

**0719 ინჟინერია და საინჟინრო საქმე – არაკლასიფიცირებული
ENGINEERING AND ENGINEERING TRADES – NOT ELSEWHERE CLASSIFIED**

**მანქანა-ტრაქტორთა პარკის ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრის
მეთოდებისა და კრიტერიუმების შერჩევა**

სოსო თავბერიძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქუთაისი, საქართველო

E-mail: sosotavberidze@yahoo.com

დავით კბილაშვილი
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქუთაისი, საქართველო

E-mail: datokbilashvili@gmail.com

ემზარ კილასონია
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქუთაისი, საქართველო

E-mail: emzarkilasonia@mail.ru

რეფერატი

სტატიაში განხილულია მანქანა-ტრაქტორთა პარკის სტრუქტურული შემადგენლობის ოპტიმიზაციის მეთოდის შერჩევის მიდგომები და პრინციპები საქართველოს იმერეთის რეგიონის თერჯოლის რაიონის მაგალითზე. ოპტიმიზაციის მეთოდებისა და კრიტერიუმების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე რეკომენდირებულია გამოყენებული იქნას წლის განმავლობაში ჩატარებული სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოთა კომპლექსის ვარიანტების გამჭოლი დათვალიერების მეთოდი. ამ მეთოდის თანახმად კონკრეტული სამუშაოს ფარგლებში უნდა მოხდეს მექანიზებული საშუალებების ტიპისა და რაოდენობის ისეთიარად შერჩევა, რომ მიღწეულ იქნას მექანიზებულ სამუშაოებზე გაწეული დანახარჯების გადაფარვა მომსახურე პერსონალის რაოდენობის, ენერგორესურსებისა და მოსახლის დანაკარგის შემცირების უზრუნველყოფით.

საკვანძო სიტყვები: მეთოდი, ოპტიმიზაცია, დანახარჯები, პროდუქცია, წარმოება.

შესავალი

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მექანიზაცია ეფექტური და დაბალანსებული მანქანა-ტრაქტორული პარკის გარეშე რთულად წარმოსადგენია. ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრა ითვალისწინებს როგორც ტექნიკურ, ისე ეკონომიკურ, აგრონომიულ და ექსპლუატაციურ ფაქტორებს. სხვადასხვა მეთოდის და კრიტერიუმის გამოყენებით ხდება ისეთი მოდელის შერჩევა, რომელიც მაქსიმალურად მოერგება კონკრეტული მუურნეობის მასშტაბებს, სტრუქტურას, კულტურების ტიპებსა და სამუშაო გრაფიკს.

