



## რეგიონალური აგრო კლასტერის ლოგისტიკურ სისტემაში დაკვეთების „ზუსტად დროში“ მომსახურების და ოპტიმალური ზომის განსაზღვრა

მალხაზ მებურიშვილი<sup>1</sup>, თეა ცქიფურიშვილი<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ინჟინერიის დოქტორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საინჟინრო ტექნიკური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი; <sup>2</sup>ინჟინერიის დოქტორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საინჟინრო ტექნიკური ფაკულტეტი, მოწვეული სპეციალისტი

### ანოტაცია:

განხილულია რეგიონალური აგრო კლასტერის ლოგისტიკურ სისტემაში ავტოსატრანსპორტო მომსახურებასთან დაკავშირებული პროცესის მონაწილე მხარეების აგრო კლასტერის რეგიონალური საწყობები, ავტოსატრანსპორტი, მომხმარებლები, შეთანხმებული და ეფექტური ფუნქციონირების მაგლითი. რის საილუსტრაციოდაც მოტანილია შეთანხმებული გრაფიკით მომხმარებელთან პროდუქციის მიწოდების ერთ-ერთი ვარიანტი და შესასრულებელი სამუშაოების ჩამონათვალი; გრაფების თეორიის გამოყენებით შედგენილია ქსელური გრაფიკი, რომელიც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სამუშაოების მთელი ციკლი, რაც სააჭიროა რეგიონალურ აგრო კლასტერში მომხმარებლებისთვის პროდუქციის მიწოდების შეთანხმებული გრაფიკის შედგენის და „ზუსტად დროში“ სისტემით მუშაობისათვის; მისაწოდებელი პროდუქციის რაოდენობის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მეცნიერული მიმართულება „მარაგების მართვა“; მოცემულია პროდუქციის გადაზიდვის ოპტიმალური მარშრუტის განსაზღვრის მაგალითი, სადაც ხდება განსაზღვრა თუ რომელი ვარიანტი უნდა იქნას არჩეული; არჩევის მართებულობის შედამოწმებლად დასმული ამოცანა გადაწყვეტილია მათემატიკური მეთოდით, სადაც რაციონალური მარშრუტის შედგენის ამოცანა მინიმუზაციის ფორმულით დადის წრფივი პროგრამირების ამოცანაზე.

მიწოდების მართვაში დაკვეთის ოპტიმალური ზომის-(დოზ) განსაზღვრისათვის მოტანილია უილსონის ფორმულა; გაანალიზებულია სხვადასხვა შრომები, სადაც განხილულია დაკვეთის ოპტიმალური ზომის ანგარიშის მეთოდები და გამოყენების პრაქტიკა; განხილულია პროდუქციის შენახვაზე დანახარჯების ფორმირების და შენახვაზე მოსული ხარჯების რაობა, რაც მოიცავს: ა) განსაზღვრულ პერიოდში მარაგში პროდუქციის ერთეულის შენახვაზე და მოვლაზე მუდმივი დანახარჯების და იმავე პერიოდში პროდუქციის ერთეულის შენახვაზე და მოვლაზე მუდმივი ხარჯების სიდიდის ანგარიშის; ბ) განსახილველ

პერიოდში პროდუქციის ერთეულის ცვლადი დანახარჯებს, რომელიც დაკავშირებულია მარაგების მომსახურების მიმდინარე ხარჯებთან (კონტროლი, აღრიცხვა, და ა.შ.).

მაგალითის სახით განხილულია სასაწყობო ფართის გამოყენების ვარიანტები, მარაგების მოქნილი მართვის და „ფიქსირებული“ მარაგების მართვის სახით.

დოზ-ის გაანგარიშებისას სატრანსპორტო ხარჯების გათვალისწინება, ლოგისტიკური ფუნქციების შესრულებაზე ხარჯების ოპტიმიზაცია, და აგრო კლასტერში განსაზღვრული პროდუქტით მომხმარებელთა მომარაგების ფუნქცია შეესაბამება რეგიონალური აგრო კლასტერის ლოგისტიკურ სისტემის ეფექტური ფუნქციონირების თანამედროვე მიდგომას.

**საკვანძო სიტყვები:** რეგიონალური აგრო კლასტერი, პროდუქციის მიწოდება, გადაზიდვის ოპტიმალური მარშრუტი, დაკვეთის ოპტიმალური ზომა, მარაგის შენახვაზე დანახარჯები და ხარჯები.

რეგიონალური აგრო კლასტერის ლოგისტიკურ სისტემებში ფირმების და მომხმარებლების „ზუსტად დროში“ ავტოსატრანსპორტო მომსახურებამ უნდა დააკავშიროს ამ პროცესის სამი მონაწილე: აგრო კლასტერის რეგიონალური საწყობი-ავტოსატრანსპორტი-მომხმარებელი (ფირმები). ამ სისტემის თითოეულმა მონაწილემ უნდა შეასრულოს კონკრეტული ვალდებულება რომლის გარეშეც მოცემული სისტემა ვერ შეძლებს ეფექტურად ფუნქციონირებას. მაგალითად, რეგიონალურ საწყობს უნდა ჰქონდეს პროდუქციის ის რაოდენობა, რომ უზრუნველყოს მომხმარებელი, ფირმა, რეგიონი ან მოსამსახურებელი სეგმენტი. მომხმარებლები უნდა განისაზღვროს პროდუქციის მოცულობის მარაგის მიხედვით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათი წარმოების რითმულ მუშაობას, ხოლო საავტომობილო ტრანსპორტმა რეგიონალური საწყობიდან მომხმარებლებს მიაწოდოს პროდუქცია მოცემული მოცულობით, განსაზღვრულ დღეს და საჭირო დროში.

