

# GRAUDU KALTES UN PAGaidu GLABĀŠANAS NODAĻAS IMITĀCIJU MODEĻI SIMULATION MODELS OF THE GRAIN TEMPORARY STOREHOUSE AND THE DRYER

P. Rivža  
LLU Informātikas institūts  
Institute of Informatics, LUA

**Abstract:** Simulation models may offer an effective remedy while designing plants for the grain primary processing. These models are created for the grain preliminary storage sections and for the dryer. The assumption is that the grain delivery consists of separate portions which remain unchanged during further processing with the exception of varying parameters. The mass, temperature and volume weight of grain portions are simulated through normal probability distribution, the grain moisture and cleanness - through Weibull's distribution. These parameters of simulated grain portions are recorded in their certificate as variables. The certificate has also to include crop codes, variety and reproduction, as well as their usage and owners' codes. All simulation models, with the exception of the numerical outlet date, acquire also histograms, e.g. histogram of the number of ventilation bins, histogram of the relationship between the dryer productivity and the grain daily thrashing, etc. Simulation models are mostly susceptible to the changes of the arrive rate and of the grain moisture, as well as to the machinery safety.

**Keywords :** grain drying, simulation models.

## 1. Ievads

Graudaugu novākšana parasti raksturojas ar īsu novākšanas periodu un ļoti lielu graudu plūsmas nevienmērību graudu pirmapstrādes uzņēmumos. Lai mazinātu šo faktoru ietekmi un palielinātu graudu kaltes darba laiku sezonā, kas ir pati dārgākā un sarežģītākā mašīna uzņēmumā, projektētāji ir centušies ieprojektēt graudu pagaidu glabāšanas nodaļas. Risinot uzdevumu par graudu pirmapstrādes uzņēmuma optimālu struktūru, jānosaka sekojoši parametri: graudu kalšu skaits, katras graudu kaltes nominālais ražīgums, ventilējamo graudu apcirkņu skaits graudu pagaidu glabāšanas nodaļā. To palīdz izdarīt graudu pagaidu glabāšanas nodaļas un kaltes imitāciju modeļi.

## 2. Modeļu apraksts

Graudu plūsmu imitē kā stacionāru Puasona plūsmu ar intensitāti LA. Graudi ienāk pa porcijām un tālākā apstrādē sākotnējā graudu porcija imitāciju procesā saglabājas, mainās tikai tās parametri. Graudu porcijas sākotnējā masa tiek imitēta ar normālo sadalījuma likumu (parametri GMV, GMS), bet sākotnējo mitrumu un tīrību imitē, lietojot Veibula sadalījumu ar parametriem: mitrumam - AW, BW, tīrībai - AS, BS. Graudu porcijai imitē arī sākotnējo temperatūru un tilpumsvaru. Šos parametrus imitē, lietojot normālo sadalījumu ar parametriem: temperatūrai - GTV, GTS, tilpumsvaram - GTSV [P1], GTSS [P1]. Katrai graudu porcijai ir sava pase, kurā tiek ierakstīti nomodelētie parametri: R1 - masa, R2 - mitrums, R3 - tīrība, R4 - temperatūra, R5 - tilpumsvars un R6 - drošs glabāšanas laiks. Drošo glabāšanas laiku i-tajai graudu porcijai aprēķināja saskaņā ar sekojošu empirisku sakarību (E. Bērziņš, 1989):