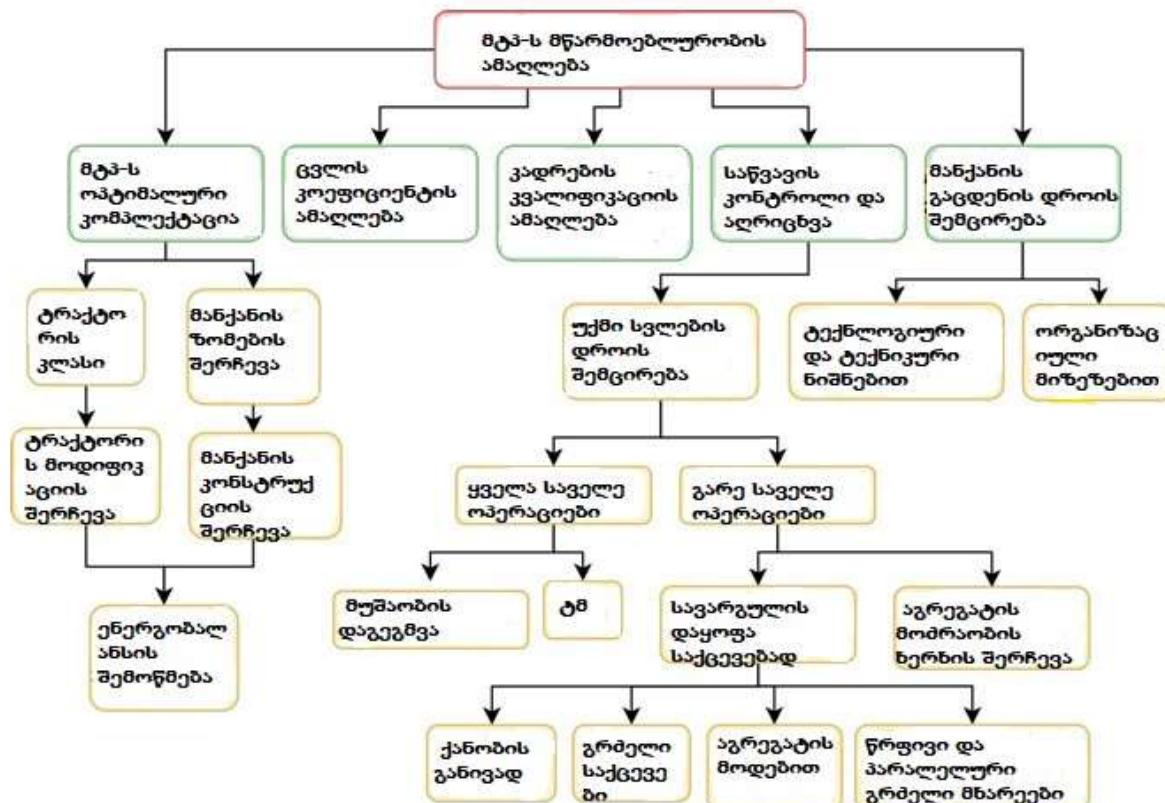
ძირითადი ნაწილი

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოებაში მანქანა-ტრაქტორთა პარკის (მტპ) ეფექტურად გამოყენებისთვის არსებობს პრაქტიკაში აპრობირებული სხვადასხვა მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია მექანიზებული სამუშაოების ოპტიმალურ ვადებში შესრულების ანალიზსა და კონტროლზე, მაგალითად, როგორებიცა: მექანიზაციის დონის ამაღლება, მანქანა-ტრაქტორთა პარკის მართვაში უახლესი ავტომატიზებული პროცესებისა და ენერგორესურს დამზოგი ტექნოლოგიების დანერგვა და სხვა. მანქანა-ტრაქტორთა პარკის მწარმოებლურობის ამაღლების კომპლექსური ანალიზი შეიძლება ჩავატაროთ ნახ. 1-ზე წარმოდგენილი სქემის მიხედვით.

მტპ-ს გამოყენების ეფექტური მეთოდებისათვის აუცილებელია ჩატარდეს დანახარჯების ანალიზი მის მუშაობაზე და შენახვაზე. ეს დანახარჯებია: ტექნიკის ამორტიზაციაზე, რემონტზე,

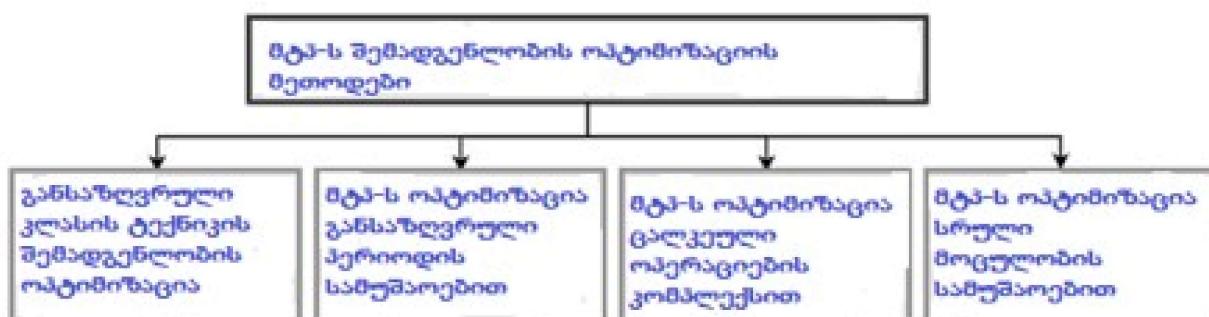
ტექნიკურ მომსახურებაზე (ტმ) და შენახვაზე, საწვავზე და შემზეთ მასალებზე, ასევე ხელფასის ანაზღაურებაზე გაწეული დანახარჯები.

