

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
აგრარული ფაკულტეტი  
აგროინჟინერიის დეპარტამენტი

იოსებ აბულაძე

აჭარაში მომუშავე სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო  
საიმედოობის გაზრდა და რესურსდამზოგი ტექნოლოგიის დამუშავება  
ცვეთადი დეტალების აღდგენისათვის

აგროინჟინერიის დოქტორის აკადემიური  
ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

**დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა**

სპეციალობა 0415 – აგროინჟინერია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

**ჯემალ კაციტაძე** - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის  
მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი

ქუთაისი 2018

## ს ა რ ჩ ე ვ ი

შესავალი.....	4
<b>თავი I. საკითხის მდგომარეობა. სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოთა მიზანი და ამოცანები.....</b>	<b>6</b>
1.1 აჭარის რეგიონის დახასიათება, ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, მიწის სავარგულების განლაგება ცალკეული მუნიციპალიტეტების მიხედვით, ნიადაგები და მექანიზაციის შესაძლებლობანი. მცირე მექანიზაციის მანქანების გამოყენების აუცილებლობანი	
1.2 აჭარის რეგიონის რელიეფური თავისებურებები .....	7
1.3 აჭარის ჰავა.....	8
1.4 მცენარეული საფარი .....	9
1.5 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის თავისებურებანი სამთო პირობების გათვალისწინებით.....	11
1.6 საიმედოობის პრობლემის მნიშვნელობა თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო მანქანებისათვის.....	13
1.7 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის შესახებ ჩატარებულ გამოკვლევათა მოკლე ანალიზი .....	15
1.8 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის თანამედროვე ხერხების ანალიზი, მათი გამოყენების თავისებურებანი მცირე მექანიზაციის მანქანებისათვის .....	19
1.9 გამოკვლევები სასოფლო-სამეურნეო მანქანების გამოყენებისა და ტექნიკური სერვისის შესახებ .....	30
1.10 სამეცნიერო კვლევით სამუშაოთა მიზანი და ამოცანები .....	34
<b>თავი II. თეორიულ და ექსპერიმენტულ სამუშაოთა მეთოდთა</b> .....	<b>36</b>
2.1 საკვლევი ობიექტების რაოდენობის დასაბუთება .....	36
2.2 მცირე მექანიზაციის ტექნიკის შესახებ სტატისტიკური ინფორმაციის შეგროვება ..	37
2.3 მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების ცვეთის შესახებ შეგროვილი სტატისტიკური მასალის დამუშავების მეთოდთა .....	38
2.4 ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის შემოწმება .....	42
2.5 მცირე მექანიზაციის მანქანების საიმედოობის ერთეული და კომპლექსური მაჩვენებლების გაანგარიშების მეთოდთა .....	44
2.6 მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობის პროგნოზირება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით აჭარის რეგიონისათვის .....	49

<b>თავი III. აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის სასოფლო - სამეურნეო ტექნიკის</b>	
<b>საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა .....</b>	<b>52</b>
3.1 ძირითადი ტერმინები და განსაზღვრებები საიმედოობისა და სერვისის შესახებ ახალი სტანდარტის მიხედვით .....	52
3.2 მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა .....	60
3.3 მოტობლოკების ძირითადი დეტალების კლასიფიკაცია კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური ერთგვაროვნობის მიხედვით.....	68
3.4 მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების დამახასიათებელი დეფექტები, მათი ნომენკლატურა და აღდგენის ტექნოლოგია ტრადიციული ხერხების გამოყენებით .....	71
3.5 მოტობლოკების სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება .....	74
<b>თავი IV. მცირე მექანიზაციის მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავება .....</b>	<b>81</b>
4.1 მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის პროცესის გამოკვლევა და რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავება .....	81
4.2 მოწყობილობა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენისათვის .....	83
4.3 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის სტრუქტურის გამოკვლევა .....	85
4.4 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენილი ლითონური საფარის სისაღის გამოკვლევა მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიის გამოყენებით .....	85
4.5 ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის ოპტიმიზაცია ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით.....	88
4.6 მცირე მექანიზაციის მანქანების გაცვეთილი დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის რესურსდამზოგი ტექნოლოგია .....	95
4.6.1 მოსამზადებელი სამუშაოები .....	95
4.6.2 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების რეჟიმების შერჩევა .....	101
4.6.3 გამოსაყენებელი ელექტროდების მასალისა და ფორმის შერჩევა .....	103

4.6.4 ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით დეტალების აღდგენის ტექნოლოგიის თავისებურებანი .....	104
<b>თავი V. აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის მანქანების ტექნიკური სერვისის რაციონალური ფორმების დამუშავება .....</b>	<b>106</b>
5.1 მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის სერვისის თანამედროვე მდგომარეობა აჭარაში და მისი პრინციპული თავისებურებანი .....	106
5.2 სადილერო სამსახურის გათვალისწინებით მანქანების ტექნიკური სერვისის რაციონალური სქემა.....	108
5.3 მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობა აჭარაში და მათი პროგნოზირება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით .....	110
5.4 აჭარის რეგიონისათვის მარტივი ტიპის სერვისული საწარმოს ადგილმდებარეობის შერჩევა .....	116
5.5 მარტივი სარემონტო სახელოსნოს დაგეგმარება აჭარის რეგიონისათვის მცირე მექანიზაციის მანქანების ტექნიკური მოსახურებისა და რემონტისათვის .....	118
5.6 ავტომობილური სახელოსნო .....	122
5.7 ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის აღდგენის პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება .....	123
5.8 აჭარის რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ტექნიკური მომსახურების და რემონტის საწარმოს შექმნის ბიზნეს-გეგმა .....	127
5.8.1 პროექტის კონცეფცია .....	128
5.8.2 პროდუქციის (მომსახურების) აღწერა .....	129
5.8.3 წარმოების (მომსახურების) პროგრამა .....	131
5.8.4 მარკეტინგის გეგმა .....	131
5.8.5 ბაზრის განვითარების პროგნოზი, მოსალოდნელი ცვლილებები.....	136
5.8.6 მარკეტინგის სტრატეგია .....	136
5.8.7 ტექნიკური დაგეგმარება .....	136
5.8.8 შენობა და ნაგებობები .....	137
5.8.9 საკომუნიკაციო ინფრასტრუქტურა, ორგანიზაცია, მართვა და პერსონალი .....	140
5.8.10 პროექტის რეალიზაციის გეგმა .....	140
დასკვნები და რეკომენდაციები .....	144
გამოყენებული ლიტერატურა .....	147
დანართები .....	151

## შესავალი

საქართველოს ეკონომიკის რეფორმირება, რომელიც უკანასკნელ პერიოდში ინტენსიურად მიმდინარეობს, ითვალისწინებს ქვეყნის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების გადაყვანას მართვის საბაზრო პრინციპებზე საკუთრებისა და მეურნეობრიობის სხვადასხვა ფორმების გათვალისწინებით, რომლებსაც მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეაქვთ სოფლის საქონელმწარმოებელთა ტექნიკური აღჭურვის ორგანიზაციაში. აღნიშნულ რეფორმებში აქტიურადაა ჩართული აჭარაც, სადაც ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვანი პოზიტიური ცვლილებები მოხდა ავტონომიური რესპუბლიკის ეკონომიკის გაჯანსაღების მიზნით. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოსა და მისი შემადგენელი აჭარის აგროსამრეწველო სექტორი ჯერ კიდევ ვერ გამოვიდა კრიზისული მდგომარეობიდან, რადგანაც მცირეა სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ტექნიკური და ენერგეტიკული უზრუნველყოფა, დაბალია მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობა. მართალია, უკანასკნელ პერიოდში ქვეყნის ხელისუფლების ძალისხმევით იაპონიიდან, გერმანიიდან, იტალიიდან და სხვ. ქვეყნებიდან შემოტანილი იქნა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, მაგრამ მისი რაოდენობა ჯერ კიდევ ვერ პასუხობს სოფლის საქონელმწარმოებელთა მოთხოვნებს. გარდა ამისა, ჯერ კიდევ დაბალია შემოტანილი ტექნიკის ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის ხარისხი, ხოლო თვითღირებულება კი მაღალი. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ თანამედროვე რთული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რემონტის დროს საჭირო ხდება ისეთი დეტალების შეცვლა ან აღდგენა, რომლებიც ძვირადღირებული და დეფიციტურია. ამიტომ არის ცალკეული შემთხვევები, როდესაც რემონტის დროს იყენებენ არაკონდიციურ დეტალებსა და მოძველებულ ტექნოლოგიებს, რაც იწვევს მანქანების რემონტისშემდგომი რესურსის შემცირებას, ეს კი სრულებით ვერ პასუხობს მეცნიერებისა და ტექნიკის თანამედროვე მოთხოვნებს. ასე, მაგალითად, უკანასკნელ წლებში ჩატარებული მეცნიერული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რემონტისშემდგომი რესურსი კანადაში შეადგენს ახალი მანქანის რესურსის 88-92 %-ს, ჩეხეთში 91-92%-ს, ბულგარეთში 90-91%-ს, რუსეთში 90%-ს, უკრაინაში 89-91%-ს, ხოლო საქართველოში კი 70-75%-ს. თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის გაზრდა დეფიციტური და ძვირადღირებული დეტალების აღდგენის პრინციპულად ახალი, ინოვაციური ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებით მნიშვნელოვანი ტექნიკურ-ეკონომიკური პრობლემაა მსოფლიო მასშტაბით და მისი გადაწყვეტა ტოლფასია მანქანების რაოდენობის გაზრდისა მნიშვნელოვანი კაპიტალდაბანდებების გარეშე.

დეტალების აღდგენისას ნამზადის სახით გვევლინება თვით გაცვეთილი დეტალი, რომლის დამზადებაზე (მადანი, გამოდნობა, ჩამოსხმა, ტვიფრა, მექანიკური დამუშავება, თერმული და ქიმიურ-თერმული დამუშავება) დიდი

შრომითი და მატერიალური დანახარჯებია გაწეული, რომლის გამოყენება კვლავაც არის შესაძლებელი. ევროპის მაღალგანვითარებული ქვეყნების სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მწარმოებელი ფირმები ბოლო წლებში ინტენსიურად აწარმოებენ ნამუშევარი დეტალებისა და კვანძების აღდგენას, რაც ეკონომიკური თვალსაზრისით რენტაბელურია. ამ დროს დეტალის რესურსი მიიღწევა ახლის ტოლი, ზოგჯერ კი უფრო მეტი დონე, რის შედეგადაც მცირდება ძვირადღირებული დეფიციტური სათადარიგო ნაწილების ხარჯი, ხდება საწარმოო სიმძლავრეების გამოთავისუფლება, მცირდება მანქანის რემონტის თვითღირებულება და გაცილებით ნაკლებია შრომისა და მასალების დანახარჯები, ვიდრე ახალი დეტალების დამზადებისათვის. ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, მეტად მნიშვნელოვანი სამეცნიერო პრობლემაა პრინციპულად ახალი, ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავება თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების აღდგენისათვის, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს მნიშვნელოვნად გავზარდოთ მათი რემონტის შემდგომი რესურსი.

როგორც ცნობილია, აჭარა მთიან რეგიონს წრმოადგენს, სადაც მობილური სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის გამოყენება შრომატევადი პროცესების მექანიზაციისათვის მოუხერხებელი და არა ეფექტურია. ამიტომ, ავტონომიური რესპუბლიკის ყველა მუნიციპალიტეტში ამ მიზნით ფართოდ იყენებენ მცირე მექანიზაციის ისეთ ტექნიკურ საშუალებებს, როგორცაა მოტობლოკები, მოტოკულტივატორები, მოტოფრეზები და სხვა, რომლებიც მძიმე ნიადაგობრივ და კლიმატურ პირობებში მუშაობენ და მათი საიმედოობის ერთეული და კომპლექსური საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლები ჯერ გამოკვლეული არ არის. ასევე არ არის დამუშავებული აჭარის რეგიონში მომუშავე მცირე მექანიზაციის მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის რესურსდამზოგი ტექნოლოგია და ტექნიკური სერვისის რაციონალური ფორმები, რაც სადისერტაციო ნაშრომშია განხილული.

## თავი I

### საკითხის მდგომარეობა. სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოთა მიზანი და ამოცანები.

#### 1.1 აჭარის რეგიონის დახასიათება, ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, მიწის სავარგულების განლაგება ცალკეული მუნიციპალიტეტების მიხედვით, ნიადაგები და მექანიზაციის შესაძლებლობანი. მცირე მექანიზაციის მანქანების გამოყენების აუცილებლობანი

აჭარა მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობებით, რელიეფით და ნიადაგობრივ-კლიმატური თავისებურებებით ერთ-ერთი გამორჩეული რეგიონია საქართველოში, სადაც ჭარბობს მთიანი რელიეფი, დახრილი, ციცაბო დაქანების სავარგულები და მცირე კონტურიანი ნაკვეთები, რომლებიც მკვეთრად გამოხატული ტალღოვანებით ხასიათდება, გარდა აღნიშნულისა რეგიონის უმეტეს ნაწილში მაღალია ნესტიანობა და მზის რადიაცია.

ზემოთაღნიშნული ფაქტორები ცხადია უარყოფითად მოქმედებს უცხოეთიდან შემოტანილ როგორც მობილურ, ასევე მცირე მექანიზაციის მანქანების საიმედოობაზე და იწვევს მათი ტექნიკური რესურსისა და მუშაუნარიანობის შემცირებას.

ტექნიკის მუშაუნარიანობაზე უარყოფითად მოქმედებს გარემოსა და დასამუშავებელ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში არსებული აბრაზიული ნაწილაკები და ასევე ნიშანცვლადი დინამიკური დატვირთვები, რომლებიც გამოწვეულია რელიეფის ტალღოვანებითა და სავარგულების მცირე კონტურულობით.

აღნიშნული ფაქტორები თავისებურ უარყოფით გავლენას ახდენენ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის ეფექტურობაზე, მცირდება მწარმოებლურობა და სიმძლავრე, იზრდება საწვავისა და საპოხი მასალების ხარჯი, რთულდება ტექნიკის მართვადობა და მდგრადობა, იზრდება დატვირთვები მანქანის გაშვებისა და გაჩერების დროს და საბოლოო ანგარიშით მცირდება მანქანების აგრეგატების, კვანძებისა და დეტალების რესურსი და გამოყენების ვადები.

ამ მიმართულებით აჭარის რეგიონში მრავალი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოებია ჩატარებული, მაგრამ ყველა მათგანი მიძღვნილია ყოფილ საბჭოთა კავშირში წარმოებულ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის შესწავლისათვის და თითქმის არ არის გამოკვლეული ევროკავშირის ქვეყნებში, ამერიკის შეერთებულ შტატებსა და იაპონიაში დამზადებული ტექნიკის საიმედოობის მაჩვენებლები ჩვენი ქვეყნის პირობების გათვალისწინებით.

ტექნიკის გამოყენების ერთ-ერთ მთავარ და გადამჭრელ ფაქტორებს მიეკუთვნება ისეთი სახის გარემო პირობები, როგორცაა: რელიეფი, ნიადაგი, ჰავა და მცენარეული საფარი. რომელთა შესწავლას გადამწყვეტი როლი ენიჭება მისი გამოყენებისა და ექსპლუატაციის პირობებში.

## 1.2 აჭარის რეგიონის რელიეფური თავისებურებები

აჭარის რელიეფის თავისებურებანი აღწერილი აქვს თ. ურუშაძეს, ა. ბაჯელიძეს და შ. ლომინაძეს, [44] რომელთა მიხედვით, ეს თავისებურებები გამოწვეულია შინაგანი (ენდოგენური) და გარეგანი (ეგზოგენური) ძალების ერთობლივი მოქმედების შედეგად, რომელმაც გამოიწვია შავი ზღვის ქვაბულის დადაბლება და ზღვის უკან დახევა. სანაპირო ხაზის ცვალებადობა, რელიეფის მსხვილი ფორმების დაბლობების და სხვადასხვა სიმაღლის მთების წარმოქმნა. აღნიშნული ორი პროცესის აქტიურობის შედეგად რელიეფი საკმაოდ რთულია და მრავალფეროვანი ფორმებით ხასიათდება. აჭარის ტერიტორიის ფართობი 2,9 ათას კმ<sup>2</sup>-ია, რაც საქართველოს ტერიტორიის 4,2 %-ია.

აჭარის რელიეფი საკმაოდ რთული და მრავალფეროვანია. მისი უმეტესი ნაწილი წარმოდგენილია მთისწინებით, დაბალი და მაღალი მთებით, რომლებიც ძლიერ დანაწევრებულია მდინარეებისა და მისი მრავალრიცხოვანი შენაკადების ხეობებით. დაბლობები ზღვის სანაპირო ზოლშია და მასზე მოდის მთელი ტერიტორიის 5% ანუ 153 კმ<sup>2</sup>. გორაკ-ბორცვებსა და წინამთებზე მოდის 15%, დაბალ და მაღალ მთებზე 80%. აჭარის რელიეფის ძირითადი თავისებურება ისაა, რომ მას გააჩნია ამფითეატრისებური ამაღლება შავი ზღვის სანაპიროდან აღმოსავლეთისკენ, მთების მიმართულებით. გორაკ-ბორცვები ძირითადად გავრცელებულია ზღვის სანაპირო დაბლობების აღმოსავლეთ მხრიდან.

ფერდობების მიკრორელიეფი საკმაოდ ცვალებადი და მრავალფეროვანია. ფართობები, რომლებიც გამოყენებულია სათესად და მრავალწლიანი კულტურებისათვის, ასევე სათიბები და მდელოები იკვეთებიან ხევებით, გორაკებითა და ნაკადულებით, ტყითა და ბუჩქნარებით, რომლებიც ყველა ერთად ქმნის დასამუშავებელი ნაკვეთების მცირეკონტურიანობას.

რელიეფური დახრილობისა და ნაკვეთების მცირეკონტურიანობიდან გამომდინარე თანამედროვე ნიადაგდამამუშავებელი ტექნიკა საკმაოდ კარგად იმუშავებს ნაკვეთებზე, რომელთა ფართობი 1 ჰექტარზე მეტია და დახრილობის კუთხე არ აღემატება 8<sup>0</sup>-10<sup>0</sup>. თუმცა არის შემთხვევები როცა მობილური სახნავი ტექნიკის გამოყენება ხდება მაღალი (12<sup>0</sup>-15<sup>0</sup>) დახრილობის მქონე ფართობებზე. ეს მეტწილად იწვევს ტექნიკის გადაბრუნების საშიშროებას და რაც მთავარია ტექნიკაზე დატვირთვებისა და წონის არათანაბარ გადანაწილებას. აღმართზე მოძრაობის დროს, რაც მეტია დახრილობა, მით მეტი დატვირთვა მოდის ტრაქტორის უკანა



ღერძზე, ეს კი, თავისთავად იწვევს ტექნიკის არასასურველ ზეგავლენას ნიადაგზე (გამკვრივება) და სავალი დეტალების ხშირ დეფორმაციებს და მწყობრიდან გამოსვლას.

რელიეფი გარკვეულწილად გავლენას ახდენს სითბოსა და ნალექების განაწილებაზე, რაც პირდაპირ კავშირშია ნიადაგწარმოქმნასთან. მოვაკებული რელიეფის პირობებში გამოფიტვის ქერქი და ნიადაგი უფრო დიდი სისქისაა, ვიდრე მთის ფერდობებზე. რელიეფი განსაზღვრავს ავტომორფულ და ჰიდრომორფულ ნიადაგების ფორმირებას.

### 1.3 აჭარის ჰავა

ჰავა აჭარის ტერიტორიაზე მრავალფეროვნებით და გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება. მისი ანალოგი არ გვხვდება მთელ კავკასიაში. ყოველი აღნიშნული განპირობებულია ისეთი ფაქტორებით, როგორცაა: გეოგრაფიული მდგომარეობა, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს მზის რადიაციის რეჟიმზე, ჰაერის მასების ცირკულაციური პროცესები, შავი ზღვის გავლენა და სხვა.

საქართველოს სხვა რეგიონებთან შედარებით აჭარა უფრო სამხრეთით მდებარეობს და ამის გამო სითბოს მეტი რაოდენობით ღებულობს, განსაკუთრებით ზამთარში. მზის რადიაციის წლიური ჯამი მთიან რეგიონში 120–130, ხოლო ზღვისპირა რაიონებში 150–155 კ.კალ. სმ<sup>2</sup>-ს შეადგენს. მზის ნათების ხანგრძლივობა აღმოსავლეთ საქართველოში წელიწადში 2000 საათი და მეტია, ხოლო აჭარის პირობებში 1800–1900 საათი.

აჭარის ჰავაზე დიდ გავლენას ახდენს შავი ზღვა. ზამთარში ზღვის წყლის ტემპერატურა 5–7<sup>0</sup>-ით თბილია, ვიდრე მიმდებარე ხმელეთზე ჰაერის ტემპერატურა. ეს როგორც მ. კორძახია მიუთითებს განპირობებულია ბოსფორის სრუტიდან აჭარის სანაპიროსაკენ შემოსული თბილი დინება.

ქობულეთი–ჩაქვის ქედი წარმოადგენს კლიმატგამყოფს ზღვისპირა მხარისა და შიგამთიან აჭარას შორის. აღნიშნული ქედი დასავლეთიდან აკავებს თბილ და ნოტიო ჰაერის მასებს, ხოლო აღმოსავლეთიდან ზღვისპირა მხარეში არ ატარებს ცივი ჰაერის მასებს.

ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექების რაოდენობა ზღვის სანაპიროდან მთების მიმართულებით კლებულობს, მონაცემები მოცემულია ცხრილში 1.1

შ. ფალავანდიშვილი და მ. კორძახია [45]. თავიანთ კვლევებით ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმისა და დატენიანების ხარისხის მიხედვით შიგამთიან აჭარის ტერიტორიაზე გამოყოფენ შემდეგ კლიმატურ ზონებს: შიგამთიანი აჭარის დასავლეთი ნაწილი 600 მ სიმაღლემდე, ნოტიო კლიმატი, თბილი ზამთრით და ცხელი შედარებით მშრალი ზაფხულით, ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა 1500–1900 მმ; 600 მ–დან 1100–1200 მ სიმაღლემდე, ზამთარი ზომიერად

ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა და ნალექების წლიური ჯამი

ცხრილი 1.1

#	პუნქტები	სიმაღლე ზღვის დონიდან	საშუალო წლიური ტემპერატურა	ნალექების წლიური ჯამი
1	ჩაქვი	34	14,1	2788
2	ბათუმი	3	14,4	2589
3	ქედა	275	12,7	1652
4	ფურტიო	618	10,9	1034
5	ხულო (ცენტრი)	950	10,1	1299
6	ხულო (პუნქტი-2)	2000	5,0	–

თბილისა, ზაფხული ზომიერად მშრალი, ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა 1000–1400 მმ; 1200–დან 1500–1600 მ სიმაღლემდე. ზამთარი ზომიერად ცივი, იანვრის საშუალო ტემპერატურა  $0^{\circ}$  და  $-3^{\circ}$  – ია. თოვლის საბურველი დევს 3–4 თვეს, ზაფხული ზომიერად თბილი. 1600–დან 2100 მ–მდე ზამთარი ცივი და ხანგრძლივი, იანვრის საშუალო ტემპერატურა  $-4$   $-5^{\circ}$ . ზაფხული გრილია.

### 1.4 მცენარეული საფარი

რელიეფური და კლიმატური პირობების გამო აჭარის მცენარეულობა გამოირჩევა დიდი რაოდენობით და სახეობათა სიმდიდრით. ბოტანიკურ–გეოგრაფიული დარაიონების მიხედვით აკადემიის წევრ–კორესპოდენტი ი. პაპუნძე და შ. ხიდაშელი [46] აჭარის ტერიტორიაზე გამოყოფს ბათუმის და ხულოს უბნებს. ბათუმის უბანი მოიცავს ზღვისპირა აჭარას და გურიას, სადაც გავრცელებულია კოლხური ტიპის ტყე. ტყეში დომინატობს წიფელი და წაბლი სხვა ჯიშებთან ერთად. ხულოს ბოტანიკურ–გეოგრაფიული უბანი ტერიტორიულად დიდი არ არის და მოიცავს მდინარე აჭარისწყალის აუზს, რომელიც ხასიათდება ხმელთაშუაზღვისპირა ზოლის კლიმატური ელემენტებით. ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა

გაცილებით მცირეა, ვიდრე ბათუმის უბანში. დამახასიათებელია ჭოროხის მუხა, რომელიც ძალიან ახლოსაა ქართულ მუხასთან.

მცენარეთა საფარის ვერტიკალური ზონალობის განაწილებაში დიდი განსხვავებაა ბათუმის და ხულოს უბნებს შორის. სოჭნარ–ნაძვნარი ტყის ზონა (1500–1900 მ) და საერთოდ წიწვოვანი ტყე ზღვისპირა რაიონში არ გვხვდება. თბილი კლიმატური პირობების გამო მ. მემიადის გამოკვლევებით წიფლის ტყე ვრცელდება 2100 მეტრამდე ზღვის დონიდან.

მცენარეული საფარი დიდ გავლენას ახდენს ქანების გამოფიტვაზე და ნიადაგ წარმოქმნის პროცესზე. უმაღლესი მცენარეების დასახლებით ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე საფუძველი ეყრება ნივთიერებათა ბიოლოგიურ ბრუნვას და ნიადაგის ორგანული ნაწილის წარმოქმნას. ნიადაგის ორგანული ნაწილი ანუ ჰუმუსი წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების განმსაზღვრელ ფაქტორს. მცენარეთა სახეობების მიხედვით მათ ქვეშ შესაბამისი ტიპის ნიადაგები ფორმირდება

განხილულიდან შეიძლება დავასკნათ, რომ აჭარაში სასოფლო–სამეურნეო ტექნიკის გამოყენება, რელიეფური და ნიადაგური კლიმატური თავისებურებებიდან გამომდინარე, დაკავშირებულია გარკვეულ არახელსაყრელ ფაქტორებთან, კერძოდ:

- რელიეფური დახრილობისა და ნაკვეთების მცირეკონტურიანობიდან გამომდინარე თანამედროვე ნიადაგდამამუშავებელი ტექნიკა საკმაოდ კარგად იმუშავებს ნაკვეთებზე, რომელთა ფართობი საშუალოდ 1 ჰექტარზე მეტია და დახრილობის კუთხე არ აღემატება  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$ . თუმცა არის შემთხვევები როცა მობილური სახნავი ტექნიკის გამოყენება ხდება მაღალი ( $12^{\circ}$ – $15^{\circ}$ ) დახრილობის მქონე ფართობებზე. ეს მეტწილად იწვევს ტექნიკის გადაბრუნების საშიშროებას და რაც მთავარია ტექნიკაზე დატვირთვებისა და წონის არათანაბარ გადანაწილებას. აღმართზე მოძრაობის დროს, რაც მეტია დახრილობა, მით მეტი დატვირთვა მოდის ტრაქტორის უკანა ღერძზე, ეს კი, თავისთავად იწვევს ტექნიკის არასასურველ ზეგავლენას ნიადაგზე (გამკვრივება) და სავალი დეტალების ხშირ დეფორმაციებს და მწყობრიდან გამოსვლას.

- მობილური ტექნიკის გამოყენება მაღალმთიან რეგიონში ხასიათდება დაბალი რენტაბელობით და დაკავშირებულია ეკონომიკურ წაგებასთან, საქცევებზე

ხშირი მანევრირება იწვევს საწვავის გადახარჯვას და საექსპლუატაციო დროის გაზრდას. ტექნიკის მოცდენას, თუ არ ჩავთლით ტექნიკის ხანგამძლეობის შემცირებას.

– მაღალმთიან რეგიონებში ნიადაგდამამუშავებელი ტექნიკიდან შერჩეული უნდა იქნეს სამთო მიწათმოქმედების ტექნიკური საშუალებები. შემოტანილი უნდა იქნას დაბალსიმძლავრიანი და ენერგოდამზოგი ტექნიკა, რომლის დიდი არჩევანი და ნომენკლატურა დღეისათვის თანამედროვე სატრაქტორო ბაზარზე საკმაოდ რაოდენობისაა.

– დიდი ყურადღება უნდა მიქცეს მაღალმთიან რეგიონში სახნავი და სხვა ნიადაგდამამუშავებელი ტექნიკის გამოყენების დროს 9–10 კვტ სიმძლავრის, მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების გამოყენებას.

## **1.5 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის თავისებურებანი სამთო პირობების გათვალისწინებით**

აჭარის რეგიონის სამანქანო პარკის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, რომელიც უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების შრომატევადი პროცესების მექანიზაციას, ასევე სხვა დამხმარე და სატრანსპორტო ოპერაციებს, რაც სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღებასთან არის დაკავშირებული და გადაამწყვეტ როლს თამაშობს შრომატევადი სასოფლო-სამეურნეო პროცესის მექანიზაციის საქმეში .

აღნიშნული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის შემოტანა საქართველოში ამჟამად ხდება საზღვარგარეთის ისეთი ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნებიდან, როგორცაა იტალია ,იაპონია, აშშ, გერ, ჰოლანდია, და სხვა.

მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ საზღვარგარეთული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა აჭარის მთიან რეგიონებში მუშაობისას ყოველთვის ვერ აჩვენებს საექსპლუატაციო საიმედოობის მაღალ მაჩვენებლებს და ამიტომ მთიან პირობებში გამოსაყენებელი ტექნიკის შემოტანამდე საჭიროა გამოკვლეული იქნას მათი მუშაუნარიანობის მაჩვენებლები და მხოლოდ ამის შემდეგ მოხდეს შესაბამისი რეკომენდაციების გაცემა ამა თუ იმ ტექნიკის შესყიდვის შესახებ. აჭარის მთიანეთის

ერთერთ დამახასიათებელ რაიონებია ქედა, შუახევი და ხულო. აღნიშნულ რაიონებში ტექნიკა მძიმე პირობებში მუშაობს და მთიანი რელიეფი უარყოფითად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაუნარიანობაზე. რეგიონში სავარგულები გამოირჩევიან მკვეთრად გამოხატული ტალღოვანობით, ციცაბო დაქანებით, ზოგჯერ მცირე კონტურულობით, ქვიანი ნიადაგებით და სხვა.

გარდა აღნიშნულისა, ტექნიკის მუშაუნარიანობაზე უარყოფითად მოქმედებენ ასევე მუშა გარემოში მყოფი აბრაზიული ნაწილაკები, ნიშანცვლადი დინამიკური დატვირთვები, მაღალი ნესტიანობა, მზის რადიაცია და სხვა.

განსაკუთრებული სპეციფიკით ხასიათდება ხულოს, ქედასა და შუახევის რაიონების ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობები, რაც უარყოფითად აისახება ტექნიკის საიმედოობაზე მცირდება მწარმოებლურობა, იზრდება საწვავის ხარჯი, რთულდება ტექნიკის მართვადობა და მდგრადობა, რაც საბოლოოდ ამცირებს მანქანების რესურსსა და გამოსადეგობის ვადას. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები იქნა შესრულებული ი. ხოხლოვის, რ. დვალის, ვ. მახალდიანის, შ. კერესელიძის, რ. მახარობლიძისა [7,17,24,]. და სხვათა მიერ.

რ. დვალისა და ვ. მახალდიანის მიერ ჩატარებული იქნა თეორიული ანალიზი სატრაქტორო და საავტომობილო ძრავების სამთო პირობებში მუშაობისას და დამუშავებული იქნა კონსტრუქციული ღონისძიებანი ტურბოჩაბერვის გზით ძრავების სიმძლავრის გაზრდისათვის .

შ. კერესელიძემ და რ. მახარობლიძემ [2]. დაამუშავეს თეორიული და კონსტრუქციული ღონისძიებანი ფერდობმავლის მუშაობის გაუმჯობესებისათვის.

ვ. მახალდიანმა [17]. დაამუშავა პრინციპულად ახალი თეორიული საფუძვლები სამთო ავტომობილებისა და ტრაქტორების ძრავების მუშაობის შესახებ, მაგრამ ზემოთ განხილული სამუშაოები ეხება ტრაქტორებისა და ავტომობილების მუშაობას სამთო პირობებში და არ არის განხილული მცირე მექანიზაციის მანქანების მუშაობის თავისებურებანი, ასევე არ არის გათვალისწინებული კონკრეტული მთიანი რეგიონის პირობების გავლენა ტექნიკის მუშაუნარიანობაზე.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ საჭიროა შესრულდეს სრულფასოვანი სამეცნიერო სამუშაოები აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის მანქანების

საიმედოობის მაჩვენებლების შესახებ და დაისახოს ორგანიზაციულ-ტექნოლოგიური ღონისძიებანი მათი რესურსის გაზრდისათვის. მიგვაჩნია, რომ როდესაც ცნობილი იქნება მოცემული რეგიონისათვის აღნიშნული მანქანების საიმედოობის მაჩვენებლების ცვლილებების მოდელები, შეგვიძლია ადვილად მოვახდინოთ მათი კორექტირება ქვეყნის ცალკეული რაიონისათვის და დავსახოთ კონკრეტული ღონისძიებანი საექსპლუატაციო საიმედოობისა და რემონტის შემდგომი რესურსის გაზრდისათვის.

ამ თვალსაზრისით შეიძლება ჩაითვალოს, რომ აჭარის რეგიონი წარმოადგენს კარგ პოლიგონს, სადაც, როგორც აღვნიშნეთ, გვხვდება მკვეთრად გამოხატული მთიანი ზონა, მცირე კონტურიანი სავარგულები, სამოვრები, ტალღოვანი და კლდიანი ციცაბო რელიეფი და სხვა. სწორედ აღნიშნული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა აჭარის მთიანი რეგიონი ექსპერიმენტების ჩატარების ბაზად მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევისა და ტექნოლოგიურ-ორგანიზაციული ღონისძიებების დამუშავებისათვის მათი რესურსის გაზრდისათვის.

## **1.6 საიმედოობის პრობლემის მნიშვნელობა თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო მანქანებისათვის**

თანამედროვე მსოფლიო მეცნიერების ერთ-ერთ და მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს მანქანის საიმედოობა, რომლის გადაწყვეტა დიდ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეს პრობლემა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის, რადგანაც ისინი გამოირჩევიან კონსტრუქციის სირთულით და მუშაობის მძიმე პირობებით ჯ. კაციტაძე [1,3] აღნიშნავს, რომ რაც მეტია მანქანების საიმედოობა, მით უფრო ნაკლებად გამოდის ის მწყობრიდან და მით უფრო იაფი ჯდება მისი ექსპლუატაცია, ხოლო დაბალი საიმედოობა იწვევს დიდ დანახარჯებს მანქანების ექსპლუატაციასა და რემონტზე. გარდა ამისა, აუცილებელია მანქანების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის დროს, ასევე მათი არახანგამძლე დეტალების გამოცვლისას, დაიხარჯოს მცირე შრომა, მასალა და ენერგია ანუ მანქანები უნდა იყვნენ სარემონტოდ ვარგისნი [3]. ასევე მანქანებს უნდა

შესწევდეთ უნარი უწყვეტად შეინარჩუნონ მუშაუნარიანობა გარკვეული დროის განმავლობაში და საწყისი პარამეტრები შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს.

ამჟამად გაზრდილი კონკურენციის პირობებში მაღალი ხარისხისა და საიმედოობის გარეშე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა ვერ იქნება კონკურენტუნარიანი მსოფლიო ბაზარზე. მანქანების საიმედოობის ამაღლება მეტად მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ბერკეტია და იგი ტოლფასია მათი რაოდენობის გაზრდისა ყოველგვარ კაპიტალდაბანდებათა გარეშე.

ჯ. კაციტაძისა და ა. პრონიკოვის მონაცემებით [5,37] ექსპლუატაციის მთელი პერიოდისათვის დანახარჯები მანქანების ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე მათი ცვეთის გამო მნიშვნელოვნად აღემატება ახალი მანქანის ფასს, მაგალითად ავტომობილებისათვის 6-ჯერ, თვითმფრინავებისათვის 5-ჯერ, ჩარხებისათვის 8-ჯერ, რადიოტექნიკური აპარატისათვის 12-ჯერ, ხოლო სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის 5-ჯერ. ამიტომ, მსოფლიო მასშტაბით უდიდესი სამეცნიერო და საკონსტრუქციო-ტექნოლოგიური სამუშაოები მიმდინარეობს მანქანების საიმედოობისა და ხარისხის მკვეთრად გაზრდის მიზნით, როგორც დაპროექტების, ასევე დამზადებისა და ექსპლუატაციის დროს, ხდება ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაცია და კომპიუტერიზაცია.

სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის სწრაფი განხორციელების შედეგად მეცნიერებმა შესძლეს ისეთი ტექნიკური პრობლემების გადაწყვეტა, რომლებზედაც რამდენიმე ათეული წლის წინათ ოცნებაც კი შეუძლებელი იყო - ზებგერით ლაინერზე ადამიანს შეუძლია გადალახოს ათასკილომეტრიანი მანძილი, კომპიუტერების საშუალებით რამდენიმე წამში ისეთი გაანგარიშებები აწარმოოს, რომელზედაც მიდიოდა მეცნიერთა სიცოცხლის დიდი ნაწილი, ქმნის რობოტს, უტევს კოსმოსს და ოკეანეების სიღრმეებს, შლის ატომს, თიშავს ავადმყოფ გულს და ცვლის მას ახლით და ა.შ. ანალოგიური მიღწევებია სასოფლო-სამეურნეო მანქანათმშენებლობაში, სადაც აქტიურად ინერგება მაღალი ხარისხისა და საიმედოობის მანქანები, ნიადაგების დამუშავების ახალი ტექნოლოგიები და ზუსტი მიწათმოქმედების მსოფლიო მიღწევები GPS-ის გამოყენებით.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული ტექნიკური პროგრესი შეუძლებელი იქნებოდა

გაზრდილი საიმედოობის მქონე მანქანებისა და ტექნოლოგიური მოწყობილობების გარეშე, რადგანაც მუდმივად იზრდება მანქანაზე მოქმედი დატვირთვები, სიჩქარეები, ტემპერატურები, შეუღლებათა სიზუსტე და სხვა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საიმედოობის პრობლემა აჭარის რეგიონში მომუშავე მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის, რადგანაც სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოთა შრომატევადი ოპერაციების შესრულება სეზონურია და ამიტომ სწორედ იმ პერიოდში მანქანა უნდა გამოირჩეოდეს მაღალი უმტყუნობით.

ასე, მაგალითად, მანდარინისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურის მოსავლის აღება მეტად შემჭიდროებულ ვადებში მიმდინარეობს და ამ პერიოდში მანქანის მტყუნება დიდ ზარალს აყენებს ფერმერსა და კერძო მეწარმეს იმის გამო, რომ იზრდება დანაკარგები მოსავლის აღების დაგვიანების გამო.

ასევე, შეიძლება ითქვას ნიადაგის დროულ ხვნასა და კულტივაციაზე, რადგანაც გუთნებისა და კულტივატორების მტყუნება ამ პერიოდში იწვევს თესვის კამპანიის ჩაშლასა და შესაბამისად სასოფლო-სამეურნეო კულტურის დაბალ მოსავლიანობას.

საბოლოო ანგარიშით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის გაზრდა ამჟამად ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემაა და მისი გადაწყვეტა ხელს შეუწყობს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მოსავლიანობის მნიშვნელოვან გადიდებას და მოსახლეობის სურსათით უზრუნველყოფას.

## **1.7 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის შესახებ ჩატარებულ გამოკვლევათა მოკლე ანალიზი**

მანქანების საიმედოობის შესახებ გამიკვლევები უკანასკნელ პერიოდში მსოფლიო მასშტაბით ინტენსიურად სწარმოებს-ტარდება სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციები, სემინარები და სიმპოზიუმები მეცნიერთა შორის მიღებული მიღწევების ურთიერთგაზიარებისათვის, ქარხნებსა და ფირმებში შექმნილია მანქანების საიმედოობის სამსახური, რომლის მიზანია არსებული ტექნიკის დახვეწა



და იმ კვანძებისა და დეტალების გამოვლენა, რომლებსაც გააჩნიათ დაბალი რესურსი და საიმედოობა, მუდმივად ხდება ახალი მასალებისა და კონსტრუქციების დამუშავება, სწარმოებს ინტენსიური სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევებისა და შესაბამისი მეცნიერული რეკომენდაციების დამუშავებისათვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტერმინები “საიმედოობა” და “ხანგამძლეობა” მსოფლიოს თითქმის ყველა ენაზე დიდი ხანია არსებობდა, მაგრამ ტექნიკურ ჟურნალებში მე-20 საუკუნის 50-იან წლებამდე თითქმის არ გამოიყენებოდა იმის გამო, რომ ამ მიმართულებით სამეცნიერო-კვლევითი და საკონსტრუქტორო სამუშაოები არ მიმდინარეობდა. სამეცნიერო-ტექნიკურმა რევოლუციამ, და განსაკუთრებით ახალმა საინფორმაციო ტექნოლოგიებმა, მოითხოვეს მაღალი ხარისხისა და საიმედოობის მქონე მოწყობილობებისა და მანქანების დამზადება და ამიტომ დაიწყო ამ მიმართულებით ინტენსიური სამუშაოები. ამჟამად თითქმის არ ტარდება არცერთი სამეცნიერო ფორუმი, სადაც არ განიხილებოდეს მანქანების საიმედოობისა და ხანგამძლეობის პრობლემა, არ გამოდის არცერთი ტექნიკური ჟურნალი, რომელსაც არ ჰქონდეს ცალკე რუბრიკა მანქანების ხარისხისა და საიმედოობის შესახებ.

თავდაპირველად საიმედოობის თეორია ჩამოყალიბებული იქნა ავიამშენებლობაში, კოსმოსურ ტექნიკაში და რადიოელექტრონიკაში. ამ საქმეში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულეს ა. რეშეტოვის, ი. შორის, ბ. გნედენკოს, რ. კუგელის და სხვა მეცნიერთა ფუნდამენტურმა გამოკვლევებმა [16,18,19,20,21,22,23]. აღნიშნული მეცნიერების მიერ შესრულებული იქნა სამუშაოები ორი ძირითადი მიმართულებით: პირველი მიმართულებით, რომელიც წარმოიშვა თვითმფრინავთმშენებლობაში და რადიოელექტრონიკაში, ხდებოდა მათემატიკური მეთოდების გამოყენება რთული სისტემების მუშაობის პროცესისა და საიმედოობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების მათემატიკური მოდელირებისათვის, სისტემების სტრუქტურული სქემების შედგენა, რომლებიც უზრუნველყოფენ მანქანების საიმედოობის მაღალ დონეს. მეორე მიმართულება წარმოიშვა მანქანათმშენებლობაში და იგი შეისწავლის მანქანების მტყუნებათა ფიზიკურ ბუნებას (ცვეთა,

დადლილობითი სიმტკიცე, კოროზია). ამ მიმართულების მიზანია ტექნოლოგიური ღონისძიების დამუშავება, რომლებიც უზრუნველყოფენ მანქანებისა და მოწყობილობების მაღალ სიმტკიცეს, ცვეთგამძლეობასა და შესაბამისად, საიმედოობას. ამჟამად უნდა აღინიშნოს, რომ მსოფლიო მასშტაბით მიმდინარეობს ორივე სამეცნიერო მიმართულების შერწყმა, ერთი უბნიდან მეორეში გადატანა, კომპლექსური ღონისძიებების ფორმირება მანქანების მაღალი საიმედოობისა და ხარისხის უზრუნველყოფისათვის.

ბ. გნედენკოს მიერ დამუშავებული საიმედოობის მათემატიკური თეორია [16] ფართოდ არის დანერგილი საიმედოობის გაანგარიშებისა და პროგნოზირებისათვის. ამასთან საინტერესოა თვით ბ. გნედენკოს მოსაზრება აღნიშნული საკითხის მიმართ, რომელიც წერს: "მათემატიკა არის კვლევისა და გაანგარიშების მხოლოდ საშუალება და არა თვითმიზანი. სათავეში ყოველთვის უნდა იყოს საინჟინრო პრობლემა და მისი გადაჭრისათვის უნდა გამოვიყენოთ ის მეცნიერული აპარატი, რომელიც ყველაზე უფრო შეესაბამება გამოსაკვლევი მოვლენის ბუნებას". მაგრამ საიმედოობის თეორიის მათემატიკური მეთოდები ყოველთვის ვერ ახდენენ მანქანების მუშაობისა და ტექნოლოგიური პროცესების შესრულების სრულ მოდელირებას და ზოგჯერ ვერ მიიღება ადეკვატური შედეგები. ამიტომ, ამ დროს წარმატებით გამოიყენება საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა გამოკვლევების შედეგები, რომლებიც შეისწავლიან მანქანების მასალების მსხვრევის, დაბერებისა და თვისებების გაუარესების ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებს. გარდა აღნიშნულისა მანქანების საიმედოობის პრობლემა აუცილებლად უნდა იქნეს განხილული ეკონომიკური პოზიციიდან, რადგანაც ეკონომიკა წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად კრიტერიუმს საიმედოობის პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტისათვის.

შეიძლება თამამად ითქვას, რომ მანქანების საიმედოობის შეფასების დროს ეკონომიკური კრიტერიუმი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად.

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის პრობლემის სრულფასოვანი შესწავლა შედარებით მოგვიანებით მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყო. ამ მხრივ აღსანიშნავია ვ. ანილოვიჩის, ა. სელივანოვის, ვ. მიხლინის, ლ. ერმოლოვის, ვ.

კრიაჟკოვის და სხვა მეცნიერთა შრომები [19,20,21,22,23].

