

Теоретично определяне на неравномерността на постъпленията при директно приемане на зърно в зърнохранилищата

Николай Димитров

A theoretical determination of the fluctuation in grain elevator's supply during harvest: A method is proposed for the theoretical determination of the coefficient of uniformity and maximum daily intake of grain in elevators, depending on the average daily supply and the vehicle's capacity. The coefficient of uniformity is defined as the ratio of the maximum and average number of incoming vehicles per day. The maximum number of incoming vehicles is determined as a percentile of the Poisson distribution at confidence levels 0.95 and 0.999. The uniformity coefficient decreases at higher average daily intake and increase in higher vehicle's capacity. A linear correlation is established between the maximum daily intake, the average daily intake and the capacity of the vehicles.

Key words: grain elevators, maximum grain intake, fluctuation of supply.

ВЪВЕДЕНИЕ

Главната задача на зърнохранилищата е да приемат и съхраняват зърнената продукция без да затрудняват жътвата. Зърното се превозва директно от полето с автотранспорт, като доставките, в повечето случаи, имат случаен характер. Случайният характер затруднява избора на подходящи приемни системи. Често в периода на жътвата се наблюдават задръствания и продължителен престой на превозните средства.

Основен показател при определяне на броя и производителността на приемните системи е максималното количество зърно, което може да постъпи в рамките на денонощието. Bouland [1] определя дневните максимуми като процент от общото количество приемано зърно. Процентът е различен за различните зърнени култури и зависи от продължителността на жътвения период.

Досегашната практика в България е максималното количество зърно да се определя чрез коефициента на денонощна неравномерност, който представлява отношение на максималното и средно количество приемано зърно. Коефициентът е определен опитно като е измерено количеството на приеманото по време на жътва зърно в някои големи зърнохранилища (цитирано от Казаков [7]). Различни стойности на коефициента са посочени от Иванов и Баклинова [6] и Хараламбиев [10].

Подобен подход е използван в Русия и бившите Съветски републики, като коефициентът на денонощна неравномерност зависи от географската област, в която е разположено зърнохранилището [5]. Мащабно изследване, проведено в северните райони на Казахстан установява силна корелация между коефициента на денонощна неравномерност и общото количество приемано зърно [9]. Аналогична зависимост е установена и от Казаков [8].

Недостатък на емпиричния метод е частния характер на резултатите. При промяна на условията стойностите могат да станат невалидни. Липсват и данни за влиянието на средната товароносимост на превозните средства върху денонощната неравномерност.

Броят на превозните средства, които постъпват в едно зърнохранилище за определен период от време е случайна величина с разпределение на Поасон [1, 2, 3]. Параметърът, който характеризира това разпределение е средния брой на постъпващите превозни средства. Ако този параметър е известен може да се установи максималния брой на постъпващите превозни средства в денонощието и чрез него коефициента на денонощна неравномерност.

Целта на настоящето изследване е теоретично да се определи коефициента на неравномерност и максималното количество зърно, постъпващо с автомобилен

транспорт в зърнохранилищата за едно денонощие като се използва разпределението на Поасон.

МЕТОДИ

Коефициентът на денонощна неравномерност K_d е определен като отношение на максималния (ПС_{max}, пр.ср./d) и средния брой постъпващи превозни средства (СПС, пр.ср./d) за ден.

$$K_d = \frac{ПС_{max}}{СПС}$$

Максималният брой на превозните средства (ПС_{max}), представлява процентил от разпределението на Поасон. Процентилът (X) е стойност от разпределението, при която вероятността броят на постъпващите превозни средства (x) да бъде равен или по-малък от (X) е близка до единица, т.е. $P(x \leq X) \approx 1$. Процентилът е цяло число поради дискретния характер на разпределението. Изследвани са два случая – при нива на доверие $P(x \leq X) = 0,95$ и $P(x \leq X) = 0,999$.

Разпределението на Поасон се характеризира с един параметър – среден брой на постъпващите превозни средства през денонощието (СПС, пр.ср./d). Този е определен като отношение на средното дневно постъпление на зърно (СДП, t/d) и средната товароносимост на превозните средства (СТ, t).

$$СПС = \frac{СДП}{СТ}$$

Средното дневно постъпление зависи от общото количество приемано зърно и продължителността на периода на постъплението. Изследвани са случаи на средна товароносимост (СТ) на превозните средства 5, 10, 15 и 20 t.