მტპ-ს ოპტიმალური შემადგენლობა (სტრუქტურა) განსაზღვრული უნდა იქნას მხოლოდ ოპტიმიზაციის მეთოდების გამოყენებით [1]. რადგან საქართველოში არსებული ტრაქტორებისა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო მანქანების შემადგენლობის ტიპისა და რაოდენობის რაციონალური სინთეზის ფორმირებას გააჩნია მრავალი ვარიანტი, ამიტომ პრაქტიკულად საუკეთესო ვარიანტის შერჩევა ძალიან რთულია.



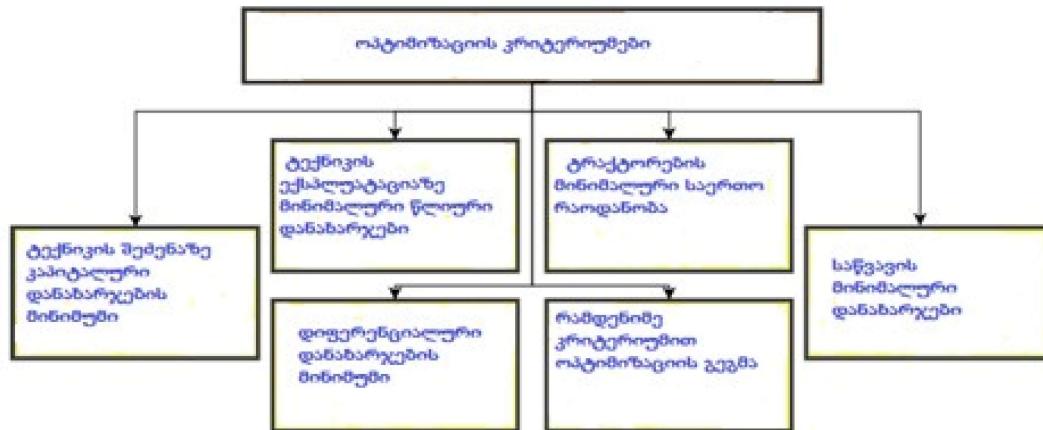
ნახ.1. მტპ-ს მწარმოებლურობის ამაღლების ღონისძიებები

მტპ-ს ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრის არსებული მეთოდები შეიძლება დავყოთ ნახ.2-ზე წარმოდგენილ ჯგუფებად.



ნახ.2. მტპ-ს შემადგენლობის ოპტიმიზაციის მეთოდები

მტკ-ს სტრუქტურის ოპტიმიზაციის მეთოდებს შორის განსხვავება მდგომარეობს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმების შეჩრევაში. ნახ.3-ზე ის ოპტიმიზაციის კრიტერიუმებია, რომელთაც ჰქონდეს ფართო გამოყენება.