რეგიონალური საწყობიდან მომხმარებლებისა და ფირმებისთვის შეთანხმებული გრაფიკით პროდუქციის მიწოდების ერთ-ერთი ვარიანტი და შესასრულებელი სამუშაოების ჩამონათვალი მოტანილია ცხრილი 1. მითითებული სამუშაოს შესრულება უნდა განხორციელდეს თანმიმდევრულად და დროულად. ამისათვის წინასწარ უნდა განისაზღვროს შესასრულებელი სამუშაოს შესრულების ვადები. ტექნოლოგიური კავშირისა და სამუშაოს თანმიმდევრობის ასახვისათვის გრაფების თეორიის გამოყენებით შესაძლებელია ქსელური დიაგრამის შედგენა (ნახ. 1).

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ქსელური დიაგრამა შედგება კვანძებისგან (წრეები) და დამაკავშირებელ ისრებისაგან. თითოეულ კვანძს შეესაბამება გარკვეული მოქმედება, რომელიც მდგომარეობს სამუშაოს ამა თუ იმ ეტაპის დასრულებაში. თითოეული ისარი შეესაბამება კონკრეტულ სამუშაოს, აღიქმება როგორც პროცესი და არა საბოლოო შედეგი. მაგალითად, 0-1 მონაკვეთი აღნიშნავს ლოგისტიკური სისტემის საბაზისო ბაზრის განსაზღვრას რომელი მოვლენის პროცესიც მთავრდება პირველ კვანძში (1).

განრიგის მიზანია ასახოს სამუშაოებს შორის ყველა ტექნოლოგიური კავშირი. მაგალითად, სამუშაო 2-3 და 2-6 იწყება ერთდროულად, ხოლო სამუშაოები 2-9 მხოლოდ 8-5

და 4-5 ეტაპის დასრულების შემდეგ. რიგ შემთხვევებში მოვლენების დასაკავშირებლად საჭიროა ე.წ ფიქტიური სამუშაოების გამოყენება ნულოვანი ხანგრძლივობით, რაც ნახაზზე მონიშნულია წყვეტილი ხაზებით.

ქსელური დიაგრამა შესაძლებელს ხდის განისაზღვროს არა მხოლოდ სამუშაოების ჩამონათვალი და თანმიმდევრობა, არამედ კრიტიკული გზის ხანგრძლივობაც, ანუ სამუშაოების მთელი ციკლი, რომელიც სააჭიროა რეგიონალურ აგრო კლასტერში მომხმარებლებისთვის პროდუქციის მიწოდების შეთანხმებული გრაფიკის შედგენის და „ზუსტად დროში“ სისტემით მუშაობისათვის.

განვიხილოთ ზოგიერთი სამუშაოს შესრულება, მაგ. საბაზო ბაზრის განსაზღვრისათვის (0-1) აუცილებელია მარკეტინგული კვლევის ჩატარება და ბაზრის სეგმენტაციის ბადის შექმნა, რეგიონული საწყობის მოქმედების რაციონალური რადიუსის და ტვირთის გადაზიდვის ოპტიმალური ტარიფის დადგენა.

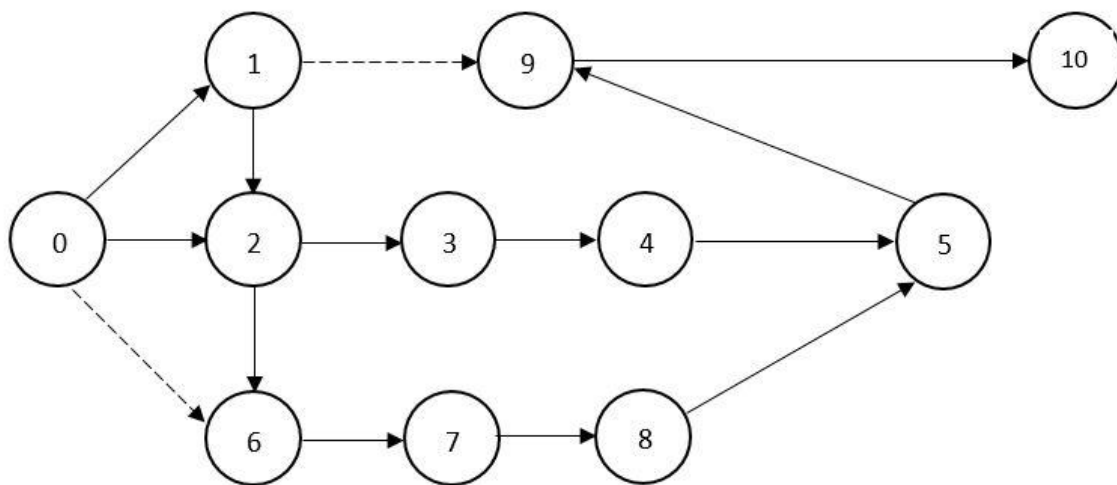
საწყობის საქონელბრუნვის და მისი მატერიალური ნაკადის პროგნოზირება (2-3) უნდა ეფუძნებოდეს რამდენიმე წლის მონაცემს, სადაც ხდება დინამიური რიგის შექმნა, განისაზღვრება მისი დინამიკა და ამ დინამიკის განტოლება. ამის შემდეგ კეთდება რამდენიმე წლის პროგნოზი, რისთვისაც გამოიყენება ეკონომიკური და მათემატიკური მეთოდები.