ვ. ანილოვიჩმა [18] დაამუშავა სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების საიმედოობის გაანგარიშების თეორიული საფუძვლები, ხოლო ა. სელივანოვმა და ი. არტემიევმა [22] კი ანალოგიური კვლევები ჩაატარეს ტრაქტორებისა და ავტომობილების შესახებ .

ვ. მიხლინმა [23] შეისწავლა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის მართვის პროცესები თანამედროვე მათემატიკური მეთოდებისა და დიაგნოსტიკური მოწყობილობების გამოყენებით.

ლ. ერმოლოვმა [19] პირველად შექმნა სრულფასოვანი სახელმძღვანელო სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის, როგორც მეცნიერების შესახებ .

ვ. კრიაჟკოვმა [19] დაასაბუთა ძირითადი მიმართულებანი ტრაქტორებისა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობისა და ხარისხის გაზრდისათვის წარმოების, ექსპლუატაციისა და რემონტის დროს.

საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის შესახებ სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები ძირითადად დაიწყო მე-20 საუკუნის 70-იანი წლებიდან, რ. მახარობლიძის, ჯ. კაციტაძის, ჯ. ბიწაძის, ნ. სარჯველაძის [4,5,7,] და სხვათა მიერ.

რ. მახარობლიძემ პირველად გამოსცა სახელმძღვანელო სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის საფუძვლები [2], სადაც ჩამოყალიბებული ქნა აღნიშნული მეცნიერების განვითარების ძირითადი პრინციპები.

ჯ. კაციტაძემ და ნ. სარჯველაძემ[4] შეასრულეს სრულფასოვანი გამოკვლევები მობილური და მცირე მექანიზაციის მანქანების საიმედოობისა და რემონტისშემდგომი რესურსის გაზრდის შესახებ [3,10].

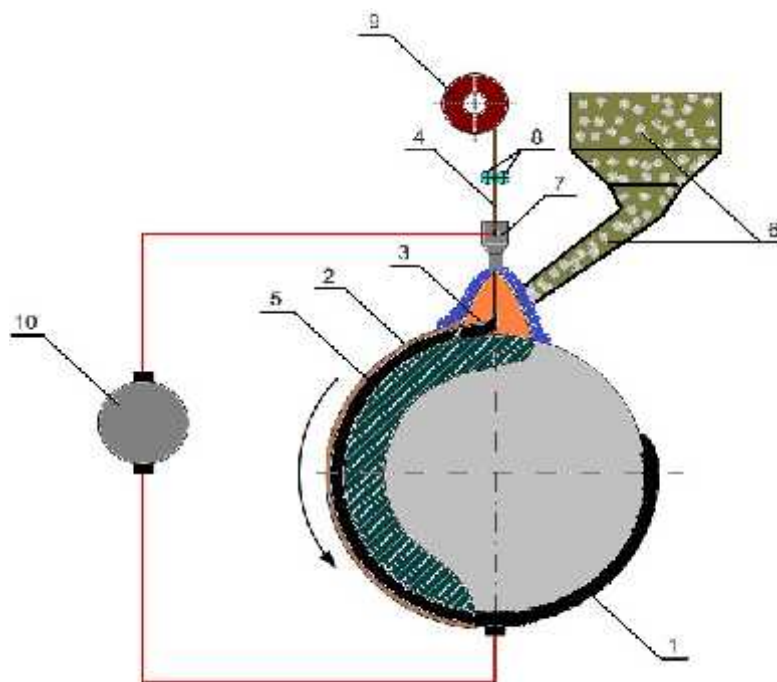
ბოლო პერიოდში ჯ. კაციტაძის, შ. ჭალაგანიძისა და ი. კაპანაძის მიერ მნიშვნელოვანი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები იქნა ჩატარებული საქართველოში საზღვარგარეთიდან შემოტანილი სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრისა და სერვისის რაციონალური ფორმების დასაბუთებისათვის [4, 8,10].

მათ მიერ განსაზღვრული იქნა საზღვარგარეთის ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნებიდან შემოტანილი სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის ერთეული და კომპლექსური მაჩვენებლები ქვეყნის თავისებურ პირობებში მუშაობის გათვალისწინებით და დამუშავებულია მეცნიერული რეკომენდაციები ტექნიკური სერვისის რაციონალური ორგანიზაციისათვის დილერული სამსახურის გათვალისწინებით. მაგრამ აღნიშნული კვლევები ჩატარებულია ძირითადად ტრაქტორებისა და ავტომობილებისათვის და თითქმის არ მოიცავს მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო მანქანებს. მიგვაჩნია, რომ მოტობლოკების საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა აჭარის სამთო პირობებში მუშაობის გათვალისწინებით აქტუალურ სამეცნიერო პრობლემას წარმოადგენს.

### **1.8 სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის თანამედროვე ხერხების ანალიზი, მათი გამოყენების თავისებურებანი მცირე მექანიზაციის მანქანებისათვის**

ცნობილია, რომ აჭარის მძიმე ნიადაგებში, რომლებიც ხასიათდებიან ქვიანი, აბრაზიული და სხვა ელემენტების სიჭარბით, განსაკუთრებულ ცვეთას განიცდის მუშა ორგანოს ის დეტალები, რომლებიც უშუალოდ შეხებაშია ნიადაგთან, განსაკუთრებით მცირე მექანიზაციის მანქანების კულტივატორის ისრისებური თათები და ფრეზის L - მაგვარი დანები. ამ გაცვეთილი დეტალების ახლით შეცვლა ზედმეტ ფინანსურ დანახარჯებს იწვევს და ამასთანავე არსებულ არასტაბილურ ბაზარზე ძნელია ორიგინალური მარაგი ნაწილების შოვნა. ამიტომ, საჭირო შეიქმნა განსაკუთრებული ყურადღება გაგვემახვილებინა დეტალების აღდგენის თანამედროვე ხერხებისადმი, რომლებიც წარმატებით გამოიყენება სარემონტო საწარმოებში. ისეთი ძველი, ტრადიციული მეთოდები, როგორცაა საწყისი ჩასმის აღდგენა სარემონტო ზომების გამოყენებით, წნევით დამუშავება, დაწებება, გაფრქვევით დალითონება. ელექტრო-მექანიკური და ანოდურ მექანიკური დამუშავება კარგადაა შესწავლილი და დაწვრილებით არის განხილული თითქმის ყველა ნაშრომში, რომელიც დეტალების აღდგენის ხერხებს შეეხება.

ამ მხრივ ყურადღებას იმსახურებს ისეთი ფართოდ გავრცელებული ხერხები, როგორცაა დადულების მექანიზებული მეთოდები მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულება, დადულება დამცავ არეში, ფოლადის ლენტის ავტომატური დადულება და სხვ. მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებისას ელექტრული რკალის არეში შეჰყავდათ მდნობი (ფლუსი), რომელიც წარმოქმნის დამცავ გარსს და ეს უკანასკნელი იცავს დადულებული ლითონის ფენას ატმოსფეროს მავნე ზემოქმედებისაგან. ნახ. 1.1-ზე მოცემულია მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულების პრინციპული სქემა და იქვე ნაჩვენებია დანადგარის შემადგენელი ელემენტები.



ნახ. 1.1 დანადგარის სქემა მდნობის ქვეშ ავტომატური დადულებისათვის.

1. დადულებული დეტალი; 2. წიდის ქერქი; 3. ელექტრული რკალი; 4. საელექტროდე მავთული; 5. დადულებული ფენა; 6. მოწყობილობა მდნობის მიწოდებისათვის; 7. სატუჩი; 8. მიმწოდებელი მექანიზმი; 9. კოჭი; 10. დენის წყარო (გენერატორი).

რკალს, რომელიც იწვის ელექტროდსა და დასადულებელ დეტალს შორის (9) კოჭისა და (8) მიმწოდებელი მექანიზმის საშუალებით სპეციალური (7) სატუჩის მუნდშტუკის გავლით, უწყვეტად მიეწოდება საელექტროდე მავთული, რომელიც სატუჩიდან გამოსვლისას მიერთებულია ელექტრო დენზე. მავთული და დეტალის ზედაპირი უწყვეტად დნება, ხოლო გამდნარი ლითონი ქმნის აბაზანას, რომელიც

იმყოფება გამდნარი ფლუსის თხევადი წიდის ფენის ქვეშ. დასადულებელი დეტალი უწყვეტად გადაადგილდება ელექტრორკალის მიმართ და მისგან დაცილების მანძილის მიხედვით გამდნარი ლითონი განიცდის კრისტალიზაციას, წიდა მყარდება და ქმნის დადულებულ ლილვაკს, რომელიც დაფარულია წიდის ქერქით და მდნობით. ლითონის დადულებული ლილვაკი კვლავ უახლოვდება ელექტრორკალს და მის პარარელურად დუღდება შემდგომი ლილვაკი, რომელიც ნაწილობრივ გადაფარავს პირველს. მდნობი, რომელიც ვერ ასწრებს გადნობას წიდის ქერქთან ერთად პერიოდულად დეტალს სცილდება. დადულებული, ერთმანეთის ნაწილობრივი გადამფარავი ლილვაკების რიგი ქმნის დეტალის ზედაპირის დადულებულ ფენას, გაცილების ზომის მიხედვით წიდის ქერქი სკდება და ვარდება დეტალისაგან, რადგანაც ლითონის და წიდის ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი სხვადასხვაა.

მდნობის ქვეშ დადულების მინიმალური სისქეა 1 მმ, მაქსიმალური კი პრაქტიკულად შემოსაზღვრული არ არის. ცხრ. 1.2-ზე წარმოდგენილია მონაცემები დენის ძალის შერჩევისათვის დასადულებელი მავთულის დიამეტრის მიხედვით.

### ავტომატური დადულების რეჟიმი მდნობის ქვეშ

ცხრილი 1.2

№	დენი სძალა, ა	მავთულის დიამეტრი, მმ
1	100...200	1,2
2	130...280	1,6
3	160...400	2,0
4	180...450	2,5
5	230...500	3,0
6	340...750	4,0

დადუღებისას დენის სიმკვრივე ტოლია:

$$D = \frac{I}{F} \text{ ა/მმ}^2,$$

I - დადუღების დენის ძალა, ა;

F - ელექტროდის განივკვეთის ფართობი, მმ<sup>2</sup>.

ელექტროდის მიწოდების სიჩქარე ტოლია:

$$V_e = \frac{n h D}{2 \xi d \eta} \text{ მ/წთ},$$

n - დასადუღებელი დეტალის ბრუნვის სიხშირე, წთ<sup>-1</sup>;

h - დასადუღებელი ლითონის შრის სისქე, მმ;

D - დასადუღებელი დეტალის დიამეტრი, მმ;

d - საელექტროდე მასალის დიამეტრი, მმ;

η - ელექტროდის დადნობის კოეფიციენტი და ტოლია:

$$\eta = 0,85 \dots 0,90$$

დადუღების სიჩქარე იანგარიშება ფორმულით:

$$V_d = \frac{K_d I}{F_d \rho 100}$$

V<sub>d</sub> - დადუღების სიჩქარე, მ/სთ;

K<sub>d</sub> - დადუღების კოეფიციენტი, გ/ა. სთ;

I - დადუღების დენის ძალა, ა;

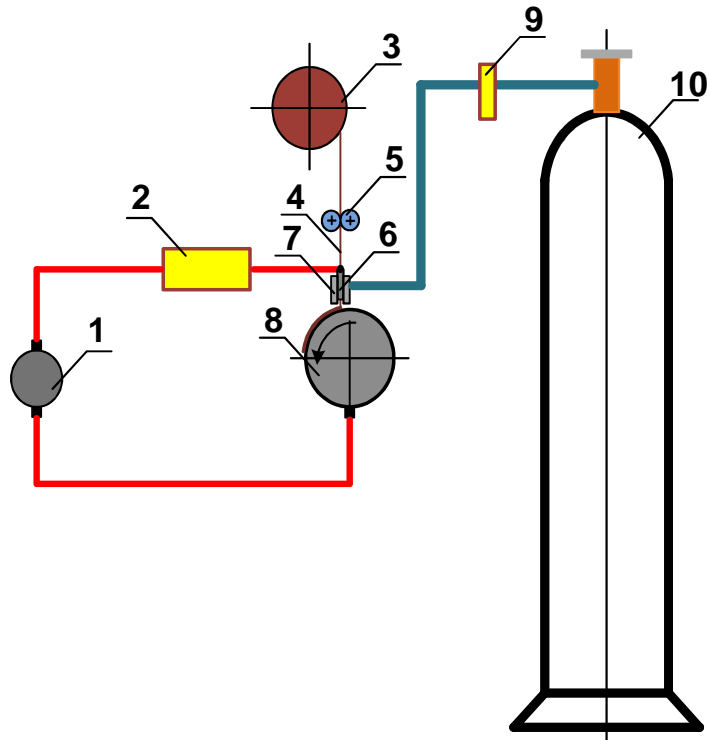
F<sub>d</sub> - დადუღებული ლილვაკის განივკვეთის ფართობი, სმ<sup>2</sup>;

ρ - ლითონის ნაკერის სიმკვრივე, გ/სმ<sup>3</sup>.

დეტალების დადუღებისას ზოგჯერ დამცავ არედ გამოიყენება ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი.

ნახ. 1.2-ზე მოცემულია ნახშირორჟანგის არეში დადუღების სქემა:

სახარატო ჩარხის სუპორტზე ამაგრებენ დამდუღებელ თავს (8), მბრუნავი დეტალის ზედაპირს (3), კოჭიდან (5), მიმწოდებელი მექანიზმის გორგოლაჭებით (6) სატურის გავლით მიეწოდება (4) საელექტროდე მასალა.



ნახ. 1.2 ნახშირორჟანგის არეში დადუღების სქემა.

1. გენერატორი; 2. ელექტროგამანაწილებელი მოწყობილობა; 3. კოჭა; 4. საელექტროდე მავთული; 5. მიმწოდებელი მექანიზმი; 6. სატუჩი (მუდშტუკი); 7. სანთურა; 8. დეტალი; 9. ელექტრო გამაცხელებელი; 10. ბალონი.

ელექტროდის დამდუღებელ ზედაპირთან შეხებისას აინთება ელექტრული რკალი, რომელიც იწვის ნახშირორჟანგის არეში, და (7) სანთურას მიეწოდება (10) ბალონიდან. ნახშირორჟანგის აირის ბალონიდან გამოსვლისას ხურდება (9) ელექტროგამაცხურებელში, რომელიც ყენდება ჟანგბადის რედუქტორის წინ. ცხრ. 1.3-ში მოცემულია ნახშირორჟანგის არეში დადუღების ძირითადი რეჟიმები .

*CB10FC* საელექტროდე მავთულის დიამეტრია 2 მმ.

ამჟამად სარემონტო საწარმოებში ფართოდ იყენებენ ავტომატურ ვიბრორკალურ დადუღებას, რომელიც პირველად დამუშავებული იქნა ი. ულმანისა და ა. კლეკოვიჩის მიერ .



ნახშირორჟანგის არეში დადულების რეჟიმები

ცხრილი 1.3

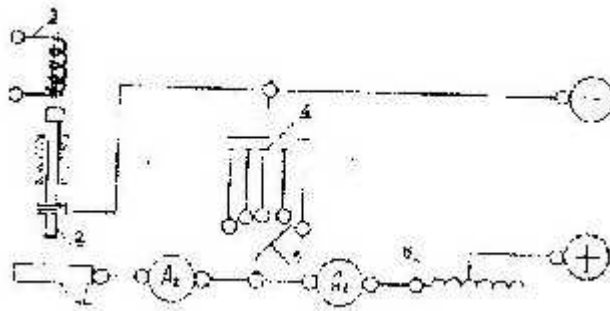
რეჟიმების №	ძაბვა რკალზე, ვ	დენის ძალა, ა	საელექტროდე მასალის მიწოდების სიჩქარე, მ/სთ
1	26-28	120-180	70
2	28-30	180-240	100
3	30-34	260-300	156
4	32-36	340-420	250
5	34-38	406-480	306

დეტალების ელექტრო ნაპერწკლური დამუშავება მდგომარეობს გარკვეულ მანძილზე მიახლოებულ ელექტროდებს შორის ელექტრო ნაპერწკალურ განმუხტვის იმპულსების მსხვრევადი მოქმედების გამოყენებაში (ელექტრულიეროზია).

ნაპერწკლური განმუხტვა მიეკუთვნება არასტაციონარული ფორმის განმუხტვას, რომლის დროსაც ანოდის მასალა იმსხვრევა და გადაიტანება კათოდზე. ეს აიხსნება იმით, რომ ნაპერწკლის გატყორცვის დროს ელექტრონების ნაკადი, მიუახლოვდება რა უდიდესი სიჩქარით ანოდს, მყისიერად ახურებს მის ზედაპირს მაღალ ტემპერატურამდე ( $104^{\circ}C$ ), ამ დროს ლითონი დნება და გადადის თხევად და აიროვან მდგომარეობაში. ლითონის ორთქლი, რომელიც სწრაფად ფართოვდება, აშორებს ანოდის ზედაპირს გამდნარ ლითონს, რომელიც სწრაფად მოხვდება გარემო სივრცეში ან დაეფინება კათოდს ისე, რომ თითქმის არ განიცდის კოროზიას. თითოეული ნაპერწკლური იმპულსი იწვევს დეტალის ზედაპირის ადგილობრივ დარღვევას, რომელიც გამოყენებულია ანოდად, კათოდის ზედაპირი (იარაღი) ასევე განიცდის რღვევას, მაგრამ უფრო ნაკლები ხარისხით. დიდი რაოდენობის ნაპერწკლური განმუხტვების ჯამური მოქმედების შედეგად,

რომლებიც თავმოყრილი არიან დეტალის ზედაპირის მცირე უბანზე, ხდება ლითონის რღვევა და მისი გადატანა. ამის შედეგად წარმოიქმნება ღრმული, რომლის ფორმა ზუსტად შეესაბამება იარაღის ფორმას.

ელექტრო ნაპერწკლური დამუშავებისათვის გამოყენებულია სხვადასხვა დანადგარები - კონდესატორული და არაკონდესატორული. ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვა კონდესატორულმა დანადგარმა, რომლის სქემა წარმოდგენილია ნახ.1.3 - ზე.



ნახ. 1.3. კონდენსატორული ელექტრო ნაპერწკლური დანადგარის სქემა.

1. დასამუშავებელი დეტალი, 2. იარაღი, 3. ვიბრატორი, 4. კონდენსატორი,
5. კონდენსატორების გადამრთველი, 6. რეოსტატი. მკვებავი წრედის ამპერმეტრი A1, განმუხტვის წრედის ამპერმეტრი A2.

ასეთი დანადგარი იკვებება 110-220 ვოლტის ძაბვის მუდმივი დენით მოტორ-გენერატორისაგან, რომლის სიმძლავრეა 5 კვტ (გადამრთველისაგან დამოუკიდებელი აღგზნებით).

ცვლადი წინააღმდეგობა და კონდესატორის რეგულირებადი ტევადობა უზრუნველყოფენ დანადგარის მუშაობის სასურველი რეჟიმის შერჩევას. ლითონის მოხსნის დროს დეტალი გამოყენებულია ანოდად, იარაღი - კათოდად. იარაღად შეიძლება გამოყენებული იქნას ნებისმიერი ლითონიანი შენადნობი, ასევე ნებისმიერი შეიძლება იქნას დასამუშავებელი დეტალი, იმისათვის, რომ ადგილი ჰქონდეს დასამუშავებელი დეტალისაგან (ანოდი) იარაღზე (კათოდი) ლითონის გადატანის პროცესს აწარმოებენ თხევად გარემოში: ნავთში, მინერალურ ზეთში და სხვა სითხეში, რომელიც არ ატარებს ელექტრულ დენს. ამ დროს დეტალისაგან მოცილებული ნაწილაკები ვერ აღწევენ იარაღამდე და ილექებიან აბაზანის ძირზე.

იარაღი ასრულებს რხევით მოძრაობას (ვიბრატორის საშუალებით), რომელიც უზრუნველყოფს ელექტრული წრედის შეკვრას და გაწყვეტას. დეტალები განიცდიან ელექტრულ-ნაპერწკლურ დამუშავებას დანადგარზე ЭФН-25, ЭФН-45 და სხვა. ასეთი დანადგარი შეიძლება დამზადდეს ვერტიკალური საბურღი ჩარხის ბაზაზე, თუ იარაღს ჩავამაგრებთ დგარისაგან იზოლირებულ ვაზნაში. რხევითი მოძრაობა იარაღს შეიძლება მიენიჭოს ვიბრატორის საშუალებით, რომელიც წარმოადგენს 2.5 მმ დიამეტრის იზოლირებული მავთულისაგან დამზადებულ კოჭს 700 ხვით. დასამუშავებელ დეტალს ამაგრებენ გირაგში, რომელიც იმყოფება ფურცლოვანი ფოლადისაგან დამზადებულ აბაზანაში, სადაც ჩასხმულია ნავთი ან ზეთი.

დეტალების ზედაპირების დაფარვისა და განმტკიცებისათვის იყენებენ აპარატს УПР-3М ან სტაციონარულ კონდესატორულ დანადგარს. განმტკიცებას უკეთებენ მჭრელი იარაღის მუშა წახნაგებს და ასევე მანქანების დეტალების ზედაპირებს, მათი ცვეთგამძლეობის გაზრდისათვის. ჰაერზე დეტალების ზედაპირების დაფარვისა და განმტკიცების დროს კათოდად გამოყენებულია დეტალი, ხოლო ანოდად ისეთი მასალის ელექტროდი, რომლითაც ხდება დაფარვა ან განმტკიცება. დეტალების განმტკიცება ხდება მის ზედაპირზე ანოდის მარეგულირებელი ელემენტების გადატანის, მისი ზედაპირის ნიტრიდებით გაჯერების და ზედაპირის წრთობის შედეგად (გამდნარი ლითონის სწრაფი გაცივების გამო).

დეტალებს, რომლებსაც გააჩნიათ ბრუნვითი სხეულების ფორმა, აღადგენენ და განამტკიცებენ სახარატო ჩარხებზე. ამ დროს ვიბრატორს ელექტროდთან ერთად ამაგრებენ ჩარხის სუპორტზე. ღრეჩოს დეტალსა და ელექტროდს შორის არეგულირებენ სუპორტის განივი მიწოდებით. ზედაპირების დაფარვის დროს ხდება საწყისი ჩასმის აღდგენა ბურთულა და გორგოლაჭოვან საკისრებში და სხვა დეტალებში. ცხრილში (1.4) მოცემულია ელექტრონაპერწკლური დამუშავების რეჟიმები.

აღნიშნული მეთოდის ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მცირე სიდიდით გაცვეთილი დეტალების აღდგენისათვის რაციონალურ ხერხად შეიძლება ჩაითვალოს ელექტრო-ნაპერწკლურ

ელექტრო ნაპერწკლური დამუშავების რეჟიმები

ცხრ. 1.4

№	რეჟიმი	დენი განმუხტვის კონტურში, ა	მაბვა ელექტროდ. რღვევის დასაწყ. ვ	კონდენსატორის ტევადობა, მკვ	ღრმულის სიღრმე მკ	ზედაპირის ხაოიანობა (კლასი)
1	ხისტი	10	100	100	100	1...2
2	საშუალო	1-10	50-100	10-100	10-100	2...4
3	მსუბუქი	<1	<50	<10	<10	<5...50

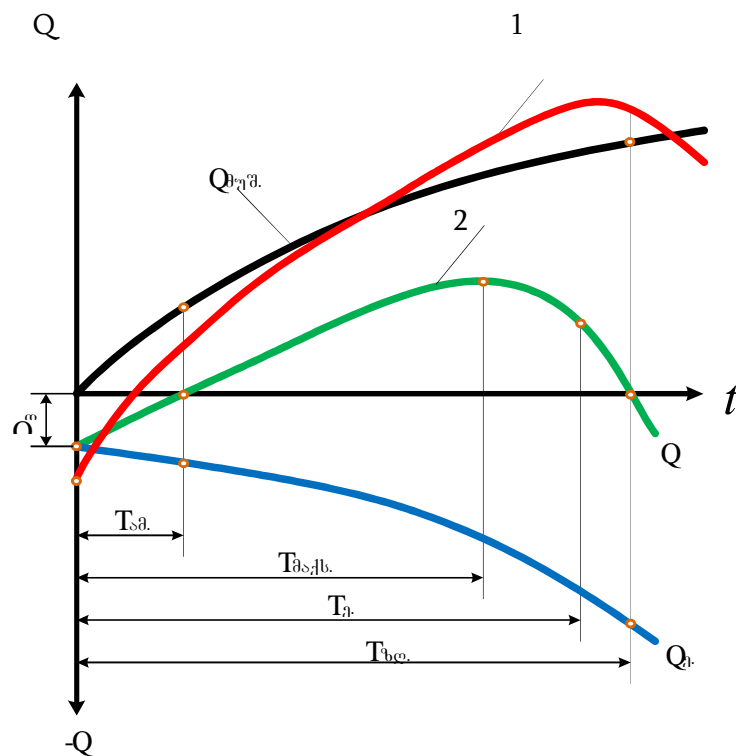
რი ლეგირება, რისთვისაც უნდა მოხდეს პრინციპულად ახალი კონსტრუქციის, სარემონტო პრაქტიკაში მარტივად გამოსაყენებელი მოწყობილობის დამზადება და მისი გამოყენებით დეტალების აღდგენის პროცესის ოპტიმიზაცია.

თანამედროვე მსოფლიო მეცნიერების ერთ-ერთ და მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს მანქანის საიმედოობა, რომლის გადაწყვეტა დიდ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეს პრობლემა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის, რადგანაც ისინი გამოირჩევიან კონსტრუქციის სირთულით და მუშაობის მძიმე პირობებით ჯ. კაციტაძე [5] აღნიშნავს, რომ რაც მეტია მანქანების საიმედოობა, მით უფრო ნაკლებად გამოდის ის მწყობრიდან და მით უფრო იაფი ჯდება მისი ექსპლუატაცია, ხოლო დაბალი საიმედოობა იწვევს დიდ დანახარჯებს მანქანების ექსპლუატაციასა და რემონტზე.

ჯ. კაციტაძისა და ა. პრონიკოვის [1,3]. მონაცემებით ექსპლუატაციის მთელი პერიოდისათვის დანახარჯები მანქანების ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე მათი ცვეთის გამო მნიშვნელოვნად აღემატება ახალი მანქანის ფასს, მაგალითად ავტომობილებისათვის 6-ჯერ, თვითმფრინავებისათვის 5-ჯერ, ჩარხებისათვის 8-ჯერ, რადიო ტექნიკური აპარატისათვის 12-ჯერ, ხოლო სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის 5-ჯერ.

ამიტომ, მსოფლიო მასშტაბით უდიდესი სამეცნიერო და საკონსტრუქციო-ტექნოლოგიური სამუშაოები მიმდინარეობს მანქანების საიმედოობისა და ხარისხის მკვეთრად გაზრდის მიზნით, როგორც დაპროექტების, ასევე დამზადებისა და ექსპლუატაციის დროს. ტოლფასია მათი რაოდენობის გაზრდისა ყოველგვარ კაპიტალდაზანდებათა გარეშე.

საინტერესოა ამ მიმართულებით ჯ. კაციტაძის და ა. პრონიკოვის [1,3] მოსაზრება, რომელიც იძლევა საინტერესო დიაგრამას ორი სხვა და სხვა მანქანის გამოყენების ეფექტურობის შედარებით, აღნიშნული მეთოდი აკადემიკოს ჯ. კაციტაძისა და ჩემს მიერ [11] მიერ წარდგენილი და განხილული იქნა უცხოეთის საერთაშორისო კონგრესზე. დიაგრამა მოცემული ნახ. 1.4-ზე.



ნახ.1.4.მანქანის ეკონომიკური ეფექტიანობის ცვლილება დროში

ამ დიაგრამის მიხედვით სხვა და სვა ვარიანტების საიმედოობის დონის მანქანების შედარება პირველ რიგში უნდა მოხდეს მაქსიმალური ეკონომიკური ეფექტის მიღწევის გათვალისწინებით წარმოებისა და ექსპლუატაციის დანახარჯების მიხედვით.

ზოგად შემთხვევაში ჯამური ეკონომიკური ეფექტის ცვლილება დროში მანქანის ექსპლუატაციისას შედგება ორი ძირითადი ფაქტორისაგან (ნახ. 5). ერთის მხრივ საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს დანახარჯები ახალი მანქანის დამზადებაზე  $Q_d$ , რომელშიც შედის მისი დაპროექტება, დამზადება, გამოცდა, ტრანსპორტირება და სხვა, ასევე დანახარჯები მის ექსპლუატაციაზე, რომელშიც შედის ტექნიკური მომსახურება, რემონტი, დიაგნოსტიკა და სხვა პროფილაქტიკური ღონისძიებანი, რომლებიც უზრუნველყოფენ მანქანების მუშაუნარიან მდგომარეობაში შენარჩუნებას. ეს დანახარჯები  $Q_e + Q_d$  არის უარყოფითი ეფექტურობის ბალანსში. მეორე მხრივ, მანქანის მუშაობა იძლევა დადებით ეკონომიკურ ეფექტს  $Q_{mus}$ . (მოგებას) მისი მიზნობრივი დანიშნულების მიხედვით.

$Q_e$  - ს ცვლილებას დროის ფუნქციაში გააჩნია ზრდის ტენდენცია, რადგანაც მანქანების ცალკეული ელემენტების დაბერება მოითხოვს დამატებით ხარჯებს მათი შეცვლისათვის.

$Q_{mus}$  - ის ცვლილებას დროში კი პირიქით აქვს ზრდის ინტენსივობის შემცირების ტენდენცია, რადგანაც მანქანების მოცდენები ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე ამცირებენ მათ მწარმოებლურობას. ამიტომ ჯამური ეფექტურობის მრუდს  $Q(t) = Q_d + Q_e(t) + Q_{mus}(t)$  აქვს მაქსიმუმი და ორჯერ გადაკვეთს  $t$  ახსცისთა ღერძს.

$Q$  - ს ზრდისას დროის პერიოდი  $t = T_{am}$ , რომლის დროსაც  $Q_d + Q_e = Q_{mus}$  წარმოადგენს ამოგების ვადას, როდესაც მანქანამ ექსპლუატაციის დროს დააბრუნა ის დანახარჯები, რომლებიც ჩადებული იყო მის დამზადებაზე. ამ მომენტიდან დაწყებული  $t = T_{am}$  მანქანა იწყებს მოგების მოტანას, მაგრამ ეს პროცესი თანდათან უფრო მცირდება საექსპლუატაციო დანახარჯების გამო  $t = T_{zR}$ -მდე, როდესაც ისევ  $Q_d + Q_e = Q_{mus}$ . როცა  $t > T_{zR}$  დანახარჯები მანქანების ექსპლუატაციაზე მეტია მანქანის გამოყენების ეფექტურობაზე. მანქანის ექსპლუატაციის რაციონალური ხანგრძლივობა იმყოფება დიაპაზონში  $T_{maq} < T_e < T_{zR}$ . საიმედოობის პოზიციიდან მანქანის ვარიანტის შერჩევა უნდა გამომდინარეობდეს მანქანების დამზადებასა და ექსპლუატაციაზე დანახარჯების შედარებით იმ ეკონომიკურ ეფექტთან, რომელსაც ის უზრუნველყოფს.

მაგალითად თუ ნახ. 1.4-ს გავუკეთებთ ანალიზს, შეგვიძლია ავლნიშნოთ, რომ მიუხედავად იმისა, რომ №2 მანქანის დამზადებაზე დანახარჯები მეტია, ვიდრე პირველ მანქანაზე, მაღალი მწარმოებლურობის, ხარისხისა და საიმედოობის ხარჯზე იგი უფრო მეტ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა და შესაძლებელია მისი უფრო ხანგრძლივი ექსპლუატაცია.

საბოლოოდ, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მანქანების საიმედოობის შეფასების დროს ეკონომიკური კრიტერიუმი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად.

გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ხერხების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ისინი ძირითადად გამოიყენებიან დიდი გაბარიტებისა და ცვეთის მქონე დეტალების აღსადგენად, ხოლო მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების აღსადგენად კი საჭიროა დამუშავდეს ახალი ტექნოლოგია და მოწყობილობა ელექტრონაპერწლური ლეგირების გამოყენებით.

### **1.9 გამოკვლევები სასოფლო-სამეურნეო მანქანების გამოყენებისა და ტექნიკური სერვისის შესახებ**

„ფერმა“ ინგლისური ენის განმარტებითი ლექსიკონის მიხედვით ასე განისაზღვრება „მიწის ფართობი, რომელიც მცენარეული კულტურებისა და პირუტყვისაგან პროდუქციის საწარმოებლად გამოიყენება“. იგივე ლიტერატურული წყაროს მიხედვით თანამედროვე პირობებში ფერმა ასე განისაზღვრება: „ორგანიზაცია, რომელიც იყენებს თავის მიწის ფართობს, მუშახელსა და კაპიტალის რესურსებს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტთა ან იმ საშუალებათა საწარმოებლად, რომელიც სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტად გარდაიქმნება, იწარმოება როგორც საკუთარი მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, ასევე სარეალიზაციოდ“.

ფერმერი თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიის გამოყენებით მართავს ფერმას, რომელიც სამი ძირითადი წარმოების ფაქტორისაგან შედგება: მიწა, მუშახელი და კაპიტალი. ფერმის სიდიდეზეა დამოკიდებული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რიცხვი, მისი შემადგენლობა, მუშახელის რაოდენობა და ა.შ. საოჯახო ფერმები შეიძლება იყოს წვრილი, საშუალო და მსხვილი. მსხვილი ფერმები არის, იქ

სადაც გამოყენებულია დაქირავებული სამუშაო ძალა, ან ფერმის მართვა გადაცემული აქვთ დაქირავებულ სპეციალისტებს. მაგალითად, ამერიკის შეერთებულ შტატებში, მცირე ზომის ფერმას მიაკუთვნებენ ისეთ მეურნეობას სადაც 1-2 დაქირავებული მუშაა, საშუალოს - სადაც 2-3, ხოლო დიდი ზომის საოჯახო ფერმას, სადაც 3-ზე მეტი დაქირავებული მუშა მუშაობს.

დასავლეთის განვითარებულ ქვეყნებში ფერმის საშუალო სიდიდე შეადგენს 100-500 ჰა-ს, აღნიშნულ ფერმებში 1000-1200 სული პირუტყვია, ხოლო მსხვილ ფერმებში კი 10-12 ათასი. ასეთ ფერმებში წარმოებას აქვს ინდუსტრიული ხასიათი. ფერმერული მეურნეობები შეიძლება იყოს ინდივიდუალური, ერთობლივი, სასოფლო-სამეურნეო კორპორაცია, საოჯახო და სხვა.

ერთობლივი არის ისეთი ფერმა, როდესაც მისი მეპატრონე ორი ან მეტი პირია, რომლებიც აერთიანებენ ძირითად საწარმოო საშუალებებს (მიწა, ტექნიკა, პირუტყვი), შრომით რესურსებს და ფინანსებს წარმოების გაფართოებისა და მოგების მიზნით. ასეთი ფერმის მონაწილე შეიძლება იყოს პირი, რომელსაც კავშირი არ აქვს სოფლის მეურნეობასთან, მაგრამ აბანდებს ფინანსურ სახსრებს.

დღეს მსოფლიოში ფართოდ ინერგება ფერმერული ასოციაციები, რომლებიც წარმოადგენენ ფერმერთა ნებაყოფლობით გაერთიანებებს კომერციული მიზნის მისაღწევად.

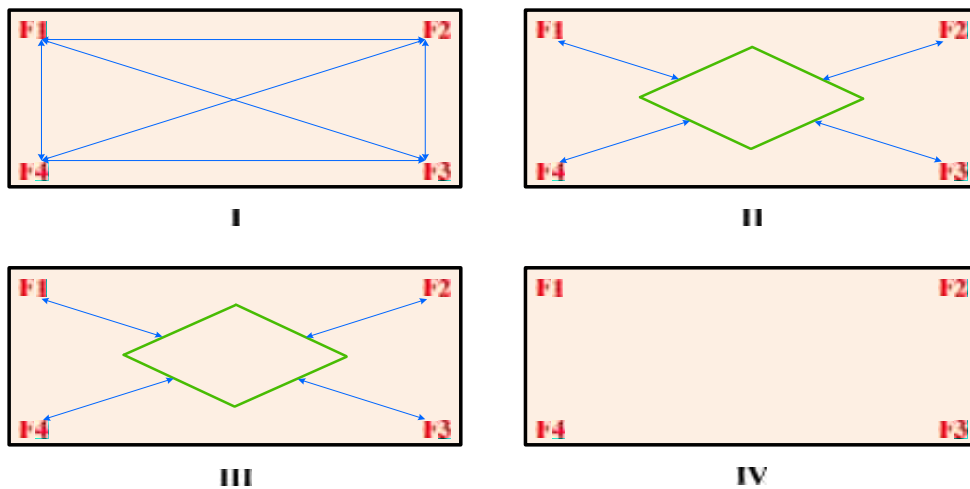
გერმანიაში 1995 წლიდან მოქმედებს „სოფლტექნიკის“ სტანდარტი, რომლის მიხედვითაც შექმნილია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ერთობლივად გამოყენების ამხანაგობა, რომელსაც რინგი ეწოდება. აღნიშნული ამხანაგობა ხელს უწყობს მექანიზებულ სამუშაოთა მაღალხარისხოვან და დროულ შესრულებას, მათზე დანახარჯების შემცირებას და ტექნიკის ეფექტურად გამოყენებას მისი წლიური დატვირთვის გაზრდისა და მოცდენების შემცირებით [3].

ტექნიკის ერთობლივად გამოყენების სისტემა „ამხანაგობა“ მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში არსებობს, მაგალითად: ავსტრიაში - 176, ბრაზილიაში - 550, საფრანგეთში - 44, პოლონეთში - 18. აღნიშნული ამხანაგობები არის ასევე აშშ-ში, იაპონიაში, ლუქსემბურგში და ა.შ. [1,3].



ტექნიკის მეურნეობათაშორის ერთობლივი გამოყენების ეფექტურობის გაზრდისათვის სახელმწიფოები იყენებენ სტიმულირების სხვადასხვა მეთოდს. მაგალითად, საფრანგეთისა და გერმანიის მთავრობები გამოყოფენ შეღავათიან კრედიტებს ერთობლივად შეძენილი ტექნიკის გამოყენებისათვის.

ნახ. 1.5-ზე წარმოდგენილია ფერმერულ და გლეხურ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ერთობლივი გამოყენების მსოფლიოში აპრობირებული მოდელები.



ნახ. 1.5. ფერმერულ და გლეხურ მეურნეობებში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ერთობლივი გამოყენების მოდელები.

I - გაბნეული გამოყენება, II- ცენტრალიზებული გამოყენება საკუთარი ტექნიკის გარეშე, III - ცენტრალიზებული გამოყენება საკუთარი ტექნიკით, IV - თვითუზრუნველყოფა.

სამწუხაროდ, ჩვენთან გამოიყენება მხოლოდ I მოდელი და მომავალში საჭიროა გადავიდეთ უფრო მაღალ ფორმაზე III მოდელზე, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ცენტრალიზებულ გამოყენებაზე საკუთარი ტექნიკით.

აშშ-სა და დასავლეთ ევროპის მრავალ სახელმწიფოში ფართოდ არის გავრცელებული კერძო საწარმოები ფერმერული და გლეხური მეურნეობებისათვის მექანიზებულ სამუშაოთა შესრულებისათვის. მაგ. გერმანიაში მოქმედებს 3200, ხოლო დანიაში 700 მექანიზაციის კერძო საწარმო. მათ განკარგულებაშია სხვადასხვა სახისა და მარკის ტრაქტორები, მარცვლის ამღები კომბაინები, სასოფლო-სამეურნეო მანქანები და სატრანსპორტო საშუალებები. მათ მიერ შესრულებულ სამუშაოებში შედის პრაქტიკულად ნიადაგის დამუშავების ყველა ოპერაცია - დაფარცხვა,

რიგთაშორისი დამუშავება, შეწამვლა, ბალახის, მარცვლოვანი და სასილოსე კულტურების, შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის და სხვათა აღება.

აშშ-ში მუდმივად მუშაობენ ე.წ. „ბომა კომბაინები“ ანუ კერძო მექანიზებული რაზმები მარცვლეულის ასაღებად. აღნიშნული რაზმების მეწარმეები დაახლოებით აპრილის ბოლოს მექსიკის საზღვრიდან იწყებენ მოსავლის აღებას ჩრდილოეთისაკენ მოძრაობით ხორბლის აღების დროის მიხედვით ოკლაჰამის შტატის გავლით. ცალკეული რაზმები გადადიან კანადაშიც, სადაც ხორბლის აღება გრძელდება ოქტომბრის შუა რიცხვებამდე. ასეთ „მოგზაურ“ რაზმებს გააჩნიათ მინიმუმ 10 კომბაინი, ასევე სატვირთო ავტომობილები და მისაბმელები მარცვლის ადგილობრივ ელევატორებამდე ტრანსპორტირებისათვის. მოსავლის აღების პერიოდში ისინი მუშაობენ 12 საათს დღეში და 7 დღეს კვირაში, რითაც მიიღწევა მანქანების მაღალი წლიური დატვირთვა -1500 საათი, რაც შეესაბამება სეზონში 3000 ჰა-ის აღებას. ზემოთაღნიშნულის ანალოგიურად ბოლო პერიოდში დაინერგა კომბაინების გამოყენება საფრანგეთში (ჩრდილოეთ ნაწილში, ბელგიასა და ჰოლანდიაში) [1,3].

ტექნიკის სერვისის მდგომარეობს მანქანების არა მარტო ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტში, არამედ იწყება მნიშვნელოვნად ადრე, როცა ისინი წარმოადგენენ საქონელს, გრძელდება, როდესაც მანქანა არის შრომის იარაღი და აპოგეას აღწევს სარემონტო წარმოების სფეროში. აჭარაში საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლის და მეურნეობრიობის მრავალფორმიანობის გამო, მნიშვნელოვნად შემცირდა ტრაქტორების, ავტომობილებისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანების რაოდენობა, გაუარესდა ექსპლუატაციაში მყოფი ტექნიკის მდგომარეობა. ცხადია ეს მდგომარეობა უარყოფითად მოქმედებს სოფლის საქონელმწარმოებელთა ენერგოდჭურვილობაზე, რის გამოც მცირდება საწარმოებელი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მოცულობა.

XX საუკუნის 30-იანი წლებიდან იქმნებოდა მანქანა-ტრაქტორთა სადგურები (მტს-ები), რომლებიც წარმოადგენდნენ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ეფექტურად გამოყენების ფორმას. მათი თავისებურება მდგომარეობდა იმაში, რომ ტექნიკა ეკუთვნოდა აღნიშნულ სადგურებს და მათი რემონტი ხდებოდა მტს-ების სარემონტო სახელოსნოების მიერ. ამის შემდეგ 1961 წელს შეიქმნა გაერთიანება

„სოფლტექნიკა“, რომლის ამოცანას წარმოადგენდა კოლმეურნეობის და საბჭოთა მეურნეობის ტექნიკის ტექნიკური მომსახურება და რემონტი.

გარკვეული დროის შემდეგ კვლავ გატარდა ახალი პოლიტიკური და ეკონომიკური რეფორმები, რის შედეგადაც მოხდა კოლმეურნეობების და საბჭოთა მეურნეობების ლიკვიდაცია, რამაც გამოიწვია ტექნიკის სერვისის ძველი ფორმის სრული ლიკვიდაცია, ტექნიკის მომსახურების სიმძიმის ცენტრი გადატანილი იქნა რეგიონულ დონეზე, ამ უკანასკნელმა კი გაართულა ურთიერთობები სოფლად საქონელმწარმოებლებსა და ტექნიკის სერვისის საწარმოებს შორის. ყოველივე ამან კი მოახდინა აღნიშნულ საწარმოთა გაჩანაგება, საიდანაც ბევრი კვალიფიციური პირი წავიდა და ჩაერთო ბიზნესის სხვა სფეროში, აქედან გამომდინარე გაიზარდა რემონტისა და ტექნიკური მომსახურების სამუშაოების მოცულობა (80-90%-ით) და თვითღირებულება, ხოლო ხარისხი შემცირდა.

უკანასკნელ პერიოდში აღნიშნული მდგომარეობის ნაწილობრივ გამოსწორებისათვის ჩვენი ქვეყნის ხელისუფლებამ ცალკეულ რაიონებში შექმნა სერვის-ცენტრები, რაც უდაოდ პროგრესული ნაბიჯია, მაგრამ სამწუხაროდ, აღნიშნული ცენტრების ოპტიმალური განლაგება და რაოდენობა არ არის მეცნიერულად დასაბუთებული და გარდა ამისა გათვალისწინებული არ არის დანახარჯები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისა და სათადარიგო ნაწილების სერვის-ცენტრამდე გადაზიდვაზე. გარდა ზემოთაღნიშნულისა, აჭარაში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის სერვისის თავისებურებანი იმაში მდგომარეობს, რომ აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მცირე მექანიზაციის მანქნების კონსტრუქციული თავისებურებანი და მუშაობის პირობები, რეგიონის ნიადაგობრივი და კლიმატური მრავალფეროვნება, სწორედ ამიტომ კონკრეტული მანქანის სერვისის მოდელი განსხვავებული უნდა იყოს საქართველოს სხვა რეგიონის მოდელისაგან.