ნახ.3. მტკ-ს სტრუქტურის ოპტიმიზაციის კრიტერიუმები

მტკ-ს მუშაობის შესახებ ძალიან დიდი ინფორმაციის ანალიზი და ამ ინფორმაციის გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესებში კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების გარეშე შეუძლებელია. თანამედროვე პირობებში ასეთი ტიპის კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა არამარტი შევინახოთ ინფორმაცია ცალკეული მტკ-ს მუშაობის მაჩვენებლების შესახებ, არამედ ავტომატიზებულ რეჟიმში შევქმნათ საფუძველი კონკრეტული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ტექნოლოგიასთან ადაპტირებული ოპტიმალური შემადგენლობის მტკ-ს ფორმირებისათვის. ამ ამოცანის გადაწყვეტისათვის აუცილებელია შეჩეულ იქნას საქართველოს ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებთან ადაპტირებული მეთოდი. იმერეთის რეგიონის მაგალითზე რიგი მეთოდების განხილვის შემდეგ, შემოთავაზებულია წლის განმავლობაში ჩატარებული სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოთა კომპლექსის ვარიანტების გამჭვილი დათვალიერების მეთოდი, რომლის თანახმად კონკრეტული სამუშაოს ფარგლებში უნდა მოხდეს მექანიზებული სამუშაოების ტიპისა და რაოდენობის ისეთნაირად შეჩევა, რომ მიღწეულ იქნას მექანიზებულ სამუშაოებზე გაწეული დანახარჯების გადაფარვა მომსახურე პერსონალის რაოდენობის, ენერგორესურსებისა და მოსავლის დანაკარგის შემცირების უზრუნველყოფით. ამრიგად უნდა მოხდეს სამუშაოთა კომპლექსიდან თითოეული ჩატარებული სამუშაოს დიფერენცირება და ეფექტუარობის შეფასება დანახარჯების დიფერენცირებული კრიტერიუმით, რომლის გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$C = \frac{C_{\omega\beta} + E_{\varphi\beta} \cdot k}{W_{\beta\beta}} + C_{\varphi\alpha\beta} + \frac{C_{\delta\alpha\beta}}{W_{\beta\beta}} \quad (1)$$

სადაც: C – დიფერენცირებული დანახარჯებია, ლარი/ჰა; $C_{\omega\beta}$ – თვითღირებულება ანუ პროდუქციის წარმოების საექსპლუატაციო დანახარჯებია (ცვლაში შესრულებულ სამუშაოზე გაწეული დანახარჯები) ლარი/ცვლა; $E_{\varphi\beta}$ – კაპიტალური დაბანდებების ეფექტუანობის კოეფიციენტია; k – სასოფლო-სამეურნეო მანქანაზე და სხვა მოწყობილობებზე კაპიტალდაბანდებაა; $C_{\varphi\alpha\beta}$ – მოსავლის დანაკარგია, ლარი/ჰა; $W_{\beta\beta}$ – ცვლაში აგრეგატის გამომუშავებაა, ჰა/ცვლა; $C_{\delta\alpha\beta}$ – შტატის მექანიზატორებისა და სხვა დამხმარე პერსონალის ხელფასზე გაწეული დანახარჯებია, ლარი/ცვლა.

მოსავლის დანაკარგი შეიძლება განვსაზღვროთ გამოსახულებით:

$$C_{\text{დან}} = K_{\text{საგ}} YGD_{\text{ხანგრ}}. \quad (2)$$

სადაც: $C_{\text{დან}}$ - მოსავლის დანაკარგია, ლარი/ჰა; $K_{\text{საგ}}$ - მოსავლის საშუალო დანაკარგის კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს მოსავლის დანაკარგის მოცულობას საველე სამუშაოების ხანგრძლივობის მიხედვით; Y - სასოფლო - სამეურნეო კულტურის მოსავლიანობის დონეა, ცენტრერი/ჰა; G - პროდუქციის ერთეულის ფასია, ლარი/ჰა; $D_{\text{ხანგრ}}$ - სამუშაოს ჩატარების ხანგრძლივობაა, დღე.

ცალკეულ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე დიფერენცირებული დანახარჯები შედგება წარმოებისა და უკუკავშირის დანახარჯებისაგან. უკუკავშირის დანახარჯებში იგულისხმება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ორგანიზებისთვის გაწეული დანახარჯები. სამეურნეო საქმიანობის ვარიანტების გამჭვლი დათვალიერების მეთოდის ალგორითმი საშუალებას იძლევა ჩავატაროთ ოპტიმიზაციის პროცესი მრავალი სახეობისა და ტიპის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის.