**ცხრილი 1**

**მომხმარებლისათვის „ზუსტად-დროში“ პროდუქციის მიწოდების შეთანხმებული გრაფიკის შესადგენად შესასრულებელი სამუშაოების ჩამონათვალი**

განსახორციელებელი ქმედების ნომერი		სამუშაოების ჩამონათვალი
i	j	
1	2	3
0	1	ძირითადი ბაზრის განსაზღვრა, რეგიონალური საწყობის მოქმედების რაციონალური რადიუსის და ტვირთების გადაზიდვის ოპტიმალური ტარიფი
1	2	დისლოკაციის რუქის შედგენა: მომხმარებლები-ავტოსატრანსპორტო საწარმო (სარტანს)-რეგიონალური საწყობი
0	2	ფიქტიური სამუშაოები
2	3	რეგიონალური საწყობის ტვირთბრუნვის პროგნოზირება და მისი მატერიალური ნაკადი
3	4	მომხმარებლისათვის პროდუქციის მიწოდების ოპტიმალური სიდიდის განსაზღვრა

4	5	რეგიონალური საწყობის სასარგებლო ფართის განსაზღვრა პროდუქციის შენახვის და მისი გადამუშავების ტექნოლოგიური პროცესისთვის
0	6	ფიქტიური სამუშაოები
2	6	პროდუქციის მომხმარებლებთან დაკავშირებული ინფორმაციის გადაცემა.
6	7	რეგიონალურ საწყობში დატვირთვის სამუშაოების შესრულების შესაძლებლობის და მომხმარებელთან გადმოტვირთვის სამუშაოების განსაზღვრა
7	8	მომხმარებელთან პროდუქციის მისაწოდებლად მოძრავი შემადგენლობის შერჩევა და დასაბუთება
8	5	ინფორმაციის მიწოდება
5	9	პროდუქციის მიწოდების ოპტიმალური მარშრუტის გაანგარიშება
1	9	ფიქტიური სამუშაო
9	10	მომხმარებლისათვის პროდუქციის მიწოდების შეთანხმებული გრაფიკის შედგენა



**ნახ.1. შეთანხმებული გრაფიკით მომხმარებელთან პროდუქციის მისაზიდად შედგენილი ქსელური გრაფიკი**

მთავარ მოქმედებას წარმოადგენს მისაწოდებელი პროდუქციის რაოდენობის განსაზღვრა (3-4), რისთვისაც გამოიყენება მეცნიერული მიმართულება „მარაგების მართვა“, მისი სხვადასხვა სისტემის გამოყენებით განისაზღვრება მომხმარებლებთან პროდუქციის მიზიდვის ზომა. მარაგების მართვის კლასიკურ სისტემაში მარაგების (მიწოდების) ზომა  $q_0$  განისაზღვრება უილსონის ფორმულით:

$$q_0 = \sqrt{\frac{2 C_0 * S}{C_{\text{ფ}} * i}} \quad (1)$$

სადაც,  $C_0$  - ხარჯია შეკვეთის ერთეულის შესრულებაზე (ლარი);

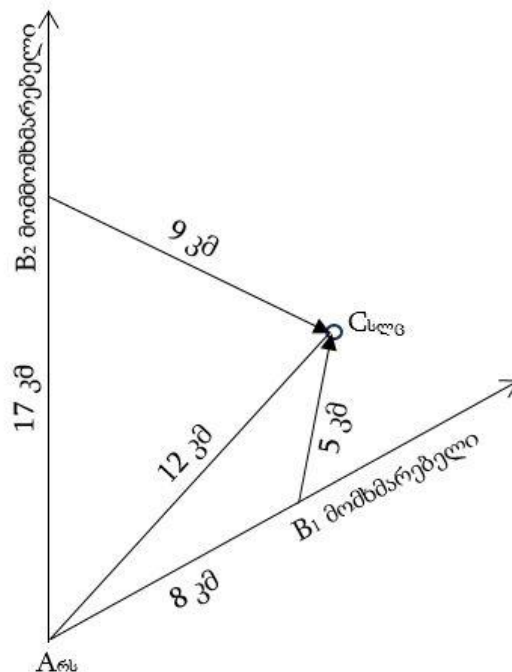
$S$  - წლის განმავლობაში რეალიზებული საქონლის რაოდენობა (ერთეული);

$C_{\text{ფ}}$  - საქონლის შესასყიდი ფასი;

$i$  - ღირებულების წილია შენახვის ხარჯებში.

განვიხილოთ პროდუქციის გადაზიდვის ოპტიმალური მარშრუტის განსაზღვრის მაგალითი. ოპტიმალური მარშრუტის ანგარიშის დროს განსაზღვრელია „ზუსტად დროში“ სისტემა, რაც თავის მხრივ გულისხმობს შეთანხმებული გრაფიკით, მოცემულ ადგილზე, განსაზღვრული რაოდენობით, საჭირო დროში პროდუქციის მიწოდებას.

გასაანგარიშებელი მაგალითის მიხედვით რეგიონალური საწყობიდან ხდება  $B_1$  და  $B_2$  მომხმარებელთან ოპტიმალური მარშრუტით პროდუქციის მიწოდება, ამასთან აღნიშნულ მომხმარებლებთან უნდა განხორციელდეს ერთი სვლა ნახ. 2.