## 1.10 სამეცნიერო კვლევით სამუშაოთა მიზანი და ამოცანები

სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოთა მიზანს წარმოადგენს ტექნოლოგიური და ორგანიზაციული ღონისძიებების დამუშავება აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობისა და რესურსის გაზრდისათვის, გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ახალი ტექნოლოგიური პროცესის და მოწყობილობის დასაბუთება, მისი რეჟიმების ოპტიმიზაცია და ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება.

თემის მიზნის გათვალისწინებით დასახული იქნა შემდეგი ამოცანები:

1. აჭარის მთიანი პირობების გავლენა მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობასა და რესურსზე.

2. არსებული გამოკვლევების ანალიზი, აღნიშნული მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის პრინციპულად ახალი, რესურს - და ენერგიადამზოგი ტექნოლოგიის დამუშავების დასაბუთება.

3. მინიტექნიკის კონსტრუქციულ თავისებურებათა ანალიზი და მათი საექსპლუატაციო საიმედოობის ერთეული და კომპლექსური მაჩვენებლების განსაზღვრა აჭარის რეგიონში მუშაობის გათვალისწინებით.

4. მოტობლოკების დეტალების ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება, ყველაზე უფრო გავრცელებული (მოდალური) ცვეთის განსაზღვრა და ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის ხერხის დასაბუთება.

5. გაცვეთილი დეტალების ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით აღდგენისათვის საჭირო მოწყობილობის დამუშავება, დამზადება, გამოცდა.

6. ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით აღდგენილი საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის, სტრუქტურის, ცვეთამდეგობისა და სისალის გამოკვლევა, ოპტიმიზაცია და აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავება.

7. ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება.

8. მცირე მექანიზაციის მანქანების ტენიკური სერვისის ორგანიზაცია აჭარის რეგიონში

## თავი II

### თეორიულ და ექსპერიმენტულ სამუშაოთა მეთოდოლოგია

სადისერტაციო ნაშრომის შესრულებისათვის სამეცნიერო ხელმძღვანელთან ერთად ჩვენს მიერ შედგენილი და შემდგომში რეალიზებული იქნა ზოგადი და კერძო მეთოდოლოგიები თეორიულ-ექსპერიმენტული სამუშაოების ჩატარებისათვისათვის საკვლევე ობიექტების ოპტიმალური რაოდენობის დასაბუთებისათვის, მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის განსაზღვრისა და მათი ალბათურ-სტატისტიკური მოდელების მიღებისათვის, ექსპერიმენტული მოწყობილობის დაპროექტებისა და გაცვეთილი დეტალების აღდგენის რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავებისათვის. კვლევების თეორიულ ბაზად გამოყენებულ იქნა ისეთი თანამედროვე მათემატიკური მეთოდები, როგორცაა ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება, მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორია, ექსტრემალურ ექსპერიმენტების დაგეგმვა და მასობრივი მომსახურების თეორია. ქვემოთ წარმოდგენილია ჩვენს მიერ დამუშავებული და რეალიზებული მეთოდოლოგიები.

#### 2.1 საკვლევე ობიექტების რაოდენობის დასაბუთება

კვლევის ობიექტებად შერჩეული იყო აჭარის რეგიონის რაიონები - ქობულეთი, ხელვაჩაური, ქედა, შუხევი და ხულო, სადაც კონცენტრირებულია მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებები, ამასთან აღნიშნული ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლები ჯერ კიდევ არ არის გამოკვლეული ადგილობრივ პირობებში მუშაობის გათვალისწინებით.

ჩვენი კვლევის ობიექტებს წარმოადგენდნენ ძირითადად მოტობლოკები და მოტოკულტივატორები, რომლებიც დამზადებულია იტალიასა და სხვა ქვეყნებში.

აღნიშნული მეთოდოლოგიის მიხედვით გამოსაკვლევე ობიექტების რაოდენობის შერჩევა ხდება შემდეგნაირად:

1. განისაზღვრება გამოსაკვლევე ობიექტის მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა  $\bar{x}$ , საშუალო კვადრატული გადახრა  $\sigma$  და ვარიაციის კოეფიციენტი  $V$ ;

2. ვარიაციის კოეფიციენტის მიხედვით შეირჩევა გამოსაკვლევი პარამეტრის განაწილების თეორიული კანონი. თუ ვარიაციის კოეფიციენტი  $V=1$  შეირჩევა ექსპონენციალური განაწილების კანონი, თუ  $V < 0,32$  - ნორმალური განაწილების კანონი, ხოლო თუ  $V > 0,32$  - ვეიბულის განაწილების კანონი, იმ შემთხვევაში, როდესაც უცნობია აპრიორული ინფორმაცია, ვარიაციის კოეფიციენტის გამოთვლისათვის, გამოსაკვლევი პარამეტრის განაწილების თეორიულ კანონად ლიაპუნოვის თეორემის მიხედვით [4] შეირჩევა ნორმალური განაწილება.

3. შეირჩევა სანდო ალბათობა  $r$  და ფარდობითი სიზუსტე  $v$  ;

4. სპეციალური ცხრილების ან ნომოგრამების გამოყენებით  $V$  ,  $r$  და  $v$  -ის მიხედვით განისაზღვრება გამოსაკვლევი ობიექტის რაოდენობა. ჩვენი ექსპერიმენტების შემთხვევაში უმეტესად ვარიაციის კოეფიციენტი  $V \leq 0,28$  ,  $v = 0,1$  , ხოლო  $r = 0,25$  .

ამ მონაცემების მიხედვით ვ. მიხლინის მიერ შედგენილი სტატისტიკური ცხრილების გამოყენებით [ 23 ] მივიღეთ გამოსაკვლევი ობიექტების რაოდენობა  $N = 46$  .

კვლევის სიზუსტის გაზრდის მიზნით აღნიშნული შედეგი გავზარდეთ და საბოლოოდ მივიღეთ  $N = 50$  .

## 2.2 მცირე მექანიზაციის ტექნიკის შესახებ სტატისტიკური ინფორმაციის შეგროვება

მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის ერთეული და კომპლექსური მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის მეტად მნიშვნელოვანია სანდო სტატისტიკური მონაცემები მათი მუშაობის შესახებ, რომლებშიც უნდა აისახოს თითოეული მარკის მანქანის მუშაობის დადებითი და უარყოფითი მომენტები, გამოვლინდეს აჭარის თავისებურ პირობებში მომუშავე ყველაზე უფრო დაბალი საიმედოობის მქონე დეტალები და დაისახოს ღონისძიებანი მისი საიმედოობის გაზრდისათვის ყველაზე ნაკლებად საიმედო კვანძების მოდერნიზაციის მიზნით. პროფ. ჯ. კაციტაძის ხელმძღვანელობით დამუშავებული იქნა სპეციალური ჟურნალი (დანართი 1) საიმედოობის შესახებ სტატისტიკური

მონაცემების მისაღებად, სადაც აღინიშნებოდა გამოსაკვლევი მანქანის სახე და მარკა, რეგიონის, რაიონისა და მეურნეობის (ან სოფლის) დასახელება სადაც მუშაობდა მანქანა, მექანიზატორის გვარი და სახელი, დამამზადებელი ქვეყანა, წელი, ძრავის მოდელი, სიმძლავრე, მანქანის სამეურნეო (ან ძრავის) ნომერი, ნამუშევარი მტყუნებაზე, მტყუნების სახე, მიზეზი და მის აღმოფხვრაზე საჭირო დრო, ყველაზე ნაკლებად საიმედო კვანძები და ინტენსიურად ცვეთადი დეტალები, მათი მაქსიმალური ცვეთა და სხვა მონაცემები.

ტექნიკის ნამუშევარი ძირითადად გამოისახებოდა ძრავსაათებში, განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა მტყუნებათა ხასიათს, მიზეზებსა და სირთულის ჯგუფს, იძულებით და რეგლამენტირებულ მოცდენებს, მტყუნებათა აღდგენის დროს და მათ აღმოფხვრაზე საჭირო ფულად დანახარჯებს, ცვეთის შესახებ მონაცემების აღების დროს, გაცვეთილი დეტალის გაზომვა ხდებოდა სამ ადგილზე და აიღებოდა ცვეთის მაქსიმალური მნიშვნელობა.

ჟურნალების შევსება სწარმოებდა სისტემატურად 2015...2017 წლების განმავლობაში. პერიოდულად ხდებოდა ჟურნალების შევსების სისწორის შემოწმება, ხოლო შემდეგ შეგროვილი სტატისტიკური მასალის დამუშავება სპეციალური მეთოდიკის მიხედვით ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირების გამოყენებით.

### **2.3 მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების ცვეთის შესახებ შეგროვილი სტატისტიკური მასალის დამუშავების მეთოდიკა**

აჭარაში მომუშავე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების შესახებ შეგროვილი სტატისტიკური მასალების დამუშავებას ვაწარმოებდით ალბათობის თეორიისა და მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით. ამისათვის გამოყენებული იყო სტატისტიკური მომენტების მეთოდი, რომელიც დაზუსტებული იქნა ჯ. სკაციტაძის მიერ [3].

დაკვირვების შედეგად მიღებული სტატისტიკური რიგის მიხედვით, ხდებოდა ვარიაციული რიგის შედგენა პირობით  $x_1 < x_2 < x_3 \dots < x_n$ , ამის შემდეგ განისაზღვრებოდა ინტერვალთა რიცხვი სტერჟესის ფორმულით:

$$K = 1 + 3,2 \cdot \lambda g N,$$

სადაც  $N$  არის ცდათა რიცხვი.

დეტალების ცვეთის ინტერვალის სიგანე (ბიჯი) გამოითვლება ფორმულით:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{K},$$

სადაც  $x_{\max}$  და  $x_{\min}$  – შესაბამისად დეტალების ცვეთის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობებია.

ამის შემდეგ ხდება სტატისტიკური მომენტების გამოთვლა ფორმულებით:

$$\epsilon_1 = \frac{\sum_{i=1}^K x'_i m_i}{N},$$

$$\epsilon_2 = \frac{\sum_{i=1}^K (x'_i)^2 m_i}{N},$$

$$\epsilon_3 = \frac{\sum_{i=1}^K (x'_i)^3 m_i}{N},$$

$$\epsilon_4 = \frac{\sum_{i=1}^K (x'_i)^4 m_i}{N},$$

$$\sim_2 = \epsilon_2 - \epsilon_1^2,$$

$$\sim_3 = \epsilon_3 - 3\epsilon_2\epsilon_1 + 2\epsilon_1^3,$$

$$\sim_4 = \epsilon_4 - 4\epsilon_3\epsilon_1 + 6\epsilon_2\epsilon_1^2 - 3\epsilon_1^4,$$

$$x' = \frac{x_i - x_0}{h},$$

სადაც:  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$  და  $\epsilon_4$  – შესაბამისად წარმოადგენენ პირველი, მეორე, მესამე და მეოთხე რიგის საწყის მომენტებს;

$\sim_2, \sim_3$  და  $\sim_4$  – მეორე, მესამე და მეოთხე რიგის ცენტრალურ მომენტებს;



$x_i$  – ინტერვალის საშუალო მნიშვნელობა;

$x_0$  –  $x_i$ -ის ისეთი მნიშვნელობა, რომელსაც შეესაბამება მაქსიმალური ემპირიული სიხშირე.

სტატისტიკური მომენტები საშუალებას იძლევიან უფრო მეტი სიზუსტით განისაზღვროს ცვთის მაჩვენებლები.

მათი გაანგარიშების შემდეგ ხდებოდა დეტალების ცვთის განაწილების გენერალური მახასიათებლების განსაზღვრა შემდეგი თანმიმდევრობით:

– ცვთის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა:

$$\bar{x} = x_0 + \epsilon_1 h,$$

– საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$t = h\sqrt{\tilde{z}_2},$$

– ასიმეტრიის კოეფიციენტი:

$$A = \frac{\tilde{z}_3}{\sqrt{\tilde{z}_2^3}},$$

– ექსცესის კოეფიციენტი:

$$S = \frac{\tilde{z}_4}{\tilde{z}_2^2} - 3,$$

– ვარიაციის კოეფიციენტი:

$$V = \frac{t}{x},$$

– საშუალო მნიშვნელობის საშუალო ცდომილება:

$$t_x = \frac{t}{\sqrt{N}},$$

– კვლევის სიზუსტე:

$$u = \frac{t_x}{x},$$

– მედიანა:

$$Me = L + \frac{\left( \frac{\sum_{i=1}^K m_i}{2} - S_g \right)}{m_{Me}},$$

$L$  – მედიანური ინტერვალის დასაწყისია;

$S_g$  – დაგროვილი ფარდობითი სიხშირეა, რომელიც აიღება შემდეგი პირობის დაცვით:

$$S_g \leq \frac{\sum_{i=1}^K m_i}{2},$$

$m_{Me}$  – მედიანურ ინტერვალში მყოფი ინტერვალის ემპირიული სიხშირეა.

დეტალების ცვეთის ყველაზე უფრო გავრცელებული ანუ მოდალური მნიშვნელობა განისაზღვრებოდა ფორმულით:

$$M_o = \bar{x} + 3(Me - \bar{x}),$$

ემპირიული შედეგების აპროქსიმაციისათვის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირებისას თეორიულ კანონად გამოყენებული იყო ექსპონენციალური, ნორმალური და ვეიბულის განაწილებები, რომლებიც საკმარისი ადექვატურობით ასახავენ გამოსაკვლევი მაჩვენებლის ემპირიულ განაწილებას.

თეორიული სიხშირე განისაზღვრებოდა ფორმულით:

$$m_x = Nhf(x),$$

სადაც  $f(x)$  – არის დეტალის ცვეთის განაწილების დიფერენციალური ფუნქცია ანუ ალბათობის სიმკვრივე და მისი განსაზღვრა ხდებოდა თეორიული კანონის მიხედვით შემდეგი ფორმულებით:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x},$$

– ექსპონენციალური განაწილებისათვის;

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}},$$

– ნორმალური განაწილებისათვის;

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b},$$

– ვეიბულის განაწილებისათვის.

მოცემულ ფორმულაში } – არის ცვთის ინტენსივობა,

$$} = \frac{1}{x}$$

$a$  და  $b$  – ვეიბულის განაწილების მუდმივი კოეფიციენტებია და ისინი განისაზღვრებიან ცდით.

## 2.4 ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის შემოწმება

სტატისტიკური მასალის თვალსაჩინოდ გამოსახვისათვის ხდებოდა მათი შედეგების გრაფიკული სახით გამოსახვა ჰისტოგრამების სახით, შემდეგ კი აიგებოდა პოლიგონი ანუ განაწილების ემპირიული მრუდი, შეირჩეოდა საიმედოობის მაჩვენებლის განაწილების თეორიული კანონი, აიგებოდა მისი გრაფიკი და ბოლოს ხდებოდა თეორიული და ემპირიული დიაგრამების ურთიერთდამთხვევის შედარება ვიზუალურად.

მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ საფუძვლიანი მეცნიერული შედეგების მიღება თეორიული და ემპირიული შედეგების შესაბამისი გრაფიკების ვიზუალური შეფასებით ცხადია, საკმაოდ არაზუსტია. განსაკუთრებით არ ამართლებს ეს მეთოდი მაშინ, როდესაც ვარიაციის კოეფიციენტი იცვლება ზღვრებში:  $V = 0,32...0,35$ . ამ შემთხვევაში ადექვატური შეიძლება იყოს როგორც ნორმალური, ასევე ვეიბულის კანონი, ამიტომ ამ დროს სარწმუნო დასკვნის გაკეთება გამწვანებულია.

იმისათვის, რომ უფრო ზუსტად მოხდეს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების ემპირიული და თეორიული განაწილების ურთიერთდამთხვევის შემოწმება, საიმედოობის თეორიაში გამოიყენება შეთანხმების კრიტერიუმები.

აღნიშნული კრიტერიუმები მრავალგვარია მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისათვის ყველაზე უფრო მისაღები კოლმოგოროვისა და პირსონის

კრიტერიუმებია. სწორედ აღნიშნული კრიტერიუმები იქნა გამოყენებული ჩვენს მიერ ემპირიული და თეორიული შედეგების ადექვატურობის შემოწმებისათვის.

კოლმოგოროვის კრიტერიუმების გამოყენებისას ჯერ განისაზღვრებოდა ფარდობითი სიხშირე სტატისტიკურ ინტერვალში ფორმულით:

$$W_i = \frac{m_i}{N}$$

დაგროვილი ფარდობითი სიხშირე:

$$W_{\text{გ}} = \sum_{i=1}^K W_i$$

ხოლო შემდეგ ინტეგრალური ფუნქცია სამივე თეორიული განაწილებისათვის:

$$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}W(t)$$

– ნორმალური განაწილებისათვის;

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x}$$

– ექსპონენციალური განაწილებისათვის;

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b}$$

– ვეიბულის განაწილებისათვის.

$W(t)$  – არის ლაპლასის ინტეგრირებული ფუნქცია და ტოლია:

$$W(t) = \frac{1}{\sqrt{2f}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{s},$$

ამის შემდეგ ხდებოდა } - პარამეტრის განსაზღვრა ფორმულით:

$$\} = \left| W_{\text{გ}} - F(x) \right|_{\max} \sqrt{N},$$

ხოლო } -ს მიხედვით სპეციალური ცხრილებიდან [1,3] ხდებოდა ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის ალბათობის შემოწმება პირობით:

$$P(\}) \geq 0,15$$

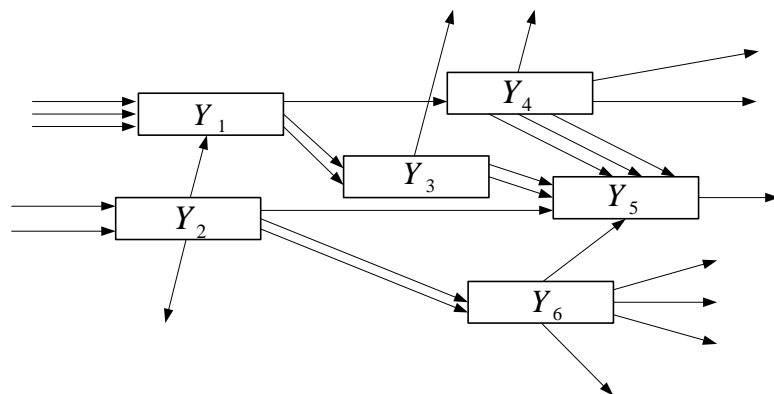
## 2.5 მცირე მექანიზაციის მანქანების საიმედოობის ერთეული და კომპლექსური მაჩვენებლების გაანგარიშების მეთოდოლოგია

უკანასკნელ პერიოდში ჩატარებულია მნიშვნელოვანი გამოკვლევები და დამუშავებულია საიმედოობის ზოგადი თეორია. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ სასოფლო სამეურნეო ტექნიკისათვის მსგავსი გამოკვლევები არასაკმარისია. ავიაციაში, რადიოელექტრონიკაში, ავტომატიკასა და მანქანათმშენებლობაში დამუშავებული საიმედოობის ზოგადი თეორიის გამოყენებისას საჭიროა გათვალისწინებული იქნას სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის კონსტრუქციული თავისებურებანი და მუშაობის სპეციფიკური პირობები და რეჟიმები-მათში სტაციონარული მტყუნებათა ნაკადი იწყება გაცილებით გვიან, ზოგჯერ კი საერთოდ არ იწყება ისე იგზავნება ობიექტი რემონტში.

გარდა ამისა, არარემონტირებადი მანქანებისაგან განსხვავებით, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობა არ არის მუდმივი და დამოკიდებულია სარემონტო-პროფილაქტიკურ ზემოქმედებებზე.

კვლევის ობიექტი - სასოფლო ტექნიკის საიმედოობის მაჩვენებელი ზოგად შემთხვევაში შეიძლება წარმოდგენილი იქნას შემდეგი სიმრავლის სახით: ...  $Y_n = \{Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n\} \dots \dots \dots (1)$

ეს სიმრავლე შეიძლება პირობითად დაიყოს ორ ქვესიმრავლედ:  $y_m$  და  $y_n$ , ე.წ. “შავ” და “ნათელ” ყუთებად (ნახ.2.1)

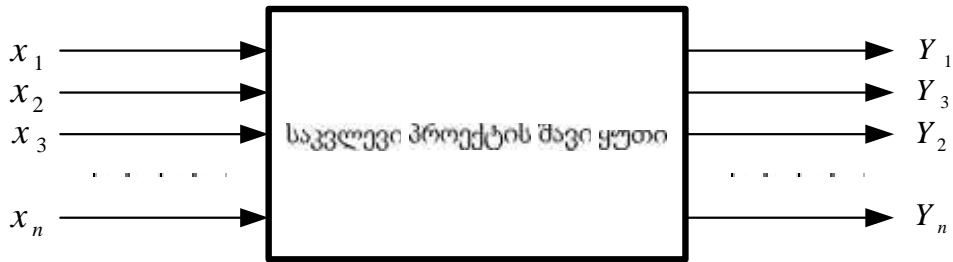


ნახ.2.1 ერთმანეთთან დაკავშირებული პარამეტრების მოდელი.

ნახაზის მიხედვით კვლევის ობიექტი ექსპერიმენტული ამოცანების ქვესიმრავლეებით  $Y_n = \{Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n\}$  და  $Y_m = \{Y_3, Y_6\}$  გამოყოფილია ჩაკეტილი წირით. გამოსაკვლევი ობიექტის კომპონენტებისა და საიმედოობის მაჩვენებლებს შორის კავშირი ნაჩვენებია ისრებით.

ამის შემდეგ შეიძლება შედგენილი იქნას საკვლევი პარამეტრის საწყისი მოდელი -

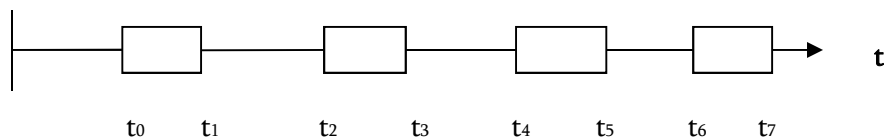
”შავი ყუთი” (ნახ.2.2)



ნახ. 2. 2 საკვლევი ობიექტის საწყისი მოდელი

“ნათელ ყუთსა” და  $y_n$  ქვესიმრავლეს მიეკუთვნებიან ტრადიციული ექსპერიმენტული ამოცანები, ე.ი. ისეთი ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტა ხდება ცნობილი ფიზიკური ან მათემატიკური მოდელებითა და მარტივი ექსპერიმენტებით. “შავი ყუთი” აღნიშნავს ნაკლებად ან ძნელად გამოსაკვლევი ობიექტის კიბერნეტიკულ მოდელს, რომელშიაც შემავალი დამოუკიდებელი ცვლადი სიდიდეები  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  (ფაქტორები) მოქმედებენ  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$  გამომავალ ცვლადებზე (ოპტიმიზაციის პარამეტრებზე). ჩვენს შემთხვევაში ოპტიმიზაციის პარამეტრად შერჩეული იქნება მანქანის საიმედოობის მაჩვენებელი-რესურსი, უმტყუნო მუშაობის ალბათობა, მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი, მზადყოფნის კოეფიციენტი და სხვა.

ნახ.2.3-ზე მოცემულია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ფუნქციონირების სქემა.



ნახ.2.3. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ფუნქციონირების სქემა.

სქემის მიხედვით შესაძლებელია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ფუნქციონირების შემდეგი ეტაპები:

$(t_0 \dots t_1), (t_2 \dots t_3), (t_4 \dots t_5), (t_6 \dots t_7)$  -ტექნიკა მუშაუნარიანია

$(t_1 \dots t_2), (t_3 \dots t_4)$  --ტექნიკა არამუშაუნარიანია - სწარმოებს რეგულირება.

$(t_5 \dots t_6)$  --ტექნიკა არამუშაუნარიანია - სწარმოებს ტექნიკური მომსახურება.

$(t_5 \dots t_6)$  --ტექნიკა არამუშაუნარიანია - სწარმოებს რემონტი.

აღნიშნული გრაფიკი გამოსახავს ერთ რემონტთაშორისო ციკლს და მის მიხედვით შეიძლება ზოგადად შეფასდეს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობა . კერძოდ,რაც

უფრო მოკლეა მონაკვეთები, მით ნაკლებია მანქანის უმტყუნობა.

თუ ეს მონაკვეთები გრძელია და ნაკლებად გვხვდება მონაკვეთები  $(t_1...t_2), (t_3...t_4), (t_5...t_6), (t_7...t_8)$ , - მანქანის საიმედოობა მაღალია.

ზოგად შემთხვევაში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობა რთული ფუნქციაა და შეიძლება ასე იქნეს წარმოდგენილი:

$$\{ (t) = \{ (A, B, C, D, E, K) \dots (2)$$

A – უმტყუნობის მაჩვენებლებია.

B – ხანგამძლეობის მაჩვენებლები.

C – სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლები.

B – შენარჩუნებადობის მაჩვენებლები.

E – საიმედოობის კომპლესური მაჩვენებლები.

K – ფაქტორები, რომლებიც ითვალისწინებენ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის კონსტრუქციულ და მუშაობის თავისებურებებს.

ზოგად შემთხვევაში მანქანის უმტყუნო მუშაობის ალბათობა (უმტყუნობა) იანგარიშება ფორმულით:

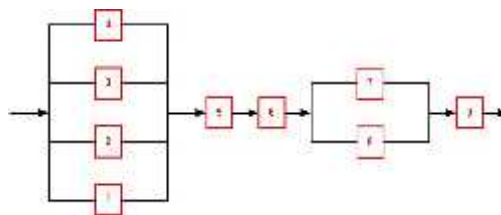
$$P(t) = \frac{e^{-\lambda t}}{\Gamma \sqrt{2f}} \int_t^\infty e^{-\frac{(t-T)^2}{2\Gamma^2}} dt \dots (4)$$

$P(t)$  – მანქანის უმტყუნო მუშაობის ალბათობა

$\sigma$  – საიმედოობის მაჩვენებლის საშუალო კვადრატული გადახრა.

T – უმტყუნო მუშაობის დროის მათემატიკური ლოდინი

ჩვენს მიერ დამუშავებულის მეთოდიკა მანქანების საიმედოობის გაანგარიშების მეთოდიკა მისი სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემის მიხედვით, რომელიც ითვალისწინებს შემადგენელი ელემენტების შეერთების ხასიათს - მიმდევრობითს, პარალელურს და შერეულს. მისი რეალიზაცია ნაჩვენებია ოთხცილინდრიანი მანქანის ძრავის მაგალითზე, რომლის სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემა ნაჩვენებია ნახ. 2.4-ზე.



ნახ. 2.4 ოთხცილინდრიანი მანქანის ძრავის ელემენტების შეერთების სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემა

ამ სქემის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ძრავის უმტყუნობა, თუ თითოეული ელემენტის

$$P_i(t) = 0.85$$

$$P(t) = P_{1...4}(t) \cdot P_5(t) \cdot P_6(t) \cdot P_{7...8}(t) \cdot P_9(t) =$$

$$\left( (1 - (1 - 0.85)^4) \cdot 0.85 \cdot 0.85 \cdot (1 - (1 - 0.85)^2) \right) \cdot 0.85 = 0.58...$$

როგორც ადრე აღვნიშნეთ აჭარაში მცირე მექანიზაციის მანქანების მუშაობა დაკავშირებულია დამატებით სირთულეებთან, რომლებიც გამოწვეულია მთიანი ზონის გამო წნევის მნიშვნელოვანი შემცირებით და ძრავის მუშაობის უნარის დაქვეითებით, ნიადაგის დახრილობით და ტალღოვანი ექსპოზიციით, მცირე კონტურიანობით, აბრაზიული ნაწილაკებით, მაღალი ნესტიანობით და განსაკუთრებით ნიშანცვლადი დინამიკური ძალებით.

ყველა ეს ფაქტორი არსებით გავლენას ახდენს მანქანების საიმედოობაზე და იწვევს მათი რესურსის შემცირებას. ი. ჯებაშვილის მიერ ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ სამთო პირობებში მუშაობისას მანქანების მუშაუნარიანობაზე მეტად უარყოფით გავლენას ახდენს დატვირთვის რეჟიმი, ვიდრე სიჩქარითი. იგივე ავტორის მიერ დასაბუთებულია, რომ ამ დროს დეტალების ცვეთის ინტენსივობა იზრდება 1,5...2-ჯერ. აღნიშნულის გათვალისწინებით ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა ჯ. კაციტაძისა და ნ. სარჯველაძის მიერ დამუშავებული სპეციალური მეთოდისა [3] ტექნიკის საიმედოობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების გაანგარიშებისათვის.

აღნიშნული მეთოდისა ითვალისწინებს საიმედოობის გასაანგარიშებელ კლასიკურ ფორმულებში  $K$  კოეფიციენტს, რომელიც გამოხატავს მთიანი პირობების გავლენას სასოფლო-სამეურნეო მანქანებზე და ტოლია:

$$K = \frac{H_1}{H},$$

$H_1$  – მანქანის საშუალო ნამუშევარი მტყუნებაზე აჭარის სამთო პირობებში მუშაობისას, ძრ.სთ.

$H$  – იგივე პარამეტრი ვაკე პირობებში მუშაობისას, ძრ.სთ.

მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო



საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა ხდებოდა შემდეგი ფორმულების გამოყენებით:

– უმტყუნო მუშაობის ალბათობა:

$$\bar{P}(H) = \frac{N-n}{N}$$

$$P(H) = Ke^{-\lambda H}$$

– ექსპონენციალური განაწილებისათვის;

$$P(H) = K \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} w(t) \right)$$

– ნორმალური განაწილებისათვის;

$$P(H) = Ke^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b}$$

– ვეიბულის განაწილებისათვის.

სადაც  $\bar{P}(H)$  და  $P(H)$  – შესაბამისად წარმოადგენენ უმტყუნო მუშაობის ალბათობის ემპირიულ და თეორიულ მნიშვნელობებს.

$H$  – ნამუშევარი, ძრ.სთ;

$N$  – მთლიან ცდათა რიცხვი;

$n$  – მტყუნებათა რიცხვი გამოცდისას;

$\lambda$  – მტყუნებათა ინტენსივობა:

$$\lambda = \frac{1}{H}, \text{ ძრ. სთ.}^{-1},$$

$\bar{H}$  – არის ნამუშევრის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა.

ამის შემდეგ ვახდენდით სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის კომპლექსური მაჩვენებლების გაანგარიშებას:

– მზადყოფნის კოეფიციენტი:

$$K_{\text{მზ}} = \frac{t_1}{t_1 + t_2},$$

– ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი:

$$K_{\text{ტ.გ.}} = \frac{T_1}{T_1 + T_2},$$

$t_1$  – მანქანის გამართულად მუშაობის დროა, სთ.;

$t_2$  – მოცდენის დრო, სთ.;

$T_1$  – უმტყუნო მუშაობის დრო, სთ.;

$T_2$  – მტყუნების აღმოფხვრაზე საჭირო დრო, სთ.

## 2.6 მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობის პროგნოზირება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით აჭარის რეგიონისათვის

იმისათვის, რომ მოვახდინოთ მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების პროგნოზირება პერსპექტივაში, რაც საკმაოდ რთული ამოცანაა, ვსარგებლობთ ჩვენს მიერ დამუშავებულ მეთოდიკას, რომელიც დამყარებულია უმცირეს კვადრატთა მეთოდზე და ითვალისწინებს ტექნიკის რაოდენობის ზრდას. ქვემოთ წარმოდგენილია მეთოდიკის ძირითადი ასპექტები:

კავშირი ტექნიკის რაოდენობასა და წლის რიგით ნომერს შორის შეიძლება გამოსახული იქნეს შემდეგი სახით:

$$K_{\phi} = at_i + b$$

$a$  და  $b$  კოეფიციენტებია, რომლებიც განისაზღვრებიან ზემოთ მოცემული სტატისტიკური მასალის გამოყენებით.

მეთოდიკის მიხედვით კოეფიციენტების შეფასება იქნება ყველაზე უფრო სააღბათო თუ სრულდება პირობა:

$$\sum_{i=1}^n (K_{\phi} - at_i - b)^2 \rightarrow \min$$

აღნიშნული პირობის შესრულებისათვის ვახდენთ განტოლების გაწარმოებას ჯერ  $b$ , ხოლო შემდეგ  $a$ -თი, მივიღებთ:

$$\frac{\partial}{\partial b} \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right)^2 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial a} \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right)^2 = 0$$

$$\text{ან} \quad \begin{cases} -2 \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right) = 0 \\ -2 \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right) t_i = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} nb + a \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n K_{pi} \\ b \sum_{i=1}^n t_i + a \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i \cdot K_{pi} \end{cases}$$

განვსაზღვროთ  $b$  კოეფიციენტი:

$$b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{pi} - \frac{a}{n} \sum_{i=1}^n t_i \bar{K}_{pi} + a \bar{t}$$

სადაც  $\bar{K}_{pi}$  და  $a \bar{t} - \bar{K}_{pi}$  საშუალო მნიშვნელობებია. საბოლოოდ მიიღება :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n t_i K_{pi} - \bar{t} \sum_{i=1}^n K_{pi}}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \bar{t} \sum_{i=1}^n t_i}$$

$$b = \frac{\frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n K_{pi} \right) \sum_{i=1}^n t_i^2 - \left( \bar{t} \sum_{i=1}^n t_i \right) \left( \bar{t} \sum_{i=1}^n K_{pi} \right)}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

ანალოგიური გაანგარიშება შესაძლებელია ალტერნატიულად შემდეგი ფორმულით:

$$y = ax + b$$

სადაც  $a = tg \{ \alpha \}$  ;  $\alpha$  - არის კუთხე, რომელსაც მიღებული წრფე ადგენს  $ax$  ღერძის დადებით მიმართულებასთან, ხოლო წრფე გადაადგილებულია კოორდინატთა სათავიდან  $b$  სიდიდით.  $a$  და  $b$  კოეფიციენტები გაანგარიშებისათვის ვახდენთ შემდეგი განტოლებების შედგენას:

$$y_1 = 0 \cdot a + b$$

$$y_2 = 1 \cdot a + b$$

$$y_3 = 2 \cdot a + b$$

$$y_4 = 3 \cdot a + b$$

$$y_5 = 4 \cdot a + b$$

$$y = 5a + b$$

პირველ მახასიათებელ განტოლებას აქვს სახე:

$$y = 15a + 6b$$

სადაც:

$$y = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6$$

შემდეგ ხდება შემდეგი სახის განტოლებების შედგენა:

$$y_1^2 = 0 \cdot a \cdot y_1 + b \cdot y_1;$$

$$y_2^2 = 1 \cdot a \cdot y_2 + b \cdot y_2;$$

$$y_3^2 = 2 \cdot a \cdot y_3 + b \cdot y_3;$$

$$y_4^2 = 3 \cdot a \cdot y_4 + b \cdot y_4;$$

$$y_5^2 = 4 \cdot a \cdot y_5 + b \cdot y_5.$$

$$y_6^2 = 5 \cdot a \cdot y_6 + b \cdot y_6$$

მეორე მახასიათებელ განტოლებას აქვს სახე:

$$y = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2 + y_6^2$$

ორივე სახის მახასიათებელი განტოლებების ამოხსნით ხდება ორივე  $a$  და  $b$  კოეფიციენტების გამოთვლა და მათი შედარება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით მიღებულ შედეგებთან.

შემდეგ თავში მოცემულია ჩვენს მიერ წარმოდგენილი მეთოდის რეალიზაცია აჭარისათვის.

### თავი III

#### აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა

##### 3.1 ძირითადი ტერმინები და განსაზღვრებები საიმედოობისა და სერვისის შესახებ ახალი სტანდარტის მიხედვით

როგორც აღვნიშნეთ, ამჟამად საიმედოობა მსოფლიო მნიშვნელობის პრობლემაა და საჭირო შეიქმნა ახალი სტანდარტის (ISO) მიხედვით მომხდარიყო ყველა ტერმინის დაკანონება, რადგანაც არ მოხდეს მათი ინტერპრეტირება სხვადასხვა მეცნიერის მიერ. მანქანათა საიმედოობაში ყველა ტერმინი სტანდარტიზებულია და განიხილება ტექნიკური ობიექტის მიმართ.

**ტექნიკური ობიექტი** არის განსაზღვრული მიზნობრივი დანიშნულების საგანი, რომელიც განიხილება დაპროექტების, დამზადების, გამოყენებისა და გამოცდის სტადიებში.

ობიექტი შეიძლება იყოს ტექნიკური სისტემები და მათი ელემენტები, მოწყობილობები, მანქანები, აპარატები, ხელსაწყოები და მათი ნაწილებ აგრეგატები, კვანძები და ცალკეული დეტალები.

**ტექნიკური სისტემა** არის ერთდროულად მოქმედი ელემენტების ერთობლიობა, რომლის დანიშნულებაცაა მოცემული ფუნქციების დამოუკიდებლად შესრულება.

**სისტემის ელემენტი** არის სისტემის ნაწილი დეტალი, კვანძი, აგრეგატი, რომლის დანიშნულებაცაა მოცემული ფუნქციების შესრულება..

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა – ტრაქტორები, ავტომობილები, კომბაინები და სხვა. შეიძლება განხილული იქნას როგორც სისტემები, რომლებიც შედგებიან ცალკეული ელემენტებისაგან (კვანძებისაგან). კვანძებიც თავის მხრივ შეიძლება განხილული იქნას როგორც სისტემა, რომელიც შედგება ცალკეული დეტალისაგან.

**პროდუქცია** არის შრომითი საქმიანობის პროცესის მატერიალიზებული შედეგი, რომელიც მიიღება, განსაზღვრულ ადგილას, დროის განსაზღვრულ ინტერვალში და განკუთვნილია მომხმარებლისათვის საჭირო მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. პროდუქცია ორი სახისაა: ნაკეთობა და პროდუქტი.

**ნაკეთობა** არის სამრეწველო პროდუქციის ერთეული, რომლის რაოდენობა გამოისახება ცალობით.

**პროდუქტი** – საწარმოო მუშაობის შედეგი ( ნავთობპროდუქტი, ქსოვილი, მარცვალი, ხორცი და სხვ.) პროდუქტის რაოდენობა გამოისახება უწყვეტი სიდიდით და განისაზღვრება კგ-ით, ტონობით, მ<sup>3</sup>-ით და ა.შ.

**პროდუქტის თვისება** – ობიექტური თავისებურება, რომელიც შეიძლება გამოვლინდეს პროდუქციის შექმნის, ექსპლუატაციის ან მოხმარების დროს.

**მოხმარება** – პროდუქტისა და ნაკეთობათა ხარჯი მათი გამოყენებისას.

**პროდუქციის ხარისხი** – თვისებების ერთობლობა, რომლებიც განაპირობებენ პროდუქციის ვარგისობას დააკმაყოფილოს განსაზღვრული მოთხოვნილებები მისი დანიშნულების შესაბამისად. პროდუქციის ხარისხი ხასიათდება მთელი რიგი თვისებებით, რომლებიც პირობით შეიძლება დაიყოს ხუთ ჯგუფად: 1.საექსპლუატაციო მაჩვენებლები და მოხმარებითი (მაგალითად, ტრაქტორებისათვის – სიმძლავრე, სიჩქარე, საწვავის ხარჯი, ჩარხისათვის – სიზუსტე, მწარმოებლურობა, ავტომატიზაციის ხარისხი და აშ..) 2. საიმედოობა; 3. ტექნოლოგიურობა; 4. ესთეტიკის მაჩვენებლები (ფიზიოლოგიური და ჰიგიენური მაჩვენებლები, მუშაობის მოხერხებულობა და ა.შ. ) 5. სტანდარტიზაცია, უნიფიკაციისა და ურთიერთშეცვლადობის ხარისხი;

**ენერგომოცულობა** – ობიექტის თვისება, რომელიც ახასიათებს სისტემას ადამიანი – ნაკეთობა ( კერძოდ ადამიანი – მანქანა) და ითვალისწინებს ადამიანის ჰიგიენურ, ანტროპომეტრულ, ფიზიოლოგიურ და ფსიქოლოგიურ თვისებათა კომპლექსს, რომელიც გამოვლინდება საწარმოო და საყოფაცხოვრებო პროცესში.

**ეკოლოგიურობა** – ობიექტის თვისება, რომელიც ახასიათებს მის მავნე ზემოქმედების დონეს გარემოზე ობიექტის ექსპლუატაციის დროს.

**საიმედოობა** – არის ობიექტის თვისება შეინარჩუნოს დროში, დადგენილ ზღვრებში, ყველა პარამეტრის მნიშვნელობა, რომელიც ახასიათებს გამოყენების, ტექნიკური მომსახურების, რემონტის, შენახვისა და ტრანსპორტირების მოცემულ რეჟიმებსა და პირობებში მოთხოვნილი ფუნქციების შესრულების უნარს.

**უფრო მარტივად საიმედოობა** ობიექტის კომპლექსური თვისებაა, რომელიც მისი დანიშნულებისა და ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით შეიცავს უმტყუნებლობას, ხანგამძლეობას, სარემონტოდ ვარგისობას და შენარჩუნებადობას.

**უმტყუნებლობა** ობიექტის თვისებაა განუწყვეტლივ შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი გარკვეული ნამუშევრის ან დროის განმავლობაში.

**ხანგამძლეობა** – ობიექტის თვისება შეინარჩუნოს მუშაობის უნარი ზღვრული მდგომარეობის დადგომამდე ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის დადგენილი სისტემის დროს.

**სარემონტოდ ვარგისობა** – ობიექტის თვისება შეესაბამებოდეს მტყუნებათა და დაზიანებათა აღმოჩენას და აღმოფხვრას ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის ჩატარების გზით.

**შენარჩუნებადობა** – ობიექტის თვისება შეინარჩუნოს უმტყუნებლობის, ხანგამძლეობის და სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლების მნიშვნელობანი შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს და მათ შემდეგ.

**წესივრულობა** – ობიექტის მდგომარეობა, რომლის დროსაც იგი შეესაბამება ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტაციის დადგენილ ყველა მოთხოვნას.

**მუშაობის უნარი** – ობიექტის მდგომარეობა, რომელის დროსაც ყველა პარამეტრის მნიშვნელობანი, რომელებიც ახასიათებენ მოცემული ფუნქციების შესრულების უნარს, შეესაბამებიან ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მოთხოვნებს.

**მუშაობის უნარის უქონლობა** – ობიექტის მდგომარეობა, რომლის დროსაც თუ გინდ ერთი იმ პარამეტრთაგანის მნიშვნელობა, რომელიც ახასიათებს მოცემული ფუნქციების შესრულების უნარს, არ შეესაბამება ნორმატიულ ტექნიკური დოკუმენტაციის მოთხოვნებს.

**ზღვრული მდგომარეობა** – ობიექტის მდგომარეობა, რომლის დროსაც მისი შემდგომი გამოყენება დანიშნულების მიხედვით დაუშვებელია ან არ არის მიზანშეწონილი.

**დაზიანება** – ხდომილობა, რომელიც მდგომარეობს ობიექტის წესივრულობის დარღვევაში მუშაობის უნარის შენარჩუნებით.

**მტყუნება** – ხდომილობა, რომელიც მდგომარეობს ობიექტის მუშაობის უნარის დაკარგვაში.

**აღსადგენი ობიექტი** – ობიექტი, რომლისათვისაც განსაზღვრულ სიტუაციაში მუშაობის უნარის აღდგენა გათვალისწინებულია ნორმატიულ-ტექნიკური ან საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციით.

**არაღსადგენი ობიექტი** – ობიექტი, რომლისთვისაც განხილულ სიტუაციაში მუშაობისუნარის აღდგენა არ არის გათვალისწინებული ნორმატიულ-ტექნიკური ან საკონსტრუქტორო დოკუმენტაციით.

**ტექნიკური რესურსი** – ობიექტის ნამუშევარი მისი ექსპლუატაციის დაწყებიდან ზღვრულ მდგომარეობამდე.

**გამოსადეგობის ვადა** – ობიექტის მუშაობის კალენდარული ხანგრძლივობა ექსპლუატაციის დაწყებიდან ზღვრულ მდგომარეობამდე.

**შენარჩუნებადობის ვადა** – ობიექტის შენახვისა და ტრანსპორტირების კალენდარული ხანგრძლივობა, რომლის განმავლობაში და რომლის შემდეგ შენარჩუნებული იქნება დადგენილ ზღვრებში უმტყუნებლობის, ხანგამძლეობისა და სარემონტოდ ვარგისობის მაჩვენებლების მნიშვნელობები.

**მუშაობის უნარის აღდგენის დრო** – ობიექტის მუშაობის დროის აღდგენის ხანგრძლივობა.

**უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა** – ალბათობა იმისა, რომ მოცემული ნამუშევრის ან დროის განმავლობაში მტყუნება არ მოხდება.

**საშუალო ნამუშევარი მტყუნებამდე** – ობიექტის პირველ მტყუნებამდე ნამუშევრის მათემატიკური ლოდინი( საშუალო მნიშვნელობა).

**გამა-პროცენტული ნამუშევარი მტყუნებამდე** – ნამუშევარი, რომლის განმავლობაში ობიექტის მტყუნება არ მოხდება  $Y\%$  ალბათობით.

**საშუალო ნამუშევარი მტყუნებაზე** – აღსადგენი ობიექტის ნამუშევრის შეფარდება ამ ნამუშევრის განმავლობაში მისი მტყუნებათა რიცხვის მათემატიკური ლოდინთან.



**მტყუნებათა ინტენსივობა** – აღსადგენი ობიექტის მტყუნებათა წარმოშობის პირობითი ალბათობის სიმკვრივე, რომელიც განიხილება დროის მოცემულ მომენტში იმ პირობით, რომ ამ მომენტამდე მტყუნება არ მომხდარა.

