

# GRAUDU PLŪSMU PĒTĪJUMU REZULTĀTI RESULTS IN GRAIN FLOW INVESTIGATIONS

E. Bērziņš  
LLU Mehanizācijas katedra  
Department of agricultural engineering, LUA  
P. Rivža  
LLU Informātikas institūts  
Institute of Informatics, LUA

**Abstract:** Grain flow was investigated in 1987 during the harvesting season in a cooperative plant of primary processing located in the central part of Latvia. The plant was receiving the grain yield during the period of 16 days. 737 times the grain was brought to the plant by lorries. The delivery time, crop, variety, grain weight, moisture, cleanness were marked separately for each grain load coming to the plant. The time intervals between the lorries bringing the grain had an exponential probability distribution with the parameter 6.25 auto/h. The weight distribution of grain carried in a lorry was a normal probability distribution with the arithmetical mean - 4.58 t, standard deviation - 1.12 t, average grain moisture - 20.5 %, standard deviation - 4.2 %, but the average grain cleanness - 89 %, standard deviation - 3.8 %. Lognormal or Weibull's probability distribution best of all corresponded to grain moisture, but Weibull's distribution - to grain cleanness. Dynamics of the grain flow was investigated during the day as well as during the whole grain harvesting season.

While investigating the relationship between the grain daily thrashing, grain moisture and grain cleanness an averagely close correlative relationship between the grain daily thrashing and grain moisture was found.

**Key words:** grain primary processing, grain flow, statistical investigations.

## 1. Ievads

Graudu pirmapstrādes uzņēmumu darbu būtiski ietekmē graudu iekūluma nevienmērība, graudu mitrums un tīrība. Graudu dienas iekūluma nevienmērību sezonā pētīja E. Bērziņš (1968), A. Balodis un E. Bērziņš (1972). Savukārt, izkulto graudu mitrumu un dienas iekūluma korelatīvās sakarības pētīja E. Bērziņš (1974, 1989). Veiktos graudu plūsmu pētījumus, kuru svarīgākie rezultāti izklāstīti rakstā, var, pirmkārt, uzskatīt par turpinājumu jau agrāk veiktiem pētījumiem un, otrkārt, tie ir pēdējie eksperimentālie graudu plūsmu pētījumi lielražošanas apstākļos.

## 2. Materiāls un metodes

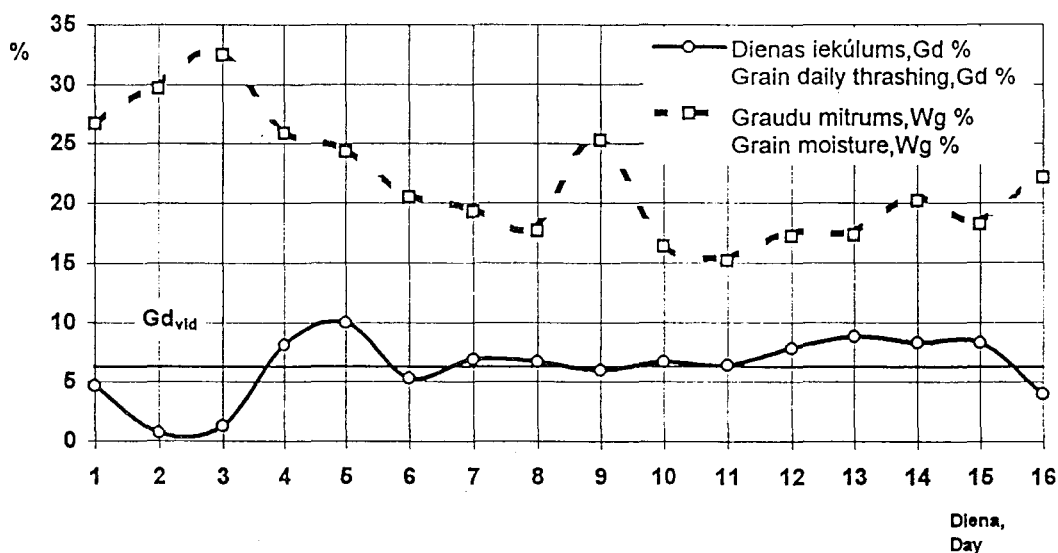
Graudu plūsmas tika pētītas Jelgavas rajona Lielvircavas teritorijā 1987. gada ražas novākšanas sezonā. Graudu pirmapstrāde notika graudu pirmapstrādes uzņēmumā, kura jauda un tehniskais nodrošinājums bija pietiekams, lai nebremzētu ražas novākšanas gaitu.