ნახ. 2 ოპტიმალური მარშრუტით პროდუქციის მიწოდება

სადაც,  $A_{\text{რს}}$  - რეგიონალური საწყობია;  $B_1, B_2$  - მომხმარებელი;

$C_{\text{სლც}}$  - სატრანსპორტო ლოგისტიკური ცენტრი.

ნახაზიდან ჩანს, რომ წარმოიშვება ორი ვარიანტი:

- 1.ჯერ მოემსახუროს  $B_2$  მომხმარებელს, შემდგომ  $B_1$  და ავტომობილი ბრუნდება სატრანსპორტო ლოგისტიკურ ცენტრში (სლც);
- 2.ჯერ მოემსახუროს  $B_1$  მომხმარებელს, შემდგომ  $B_2$  და ავტომობილი ბრუნდება სატრანსპორტო ლოგისტიკურ ცენტრში (სლც);

რომ მოხდეს განსაზღვრა თუ რომელი ვარიანტი უნდა იქნას არჩეული, გამოვიყენოთ გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი -  $\beta$ . სადაც კოეფიციენტი იქნება მეტი, ის ვარიანტი არის ეფექტური (ცხრილი 2).

**ცხრილი 2**

მაჩვენებელი	1 ვარიანტი	2 ვარიანტი
გარბენი, (კმ)		
საერთო	59	54
ცარიელი	36	31
ტვირთით	23	23
გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი	0,38	0,42

როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს უფრო მეტად ეფექტურია მეორე ვარიანტი.

თუკი გავრცელებული პრაქტიკით ვიხელმძღვანელებთ, მცირე გარბენი მიიღწევა მაშინ, როცა დატვირთვის პირველი პუნქტი და განტვირთვის ბოლო პუნქტი სატრანსპორტო ლოგისტიკურ ცენტრთან ახლოს იმყოფება, საიდანაც გამომდინარეობს პირველი ვარიანტის მიზანშეწონილობა. რომ შევამოწმოთ არჩევის მართებულობა, დასმული ამოცანა გადავწყვიტოთ მათემატიკური მეთოდით.

სატრანსპორტო საშუალების მინიმალური უტვირთოდ გარბენის უზრუნველმყოფი რაციონალური მარშრუტის შედგენის ამოცანა დადის წრფივი პროგრამირების შემდეგ ამოცანაზე, მინიმიზაციის შემდეგი ფორმულით:

$$L = \sum_{j=1}^n (l_0^{bj} - l_{ABj}) X_j \text{ როცა, } 0 < X_j < Q_j \text{ და } \sum_{j=1}^n X_j = N \quad (2)$$

სადაც,  $L$  - ავტომობილის უტვირთო გარბენია, კმ;

$l_0^{bj}$  - დანიშნულების  $b_j$  პუნქტსა და სატრანსპორტო ლოგისტიკურ ცენტრს შორის მანძილია, კმ;

$l_{ABj}$  - მანძილი A-დან  $b_j$ -მდე (ტვირთიანი გარბენი), კმ;

$j$  - მომხმარებლის (ნომერი) ინდექსია ( $j = 1, 2, \dots, n$ );

$X_j$  - მარშრუტზე მომუშავე ავტომობილების რაოდენობაა განტვირთვის ბოლო პუნქტამდე;

$N$  - ყველა მარშრუტზე მომუშავე ავტომობილების რიცხვია;

$Q_j$  - გადაზიდვის მოცულობაა.

ამოცანის სააუკეთესო გადაწყვეტა იქნება მარშრუტების ისეთი სისტემის შედგენა, როცა ავტომობილების მაქსიმალური რაოდენობა დანიშნულების პუნქტში მუშაობას ამთავრებს მიმინიმალური სხვაობით.

$$l_0^{bj} - l_{ABj} \quad (3)$$

ამოცანის გადაწყვეტისათვის საწყისი მონაცემები ჩაწერეთ ცხრილში მატრიცის სახით, რომლის საშუალებითაც ხდება მარშრუტის შესადგენი ყველა აუცილებელი გამოთვლა.

ცხრილი 3

დანიშნულების პუნქტი	საწყისი მონაცემები	სხვაობის სვეტი
B <sub>1</sub>	$l_0^{b_1} l_{AB_1}$ $Q_1$	$l_0^{b_1} - l_{AB_1}$
B <sub>2</sub>	$l_0^{b_1} l_{AB_1}$ $Q_1$	$l_0^{b_2} - l_{AB_2}$
...	...	...
B <sub>j</sub>	$l_0^{b_j} l_{AB_j}$ $Q_j$	$l_0^{b_j} - l_{AB_j}$
...	...	...
B <sub>n</sub>	$l_0^{b_n} l_{AB_n}$ $Q_n$	$l_0^{b_n} - l_{AB_n}$
B <sub>1</sub>	5 8 1	-3
B <sub>2</sub>	9 17 1	-8

საწყისი მონაცემების მიხედვით ამოცანის ამოხსნა იძლევა პასუხს, რომ ავტომობილი სლც - ში უნდა დაბრუნდეს B<sub>2</sub> პუნქტიდან.

ოპტიმალური მარშრუტის განსაზღვრის შემდეგ დგება დაყვანილი სამარშრუტო განწესი ავტომობილის მისვლის დროის მითითებით, როგორც აგრო კლასტერის რეგიონალურ საწყობში ასევე მომხმარებელთან.

გადასაზიდი პროდუქციის წინსვლაზე და განვითარებაზე ხარჯების და გადაზიდვის საბოლოო ღირებულებაში რეალური დანახარჯების შემცირება, სამეურნეო საქმიანების ამ მდგენელისთვის ზრდის კონკურენტუნარიანობას და ამცირებს სამომხმარებლო ფასს.