**მტყუნებათა ნაკადის პარამეტრი** - არააღსადგენი ობიექტის მტყუნებათა წარმოშობის პირობითი ალბათობის სიმკვრივე, რომელიც განიხილება დროის მოცემულ მომენტში იმ პირობით, რომ ამ მომენტამდე მტყუნება არ მომხდარა.

**საშუალო რესურსი** – რესურსის მათემატიკური ლოდინი.

**გამა-პროცენტული რესურსი** – ნამუშევარი, რომლის გამნავლობაში ობიექტი არ მიაღწევს ზღვრულ მდგომარეობას მოცემული ალბათობით,  $\Upsilon\%$

**დანიშნული რესურსი** – ობიექტის ჯამური ნამუშევარი, რომლის შემდეგ მისი გამოყენება დანიშნულების მიხედვით უნდა შეწყდეს.

**საშუალო გამოსადეგობის ვადა** – გამოსადეგობის ვადის მათემატიკური ლოდინი.

**გამა-პროცენტული გამოსადეგობის ვადა** – კალენდარული ხანგრძლივობა ობიექტის ექსპლუატაციის დაწყებიდან, რომლის განმავლობაში იგი არ მიაღწევს ზღვრულ მდგომარეობას მოცემული ალბათობით,  $\Upsilon\%$

**დანიშნული გამოსადეგობის ვადა** – ობიექტის ექსპლუატაციის კალენდარული ხანგრძლივობა, რომლის შემდეგ მისი გამოყენება დანიშნულების მიხედვით უნდა შეწყდეს.

**მუშაობის უნარის აღდგენის ალბათობა** – ალბათობა იმისა, რომ ობიექტის მუშაობის უნარის აღდგენის დრო არ გადააჭარბებს მოცემულს.

**მუშაობის უნარის აღდგენის დროის მათემატიკური ლოდინი** – ობიექტის მუშაობის უნარის აღდგენის დროს მათემატიკური ლოდინი.

**საშუალო შენარჩუნებადობის ვადა** – ვადის მათემატიკური ლოდინი.

**გამა-პროცენტული შენარჩუნებადობის ვადა** – შენახულობის ვადა, რომელიც მიღწეული იქნება ობიექტის მიერ მოცემული ალბათობით,  $\Upsilon\%$ .

**მზადყოფნის კოეფიციენტი** – ალბათობა იმისა, რომ ობიექტი აღმოჩნდება მუშაობის უნარიანი დროის ნებისმიერ მომენტში, გარდა დაგეგმილი პერიოდებისა,

რომელთა განმავლობაში დანიშნულების მიხევით ობიექტის გამოყენება არ არის გათვალისწინებული.

**ოპერატიული მზადყოფნის კოეფიციენტი** – ალბათობა იმისა, რომ ობიექტი აღმოჩნდება მუშაობის უნარიანი დროის ნებისმიერ მომენტში, გარდა დაგეგმილი პერიოდებისა, რომელთა განმავლობაში დანიშნულების მიხედვით ობიექტის გამოყენება არ არის გათვალისწინებული და ამ მომენტიდან დაწყებული იმუშავებს მტყუნების გარეშე დროის მოცემული ინტერვალის განმავლობაში.

**ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი** – ექსპლუატაციის გარკვეულ პერიოდში ობიექტის მუშაობაში ყოფნის დროის ინტერვალის მათემატიკური ლოდინის შეფარდება იმავე პერიოდში ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტებით გამოწვეული მოცდენების დროის ინტერვალის მათემატიკური ლოდინთა ჯამთან.

**დამოუკიდებელი მტყუნება** – ობიექტის მტყუნება, რომელიც განპიროვნებული არ არის სხვა ობიექტის მტყუნებით.

**დამოკიდებული მტყუნება** – ობიექტის მტყუნება, რომელიც განპირობებულია სხვა ობიექტის მტყუნებით.

**უეცარი მტყუნება** – მტყუნება, რომელიც ხასიათდება ობიექტის ერთი ან რამდენიმე მოცემული პარამეტრის მნიშვნელობის ნახტომისებური ცვლილებით.

**თანდათანობითი მტყუნება** - მტყუნება, რომელიც ხასიათდება ობიექტის ერთი ან რამდენიმე მოცემული პარამეტრის მნიშვნელობის თანდათანობითი ცვლილებით

**თვითაღმოფხვრადი მტყუნება** – მტყუნება, რომელიც იწვევს ობიექტის მუშაობის უნარის დროებით დაკარგვას.

**კონსტრუქციული მტყუნება** – მტყუნება, რომელიც წარმოიშობა ობიექტის კონსტრუირების დადგენილი წესებისა და ნორმების დარღვევის შედეგად.

**საწარმოო მტყუნება** – მტყუნება, რომელიც წარმოიშობა ობიექტის დამზადების ან რემონტით დადგენილი ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევის შედეგად.

**საექსპლუატაციო მტყუნება** – მტყუნება, რომელიც წარმოიშობა ობიექტის ექსპლუატაციის დადგენილი წესებისა და პირობების დარღვევის შედეგად.

**დარეზერვება** – დამატებით სამუშაოთა და შესაძლებლობათა გამოყენება ობიექტის მუშაობის უნარს შესანარჩუნებლად, მისი ერთი ან რამდენიმე ელემენტის მტყუნების შემთხვევაში.

**ძირითადი ელემენტი** – ობიექტის სტრუქტურული ელემენტი, რომელიც აუცილებელია ობიექტის მიერ მოცემული ფუნქციების შესრულებისათვის.

**სარეზერვო ელემენტი** – ობიექტის ელემენტი, რომლის დანიშნულებაა ძირითადი ელემენტის ფუნქციის შესრულება ამ უკანასკნელის მტყუნების დროს.

**რეზერვი** – დამატებით საშუალებათა ერთობლიობა, რომლებიც გამოიყენება დარეზერვებისათვის.

**დატვირთული რეზერვი** – რეზერვი რომელიც შეიცავს ერთ ან რამდენიმე სარეზერვო ელემენტს, რომლებიც იმყოფებიან ძირითადი ელემენტის რეჟიმში.

**შემსუბუქებული რეზერვი** – რეზერვი, რომელიც მოიცავს ერთ ან რამდენიმე სარეზერვო ელემენტს, რომლებიც უფრო ნაკლებად დატვირთული იმყოფებიან, ვიდრე ძირითადი ელემენტი.

**დაუტვირთავი რეზერვი** – რეზერვი, რომელიც შეიცავს ერთ ან რამდენიმე სარეზერვო ელემენტს, რომლებიც იმყოფებიან დაუტვირთავ რეჟიმში, მათ მიერ ძირითადი ელემენტების ფუნქციების შესრულებამდე.

**დარეზერვების ჯერადობა** – ძირითადი და სარეზერვო ელემენტების რაოდენობის ფარდობა, რომელიც გამოისახება უკვეცი წილადით.

**დუბლირება** – დარეზერვება, რომელის დარეზერვების ჯერადობა ერთის ტოლია.

**სტრუქტურული დარეზერვება** – დარეზერვება, რომელიც ითვალისწინებს ობიექტის სტრუქტურის სარეზერვო ელემენტების გამოყენებას.

**დროით დარეზერვება** – დარეზერვება, რომელიც ითვალისწინებს დროის რეზერვებს.

**ინფორმაციული დარეზერვება** – დარეზერვება, რომელიც ითვალისწინებს ინფორმაციის რეზერვებს.

**ფუნქციური დარეზერვება** – დარეზერვება, რომელიც ითვალისწინებს ფუნქციის რეზერვების გამოყენებას.

**ტექნიკური მომსახურება** - ოპერაციის ან ოპერაციათა კომპლექსია მანქანის მუშაუნარიანობისა და წესივრობის შენარჩუნებისათვის .

**რემონტი** – ოპერაციათა კომპლექსია ობიექტის წესივრობის, რესურსისა და მუშაუნარიანობის აღდგენისათვის.

**ტექნიკური მომსახურების სისტემა** – ურთიერთდაკავშირებულ საშუალებათა და დოკუმენტაციის ერთობლიობა, რომელიც საჭიროა ამ სისტემაში შემავალი ობიექტის ხარისხის შენარჩუნებისა და აღდგენისათვის.

**კაპიტალური რემონტი** – რემონტი რომელიც უზრუნველყოფს ობიექტის წესივრობასა და რესურსის აღდგენას მისი ცალკეული ნაწილების შეცვლით ან აღდგენით საბაზო ელემენტების ჩათვლით.

**მიმდინარე რემონტი** – რემონტი, რომელიც უზრუნველყოფს ობიექტის მუშაუნარიანობაში შენარჩუნებას ან აღდგენას ცალკეული ნაწილების შეცვლით ან აღდგენით.

**სერვისი** – მომსახურება (ინგლისური სიტყვიდან - სერვიცე)

**ბიზნესი** - ორგანიზაციული მართვის ისეთი სისტემაა, რომელიც წარმოებას ხდის მაღალრენტაბელურს, აძლევს მოგებას როგორც ორგანიზაციას, ასევე პიროვნებას, ანუ ბიზნესი არის საქმიანობა, რომელიც დაკავშირებულია გამდიდრებასთან და წარმოადგენს პირადი გამდიდრების წყაროს.

**ბიზნესმენი** – პირი, რომელიც მისდევს ბიზნესს, საქმიანობას.

**დილერი** – შუამავალი დამამზადებელი ქარხანასა და საქონელმწარმოებელს შორის, რომელიც უზრუნველყოფს ტექნიკის გაყიდვასა და ტექნიკურ სერვისს.

**დილერული საწარმო** – საწარმო, რომელიც ასრულებს საშუამავლო ფუნქციებს დამამზადებელ-ქარხანასა და საქონლის მწარმოებელს შორის და გააჩნია დამოუკიდებელი იურიდიული პირის სტატუსი.

**დილერული პუნქტი** – პუნქტი, რომელიც ასრულებს დილერის ფუნქციას.

**ტექნიკური სერვისის დილერული სამსახური** – სამსახური, რომლის ორგანიზაციულ საფუძველს წარმოადგენს საშუამავლო მოღვაწეობა დამამზადებელ ქარხანასა და საქონელმწარმოებელს შორის ტექნიკურ სერვისზე, ტექნიკაზე, რომლის რეალიზაცია ხდება დილერის მიერ.

**ტექნიკური სერვისის დილერული სისტემა** – სისტემა, რომლის დროსაც ტექნიკის სერვისს ასრულებს დილერი.

**დილერული ზონა** – ერთი და იგივე პირობების მქონე გეოგრაფიულად განლაგებული ადმინისტრაციული დანაყოფების პირობითი დაყოფა დილერების საქმიანობისათვის, რომლებიც განსაზღვრავენ დამამზადებელი ქარხნის არსებობას.

**დამოკიდებული დილერი** – დილერი, რომელიც იმყოფება დამამზადებელი ქარხნის პატრონაჟის ქვეშ.

**დამოუკიდებელი დილერი** – დილერი, რომელიც ახორციელებს ერთდროულად რამდენიმე დამამზადებელ ქარხნის ტექნიკის რეალიზაციასა და მომსახურებას.

**ლიზინგი სრული ტექნიკური სერვისით** – ლიზინგი, რომლის დროსაც არენდის მიმცემი ასრულებს არენდის მიმღების მქონე ტექნიკის ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტს სრული მოცულობით.

**მარკეტინგი** – ტექნიკაზე მოთხოვნასა და მისი ტექნიკური სერვისის ხარისხის გავლენის შესწავლა რეალიზაციის მოცულობაზე.

**სარემონტო-სამომსახურეო საწარმოთა სერთიფიკაცია** – ღონისძიებანი საწარმოთა ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონის შეფასებისათვის ორგანიზაციის ტექნიკური აღჭურვილობის, ტექნოლოგიურობის, ეკონომიკურობის და ეკოლოგიურობის ფაქტიური ღონის დადგენისათვის ტექნიკური სერვისის ხარისხიანად შესრულებისათვის.

**დილერული პუნქტის ტიპური სქემა** – სქემა, რომელიც შეიძლება განხილული იქნას როგორც საფუძველი დილერული პუნქტის შექმნისათვის და რომელიც ითვალისწინებს ორგანიზაციულ ღონისძიებებს.

### **3.2 მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა**

ჩვენს მიერ აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების საიმედოობის შეფასებისათვის 2015...2017 წლებში ხდებოდა სტატისტიკური მასალის შეგროვება წინასწარ შედგენილი ჟურნალების მიხედვით ქობულეთის,

შუახვევის, ხულოს და ქედის მუნიციპალიტეტების ყველა სოფელში. თითოეულ მანქანაზე ხდებოდა მტყუნებათა ფიქსირება, მათი სახის დადგენა და აღმოფხვრაზე საჭირო დროის აღრიცხვა (დანართი 2).

მიღებული სტატისტიკური მასალების მათემატიკური დამუშავება და საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა ხდებოდა პროფესორ ჯემალ კაციტაძის მიერ დამუშავებული მეთოდის მიხედვით [ 3]. ქვემოთ წარმოდგენილია მცირე მექანიზაციის მტყუნებათა სტატისტიკური რიგი. აჭარაში არსებული სასოფლო-სამეურნეო მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის სტატისტიკური მაჩვენებლების შეგროვების დროს ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო შემდეგი გეგმები:

საიმედოობაზე გამოცდის გეგმის შერჩევა ხდებოდა სტანდარტის შესაბამისად რომელიც ითვალისწინებს ხუთ გეგმას: NUN, NUT, NUR, NRT და NRr. მოცემულ გეგმებში ლათინური აღნიშვნები გამოსახავს შემდეგს:

N - საიმედოობაზე გამოსაცდელი მანქანების რაოდენობა;

T - საიმედოობაზე გამოცდის დრო;

R - მტყუნებათა რიცხვი საიმედოობაზე გამოცდის დროს;

U - მტყუნების მომცემი მანქანის შეცვლა.

მონაცემების მიხედვით შედგენილია ხუთი სამუშაო გეგმა:

1. უმტყუნობის მაჩვენებლების შეფასების გეგმა NRT;

2. ხანგამძლეობის მაჩვენებლების შეფასების გეგმა NUT;

3. რემონტვარგისობის და შენარჩუნებადობის მაჩვენებლების შეფასების გეგმები NUN და NRT;

4. საიმედოობის კომპლექსური მაჩვენებლების შეფასების გეგმები

NUN, NUT, NRT.

R- მტყუნების მომცემი მანქანის შეცვლა

წარმოებულ ჟურნალებში პერიოდულად ხდებოდა ჟურნალების შევსების სისწორის შემოწმება, ხოლო შემდეგ შეგროვილი სტატისტიკური მასალის დამუშავება ხდებოდა სპეციალური მეთოდის მიხედვით ალბათურ-

სტატისტიკური მოდელირების გამოყენებით. სტატისტიკური ანალიზის შედეგად მიღებული იქნა შემდეგი სტატისტიკური რიგი.

200; 201; 204; 210; 230; 200; 300; 210; 310; 400; 300; 290; 220; 224; 210; 330; 400; 350; 360; 380; 400; 384; 390; 350; 360; 420; 500; 480; 470; 200; 300; 290; 240; 290; 240; 380; 400; 430; 460; 880; 480; 470; 480; 500; 550; 500; 580; 520; 600; 800; 890; 300; 280; 282; 288; 200; 440; 460; 580; 600; 504; 720; 600; 570; 700; 800; 710; 200; 370; 450; 500; 300; 480; 660; 700; 680; 690; 700; 900; 300; 400; 330; 360; 400; 340; 500; 480; 488; 500; 600; 570; 600; 650; 700; 650; 700; 720; 800; 790; 800; 900; 600.

მიღებული შედეგების მათემატიკური დამუშავებისა და ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირებისათვის ვახდენთ მტყუნებათა ნამუშევრის ვარიაციული რიგის შედგენას, რომელიც იმით განსხვავდება სტატისტიკურისაგან, რომ იგი დალაგებულია ზრდადობის მიხედვით[3]:

22; 22; 22; 22; 22; 22,1; 22,4; 23; 23; 23; 23; 24; 24,4; 25; 26; 26; 30; 30,2; 30,8; 31; 31; 31; 32; 32; 32; 32; 33; 35; 35; 37; 37; 38; 38; 38; 39; 40; 40; 40,4; 41; 42; 42; 42; 42; 42; 42; 42; 45; 46; 47; 48; 48; 49; 49; 50; 50; 50; 50; 50; 50,8; 52; 52; 52; 52; 52; 52,4; 54; 57; 58; 59; 59; 59; 60; 62; 62; 62; 62; 62; 62; 67; 67; 68; 70; 71; 72; 72; 72; 72; 72; 73; 74; 74; 81; 82; 82; 82; 82; 90; 90; 92; .

ვარიაციული რიგის შედგენის შემდეგ შეგვიძლია განვსაზღვროთ მტყუნებაზე ნამუშევრის ემპირიული სიხშირე და ფარდობითი სიხშირე, ანუ ემპირიული ალბათობა ფორმულით:

$$W_i = \frac{m_i}{N}$$

სადაც  $N$  - არის მტყუნებათა რიცხვი და ტოლია  $N = 100..$

ცხ. 3.1-ში წარმოდგენილია გაანგარიშების შედეგები

ამის შემდეგ მოვახდინეთ მტყუნებაზე ნამუშევრის განაწილების გენერალური მახასიათებლების განსაზღვრა:

- საშუალო არითმეტიკული:

$$\bar{H} = \sum_{i=1}^K W_i h_i = 27 \cdot 0.27 + 37 \cdot 0.20 + 47 \cdot 0.18 + 57 \cdot 0.14 +$$

$$+ 67 \cdot 0.10 + 77 \cdot 0.08 + 87 \cdot 0.03 = 7,29 + 7,4 + 8,46 + 7,98 + 6,7 + 6,16 + 2,6 = 47 \text{ სთ.}$$

მცირე მექანიზაციის მანქანების მტყუნებაზე ნამუშევრის  
ემპირიული და ფარდობითი სიხშირეები  
ცხრილი 3.1

მტყუნებაზე ნამუშევრის ინტერვალი $a...b$	ინტერვალის საშუალო $x_i$	ემპირიული სიხშირე $m_i$	ფარდობითი სიხშირე $W_i$
22...32	27	27	0.27
32...42	37	20	0.20
42...52	47	18	0.18
52...62	57	14	0.14
62...72	67	10	0.10
72...82	77	8	0.08
82...92	87	3	0.03
	ჯამი	100	1.00

- დისპერსია:

$$D = \sum_{i=1}^K (H_i - \bar{H})^2 W_i = (27 - 47)^2 \cdot 0.27 + (37 - 47)^2 \cdot 0.20 +$$

$$+ (47 - 47)^2 \cdot 0.18 + (57 - 47)^2 \cdot 0.14 + (67 - 47)^2 \cdot 0.10 +$$

$$(77 - 47)^2 \cdot 0.08 + (87 - 47)^2 \cdot 0.03 = 108 + 20 + 14 + 40 + 72 + 48 = 302$$

- საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$\dagger = \sqrt{D} = \sqrt{302} = 17,4 \text{ სთ.}$$

- ვარიაციის კოეფიციენტი:

$$V = \frac{\dagger}{\bar{H}} = \frac{17,4}{47} = 0.4$$

მამინ მოტობლოკების მტყუნებათა ინტენსივობა იქნება:

$$\} = \frac{1}{H} = \frac{1}{47} = \cdot 2.10^{-2} \text{ სთ}^{-1}.$$



მტყუნებათა განაწილების ალბათობის სიმკვრივე ანუ განაწილების დიფერენციალური ფუნქცია ექსპონენციალური კანონის მიხედვით იქნება

$$\{ \overline{H} \} e^{-H_i} = 2 \cdot 10^{-2} e^{-2 \cdot 10^{-2} \cdot H_i}$$

განაწილების ინტეგრალური ფუნქცია

$$F(H) = 1 - e^{-2 \cdot 10^{-2} H_i}$$

ხოლო უმტყუნო მუშაობის ალბათობა ტოლი იქნება:

$$P(H) = 1 - F(H) = e^{-2 \cdot 10^{-2} H_i}$$

აღნიშნული ფორმულებით სწარმოებდა მოტობლოკების საიმედოობის მაჩვენებლების გაანგარიშება. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხ. 3.2-სა და ცხ.3.3-ში.

**მოტობლოკების საიმედოობის განაწილების დიფერენციალური ფუნქციის მნიშვნელობები**

**ცხრილი. 3.2**

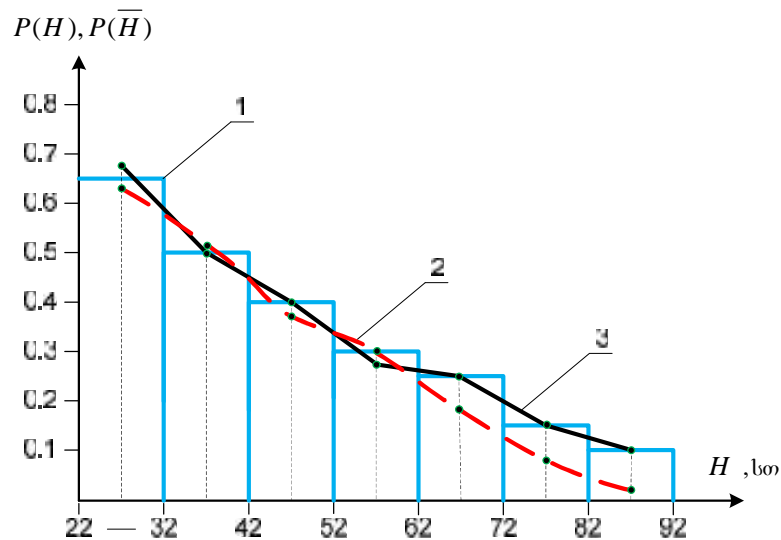
მტყუნებაზე ნამუშევრის ინტერვალი $a..b$	ინტერ ვალის საშუა ლო $H_i$	ემპირი ული სსიხში რე $m_i$	ფარდო ბითის იხშირე $W_i$	განაწილებ ისსიმკვრი ვე $\{ \overline{X} \} X 10^{-2}$  (ემპირიუ ლი)	განაწილ ებისსიმ კვრივე $\{ X \} X 10^{-2}$
22...32	27	27	0.27	1.72	1.82
32...42	37	20	0.20	1.30	1.4
42...52	47	18	0.18	1.02	1.06
52...62	57	14	0.14	0.66	0.78
62...72	67	10	0.10	0.52	0.59
72...82	77	8	0.08	0.44	0.48
82...92	87	3	0.03	0.32	0.34

მოტობლოკების საიმედოობის მაჩვენებლები

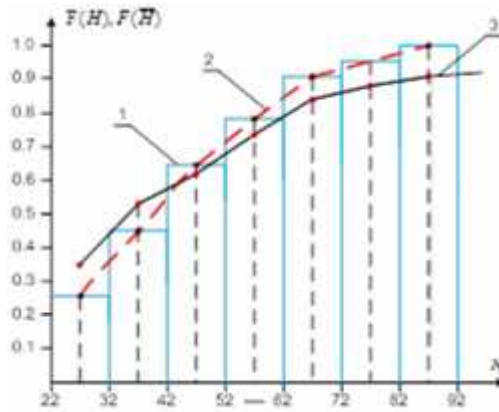
ცხრილი 3.3

ტყუნებაზენ ამუშევრის ინტერვალი $a...b$	ინტერ ვალის საშუა ლო $H_i$	განაწილებ ის ინტეგრალ ური ფუნქცია		უმტყუნო მუშაობის ალბათობა		სიხშირე	
		$F(\bar{H})$	$F(H)$	$P(\bar{H})$	$P(H)$	$m_i$	$m_x$
22...32	27	0.27	0.34	0.63	0.66	27	25
32...42	37	0.47	0.50	0.53	0.50	20	18
42...52	47	0.65	0.63	0.35	0.37	18	16
52...62	57	0.79	0.74	0.21	0.26	14	13
62...72	67	0.89	0.82	0.11	0.18	10	9
72...82	77	0.97	0.84	0.03	0.16	8	7
82...92	87	1.00	0.88	0	0.12	3	3

განგარიშების გრაფიკული ინტერპრეტაცია მოცემულია ნახ. 3.1-სა და ნახ3.2-ზე.



ნახ.3.1. მოტობლოკების უმტყუნო მუშაობის ალბათობანი  
1. ჰისტოგრამა, 2. ემპირიული მრუდი, 3. თეორიული მრუდი



1. ნახ. 3.2. მოტობლოკების მტყუნებათა განაწილების ინტეგრალური ფუნქციის გრაფიკები.
2. ჰისტოგრამა, 2. განაწილების ემპირიული მრუდი, 3. განაწილების თეორიული მრუდი.

ამის შემდეგ განვსაზღვრეთ აჭარის რეგიონში მომუშავე მცირე მექანიზაციის მანქანების საიმედოობის კომპლექსური მაჩვენებლები - მზადყოფნის კოეფიციენტი:

$$K_m = \frac{47}{47 + 12} = 0.8$$

ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი:

$$K_{t.g} = \frac{47}{47 + 5 + 12} = 0.76$$

აჭარის ცალკეული რაიონების მიხედვით მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილში 3.4

მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლები აჭარის რაიონების მიხედვით

ცხრილი 3.4

რაიონის დასახელება	საშუალო ნამუშევარიმტყუნებაზე $\bar{H}$ , სთ	მტყუნებათა ინტენსივობა $\lambda - 1e^{-1} \times 10^{-2}$	უმტყუნო მუშაობის ალბათობა $P(\cdot)$	მზადყოფნის კოეფიციენტი $K_m$	$K_{t.g}$
ქობულეთი	47	2	0.54	0,8	0.76
შუახევი	38	2.6	0.45	0..7	0..66
ქედა	36	2,78	0.48	0.65	0.64
ხულო	25	4	0.42	0.6	0.59

პირსონის კრიტერიუმის საშუალებით მოვახდინეთ თეორიული და ემპირიული შედეგების დამთხვევის შემოწმება [4].

ამისათვის განვსაზღვრეთ  $t^2$  ფორმულით:

$$t^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(m_i - m_x)^2}{m_x}$$

გამოთვლების შედეგები მოცემულია ცხ. 3.5.-ში

$t^2$  -ის გამოთვლის შედეგები

ცხრილი 3.5

მტყუნებათა ნამუშევრის ინტერვალი $a..b$	$m_i$	$m_x$	$t^2$
200...300	26	24	0.17
300...400	20	18	0.22
400...500	18	16	0.25
500...600	14	13	0.08
600...700	10	9	0.11
700...800	8	7	0.24
800...900	4	3	0.33

თავისუფლების ხარისხი ტოლია:

$$r = K - e$$

$K$  – ინტერვალი რიცხვია და  $K = 7$ .

$e$  – აუცილებელ ბმათა რიცხვი და ექსპონენციალური განაწილებისათვის  $e = 2$  ე.ი.

$$r = 7 - 2 = 5.$$

მაშინ მათემატიკური სტატისტიკის ცხრილიდან [1.3], როდესაც  $t^2 = 1.3$  და  $r = 5$  თეორიული და ემპირიული შედეგების დამთხვევის ალბათობა:

$$P = 0.5$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ ჩვენს მიერ შერჩეული მტყუნებებზე ნამუშევრის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელი ადეკვატურია.

გამოვიკვლიეთ ასევე მტყუნებათა განაწილება სახეების მიხედვით და აღმოჩნდა, რომ მას აქვს ასეთი სახე:

- კონსტრუქციული -30%;
- საწარმოო -26%;
- საექსპლუატაციო -44%.

როგორც მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, მოტობლოკებს საექსპლუატაციო საიმედოობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები გააჩნიათ ქობულეთის რაიონში მუშაობის დროს

$$\bar{H} = 352 \text{ სთ}, P(H) = 0.52,$$

ხოლო ყველაზე დაბალი კი ხულოს რაიონში მუშაობის დროს:

$$\bar{H} = 180 \text{ სთ}, P(H) = 0.42$$

რაც შეეხება მტყუნებებს ყველაზე მეტი ხვედრითი წილი მათი საერთო რაოდენობიდან 52% მოდის საექსპლუატაციო მტყუნებებზე. ეს იმას ნიშნავს, რომ საჭიროა მეტი ყურადღება მიექცეს კვალიფიკაციური მექანიზატორების გამოყენებას.

### 3.3 მოტობლოკების ძირითადი დეტალების კლასიფიკაცია კონსტრუქციულ - ტექნოლოგიური ერთგვაროვნობის მიხედვით

ამჟამად აჭარაში მიმდინარეობს ინტენსიური სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული სამუშაოები მცირე მექანიზაციის მანქანების საექსპლუატაციო მაჩვენებლებისა და საიმედოობის გაზრდის მიზნით. როგორც აღვნიშნეთ, მცირე კონტურიან და სამთო პირობებში ტექნიკის მუშაობა რთულდება-იზრდება დინამიკური დატვირთვები, რაც გამორიცხავს მის დამყარებულ რეჟიმში ხანგრძლივ მუშაობას, ხშირია შეფერხებები და გაჩერებები, საჭირო ხდება დაბალი სიჩქარეების გამოყენება, მკვეთრად იცვლება კინემატიკური (გადაადგილებები, სიჩქარეები, აჩქარებები) და დინამიკური (ინერციის, ხახუნის, მამოძრავებელი და ტექნოლოგიური წინააღმდეგობის ძალები) ფაქტორები, რაც იწვევს შეუღლებაში მყოფი დეტალების ინტენსიურ ცვეთას და საიმედოობის შემცირებას, საბოლოო ჯამში კი მანქანის მუშაუნარიანობის დაკარგვას ანუ მტყუნებას.

პრობლემის სისტემატიზაციის მიზნით შევეცადეთ მოგვეხდინა მცირე მექანიზაციის ტექნიკის დეტალების კლასიფიკაცია კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური ერთგვაროვნობის მიხედვით, გამოგვეყო ყველაზე უფრო ცვეთადი

დეტალები, მათი დეფექტების სახეები და გვერვინებინა აღდგენის ტექნოლოგიები ტრადიციული ხერხების გამოყენებით.

სამუშაოს შესრულებისას გამოყენებული იქნა ვ. შადრიჩევის, ი. ლევიცკის, ა. სოკოლოვის და ჯ. კაციტაძის მიერ დამუშავებული მეთოდიკები, რომლებიც ეხებიან ტრაქტორების, ავტომობილებისა და ჩაის საკრეფი მანქანების დეტალების კლასიფიკაციას. მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების კლასიფიკაციისას გათვალისწინებული იქნა მათი კონსტრუქციული თავისებურებები და მუშაობის პირობები, რომლებსაც ითვალისწინებს ჯ.კაციტაძისა და ა.ხიზანიშვილის მეთოდიკა. აღნიშნული მეთოდიკის მიხედვით კლასიფიკაციაში დეტალები განაწილებულია კლასებად და ჯგუფებად ტიპური დეტალების ჩვენებით. კლასიფიკაციისას მხედველობაში იქნა მიღებული დეტალების სტრუქტურული მახასიათებლების ერთიანობა - გაბარიტულობა, კონსტრუქციული ფორმა, ხახუნის სახე, დატვირთვის ხასიათი, ცვეთა - დაზიანების სახე და სხვა.

წარმოდგენილი კლასიფიკაცია შეიცავს 10 კლასს, ხოლო ჯგუფების რიცხვი კლასში სხვადასხვაა მათი სტრუქტურული მახასიათებლების მრავალფეროვნობის გამო. ტიპურ დეტალად შეირჩა ისეთი, რომელიც ყველაზე უფრო დამახასიათებელია მოცემული კლასისათვის და გააჩნია დეფექტების მაქსიმალური რიცხვი. უნდა აღინიშნოს, რომ დეტალების ჯგუფების კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური ერთგვაროვნობა და სტრუქტურული ერთეულების ერთიანობა საშუალებას იძლევა შეირჩეს მათი აღდგენის საერთო( უნიფიცირებული) ტექნოლოგიური პროცესი.

ცხრილ 3.6-ში წარმოდგენილია ჩვენს მიერ დამუშავებული კლასიფიკაცია.

**მცირე მექანიზაციის ტექნიკის დეტალების კლასიფიკაცია კონსტრუქციულ-ტექნოლოგიური ერთგვაროვნობის მიხედვით**

**ცხრილი 3.6**

№	კლასი	ჯგუფი	ტიპური დეტალი
1	საბაზისო	კარტერი	ძრავის კარტერი, ფრეზის კარტერი, გადაცემათა კოლოფის კარტერი
2	საკორპუსე დეტალები	კორპუსი	ჩარჩოები, ნახევარღერძების საყრდენები

3	სახურავი	1.საბაზისო და საკორპუსე დეტალების სახურავები 2. საკისრების სახურავები	კარტერის სახურავი, ფრიქციონების სახურავები, გვერდითი სახურავი, ძალამრთმევი ლილვის სახურავი
4.	მბრუნავი დეტალები	1.დისკი 2.მქნევარა 3.შკივი 4.მორგვი	მუხლა ლილვი, გამანაწილებელი ლილვი, პირველადი ლილვი, კონუსური გვირგვინი, უკანა სვლის ლილვი, სიმძლავრის ამრთმევი ლილვი, ჭიახხახნული ლილვი, ნახევარღერძები, რევერსის კბილანის ლილვი, სიჩქარეთა გადართვის ბერკეტის ღერძი, უკანა სვლის კბილანის ღერძი
5.	საკისრები	1. გორვის საკისრები 2. სრიალის საკისრები	ბურთულა და კონუსური საკისრები, მუხლა ლილვის საფენები, გამანაწილებელი ლილვის მილისები.
6	ბერკეტები	1. ბერკეტები სწორხაზოვანი, ბოლოებში ორი ხვრეტით 2. ბერკეტები მოღუნული ფორმის	ბარბაცა, სიჩქარეთა გადამრთველი ბერკეტი, ჩართვის ქუროს გადამრთველი ბერკეტი
7	ჩანგლები კბილანები, ხრახნები	1.ჩანგლები პერპენდიკულარი ღერების მქონე ბერკეტებით. 2. ჩანგლები თათებით	კბილანების განზღოვირების ჩანგალი, გადაცემის გადამრთველი ჩანგალი, ჩართვის ქუროს გადამრთველი ჩანგალი
8	მცირე დეტალები	1ცილინდრული კბილანები 2კონუსური კბილანები 3ჭიახხახნული კბილანები	სიჩქარეთა კოლოფის კბილანები, კონუსური გვირგვინი, ჭი აკბილანა
9		1.ზამბარები 2.ნორმალები	სარქველის ზამბარა,რეგულატორისზამბარა,სარქველები,მბიძგველები,ქანჩები,ჭანჭიკები,ჭილიბყურები

შენიშვნა: კლასიფიკაციაში შეტანილი არ არის ისეთი დეტალები და კვანძები, როგორცაა საწვავის ავზი, სავალი თვლები, ელექტრომოწყობილობების დეტალები, რომელთა რემონტის ხერხები ცნობილია.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი კლასიფიკაცია საშუალებას იძლევა შესაბამისი ჯგუფის ტიპური დეტალის მაგალითზე დამუშავდეს მისი აღდგენის ტექნოლოგიური პროცესი.

### **3.4 მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების დამახასიათებელი დეფექტები, მათი ნომენკლატურა და აღდგენის ტექნოლოგია ტრადიციული ხერხების გამოყენებით**

როგორც აღვნიშნეთ, მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების დეტალები აჭარის სპეციფიკურ პირობებში მუშაობისას განიცდიან სხვადასხვა სახის დეფორმაციებს, სიმტკიცის შემცირებას და ინტენსიურ ცვეთას. 2016 წლის განმავლობაში აჭარის მთიან რაიონებში (ხულო, შუახევი, ქედა, ხელვაჩაური) ჩატარებული კვლევების შედეგად დავადგინეთ, რომ აღნიშნული ტექნიკისათვის უეცარი სახის მტყუნებები შეადგენს საერთო მტყუნებათა 28...32 %-ს, ხოლო ცვეთის სახის (თანდათანობითი) მტყუნებები კი 68...72%-ს. ამ მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საჭიროა ტრადიციულ ხერხებთან ერთად დამუშავდეს გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ინოვაციური ტექნოლოგია და მოწყობილობა ელექტრონაპერწკლური ლევირებით, რაც შეიძლება გახდეს საგრანტო პროექტის მომავალი ეტაპს კვლევის ობიექტი.

ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა ასევე მცირე მექანიზაციის მანქანების მტყუნებათა სახეები აჭარის პირობებში მუშაობის დროს და დავადგინეთ მათი კუთრი წილი საერთო მტყუნებებში:

- კონსტრუქციული- 15%
- ტექნოლოგიური- 32%
- საექსპლუატაციო-53%

მტყუნებათა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათი ყველაზე მეტი კუთრი წილი მოდის საექსპლუატაციო მტყუნებებზე, რაც იმით არის გამოწვეული, რომ გლეხები, ფერმერები, კერძო მეწარმეები, და მექანიზატორები არასრულყოფილად ფლობენ ტექნიკის კონსტრუქციასა და ექსპლუატაციის პირობებს, არ იცავენ შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნებს, დროულად არ აწარმოებენ



პროფილაქტიკურ ღონისძიებებს ტექნიკის მუშაუნარიანობის შენარჩუნებისათვის და იყენებენ არაკონდიციურ საწვავ და საცხ მასალებს.

როგორც ფოტოებიდან ჩანს მოტობლოკების დეტალები განიცდიან უეცარ (გატეხვა) და თანდათანობით (ცვეთა) მტყუნებებს.

ამის შემდეგ ჩვენს მიერ გამოვლენილი იქნა მცირე მექანიზაციის მანქანების ცვეთადი დეტალების ნომენკლატურა, მათი დამახასიათებელი დეფექტები და დამუშავდა აღდგენის ტექნოლოგიური პროცესები ტრადიციული ხერხების გამოყენებით, კვლევის შედეგები წარმოდგენილია ქვემოთ ნაჩვენებ ცხრილ 3.7- ში.

**მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების დეფექტები და აღდგენის ტექნოლოგიური პროცესები**

**ცხრილი 3.7**

დეტალის დასახელება	მასალა	მასა კგ	სისალე HB	დეფექტის სახე	დასაშვები ცვეთა,მმ	საშუალო ცვეთა,მმ	აღდგენის ტექნოლოგია
მუხლალილივი	ფლ-45	2,5	215...245	ძირითადი და საბარბაცე ყელეების ცვეთა	0,03	0,018	დადუღება მდნობის ქვეშ
ბარბაცა	ალუმინი	0,15	85...100	1.ზედაპირის ცვეთა თითის ქვეშ 2.ზედაპირის ცვეთა მუხლალილის ყელის ქვეშ	0,04	0,021	დადუღება არგონის არეში
გამანაწილებელილილივი	ფლ-25	0,715	180...220	საყრდენი ზედაპირების ცვეთა	0,03	0,017	ვიბრორკალური დადუღება
მზიდგველი	ფლ-5	0,014	250...300	გარე ზედაპირის ცვეთა	0,06	0,032	დაქრომვა
ქუროსგამორთვის ბერკეტი	ფლ-45	0,375	90...150	1.ზედაპირის ცვეთა სიჩქარათა კოლოფის კორპუსის ქვეშ	0,08	0,042	ხელით დადუღება

				2.ხვრეტის ზედაპირის ცვეთა გამორთვის ჩანგლის ქვეშ			
ქუროს ჩანგალი	ფლ-20	0,07 5	85...1 20	1.ცვეთა ქუროს გამომრთველი ბერკეტის ქვეშ 2.გამომრთველ ი მუშტის ცვეთა	0,45	0,023	ხელით დადულე ბა
ჩართვის ქუროს ამყოლი კონუსი	40X	0,49	300... 350	ზედაპირის ცვეთა საკისარების ქვეშ	0,03	0,017	ხელით დადულე ბა
სიმძლავ რის ამრთმევე ი ლილვი	ფლ-45	0,91	200... 220	საკისარებისქვე შა ზედაპირების ცვეთა ზედაპირის ცვეთა საკისარის ქვეშ	0,08	0,04	ვიბრორკ ალური დადულე ბა
რევერსი ს კბილან ური ბლოკის ღერძი	ფლ-45	0,91	200... 220	რევერსის კბილანური ბლოკის ღერძი ზედაპირის ცვეთა ფიქსატორების ქვეშ	0,08	0,04	ვიბრორკ ალური დადულე ბა
სიჩქარე თა გადართ ვის ჭოვი	40X	0.19 0	300... 350	1. ცვეთა კბილანის ქვეშ	0,12	0,063	

როგორც გაცვეთილი დეტალების აღდგენის წარმოდგენილის ტექნოლოგიური პროცესების ანალიზიდან ჩანს მცირე მექანიზაციის მანქანებისათვის ტრადიციული ხერხები მოძველებულია და საჭიროა დამუშავდეს ერთიანი ინოვაციური ტექნოლოგია და მოწყობილობა ელექტრო ნაპერწკალური ლეგირების გამოენებით,

რომელიც მარტივი და მოსახერხებელი იქნება აჭარის მთიანი რაიონების გლეხებისათვის, ფერმერებისათვის და გაითვალისწინებს აღნიშნული ტექნიკის დეტალების მცირე გაზარიტებს.

### 3.5 მოტობლოკების სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება

ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა მოტობლოკის ერთ-ერთი დამახასიათებელი დეტალის-სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის კანონზომიერებანი. გამოკვლევები სწარმოებდა ხულოს, ქობულეთის, შუახევისა და ქედას რაიონებში მომუშავე მოტობლოკებზე სტატისტიკური მასალის შეგროვება ხდებოდა პროფესორ ჯ. კაციტაძის მიერ დამუშავებული მეთოდით სპეციალური ჟურნალების გამოყენებით [ 6 ].

შეგროვილი სტატისტიკური მასალის დამუშავების შედეგად დადგენილ იქნა, რომ ლილვის ძირთადი დეფექტია სასაკისრე ყელების ცვეთა და ამიტომ გამოკვლევა ხდებოდა მისი კანონზომიერებათა დადგენისა და აღდგენის რაციონალური ხერხის შერჩევის მიზნით. მიღებული სტატისტიკური მასალის მათემატიკურ დამუშავება სწარმოებდა მომენტების მეთოდით გამოყენებით. აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით დავადგინეთ:

გამოსაკვლევი ობიექტების რაოდენობა  $N=50$  ,

ცვეთის ინტერვალი  $h = 0.01$  მმ.

ინტერვალთა რიცხვი  $K=7$

ინტერვალთა რიცხვი სტერჟესის ფორმულით [3 ]:

$$K = 1 + 3,2 \cdot \lg N = 1 + 3,2 \cdot \lg 50 \approx 7$$

ინტერვალთა სიგანე ტოლია

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{K} = \frac{0,08 - 0,01}{7} = 0,01 \text{ მმ}$$

სადაც:  $x_{\max} = 0.08$  მმ - არის ლილვის ცვეთის მაქსიმალური მნიშვნელობა,მმ.

$x_{\min} = 0,01$  მმ მინიმალური მნიშვნელობა.

მიღებული შედეგების მათემატიკური დამუშავებისა და ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირებისათვის ხდება პირველ რიგში ცვეთის ვარიაციული რიგის შედგენა, რომელიც იმით განსხვავდება სტატისტიკურისაგან, რომ იგი დალაგებულია ზრდადობის მიხედვით.

ვარიაციული რიგის შედგენის შემდეგ შეიძლება განისაზღვროს დეტალის ცვეთის ემპირიული სიხშირე ( $m_i$ ) და ფარდობითი სიხშირე, ანუ ემპირიული ალბათობა ფორმულით:

$$W_i = \frac{m_i}{N}$$

სადაც  $N$  არის გაცვეთილი დეტალების რაოდენობა და  $N=50$

ცხრილ 3.8 -ში წარმოდგენილია შეგროვილი სტატისტიკური მასალის მათემატიკური დამუშავების შედეგები.

$X_0 = 0.045$  მმ - არის ლილვის ცვეთის ინტერვალის ის საშუალო მნიშვნელობა, რომელსაც შეესაბამება მაქსიმალური ემპირიული სიხშირე.

ცხრილის მიხედვით განვსაზღვრეთ საწყისი მომენტები ფორმულებით:

$$\epsilon_1 = \frac{\sum_{i=1}^K x' m_i}{N} = -\frac{12}{50} = -0.24$$

$$\epsilon_2 = \frac{\sum_{i=1}^K (x')^2 m_i}{N} = \frac{104}{50} = 2,08$$

$$\epsilon_3 = \frac{\sum_{i=1}^K (x')^3 m_i}{N} = -\frac{48}{50} = -0.96$$

$$\epsilon_4 = \frac{\sum_{i=1}^K (x')^4 m_i}{N} = \frac{584}{50} = 11,7$$

სიმბლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის სტატისტიკური მახასიათებლები

ცხრილი 3.8

ცვეთის ინტერვალის $a...b$	$m_i$	$W_i$	$x_i$	$x' = \frac{x_i - x_0}{h}$	$x'm_i$	$(x')^2 m_i$	$(x')^3 m_i$	$(x')^4 m_i$
0,01..0,02	3	0.06	0.015	-3	-9	27	-81	243
0,02...0,03	6	0.12	0.025	-2	-12	24	-48	96
0,03...0,04	12	0.24	0.035	-1	-12	12	-12	12
0,04...0,05	16	0.32	0.045	0	0	0	0	0
0,05...0,06	7	0.14	0.055	1	7	7	7	7
0,06...0,07	4	0.08	0.65	2	8	16	32	64
0,07...0,08	2	0,04	0,075	3	6	18	54	162
ჯამი	50	1.00	-	0	-12	104	-48	584

ცვეთის განაწილების გენერალური მახასიათებლების განსაზღვრისათვის ვიპოვეთ ცენტრალური მომენტები:

$$\sim_2 = \epsilon_2 - \epsilon_1^2 = 2,08 - (-0,24)^2 = 2,02$$

$$\sim_3 = \epsilon_3 - 3\epsilon_2 \cdot \epsilon_1 + 2\epsilon_1^3 = -0,96 - 3 \cdot 2,08 \cdot (-0,24) + 2 \cdot (-0,24)^3 = 0,52$$

$$\begin{aligned} \sim_4 = \epsilon_4 - 4\epsilon_3 \cdot \epsilon_1 + 6\epsilon_2 \cdot \epsilon_1^2 - 3\epsilon_1^4 = 11,7 - 4 \cdot (-0,96) \cdot (-0,24) + \\ + 6 \cdot (2,08) \cdot (-0,24)^2 - 3 \cdot (-0,24)^4 = 11,6 \end{aligned}$$

ამის შემდეგ განვსაზღვრეთ მოტობლოკის ლილვის ცვეთის სტატისტიკური მახასიათებლები:

ცვეთის საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობა;

$$\bar{X} = X_0 + \epsilon_1 h = 0,045 - 0,24 \cdot 0,01 = 0,043 \text{ მმ.}$$

საშუალო კვადრატული გადახრა;

$$\dagger = h\sqrt{-2} = 0,01 \cdot 1,42 = 0,014 \text{ მმ}$$

ვარიაციის კოეფიციენტი;

$$V = \frac{\dagger}{\bar{X}} = \frac{0,014}{0,043} = 0,33$$

ვარიაციის კოეფიციენტის მიხედვით ( $V < 0,35$ ) შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სიმპლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის განაწილება თეორიულად შეიძლება აღწერილ იქნას ნორმალური კანონით.