Ražas novākšana tika veikta 16 dienu laikā. Tika reģistrēti sekojoši dati: automobiļu pienākšanas laiks, kultūra, šķirne, graudu masa automobiļa kravas kastē, graudu mitrums, graudu tīrība. Pavisam tika reģistrētas 737 graudu autokravas. Graudu pirmapstrādes uzņēmumā ienāca vienlaicīgi divas atšķirīgas graudu plūsmas ar varbūtību 0.25, bet trīs graudu plūsmas - ar varbūtību 0.06.

### 3. Rezultāti

#### 3.1. Graudu plūsmu izmaiņas sezonā

Graudu ienākšanas nevienmērība pētāmajā graudu pirmapstrādes uzņēmumā attēlota 1. attēlā. Šeit graudu dienas iekūlums  $G_d$  ir izteikts procentos no sezonas iekūluma. Kā redzams, lielākās graudu iekūluma svārstības ir sezonas sākumā un beigās. Sezonas vidū nav izteikta maksimuma. Tādējādi, graudu ienākšanas procesu graudu pirmapstrādes uzņēmumā tikai nosacīti var pieņemt par stacionāru gadījuma procesu, protams, izņemot pirmās un pēdējās ražas novākšanas dienas.



1.att. Graudu dienas iekūluma  $G_d$  un dienā nokulto graudu mitruma  $\overline{W}_g$  izmaiņas sezonā.

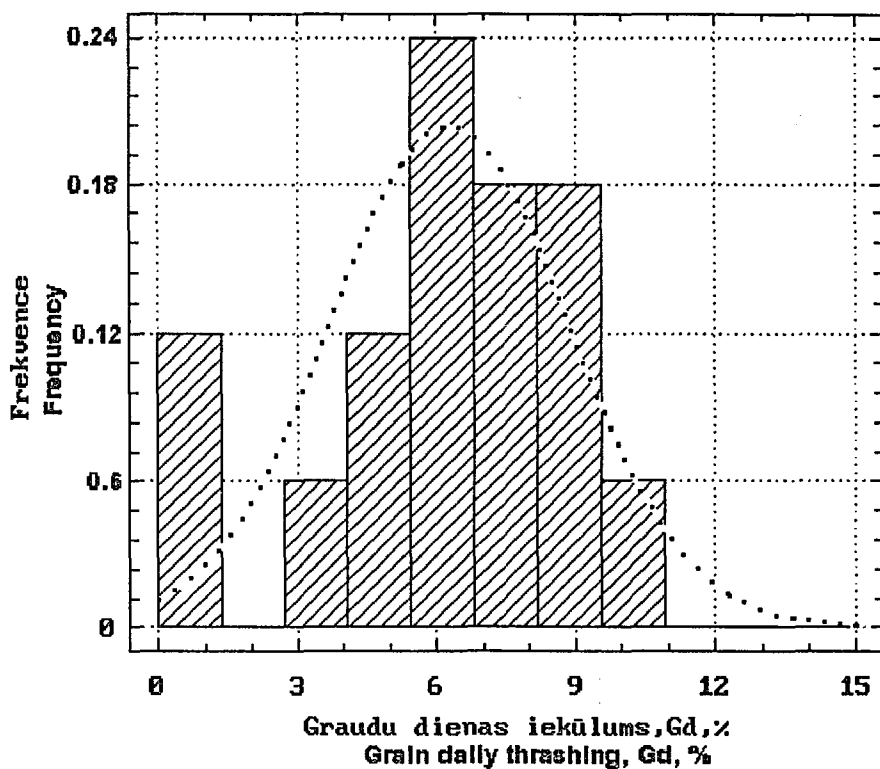
Fig. 1. The seasonal dynamics of grain daily threshing  $G_d$  and grain moisture  $\overline{W}_g$ .