Максималното количество приемано зърно (ДП_{max}, t/d) в рамките на денонощието, се изчислява като произведение на средното дневно постъпление (СДП) и коефициента на денонощна неравномерност K_d .

$$ДП_{max} = K_d \cdot СДП$$

Процентилите от разпределението на Поасон и регресионните уравнения са получени чрез подходящ статистически софтуер.

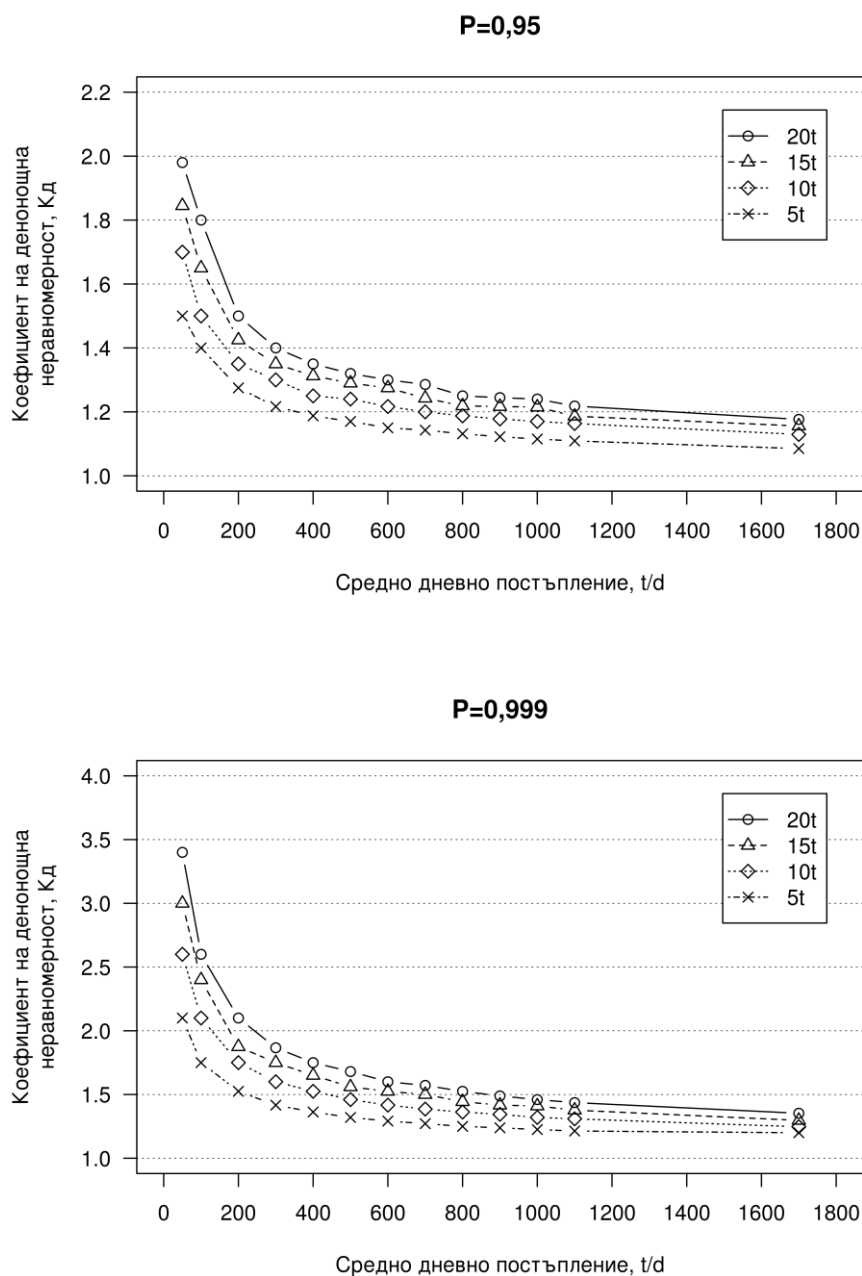
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Коефициентът на денонощна неравномерност е представен в зависимост от средното дневно постъпление и средната товароносимост на транспорта (Фиг. 1). Установена е обратна корелационна зависимост на коефициента от средното дневно постъпление. С увеличаване на средното дневно постъпление коефициентът рязко намалява, като най-съществени са измененията до 300 t/d. След тази стойност коефициентът постепенно клони към 1. Стойностите при ниво на доверие 0,999 са в интервала от 3,4 при средно постъпление 50 t/d и товароносимост 20 t до 1,2 при средно постъпление 1700 t/d и товароносимост 5 t. При ниво на доверия 0,95 коефициента е от 1,98 при средно постъпление 50 t/d и товароносимост 20 t до 1,085 при средно постъпление 1700 t/d и товароносимост 5 t.