ცვეთის განაწილების თეორიულ სიხშირეს ნორმალური კანონის შემთხვევაში განვსაზღვრავთ ფორმულით:

$$m_x = \frac{N \cdot h}{\dagger} \cdot Z_i$$

სადაც  $Z_i$  - ფუნქცია ტოლია:

$$Z_i = \frac{1}{\sqrt{2f}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\dagger}$$

$Z_i$  - ის მნიშვნელობებებს ვპოულობთ ჯ. კაციტაძის მიერ მოცემული მონაცემების მიხედვით [  $t$  ] - ს გათვალისწინებით. გამოკვლევების შედეგები მოცემულია ცხ. 3.9 -ში.

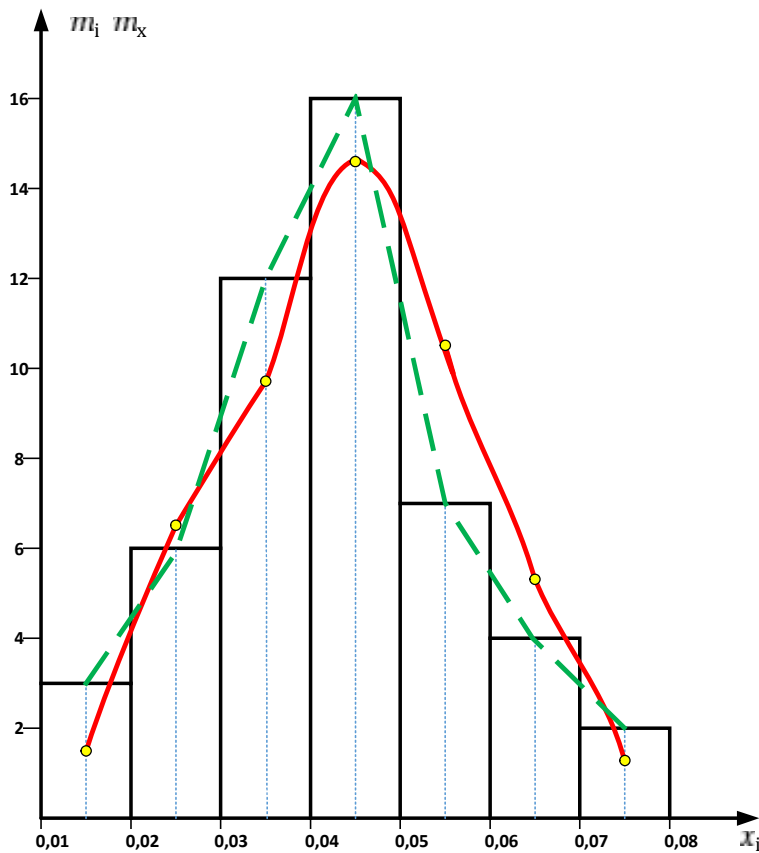
**მოტობლოკის სიმპლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის განაწილების თეორიული სიხშირის მნიშვნელობები**

**ცხრილი 3.9**

ცვეთის ინტერვალი $a..b$	ინტერვალის საშუალო $x_i$	$t = \frac{x_i - \bar{x}}{\dagger}$	$Z_i$	$m_i$	$m_i$
0,01...0,02	0,015	-2,0	0,0540	3	1,8
0,02...0,03	0,025	-1,29	0,1736	6	6,2
0,03...0. 04	0,035	-0,93	0,2589	12	9,6
0,04...0,05	0,045	0,14	0,3951	16	14,6
0,05...0,06	0,055	0,86	0,2798	7	10,4

0,06...0,07	0,065	1,43	0,1456	4	5,46
0,07...0,08	0,075	2,14	0,0325	2	1,16

როგორც მიღებული შედეგები აჩვენებს ცვეთის განაწილების თეორიული შედეგები საკმაო სიზუსტით ახლოს არიან ემპირიულ შედეგებთან. ეხლა ავაგოთ ცვეთის განაწილების თეორიული მრუდი (ნახ.3.3)



ნახ. 3.3 მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის განაწილების მრუდები:

1. ოთკუთხედები-ჰისტოგრამა; 2. მწვანე მრუდი-პოლიგონი; 3.წითელი მრუდი-თეორიული მრუდი.

როგორც კვლევის შედეგები აჩვენებს ვიზუალურად ლილვის ცვეთის განაწილების ემპირიული და თეორიული მრუდები ახლოს არიან ერთმანეთთან, მაგრამ ალბათურ-სტატისტიკური მოდელის ადეკვატურობის შემოწმებისათვის

ვიყენებთ კოლმოგოროვის შეთანხმების კრიტერიუმს[1,3], რისთვისაც ვაწარმოებთ მათემატიკურ გამოთვლებს (ცხრილი 3.10).

მონაცემები კოლმოგოროვის კრიტერიუმის გაანგარიშებისათვის  
ცხრილი 3.10

ცვთის ინტერვალი $a..b$	$x_i$	$t = \frac{x_b - x_i}{\dagger}$	$w(t)$	$\frac{1}{2}w(t)$	$F(x)$	$W_i$	$W_g$	$ W_g - F(x) $
0,01...0,02	0.02	-1,64	-0,8990	-0.4495	0,0505	0.06	0,06	0,0095
0,02...0,03	0.055	-0,93	-0,6476	-0,3238	0.1762	0,12	0,18	0,004
0,03...0,04	0.085	-0.21	-0,1663	-0,0832	0,42	0,24	0,42	0
0,04...0,05	0.115	0,5	0,3829	0,1915	0,6915	0,32	0,74	0,0485
0,05...0,06	0.145	1,2	0,7699	0,3850	0,8850	0,14	0,88	0,005
0,06...0,07	0.175	1,93	0,9464	0,4732	0,9732	0,08	0,96	0,0132
0,07...0,08	0.205	2,64	0,9913	0,4960	0,9960	0,04	1,00	0,004

ცვთის განაწილების ინტეგრალური ფუნქცია იანგარიშება ფორმულით:

$$F(x) = 0,5 + 0,5 \cdot w(t)$$

სადაც:  $w(t)$ -არის ლაპლასის ინტეგრირებული ფუნქცია.

კოლმოგოროვის კრიტერიუმის გამოყენებისათვის განვსაზღვროთ }  
პარამეტრი ფორმულით:

$$D_{\max} = D_{\max} \cdot \sqrt{N} = 0,0485 \cdot \sqrt{50} = 0,34$$



მათემატიკური სტატისტიკის სპეციალური ცხრილებიდან [1] ვპოულობთ, რომ როცა  $\beta = 0,34$ , მაშინ ემპირიული და თეორიული შედეგების დამთხვევის ალბათობა  $P(\beta) = 0,99$ , რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია და გვამღებს იმის დასკვნის საშუალებას, რომ ჩვენს მიერ დადგენილი მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის მათემატიკური მოდელი ადეკვატურია.

იმისათვის, რომ შეირჩეს გაცვეთილი ლილვის აღდგენის რაციონალური ხერხი უნდა განისაზღვროს მისი ცვეთის ყველაზე უფრო გავრცელებული ანუ მოდალური მნიშვნელობა ფორმულით:

$$M_o = \bar{X} + 3(Me - \bar{X}) = 0,043 + 3(0,064 - 0,043) = 0,064 \text{ მმ.}$$

სადაც  $Me$  – ლილვის ცვეთის მედიანური მნიშვნელობაა და ტოლია 0,064.

ცვეთის მოდალური მნიშვნელობის მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გაცვეთილი ლილვების აღდგენის რაციონალურ ხერხად შეიძლება ჩაითვალოს ელექტრონაპერწყლური ლეგირების ხერხი, რომელიც საშუალებას იძლევა მათ ზედაპირზე დავაფინოთ მაღალი ცვეთგამძლეობის ლითონური ფენა, რომლის სისქე არ აღემატება 0,5 მმ-ს.

## თავი IV

### მცირე მექანიზაციის მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენის რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავება

#### 4.1 მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის პროცესის გამოკვლევა და რესურსდამზოგი ინოვაციური ტექნოლოგიის დამუშავება

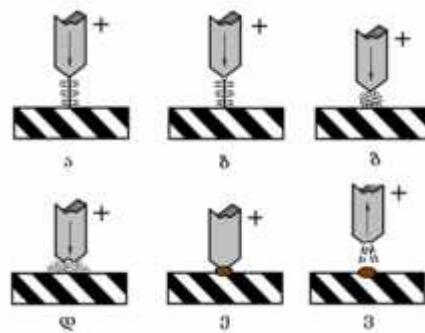
როგორც ავღნიშნეთ, ჩვენი გამოკვლევების საფუძველზე დავადგინეთ, რომ მცირე მექანიზაციის მანქანების პირველი ჯგუფის დეტალების ცვეთის მოდალური მნიშვნელობა არ აღემატება 0,1 მმ-ს. ცვეთის მოცემული მნიშვნელობის დროს გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ყველაზე უფრო რაციონალურ ხერხად მიგვაჩნია ელექტრონაპერწკლური ლეგირება, რომელიც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მაღალი სისალისა და ცვეთგამძლეობის ლითონური საფარი. აღნიშნული პროცესის დეტალური გაცნობისა და არსებული ლიტერატურული წყაროების ანალიზის საფუძველზე ჩვენს მიერ დაპროექტებული, დამზადებული და გამოცდილი იქნა მოწყობილობა დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენისათვის მსგავსი მოწყობილობა პირველად რეკომენდებული და დამზადებული იქნა ჯ. კაციტაძის, ლ. იაკობაშვილის, ა. ხიზანიშვილისა და ნ. სარჯველაძის მიერ, მაგრამ მათმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ მისი მწარმოებლობა დაბალი იყო [32]. ამიტომ ჩვენ დავაპროექტეთ და დავამზადეთ უფრო მაღალ მწარმოებლური მოწყობილობა.

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების შესახებ ცნობილია მრავალი თეორია, მაგრამ ჩვენი მოსაზრებებით ყველაზე უფრო მისაღებია ე. ლაზარენკოს მოდელი [15,29,33].

აღნიშნული მოდელის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ნახ. 4.1-ზე.

ე. ლაზარენკოს მოდელის მიხედვით, როდესაც ანოდი კათოდს უახლოვდება ელექტრული ველის დაძაბულობა იზრდება და კრიტიკული

მნიშვნელობის დროს იწვევს გარღვევას ელექტროდებს შორის. ამ დროს ელექტრონების კონა ფოკუსურად ეჯახება ანოდის ზედაპირს, კვების წყაროდან



**ნახ. 4.1** დეტალის ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით აღდგენის სქემა:

ა. ელექტროდული შედუღების გარღვევის მომენტი, ბ. გამდნარი ლითონის წვეთის ანოდისგან გამოყოფა, გ. ანოდის მასალის კათოდზე დაფარვა და ჩაწნეხვა, დ. ელექტროდების კონტაქტის მომენტი, ე. ელექტროდების დაშორიშორისება.

ენერგია მიეწოდება იმპულსურად განმუხტავ არეს და ამიტომ ანოდის ლითონი ლოკალურად ცხელდება, დნება და ნაწილობრივ ორთქლდება. ამ დროს ლითონის წვეთი სცილდება ანოდს და მოძრაობს აღსადგენი დეტალისაკენ – კათოდისაკენ. ანოდის ზედაპირიდან წვეთის მოცილების პროცესში ლითონური წვეთი ცხელდება მაღალ ტემპერატურამდე, დუღდება და „ფეთქდება“. დენის შეწყვეტისას ისპობა ელექტრომაგნიტური ველი და ლითონური ნაწილაკები ჯგუფურად ინერციულად მიემართებიან (“მიფრინავენ”) კათოდისაკენ. ისინი როდესაც მიაღწევენ კათოდის (აღსადგენი დეტალი) ზედაპირს მიედუღებიან მას და ნაწილობრივ ინერგებიან ზედაპირში – ხდება ლეგირება. „მფრინავი“, ელექტროდების პარალელურად მოძრაობს ანოდი და ხდება კათოდზე მისი დაჯახება. ამ დროს გაცხელებულ ლითონში გადის ელექტრული დენი, კათოდის ზედაპირი ცხელდება და ხდება დიფუზია, შესაბამისად, ანოდისა და კათოდის ნაწილობრივ ქიმიური შეკავშირებასაც. პერიოდულად ხდება მექანიკური დარტყმა, რაც იწვევს ლითონური საფარის ციკქედვას, ზრდის ჩაჭიდების სიმტკიცეს და ერთგვაროვნობას.

ელექტრონაპერწყლური ლეგირების პროცესი ლოკალურია და ამ დროს ხდება ზემადალი სიჩქარით წრთობა.

## 4.2 მოწყობილობა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენისათვის

როგორც აღვნიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ხერხების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე უპირატესობა მივანიჭეთ რესურსდამზოგ და ახალ ტექნოლოგიებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მნიშვნელოვნად გავზარდოთ აღდგენილი დეტალების რესურსი. ამ დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული აღსადგენი დეტალების მოდალური ცვეთის მნიშვნელობა. ჩვენს შემთხვევაში ის არ აღემატება 0,1 მმ-ს და ამიტომ აღდგენის რაციონალურ ხერხად შევარჩიეთ ელექტრონაპერწკლური ლეგირება. ამისათვის შევადგინეთ და დავაპროექტეთ მოწყობილობის პრინციპული სქემა და შემდეგ კი მოვახდინეთ მისი დამზადება. ნახ. 4.2-ზე წარმოდგენილია ხელსაწყოთა საერთო ხედი, ხოლო ნახ. 4.3-ზე კი ელექტროდის დამჭერი.



ნახ. 4.2 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების ხელსაწყოთა საერთო ხედი

მოწყობილობა შესრულებულია კომპაქტურ, სამაგიდო ვარიანტში. მისი კარკასი (ჩონჩხი) ალუმინისაგანაა დამზადებული და შედგება წინა და უკანა პანელებისაგან. ზედა და ქვედა სახურავები უზრუნველყოფენ ხელსაწყოთა

შიგნით შეუღწევადობას. სახურავებს გააჩნიათ სავენტილაციო ხვრეტები. მოწყობილობას გადასატანად გააჩნია სპეციალური სახელური.



**ნახ. 4.3 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების ხელსაწყოს ელექტროდის დამჭერი**

წინა პანელზე განლაგებულნი არიან მართვის ორგანოები და ასევე ამპერმეტრი ელექტრონაპერწკლური ლეგირების დროს დენის ძალის კონტროლისათვის. ასევე არის რეგულატორი “ამპლიტუდა” ვიბრატორის ელექტროდის ვიბრაციის ამპლიტუდის რეგულირებისათვის, რეგულატორი “სიხშირე” ვიბრატორის სიხშირის მართვისათვის, გადამრთველი “დონე” ელექტრონაპერწკლური ლეგირების ოპტიმალური დენის ძალის შერჩევისათვის, გადამრთველი „ტევადობა„ ელექტრული ტევადობის რეგულირებისათვის, გადამრთველი “რეჟიმები” ლეგირების რეჟიმის შერჩევისათვის, დამჭერი „დეტალი„ ფირფიტასთან შეერთებისა და დამიწებისათვის, ტუმბლური და ინდიკატორი “ქსელი”. წინა პანელის ქვედა ნაწილში მოთავსებულია ელექტრული კაბელი ელექტრულ ქსელში ჩართვისათვის და კაბელი ვიბრატორით.

მოწყობილობა შეიცავს მუდმივი დენის ძალურ წყაროს და მუდმივი დენის დაბალვოლტიან წყაროს. ძალურ წყაროსთან ტრანზისტორების, რეზისტორის და კონდესატორების გავლით მიერთებულია ვიბრირებადი ელექტროდი. დაბალვოლტიან წყაროსთან შეერთებულია იმპულსების გენერატორი და ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის კოჭი.

ორივე მუდმივი დენის წყარო იკვებება ერთი ტრანსფორმატორისაგან.

იმპულსების ტრანზისტორული გენერატორის დანიშნულებაა იმ ძაბვის იმპულსების გენერირება, რომლებიც მიეწოდება ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის კოჭას, იგი შეიცავს მულტივიბრატორს და მუდმივი დენის გამამდიერებელს.

ვიბრატორის საშუალებით ხდება ტექნოლოგიური დენის განმუხტავი წრედის კომუტირება. ვიბრატორი ელექტრომაგნიტური ტიპის არის, პლასტმასის კორპუსში დამაგრებულია ვიბრაციის მექანიზმი, რომელზედაც დამაგრებულია ორი კოჭი. ღუზის მოძრავ ნაწილზე იზოლირებულად დამაგრებულია ელექტროდის დამჭერი. ვიბრატორის მიერთება ხორციელდება კაბელით, რომელშიაც შედის გამტარები, ელექტროდის დამჭერი და ვიბრატორის კოჭები.

ვიბრატორს გააჩნია ორი რეზონანსული სიხშირე 250 და 450 ჰც. ელექტრონაპერწკლური ხელსაწყო გააჩნია ასევე სინათლის ორი ინდიკატორი, რომლებიც დაყენებულნი არიან ვიბრატორზე ელექტროდ-ინსტრუმენტის დამაგრების მხარეს.

ჩვენს მიერ დაპროექტებული და დამზადებული ელექტრონაპერწკლური ლეგირების ხელსაწყო საშუალებას გვაძლევს დეტალურად გამოვიკვლიოთ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის პროცესი სხვადასხვა ფაქტორების ცვლილებისას ოპტიმალური ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავებისათვის და მნიშვნელოვნად გავზარდოთ აღდგენის პროცესის მწარმოებლურობა.

### **4.3 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის სტრუქტურის გამოკვლევა**

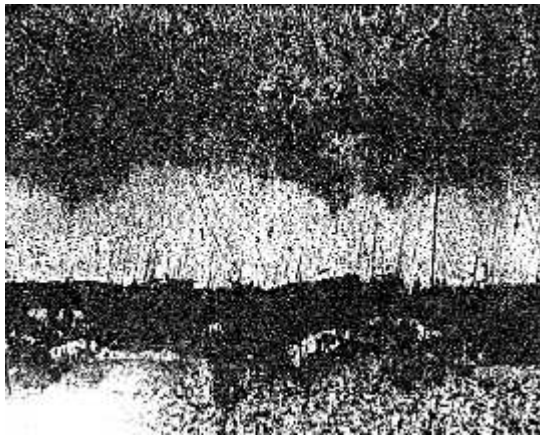
ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის სისქისა და გარდამავალი ზონის გამოკვლევისათვის ვაწარმოებდით მეტალოგრაფიულ ანალიზს.

გამოკვლევებს ვაწარმოებდით თანამედროვე ტიპის მეტალოგრაფიული მიკროსკოპის გამოყენებით.

ლითონური საფარის სტრუქტურის გამოვლენისათვის ხდებოდა საცდელი ნიმუშების მოწამვლა 3 და 5 %-იან აზოტმჟავის სპირიტთან ხსნარში.

მეტალოგრაფიულ გამოკვლევებს ვაწარმოებდით L65 ფოლადებისაგან დამზადებული ნიმუშებით განივ ზედაპირებზე.

ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ანოდის შემადგენლობის მიუხედავად ((BK3, BK6, T5K10 და სხვა) ლეგირებული ფენის სტრუქტურის გამოვლენა არ ხდებოდა და როგორც ნაჩვენებია ნახ.4.4 -ზე გარდამავალი ზონა შედგება ღია ხაზებისაგან. ეს აიხსნება იმით, რომ ელექტრონაპერწყლური ლეგირების დეტალების ზედაპირზე წარმოიქმნება განმტკიცებული ფენა, რომლის ზედა ნაწილს ეწოდება “თეთრი ფენა”.



**ნახ. 4.4 L 65 მარკის ფოლადის T15K6 სალი შენადნობით ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით აღდგენილი ფენის სტრუქტურა (X500)**

აღნიშნული ფენების წარმოქმნა ხდება მაღალი წნევებისა და ტემპერატურების ლოკალური ზემოქმედების პირობებში, რაც იწვევს არაწონასწორადი სტრუქტურების მიღებას მცირე მარცვლით, შემადგენლობის მაღალი კოგერენტულობით, სტრუქტურითა და თვისებებით .

უნდა აღინიშნოს, რომ “თეთრი ფენის” წარმოშობის ბუნება რთული პროცესია და ჯერ კიდევ საკმარისად არ არის შესწავლილი. თანამედროვე გამოკვლევებით აღნიშნული ფენა შედგება არანემსისებური მარტენსიტისაგან, რომელიც წარმოადგენს განსაკუთრებულ პირობებში წრთობის შედეგს. გარდა ამისა “თეთრი ფენა” წარმოადგენს სტრუქტურას, რომელიც დიფუზიის გამო გაჯერებულია წყალბადითა და აზოტით, ამასთან შესაძლებელია როგორც ქიმიური ნაერთების, ასევე მყარი ნახშირბადის შენადნობების წარმოშობა. ნ.

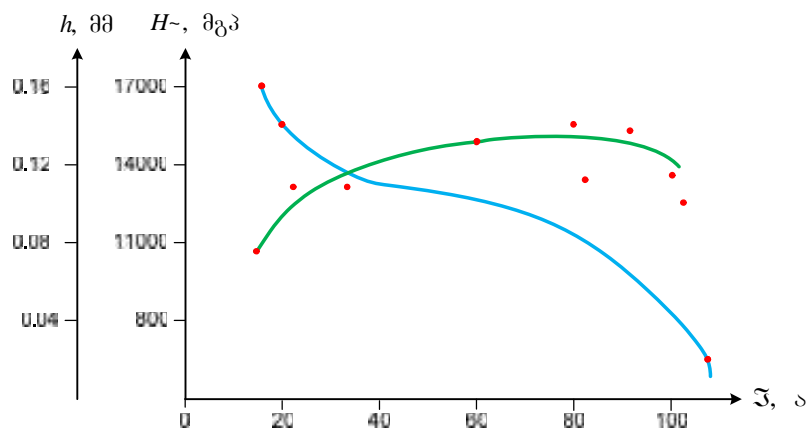
ლაზარენკოს მიხედვით [29] ელექტრონაპერწკლური ლეგირებისას გაცივების სიჩქარე იმყოფება 150...200 გრადუსი წამში ფარგლებში, ხოლო გაცხელება კი ხდება უფრო სწრაფად. ასეთი სიჩქარეები სხვადასხვა აღდგენით პროცესებში თითქმის არ არის ცნობილი.

ამას უნდა დავუმატოთ დარტყმითი ტალღის მაღალი წნევა –100 მპა-მდე.

ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარი გამოირჩევა მაღალი სისალით და შესაბამისად, ცვეთგამძლეობით.

ლაბორატორიულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ დაფარული ფენის სისქე იცვლება 0,045...0,16 მმ საზღვრებში, ამასთან ლეგირებული ლითონური საფარის მიკროსისალე საკმაოდ მაღალია.

ნახ. 4.5-ზე მოცემულია ლეგირებული ლითონური საფარის სისალისა და სისქის ცვალებადობა მოკლე ჩართვის დენის ძალისაგან დამოკიდებულებით.



**ნახ.4.5 ლეგირებული ლითონური საფარის მიკროსისალისა და სისქის დამოკიდებულება მოკლე ჩართვის დენის ძალისაგან**

სისალის მნიშვნელოვანი განზნევა გამოწვეულია აღდგენილი ზედაპირის მალეგირებული ელემენტებით არათანაბარი გაჯერების შედეგად. ლეგირებული ფენის (“თეთრი ფენა”) სისალის გაზრდაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახალი ფაზების გამოჩენა, რომლებიც წარმოიშობიან აღსადგენი დეტალისა და მალეგირებული ელექტროდის ელემენტების ქიმიური ზემოქმედებით. ცალკეულ შემთხვევებში ჩვენს მიერ აღნიშნული იქნა სისალის ზრდა ნაპერწკლური განმუხტვის გამო. ანოდის მასალა ნაპერწკლური განმუხტვის გამო იცვლის თავის ქიმიურ და ფიზიკურ შემადგენლობას და შესაბამისად, ფიზიკურ-



მექანიკურ თვისებებს. ასევე ჩვენს მიერ დადგენილი იქნა, რომ “თეთრი ფენის” სისალე ნაკლებია ძირითადი ლითონის სისალეზე, რაც ჩვენი აზრით უნდა აიხსნას იმით, რომ ხდება გარდამავალი ფენის ნაწილობრივი მოშვება.

#### 4.4 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენილი ლითონური საფარის სისალის გამოკვლევა მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიის გამოყენებით

ჩვენ შევეცადეთ გამოგვეყენებინა მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორია ლეგირებული ლითონური საფარის სისალის გამოკვლევისათვის მისი მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღების მიზნით.

ამ თეორიის მნიშვნელოვანი დადებითია ის, რომ შესაძლებელია შესწავლილი იქნას ოპტიმიზაციის პარამეტრზე (ჩვენს შემთხვევაში სისალეზე) რამდენიმე ფაქტორის ერთდროული ზემოქმედება, ამისათვის პირველ რიგში არსებული გამოკვლევების საფუძველზე [2,7,34,42,43] გავაანალიზეთ, თუ რა ფაქტორები ახდენენ არსებით გავლენას ლეგირებული ფენის სისალეზე. ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხ. 4.1-ზე.

#### ლეგირებული ლითონური საფარის სისალეზე მოქმედი ფაქტორები

ცხრილი 4.1

№	ფაქტორების დასახელება	აღნიშვნა	განზომილება Si სისტემაში	სიდიდეების სიმბოლოებით გამოსახული განზომილება
1	ელექტრონაპერწკლური ლეგირების სიჩქარე	V	მ/წმ	$LT^{-1}$
2	აღდგენის დრო	T	წმ	$T$
3	ძაბვის იმპულსების ამპლიტუდა კონდენსატორზე	x	r	$ML^2S^{-1}T^{-3}$
4	შედულების კოეფიციენტი	K	კგ/ა.წმ	$ML^{-1}T^{-1}$
5	მოკლე ჩართვის დენის ძალა	S	ა	$S$
6	საფარის სისქე	h	მმ	$L$
7	აღსადგენი დეტალის ზომა	D	მ	$L$

8	ანოდის მასალის სიმკვრივე	...	კგ/მ <sup>3</sup>	$ML^{-1}T^{-1}$
---	--------------------------	-----	-------------------	-----------------

ფუნქციურ კავშირს ლეგირებულ ლითონური საფარის მიკროსისალესა და მასზე ფაქტორებს შორის აქვს სახე:

$$H_{-} = f(D, \mathfrak{Z}, \dots, V, K, h, \chi, T)$$

მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორიის მიხედვით [34] ეს კავშირი შეიძლება შეიცვალოს მსგავსობითობის კრიტერიუმებს შორის კავშირით, რომლებიც ახასიათებენ აღდგენის პროცესს. აღნიშნული კრიტერიუმების რაოდენობა განისაზღვრება – თეორემის გამოყენებით, რომლის მიხედვითაც:

$$r = N - n$$

$N$  –სიდიდეების რიცხვია;

$n$  –ძირითადი ფაქტორების რიცხვი.

უკანასკნელი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ სიდიდეების განზომილებათა დეტერმინანტი განსხვავებული იყოს ნულისაგან. აღნიშნული მოთხოვნების შესაბამისად ძირითად ფაქტორებად ვირჩევთ  $D, \mathfrak{Z}, \dots$  და  $V$ .

აღნიშნული ფაქტორების განზომილებებს აქვთ სახე:

$$[\mathfrak{Z}] = M^0 L^0 \mathfrak{Z} T^0$$

$$[\dots] = ML^{-3} \mathfrak{Z}^0 T^0$$

$$[V] = M^0 L \mathfrak{Z}^0 T^{-1}$$

განზომილებათა დეტერმინანტი ტოლია:

$$D = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -3 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & -1 \end{vmatrix} = 1 \neq 0$$

ე.ი. ძირითადი ფაქტორები სწორადაა შერჩეული ელექტრონაპერწყლური ლეგირების დამახასიათებელი მსგავსობითობის კრიტერიუმების რაოდენობა ტოლია:

$$N = 9 - 4 = 5$$

აღნიშნული კრიტერიუმები შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ასე:

$$f = H \_ D^r \mathfrak{Z}^s \dots^x V^u$$

$$f_1 = KD^{r_1} \mathfrak{Z}^{s_1} \dots^{x_1} V^{u_1}$$

$$f_2 = hD^{r_2} \mathfrak{Z}^{s_2} \dots^{x_2} V^{u_2}$$

$$f_3 = \chi D^{r_3} \mathfrak{Z}^{s_3} \dots^{x_3} V^{u_3}$$

$$f_4 = TD^{r_4} \mathfrak{Z}^{s_4} \dots^{x_4} V^{u_4}$$

სადაც  $r_i, s_i, x_i$  და  $u_i$  – ხარისხის მაჩვენებლებია, რომლებიც უცნობია.

იმისათვის, რომ წევრები გახდნენ უგანზომილებო ხარისხის მაჩვენებლები უნდა იყოს ისეთი, რომ მათი შეცვლით  $[V] = M, L, \mathfrak{Z}, T$  კომბინაციები, მიღებულ გამოსახულებებში ტოლი იყოს ნულის, ე.ი.

$$f = H \_ D^r \mathfrak{Z}^s \dots^x V^u = ML^{-1} T^{-2} L^r \mathfrak{Z}^s M^x L^{-3x} L^u T^{-u} = M^0 L^0 \mathfrak{Z}^0 T^0 = 1$$

$$1+x=0$$

$$-1+r-3x+u=0$$

$$-2-u=0$$

$$s=0$$

აქედან:

$$x=-1, s=0, u=-2, r=0.$$

ხარისხის მაჩვენებლების ჩასმით  $f$  -ში ვღებულობთ განსასაზღვრ მსგავსობითობის კრიტერიუმს:

$$f = \frac{H \_}{\dots V^2}$$

განმსაზღვრელი მსგავსობითობის კრიტერიუმები ტოლია:

$$f_1 = KD^{r_1} \mathfrak{Z}^{s_1} \dots^{r_1} V^{u_1} = ML^{-1} L^{r_1} \mathfrak{Z}^{s_1} M^{x_1} L^{-3x_1} L^{u_1} T^{-u_1} = M^0 L^0 \mathfrak{Z}^0 T^0 = 1$$

$$1+x_1=0$$

$$-1+s_1=0$$

$$-1-u_1=0$$

$$x_1-3r_1+u_1=0$$

ანუ ვღებულობთ:

$$x_1=-1, s_1=1, u_1=-1, r_1=-2$$

$$\text{ე.ი. } f_1 = \frac{K\mathfrak{N}}{\dots VD^2};$$

ანალოგიური გაანგარიშებებით ვღებულობთ:

$$f_2 = \frac{h}{D}; \quad f_3 = \frac{\mathfrak{N}x}{\dots D^2 V^3}; \quad f_4 = \frac{TV}{D}.$$

განსასაზღვრავ და განმსაზღვრელ კრიტერიუმებს შორის ფუნქციურ კავშირს აქვს სახე:

$$f = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$$

ან:

$$\frac{H_-}{\dots V^2} = \left\{ \left( \frac{K\mathfrak{N}}{\dots Vx^2}, \frac{h}{D}, \frac{x}{KV^2}, \frac{TV}{D} \right) \right\}$$

მათ შორის კავშირი შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

$$\frac{H_-}{\dots V^2} = C \left( \frac{K\mathfrak{N}}{\dots VD^2} \right)^X$$

$$\frac{H_-}{\dots V^2} = C_1 \left( \frac{h}{D} \right)^{X_1}$$

$$\frac{H_-}{\dots V^2} = C_2 \left( \frac{r}{KV^2} \right)^{X_2}$$

$$\frac{H_-}{\dots V^2} = C_3 \left( \frac{TV}{D} \right)^{X_3}$$

აღნიშნულ გამოსახულებათა გალოგარითმებისა და შეკრებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \lambda g \frac{H_-}{\dots V^2} &= \lambda g C + \lambda g C_1 + \lambda g C_2 + \lambda g C_3 + X \lambda g \frac{K\mathfrak{N}}{\dots Vx^2} + \\ &+ X_1 \lambda g \frac{h}{D} + X_2 \lambda g \frac{r}{KV^2} + X_3 \lambda g \frac{TV}{D} \end{aligned}$$

პოტენციურების შემდეგ:

$$\frac{H_-}{\dots V^2} = A \left( \frac{K\mathfrak{N}}{\dots VD^2} \right)^a \left( \frac{h}{D} \right)^b \left( \frac{r}{KV^2} \right)^c \left( \frac{TV}{D} \right)^d$$

სადაც

$$A = \sqrt[4]{C \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3};$$

$$a = \frac{X}{4}; \quad b = \frac{X_1}{4}; \quad c = \frac{X_2}{4}; \quad d = \frac{X_3}{4}.$$

მიღებული კრიტერიალური განტოლების ზოგადი სახე წარმოადგენს თეორიულ საფუძველს მიზანმიმართული ექსპერიმენტების ჩატარებისათვის, რათა დადგენილი იქნას ის ოპტიმალური ფაქტორები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალური სისალის მქონე ლეგირებული ლითონური საფარის მიღებას.

კრიტერიალური განტოლების ანალიზური სახის მიღებისათვის ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტები ჩვენს მიერ დამზადებულ ელექტრონაპერწყლური ლეგირების ხელსაწყოს გამოყენებით. ხდებოდა კულტივატორების გაცვეთილი თათების აღდგენა სხვადასხვა რეჟიმებით. ანოდად გამოყენებული იყო სალი შენადნობი ფ15, მიღებული ლითონური საფარის მიკროსისალის გაზომვა ხდებოდა PMT-3 ხელსაწყოს გამოყენებით, მიღებული შედეგების დამუშავება ხდებოდა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. ცხრილებში: 4.2, 4.3, 4.4 და 4.5-ზე წარმოდგენილია ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული სამუშაოების შედეგები. (დანართი 5)

**დამოკიდებულება  $\lambda gf$  სა და  $\lambda gf_1$  ს შორის**

**ცხრილი 4.2**

$H_M$	$f \cdot 10^{19}$	$\lambda gf$	$\Xi$	$f \cdot 10^{11}$	$\lambda gf_1$
1700	8.02	19.9042	10	0.14	10.1461
1600	7.55	19.8780	20	0.28	10.4472
1400	6.60	19.8195	30	0.42	10.6233
1300	6.14	19.7882	40	0.57	10.7539
11500	5.43	19.7848	50	0.70	10.8451
11000	5.19	19.7152	60	0.85	10.9294

**დამოკიდებულება  $\lambda gf$  -სა და  $\lambda gf_2$  -ს შორის**

**ცხრილი 4.3**

№	$H_M$	$f \cdot 10^{19}$	$\lambda gf$	$h \cdot 10^{-3}$	$f_2 \cdot 10^{-3}$	$\lambda gf_2$
1	15000	7.10	19.8513	0.04	0.08	-5.031
2	15500	7.31	19.8639	0.06	0.12	-

						5.10792
3	16000	7.55	19.8779	0.08	0.16	-5.1204
4	16500	7.78	19.8910	0.10	0.20	-5.1301
5	16200	7.64	19.8831	0.12	0.24	-5.1380
6	16100	7.59	19.8802	0.14	0.28	-5.1447

დამოკიდებულება  $-\lambda gf$  სა და  $\lambda gf_3$ -ს შორის

ცხრილი 4.4

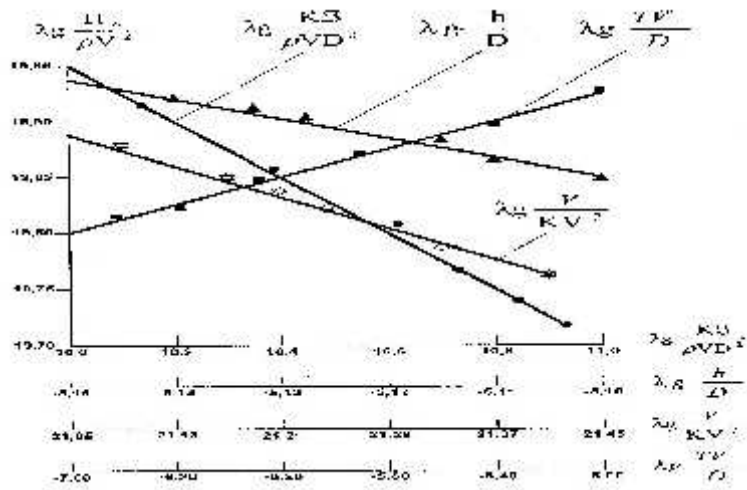
N <sup>o</sup>	$H_M$	$f \cdot 10^{19}$	$\lambda gf$	€	$f_3 \cdot 10^{21}$	$\lambda gf_3$
1	16300	7.69	19.8831	30	1.11	21.0453
2	16600	7.55	19.8780	40	1.48	21.1703
3	15600	7.36	11.8669	50	1.85	21.2672
4	15000	7.10	10.8513	60	2.22	21.3464
5	14500	6.84	10.8325	70	2.60	21.4150
6	14000	6.60	10.8195	80	2.96	21.4713

დამოკიდებულება  $\lambda gf$  -სა და  $\lambda gf_4$ -ს შორის

ცხრილი 4.5

N <sup>o</sup>	$H_M$	$f \cdot 10^{19}$	$\lambda gf$	T	$f_4 \cdot 10^{10}$	$\lambda gf_4$
1	16500	7.7877	19.8914	3	18	-6.2552
2	16550	7.8066	19.8925	6	36	-6.5363
3	17000	8.0188	19.9011	9	54	-6.7324
4	16200	7.6415	19.8832	12	72	-6.8573
5	14300	6.7453	19.8295	15	90	-6.9542
6	14000	6.6037	19.8198	18	108	-5.0334

მოცემული შედეგები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია ნახ. 4.6-ზე.



ნახ. 4.6 დამოკიდებულება  $\lambda_{gf}$  -სა და  $\lambda_{gf_1}$ ,  $\lambda_{gf_2}$ ,  $\lambda_{gf_3}$  და  $\lambda_{gf_4}$ -ის შორის

მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების მათემატიკური დამუშავების შედეგად მივიღეთ:

$$C = 9.1 \cdot 10^{19}$$

$$C_1 = 9.08 \cdot 10^{19}$$

$$C_2 = 8.8 \cdot 10^{19}$$

$$C_3 = 6.3 \cdot 10^{19}$$

$$X = 1.2; \quad X_1 = -0.36; \quad X_2 = -0.56; \quad X_3 = -0.84$$

აღნიშნული სიდიდეების ჩასმის შემდეგ კრიტერიალურ განტოლებაში მივიღეთ:

$$\frac{H}{\dots V^2} = 6.9 \cdot 10^{11} \left( \frac{K\Sigma}{\dots VD^2} \right)^{0.3} \cdot \left( \frac{h}{D} \right)^{-0.09} \cdot \left( \frac{X}{KV^2} \right)^{0.14} \cdot \left( \frac{TV}{D} \right)^{-0.21}$$

მიღებული მათემატიკური მოდელის ადეკვატურობის შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ გამოთვლათა ცდომილება არ აღემატება 3,5%.

ექსპერიმენტული მონაცემებისა და მიღებული ფორმულის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ყველაზე უფრო არსებით გავლენას ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის სისაღებზე ახდენს მოკლე ჩართვის დენის ძალა და აღდგენის დრო, დენის ძალის 20 ა-მდე გაზრდისას სისაღე

იზრდება, შემდეგ კლებულობს. ასეთივე გავლენას სისალეზე ახდენს დაფარვის დრო.

როგორც ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს ანოდის მასალის ინტენსიური გადატანა კათოდზე ხდება პირველ წუთებში, შესაბამისად იზრდება სისალე. მიღებული ლითონური საფარის მაქსიმალური მიკროსისალე  $H_M = 17000$  პა მიღებული იქნა მსგავსობითობის კრიტერიუმების შემდეგი მნიშვნელობების დროს:

$$f_1 = 0.14 \cdot 10^{11}$$

$$f_2 = 0.2 \cdot 10^{-3}$$

$$f_3 = 1.11 \cdot 10^{21}$$

$$f_4 = 5.4 \cdot 10^{-6}$$

#### 4.5 ელექტრო-ნაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის ოპტიმიზაცია ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით

ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცე ლითონთან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მექანიკური თვისებაა, რომელიც განაპირობებს აღდგენილი დეტალის რესურსს.

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოები ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მიღებული ლითონური საფარის ჩაჭიდების სიმტკიცის გამოკვლევისა და ოპტიმიზაციისათვის ექსტრემალური ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიის გამოყენებით. სიმტკიცეზე გამოცდას ვაწარმოებდით ოლარდის მეთოდით. ამ კვლევებში სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ ჩვენ ერთდროულად გამოვიყენეთ ე.წ. კომბინირებული მათემატიკური მეთოდები ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორია და მსგავსობითობისა და განზომილებათა თეორია.

ზოგადი სახის კრიტერიალური განტოლება მიღებული იქნა ასეთი სახით:

$$\frac{\dagger}{\dots V^2} = \left\{ \left( \frac{K\mathfrak{N}}{\dots VD^2}, \frac{x}{KV^2}, \frac{TV}{D} \right) \right.$$



† - არის ჩაჭიდების სიმტკიცე, მპა. ელექტრონაპერწკლური ლევირების პროცესის ოპტიმიზაციისათვის ოპტიმიზაციის პარამეტრად მივიღეთ ჩაჭიდების სიმტკიცის უგანზომილებო კომპლექსი:

$$y = \frac{\dagger}{\dots V^2}, \text{ ხოლო მასზე მოქმედ ფაქტორებად კი } X_1 = \frac{K\mathfrak{N}}{\dots VD^2} \text{ და } X_2 = \frac{x}{kV^2}$$

სამი აღნიშნული ფაქტორის მიხედვით აგებული იქნა  $2^3$  ტიპის სრულფაქტორიანი ექსპერიმენტი, ბოქს-უილსონის მოდელის მიხედვით [1].

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

ცხრილ 4.6.-ზე წარმოდგენილია ექსპერიმენტების დაგეგმვის მატრიცა.

### ექსპერიმენტების დაგეგმვის მატრიცა

ცხრილი 4.6

ცდის №	ფაქტორების კოდური აღნიშვნა				ასოითი აღნიშვნა
	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	
1	+1	+1	-1	-1	
2	+1	-1	-1	-1	(1)
3	+1	+1	+1	-1	b
4	+1	-1	+1	-1	b
5	+1	+1	-1	+1	ac
6	+1	-1	-1	+1	c
7	+1	+1	+1	+1	abc
8	+1	-1	+1	+1	bc

ნულოვან დონეებად მიღებული იქნა:

$$X_{10} = 175 \cdot 10^4;$$

$$X_{20} = 220 \cdot 10^{15};$$

$$X_{30} = 85 \cdot 10^{-7}.$$

ცხ. 4.7 -ზე მოცემულია ექსპერიმენტებით მიღებული შედეგები.

### ექსპერიმენტების შედეგები

ცხრილი 4.7

ცდის	$X_0$	$X_1 \cdot 10^4$	$X_2 \cdot 10^{15}$	$X_3 \cdot 10^7$	$y \cdot 10^{13}$
1	+1	300	120	62	2,66
2	+1	50	120	62	1,77
3	+1	300	320	62	2,79
4	+1	50	320	62	2,37
5	+1	300	120	108	2,63
6	+1	50	120	108	2,54
7	+1	300	320	108	2,7
8	+1	50	320	108	2,69

ექსპერიმენტების შედეგების მათემატიკური დამუშავებით მივიღეთ:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = 2.52;$$

$$b_1 = 0.18; \quad b_2 = 0.12; \quad b_3 = 0.12.$$

რეგრესიულ განტოლებას აქვს სახე:

$$y = 2.52 + 0.18 X_1 + 0.12 X_2 + 0.12 X_3$$

მიღებული განტოლება შემოწმებული იქნა ადეკვატურობაზე ფიშერის კრიტერიუმით, დისპერსიის ერთგვაროვნობაზე კოხრენის კრიტერიუმით და კოეფიციენტების მნიშვნელობაზე სტიუდენტის კრიტერიუმით. შედეგები დამაკმაყოფილებელი აღმოჩნდა. ამის შემდეგ მიღებული იქნა რეგრესიული განტოლება ნატურალურ სიდიდეებში:

$$\frac{\ddagger}{\dots V^2} = 1.57 \cdot 10^{13} + \frac{1.4 \cdot 10^6 K\mathfrak{Z}}{\dots x^2} + \frac{1200x}{KV^2} + \frac{12 \cdot 10^{18} TV}{D}$$

მიღებული რეგრესიული განტოლება ადეკვატურია და დასაშვები სიზუსტით აღწერს გამოძახილის ფუნქციას ლოკალურ უბანზე. ოპტიუმის მიღწევისათვის ვიყენებთ ციცაბო სვლის მეთოდს [1,11].