Veidojot graudu pirmapstrādes uzņēmumu imitācijas modeļus, ir svarīgi zināt arī autokravu skaitu, kāds pieveda graudus. Autokravu skaita izmaiņas grafiks ir ļoti līdzīgs dienas iekūluma grafikam, jo pastāv stipra korelācija starp šiem lielumiem ( $r = 0.99$ ). Maksimālais autokravu skaits bija 70, bet vidējais - 46.

Lai raksturotu graudu plūsmas nevienmērību, graudaugu novākšanas sezonas laikā lieto diennakts iekūluma nevienmērības koeficientu  $K_d$ . Mūsu pētījumā dienas iekūluma nevienmērības koeficients  $K_d = 1.4$ .

Kā vēl vienu graudu ienākšanas dinamikas rādītāju var izmantot rādītāju, kurš parāda, cik reizes diennakts iekūluma grafiks krusto vidējā iekūluma taisni (skat.1.att.). Bez tam, vēl papildus nosaka vidējo dienu skaitu virs vai zem vidējā diennakts iekūluma. Veiktajā pētījumā graudu dienas iekūluma grafiks krustoja vidējā iekūluma taisni 6 reizes, bet vidēji ārpus vidējā līmeņa tas atradies 4.2 dienas.

Graudu dienas iekūluma empīrisko sadalījumu vislabāk aproksimē normālais sadalījums ar parametriem  $\alpha = 6.25\%$  un  $\sigma = 2.57\%$  (skat. 2.att.). Maksimālais dienas iekūlums bija 10 % no sezonas iekūluma, bet moda - 8.3 %. Šeit vēl jāatzīmē, ka mūsu pētījumos graudu dienas iekūlumu sadalījumam ir vērojama negatīva asimetrija ( $A = -0.94$ ) un pozitīvs ekscess ( $E = 0.55$ ). Tika noteikta vidēji stipra negatīva korelatīva sakarība starp graudu dienas iekūlumu  $G_d$  un graudu mitrumu  $\overline{W}_g$  (korelācijas koeficienta vērtība  $r = -0.63$ ). Ja graudi mitrāki, dienas iekūlums ir mazāks, ja sausāki - lielāks.



2.att. Graudu dienas iekūluma  $G_d$  sadalījums.

Fig.2. The empirical distribution of the grain daily thrashing  $G_d$ .