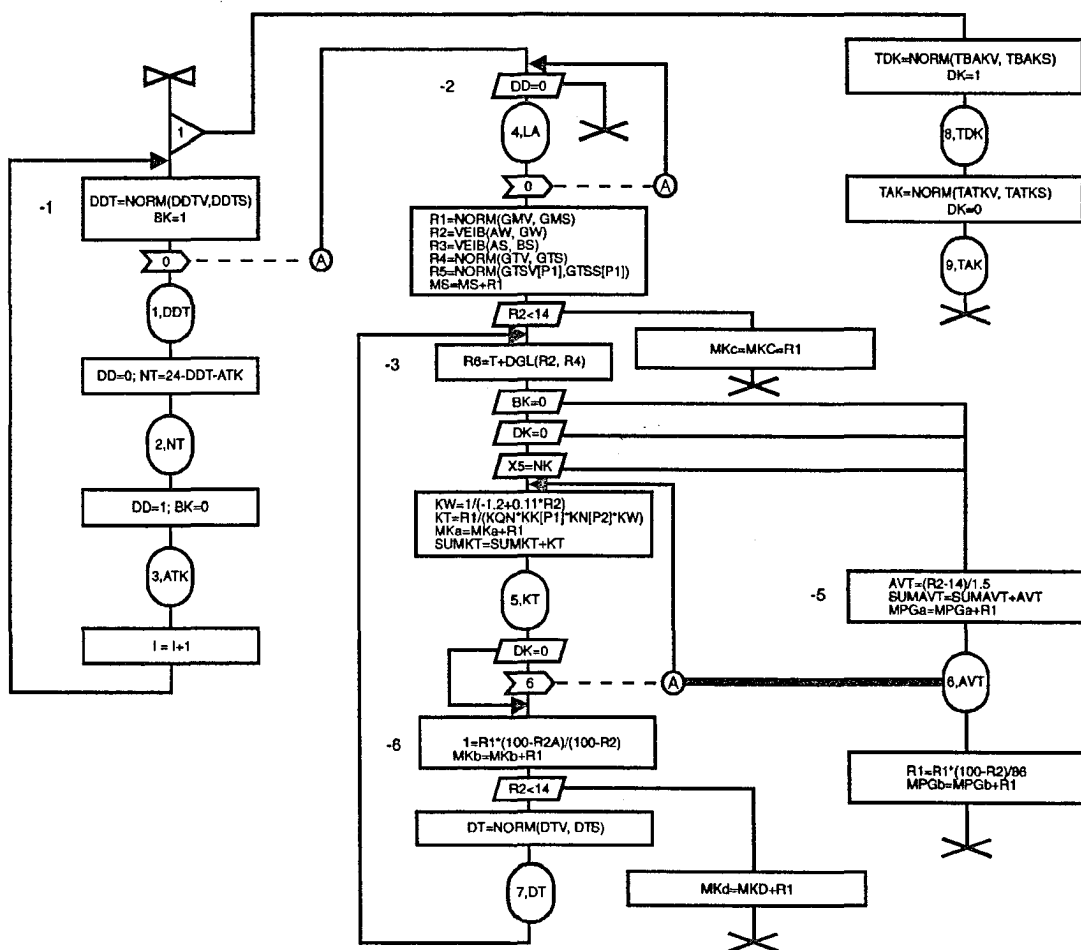
$$t_{gl.i.} = \exp[(0.076 - 0.033T_i)W_i + 0.44 \cdot T_i + 3.1], \quad (1)$$

kur  $t_{gl.i.}$  - i-tās graudu porcijas drošs glabāšanas laiks, dienās;

$T_i$  - l-tās graudu porcijas temperatūra, °C;  
 $W_i$  - l-tās graudu porcijas mitrums, %.

Bez šiem parametriem graudu porcijas pasē vēl var ierakstīt: P1 - kultūras kods; P2 - graudu izlietojuma kods; P3 - īpašnieka kods; P4 - šķirnes kods; P5 - reprodukcija; P6 - sēkļu klase. Protams, šo parametru sarakstu var papildināt.

Imitācijas algoritms sākas ar darba dienas imitāciju (1. stadija)(skat. 1. att). Darba dienas ilgumu DDT nosaka pēc normālā sadalījuma ar parametriem: DDTV, DDTS. Darba dienu algoritmā raksturo parametrs DD = 1. Nakts garumu NT iegūst, atņemot no diennakts garuma darba dienas garumu DDT un kaltes tehniskās apkopes laiku - ATK. 2. stadijā tiek imitēta nakts, bet 3. stadijā - kaltes ikdienas tehniskā apkope. Nakšī parametrs DD = 0.



1. att. Graudu pagaidu glabāšanas un kaltes imitāciju modeļa "Kalte 1SD" algoritma blokshēma.