მტკ-ს ეფექტურად გამოყენების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კრიტერიუმს წარმოადგენს პროდუქციის წარმოებაზე სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების ჩატარების ხანგრძლივობის მაჩვენებელი, რომლის გაზომვა ხდება ყოველდღიურად შესრულებული სამუშაოს მოცულობით (ჰექტარი-დღეში) და ის პირდაპირ დამოკიდებულია სამუშაოთა შესრულების სიჩქარეზე. თუ ეს სიჩქარე სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების ჩატარების ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში იქნება დაგემოლზე დაბალი, ადგილი ექნება მოსავლის მნიშვნელოვან დანაკარგებს. ამ შემთხვევაში მოსავლის დანაკარგების შემცირების მიზნით საჭირო ხდება გავზარდოთ მანქანა-ტრაქტორების რაოდენობა, რაც თავისთავად გაზრდის საექსპლუატაციო დანახარჯებს მანქანა-ტრაქტორების დამატებითი რაოდენობის გამოყენების გამო [2].

სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების ჩატარების სიჩქარის განსაზღვრის პირობად შეიძლება განხილული იქნას ის გარემოება, რომ მანქანა-ტრაქტორების დამატებითი მომსახურებისა და პროდუქციის დანაკარგების ღირებულების მაჩვენებლები გამოწვეული სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების ჩატარების დაგვიანებით უნდა შეესაბამებოდეს შესაძლო მინიმუმს.

რადგან ხშირად კონკრეტული საველე სამუშაოების ჩატარების ვადები საანგარიშო ვადებთან შედარებით შეიძლება გახანგრძლივდეს უამინდობის გამო, ამიტომ სამუშაოთა ჩატარების სიჩქარე გაანგარიშება მიზანშეწონილია ჩავატაროთ ხელსაყრელი ბუნებრივ-კლიმატური პირობების დადგომის შემდეგ. ამ პირობებს შეესაბამება პარამეტრთა შემდეგი მნიშვნელობები:

$$S_0 = 0 ; \quad t_0 = 0 ; \quad V = \infty , \quad (3)$$

სადაც: S_0 - ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში დამუშავებული სავარგულის ფართობია; t_0 - საწარმოო პროცესის დაწყების ვადა; V - საწარმოო პროცესის (სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციის) ჩატარების სიჩქარეა.

ამ შემთხვევაში პროდუქციის ბუნებრივი დანაკარგების ჯამური ღირებულება განვსაზღვრება ფორმულით:

$$\Delta B_1 = \frac{kqS^2}{2W} , \quad (4)$$

სადაც: q - ხელსაყრელ ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებში მიღებული პროდუქციის რაოდენობაა, ცენტნერი/ჰა; k - პროდუქციის დანაკარგის სიჩქარის გაზრდის მაჩვენებელია ხელსაყრელი ბუნებრივ-კლიმატური პირობების დადგომადე; W - ხელსაყრელი ბუნებრივ-კლიმატური პირობების დადგომის შემდეგ თითოეული სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციის შესრულების სიჩქარეა.

სამანქანო-სატრაქტორო აგრეგატის მომსახურების ღირებულების დაფარვისათვის საჭირო რაოდენობის პროდუქციის ღირებულება (ანუ პროდუქციის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი) გამოითვლება ფორმულით:

$$\Delta B_2 = C_2 W , \quad (5)$$

სადაც: C_2 - მანქანის ღირებულება დაყვანილი დღიური გამომუშავების ერთეულზე.

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ მანქანების ექსპლუატაცია შეიძლება მოხდეს შეუცვლელად, მაშინ N_0 სეზონებში პროდუქციის დანაკარგები და დანახარჯები შეიძლება გავიანგარიშოთ ფორმულით:

$$G = \Delta B_1 N_0 + \Delta B_2 , \quad (6)$$

მე-6 განტოლების $\frac{dG}{dW} = 0$ გზით ამოხსნით გვექნება პირობა – მინიმალური დანახარჯების

მიღება შესაძლებელია საველე პროცესების შესრულების სიჩქარის იმ მნიშვნელობაზე, რომელიც გამოიითვლება ფორმულით:

$$W = S_0 \frac{qkN_0}{2C_2}, \quad (7)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

P – სასოფლო-სამუშაო მანქანის ღირებულება; ω – მანქანის მწარმოებლურობა; n – მანქანების რაოდენობა; ρ – პროდუქციის ერთეულის ფასი.