მიწოდების მართვაში ერთ-ერთი ცნობილი და მიღებული მეთოდია შეკვეთილი პროდუქციის - დაკვეთის ოპტიმალური ზომის - (დოზ) განსაზღვრა, რომელიც გამოთვლა ხდება უილსონის ფორმულის მეშვეობით:

$$Q_{\text{ოპტ}} = \sqrt{\frac{2\lambda R}{IC}} \quad (4)$$

სადაც,  $Q_{\text{ოპტ}}$  - დაკვეთის ოპტიმალური ზომაა, (ერთეული);

$\lambda$  - პროდუქციის მოთხოვნის ინტენსივობა, (ერთეული/წელი);

R - დაკვეთის მიწოდების ღირებულება, (ლარი/დაკვეთა);

C - მარაგის ერთეულის ღირებულება, (ლარი/ერთეული);

I - მარაგის შენახვაზე ხარჯების კოეფიციენტი, (ღირებულება/ წლიწადში მარაგში ჩადებული კაპიტალის ერთეული).

უილსონის ფორმულა მიღებულია დაკვეთების მიღებაზე და აგრო კლასტერის პროდუქციის მარაგის შენახვაზე საშუალოწლიური ხარჯების მინიმუმის პირობიდან, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$K = \frac{\lambda}{Q} A + \frac{ICQ}{2} \quad (5)$$

სადაც, Q - დაკვეთის ზომაა, (ერთეული).

ფორმულაში პირველი შესაკრები აჩვენებს რეგიონალური აგრო კლასტერის ლოგისტიკურ სისტემაში დროის განსაზღვრულ პერიოდში დაკვეთების მიღებაზე ხარჯების სიდიდეს, ხოლო მეორე იმავე პერიოდში მარაგების შენახვაზე დანახარჯებს. გამოსახულების ოპტიმიზაციით განისაზღვრება შეკვეთილი სასაქონლო პარტიის ოპტიმალური ზომა.

დაკვეთის ოპტიმალური ზომის ანგარიშის მეთოდის გამოყენების პრაქტიკა და სხვადასხვა შრომების ანალიზი მოწმობს არა მხოლოდ მის პრაქტიკულ ღირებულებას, არამედ შესაბამისი ხარჯების შემადგენლობასა და გაანგარიშების პროცედურის განსაზღვრაში მიდგომების განსხვავების არსებობას.

ზოგიერთ შრომებში დაკვეთის ოპტიმალური ზომის ანგარიშის მეთოდის აღწერისას საჭირო დონის ყურადღება და აქცენტები არ კეთდება იმაზე, რომ დაკვეთის ოპტიმალური ზომა ყველა დაკვეთის შესრულებაზე და მთელი მარაგის შენახვაზე, ანუ მიწოდების გეგმიური მოცულობა არ განისაზღვრება დაკვეთის აბსოლუტური სიდიდის საფუძველზე, არამედ განსაზღვრა ხდება დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში (საშუალოდ წლის განმავლობაში) დანახარჯების სიდიდეს გასაშუალებული მნიშვნელობაზე დაყრდნობით, რასაც მოწმობს (4) ფორმულა. საჭიროა უფრო ზუსტად განისაზღვროს საანგარიშო მაჩვენებლების ზომა.

პრაქტიკაში მარაგების შენახვაზე დანახარჯების ანგარიშისთვის მისაღებია გამოყენებულ იქნას არა შენახული საქონლის ღირებულებიდან მარაგების შენახვაზე ნორმატიული ხარჯები, არამედ საწყობში სასაწყობო ფართობზე მოსული ხარჯების ოდენობა [2].

განვიხილოთ რისგან ფორმირდება დანახარჯები პროდუქციის შენახვაზე და რა განსაზღვრავს მარაგის შენახვაზე მოსული ხარჯების სიდიდეს.



საწყობში მარაგის შენახვაზე დანახარჯები შეიძლება დაიყოს მუდმივად ან ცვალებადად.

ა) განსაზღვრულ პერიოდში მარაგში პროდუქციის ერთეულის შენახვაზე და მოვლაზე მუდმივი დანახარჯები ( $Z_{მუდ}$ , ლარი) განისაზღვრება, იმავე პერიოდში შენობის მოვლაზე და მომსახურებაზე ხარჯების გათვალისწინებით (გადასახადები, ამორტიზაცია, გათბობა-ვენტილაცია, განათება, რემონტი, მომსახურე პერსონალის ხელფასი და ა.შ.), რომელიც ვრცელდება მთელ შენობა-ნაგებობაზე და არ არის დამოკიდებული მისი მიმდინარე გამოყენების ზომაზე (ხარისხზე).

აგრო კლასტერის ლოგისტიკურ სისტემაში მუდმივი დანახარჯების სიდედე დაკვეთაზე და შენახვაზე ( $Q_{დაკ}$ ) გამოითვლება მარაგის ერთეულის შენახვაზე მუდმივი ხარჯების ( $D_{მუდ}$ ) სიდიდის გამოყენებით.