Средната товароносимост на превозните средства има подчертан ефект върху равномерността на постъпване. Коефициентът на неравномерност нараства с увеличаване на товароносимостта, като разликите са по-изразени при по-ниска интензивност на постъпленията – до 300 t/d.

Подобна тенденция е наблюдавана в емпирични изследвания на Фукс и Шумский [9] и Казаков [8]. Те установяват силна корелация между коефициента на денонощна неравномерност и общия обем на приеманото зърно. Характера на зависимостите е близък при двете изследвания и съвпада с теоретично получения от нас, като стойностите на коефициента са от 3 до 3,5 при общо количество на приеманото зърно под 4000 t и клони към 1,4 при общо приемано зърно над 30 000 t. Анисимова [4] също посочва различни коефициенти в зависимост от количеството на

приеманото зърно, като тенденцията е аналогична. Посочените от нея стойности са от 1,7 при общо постъпление под 25 000 t до 1,4 при общо постъпление над 100 000t.



Фиг. 1. Коэффициенти на денонощна неравномерност в зависимост от средното дневно постъпление и средната товароносимост на превозните средства (5, 10, 15 и 20 t) при две нива на доверие - 0,95 и 0,999,

Според изследване, цитирано от Казаков [7] коефициентите на денонощна неравномерност за България са от 1,22 до 2,08. Хараламбиев [10] посочва среден коефициент на денонощна неравномерност 1,6, а Иванов и Баклинова [6] използват коефициент 2,1 за оризова арпа и 1,35 за всички останали суровини. В Русия коефициентът при проектиране е от 1,3 до 1,6 и зависи от географската област [5]. Всички посочени стойности са в обхвата на теоретично установените, като някои от цитираните автори не отчита влиянието на средната товароносимост на превозните средства върху равномерността на постъпленията.

Коефициентът на неравномерност определя максималното дневно постъпление на зърно в зърнохранилищата. Производителността на приемните системи при проектиране се основава на този показател, поради което в Таблица 1 са представени аналитични зависимости на максималното дневно постъпление от средната товароносимост на превозните средства и средното дневно постъпление на зърно. Зависимостите са линейни с коефициенти на детерминация над 99%. Статистическите грешки са по-ниски при ниво на доверие 0,95.

Нивото на доверие е показател за надеждността на получените резултати и посочва вероятността коефициента на неравномерност да бъде в рамките на прогнозирания. Например, ниво на доверие 0,95 означава, че в 95% от случаите максималното дневно постъпление на зърно ще съответства на прогнозираното, а в 5% ще бъде по-високо. Следователно коефициентите на неравномерност са по-високи при ниво на доверие 0,999 сравнено с 0,95, тъй като процентилът от разпределението на Поасон, т.е. максималният брой транспортни средства, които могат да постъпят в рамките на денонощието е по-голям. Това се вижда и от получените резултати (Фиг. 1). Например, при ниво на доверие 0,95, средно дневно постъпление 200 t/d и средна товароносимост 20 t коефициентът K_d е 1,5, докато при ниво на доверие 0,999 K_d е значително по-висок 2,1.