ამ აღნიშვნების გამოყენებით მე-7 ფორმულის გარდაქმნის შედეგად მივიღებთ ფორმულას, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გამოვთვალოთ მანქანათა ის კონკრეტული რაოდენობა, რაც საჭიროა სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციის ოპტიმალური ხანგრძლივობისთვის:

$$n = S_0 \sqrt{\frac{\rho q k N_0}{2 P_\omega}} , \quad (8)$$

ყველა სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციის შესრულების ხანგრძლივობის პრტიმიზაციისათვის შესაძლებელია გამოყინებული იქნას შემდეგ მიღებულები:

1. ინტეგრირებული სისტემის გამოყენებით უნდა დადგინდეს პროდუქციის დანაკარგის გარეშე პოტენციურად მაქსიმალური რაოდენობის პროდუქციის წარმოების შესაძლებლობები, პროდუქციის დანაკარგის გარეშე და დანახარჯების გაუთვალისწინებლად. ამ პირობის თანახმად ყველა სამუშაო უნდა ჩატარდეს აგროვადებში, რაც თავისთავად იწვევს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რაოდენობის გაზრდას;

2. የፌዴራል ምክንያት አጠቃላይ ተስተካክለ ይገባል፡፡

3. თითოეული ოპერაციის ჩატარების ოპტიმალური ხანგრძლივობის განსაზღვრა უნდა მოხდეს დანახარჯებისა და პროდუქციის დანაკარგების ღირებულებათა შეჯამებით, ხოლო ამ ღირებულების ჯამის მინიმუმი უნდა შეუსაბამებოდეს სამუშაოთა ოპტიმალურ ხანგრძლივობას.

სამუშაოთა შესრულების ოპტიმალური ხანგრძლივობა შეიძლება გამოვთვალოთ გრაფიკულად ნახ.4-ზე გამოსახული დიაგრამის დახმარებით.

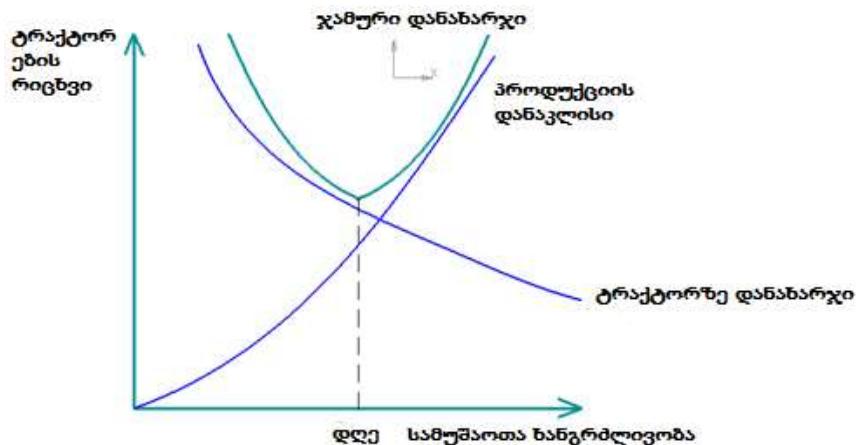
სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციის ჩატარების ოპტიმალური ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის აკცილებელია გათვალისწინებული იქნას [2]:

1. თითოეულ ოპერაციაზე პროდუქციის დანაკარგის წილობრივი მაჩვენებელი;
 2. პროდუქციის დანაკარგის ჯამური მაჩვენებელი, რომელიც მიიღება ცალკეულ სამუშაოთა შესრულების ხანგრძლივობის გათვალისწინებით.