Fig. 1. Block scheme of the algorithm of the simulation model "Dryer 1SD" of the grain temporary storage and the dryer.

Dienā (DD = 1) tiek ģenerēta vienkāršākā graudu porciju plūsma ar intensitāti LA (4. stadija). Graudu porcija tiek nogādāta uz kalni tajā gadījumā, ja tās graudu mitrums ir lielāks par 14 %, kalne neatrodas ikdienas tehniskajā apkopē (BK = 1) un nav aizņemta ar iepriekšējo graudu porciju kaltēšanu (skat. 1. att.).

Ja kalte ir aizņemta, tad graudi nonāk pagaidu glabāšanas nodaļā (6. stadija). Graudu porcijas kaltēšanas laiku kaltē  $KT$  aprēķina pēc formulas :

$$KT = R1 / Q_{k.f.}, \quad (2)$$

kur  $Q_{k.f.}$  - kaltes faktiskais ražīgums, t/h;

$$Q_{k.f.} = Q_{k.n.} \cdot K_k \cdot K_N \cdot K_w, \quad (3)$$

kur  $Q_{k.n.}$  - kaltes nominālais ražīgums, t/h;

$K_k$  - koeficients, kas atkarīgs no kultūras;

$K_N$  - koeficients, kas atkarīgs no graudu izlietojuma veida (В.П.Елизаров, 1977);

$$K_w = \frac{1}{-1.2 + 0.11W_{iz.}}$$

Kaltēšanas laiks tiek summēts, lai beigās varētu zināt kopējo kaltes darba laiku.

Graudu mitrumu pēc kaltes aprēķina ar sekojošas formulas palīdzību (E. Bērziņš, 1989):

$$W_{iz.} = 0.59 \cdot W_{ie} + 3.8, \quad (4)$$

kur  $W_{ie}$ ,  $W_{iz.}$  - graudu mitrums pirms un pēc kaltes, %.

Graudu porcijas masu pēc kaltes  $G_{iz.}$  izsaka formula (E. Bērziņš, 1989):

$$G_{iz.} = G_{ie} \cdot \frac{100 - W_{ie}}{100 - W_{iz.}}. \quad (5)$$

Pēc kaltēšanas, graudu porciju nogādā uz dzesēšanu (7. stadija) tad, ja graudu mitrums nav mazāks par 14 %. Graudu dzesēšanas laiku imitē, lietojot normālo sadalījumu ar parametriem DTV, DTS. Pēc dzesēšanas, graudu porcija atgriežas kaltē uz atkārtotu kaltēšanu. Ja kalte ir aizņemta, tad graudi nonāk graudu pagaidu glabāšanas nodaļā, kas ir komplektēta ar ventilējamiem apcirkņiem BV-50. Pēc eksperimentāliem datiem, aktīvās ventilēšanas apcirkņos (graudu mitruma diapazonā no 14 līdz 24 %) graudu mitruma samazināšanās ir proporcionāla ventilēšanas laikam  $t_v$  (В. П. Елизаров, 1977):

$$W_{iz.} = W_{ie} - 1.5t_v. \quad (6)$$

No šīs formulas var iegūt graudu ventilēšanas laiku  $t_v$ , līdz kondīcijas mitruma sasniegšanai - 14 %:

$$t_v = \frac{W_{ie} - 14}{1.5}. \quad (7)$$

Graudu porcijas masu, kas sasniegusi kondīcijas mitrumu 14 %, aprēķina ar formulu (5).

Tā graudu porcija, kura tiek izvesta no kaltes, dod impulsu (signālu) graudu pagaidu glabāšanas nodaļai (6. stadija), no kurienes uz kaltēšanu tiek nosūtīta pirmā graudu porcija, kurai beidzies drošās glabāšanas termiņš. Ja tādu nav, tad kaltē tiek nogādāta pirmā graudu porcija no pagaidu glabāšanas.