ფუნქციის გრადიენტი ტოლია:

$$\Delta \vec{\zeta} = \frac{\partial \zeta}{\partial x_1} \vec{i} + \frac{\partial \zeta}{\partial x_2} \vec{j} + \frac{\partial \zeta}{\partial x_3} \vec{k}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial x_1} = b_1 = 0,18; \quad \frac{\partial \zeta}{\partial x_2} = b_2 = 0,12; \quad \frac{\partial \zeta}{\partial x_3} = b_3 = 0,12.$$

უცნობი ცვლადების რეგრესიული განტოლების კოეფიციენტების პროპორციული ცვლილებით ხორციელდება მოძრაობა გამოძახილის ფუნქციის გრადიენტის მიმართულებით.

განვსაზღვროთ ციკაბო სვლის გრადიენტის მდგენელები:

$$b_1 a_1 = 0,18 \cdot 125 \cdot 10^4 = 22,5 \cdot 10^4;$$

$$b_2 a_2 = 0,12 \cdot 220 \cdot 10^{15} = 26,4 \cdot 10^{15};$$

$$b_3 a_3 = 0,12 \cdot 23 \cdot 10^{-7} = 2,76 \cdot 10^{-7}.$$

გრადიენტის მდგენელების ნებისმიერ დადებით რიცხვზე გამრავლება იძლევა წერტილებს, რომლებიც ასევე იმყოფებიან გრადიენტზე, ამიტომ ვამრავლებთ მდგენელებს რიცხვზე 0,469.

$$a_1 = 22,5 \cdot 10^4 \cdot 0,469 = 10,5 \cdot 10^4;$$

$$a_2 = 2,64 \cdot 10^{15} \cdot 0,469 = 1,24 \cdot 10^{15};$$

$$a_3 = 2,76 \cdot 10^{-7} \cdot 0,469 = 1,3 \cdot 10^{-7}.$$

თუ ძირითად დონეს მიმდევრობით დავუმატებთ გრადიენტის მდგენელებს, მივიღებთ ციკაბოსვლის სერიებს, რომლებიც მოცემულია ცხ. 4.8-ზე.

#### მონაცემები ციკაბო სვლისათვის

ცხრილი 4.8

ფაქტორები	$X_1 \cdot 10^4$	$X_2 \cdot 10^{15}$	$X_3 \cdot 10^7$	$y \cdot 10^{13}$
ძირითადი დენი	175	220	85	
ვარიირების	50	100	23	
ინტერვალი	300	320	108	
ზედა დონე	125	120	62	
ქვედა დონე				
ცდები	ფაქტორების კოდირებული და ნატურალური მნიშვნელობები			
0	0; 175	0; 220	0,62	2,64
1	+1; 300	-1; 100	-1; 23	2,66
2	-1; 125	+1; 220	-1; 23	1,77
3	+1; 300	-1; 100	-1; 23	2,79
4	-1; 125	+1; 220	-1; 23	2,37
5	+1; 300	-1; 100	+1; 85	2,63
6	-1; 125	+1; 220	+1; 85	2,54
7	+1; 300	-1; 100	+1; 85	2,7
8	-1; 125	+1; 220	+1; 85	2,69

$b_j$	0,18	0,12	0,12	
$b_{j_j}$	22,5	26,4	2,76	
ახალი ვარიირების ინტერვალის ცდები	10,5	1,24	1,3	
9	310,5	321,24	86,3	
10	321,0	322,48	87,6	2,80
11	331,5	323,72	88,9	2,82
12	342,0	324,96	89,2	2,81

როდესაც მათემატიკური მოდელი ადეკვატურია, იწყებენ ისეთი ცდების რეალიზაციას, რომელთა პირობები გამოდიან ჩატარებული ცდების ზღვრიდან მინიმუმ ერთი ფაქტორით: ოპტიმიზაციის პარამეტრის შემცირება მე-12-ე ცდაზე უჩვენებს, რომ მე-11-ე ცდის შედეგი არის ყველაზე ექსტრემალური.

საბოლოოდ, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ელექტრონაპერწკლური ლეგირებისას მაქსიმალური ჩაჭიდების სიმტკიცისათვის საჭიროა ფაქტორებს ჰქონდეთ შემდეგი მნიშვნელობანი:

$$x_1 = \frac{KI}{VD^2} = 331.5 \cdot 10^4;$$

$$x_2 = \frac{x}{kV^2} = 323.82 \cdot 10^{15};$$

$$x_3 = \frac{TV}{D} = 88.9 \cdot 10^{-7}.$$

აღნიშნულ ფაქტორებს შეესაბამება ელექტრონაპერწკლური ლეგირების შემდეგი რეჟიმები:

- მოკლე ჩართვის დენის ძალა  $I = 18$  ა.
- ლეგირების დრო  $T = 4$  წთ.
- ძაბვა კონდესატორზე  $x = 60$  ვ.

#### 4.6 მცირე მექანიზაციის მანქანების გაცვეთილი დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის რესურსდამზოგი ტექნოლოგია

##### 4.6.1. მოსამზადებელი სამუშაოები

ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების საფუძველზე, რომლებიც სწარმოებდა ჩვენს მიერ დაპროექტებულ და დამზადებულ ხელსაწყოზე დამუშავებული იქნა მცირე მექანიზაციის მანქანების გაცვეთილი დეტალების ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენის რაციონალური ტექნოლოგიური პროცესი. ამ პროცესს რაციონალურს ვუწოდებთ იმიტომ, რომ მისი გამოყენებით შესაძლებელია მინიმალური დანახარჯებისა და მარტივი დანადგარის გამოყენებით მივიღოთ მაღალი სისალის, ჩაჭიდების, სიმტკიცისა და ცვეთგამძლეობის ლითონური საფარი. აღნიშნული ხერხი შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ნებისმიერ გლახური და ფერმერული მეურნეობების ცენტრალურ სარემონტო სახელოსნოებში ისეთი სპეციფიკური დეტალების აღსადგენად, როგორცაა მოტობლოკების მუხლა და გამანაწილებელი ლილვები, სახნისები, ფრთები, კულტივატორების თათები, ფრეზების მუშა ორგანოები და სხვა. ამ დროს უნდა გავითვალისწინოთ, რომ დეტალების მოდალური ცვეთა არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 მმ-ს.

დეტალების აღდგენისათვის საჭიროა ჩატარდეს მოსამზადებელი სამუშაოები. მოსამზადებელ სამუშაოებში შედის დეტალების გახეხვა შესაბამისი სისუფთავის მისაღებად, რის შემდეგაც საჭიროა მოხდეს როგორც აღსადგენი დეტალის, ასევე ანოდის ცხიმგაცლა. ცხიმგაცლა შესაძლებელია აცეტონით ან ბენზინით. მისი ძირითადი დანიშნულებაა აღსადგენი დეტალის გულმოდგინე გასუფთავება ჭუჭყისა და მტვერისგან.

გარდა ამისა ეს ოპერაცია ხელს უწყობს დაფარული სალი შენადნობის კარგ კონტაქტს ძირითად ლითონთან.

ცალკეულ შემთხვევებში რეკომენდებულია აღსადგენი დეტალის დაკეჭვნა.

მოსამზადებელი ოპერაციების შემდეგ აღსადგენი დეტალის ზედაპირის ხაოიანობა უნდა იყოს  $R_a = 3.2...12.5$  მკმ. მხოლოდ ამის შემდეგ არის შესაძლებელი დაიწყოს დეტალების ლეგირების პროცესი.

#### 4.6.2 ელექტრონაპერწკლური ლეგირების რეჟიმების შერჩევა

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების რეჟიმების შერჩევას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მაღალი ხარისხის ლითონური საფარის მისაღებად. ქვემოთ წარმოდგენილია ჩვენს მიერ დამზადებული ხელსაწყოს ტექნიკური მახასიათებლები:

1. დაფარული ლითონური ფენის სისქე, მმ  $-0,05...0,16$ .
2. ლითონური საფარის ხაოიანობა, მკმ  $=3,2...12,5$ .
3. მწარმოებლურობა სმ<sup>2</sup>/წთ 2...6.
4. კონდესატორების ბატარეას ტევადობა, მკვ 20...30
5. ტექნოლოგიური რეჟიმების რაოდენობა 9X2.
6. ელექტროდის ვიბრაციის სიხშირე, ჰც 250...500.
7. ქსელიდან მოთხოვნილი სიმძლავრე, კვტ 0,4-მდე.
8. კვების ძაბვა, ვ. 220.
10. მასა, კგ 14.

მოწყობილობას გააჩნია მუშაობის 9 რეჟიმი - ტექნოლოგიური დენის ძალის ცხრა მნიშვნელობა. აღდგენის რეჟიმები მოცემულია ცხ.4.9-ზე.

#### ელექტრონაპერწკლური ლეგირების აღდგენის რეჟიმები

ცხრილი 4.9

აღდგენის რეჟიმების ნომერი	1	2	3	4	5	6	7	8	9
დენის ძალა, ა	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2
20 მკვ ტევადობისათვის	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2
დენის ძალა, ა	1.0	1.2	1.6	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
300 მკვ ტევადობისათვის	1.2	1.4	2.0	2.2	2.4	2.6	3.0	3.2	3.4

თითოეულ აღდგენილ რეჟიმებს შეესაბამება ენერგიის განსაზღვრული სიდიდე, რომელიც გამოიყოფა კათოდისა და ანოდის კონტაქტის დროს. სწორედ ეს ენერგია განსაზღვრავს აღდგენის პროცესის ინტენსივობას. პირობითად მოწყობილობის რეჟიმები დაყოფილია სამ ნაწილად:

რბილი (რეჟიმების პოზიციები 1...9, ტევადობა 50 მკვ).

საშუალო (პოზიციები 1...4, ტევადობა 300 მკვ).

უხეში (პოზიციები 5...9, ტევადობა 300 მკვ).

რეჟიმების შერჩევა ხდება აღსადგენი დეტალის სისქისა და ზედაპირის მოთხოვნილი სისუფთავის მიხედვით რაც უფრო რბილია რეჟიმი, მით უფრო ნაკლებია დაფარვის სისქე, მაგრამ ლითონური საფარის ხარისხი მაღალია. უხეში რეჟიმების გამოყენების დროს დაფარული ლითონის სისქე იზრდება, მაგრამ უარესდება მისი ხარისხი.

საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს, რომ უხეში რეჟიმებით აღდგენისას მუშაობის პირველ წუთებში ლითონის გადატანა ხდება მაღალი ინტენსივობით, შემდეგ პროცესი ნელდება. ამიტომ არ არის საჭირო მრავალჯერადი (4...5-ზე მეტი) გავლები, ერთსა და იგივე ზედაპირზე.

ჩვენმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენეს, რომ ხარისხიანი დაფარული ფენის მისაღებად უხეში რეჟიმების შემდეგ, აუცილებელია მოხდეს რბილი რეჟიმების გამოყენება, რაც ხელს უწყობს აღდგენილი ზედაპირის გაგლუვებასა და ხაოიანობის შემცირებას.

დრო, რომელიც საჭიროა მაქსიმალური სისქის ლითონური საფარის მისაღებად დამოკიდებულია ანოდსა და აღსადგენი დეტალის მასალაზე და ჩვენს შემთხვევაში განისაზღვრებოდა ექსპერიმენტულად თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში.

ქვემოთ მოცემულია ჩვენს მიერ ცდით დადგენილი მოტობლოკების მანაწილებელი ლილვის 1 სმ<sup>2</sup> ფართობის აღდგენის დრო (ცხ. 4.10).

მოტობლოკების მანაწილებელი ლილვის 1 სმ<sup>2</sup> ფართის ალდგენის დრო

ცხრილი 4.10

ალდგენის რეჟიმი 300 მკფ-სათვის	1	2	3	4	5	6	7	8	9
დაფარვის დრო, წთ.	2...8	1.5...5	1...4	1...3.5	0.5...3	0.5...2.5	0.4...2	0.3...2	0.3...1.5

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ალდგენის პროცესი უნდა შეასრულოს მაღალკვალიფიციურმა პერსონალმა სწორი რეჟიმებითა და ელექტროდების სწორი მოძრაობით.

ოპერატორის მცირე შეცდომასაც კი შეუძლია მნიშვნელოვნად გააუარესოს ალდგენილი ფენის ხარისხი.

იმისათვის, რომ ეს გარემოება ავიცილოთ თავიდან საჭიროა დავიცვათ შერჩეული რეჟიმი და განსაკუთრებით დენის ძალა, რომელიც მუდმივად უნდა ვაკონტროლოთ წინა პანელზე არსებული ამპერმეტრით.

**4.6.3 გამოსაყენებელი ელექტროდების მასალისა და ფორმის შერჩევა**

ელექტრონაპერწყლური ლეგირების დროს ელექტროდის ფორმის შერჩევას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ელექტროდის ალესვის ფორმა დამოკიდებულია ალსადგენი დეტალის კონფიგურაციაზე, გაბარიტებსა და განივკვეთზე. ყველაზე უფრო კარგი შედეგი ჩვენი ექსპერიმენტების დროს აჩვენეს ისეთმა ელექტროდებმა, რომლებიც კონუსურად იყვნენ ალესილნი. ეს ჩვენი ვარაუდით აიხსნება იმით, რომ ყველა წრედში ელექტრული დენი გადაეცემა გამტარის კვეთში, ხოლო განაკვეთის შემცირების შემთხვევაში დენის სიმკვრივე მკვეთრად იზრდება, ნაპერწყალი უფრო მძლავრი და ეფექტური ხდება.



ყველაზე კარგი შედეგი მივიღეთ მაშინ, როცა ელექტროდის წვერო იყო წაკვეთილი კონუსის სახით. ამ შემთხვევაში ზედა დიამეტრი იყო 5მმ, ხოლო ქვედა კი 2მმ, მისი სიგრძე კი – 20 მმ. სასურველია ყოველი ახალი დეტალის აღდგენის დაწყების წინ ელექტროდი გულმოდგინედ გაილესოს. ელექტროდების ზომები აღდგენის რეჟიმისაგან დამოკიდებულებით მოცემულია ცხ. 4.11-ზე

### ელექტროდების ზომები

ცხრილი 4.11

დასახელება	მნიშვნელობა		
მუშა დენის ძალა, ა	0.4...0.5	0.5...1.0	1.0- ზე მეტი
ელექტროდის განივკვეთი, მმ <sup>2</sup>	2...5	4...10	10...20

თვით ელექტროდის მასალად შეირჩევა მაღალი სისაღისა და ცვეთგამძლეობის შენაღ�ობი.

ჩვენს ცდებში ძირითადად ელექტროდის მასალად გამოყენებული იყოს ჯგუფის ლითონკერამიკული საღი შენაღ�ობი, ძირითადად ვიყენებდით 3 და თ15 6 საღი შენაღ�ობებისაგან დამზადებულ ელექტროდებს (დანართი 5).

#### 4.6.4 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით დეტალების აღდგენის ტექნოლოგიის თავისებურებანი

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების აღდგენის ეფექტი დიდად არის დამოკიდებული დადგენილი ტექნოლოგიური პროცესის დაცვაზე.

როგორც ავღნიშნეთ აღსადგენი დეტალებს წინასწარ უნდა ჩაუტარდეთ ცხიმგაცლა აცეტონით ან ბენზინით, რათა სრულად მოსცილდეს ჭუჭყი, მტვერი, ზეთისა და ცხიმის ნაწილაკები. ამის შემდეგ იწყება ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით დეტალების აღდგენა, რომელიც ხორციელდება ხელით ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის გამოყენებით, რომელიც შეიცავს მალეგირებელ ელემენტებს. როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა ვიბრირებადი ელექტროდი მიზანშეწონილია მივმართოთ აღსადგენი დეტალის პერპერდიკულარულად.

ელექტროდის აღსადგენ დეტალთან დაჭერის ძალა უნდა იყოს მუდმივი, ჩვენი ცდების ფარგლებში ყველაზე მაღალხარისხიანი ლითონური საფარი მიიღებოდა ელექტროდის წინსვლით-უკუსვლითი მოძრაობით სიჩქარით 0,5...1 სმ/წმ.

უხეში რეჟიმის გამოყენების დროს საჭიროა პერიოდულად ელექტროდების გაგრილება 10...15 წმ-ით. ყოველ 2...3 წუთის მუშაობის შემდეგ.

ცალკეულ შემთხვევებში დასაშვებია ელექტროდის გაგრილება წყალში რამდენიმე წამის განმავლობაში.

ელექტრონაპერწყლური ლეგირება უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის ლითონური საფარის მიღებას, ამ დროს დიფუზიის გამო ლითონის ფენა მტკიცედ უკავშირდება ძირითად ლითონს, ხოლო მისი მიკროსისალე აღწევს 16000...17000 მპა, რაც განაპირობებს აღდგენილი დეტალის რესურსისა და ცვეთგამძლეობის მნიშვნელოვნად გაზრდას.

როგორც ავღნიშნეთ, პროცესის სტაბილიზაციაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ოპერატორის კვალიფიკაციას. არაკვალიფიკაციური ოპერატორის შემთხვევაში ადგილი აქვს ისეთ უარყოფით მოვლენებს, როგორცაა ლითონურ საფარის დაბალი სიგლუვე და არათანაბრობა, ნამწვი აირების არსებობა საფარზე, ნაკაწრები დეტალზე და სხვა.

ელექტრონაპერწყლური ლეგირების პროცესის შემდეგ საჭიროა მოხდეს აღდგენილი დეტალის კონტროლი გარეგანი სახით, გეომეტრიული ზომებით და ხაოიანობით.

გარეგანი სახის კონტროლი ხდება საფარზე არათანაბარი უბნებისა და ცხადი დეფექტების გამოვლინების მიზნით. გეომეტრიული ზომების კონტროლისას ადგენენ აღდგენილი საფარის სისქეს და განსაზღვრავენ აღდგენის შემდგომი მექანიკური დამუშავების სახეს.

## თავი V

### აჭარაში მომუშავე მცირე მექანიზაციის მანქანების ტექნიკური სერვისის რაციონალური ფორმების დამუშავება

#### 5.1 მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის სერვისის თანამედროვე მდგომარეობა აჭარაში და მისი პრინციპული თავისებურებანი

ტექნიკის სერვისი მდგომარეობს მანქანების არა მარტო ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტში, არამედ იწყება მნიშვნელოვნად ადრე, როცა ისინი წარმოადგენენ საქონელს, გრძელდება, როდესაც მანქანა არის შრომის იარაღი და აპოგეას აღწევს სარემონტო წარმოების სფეროში. აჭარაში საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლის და მეურნეობრიობის მრავალფორმიანობის გამო, მნიშვნელოვნად შემცირდა ტრაქტორების, ავტომობილებისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანების რაოდენობა, გაუარესდა ექსპლუატაციაში მყოფი ტექნიკის მდგომარეობა. ცხადია ეს მდგომარეობა უარყოფითად მოქმედებს სოფლის საქონელმწარმოებელთა ენერგოაღჭურვილობაზე, რის გამოც მცირდება საწარმოებელი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მოცულობა.

XX საუკუნის 30-იანი წლებიდან იქმნებოდა მანქანა-ტრაქტორთა სადგურები (მტს-ები), რომლებიც წარმოადგენდნენ სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ეფექტურად გამოყენების ფორმას. მათი თავისებურება მდგომარეობდა იმაში, რომ ტექნიკა ეკუთვნოდა აღნიშნულ სადგურებს და მათი რემონტი ხდებოდა მტს-ების სარემონტო სახელოსნოების მიერ. ამის შემდეგ 1961 წელს შეიქმნა გაერთიანება „სოფლტექნიკა“, რომლის ამოცანას წარმოადგენდა კოლმეურნეობის და საბჭოთა მეურნეობის ტექნიკის ტექნიკური მომსახურება და რემონტი.

გარკვეული დროის შემდეგ კვლავ გატარდა ახალი პოლიტიკური და ეკონომიკური რეფორმები, რის შედეგადაც მოხდა კოლმეურნეობების და საბჭოთა მეურნეობების ლიკვიდაცია, რამაც გამოიწვია ტექნიკის სერვისის ძველი ფორმის სრული ლიკვიდაცია, ტექნიკის მომსახურების სიმძიმის ცენტრი გადატანილი იქნა რეგიონულ დონეზე, ამ უკანასკნელმა კი გაართულა ურთიერთობები სოფლად საქონელმწარმოებლებსა და ტექნიკის სერვისის საწარმოებს შორის. ყოველივე ამან კი მოახდინა აღნიშნულ საწარმოთა გაჩანაგება, საიდანაც ბევრი კვალიფიციური პირი წავიდა და ჩაერთო ბიზნესის სხვა სფეროში, აქედან გამომდინარე გაიზარდა

რემონტისა და ტექნიკური მომსახურების სამუშაოების მოცულობა (80-90%-ით) და თვითღირებულება, ხოლო ხარისხი შემცირდა.

უკანასკნელ პერიოდში აღნიშნული მდგომარეობის ნაწილობრივ გამოსწორებისათვის ჩვენი ქვეყნის ხელისუფლებამ ცალკეულ რაიონებში შექმნა სერვის-ცენტრები, რაც უდაოდ პროგრესული ნაბიჯია, მაგრამ სამწუხაროდ, აღნიშნული ცენტრების ოპტიმალური განლაგება და რაოდენობა არ არის მეცნიერულად დასაბუთებული და გარდა ამისა გათვალისწინებული არ არის დანახარჯები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკისა და სათადარიგო ნაწილების სერვის-ცენტრამდე გადაზიდვაზე. გარდა ზემოთაღნიშნულისა, აჭარაში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის სერვისის თავისებურებანი იმაში მდგომარეობს, რომ აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მცირე მექანიზაციის მანქანების კონსტრუქციული თავისებურებანი და მუშაობის პირობები, რეგიონის ნიადაგობრივი და კლიმატური მრავალფეროვნება, სწორედ ამიტომ კონკრეტული მანქანის სერვისის მოდელი განსხვავებული უნდა იყოს საქართველოს სხვა რეგიონის მოდელისაგან.

## **5.2 სადილერო სამსახურის გათვალისწინებით მანქანების ტექნიკური სერვისის რაციონალური სქემა**

ტექნიკური სერვისის განვითარების ძირითადი მიმართულებები ეყრდნობა სოფლის მეურნეობაში არსებული რემონტისა და ტექნომსახურების ბაზებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ სამუშაოების მთლიანი მოცულობის შესრულებას.

სადილერო სამსახურის საფუძველზე ჩამოყალიბებული ტექნიკური სერვისის სისტემა მოიცავს აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის, რეგიონულ და სარაიონო დონეზე სტრუქტურულ დანაყოფთა შექმნას: პირველ დონეზე ჩამოყალიბდება „აგროტექსერვისი“-ის ასოციაცია, რეგიონულ დონეზე სამხარეო ზონალური სადილერო ცენტრები, ხოლო რაიონულ დონეზე რაიონული სადილერო ცენტრები.

პირველი დონის „აგროტექსერვისი“-ს ასოციაცია ურთიერთობებს ამყარებს საზღვარგარეთის ფირმებთან, ქარხანა-დამამზადებელთან, ასევე სხვა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებთან, სამრეწველო საკონსტრუქტორო ბიუროებთან და

სამხარეო ზონალურ სადილერო ცენტრებთან. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, ურთიერთობს ზონალურ სამეცნიერო - კვლევით ინსტიტუტებთან, საკონსტრუქტორო ბიუროებთან, აგროფირმებთან, ზონალური დაქვემდებარების აგროსამრეწველო კომპლექსის საწარმოებთან, სარემონტო ქარხნებთან, სპეციალიზებულ სარემონტო საწარმოებთან, ზონალური მომარაგების სამსახურებთან და რაიონების სადილერო ცენტრებთან. ფირმები და სხვა საქონელმწარმოებლები, აგრეთვე სარემონტო-ტექნოლოგიური საწარმოები (სტს), ტრაქტორების, ავტომობილების და მეცხოველეობის ფერმების მანქანა-მოწყობილობების ტექნომსახურების სადგურები (ტტს, ატს, ფტს), ავტოსატრანსპორტო საწარმოები (ასს) და მომარაგების სამსახურები, რომლებსაც ესაჭიროებათ ტექნიკური სერვისი ურთიერთკავშირში არიან რაიონების სადილერო ცენტრებთან.

ტექნიკური სერვისის სადილერო სამსახურის ორგანიზებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს უკვე არსებული, მოქმედი სარემონტო-მომსახურებითი ბაზები და აჭარის ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ტექნიკის ექსპლუატაციაზე და შენახვაზე.

სარემონტო ბაზების რეორგანიზაციის მიმართულებების ანალიზიდან ჩანს, რომ არსებული სარემონტო-მომსახურებითი საწარმოების მოღვაწეობას გააჩნია უარყოფითი და დადებითი მხარეები. მათი ფუნქციონირების ძირითადი უარყოფითი არის ის, რომ ისინი ინარჩუნებენ ზემდგომი ორგანოების დაქვემდებარებას და არ გააჩნიათ სამეურნეო დამოუკიდებლობა, ხოლო დადებითია წარმოების კონცენტრაცია და სპეციალიზაცია. სარემონტო საწარმოს კონცენტრაცია ქმნის რემონტის თვითღირებულების შემცირების და ტექნოლოგიური მოწყობილობების მეტი ეფექტურობით გამოყენების პირობებს, ხოლო წარმოების სპეციალიზაცია იძლევა ჩარხ-დანადგარების მაქსიმალურად დატვირთვის საშუალებას. ამიტომ აუცილებელი ხდება არსებული სარემონტო-მომსახურებითი ბაზების შენარჩუნება, მაგრამ განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს ამ ბაზების ურთიერთობის საკითხი ტექნიკის დამამზადებელ ქარხნებთან. საბაზრო ეკონომიკის პირობებში მანქანების დამამზადებელმა ქარხნებმა თავის კონტროლს უნდა დაუქვემდებაროს და მოემსახუროს ტექნიკას მისი მუშაობის მთელი პერიოდის განმავლობაში. ამ

შემთხვევაში ქარხანა-დამამზადებლისა და სპეციალიზებული სარემონტო საწარმოების ინტერესები ტექნიკური სერვისის ხარისხის ამაღლების საქმეში ერთმანეთს ემთხვევა.

აჭარისათვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს მცირე მექანიზაციის მანქანების სერვისი, რადგანაც ჯერ კიდევ არ არსებობს სარემონტო სახელოსნო, რომელიც უზრუნველყოფს აღნიშნული ტექნიკის ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტს. მნიშვნელოვანი პრობლემაა ასევე აღნიშნული საწარმოს ოპტიმალური განლაგების დადგენა.

### **5.3 მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობა აჭარაში და მათი პროგნოზირება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით**

აჭარა ძირითადად მთიანი რეგიონია და სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის მექანიზაცია უმეტესწილად ხორციელდება მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებებით მოტობლოკებით, მინიტრაქტორებით, მოტოკულტივატორებით, მისაბმელებით, სათესებით და სხვა. აღნიშნულ ტექნიკას ფერმერები იძენენ პირადად და ასევე თანადაფინანსებას ახორციელებს აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტრო . ქვემოთ მოცემულია ტექნიკის რაოდენობა:

#### **მცირე მექანიზაციის რაოდენობა აჭარაში**

##### **ქობულეთი**

მოტობლოკი – 338

სათიბელა მოტობლოკზე – 9

მოტობლოკის მისაბმელი – 21

შემასხურებელი აგრეგატი მც.მექ. –2

##### **სულ 379 ერთეული**

##### **შუახევი**

მოტობლოკი – 896

სათიბელა მოტობლოკზე – 23  
მოტობლოკის მისაბმელი – 21  
კარტოფილის სარგავი მც. მექან-10  
შემასხურებელი აგრეგატი მც.მექ. –1  
**სულ 951 ერთეული**

### **ხულო**

მოტობლოკი – 1027  
სათიბელა მოტობლოკზე – 170  
მოტობლოკის მისაბმელი – 75  
შემასხურებელი აგრეგატი მც.მექ. –2  
კარტოფილის სარგავი მც. მექ. – 25  
**სულ 1299 ერთეული**

### **ქედა**

მოტობლოკი – 597  
სათიბელა მოტობლოკზე – 4  
მოტობლოკის მისაბმელი – 4  
კარტოფილის სარგავი მც. მექ- 9  
შემასხურებელი აგრეგატი მც.მექ. – 7  
**სულ 621**

### **ხელვაჩაური**

მოტობლოკი 619  
მოტობლოკის მისაბმელი 8  
მოტობლოკის სათიბელა 16  
მოტობლოკის კარტოფილის სარგავი 5  
მოტობლოკის მულჩერი 4  
**სულ 652 ერთეული**  
**სულ აჭარაში 3250 ერთეული**

ტექნიკის რაოდენობა წლების მიხედვით განუწყვეტლივ იზრდება და მათი ზრდის დინამიკა უკანასკნელი 6 წლის განმავლობაში ნაჩვენებია ქვემოთ( ცხ.5.1):

აჭარის რეგიონში მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების მდგომარეობა 2010-2015 წწ

ცხრილი 5.1

წლები მუნიციპალიტეტი	2010		2011		2012		2013		2014		2015		სულ
	დაფ.	კერძო	დაფ.	კერძო	დაფ.	კერძო	დაფ.	კერძო	დაფ.	კერძო	დაფ.	კერძო	
ქობულეთი	28	17	15	20	64	32	10	45	26	19	64	39	379
ხელვაჩაური	47	36	15	45	70	68	32	58	60	65	70	86	652
ქედა	43	48	15	57	69	30	31	77	74	60	72	45	621
შუახევი	33	80	15	121	73	96	81	102	71	99	102	78	951
ხულო	81	80	17	120	89	156	44	179	94	151	142	146	1299
<b>სულ</b>	<b>416</b>		<b>458</b>		<b>765</b>		<b>680</b>		<b>722</b>		<b>861</b>		<b>3902</b>

იმისათვის, რომ მოვახდინოთ მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების პროგნოზირება პერსპექტივაში, რაც საკმაოდ რთული ამოცანაა, ვსარგებლობთ ჯ. კაციტაძის მიერ დამუშავებულ მეთოდის [ ], რომელიც დამყარებულია უმცირეს კვადრატთა მეთოდზე და ითვალისწინებს ტექნიკის რაოდენობის ზრდას. ქვემოთ წარმოდგენილია მეთოდის ძირითადი ასპექტები:

კავშირი ტექნიკის რაოდენობასა და წლის რიგით ნომერს შორის შეიძლება გამოსახული იქნეს შემდეგი სახით:

$$K_{\phi} = at_i + b$$

$a$  და  $b$  კოეფიციენტებია, რომლებიც განისაზღვრებიან ზემოთ მოცემული სტატისტიკური მასალის გამოყენებით.

მეთოდის მიხედვით კოეფიციენტების შეფასება იქნება ყველაზე უფრო სააღბათო თუ სრულდება პირობა:



$$\sum_{i=1}^n (K_{\phi} - at_i - b)^2 \rightarrow \min$$

აღნიშნული პირობის შესასრულებლად ვახდენთ განტოლების გაწარმოებას ჯერ  $b$ , ხოლო შემდეგ  $a$ -თი, მივიღებთ:

$$\frac{\partial}{\partial b} \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right)^2 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial a} \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right)^2 = 0$$

$$\text{ახ} \begin{cases} -2 \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right) = 0 \\ -2 \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} - at_i - b \right) t_i = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} nb + a \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n K_{\phi} \\ b \sum_{i=1}^n t_i + a \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n t_i \cdot K_{\phi} \end{cases}$$

განვსაზღვროთ  $b$  კოეფიციენტი:

$$b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{\phi} - \frac{a}{n} \sum_{i=1}^n t_i \bar{K}_{\phi} + a \bar{t}$$

სადაც  $\bar{K}_{\phi}$  და  $a \bar{t} - \bar{K}_{\phi}$  საშუალო მნიშვნელობებია. საბოლოოდ მიიღება:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n t_i K_{\phi} - \bar{t} \sum_{i=1}^n K_{\phi}}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \bar{t} \sum_{i=1}^n t_i}$$

$$b = \frac{\frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n K_{\phi} \right) \sum_{i=1}^n t_i^2 - \left( \bar{t} \sum_{i=1}^n t_i \right) \left( \bar{t} \sum_{i=1}^n K_{\phi} \right)}{\sum_{i=1}^n t_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n t_i \right)^2}$$

ანალოგიური გაანგარიშება შესაძლებელია ალტერნატიულად შემდეგი ფორმულით:

$$y = ax + b$$

სადაც  $a = tg\{\ ; \}$  არის კუთხე, რომელსაც მიღებული წრფე ადგენს  $ox$  ღერძის დადებით მიმართულებასთან, ხოლო წრფე გადაადგილებულია კოორდინატა სათავიდან  $b$  სიდიდით.  $a$  და  $b$  კოეფიციენტები გაანგარიშებისათვის ვახდენთ შემდეგი განტოლებების შედგენას:

$$y_1 = 0 \cdot a + b$$

$$y_2 = 1 \cdot a + b$$

$$y_3 = 2 \cdot a + b$$

$$y_4 = 3 \cdot a + b$$

$$y_5 = 4 \cdot a + b$$

$$y = 5a + b$$

პირველ მახასიათებელ განტოლებას აქვს სახე:

$$y = 15a + 6b$$

სადაც:  $y = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6$

შემდეგ ხდება შემდეგი სახის განტოლებების შედგენა:

$$y_1^2 = 0 \cdot a \cdot y_1 + b \cdot y_1;$$

$$y_2^2 = 1 \cdot a \cdot y_2 + b \cdot y_2;$$

$$y_3^2 = 2 \cdot a \cdot y_3 + b \cdot y_3;$$

$$y_4^2 = 3 \cdot a \cdot y_4 + b \cdot y_4;$$

$$y_5^2 = 4 \cdot a \cdot y_5 + b \cdot y_5.$$

$$y_6^2 = 5 \cdot a \cdot y_6 + b \cdot y_6$$

მეორე მახასიათებელ განტოლებას აქვს სახე:

$$y = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2 + y_6^2$$

ორივე სახის მახასიათებელი განტოლებების ამოხსნით ხდება ორივე  $a$  და  $b$  კოეფიციენტების გამოთვლა და მათი შედარება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით მიღებულ შედეგებთან.

ქვემოთ მოცემულია ჩვენს მიერ წარმოდგენილი მეთოდის რეალიზაცია აჭარისათვის.

ცხრილ 5.1-ში მოცემულია ტექნიკის რაოდენობანი შესაბამისი წლების მიხედვით.

ჩვენი მეთოდიკის თანახმად, მივიღებთ:

$$416 = 0 \cdot a + b ;$$

$$458 = 1 \cdot a + b ;$$

$$465 = 2 \cdot a + b ;$$

$$680 = 3 \cdot a + b ;$$

$$722 = 4 \cdot a + b ;$$

$$861 = 5a + b$$

$$3602 = 15a + 6b .$$

პირველი ძირითადი განტოლება იქნება:

$$600 = 2,5 \cdot a + b .$$

მეორე ძირითადი განტოლების მისაღებად ვადგენთ დამხმარე განტოლებას:

$$416^2 = 0 \cdot 416a + 416b ;$$

$$458^2 = 1 \cdot 458a + 458b ;$$

$$465^2 = 2 \cdot 465a + 465b ;$$

$$680^2 = 3 \cdot 680a + 680b ;$$

$$722^2 = 4 \cdot 722a + 722b ;$$

$$861^2 = 5 \cdot 861a + 861b ;$$

$$2324050 = 10621a + 3602b .$$

მეორე ძირითადი განტოლება იქნება:

$$645,2 = 2,95a + b .$$

ორივე ძირითადი განტოლების ერთდროული ამოხსნით მივიღებთ:

$$a = 113 , \quad b = 311,65$$

მაშასადამე მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობის გაანგარიშებისა და პერსპექტივაში მისი პროგნოზირებისათვის მივიღებთ ფორმულას:

$$K_{\phi} = at_i + b = 113t + 311,65$$

უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით მივიღებთ:

$$a = 112, \quad b = 312,2$$

ანგარიშიდან სჩანს, რომ მიღებულ შედეგებს შორის სხვაობა არ აღემატება 1%-ს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ჩვენს მიერ მიღებული მათემატიკური მოდელი ადეკვატურია და მისი გამოყენებით შესაძლებელია აჭარისათვის საჭირო მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობის პროგნოზირება პერსპექტივაში. ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოთვლების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილ 5.2-ში.

**აჭარაში მცირე მექანიზაციის ტექნიკის რაოდენობის პროგნოზი**

**ცხრილი 5.2**

წლის რიგითი ნომერი	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
წელი	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ტექნიკის რაოდენობა	416	458	465	680	722	861	989	1102	1215	1328	1441

**5.4 აჭარის რეგიონისათვის მარტივი ტიპის სერვისული საწარმოს ადგილმდებარეობის შერჩევა**

როგორც აღვნიშნეთ, ამჟამად აჭარაში მწვავედ დგას მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ეფექტურად გამოყენებისა და ტექნიკური სერვისის საკითხი. პრობლემა თანდათან უფრო აქტუალური ხდება, რადგანაც ყოველწლიურად ინტენსიურად შემოდის აღნიშნული ტექნიკის დიდი რაოდენობა, რომლის სერვისის ორგანიზაცია მეტად დაბალ დონეზეა, ხოლო მათი სერვისული საწარმოს ოპტიმალური განლაგების რაციონალური სქემა ჯერ კიდევ არ არის მეცნიერულად დასაბუთებული.

აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტისათვის საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს განვითარებული ქვეყნების გამოცდილება და სერვის-ცენტრის (სარემონტო

საწარმოს) ადგილმდებარეობის შერჩევისათვის მოხდეს პრობლემის მეცნიერული გააზრება სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის, როგორც სერვისის ობიექტის გადაზიდვაზე მინიმალური დანახარჯებისა და ასევე სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, რომლებიც დამუშავებულია ა. სტერჟესის, ი. ლევიტსკის, ა. აჩკურინის და ჯ. კაციტაძის მიერ[1,3 ]. ჩვენს გამოკვლევაში ვიყენებთ, ჯ. კაციტაძის მეთოდიკას, რომელიც ითვალისწინებს აჭარის მთიან რელიეფს, ნიადაგობრივ - კლიმატურ პირობებსა და ცალკეულ რაიონებში ტექნიკის კონცენტრაციის ხარისხსა და კონსტრუქციულ თავისებურებებს.

აღნიშნული მეთოდიკის რეალიზაციისათვის საცდელ ობიექტად აღებული იქნა აჭარის რეგიონის რაიონები ქობულეთი, ხელვაჩაური, ქედა, შუახევი და ხულო, ასევე აღნიშნულ რაიონებში არსებული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა. საჭირო მასალების აღება ხდებოდა როგორც რეგიონის გეოგრაფიული რუკით, ასევე აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტროსა და სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტის მონაცემების გამოყენებით. კერძოდ, განისაზღვრებოდა მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მთლიანი რაოდენობა რეგიონში მარკების მიხედვით, მათი საერთო წონა, გამოსაკვლევ ობიექტებს შორის მანძილები და ასევე კოორდინატები.

იმისათვის, რომ აჭარის რეგიონის მაგალითზე შეგვეჩიხა სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის სარემონტო საწარმოს ოპტიმალური ადგილმდებარეობა, ჯერ შევადგინეთ სქემა( ნახ. 5.1 ), რომელზედაც ნაჩვენებია ობიექტების მდებარეობა და მათ შორის მანძილები და შემდეგ განვსაზღვრეთ სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების გადაზიდვაზე საჭირო მუშაობა რაიონების მიხედვით.

სქემის მიხედვით მივიღეთ:

$$A_1 = P_2 \cdot S_1 + P_3 \cdot S_2 + P_4 \cdot S_3 + P_5 \cdot S_4 = 391,2 \cdot 30 + 372,6 \cdot 65 + 537,6 \cdot 95 + 616,2 \cdot 65 = 772,8 \text{ მჯ.}$$

$$A_2 = P_1 \cdot S_1 + P_3 \cdot S_5 + P_4 \cdot S_6 + P_5 \cdot S_7 = 227,4 \cdot 30 + 372,6 \cdot 35 + 537,6 \cdot 65 + 616,2 \cdot 83 = 106 \text{ მჯ.}$$

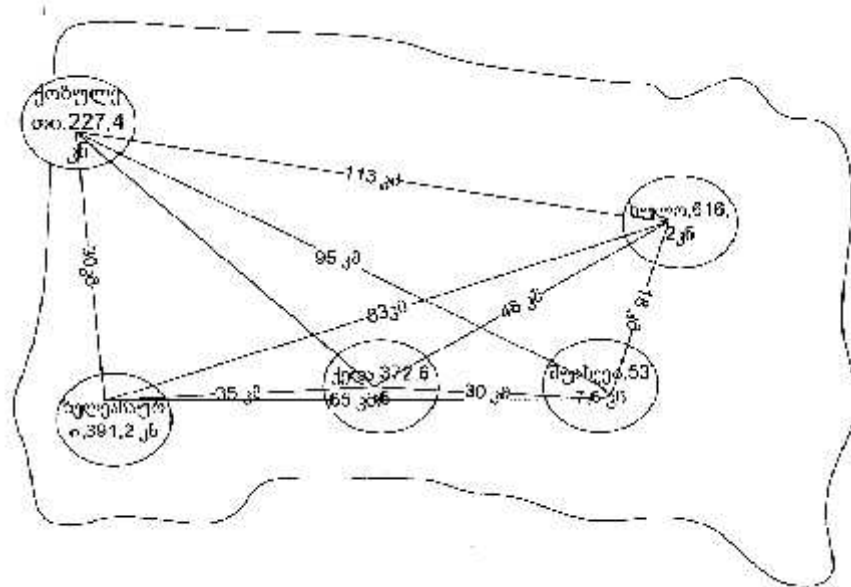
$$A_3 = P_1 \cdot S_2 + P_2 \cdot S_5 + P_4 \cdot S_8 + P_5 \cdot S_9 = 227,4 \cdot 65 + 391,2 \cdot 35 + 537,6 \cdot 30 + 616,2 \cdot 48 = 702 \text{ მჯ.}$$

$$A_4 = P_1 \cdot S_3 + P_2 \cdot S_6 + P_3 \cdot S_8 + P_5 \cdot S_{10} = 227,4 \cdot 95 + 391,2 \cdot 65 + 372,6 \cdot 30 + 616,2 \cdot 48 = 693 \text{ მჯ.}$$

$$A_5 = P_1 \cdot S_4 + P_2 \cdot S_7 + P_3 \cdot S_9 + P_4 \cdot S_{10} = 227,4 \cdot 113 + 391,2 \cdot 83 + 372,6 \cdot 48 + 537,6 \cdot 18 = 857,2$$

მჯ.

- სადაც: A – ტექნიკის გადაზიდვებზე დახარჯული მუშაობა, მჯ;  
 P – გადასაზიდი ტექნიკის წონა, ნ;  
 S – გადაზიდვის მანძილი, კმ.



**. 5.1 საანგარიშო სქემა აჭარაში მცირე მექანიზაციის მანქანების სარემონტო საწარმოს ოპტიმალური განლაგების დასაბუთებისათვის.**

როგორც ანგარიშიდან ჩანს ყველაზე ნაკლები მუშაობა 106 მჯ. იხარჯება მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ობიექტების ხელვაჩაურში გადაზიდვაზე, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ აღნიშნული რაიონი შეიძლება მივიჩნიოთ სერვისული საწარმოს განლაგების ყველაზე უფრო რაციონალურ ადგილად. მაგრამ საჭიროა ასევე დაზუსტდეს აღნიშნულ რაიონში მისასვლელი გზები, რაიონების გეოგრაფიული განლაგება, ტექნიკის კონცენტრაცია და სხვა ფაქტორები.

**5.5 მარტივი სარემონტო სახელოსნოს დაგეგმარება აჭარის რეგიონისათვის მცირე მექანიზაციის მანქანების ტექნიკური მოსახურებისა და რემონტისათვის**

როგორც ცნობილია, აჭარის მთიან რაიონებში სოფლის მეურნეობის საწარმოო პროცესების მექანიზაცია ძირითადად ხორციელდება მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებებით-მოტობლოკებით, მინიტრაქტორებით,

მოტოკულტივატორებით, სათესებით და სხვა, რომელთა რაოდენობა ოფიციალური მონაცემებით აღემატება 4000-ს.