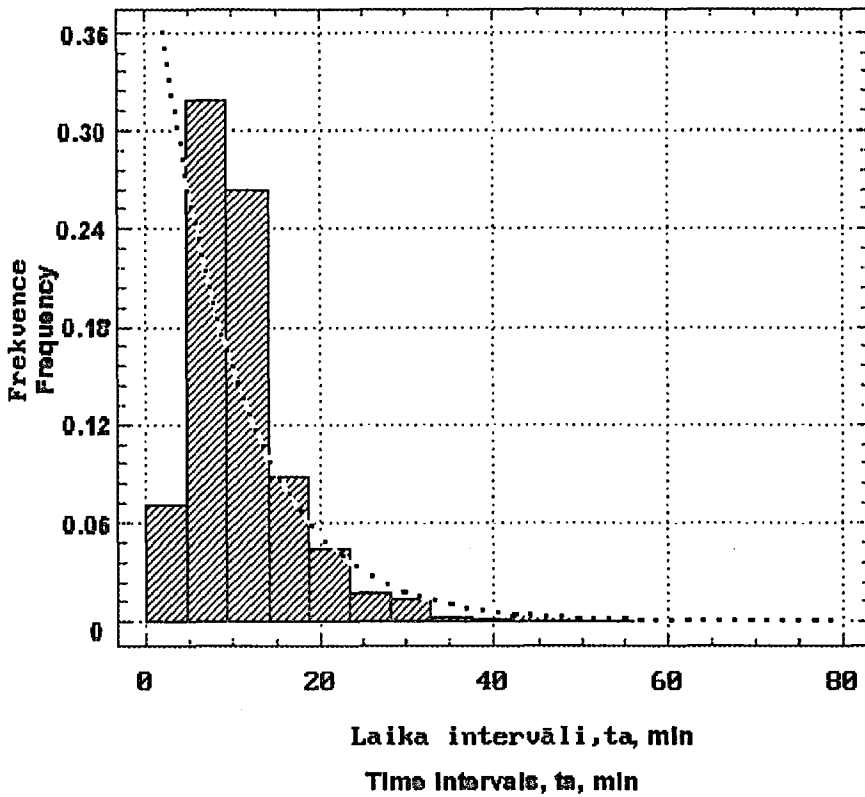
### 3.2. Graudu plūsmu izmaiņas dienā

Graudu plūsma, kas ienāk graudu pirmapstrādes uzņēmumā, ir mainīga ne tikai sezonas laikā, bet arī dienas laikā. Pētāmajā graudu pirmapstrādes uzņēmumā graudus sāka pievest sākot ar plkst.12.30 un dažas dienas pievedums turpinājās līdz pat plkst. 23.00. Graudu stundas iekūluma pētījumu rezultāti rāda, ka graudu ienākšanas process pirmapstrādes uzņēmumā darba dienas laikā ir tuvs stacionāram, ja neieskaita dienas sākumu un beigas. Izņēmums šajos pētījumos ir autokravu plūsmas intensitātes pieaugums plkst. 19.00. Maksimālā automobiļu plūsma ir 10 autokravas stundā, bet visbiežāk tā atrodas intervālā no 5 līdz 6.

Dažkārt, lai raksturotu graudu plūsmas nevienmērību dienas laikā, lieto stundas iekūluma nevienmērības koeficientu  $K_S$ . Šo koeficientu aprēķina kā attiecību vidējā no trim lielākiem stundas iekūlumiem divās-triņās dienās pret vidējo stundas iekūlumu šajās dienās. Mūsu gadījumā, graudu stundas iekūluma nevienmērības koeficients bija 1.4 - sezonas sākuma dienās un dienās ar mazu iekūlumu, bet 1.6 - dienās ar vislielāko dienas iekūlumu.

Laika intervāli starp graudu pirmapstrādes uzņēmumā pienākošiem automobiļiem ar graudiem ir ļoti atšķirīgi. Tos ietekmē ļoti daudzi faktori. Mūsu pētījumā laika intervālu empīriskajam sadalījumam starp automobiļu pienākšanas momentiem vislabāk atbilst eksponenciālais varbūtību sadalījums (skat. 3. att.) ar parametru  $\lambda = 6.5$  aut/h. Līdzīgi secinājumi iegūti, izvērtējot 1976. gadā piecās saimniecībās veiktos graudu kravu plūsmu pētījumus.

Automobiļi graudu pirmapstrādes uzņēmumā pienāk pa vienam, tādēļ nav stipri izteikta pēcdarbība. Visu apkopojot, var pieņemt, ka automobiļu plūsma graudu pirmapstrādes uzņēmumā ir stacionāra Puasona plūsma.



3.att. Laika intervālu sadalījums  $t_a$  starp automobiļu pienākšanas momentiem.  
 Fig.3. Distribution of time intervals  $t_a$  between lorry arrivals.

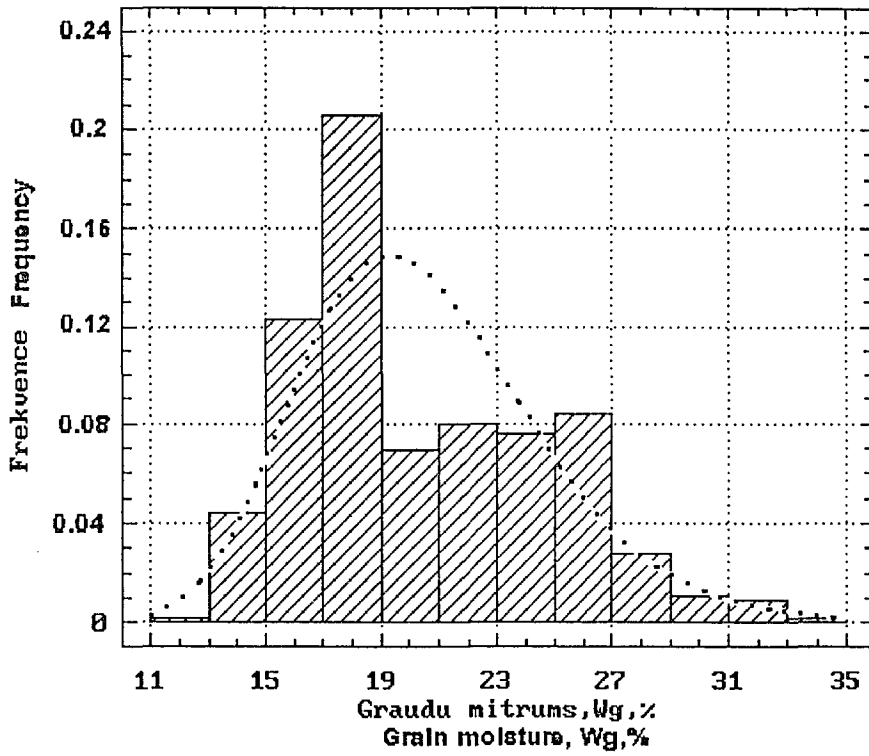
### 3.3. Graudu mitruma un tīrības izmaiņas