მტკ-ს ოპტიმალური სტრუქტურის ფორმირებისთვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს მანქანათა გამოყენების მაჩვენებელი. არსებული გამოკვლევების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ მანქანათა გამოყენების მაჩვენებლების ოპტიმიზაციისთვის გათვალისწინებული უნდა იქნას შემდეგი მითვალმიტბი:

1. სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების წარმოების ანალიზი რეგიონების ბუნებრივ-კლიმატური პირობების თავისებურებების გათვალისწინებით;

2. თესლბრუნვისა და კულტურების მოვლა-მოყვანის ტიპების დაზუსტება სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარებისა და მოცულობების მიხედვით;
3. ტრაქტორების საერთო ტექნიკური დონე;
4. ტრაქტორების შემადგენლობის დაზუსტება რაოდენობისა და ხანდაზმულობის მიხედვით;
5. სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარების ოპტიმალური ხანგრძლივობისა და პროდუქციის დანაკარგების მაჩვენებლების განსაზღვრა აგროვადების დარღვევის შემთხვევაში.

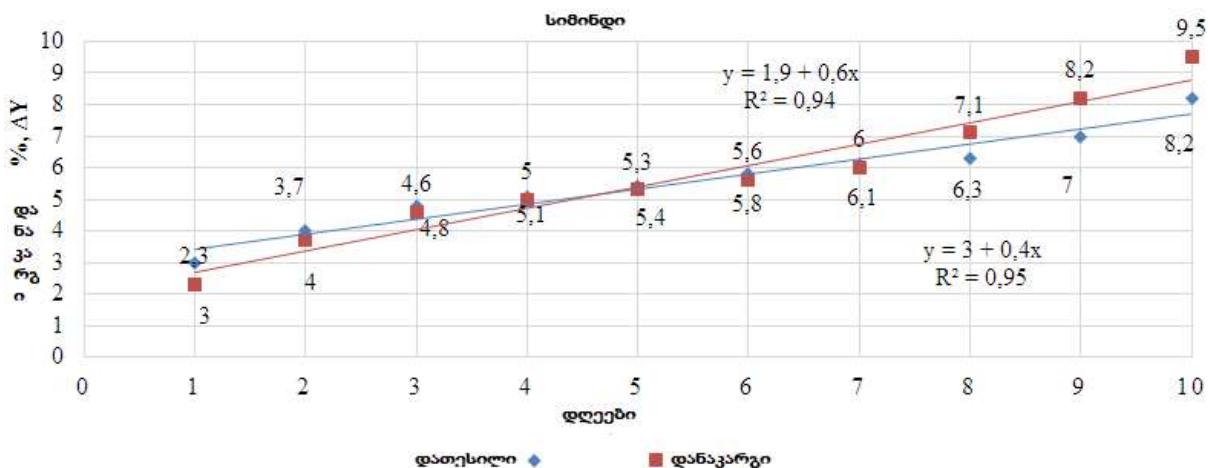


ნახ.4. სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ოპტიმალური ხანგრძლივობის განსაზღვრა

ზემოთ წარმოდგენილი მეთოდისა და მიდგომების გამოყენებით ჩატარდა მპტ-ს ოპტიმალური შემადგენლობის ფორმირების ანალიზი იმერეთის რეგიონის თერჯოლის რაიონში სიმინდის კულტურის წარმოების მაგალითზე. თერჯოლის რაიონში საკუთარ ფერმერულ მეურნეობებში გამოყენებული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რაოდენობა (საქსტატის მონაცემები) წარმოდგენილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

რაიონი	ტრაქტორი	ხელის ტრაქტორი	მიწის დამამუშავებელი მოწყობილობები	სატვირთო ავტომობილი
თერჯოლა	8725	3520	7550	3329



ნახ. 5. სიმინდის დანაკარგის დიაგრამა თესვისა და აღების პროცესში

სიმინდის წარმოებისას დანაკარგები გამოთვლილია შემდეგი დამოკიდებულებების გამოყენებით: თესვის პროცესში $Y=1,9+0,6x$, ხოლო მოსავლის აღების პროცესში $Y=3,0+0,4x$. შესაბამისად აპროექტის კოეფიციენტების მნიშვნელობებია: $R^2=0,94$ და $R^2=0,95$. ამ დამოკიდებულებებში x -არის სამუშაოების ჩატარების დღეების რაოდენობა, ΔY -მოსავლის დანაკარგის ფარდობითი მაჩვენებელია, პროცენტებში.