Изборът на ниво на доверие зависи от конкретния случай. Директното приемане от полето се характеризира със силна неравномерност. Забавянето на транспортните средства е особено нежелателно и цената на престоя е висока. В този случай коефициентите на денонощна неравномерност K_d трябва да се приемат при ниво на доверие 0,999. От друга страна, по-високите коефициенти, спрямо тези при ниво на доверие 0,95, водят до проектиране на приемни системи с висока производителност и инвестиционната стойност на проекта се увеличава. Коефициентите при ниво на доверие 0,95 могат да се използват в случаи на относително регулярни постъпления и тогава, когато престойте на превозните средства не са фатални и могат да се компенсират с удължено работно време.

Таблица 1. Зависимости на максималното дневно постъпление ($ДП_{max}$, t/d) от средната товароносимост на превозните средства ($СТ$, t) и средното дневно постъпление ($СДП$, t/d) при нива на доверие 0,95 и 0,999.

Зависимости:	Параметри на регресията:
Вероятност $P(x \leq X) = 0,95$ $ДП_{max} = 5,60231 \cdot СТ + 1,11715 \cdot СДП - 12,0134$	$R^2 = 99,85\%$
	$SEE = 19,8973$
	$MAE = 14,6968$
Вероятност $P(x \leq X) = 0,999$ $ДП_{max} = 11,8769 \cdot СТ + 1,22372 \cdot СДП - 25,2336$	$R^2 = 99,68\%$
	$SEE = 32,1116$
	$MAE = 24,9293$

R^2 – коефициент на детерминация; SEE – стандартна грешка на оценката; MAE – средна абсолютна грешка.

ИЗВОДИ

- Предложен е теоретичен метод за определяне коефициента на денонощна неравномерност при постъпване на превозните средства в зависимост от средната им товароносимост и средното дневното постъпление на зърно.
- Равномерността на постъпване зависи обратно пропорционално от количеството на приеманото зърно. Коефициентът на неравномерност намалява с

увеличаване на средното дневно постъпление и е по-висок при превозните средства с голяма товароносимост.

- Установени са аналитични зависимости на максималното дневно постъпление на зърно от средното дневно постъпление и средната товароносимост на превозните средства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Bouland H.D., Selecting the Best Capacity of Truck Receiving Facilities for Country Grain Elevators, Marketing Res., Rep. No 671, 1964

[2] Berruto R., D.E.Maier, Analyzing The Receiving Operation Of Different Grain Types In A Single-Pit Country Elevator, Trans. ASAE, 2001, 44, 631–638

[3] Fuller S., M.Paggi, Efficient Interfacing of The Truck-To-Ship Intermodal Grain Transfer System: Port Of Houston, South. J. Agric. Econ., 1979, 95–100

[4] Анисимова Л.В., Проектирование элеваторов: Учебное пособие, Издательство АлтГТУ, Бернаул, 2004

[5] Винокуров К.В., С.Н.Никоноров, Элеваторы, склады, зерносушилки, Учебное пособие, Саратовский государственный технический университет, Саратов, 2008

[6] Иванов Д., С.Баклинова, Норми за технологично проектиране на силози и зърнобази, Институт по зърнени храни и фуражна промишленост, Костинброд, 1986

[7] Казаков Г., Технологични линии за обработка на зърнени храни, приемани директно от комбайните. 3. Динамика на постъплението на зърното, Лекция за курса за опресняване и поддържане на знанията по технология на зърносъхранението и зърнопреработването, ВИХВП, Пловдив, 1972, 7–9

[8] Казаков Г., Соваршенствование схем технологических процессов елеваторов и заготовительных пунктов, Дисертация, 1972

[9] Фукс А.И., О.Д.Шумский, Разгрузочная способность приемных устройств с автотранспорта хлебоприемных предприятий северных областей Казахской ССР, Казахский Политехнический Институт им, Ленина, 1970

[10] Хараламбиев А., Технологично проектиране на зърно-преработващите предприятия, 3-то изд, Земиздат, София, 1990

За контакти:

гл. ас. Николай Димитров Димитров, УХТ - Пловдив, катедра „Технология на зърнените, фуражните, хлебните и сладкарските продукти“, бул. “Марица” 26, 4002 Пловдив, тел.: ++359 32 603 729, e-mail: bussy@mail.bg

Докладът е рецензиран