Graudu mitrums ražas novākšanas laikā mainās un to ietekmē - vairāki faktori (meteoroloģiskie, organizatoriskie u.c. apstākļi). Meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz graudu mitrumu ir pētījuši daudzi pētnieki. Viņi centušies atrast metodiku, kā prognozēt graudu mitrumu, jo tas ir svarīgs rādītājs. Pētījumā noteiktā graudu mitruma izmaiņa ražas novākšanas laikā attēlota 1. attēlā. Sezonas sākumā graudu mitrums bija ievērojami lielāks nekā sezonas vidējais graudu mitrums (20.5 %). Tad graudu mitrums pazeminās līdz vidējam (5. ražas vākšanas dienā) un visu laiku turas zem tā. Izņēmums ir 10. ražas vākšanas diena, kad graudu mitrums strauji palielinās. Graudu mitruma grafiks 4 reizes krusto vidējo graudu mitruma taisni, bet vidēji noturās 3.2 dienas virs vai zem vidējā.

Graudu mitruma empīriskajam sadalījumam vistuvāk ir lognormālais sadalījums ar parametriem  $a = 20.5\%$  un  $\sigma = 4.1\%$  vai Veibula sadalījums ar parametriem  $\alpha = 5.01$  un  $\beta = 22.27$  (skat. 4. att.).

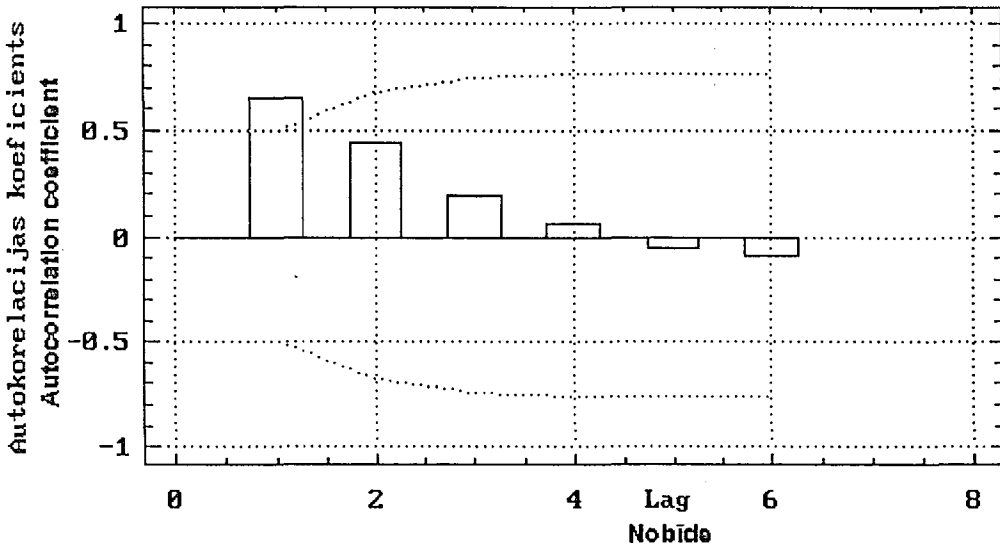
Graudu mitrumam ir negatīva korelatīva sakarība (korelācijas koeficients  $r = -0.63$ ) ar darba dienas ilgumu, kuru graudaugu ražas novākšanas laikā visbiežāk nosaka meteoroloģiskie apstākļi. Jo nokulto graudu mitrums ir lielāks, jo īsāka ir darba diena. Nokulto graudu mitrums arī ir korelatīvi atkarīgs no iepriekšējā ražas vākšanas dienā iekulto graudu mitruma. To labi parāda autokorelācijas funkcijas grafiks (skat. 5.att.). Ja nobīde (lags) ir viena diena, tad autokorelācijas koeficienta skaitliskā vērtība ir 0.65, kas ir statistiski nozīmīga.