Modelī ir iespējams viegli mainīt sākotnējos rādītājus, pamatsarakstā iekļauti sekojošie rādītāji: sezonas ilgums; kaltes noslodzes koeficienti; kondicionēto graudu masa; graudu īpatsvars, kas neprasa kaltēšanu; ar kaltēšanu kondicionēto graudu īpatsvars; ar aktīvo ventilēšanu kondicionēto graudu īpatsvars (pilnīgi un daļēji); atkārtoti kaltēto graudu īpatsvars. Papildus tiek arī iegūtas

sekojošas histogrammas: nepieciešamais apcirkņu skaits sadalījums graudu aktīvajai ventilācijai; nepieciešamais apcirkņu skaits sadalījums graudu dzesēšanai pēc kaltes; pagaidu glabāšanā novietoto graudu īpatsvars, kaltes dienas ražīguma attiecība pret dienas iekūlumu.

Modeļi "Kalte 1SD" kaltes drošumu ievērtē ar diviem parametriem: bezatteikuma darba laiku TDK un atjaunošanas laiku TAK. Bezatteikuma darba laiku TDK imitē 8. stadijā, bet atjaunošanas laiku TAK - 9. stadijā (skat. 1. att.). Savukārt, modeļos "Kalte 3S" un "Kalte 3SD" paredzēta iespēja vienlaicīgi uzņemt 3 atšķirīgas graudu plūsmas.

### 3. Modeļa jutīguma pārbaude un modelēšanas rezultāti

Modeļa jutīguma pārbaudei tika ņemts modelis "Kalte 1SD", kurā tika nomainīts Veibula sadalījums ar normālo sadalījumu, lai vienkāršāk varētu palielināt graudu mitruma un tīrības vidējās vērtības par 10%. Pirmkārt, tika palielināti atsevišķi par 10% sekojoši graudu plūsmas parametri: graudu porciju plūsmas intensitāte, graudu porcijas masa, graudu mitrums un graudu tīrība. Visbūtiskāk kaltes un graudu pagaidu glabāšanas nodaļas darba rādītājus ietekmē graudu porciju plūsmas intensitāte un graudu mitrums.

Palielinot graudu porciju plūsmas intensitāti par 10%, kaltes dienas ražīguma attiecība pret dienas iekūlumu samazinās par 12% un par 13% samazinās ar kaltēšanu kondicionēto graudu īpatsvars. Nedaudz (par 4%) pieaug aktīvās ventilēšanas apcirkņu skaits. Graudu mitruma palielinājums par 10% palielina kaltes noslodzi par 16% un ventilējamo apcirkņu skaitu - par 24%, bet samazinās graudu daudzums, ko kondicionē ar aktīvo ventilēšanu.

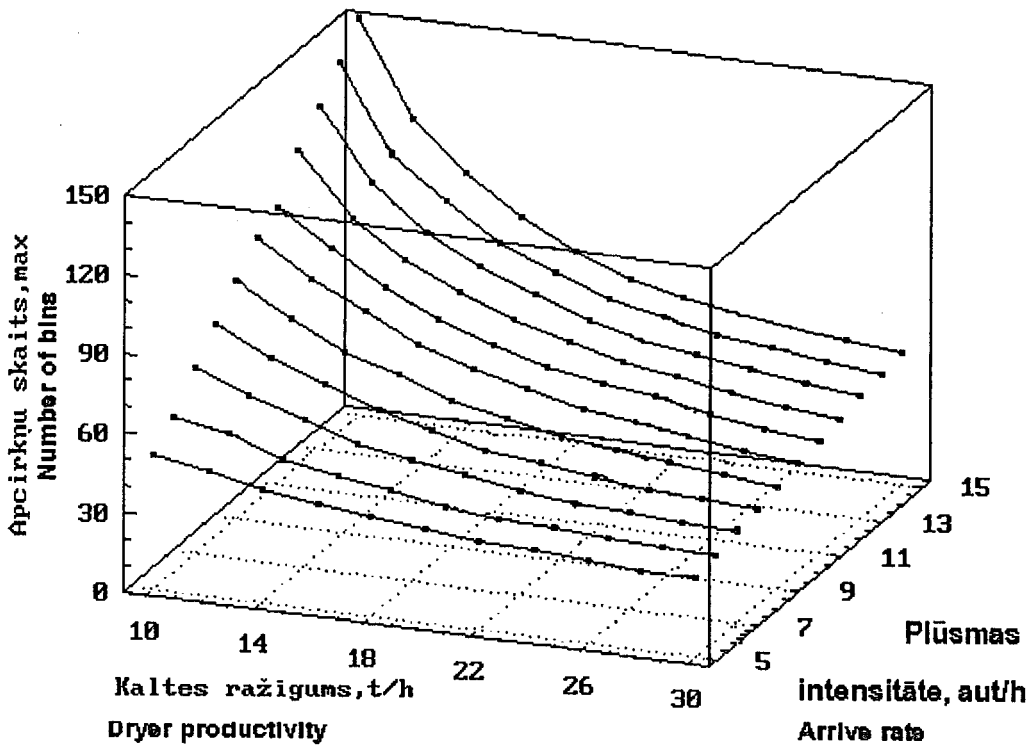
Graudu tīrība un temperatūra, protams, iespaido kaltes un graudu pagaidu glabāšanas nodaļas darbu, taču tas nav pietiekoši novērtēts aplūkojamā modelī, jo nav iegūtas pietiekami labas attiecīgās empīriskās sakarības. Graudu temperatūru ņem vērā, aprēķinot graudu drošas glabāšanas laiku, taču tas maz iespaido modeli. Trūkst pētījumu datu par graudu tīrības ietekmi uz kaltes darbu.