განსაზღვრულ პერიოდში პროდუქციის ერთეულის შენახვაზე და მოვლაზე მუდმივი ხარჯების სიდიდის ანგარიშის დროს იმავე პერიოდის მუდმივი დანახარჯები დამოკიდებულია სასაწყობო ტევადობის საერთო მოცულობაზე ( $Q_{საწყ}$ ):

$$D_{მუდ} = \frac{Z_{მუდ}}{Q_{საწყ}} \text{ ლარი/ერთეული} * \text{წელი} \quad (6)$$

სადაც,  $Q_{საწყ}$  - საწყობის საერთო ტევადობაა (მოცულობაა). საწყობის მოცულობის ზომის ერთეული ეფარდება შენახული საქონლის ზომის ერთეულს ( $m^2$ ,  $m^3$ , ცალი, და ა.შ.)

მაშინ, სასაწყობო მარაგში შენახვის მუდმივი დანახარჯები განისაზღვრება:

$$Z_{მუდ} = D_{მუდ} Q_{დაკ}, \text{ ლარი} \quad (7)$$

სადაც,  $Q_{დაკ}$  - განსახილველ პერიოდში საწყობში დაკვეთის მარაგის სიდიდეა, რომელიც საწყობის ზომების შესაბამისია.

აქვე აღსანიშნავია, რომ არენდით აღებული საწყობის შემთხვევაში მუდმივ დანახარჯების სახით ( $Z_{მუდ}$ ) შეიძლება განხილული იქნას განსახილველ პერიოდში არენდის გადასახადი, ხოლო მუდმივი ხარჯების სახით ( $D_{მუდ}$ ) - იგივე პერიოდში სასაწყობო მოცულობის ერთეულის არენდის ფასი.

ბ) განსახილველ პერიოდში პროდუქციის ერთეულის ცვლადი დანახარჯები ( $Z_{ცვლ}$ , ლარი) დაკავშირებულია მარაგების მომსახურების მიმდინარე ხარჯებთან (კონტროლი, აღრიცხვა, და ა.შ.). ცვლადი დანახარჯების განსაზღვრისათვის გამოიყენება ცვლადი ხარჯების სიდიდე, რომელიც განისაზღვრება კონკრეტულ პერიოდში ცვლადი დანახარჯების შეფარდებით მარაგის მოცულობასთან:

$$D_{ცვლ} = \frac{Z_{ცვლ}}{Q_{ტექ}} \text{ ლარი/ერთეული} * \text{წელი} \quad (8)$$

სადაც,  $Q_{ტექ}$  - განსახილველ პერიოდში მარაგის რაოდენობაა, ერთეული.

პროდუქციის შენახვაზე საერთო დანახარჯების განსაზღვრა ხდება დანამუდმივი და ცვლადი დანახარჯების დაჯამებით:

$$Z_{შენახ} = Z_{მუდ} + Z_{ცვლ}, \text{ ლარი} \quad (9)$$

საერთო დანახარჯების მუდმივად და ცვალებადად დაყოფის აუცილებლობა დაკავშირებულია იმასთან, რომ ცვალებადი დანახარჯი ყოველთვის დამოკიდებულია საწყობში მარაგის მიმდინარე (საშუალო) მოცულობაზე, ხოლო მუდმივი დანახარჯების ზომა მარაგების მართვის პირობაზე. მაგალითისთვის განვიხილოთ სასაწყობო ფართის გამოყენების ვარიანტები, რომელიც პირობითად შეიძლება ვუწოდოთ:

**-მარაგების მოქნილი მართვა.**

მარაგის შემცირებისას გამოთავისუფლებული სასაწყობო ფართები გამოიყენება აგრო კლასტერის სხვა პროდუქციის შესანახად. აღნიშნული გარემოება მიუთითებს იმაზე, რომ მარაგების შენახვაზე გაწეული ფიქსირებული ხარჯები შემცირდება მარაგის ხარჯვასთან ერთად, ანუ საწყობში მისი მოცულობის შემცირებასთან ერთად. ამ შემთხვევაში, საშუალოდ, ეს ხარჯები შეადგენს შეკვეთის მთლიანი მოცულობისთვის გამოთვლილი მაქსიმალური დონის ნახევარს:

$$Z_{მუდ} = \frac{D_{მუდ} Q_{დაკ}}{2}, \text{ ლარი} \quad (10)$$

(10)-ს გათვალისწინებით, შენახვაზე საერთო ხარჯები განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$Z_{შენ} = Z_{მუდ} + Z_{ცვლ} = \frac{D_{მუდ} Q_{დაკ}}{2} + \frac{D_{ცვლ} Q_{დაკ}}{2} = (D_{მუდ} + D_{ცვლ}) \frac{Q_{დაკ}}{2}, \text{ ლარი} \quad (11)$$

**-„ფიქსირებული“ მარაგების მართვა.**

საწყობში არ ხდება გამოთავისუფლებული სასაწყობო ფართების ოპერატიულად გადანაწილება სხვა პროდუქციის შესანახად. ასეთი სიტუაცია შეიძლება ხდებოდეს როგორც საწყობის იჯარით აღების დროს, ასევე საკუთარი საწყობის ექსპლუატაციისას. ამ შემთხვევაში მარაგების შენახვაზე მუდმივი დანახარჯების დონე იგივე რჩება მათი ფაქტობრივი მოცულობის შემცირების მიუხედავად და მისი განსაზღვრა მოხდება (7)-ს შესაბამისად. შენახვის საერთო ხარჯები განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$Z_{შენ} = Z_{მუდ} + Z_{ცვლ} = D_{მუდ} Q_{დაკ} + \frac{Z_{ცვლ} Q_{დაკ}}{2}, \text{ ლარი} \quad (12)$$