Graudu tīrības izmaiņas sezonā nav regulāras, tā var pieaugt vai strauji kristies jebkurā sezonas dienā. Vidējā graudu tīrība bija 89.1 %, bet atsevišķām graudu partijām tīrība bija 66 % un 97 %. Visvairā'



4.att. Izkulto graudu mitrumu  $W_g$  sadalījums.

Fig. 4. Distribution of grain moisture  $W_g$ .



5.att. Graudu mitruma autokorelācijas funkcija sezonai.

Fig 5. Autocorrelation function of seasonal grain moisture.

bija graudu kravu ar tīrību 90 %. Izkulto graudu tīrības empīriskajam sadalījumam vistuvāks ir Veibula sadalījums ar parametriem  $\alpha = 30.5$  un  $\beta = 90.7$ . Graudu tīrība dienas sākumā ir nedaudz zem vidējās, bet turpmākās darba dienas stundās tā svārstās ap vidējo ar nelielu amplitūdu (< 1 %). Graudu tīrības

grafiks 7 reizes krusto vidējās tīrības taisni. Tas tikai norāda uz graudu tīrības izmaiņu gadījuma raksturu. Bieži ir sastopami gadījumi, kad pēc graudu tīrības stipri atšķirās divas viena otrai sekojošas graudu kravas.

#### 4. Slēdziens

1. Graudu plūsma uz graudu pirmapstrādes uzņēmumu sezonā un dienā ir nestacionārs gadījuma process. Graudu plūsmu par stacionāru var tikai nosacīti pieņemt neierēķinot pirmās un pēdējās ražas vākšanas dienas, vai pirmās un pēdējās ražas vākšanas dienas stundas. Maksimālie dienas un stundas iekūlumi attiecīgi bija 10 % un 1.4 % no sezonas iekūluma. Dienas iekūluma nevienmērības koeficients bija 1.4. Savukārt stundas iekūluma nevienmērības koeficients dienās ar mazu iekūlumu bija 1.4, bet dienās ar lielu dienas iekūlumu - 1.6.
2. Automobiļu plūsmu graudu pirmapstrādes uzņēmumā var pieņemt par stacionāru Puasona plūsmu.
3. Graudu dienas iekūluma empīrisko sadalījumu ieteicams aproksimēt ar normālo varbūtību sadalījumu, bet graudu mitruma un tīrības empīriskos sadalījumus - ar Veibula sadalījumiem.
4. Vidēja negatīva korelatīva sakarība noteikta starp graudu dienas iekūlumu  $G_d$  un vidējo graudu mitrumu  $\overline{W}_g$ , kā arī darba dienas ilgumu  $T_d$  un vidējo graudu mitrumu  $\overline{W}_g$ .
5. Graudu plūsmu pētījumi jāturpina, lai iegūtie rezultāti papildinātu jau esošos un labāk raksturotu izmainījušos ražošanas apstākļus graugkopībā un graudu pirmapstrādē.

#### Literatūra

1. Bērziņš E. (1974). Graudu kondicionēšana. R., Liesma. 125.
2. Балодис А., Берзиньш Э. Р. (1972). Анализ характера поступления зерна на пункты послеуборочной обработки. Труды Латв.СХА, вып.48. Елгава.
3. Берзиньш Э.Р. (1968). Методика расчета и проектирования технологических линий для послеуборочной обработки зерна в Латвийской ССР, Автореф. канд. дисс. Елгава.
4. Берзиньш Э.Р. (1989). Моделирование с помощью ЭВМ технологической линии "сушки - хранение зерна". Труды ЛСХА, вып. 259, Елгава. 57-63.