Otrkārt, tika pētīta dažu kaltes parametru izmaiņu ietekme uz kaltes un graudu pagaidu glabāšanas nodaļas darbu. Palielinot kaltes ražīgumu par 10%, kaltes noslodze samazinās par 3% un ventilējamo apcirkņu skaits - par 12%, bet ar kaltēšanu izkaltēto graudu daudzums, kā arī kaltes dienas ražīguma attiecība pret dienas iekūlumu - palielinās (6.3%). Kalšu ražīguma un graudu plūsmas intensitātes pieauguma ietekme uz nepieciešamo maksimālo ventilējamo apcirkņu skaitu grafiski atspoguļota 2. attēlā.

Palielinot kalšu skaitu, ļoti būtiski mainās visi rādītāji. Par 22% samazinās kaltes noslodze un par 40% - ventilējamo apcirkņu skaits. Kaltes ražīguma un kalšu skaita palielināšana samazina ar aktīvo ventilēšanu kondicionējamo graudu īpatsvaru. Kaltei salūzot vienu reizi sezonā - būtiskas izmaiņas kaltes darba rādītājos nenotiek. Turpretī, ja tas notiek 3 reizes sezonā, tad būtiski pieaug ar aktīvo ventilēšanu kondicionēto graudu īpatsvars un ventilējamo apcirkņu skaits. Šajā gadījumā ar aktīvo ventilēšanu pilnīgi kondicionēto graudu īpatsvars pieaug divas reizes.

### 4. Slēdziens

Kaltes un graudu pagaidu glabāšanas nodaļas darba rādītājus visvairāk ietekmē graudu plūsmas intensitāte un graudu mitrums. Eksperimentāli jāpēta graudu tīrības un temperatūras ietekme uz kaltes un graudu pagaidu glabāšanas nodaļas darbu, kā arī kaltes drošuma rādītāji, lai varētu precizēt imitāciju modeļus.



2. att. Nepieciešamā maksimālā ventilējamo apcirkņu skaita atkarība no kalšu ražīguma un graudu plūsmas intensitātes.

Fig. 2. Dependence of the maximum required number of ventilation bins on the producing capacity of grain dryers and the intensity of the grain income flow.

## Literatūra

1. Берзиньш Э. Р. (1989). Моделирование с помощью ЭВМ технологической линии "сушки-хранение зерна". Техническое обеспечение производства зерна по интенсивной технологии. Труды ЛСХА. Латв.с.-х.акад. Вып. 259. 57-63.
2. Елизаров В. П. (1977). Предприятия послеуборочной обработки и хранения зерна (расчет на ЦВМ). М.: Колос. 136.