განსაკუთრებით საყურადღებოა კიდევ ერთი შემთხვევა, როდესაც ხდება საკუთარი საწყობის ექსპლუატირება და საწყობის სხვადასხვა ტექნოლოგიური თავისებურებების ან/და ტექნიკური მახასიათებლების გამო აღმოჩნდება, რომ ეს უკანასკნელი არ არის დაკავებული სრულად, ხოლო მისი თავისუფალი ნაწილი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვა საქონლის შესანახად ან იჯარით იქნას გაცემული, მაშინ მუდმივი ხარჯები ( $Z_{მუდ}$ ) მარაგის შენახვაზე განისაზღვრება როგორც მთელი საწყობისთვის, მიუხედავად იმისა, თუ რამდენი საქონელია მარაგში ( $Q_{დაკ}=Q_{საწ}$ ):

$$Z_{მუდ} = D_{მუდ} Q_{დაკ} = D_{მუდ} Q_{საწ} = \left(\frac{Z_{მუდ}}{Q_{საწ}}\right) Q_{მუდ}, \text{ ლარი} \quad (13)$$

(13) გათვალისწინებით შენახვაზე საერთო დანახარჯები მიიღებენ სახეს:

$$Z_{შენ} = Z_{მუდ} + \frac{D_{მუდ} Q_{დაკ}}{2}, \text{ ლარი} \quad (14)$$

ვინაიდან, პირობის მიხედვით, გამოსათვლელი (დოზ) არ შეიძლება აღემატებოდეს საწყობის ან შენახვაზე გამოყენებული მისი ნაწილის მაქსიმალურ მოცულობას ( $Q^* \leq Q_{max}$ ),

მაშინ თითოეული ზემოთ ჩამოთვლილი შემთხვევისთვის უნდა დაკმაყოფილდეს შემდეგი პირობა.

თუ გამოთვლილი (დოზ) ( $Q_{საანგ}^*$ ) აღემატება საწყობის მაქსიმალურ შესაძლო მოცულობას ( $Q_{საანგ}^* > Q_{max}$ ), რომელიც მთლიანი საწყობის გამოყენებისას განისაზღვრება მისი მთლიანი მოცულობით ( $Q_{max}=Q_{საწყ}$ ) და ნაწილობრივი გამოყენებისას - ფაქტიურად დაკავებული მოცულობით ( $Q_{max}=Q$ ), მაშინ მიწოდებების დაგეგმვისას დოზ-ის სახით უნდა ავიღოთ შენახვის მაქსიმალური მოცულობა ( $Q_{გეგმ}^*=Q_{max}$ ).

ზემოთ განხილული შენახვის ხარჯების კომპონენტების გათვალისწინებით, ფორმულაში (5) შეკვეთის შენახვის საშუალო ხარჯების გამოთვლისას შეიძლება გამოვიყენოთ ერთ-ერთი (11), (12) და (14) გამოსახულებებიდან ერთ-ერთი. კონკრეტული გამოსახულების არჩევა დამოკიდებულია მარაგების შენახვის კონკრეტულ პირობებზე. დოზ-ის ფორმულის გამოყვანა უნდა ვაწარმოოთ უკვე საშუალო ხარჯების ახალი შემადგენლობისთვის.

კვლევა იძლევა პასუხს ნაშრომ [2]-ში დასმულ კითხვაზე შეკვეთის შესრულებაზე ხარჯების შემადგენლობაში მისი ტრანსპორტირების ხარჯების ჩართვის შესაძლებლობის შესახებ.

ნაშრომი [3]-ში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ შეკვეთასთან დაკავშირებული ხარჯები ასევე მოიცავს ტრანსპორტირება-მომზადების ხარჯებს, მათ შორის გადაზიდვის ხარჯებს, რომლებიც მუდმივია თითოეული შეკვეთისთვის და არ არის დაკავშირებული მის მოცულობასთან, მაშინაც კი, თუ სატრანსპორტო საშუალება მიწოდების მომდევნო პარტიის გადაზიდვისას სრულად არ არის დატვირთული, მაშინ ამ სატრანსპორტო საშუალების (ვაგონის, კონტეინერის) სარგებლობის საფასური სრულად დაიფარება. აღნიშნული მოსაზრების ლოგიკის მიხედვით, შეკვეთის ერთეულის ტრანსპორტირებისთვის გამოიყენება მხოლოდ ერთი სატრანსპორტო საშუალება. ამავდროულად, სტატიაში არ განიხილება ვარიანტი, როდესაც გამოთვლილი (დოზ) აღემატება გამოყენებული სატრანსპორტო საშუალების ტვირთამწეობის მოცულობას და შეკვეთის გადაზიდვისთვის საჭიროა რამდენიმე სატრანსპორტო ერთეული, ან კიდევ ერთს დასჭირდება რამდენიმე გზობის შესრულება. ამ შემთხვევაში გადაზიდვაზე ხარჯების ოდენობა გაიზრდება სატრანსპორტო საშუალებების ან გასვლების (რეისების) რაოდენობის პროპორციულად, ხოლო შეკვეთების რაოდენობა და მათი განხორციელების ხარჯები დარჩება უცვლელი.

შეკვეთების შესრულებაზე ხარჯების მოცულობაში ტრანსპორტირების ხარჯების ჩართვასთან დაკავშირებული აღნიშნული წინააღმდეგობა ერთადერთი არ არის.

თუ ერთეულ საქონელზე ტარიფი მუდმივია, მაშინ შეკვეთის ტრანსპორტირების ღირებულება განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$Z_{ტრანს} = D_{ტარიფი} Q_{დაკვ} \quad (15)$$

სადაც,  $Z_{ტრანს}$  - არის ტრანსპორტირების ხარჯები, ლარი;

*D ტარიფი* - გადაზიდვის ტარიფი, ლარი/ერთ.