მთიან პირობებში მუშაობისას ისინი განიცდიან მუდმივ ვიბრაციებს, ნიშანცვლად დინამიკურ ძალებს, აბრაზიული ნაწილაკების ზემოქმედებას, მაღალ ნესტიანობას. შედეგად მუშა ორგანოები ცვდებიან, კარგავენ სიმტკიცეს, ტყდებიან და მანქანები გამოდიან მწყობრიდან. მათი მუშაუნარიანობის აღდგენისათვის საჭიროა ჩატარდეს პროფილაქტიკური ღონისძიებანი - რთული ტექნიკური მომსახურება და რემონტი. ყოველდღიურ და მარტივ ტექნიკურ მომსახურებას აღნიშნულ ტექნიკას უტარებენ თვით ფერმერები და გლეხები, მაგრამ რთული ტექნიკური მომსახურებისა(მეორე და მესამე სახის მტყუნებისას) და რემონტის ჩატარებისათვის საჭიროა აჭარაში აშენდეს მარტივი სარემონტო სახელოსნო, რომლის ძირითადი პარამეტრების გაანგარიშება და გეგმა მოცემულია ქვემოთ:

- ვანგარიშობთ სახელოსნოს წლიურ ნომინალურ დროის ფონდს ფორმულით:

$$\Phi_{\text{ნომ.}}=(k_{\text{კალ.}} - k_{\text{გ.}} - k_{\text{დ}}) \cdot t_{\text{ცვ.}}, n$$

სადაც :

$\Phi_{\text{ნომ.}}$ - სახელოსნოს ნომინალური დროის ფონდია, სთ

$k_{\text{კალ.}}$ -წელიწადში კალენდალური დღეების რაოდენობა

$k_{\text{კალ.}}$ = 366დღე.

ზოგადად კი

$k_{\text{კალ.}}$ = 365დღე.

$k_{\text{გ.}}$ -წელიწადში გამოსასვლელი დღეების რაოდენობა და 2016

წლისათვის

$k_{\text{გ.}}$ =105

$k_{\text{დ}}$ - სადღესასწაულო დღეების რაოდენობა,

$k_{\text{დ}}$ =10

$t_{\text{ცვ.}}$ =8,25 სთ- ცვლის ხანგრძლივობა

$n$ =1-ცვლათა რიცხვი. შესაბამისი სიდიდეების ჩასმით მივიღებთ:

$$\Phi_{\text{ნომ.}}=(k_{\text{კალ.}} - k_{\text{გ.}} - k_{\text{დ}}) \cdot t_{\text{ცვ.}}, n=(366-105-10) \cdot 8,2=2058,2 \text{ სთ}$$

სახელოსნოს ნამდვილი დროის ფონდი ითვალისწინებს მუშების მოცდენას (შვებულება, ავადმყოფობა, ბუნებრივი მოთხოვნილება) და ტოლია:

$$\Phi_{\text{ნაშ}}=(0,80\dots0,85). \Phi_{\text{ნაშ}}=(0,80\dots0,85) 2058,2=1646,6\dots1749,5 \text{ სთ.}$$

$$\text{ვიღებთ } \Phi_{\text{ნაშ}}=1700\text{სთ.}$$

მანქანების რემონტების რაოდენობის გაანგარიშების რამდენიმე მეთოდი არსებობს ( იხ. ჯ. კაციტაძე და სხვ. მანქანების ტექნიკური სერვისი, თბილისი, 2008), რომლებიც ითვალისწინებენ მათ წლიურ დატვირთვას, მანქანების სახეს, რაოდენობასა და რემონტთაშორისო ნამუშევარს. ჩვენს შემთხვევაში, რადგანაც საქმე გვაქვს შედარებით მარტივ ტექნიკასთან, რემონტების რაოდენობას ვიღებთ მანქანების რაოდენობის ტოლს და გვექნება  $N_{\text{რ}}=861$ . ამის შემდეგ ვანგარიშობთ სარემონტო სახელოსნოს მიერ წლის განმავლობაში შესასრულებელ სამუშაოთა შრომატევადობას:

$$D=D_{\text{ტმ}}+D_{\text{რემ}}$$

$D_{\text{ტმ}}$  - ტექნიკური მომსახურების ჩატარებისათვის საჭირო შრომატევადობაა და ტოლია:

$$D_{\text{ტმ}}=d_{\text{ტმ}} \cdot N_{\text{ტმ}}$$

$d_{\text{ტმ}}$  - ტექნიკური მომსახურების ჩატარებისათვის საჭირო ერთეული შრომატევადობაა და ტოლია  $d_{\text{ტმ}}=3$  კაც.სთ., ხოლო  $N_{\text{ტმ}}=3$   $N_{\text{რ}}=3 \cdot 861=2583$ . მაშასადამე

$$D_{\text{ტმ}}=d_{\text{ტმ}} \cdot N_{\text{ტმ}}=3 \cdot 2583=7749 \text{ კაც.სთ}$$

$$D_{\text{რემ}}=d_{\text{რემ}} \cdot N_{\text{რ}}=12 \cdot 861=10332 \text{ კაც.სთ}$$

$$D=D_{\text{ტმ}}+D_{\text{რემ}}=7749+10332=18081 \text{ კაც.სთ}$$

ამის შემდეგ ვანგარიშობთ დასაგეგმარებელი სარემონტო სახელოსნოს სიმძლავრეს ფორმულით:

$$W=D/300$$

სადაც 300 არის სტანდარტით გათვალისწინებული ერთი პირობითი რემონტის შრომატევადობა, კაც.სთ. გვექნება:

$$W=D/300=18081/300=60 \text{ პირობითი რემონტი}$$

მიღებული რიცხვის მიხედვით ვირჩევთ ტიპიურ სარემონტო სახელოსნოს №816-69, რომლის გეგმა შესაბამისი ჩარბ-დანადგარების ჩვენებით ნაჩვენებია ნახ.1-ზე ვანგარიშობთ ასევე სახელოსნოსათვის საჭირო მუშახელის სიობრივ რაოდენობას ფორმულით:

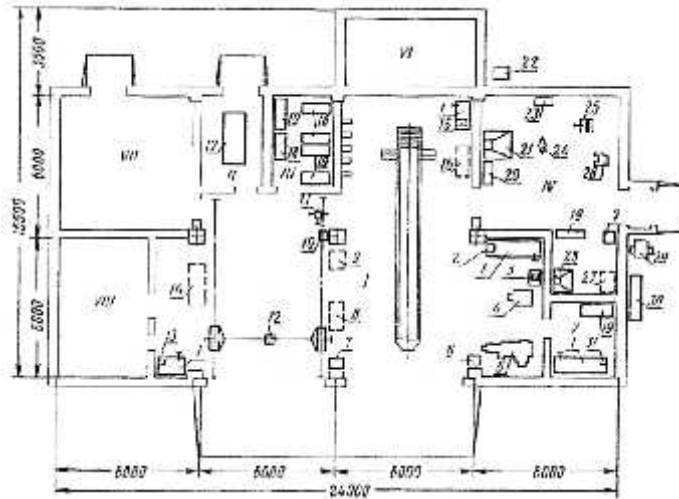
$$P_{\text{ს.}}=D/\Phi_{\text{ნაშ}}=18081/1700=10$$



გამოსაცხადებელი მუშების რაოდენობა:

$$P_{გ.} = D / \Phi_{ნომ} = 18081 / 2058,2 = 8$$

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ტიპური სახელოსნოს გეგმა მოცემულია ნახ . 5.2-ზე



ნახ. 5.2 ტიპური სარემონტო სახელოსნოს გეგმა

I-მანქანების რემონტისა და ტექნიკური მომსახურების უბანი. II-ელექტროსადგური. III-სათადარიგო ნაწილების, მასალებისა და იარაღების საწყობი. IV-სამჭედლო-საშემდუღებლო უბანი. V-კვების აპარატურისა და ელექტრომოწყობილობების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის უბანი. VI-საპოხი მასალების საწყობი. VII-საქვაბე. VIII-საყოფაცხოვრებო სათავსოები. 1. საზეინკლო ვერსტაკი. 2. ჰიდრავლიკური წნეხი. 3. მგიდის სალესი ჩარხი. 4. ვერტიკალური საბურღი ჩარხი. 5. სახარატო ხრახნმჭრელი ჩარხი. 6. კარადა იარაღისათვის. 7. ყუთი ქვიშისათვის. 8. მოძრავი სარეცხი აბაზანა. 9. სოლიდოლის ელექტრომექანიკური დამჭირხნი. 10. ავზი სამუხრუჭე სითხისათვის. 11. ზეთსარიგებელი მაგიდა. 12. ამწე კრანი. 13. ბერკეტული მაკრატელი. 14. მოძრავი სამონტაჟო მაგიდა. 15. მაგიდის საბურღი ჩარხი. 16. მოძრავი კომპრესორი. 17. დიზელის ელსადგური. 18. კარადა. 19. სტელაჟი. 20. ყუთი მასალებისათვის. 21. სამჭედლო ქურა. 22. სამჭედლო ვენტელატორი. 23. ყუთი სამჭედლო იარაღისათვის. 24. ურო. 25. გირაგი. 26. სახეხი ჩარხი. 27. ელექტროსაშემდუღებლო გარდამქმნელი. 28. მაგიდა საშემდუღებლო სამუშაოებისათვის. 29. ურიკა ჟანგბადის ბალონის გადატანისათვის. 30. კარადა ჟანგბადის ბალონის შენახვისათვის. 31. წნეხი.

**შენიშვნა:** სარემონტო სახელოსნოს მოწყობილობების ჩამოთვლა ტიპიური და სავარაუდოა, მისი კორექტირება შესაძლებელია კონკრეტული საწარმოს ეკონომიკური შესაძლებლობისა და სარემონტო ობიექტების კონსტრუქციული თავისებურებების გათვალისწინებით.

## 5.6 ავტომობრავი სახელოსნო

აჭარის მთიან რაიონებში სავსე პირობებში ტექნიკური მომსახურებისა და გადაუდებელი პროფილაქტიკური სამუშაოების ჩატარებისათვის, რომლებიც დაკავშირებულია სასოფლო სამეურნეო ოპერაციების აგროტექნიკურ ვადებში ჩატარებასთან (თესვა, მოსავლის აღება და სხვა) საჭირო გამოყენებული იქნას ავტომობრავი სახელოსნო. იგი შედგება მაღალი გამავლობის ავტომობილის შასზე დამონტაჟებული სპეციალური მოწყობილობებით აღჭურვილი დახურული მარისაგან და ერთლერძიან მისაბმელზე დამონტაჟებული ელექტრომემდულებელი აპარატისაგან

## 5.7 ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის აღდგენის პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება

როგორც აღვიშნეთ, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის გაცვეთილი დეტალების რესურსის გაზრდა მათი აღდგენის თანამედროვე პროგრესიული ხერხების გამოყენებით მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ამოცანაა.

მეცნიერული გამოკვლევებით დასაბუთებულია, რომ დეტალების საიმედოობისა და რესურსის გაზრდაზე ფინანსური დანახარჯები მოკლე დროში ანაზღაურდება და იძლევა საკმაოდ დიდ შემოსავალს.

აღნიშნულ ეკონომიკურ ეფექტს ემატება ის გარემოებაც, რომ მნიშვნელოვნად მცირდება მოთხოვნილება სათადარიგო ნაწილებზე და მანქანების მოცდენა საპასუხისმგებლო სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების დროულად ჩატარებაზე.

მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის აღდგენის პროცესის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებისათვის გამოვიყენეთ აკადემიკოს ჯემალ კაციტაძის მიერ დამუშავებული მეთოდიკა [1,3].

შემოთავაზებული მეთოდით აღდგენის მიზანშეწონილობას განვსაზღვრავდით ფორმულით:

$$C_{\text{აღ}} \leq K C_{\text{ახ}}$$

სადაც  $C_{\text{აღ}}$  – გაცვეთილი ლილვის აღდგენის ღირებულებაა, ლარი.

$C_{\text{ახ}}$  – ახალი ლილვის დამზადების ღირებულებაა, ლარი.

$K$  – ხანგამძლეობის კოეფიციენტი.

$$K = \frac{V_{\text{ახ}}}{V_{\text{აღ}}}$$

$V_{\text{ახ}}$  – ახალი დეტალის საშუალო ცვეთგამძლეობაა და ჩვენი

საექსპლუატაციო გამოკვლევებით მივიღეთ:

$$v = 0.0002 \text{ მმ/სთ.}$$

$V_{\text{აღ}}$  – იგივე აღდგენილი დეტალისათვის და ჩვენი გამოკვლევებით

მივიღეთ

$$v_{\text{აღ}} = 0.00015 \text{ მმ/სთ.}$$

მაშინ გვექნება:

$$K = \frac{0.0002}{0.00015} = 1.3$$

სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის დამზადების ღირებულება ოფიციალური მონაცემებით შეადგენს:

$$C_{\text{ახ}} = 60 \text{ ლარი.}$$

ხოლო ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდით აღდგენის ღირებულება შეადგენს:

$$C_{\text{აღ}} = 20 \text{ ლარი.}$$

მაშინ ჩვენი ხერხის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა იქნება:

$$18 < 65$$

შემოთავაზებული ტექნოლოგიის გამოყენების წლიურ ეკონომიკურ ეფექტს ვანგარიშობთ ფორმულით :

$$\text{ჰ} = ((C_1 + E_n K_1)K - (C_2 + E_n K_2))N$$

სადაც  $C_1$  და  $C_2$  – ერთეული პროდუქციის თვითღირებულებაა.

$E_g$  –კაპიტალდაბანდებათა ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი და ჩვენს პირობებში დადგენილია:

$$E_g = 0.15$$

სახნისების აღდგენის თვითღირებულებას ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიის გამოყენებით ვანგარიშობთ ფორმულით :

$$C_1 = M + L_{\text{ძირ}} + L_{\text{დამ}} + H + C + O + B$$

$M$  – აღდგენისათვის საჭირო მასალების ღირებულებაა, ლარი.

$L_{\text{ძირ}}$  – საწარმოო მუშების ძირითადი ხელფასი, ლარი.

$L_{\text{დამ}}$  – საწარმოო მუშების დამატებითი ხელფასი, ლარი.

$H$  – დანახარჯები დაზღვევაზე, ლარი.

$C$  – საერთო საწარმოო ზედნადები ხარჯები, ლარი.

$O$  – საამქროების ზედნადები ხარჯები, ლარი.

$B$  – არაპირდაპირი საწარმოო ხარჯები, ლარი.

ეკონომიკური გაანგარიშებისათვის მასალები მოცემულია ცხ.5.3 -ში.

### მონაცემები ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშებისათვის

#### ცხრილი 5.3

მაჩვენებლები	აღნიშვნა	აღდგენის ხერხის მაჩვენებელი	
		არსებული ტექნოლოგია	შემოთავაზებული ტექნოლოგია
წლიური პროგრამა	N	500	500
აღდგენის ღირებულება, ლარი	$C_1, C_2$	17.2	19.5
კაპიტალური დაბანდებანი, ლარი	$K_1, K_2$	1600	1500
ნორმატიული კოეფიციენტი	$E_n$	0.15	0.15

აღნიშნული მონაცემების ჩასმით ზემოთ წარმოდგენილ ფორმულაში მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{წლ}} &= ((17.2 + 0.15 \cdot 1600) - (19,5 + 0.15 \cdot 1500))500 = \\ &= 6350 \text{ ლარი.} \end{aligned}$$

საბოლოოდ, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მოტობლოკის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის აღდგენა იძლევა 6350 ლარის წლიურ ეკონომიკურ ეფექტს, რაც მიუთითებს მის უპირატესობაზე აღდგენის სხვა ხერხებთან შედარებით.

## **5.8 აჭარის რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ტექნიკური მომსახურების და რემონტის საწარმოს შექმნის ბიზნეს-გეგმა**

(სამუშაო შესრულებულია ტექნიკის აკადემიური დოქტორის რომან მარგალიტძესთან ერთად აკადემიკოს ჯემალ კაციტაძის ხელმძღვანელობით)

### **შესავალი**

თანამედროვე სოფლის მეურნეობაში ტრაქტორი და სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა ერთ-ერთ მთავარ და გადაწყვეტ როლს ასრულებს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოებაში, რომელთა ნაირსახეობა, დიზაინი და ტექნიკური მახასიათებლები სწრაფად ვითარდება. მუდმივად ინერგება ახალი ტექნიკური გადაწყვეტილებები, რომლებიც ახლო მომავალში კიდევ უფრო ეფექტური და პროდუქტიული გახდება.

საქართველოში სატრაქტორო პარკი ყოველწლიურად იზრდება და ვითარდება. ძველი საბჭოური ტექნიკის ადგილს თანდათანობით იკავებს ახალი მსოფლიოს მოწინავე მწარმოებელი კომპანიების პროდუქცია.

აგრარული ტექნიკა რთული კონსტრუქციის აგრეგატებია, ამიტომ მისი ყოველი ახალი თაობა საჭიროებს უფრო მაღალ - კვალიფიციურ მომსახურებას და მაღალი კლასის ტექნიკოს მექანიკოსების მომზადებას

სამწუხაროდ, უნდა აღინიშნოს, რომ აჭარის რეგიონში ჯერ კიდევ დაბალია სოფლის საქონელმწარმოებელთა ტექნიკური უზრუნველყოფა და სერვისის ხარისხი.

მიუხედავად იმისა, რომ, ბოლო პერიოდში აჭარის რეგიონში, სოფლის მეურნეობის სამინისტროსა და შპს „მექანიზატორის“ მიერ შემოტანილია მაღალი ხარისხის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, ჯერ კიდევ ვერ იქნა დაძლეული კრიზისული მდგომარეობა, რის გამოც კერძო და ფერმერული მეურნეობების რენტაბელობა დაბალია.

რეგიონის თავისებურებებიდან გამომდინარე, წინასწარი მონაცემებით, სას. სამეურნეო ტექნიკის 70–80%-ს შეადგენს მცირე მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებები, რომლებიც აჭარაში საზღვარგარეთიდან შემოტანილია რამდენიმე სავაჭრო ორგანიზაციის მიერ სხვა და სხვა ქვეყნის (თურქეთი, ჩინეთი, იტალია და სხვა) მწარმოებელი კომპანიებიდან. ყოველივე ეს განაპირობებს რეგიონში ტექნიკის მრავალმარკიანობას და მათი სერვისის სირთულეს.

აღსანიშნავია ტექნიკის მომსახურე პერსონალის სიმცირე. საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ოფიციალური მონაცემებით 2013 წლისათვის აგრარული სექტორის ტექნიკური სერვისის საწარმოთა სფეროდან წავიდა 72%-ზე მეტი საუკეთესო სპეციალისტი, რომლებიც ჩაერთვნენ ბიზნესის სხვა სფეროში. აჭარის რეგიონის მუნიციპალიტეტებში, გარდა შპს „მექანიზატორის“ საწარმოებისა, არ არსებობს ტექნიკური სერვისის ცენტრები. სპეციალისტების უკმარისობის და მათი დაბალი კვალიფიკაციის გამო კერძო ტექნიკის მომსახურეობა თვით მეპატრონეებს უხდებათ, რის გამოც დაბალია მომსახურების ხარისხი, შესრულებული სამუშაოების თვითღირებულება კი – მაღალი. შედეგად, ტექნიკა მუშაობს ცუდად და მისი მზადყოფნის კოეფიციენტი 40–45%-მდეა დაყვანილი. რაც იწვევს შრომატევადი სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ჩატარების აგროვადების დარღვევას და მთლიანად მეურნეობის არარენტაბელობას.

### 5.8.1. პროექტის კონცეფცია

პროექტის კონცეფცია ითვალისწინებს აჭარის რეგიონში სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო მეურნეობის ტექნიკისა და მოწყობილობების რემონტს და ტექნიკურ მოწყობილობებს.

**საწარმოს ფუნქციონირების მიმართულებები:**

- სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო მეურნეობების ტექნიკის და მოწყობილობების მომდინარე და კაპიტალური რემონტები;
- სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო მეურნეობების ტექნიკის და მოწყობილობების ტექნიკური მომსახურებები;

**მიზნობრივი ჯგუფები იქნებიან:**

- სასოფლო-სამეურნეო საწარმოები, გლეხური მეურნეობები და რეგიონის მოსახლეობა.
- აჭარის რეგიონის სატყეო საწარმოო ორგანიზაციები.

წარმოდგენილი ბიზნეს-გეგმით დაგეგმილი ბრუნვების გათვალისწინებით რეკომენდირებულია წარმოების ფუნქციონირება ინდივიდუალური მეწარმის ჩარჩოებში.

მოცემული ბიზნეს-გეგმა არ შეიძლება ჩაითვალოს ფუნქციონირების საბოლოო ვარიანტად, რადგან ის მხოლოდ წარმოგვიდგენს ბიზნეს-იდეის განვითარების პოტენციალურ შესაძლებლობას. ამიტომ მოცემული პროექტის რეალიზაციის დროს შესაძლებელია გარკვეული ცვლილებები, როგორც გაყიდვების ჩამონათვალში ასევე გასაწევი მომსახურების სფეროში. საჭიროა უფრო დაწვრილებით გაშლა იმ საკითხების, რომლებიც წარმოადგენენ საწარმოს კონკურენტულ უპირატესობებს, ასევე შეძენილი მოწყობილობა-დანადგარების განმასხვავებელ თავისებურებს.

**5.8.2. პროდუქციის (მომსახურების) აღწერა**

დღეისათვის ტექნიკის გარეშე ვერ მუშაობს ვერც ერთი წარმოება. ტექნიკის ექსპლუატაცია - მეტად რთული საქმეა. მეწარმეებმა იციან, რამდენად ხშირად საჭიროებს ტექნიკა რემონტს და მარაგნაწილების შეცვლას. სატრაქტორო და საავტომობილო ტექნიკაზე მოდებულია მეტად დიდი ძალური დატვირთვა და არც არის გასაკვირი, რომ ასეთი ტექნიკის ექსპლუატაცია ითვალისწინებს რეგულარულ პროფილაქტიკას, რემონტს და მარაგნაწილების შეცვლას.

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მსოფლიო ბაზარი დღეისათვის ითვლება, როგორც „მომხმარებლის ბაზარი“. მოწინავე სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მწარმოებელი კომპანიები ყოველნაირად ცდილობენ აწარმოონ კონკურენტუნარიანი

პროდუქცია თავიანთი მომხმარებლისთვის, სადაც პროდუქციის ხარისხის და სხვა მოთხოვნილებათა ფაქტორებს შორის გაითვალისწინონ ტექნიკის მომსახურების სიმარტივე.

საწარმოო გეგმავს შეასრულოს შემდეგი სახის მომსახურება:

მომსახურების ჩამონათვალი არ არის საბოლოო, შემკვეთის მოთხოვნილების მიხედვით შეიძლება დამატებული იქნას მომსახურების სხვა სფერო

**მომსახურების ჩამონათვალი**

**ცხრილი 5.4**

მომსახურების სახე	შენიშვნა
<b>ტექნიკური მომსახურება</b>	
რეგლამენტური სამუშაოები	ტექნიკური მომსახურების სახეების მიხედვით, მომსახურების ბარათის ტალონების მიხედვით, საკონტროლო-შესამოწმებელი სამუშაოები
საზეთ- გასამართი სამუშაოები	ზეთის და ტექნოლოგიური სითხეების შეცვლა, ფილტრების შეცვლა, ჰაერის კონდიციონირების სისტემის გამართვა.
საკონტროლო-სადიაგნოსტიკო და სარეგულირებელი სამუშაოები	ძრავა (გამონაბოლქვ აირებში CO, CH არსებობა და კვამლიანობა, ცილინდრებში კომპრესია, წნევა საწვავის სისტემაში), აკუმულიატორში ელექტროლიტის სიმკვრივის შემოწმება, დაკიდება (თვლების დაყენების კუთხეების რეგულირება). ჩართვის ქურო (სატერფელის სვლა) ფოლხვა მართვის სისტემაში.
<b>რემონტი</b>	
აგრეგატების, კვანძებისა და დეტალების შეცვლა	
ძრავის რემონტი, დაკიდების, წამყვანი ხიდის და წამყვანი თვლების ამძრავის, მართვის და სამუხრუჭე სისტემის.	



მექანიკური გადაცემათა კოლოფის რემონტი	
ელექტრომოწობილობის რემონტი	ელექტროსადენების, ელექტროგაყვანილობის ელემენტების, განათებისა და ხმოვანი სიგნალების ელემენტები, ელექტრონული და ელექტრო მართვის სისტემების ელემენტები.
საბურავ-სამონტაჟო სამუშაოები, ბალანსირება	
<b>რემონტისა და ტექნიკური მომსახურების სხვა სამუშაოები</b>	
დამატებითი მოწობილობების დაყენება	საცვლელი სამუშაო ორგანოების დაყენება,

### 5.8.3. წარმოების (მომსახურების) პროგრამა

ცხრილი 5.5

წარმოდგენილია დაგეგმილი წარმოების პროგრამა წლების მიხედვით

მაჩვენებლები	2017	2018	2019	2020
თვეში მომსახურების რაოდენობა, ერთეული	200	250	250	250
თვეში რემონტის რაოდენობა, ერთეული	200	250	250	250
შემოსავლები, ლარი	16000	20000	20000	20000

შემოსავლების პროგრამა დაფუძნებულია მარკეტინგული კვლევებისა, თეორიული გაანგარიშებების და სარეკლამო აქციების საფუძველზე.

ფასების ფორმირების დროს მხედველობაში არის მიღებული მომხმარებლის ყიდვითუნარიანობა და მათი შემოსავლების საშუალო დონე, ასევე არსებული საბაზრო ფასები.

მომსახურების დაგეგმილი ფასები, ლარი

ცხრილი 5.6

სარემონტო სამუშაოები	50
ტექნიკური მომსახურების სამუშაოები	30
საშუალო ფასი	40

5.8.4. მარკეტინგული გეგმა

პროდუქციის (მომსახურების) აღწერა

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარება წარმოუდგენელია სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის და მოწყობილობების ეფექტური ექსპლუატაციის გარეშე.

2017 წლის 1 იანვრისათვის აჭარის რეგიონში ირიცხება 378 ტრაქტორი, 3902 მოტობლოკი და 90 ერთეული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა. ცხრილ 4-ში მოცემულია აჭარის რეგიონის ცალკეულ მუნიციპალიტეტში არსებული ტრაქტორების და სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ჩამონათვალი და რაოდენობა.

აჭარის რეგიონში არსებული ტრაქტორებისა და სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რაოდენობა

ცხრილი 5.7

ტექნიკის დასახელება	ქედა	ხულო	შუახევი	ხელვაჩაური	ქობულეთი	სულ
მოტობლოკი	711	1141	1010	591	4447	3902
სათიბელა	4	170	23	18	9	224
მისაბმელი	4	75	20	43	23	165
კარტოფილის სარგავი	9	25	10	12	-	56
შემასხურებელი	6	2	4	8	2	22
ტრაქტორი ტ-16	4	3	4	12	131	154
ექსკავატორი	4	1	4	18	8	35
ტრაქტორი კ-700	1				2	3
ტრაქტორი დტ-75	4	20	17	7	21	69
ტრაქტორი მტზ-82	5	9	7	14	15	50
გუთანნი	5	5	8	11	39	68
ფარცხი	3	4	7	10	19	43

წყარო: ა(ა)იპ „აგროსერვის ცენტრის“ მიერ 2016 წ ჩატარებული ტექნიკის ინვენტარიზაციის შედეგები.

აჭარაში მცირე მექანიზაციის ტექნიკის რაოდენობის პროგნოზი

ცხრილი 5.8

წლის რიგითი ნომერი	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
წელი	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ტექნიკის რაოდენობა	416	458	465	680	722	861	989	1102	1215	1328	1441

ცხრილ 5-ში წარმოდგენილია მათემატიკური მოდელირების საფუძველზე აჭარის რეგიონში ტექნიკის რაოდენობის ზრდის პროგნოზირება. რის საფუძველზეც 10 წლის განმავლობაში ტექნიკის რაოდენობა გაიზრდება დაახლოებით 350%-ით.

წყარო: აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ა(ა)იპ აგროსერვისცენტრის და ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი ანგარიში „აჭარის რეგიონში არსებული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა და ტექნიკური სერვისის რაციონალური ფორმების დამუშავება“

აჭარის რეგიონში ჩატარებული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის ინვენტარიზაციის შედეგების მიხედვით მოსახლეობაში არსებული მობილური ტექნიკის 80% მოძველებულია, რომელთა გამოყენების კოეფიციენტი 30-35-ს არ აღემატება. ასეთი ტექნიკა ვერ უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოების ოპტიმალურ ვადებში ჩატარებას, რაც იწვევს ნიადაგის დეგრადაციას და მიღებული პროდუქციის სიმცირეს.

რეგიონში მოქმედებს შპს „მექანიზატორის“ სერვისცენტრი, რომელიც რეგიონში სახელშეკრულებო პირობებით ასრულებს სხვადასხვა აგროტექნიკურ ოპერაციებს. სერვისცენტრში ტექნიკური მომსახურების და რემონტის სამუშაოები მხოლოდ თავიანთი ტექნიკას უტარება და რეგიონის სხვა მოსახლეობისთვის არის მიუწვდომელი.

ბოლო წლებში ტექნიკის სარემონტო სამუშაოებს, ტექნიკური მომსახურების ბაზების არ არსებობის გამო, მოსახლეობა აწარმოებს ინდივიდუალურად, არაკვალიფიციურად და ამასთანავე, უხარისხო და ძვირად ღირებული მარაგნაწილების გამოყენებით.

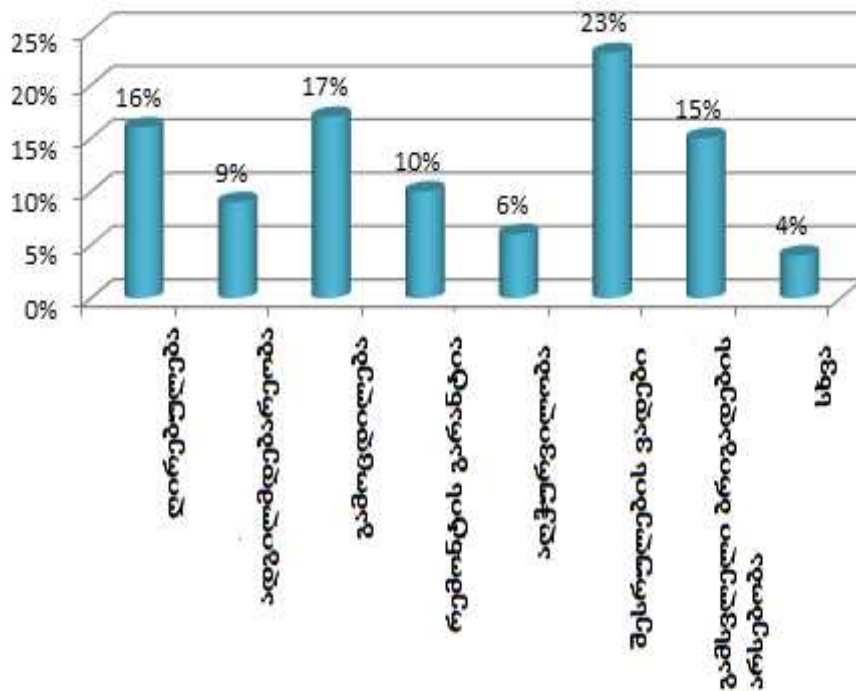
საჭიროა მხედველობაში მიღება იმ გარემოების, რომ მოსახლეობის მიერ ინდივიდუალური წესით შესაძლებელია აღმოიფხვრას, მხოლოდ ისეთი უმნიშვნელო უწყესივრობები, როგორცაა სამუხრუჭე სისტემების შეცვლა, რეგულირება და სხვა.

ხოლო სერიოზული უწყესივრობების აღმოფხვრას (ფორსირებული ძრავები, ჰიდრავლიკური გადაცემათა კოლოფების, ჰიდროსისტემების, ძრავების კვების სისტემების და სხვა) აუცილებლად სჭირდება სპეციალურ დიაგნოსტიკა და შესაბამისი მოწყობილობა-დანადგარები.

ძვირადღირებული ტექნიკის უწყესივრობები და რემონტები აუცილებლად უნდა ჩატარდეს სპეციალურ სერვისულ ცენტრებში. ვინაიდან თანამედროვე ტექნიკა ხასიათდება მაღალტექნოლოგიური შესრულებით, და მოითხოვს სადიაგნოსტიკო მოწყობილობების გამოყენებას.

სერვისული მომსახურების ძირითად კრიტერიუმს წარმოადგენს შესრულების ვადები და რეაგირების ოპერატიულობა, შემდეგ მოდის კვალიფიკაცია, რემონტის ხარისხი და გარანტია, შემდეგ მომსახურების ღირებულება, გამსვლელი ბრიგადების არსებობა და ადგილმდებარეობა, ხოლო სხვა კრიტერიუმები ნაკლებ მნიშვნელოვანია.

ნახაზზე წარმოდგენილია ის საკვანძო ფაქტორები, რომლის მიხედვითაც მოსახლეობის მიერ ხდება სერვისის არჩევა.



ნახ. 5.3. სერვისზე მოქმედი ფაქტორების გავლენა %-ში

### ძირითადი და პოტენციური კონკურენტები

იმის გამო, რომ აჭარის რეგიონში არ არსებობს არცერთი სახის სერვისული საწარმო, რომელიც განკუთვნილი იქნებოდა კონკრეტულად სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მომსახურებაზე, რემონტზე და საგარანტიო პირობებით ხარისხზე, შეიძლება ითქვას, რომ ძირითადი კონკურენტი არ არსებობს და რეგიონში წარმოდგენილი საწარმო იქნება უალტერნატივო.

რაც შეეხება პოტენციურ კონკურენტებს, აქ შეიძლება ჩაითვალოს შპს „მექანიზატორი“, ავტოტექნომსახურების ცენტრები და ინდივიდუალური ხელოსნები.

წარმოდგენილი საწარმოს უპირატესობა პოტენციური კონკურენტების მიმართ იქნება:

მაღალკვალიფიციური მომსახურე პერსონალის გამო მომსახურების ხარისხი და საიმედოობა;

მომხმარებლის მოთხოვნის შესაბამისად ოპერატიული რეაგირება;

მისაღები ფასები;  
 ორიგინალურ მარაგნაწილები;  
 ტექნიკის საგარანტიო მომსახურება.

### 5.8.6 ბაზრის განვითარების პროგნოზი, მოსალოდნელი ცვლილებები

საკუთარი რეგიონალური სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მომსახურების სპეციალიზებული სამსახური თავის ფილიალებით მთელს რეგიონში, და მაღალკვალიფიცირებული მომსახურე პერსონალით, რომელთაც გავლილი აქვთ სწავლება საფირმო ცენტრებში და სპეციალურ პროფესიულ პროგრამებით, შექმნის საფუძველს მომსახურების რაოდენობის გაზრდასა და მანქანა-ტრაქტორთა პარკის, როგორც ახალი ისე ძველი მანქანების, ექსპლუატაციის ეფექტურობის ამაღლებისთვის.

### 5.8.7 მარკეტინგის სტრატეგია

მარკეტინგის მთავარ მიმართულებას წარმოადგენს ფასწარმოქმნის მოქნილი სისტემის შემუშავება, რომელიც შექმნის მომსახურების მოცულობის ზრდის წინაპირობას. ამ საქმეში დიდი როლი ენიჭება სავაჭრო დანარიცხების ოპტიმიზაციას.

გაყიდვებისა და მომსახურების სტიმულირება მოხდება:

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რეგიონალურ გამოფენებში მონაწილეობა;

რეკლამების მისამართებზე გაგზავნა, სპეციალურ გამოცემებში და ინტერნეტსაიტებში განთავსება.

იმ შემთხვევაში როცა ტექნიკის მომსახურება არ საჭიროებს სპეციალურ მოწყობილობებს, შესაძლებელია საწარმოს ხარჯებით სპეციალისტების გასვლა ობიექტებზე და მომსახურების ადგილზე გაწევა. დანარჩენ შემთხვევაში ტექნიკის ტრანსპორტირება ხდება დამკვეთის მიერ.

### პროექტის SWOT- ანალიზი

ცხრილი 5.9

გარე გარემო	შესაძლებლობა	სტაბილური შემოსავლების მიღება; საწარმოს ცნობილი „სახელის“ შექმნა; სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის და მოწყობილობების რემონტის ბაზარზე დამკვიდრება
	საშიშროება	რეგიონში დიდი სერვის-ცენტრების გამოჩენა;

		არასწორი პოზიციონირება; არასახარბიელო საზოგადოებრივი აზრი; ფორს-მაჟორული გარემოება
შიგა გარემო	უპირატესობა	მომსახურების ხარისხი და საიმედოობა; მომსახურეთა მაღალკვალიფიციური კადრი მოქნილი ფასების პოლიტიკა
	ნაკლოვანება	უცნობობა (საწარმოს დადებითი მხარეების ჩამოყალიბების არქონა.

### 5.8.8 ტექნიკური დაგეგმარება

#### ტექნოლოგიური პროცესი

საწარმოო ფართისა და ტექნიკის ეფექტური გამოყენებისთვის, ასევე სარემონტო საწარმოში შრომის მწარმოებლურობის ამაღლებისათვის გამოიყენება რემონტისა და ტექნიკური მომსახურების აგრეგატული მეთოდი, სადაც ორგანიზებული იქნება დამშლელ-გამრეცხი, სარემონტო და ძრავის საამწყობო სპეციალიზებული სამუშაო უბნები.

რემონტისა და ტექნიკური მომსახურების ტექნოლოგიური პროცესი იწყება ტექნიკის გარეგანი გარეცხვით, ნამუშევარი ზეთის ჩამოშვებით, კარტერის ორთქლით ან შეკუმშული ჰაერის დაბერვით და დიაგნოსტიკით.

გარეცხვის შემდეგ მანქანა გადადის დაშლის, გარეცხვის და დიაგნოსტიკის უბანზე, სადაც ხდება მისი მთლიანი ან ნაწილობრივი დაშლა კვანძებად. დაშლილი კვანძები სპეციალური ტელფერის საშუალებით გადადიან შესაბამის უბნებზე, სადაც ხდება მათი რემონტი და გამოცდა.

მანქანის გარემონტებული კვანძები გადაიან შესაბამის მისახმარისებას სპეციალურ სტენდებზე.

მანქანის ძირითადი გამოცდა ხდება შენობის გარეთ. შემჩნეული უწყესივრობების აღმოფხვრა ხდება ტექნიკური მომსახურების უბანზე.

გარემონტებული და გამოცდილი მანქანები გადადიან სამღებრო უბანზე (საჭიროების შემთხვევაში) და შემდეგ ეწყობა გარემონტებული მანქანებისთვის გამოყოფილ სპეციალურ მოედანზე.

### 5.8.9 შენობა და ნაგებობები

საჭირო იქნება 200 კვადრატული მეტრის ფართობის მქონე შენობის შექმნა ან აშენება. სარემონტო ორმოების ამოთხრისა და შენობის მომზადებისათვის 5000 ლარი.

#### მოწყობილობა და ინვენტარი (ტექნიკა)

მოწყობილობები და დანახარჯები მათ შექმენაზე მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი 5.10

დასახელება	რაოდენობა	ერთ. ფასი	სულ
საზეინკლო მაგიდა (ვერსტაკი.)	2	250	500
მგიდის სალესი ჩარხი.	2	80	160
ვერტიკალური საბურღი ჩარხი.	1	700	700
სახარატო ხრახნმჭრელი ჩარხი	1	800	800
მომრავი სარეცხი აბაზანა.	1	120	120
ტელფერი	1	1500	1500
ბერკეტული მაკრატელი.	1	50	50
მაგიდის საბურღი ჩარხი.	1	360	360
მომრავი კომპრესორი.	1	250	250
დიზელის ელსადგური.	1	1200	1200
კარადა საზეინკლო	2	60	120
კარადა ტანსაცმლისათვის	1	50	50
სტელაჟი	4	40	160
ურო	2	15	30
გირაგი	2	40	80
ინსტრუმენტები	2 კომპლექტი	160	320
სახეხი ჩარხი.	1	120	120
ელექტროსაშემდუღებლო გარდამქმნელი.	1	300	300
ურიკა ჟანგბადის ბალონის გადატანისათვის	1	50	50
კარადა ჟანგბადის ბალონის შენახვისათვის	1	40	40
ელ. ნაპერწკალური შედუღების აპარატი	1	1200	1200
ავტომატური ამწე „ერმაკი“ 5 ტონა	1	4000	4000
ინჟექტორული ძრავების საწვავის ფრქვევანების ტესტირების ავტომატი	1	1500	1500



კარადა იარაღისათვის.	1	80	80
მომრავი სამონტაჟო მაგიდა.	2	120	240
<b>სულ</b>			<b>13786</b>

სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის რემონტის დანადგარები და მოწყობილობები ხასიათდებიან მთელი რიგი უპირატესობით: კომპაქტური გეომეტრიული ზომები და მცირე წონა, სადეფექტო კვანძებზე დამაგრების ორიგინალური სისტემა, რომლებიც სარემონტო სამუშაოებს ასრულებენ ნებისმიერ სიმაღლეზე, სხვადასხვა კუთხით და სიბრტყეში.

ასეთი დანადგარების გამოყენებით მომსახურე მექანიკოსი დაზოგავს სამუშაო დროის ხანგრძლივობას და გაზრდის საექსპლუატაციო საიმედოობას.

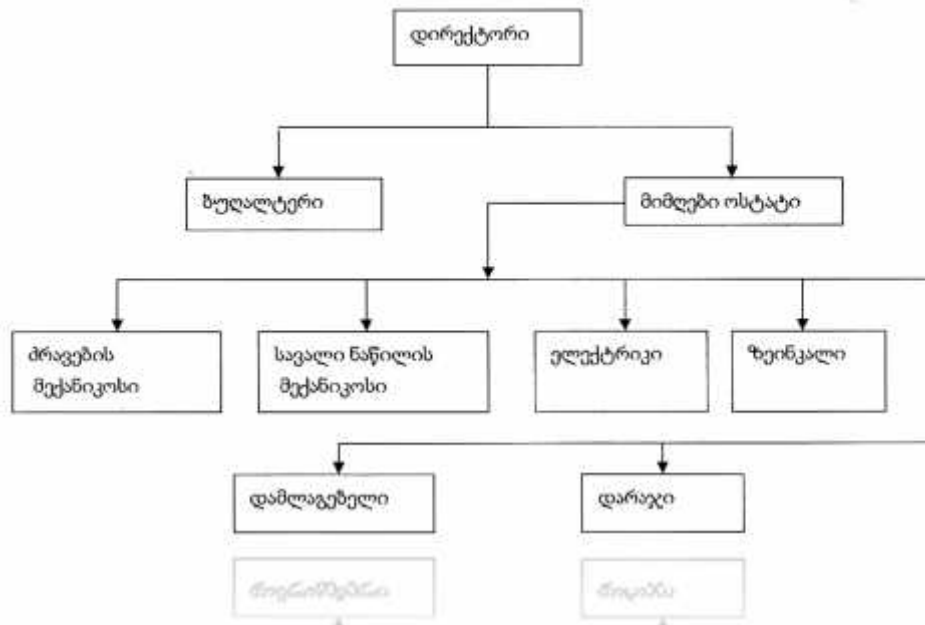
### **5.8.10 საკომუნიკაციო ინფრასტრუქტურა, ორგანიზაცია, მართვა და პერსონალი**

პროექტით გათვალისწინებულია ისეთი შენობის ყიდვა ან აშენება, რომელშიც იქნება საჭირო და აუცილებელი საკომუნიკაციო ინფრასტრუქტურა, კერძოდ, ელექტრო, გათბობა და წყალმომარაგება. ასევე სატელეფონო კავშირი.

საერთო ხელმძღვანელობას აწარმოებს დირექტორი, რომელიც აწარმოებს კონტროლს საწარმოო პერსონალზე, უზრუნველყოფს საწარმოს მარაგ ნაწილებითა და სხვა დამხმარე მასალებით მომარაგებას.

ბუღალტერი - აკონტროლებს სარემონტო სამუშაოების შემოსავლებს, აწარმოებს საბალანსო სისტემას და თანამშრომლობს საგადასახადო უწყებში.

საწარმოს ორგანიზაციული სტრუქტურა წარმოდგენილია ნახ.2-ზე.



ნახ. 5.4 საწარმოს ორგანიზაციული სტრუქტურა

წარმოდგენილი პერსონალის მართვის სტრუქტურა შედგება მიეკუთვნოს მართვის ხაზოვან სტრუქტურას, ის ოპერატიული მართვის საშუალებას აძლევს საწარმოს დირექტორს და იმყოფება ყველა მოვლენის საქმის ყურში.

### 5.8.11 პროექტის რეალიზაციის გეგმა

მოსალოდნელია, რომ პროექტის რეალიზაცია მოხდება 2018 წლის პერიოდში

პროექტის რეალიზაციის კალენდარული გეგმა

ცხრილი 5.11

ღონისძიება/ თვე	2018			
	1	2	3	4
მარკეტინგული კვლევის განხორციელება				
ფინანსირების საკითხის გადაწყვეტა				
კრედიტის (ინვესტიციის) მიღება				
შენობის შერჩევა ან აშენება				
მომსახურე პერსონალის შერჩევა				
ინვენტარის შეძენა				
რეკლამის განთავსება				
მუშაობის დაწყება				

### 7.2 პროექტის რეალიზაციის საინვესტიციო დანახარჯები, ლარი

ცხრილი 5.12

დასახელება	ათასი ლარი	2018
		მარტი
შენობა 180 (მ <sup>2</sup> )	36000	36000
დამატებითი სამუშაოები (სარემონტო არხების ამოთხრა, ელექტრო და წყალგაყვანილობა)	500	500
ხელსაწყო-დანადგარები	13786	13786
სულ	50286	50286

**საექსპლუატაციო ხარჯები**

საექსპლუატაციო ხარჯები შედგება ცვლადი ხარჯებისაგან, ხოლო ცვლადი ხარჯები - შრომითი ანაზღაურების ხარჯებისაგან.

**საწარმოს სავარაუდო ცვლადი ხარჯები**

ცხრილი 5.13

დასახელება	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
საწარმოო პერსონალის შრომის ანაზღაურება	1200	3400	5000	5000	5000	5000	5000

პერსონალის შრომითი ანაზღაურების დროს გამოიყენება გამომუშავებული ანაზღაურების - 40/60 სისტემა საშემოსავლოს ჩათვლით. საწარმოო პერსონალისათვის შრომის ანაზღაურება იქნება საწარმოს შემოსავლების 40%. ანაზღაურების ასეთი სისტემა წარმოადგენს ტექნიკის მომსახურების და სარემონტო სამუშაოების ოპერატიულად და ხარისხიანად ჩატარების სტიმულს, რადგან მათი შრომის ანაზღაურება დამოკიდებული ხდება საწარმოს შემოსავლებზე.