წარმოდგენილი მეთოდიკის გამოყენებით შესაძლებელია დადგინდეს მტპ-ს შემადგენლობა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს მანქანური ტექნოლოგიების შესრულების ჯამური დანახარჯებისა და მოსავლის დანაკარგების მინიმიზაცია. კონცეპტუალური თვალსაზრისით ოპტიმალური შემადგენლობის მტპ-ს ფორმირების ამოცანა მოითხოვს შემდეგი მირითადი პირობების გათვალისწინებას:

1. რეგიონის დონეზე სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარების ტიპიური პირობების განსაზღვრა;
2. პროდუქციის წარმოების პროცესში სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების რანჟირება, მათი მოცულობების მიხედვით;
3. ტრაქტორებისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანების ტექნიკური მდგომარეობის დონის შეფასება;
4. ტრაქტორებისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანების რაოდენობისა და ხანდაზმულობის განსაზღვრა;
5. სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის დანაკარგების კანონზომიერების განსაზღვრა აგროვადების დარღვევის შედეგად.

ეს პირობები მიღებული უნდა იყოს მირითად განმსაზღვრულ მოცემულობად, ოპტიმალური შემადგენლობის ანუ ბოლო პერიოდში დამკვიდრებული ტერმინოლოგიის თანახმად ჰარმონიული სტრუქტურის მტპ-ს ფორმირებისათვის [3].

დასკვნა

ამრიგად, მანქანა-ტრაქტორთა პარკის ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრა წარმოადგენს კომპლექსურ ამოცანას, რომელიც საჭიროებს მრავალმხრივ ანალიზსა და სწორი მეთოდების შერჩევას. აღნიშნულის საშუალებით შესაძლებელია არა მხოლოდ საწარმოო პროცესის გამარტივება და ხარჯების შემცირება, არამედ რესურსების დაცვა და სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარება.

ლიტერატურა

1. Зыков А.В., Юнин В.А., Захаров А.М. Модель оптимизации состава машинно-тракторного парка на основе применения адаптивных технологий производства сельскохозяйственной продукции в условиях северо-западного региона РФ // International research journal–2018–№11–С. 47-51.
2. Зубина, В.А. Зависимость потерь сельскохозяйственных культур от продолжительности проведения сельскохозяйственных операций /В.А. Зубина//Плодоводство и ягодоводство России. – 2017.– Т 50. – С. 137-141.
3. Shevtsov V., Lavrov A., Izmailov A., Lobachevskii Y. Formation of quantitative and age structure of tractor park in the conditions of limitation of resources of agricultural production. SAE Technical Papers. 2015. doi: 10.4271/2015-26-0147.

Selection of methods and criteria for determining the optimal composition of the vehicle and tractor fleet

Soso Tavberidze, Davit Kbilashvili, Emzar Kilasonia

Abstract

The article discusses the approaches and principles of selecting a method for optimizing the structural composition of the machine-tractor fleet on the example of the Terjola district of the Imereti region of Georgia. Based on a comparative analysis of optimization methods and criteria, it is recommended to use the method of penetrating examination of the options for the complex of agricultural work carried out during the year. According to this method, within the framework of a specific work, the type and quantity of mechanized means should be selected in such a way as to achieve coverage of the costs incurred on mechanized work by ensuring a reduction in the number of service personnel, energy resources and crop losses.

Key words: method, optimization, costs, products, park.