აქედან ჩანს, რომ ტრანსპორტირების ხარჯები დამოკიდებულია გადასაზიდი პარტიის ზომაზე. ამიტომ, ნაკლებად მიზანშეწონილია შეკვეთის ხარჯების გაანგარიშებაში ტრანსპორტირების ხარჯების გათვალისწინება, რადგან შეკვეთის ხარჯები მიიღება როგორც მუდმივი, მიუხედავად მისი ზომისა, ხოლო ტრანსპორტირების ხარჯები შეიცვლება მისი ზომის მიხედვით.

გარდა ამისა, რეგიონალურ აგრო კლასტერში საქონლის ერთეულის ტრანსპორტირების ტარიფის სიდიდე შეიძლება დამოკიდებული იყოს შეკვეთის ზომაზე. რაც უფრო დიდია შეკვეთილი მოცულობა, მით უფრო დაბალი შეიძლება იყოს გადაზიდვის ტარიფი, რომელიც მსხვილი პარტიების შემთხვევაში მცირდება ეკონომიური მსხვილი სატვირთო მოძრავი შემადგენლობის გამოყენების გამო. შედეგად, ტრანსპორტირების ხარჯების სიდიდე დამოკიდებულია შეკვეთის მოცულობაზე.

საყურადღებოა, რომ მკვლევართა ინტერესს წარმოადგენს დოზ-ის გაანგარიშებისას სატრანსპორტო ხარჯების გათვალისწინება, რაც შეესაბამება თანამედროვე მიდგომას ლოგისტიკური ფუნქციების შესრულებაზე ხარჯების ოპტიმიზაციას და აგრო კლასტერში განსაზღვრული პროდუქტით მომხმარებელთა მომარაგების ფუნქციას. ტრანსპორტირების ხარჯების გათვალისწინებით დოზ-ის გაანგარიშების გამოსახულება შეიძლება გარდაიქმნას მიწოდების ოპტიმალური ზომის გაანგარიშების ფორმულად. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია გათვალისწინებული იქნას სტატიაში მოტანილი შენიშვნები და მოსაზრებები.

### გამოყენებული ლიტერატურა

1. ლ. ბოცვაძე, მ. მებურიშვილი, ვ. ბოცვაძე, დ. შარაბიძე. ინტერმოდალური გადაზიდვების მართვა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი. 2015. 522 გვ.
2. Лукинский В.С., Цвиринько И.А. Варианты решения логистической задачи определения оптимального размера заказа. //Организация международных и внутренних перевозок с применением принципов логистики: Сборник научных трудов. СПб.: СПбГИЭУ, 2001. 227с.
3. Хедли Дж, Уайтин Т. Анализ систем управления запасами. М.:Наука, 1999. 512с.
4. V.V. Borisova, D.K.-S. Bataev, T.S. Tasueva. Logistic Agroindustrial Cluster As A Strategic Tool For Regional Development. 2019. Logistic Agroindustrial Cluster As A Strategic Tool For Regional Development | European Proceedings.
5. D. Vanecsek, D. Kalab. Logistics in agricultural production. chrome-extension:  
<https://agricecon.agriculturejournals.cz/pdfs/age/2003/09/08.pdf>

# Determination of “just-in-time” service and optimal order size in the logistics system of the regional agro cluster

Malkhaz Meburishvili<sup>1</sup>, Tea Tskipurishvili<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctor of Engineering, Associate Professor at the Faculty of Technical Engineering, Akaki Tsereteli State University, Georgia, Kutaisi; <sup>2</sup>Doctor of Engineering, visiting teacher at the Faculty of Technical Engineering, Akaki Tsereteli State University, Georgia, Kutaisi

## Abstract:

The article considers the example of coordinated and effective functioning of the parties involved in the process related to road transport services in the logistics system of the regional agro cluster – “regional warehouses of the agro cluster, road transport, customers”. As an illustration, one of the options for delivering products to the customer according to the agreed schedule and the list of works to be performed are presented; Using graph theory, a network graph is drawn up, which allows to determine the entire cycle of work, which is necessary for drawing up an agreed schedule for the delivery of products to consumers in a regional agro cluster and working with a “just-in-time” system. To determine the quantity of products to be delivered, the scientific direction Inventory Management is used. An example of determining the optimal route for shipping products is given, where it is determined which option should be chosen; the problem set to verify the correctness of the choice is solved by a mathematical method, where the problem of drawing up a rational route with the minimization formula is applied to the problem of linear programming.

In supply management, Wilson's formula is introduced to determine the optimal order size - (OOS). Various works have been analyzed, where optimal order size report methods and application practices are discussed. The formation of costs for storage of products and the amount of costs incurred for storage are discussed, which include: a) constant costs for storage and maintenance of a unit of products in stock in a specified period and the amount of constant costs for storage and maintenance of a unit of products in the same period; b) variable costs of the unit of production in the period under review, which are related to the current costs of inventory services (control, accounting, etc.).

As an example, options for using warehouse space are discussed, in the form of flexible inventory management and “fixed” stock management.

Consideration of transport costs when calculating the OOS, optimization of costs for the performance of logistics functions, and the function of providing customers with products defined in the agro cluster correspond to the modern approach to the effective operation of the logistics system of the regional agro cluster.

**Keywords:** regional agro cluster; delivery of products; optimal route of delivery; optimal order size; inventor storage costs.