**საერთო და ადმინისტრაციული ხარჯები**

**საწარმოს მუდმივი დანახარჯები**

ცხრილი 5.14

ხარჯები	2018	2019	2020-2023
შრომის ანაზღაურების ფონდი	3350	3350	3350
კომუნალური ხარჯები	300	300	300
დამხმარე მასალები	300	300	300

ბანკის მომსახურება	100	100	100
სამეურნეო ხარჯები	100	100	100
ინტერნეტი	50	50	50
კავშირგაბმულობის მომსახურება	50	50	50
საკანცელარიო საქონელი	100	100	100
რეკლამის ხარჯები	100	100	100
სხვა გაუთვალისწინებელი ხარჯები	200	200	200
<b>სულ</b>	<b>4650</b>	<b>4650</b>	<b>4650</b>

შრომის ანაზღაურების ანგარიში

ცხრილი 5.15

#	თანამდებობა	რაოდენ.	ხელფასი	დარიცხვით	შრომის ანაზღაურ. ფონდი
	ადმინისტრაციული პერსონალი				
1	დირექტორი	1	600	600	600
2	ბუღალტერი	1	400	400	400
3	დამლაგებელი	1	150	150	150
4	დარაჯი	2	300	300	600
	<b>სულ</b>				<b>1750</b>
	საწარმოო პერსონალი				
5	მომღები ოსტატი	1	400	400	400
6	ძრავების მექანიკოსი	1	300	300	300
7	სავალი ნაწილის მექანიკოსი	1	300	300	300
8	ელექტრიკოსი	1	300	300	300
9	ზეინკალი	1	300	300	300
	<b>სულ</b>				<b>1600</b>
	მთლიანი პერსონალის				<b>3350</b>

შრომის ანაზღაურების სახელფასო ფონდი შეადგენს 3350 ლარს თვეში, სადაც საწარმოო პერსონალის სახელფასო ანაზღაურება იანგარიშება გამომუშავებით (40/60).

მთლიანი საწარმოს სახელფასო ანაზღაურების სოციალური დანარიცხები შეადგენს 670 ლარს თვეში. აქედან ადმინისტრაციული და დამხმარე პერსონალის 350 ლარს, ხოლო საწარმოო პერსონალის კი შეადგენს 320 ლარს თვეში.

**მოგება-წაგების ანგარიში**

**პროექტის ინვესტირება**

**ცხრილი 5.16**

ინვესტიციის მოცულობა	2017
ძირითადი საშუალებების ხარჯის მოცულობა	50286
საბრუნავი საშუალებები	2,000
<b>სულ</b>	<b>52,286</b>

**ხარჯების ანალიზი**

**ცხრილი 5.17**

პერიოდი	2018	2019	2020	2021	2022
შემოსავალი მომსახურებიდან და გაყიდვებიდან	52,600	68,380	88,894	115,562	150,231
საბალანსო მოგება	31250	40,625	52,813	68,656	89,253
თვითღირებულება	21,350	27,755	36,082	46,906	60,978
მუდმივი ხარჯები	10,195	13,254	17,230	22,398	29,118
<b>ცვლადი ხარჯები</b>	<b>11,155</b>	<b>14,502</b>	<b>18,852</b>	<b>24,508</b>	<b>31,860</b>

**დასკვნები და რეკომენდაციები**

სადისერტაციო ნაშრომში ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების საფუძველზე შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. დასაბუთებულია აჭარის მთიან რეგიონში მომუშავე მცირე მექანიზაციის სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მუშაობის თავისებურებანი და გაანალიზებულია მათი გავლენა მუშაუნარიანობაზე.

2. განხილულია მცირე მექანიზაციის მანქანების კონსტრუქციული თავისებურებანი, მათი ძირითადი დეფექტები სამთო პირობებში მუშაობის დროს და დადგენილია ყველაზე მეტად ცვეთადი დეტალები, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ საექსპლუატაციო საიმედოობაზე.

3. დამუშავებულია თეორიული საფუძვლები მინიტექნიკის საიმედოობის გაანგარიშების, გაზრდისა და გაცვეთილი დეფიციტური დეტალების ინოვაციური რესურსდამზოგი ტექნოლოგიებით აღდგენისათვის აჭარის მთიანი რეგიონის რაიონების მაგალითზე. თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ აჭარაში მომუშავე მოტობლოკების საშუალო ნამუშევარი მტყუნებაზე შეადგენს  $\bar{H} = 47$  სთ., მტყუნებათა ინტენსივობა  $\lambda = 2 \times 10^{-2}$  სთ<sup>-1</sup>, უმტყუნო მუშაობის ალბათობა  $P(H) = 0,54$ , მზადყოფნის კოეფიციენტი  $K_{\text{მზ.}} = 0,8$ , ხოლო ტექნიკური გამოყენების კოეფიციენტი  $K_{\text{ტ.გ.}} = 0,76$ . მიღებულია შესაბამისი ადეკვატური მათემატიკური მოდელები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მოვახდინოთ საიმედოობის მაჩვენებლების პროგნოზირება.

4. გამოკვლეულია მტყუნებათა სახეების განაწილება აჭარის რეგიონის ცალკეული რაიონების მიხედვით და აღმოჩნდა, რომ მას აქვს ასეთი სახე:

- კონსტრუქციული -30%;
- საწარმოო -26%;
- საექსპლუატაციო -44%.

ყველაზე მეტი წილი მოდის საექსპლუატაციო მტყუნებაზე 44 %, რაც ჩვენი ვარაუდით აიხსნება მთიან რეგიონში ტექნიკის მუშაობის თავისებურებებით და მექანიზატორთა დაბალი კვალიფიკაციით.

5. გამოკვლეულია აჭარის სამთო პირობებში მომუშავე მცირე მექანიზაციის მანქანების დეტალების ცვეთის კანონზომიერებანი, განსაზღვრულია სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის დეტალების ცვეთის განაწილების დიფერენციალური და ინტეგრალური ფუნქციები, მიღებულია ცვეთის ადეკვატური ალბათურ-სტატისტიკური მოდელები და დადგენილია დეტალების ცვეთის ყველაზე უფრო გავრცელებული (მოდალური) მნიშვნელობა  $M_0 = 0,064$  მმ, რომლის მიხედვითაც დასაბუთებულია გაცვეთილი დეტალების აღდგენის რაციონალური ხერხი ელექტრონაპერწკლური ლეგირება. დაპროექტებული, დამზადებული და

გამოცდილია შესაბამისი მოწყობილობა, რომელიც კომპაქტურია და ფერმერებისათვის მოსახერხებელი.

6. დამუშავებულია მეთოდური საფუძვლები და კერძო ორიგინალური მეთოდიკები მიღებული ლითონური საფარის ისეთი მნიშვნელოვანი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გამოკვლევისა და ოპტიმიზაციისათვის, როგორცაა ჩაჭიდების სიმტკიცე, სისალე და ცვეთამდეგობა. ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების საფუძველზე მიღებულია აღდგენის ოპტიმალური რეჟიმები.

7. ჩატარებულია აღდგენის პროცესის ოპტიმიზაცია ციცაბო სვლის (ბოქს - უილსონის ) მეთოდით. ოპტიმალური რეჟიმები ასეთია:

დენის ძალა  $I=18$  ა

ძაბვა  $V=60$  ვ

ელექტრონაპერწკლური ლეგირების დრო  $T= 4$  წთ

8. ჩატარებულია ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით აღდგენილი დეტალების საექსპლუატაციო გამოცდები აჭარის მთიან რაიონებში (ხულო, შუახევი) და დასაბუთებულია, რომ აღნიშნული მეთოდით დეტალების აღდგენისას მათი ცვეთამდეგობა იზრდება 1,5...2,0-ჯერ, ვიდრე ახალი დეტალებისა.

9. ჩატარებულია ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ელექტრონაპერწკლური ლეგირებით მოტობლოკის გაცვეთილი სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის აღდგენის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშება და დასაბუთებულია, რომ მისი გამოყენება  $N= 500$  დეტალის შემთხვევაში იძლევა  $E_{წლ.}=6350$  ლარის წლიურ ეკონომიკურ ეფექტს.

10. უმცირეს კვადრატთა მეთოდით გაანგარიშებულია მცირე მექანიზაციის მანქანების პროგნოზი აჭარისათვის უახლოესი 10 წლის განმავლობაში

11. დასაბუთებულია აჭარის რეგიონისათვის მცირე მექანიზაციის მანქანების სერვისული საწარმოს ოპტიმალური ადგილმდებარეობა და სერვისის რაციონალური ფორმები.

12. შედგენილია ბიზნეს გეგმა, რომლის გამოყენებითაც ფერმერებს შეუძლიათ მნიშვნელოვნად გაზარდონ სასოფლო სამეურნეო პროდუქციის მოსავლიანობა და მიიღონ მოგება.

13. რეკომენდაციას ვიძლევიტ მცირე მექანიზაციის მანქანების ტექნიკური სერვისის საწარმო ჩამოყალიბდეს ხელვაჩაურის რაიონში.



## გამოყენებული ლიტერატურა

1. კაციტაძე ჯ., ქარქაშაძე ნ. - თანამედროვე მათემატიკური მეთოდების გამოყენე ტექნოლოგიური პროცესების ოპტიმიზაციისათვის მანქანების საიმედოობის გაზრდის მიზნით, თბილისი, 2018,“ დეგაპრინტი“-147 გვ.
2. მახარობლიძე რ. – ექსპერიმენტების დაგეგმვის თანამედროვე მეთოდები სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საკითხებზე. თბილისი, სსმი,1974.-117 გვ.
- 3.კაციტაძე ჯ., სარჯველაძე ნ., ძირკვაძე ე., ხიზანიშვილი ა. – მანქანების ტექნიკური სერვისი. თბილისი, 2008. – 285 გვ.;
4. ჭალაგანიძე შ., კაციტაძე ჯ., კაპანაძე ი., სარჯველაძე ნ. – საქართველოში მომუშავე საზღვარგარეთული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა. საქართველოს სოფ. მეურნ. მეც. აკადემიის ჟურნალი “მოამბე” №27, თბილისი, 2010 გვ. 321-...324;
5. კაციტაძე ჯ. – მანქანების საიმედოობა და რემონტი. თბილისი, 1989. – 189გვ.;
6. აბულაძე ი. მოტობლოკების სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ცვეთის ალბათურ-სტატისტიკური მოდელირება, ქუთაისი, ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, გვ. 99...101
7. რ.მახარობლიძე , ზ. მახარობლიძე, ბ. ბასილაშვილი -სასოფლო სამეურნეო მანქანების ფერდობზე მუშაობის ფიზიკური და მათემატიკური მოდელირება, თბილისი,“ მწიგნობარი“, 2018.- 201 გვ.
8. კაპანაძე ი. – საქართველოში შემოტანილი სას. სამ. ტექნიკის საიმედოობის მაჩვენებლებისა და სერვისის რაციონალური ფორმების დამუშავება, თბილისი, საუ, 2011 – 117 გვ.
9. J.Katsitadze –Searching processes of renewal details of agricultural technics Witch the elektrosparkeing Ellou,XVI International scientific-technical conference “TransMOTAUTO-15,Varna, 2015.-p.36...38
10. კაციტაძე ჯ., სარჯველაძე ნ., კაპანაძე ი. და სხვები სამეცნიერო-მეთოდური რეკომენდაციები საზღვარგარეთიდან შემოტანილი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების საიმედოობის გაანგარიშების, გაზრდისა და ტექნიკური სერვისის რაციონალური ფორმების შერჩევისათვის, თბილისი,2012.-192 გვ.



26. . . – . . 1991 -447 .;
27. კაციტაძე ჯ., ლილუაშვილი ა. – მანქანების რემონტი, თბილისი, 2001 – 240 გვ.;
28. . . – . . 198 – 388 .;
29. . . – . . . .  
1986 – 288 .;
30. . . . . , 2005- 39 .;
31. . . . . – . . . . /  
. . 19998 -191 .;
36. . . . . , 2005- 39 .;
37. . . . . 27 002 -93, . 1993 - 31 .;
38. . . . . , 2005- 39 .;
32. სარჯველაძე ნ. – კულტივატორების თათების ცვეთის ზოგიერთი კანონზომიერებანი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკად. “მოამბე” №28, თბილისი, 2010 გვ. 364;
33. . . . . – . . 1987 – 290 .;
34. . . . . – . . . . . . . . . .  
. . . . . , 1987.-200 c.
35. რ. სალუქვაძე, ნ. ქარქაშაძე, დ. კასრაძე- ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდური საფუძვლები და ეკონომიკური ეფექტიანობა , გამომცემლობა “განათლება”, 1978 .- 198 გვ.
36. ზედგინიძე ი .- ექსპერიმენტის დაგეგმვის საფუძვლები, თბილისი -1995წ.
37. Проников А. С. – Надежность машин, М.: Машиностроение, 1988. – 592с.;
38. Кугель Р. В. – Испытания на надежность машин, М.1982 -230с.
39. კაციტაძე ჯ., აბულაძე ი., ბერიძე გ. -მცირე მექანიზაციის მანქანების რაოდენობა აჭარაში და მათი პროგნოზირება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, №2(36),თბილისი,2016, გვ. 85...89
40. კაციტაძე ჯ.,აბულაძე ი.- მცირე მექანიზაციის მანქანების აღსადგენი დეტალების ნომენკლატურა და აღდგენის ტექნოლოგიები, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“,№2(38),თბილისი,2017, გვ. 117...122
41. Katsitadze J., Qutelia G. - Improving the reliability of agricultural machinery, using the method of restoration of parts under submerged arc.

Journal MTM(MACHINES,TECHNOLOGIES,MATERIALS), 6,Sofia,2016, p.307...311

42. . . – . . . , 1986.- 99 .

43. . . – . . . . .  
,1981 .-103 .

44. თ. ურუშაძე, ა. ბაჯელიძე და შ. ლომინაძე - ნიადაგმცოდნეობა, ქ. ბათუმი, ბსუ, 2011, 555 გვ.

45. შ. ფალავანდიშვილი, ა. კორძახია აჭარის ნიადაგები, 2005, ქ. ბათუმი, 125 გვ.

46. შ. ხიდაშელი, ი. პაპუნძე - აჭარის ტყეები 1976, „საბჭოთა აჭარა“ 114 გვ.

47. <http://tool-land.ru/naplavka-metalla.php>

## დანართები

## დანართი 1

### ქ უ რ ნ ა ლ ი

აჭარის რეგიონში არსებული სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების საიმედოობის შესახებ სტატისტიკური მონაცემების მისაღებად,

ხელმძღვანელი - ჯემალ კაციტაძე - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

შემსრულებლები:  
დოქტორი,

რომან მარგალიტაძე - ტექნიკის აკადემიური

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი,

მამუკა ცეცხლაძე - უნივერსიტეტის მაგისტრანტი რომან ჩხაიძე-ა(ა)იპ აგროსერვისცენტრის

სპეციალისტი

ბათუმი 2016 წ



1.. სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის დასახელება — ბელარუსი

2. მანქანის მარკა- MTZ-80

3. გამომშვები ქვეყანა და წელი –

4. ძრავის მოდელი და სიმძლავრე –59კვტ( 80 ცხ.ძ)

5. რაიონი – ქედა სოფ. ბენწმანი

6. შ.პ.ს „მექანიზატორი“, ფერმერული ან გლეხური მეურნეობა – გლეხური მეურნეობა

7. მუშაობის დაწყების დრო – 1992

**მონცემები საიმედოობის მაჩვენებლების შესახებ**

მტყუნებები

- კვანძი – უკანა წამყვანი ხიდი
- ძრავი – მუხლა ლილვი გატეხილია
- ტრანსმისია – გადაცემათა კოლოფის პირველადი ღერძი
- მართვის სისტემა – მოშლილი
- სხვა მტყუნების დასახელება-გაცვეთილია საბურავები

ნამუშევარი მტყუნებამდე

მტყუნებათა რიცხვი - 7 , აქედან:

- კონსტრუქციული - 4
- საწარმოო 1
- საექსპლუატაციო 2

I ჯგუფის სირთულის

II ჯგუფის სირთულის

III ჯგუფის სირთულის

შენიშვნა

2. მონაცემები ცვეთადი დეტალების შესახებ

- ყველაზე უფრო ცვეთადი დეტალის დასახელება – გადაცემათა კოლოფის კბილანები, საბურავები
- ცვეთის სახე ცვეთის მიზეზი – არაორიგინალური კბილანები
- დასაშვები ცვეთის მაქსიმალური მნიშვნელობა

3. მონაცემები მანქანის მოცდენის შესახებ

– სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის მოცდენის მიზეზები, რომლებიც გამოწვეულია უწესივრობით. უწესივრობის სახე და მისი აღმოფხვრის ხერხი.

მოცდენის დრო 30 კალენდარული დღე

## დანართი 2

სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის ინვენტარიზაცია აჭარის რეგიონში  
დანართში წარმოდგენილი არის მაგალითისათვის ერთი მუნიციპალიტეტი

ქობულეთის მუნიციპალიტეტი

სოფ. ქაქუთ

თვითმავალი შასი ტ-16გ



გაუმართავი, გატეხილია ძრავის გამანაწილებელი ლილვი,  
პრობლემები: ორიგინალური მარაგ-ნაწილები, მაღალი წნევის ტუმბოს რეგულირებას  
ახდენს სამტრედიაში, არ იშოვება და ძალზე ძვირი ჯდება საბურავები, ყველა სახის  
სარემონტო სამუშაოებს ასრულებს თვითონ.



მოტოკულტივატორი ერ-17, 3,7 კვტ შეძენილია 2013 წელს თვითდაფინანსებით  
გამართული, ნამუშევარი -2 ძრავ-საათი,  
პრობლემა: არ აღინიშნება





მოტოკულტივატორი NEVA-R180 AN -დიზელი 8 ც.ძ

პრობლემა: ძრავაში დგუმის რგოლების 3-ჯერ შეცვლა, ძრავის მფრქვევანების რემონტი



პრობლემა: საკიდი მექანიზმის ჰიდრავლიკა, მაღალი წნევის ტუმბო, საჭის მექანიზმი



პრობლემა: გადაცემათა კოლოფის კბილანები არასაიმედოა და ხშირად უწევს შეცვლა, საბურავები.



ტ-16 1981

პრობლემა: წინა სავალი სისტემა მექანიკური მართვით, ნაწილების უქონლობა, კბილანური ტუმბო HIII გამოსაცვლელია და არ იშოვება.

ბელარუსი MT3- 80



პრობლემა: საბურავები

### დანართი 3

ცალკეულ მუნიციპალიტეტებში არსებული ტექნიკის რაოდენობები, საერთო სიმძლავრე და ტექნიკის წონები.

ტექნიკის განაწილება გეოგრაფიული თავისებურებების მიხედვით წარმოდგენილია რუქების მიხედვით.

მონაცემები ქობულეთის მუნიციპალიტეტში არსებული სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის შესახებ

ცხრილი 1

მუნიციპალიტეტი	სოფელი	სას.სამ. ტექნიკა														
		სამინისტროს პროგრამით 70% დაფინანსებით შენაძენი					საკუთარი შენაძენი									
		მოტობლოკი 7-12	მოტობლოკის მისაბმელი	მოტობლოკის სათიბელა	შემასხურებელი აგრეგატი	მინი ტრაქტორი 40	მოტობლოკი	ტ-16	მტზ-80	კ-700	ტ-150	უმზ ექსკავატორი	დტ-75	გუთანა პლან-5	ფარეხი ბდ-3	ს-100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ქობულეთი	ქაქუთი	5	1	1			1	5	8+1			1		3	1	
	ოჩხამური	28	1		1	2	8	17	3	1		2		3	2	1
	ლეღვა	21	3				6	5				3	2	2	2	
	სკურა								1							
	ცხრაფონა								1							
	წყავროკა	13	1		1		4	4	1			2	1	1		
	მუხაესტატე	2					2	2	2		1		1	1	1	
	ნაცხვატევი												1			
	აჭი	3						3								
	კაკურა															
	ალამბარი	4					5	3	2				2	2	2	
	გოგმაჩაური											2				
	აჭყვა	10	2	1					2							
	ზედა კანდიდი												1			
	გვარა	4	1					3	5	4		1	2	1	1	
ზენითი	6						4	5	2				2	2		
ნაკაიძეები																
ქვედა კანდიდი	1						4					3				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ქობულეთი	ოხტომი	5														
	ჭახათი							3	3							
	ქობულეთი	19	2		2		6	4	2				2	3	2	1
	კობი	1		1												
	ქვედა სამება							4				2	3			
	ზედა სამება															
	კაჭიეთი															
	ტყემაკაროვი															
	ზედა კვირიკე	2					5	5	2							
	ვარჯანავლი											2	1			
	კობალაური								2						2	2
	ქვედა კვირიკე	5														
	კვირიკე	9														
	ბობოყვათი	10	3	3	2		4	6	2			1	1	3	2	
	ზიხისძირი		1													
	ქვედა დაგვა	4								3					2	2
	სტლინის უბანი													1		
	შუაღელე	1						5								
	ზედა დაგვა								4				3			
	დიდვაძეები															
ბუკნარი	2												1			
ჩაქვი	19	1					7	11	5					3		
საჩინო	2			1												
ქვედა აჭყვა	4	1					5									
გორგაძეები	7											2				
ხალა	1			1				14								
ხინო	1															
ჩაისუბანი	15						8	13	3			2	1	3		5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ქობულეთი	სახალვაშო	3					5					1				
	ჩაქვისთავი	1										2				
	ცეცხლაური	10	3	1			12	12				3		3		
	ჯიხანჯური	7					7	10				2		4		
	ხუცუბანი	6	1				3	2						1		
<b>სულ</b>		<b>231</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>107</b>	<b>129</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>39</b>	<b>19</b>	<b>7</b>

მოტობლოკი – 338

სათიბელა მოტობლოკზე – 9

მოტობლოკის მისაბმელი – 21

შემასხურებელი აგრეგატი მც.მეფ. – 2

დაბალი სიმძლავრის 25 ც.ძ ტრაქტორი (ჩინური) – 2

თვითმავალი შასი ტ-16 – 129

ტრაქტორი მტზ-80-82 – 15

ტრაქტორი კ-700 – 1

ტრაქტორი – 2

ექსკავატორი იუმმზ – 34

ტრაქტორი დტ-75 – 19

გუთანა – 39

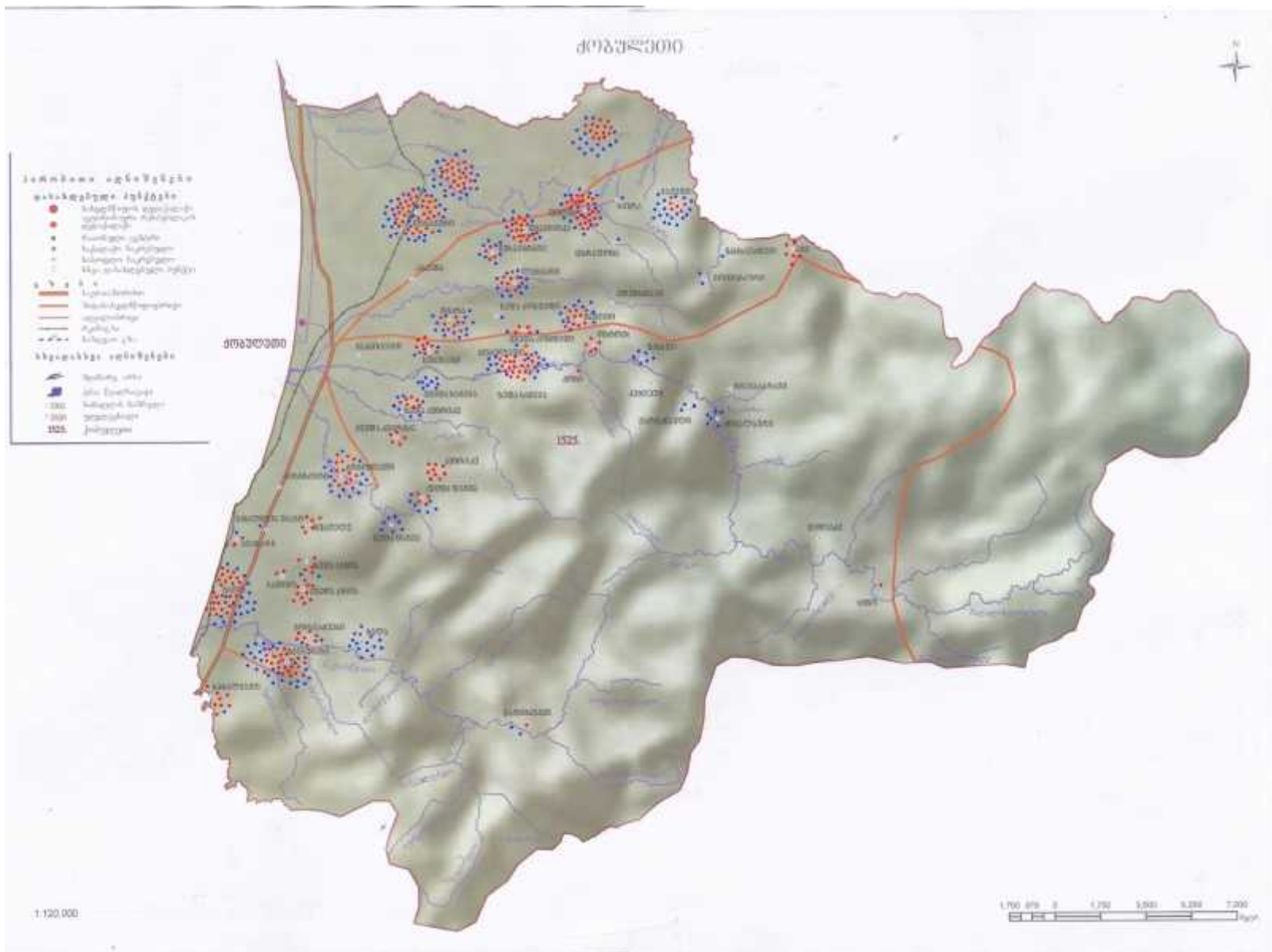
ფარცხი – 19

ტრაქტორი ს-100 –

**სულ 632 ერთეული**

**საერთო სიმძლავრე 11508**

ერთეულ ფართობზე მოსული სიმძლავრე 6,17 კვტ



მონაცემები შუახვევის მუნიციპალიტეტში არსებული სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის შესახებ

ცხრილი 2

მუნიციპალიტეტი	სოფელი	სას.სამ. ტექნიკა															
		სამინისტროს პროგრამით 70% დაფინანსებით შენაძენი					საკუთარი შენაძენი										
		მოტობლოკი 7-12	მოტობლოკის მისაზმელი	მოტობლოკის სათიბელა	შემასხურებელ აგრეგატი	კარტოფილის სარგავი	მოტობლოკი	ტ-16	მტზ-80	კ-700	ტ-150	უმზ ექსკავატორი	დტ-75	გუთანნი	ფარცხი	პო-3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
შუახვევი	დაბა შუახვევი	3						1	1					1	1		
	დრო	2					3										
	თერნალი	2					2						1				
	ორთამელა	2	1				2						1				
	ჩანჩხალო	5	1				15		1					1	1		
	კლდისუბანი	1					1										
	სხეფი	9		1			7										
	ოქროპილაური	6					5										
	დაბაძველი	11					10										
	ბესელაშვილები	3					4										
	შუბანი	12	1	3			3		1					1	1		
	ტომაშეთი	2				1	6										
	ქუთაური	1			1												
	დარჩიძეები	4	1	1													
	კობალთა	5		2			6										
	წელათი	2		1			3						1				
	იაკობაური	1		1			1										
ოლადაური	7		1			8		1						1	1		



		მაწვეალთა	6	1			1	16									
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		პაპოშვილები	2					8									
		გორი	1					2									
		კარაპეტი	2	1				1									
		დღვანი	10	2				16		1					1	1	
		ქიბინიძეები	11		1			24									
		კვიახიძეები	9					12									
		გოგინაური	8					13									
		ლომანაური	7					12									
		ცინარეთი	3				2	5						1			
		წაბლანა	5		1		1	7						2			
		გოგაძეები	5					17									
		ჯაბნიძეები	11	1				19		2			1		1	1	
		მოფრინეთი	2					4									
		ლაკლაკეთი	3					8						1			
		ტბეთი	13	1	1			20						1			
		კვირიაული	1														
		ახალდაბა	7		1				1								
		ტაკიძეები	2					5									
		ჭვანა	6	1			1	8		1			1		1		
		ჭალა	8		2			10									
		წყაროთა	7					23									
		ცხემლისი	3		1			5					1				
8		ცივაძეები	6		1			8									
		ინწკირვეთი	2					4						1			
		ნაღვარევი	6		1		1	7	1					2	1		
		ხაბელაშვილები	2					6						1			
		ვანი	1					1									
		ზემოხევი	3				1	5									
	1	ბარათაული	15	3	1		2	16		1				4			

მოტობლოკი - 896 —4941კვტ  
სათიბელა მოტობლოკზე - 23  
მოტობლოკის მისაბმელი - 21  
კარტოფილის სარგავი-10  
შემასხურებელი აგრეგატი მც.მექ. -1  
თვითმავალი შასი ტ-16 -4 —47კვტ

სულ-1000 ერთეული -  
საერთო სიმძლავრე—6905 კვტ  
ერთეულ ჰა-ზე მოსული სიმძლავრე - 9,9 კვტ

ექსკავატორი უმზ -7—411კვტ  
ტრაქტორი დტ-75 -17—937 კვტ  
გუთანა-8  
ტრაქტორი მტზ-80-82 -9—536 კვტ  
ფარცხი-4



**ՆՈՒՄՆԱՆ ԱՐՆՈՒՄՆԵՐ**

**ԳԵՂԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԶԵՆՈՒՄՆԵՐ**

- Գեղամարտի զորավարի պարտիզանական զորավաճառ
- Բաղնիկի զորավար
- Կապույտ խմբի ղեկավար
- Կարմիր խմբի ղեկավար
- Կարմիր խմբի ղեկավարի զինվոր

**ՏՆՏՆ**

- Կապույտ խումբ
- Կարմիր խումբ
- Կարմիր խումբի ղեկավար
- Կարմիր խումբի ղեկավարի զինվոր

**ԿԱՐՄԱՐՏՈՒԹՅԱՆ ԶԵՆՈՒՄՆԵՐ**

- Գեղամարտի զորավար
- Կարմիր խումբի ղեկավար
- Կարմիր խումբի ղեկավարի զինվոր
- Կարմիր խումբի ղեկավարի զինվոր

მონაცემები ხულოს მუნიციპალიტეტში არსებული სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის შესახებ

ცხრილი 3

მუნიციპალიტეტი	სოფელი	სას.სამ. ტექნიკა														
		სამინისტროს პროგრამით 70% დაფინანსებით შენაბენი					საკუთარი შენაბენი									
		მოტობლოკი	მოტობლოკის	მოტობლოკის	სათიბელა	შემასხურებელი	კარტოფილის სარგავი	მოტობლოკი	ტ-16	მტზ-80	კერძო სათიბელა	ტ-150	უმზ ექსკავატორი	დტ-75	ფარცხი	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
ხულო	გორგაძეები	11	1	5			17			7			1			
	ადაძეები						3			2						
	ლაბაძეები	3		1			12									
	ახალი უბანი						1									
	ვაშაყმაძეები	4	1	1			11		9							
	ვანაძეები	7			1	2	11		7							
	სტეფანაშვილები	3		2			4									
	მერჩხეთი	3		2			7		3				1			
	მეკვიძეები	7		2		2	8		5							
	ჭახაური	6		1			11									
	ტუნაძეები	3		2			11		8				1	2	1	
	მეხალაშვილები	2		1			10		10							
	წინწკალაშვილები	2		1			16									
	ქურდული	4		3			9			2						
	აგარა	10		5		1			5			1	2			
	საციხური	10				1			3					1		
გელაურა	2				1											
ირემაძეები	11		5						3							
პანტნარი	2							1		2						

	ნამონასტრევი	1								2						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ხულო	დიდაჭარა	14	1	6	1	1	23			5			1		1	
	რიყეთი	19	3	6		1	18				2		2			
	დანისპარაული	8	1	4			15						1			
	ბოძაურა	7		1			11									
	იაკობაძეები	8	1	1												
	კორტობი	10	1	1			19			1						
	გელაძეები	8	1	1			8									
	დიოკნისი	25	1	1		1	31			2			4		2	
	მანიაკეთი	7	1	1			21									
	პაქსაძეები	7	1	2			11									
	ტაბახმელა	8		1			1									
	ჯვარიქეთი	1						2						1		
	ლურტა	9		1				10						1	1	
	ლორჯომელაძეები	2		1			1	3								
	გუდასახო	4						5		3						
	განახლება	9					1	8								
	დეკანაშვილები	31	1	3				9								
	დიაკონიძეები	12	1	1			2	10								
	ქედლები	17	1	1				20			1			1		
	ელელიძეები	3					1	12								
	ოქრუაშვილები	18	1	3				19	1					1		
	უჩხო	10		2			1	13								
	კურცხალი	1						4								
	პირკვაძეები	16	3	3			2	14		1		1				
	ვაშლოვანი	26	1	3			2	22						2		
	თაგო	5		1			1	6								
ძმაგულა	4	1					13									
შურმული	4		1				3									
ჩაო	3					1	3									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ხულო	კვატია	3					6								
	ფაჩხა	3					5								
	ჭერი						3		1					1	
	ყინჯაური	2		1			3								
	ფუმრუკაული	4				1	5								
	ვერნები	5		1			7								
	წაბლანა	6		3			9								
	ნადაბური						2								
	ხიხადირი	12	1	2			7	1					1		
	კალოთა	3		2			4								
	ახალშენი						4								
	სკვანა	4					1	5							
	რაქვთა	1						2							
	თხილვანა	8		3				8							
	ბაკი-ბაკო	4		3				8							
	მთისუბანი	3		2				4							
	დაბა ხულო	3						3							
	მინთაძეები														
სხალთა	6						5								
გურამაულა	1						2								
<b>სულ</b>		<b>471</b>	<b>23</b>	<b>93</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>556</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

მოტობლოკი - 1027 —5663კვტ

სათიბელა მოტობლოკზე - 170

მოტობლოკის მისაბმელი - 75

შემასხურებელი აგრეგატი მც.მეფ. -2

კარტოფილის სარგავი - 25

სულ-1341 საერთო სიმძლავრე - 7394კვტ

ექსკავატორი უმზ - 1—58კვტ

ტრაქტორი დტ-75 -20 —1102კვტ

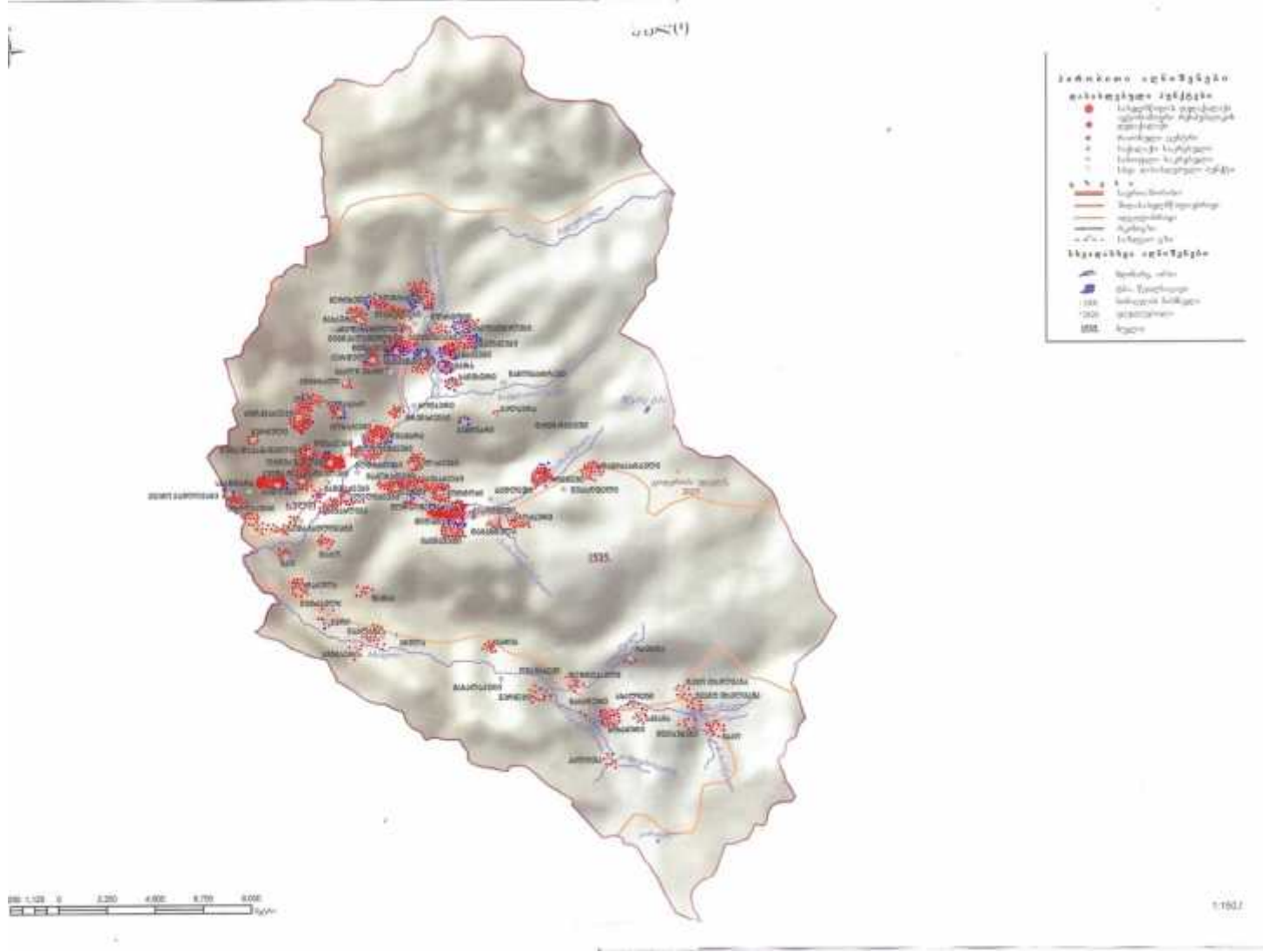
გუთანნი-5

ფარცხი-4

ტრაქტორი მტზ-80-82 -9—536კვტ

თვითმავალი შასი ტ-16 -3 -35კვტ

ერთეულ ჰა-ზე მოსული სიმძლავრე 9,60 კვტ



მონაცემები ქედის მუნიციპალიტეტში არსებული სასოფლო სამეურნეო ტექნიკის შესახებ

ცხრილი 4

მუნიციპალიტეტი	სოფელი	სას.სამ. ტექნიკა															
		სამინისტროს პროგრამით 70% დაფინანსებით შენაძენი					საკუთარი შენაძენი										
		მოტობლოვი	მოტობლოვის	მოტობლოვის	სათიბელა	შემასხურებელ	კარტოფილის	სარგავი	მოტობლოვი	ტ-16	მტზ-80	კ-700	ტ-150	უმზ ექსკავ	დტ-75	გუთანა	ფარცი
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
ქედა	დაბა ქედა	5											2	1			
	არსენაული	5					13										
	აქუცა	3		1													
	გულეები	2						1							1	1	
	ზენდიდი	6	1														
	ბენჭმანი	7	1														
	ორცვა	7				1		2				1			1		
	კორომხეთი	4															
	შევაბური	1						5									
	დანდალო	11								1	1				1	1	
	მოსიაშვილები	7															
	ხარაულა	11						30					1				
	ბალაძეები	3							1	2					1	1	
	ჯალაბაშვილები	14				1											
	გოგიაშვილები	1															
	ზესოფელი	8															
	ზვარე	2															
ვაიო	10				2	2	34	1									
სირაბიძეები	3						7										
კვაშტა	9	1					12			1							



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
ქედა	მახუნცეთი	11															
	ქოსოფელი	3					5										
	ჭალახმელა	2															
	ბზუბზუ	17				1	10										
	ზუნდაგა	4	1														
	უჩხითი	7				1	14										
	ნამლისევი	5					10										
	დოლოგანი	2					4										
	მილისი	5					10										
	მერისი	8		1								1					
	სიხალიძეები	3															
	ნამონასტრევი	1						1									
	ოქტომბერი	5				1		7									
	აგოთა	1															
	პირველი მათისი	10					მულჯერი					1					
	კოლოტაური	13						8									
	ცხმორისი	15		1				9									
	გობრონეთი	3															
	გეგელიძეები	22						15									
	კოკოტაური	11								1			1				
	ახო	15						10									
	ჩეტკიძეები	2															
	წონიარისი	8													1		
აბუქეთა	6					1	10						1		1		
კანტაური	2						2										
ტიბეთა	4		1		1		4				1						
ვარჯანისი	5				2	2	7										
ხუნკუდა	1																
ჭინკაძეები	1						3						1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ჭედა	გუნდაური	2					3									
	საბადური ცხემნა	1					2 4									
სულ		314	4	4	7	9	283	4	6	1	3	5	4	5	3	

მოტობლოკი - 597 - 3292 კვტ

სათიბელა მოტობლოკზე - 4

ტრაქტორი კ-700 -1

მოტობლოკის მისაზმელი - 4

კარტოფილის სარგავი - 9

შემასხურებელი აგრეგატი მც.მექ. - 7

თვითმავალი შასი ტ-16-4 - 59კვტ

ტრაქტორი დტ 75 -4 - 220 კვტ

გუთანნი 5

ტრაქტორი მტზ 80 6 - 357 კვტ

სულ- 648

საერთო სიმძლავრე 4443 კვტ

ერთეულ ჰა-ზე მოსული სიმძლავრე - 10,12კვტ



#### დანართი 4

საველე დაკვირვებები სამეცნიერო ხელმძღვანელ აკადემიკოს ჯემალ კაციტაძესთან ერთად



დანართი 5

სურათებზე წარმოდგენილია ტექნიკის ტიპური დეფექტები და დაზიანებები



გამშვები მექანიზმი



საჭის მექანიზმის ხშირი გატეხვა



რელექტორიდან ზეთის ჟონვა



საბურავების ცვეთა და მართვის სისტემა



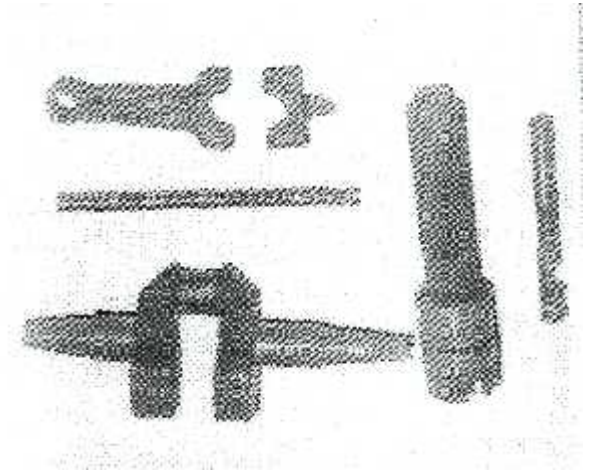
რელექტორის კბილანაა გაცვეთილი



სახნისის გატეხვა



ფრეზის რედუქტორის კბილანების  
ცვეთა



ძრავას ნაწილების ცვეთა

დანართი 6

„ვამტკიცებ“

ა(ა)იპ „აგროსერვისცენტრის“ დირექტორი

გ. ბერიძე

10. 12.2017 წ.



## გამოცდის აქტი

წინამდებარე აქტი შევადგინეთ კომისიამ შემადგენლობით პროფესორი ჯემალ კაციტაძე(საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელი) აგროინჟინერიის აკადემიური დოქტორი რომან მარგალიტაძე-საგრანტო პროექტის ძირითადი შემსრულებელი, მაგისტრანტი მამუკა ცეცხლაძე- საგრანტო პროექტის შემსრულებელი, მასზედ, რომ 2015...2017 წლებში ENPARD-ის პროგრამით აჭარის აგროსერვის ცენტრში მუშავებოდა საგრანტო პროექტი „აჭარის რეგიონში არსებული სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საექსპლუატაციო საიმედოობის მაჩვენებლების გამოკვლევა და ტექნიკური სერვისის რაციონალური ფორმების და მუშავება“

აღნიშნულ პერიოდში საგრანტო პროექტის ხაზით ხულოს რაიონში ხდებოდა დოქტორანტ იოსებ აბულაძის მიერ დამუშავებული მეთოდის „მანქანების გაცვეთილი დეტალების აღდგენა ელექტრონაპერწყლური ლეგირებით“ გამოცდა. სულ აღდგენილ იქნა 10 ცალი მოტობლოკის გაცვეთილი სიმძლავრის ამრთმევი ლილვი, შემდეგი რეჟიმით:

დენის ძალა

I=18 ა

ძაბვა

V=60 ვ

ელექტრონაპერწყლური ლეგირების დრო T= 4 წთ

გამოცდებმა აჩვენეს, რომ აღნიშნული ლილვები მუშაობდნენ ნორმალურად და მათი რესურსი გაიზარდა 30...40 %-ით.

აქტზე ხელს ვაწერთ:

საგრანტო პროექტის ხელმძღვანელი პროფესორი

/ ჯ. კაციტაძე /

შემსრულებლები -

რ. მარგალიტაძე

მ. ცეცხლაძე