



არქეოლოგია, ეთნოლოგია, კულტურა,
ARCHEOLOGY, ETHNOLOGY, CULTURE

კომპიუტერული გრაფიკის ტექნოლოგიების გამოყენება
არქეოლოგიურ კვლევებში ჩათალჰოიუქის მაგალითზე

თინათინ მშვიდობაძე

ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი

გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოც. პროფესორი.

+995 555 11 83 79. tinikomshvidobadze@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3721-9252>

აბსტრაქტი

ჩათალჰოიუქში წლების განმავლობაში ჩატარებულმა არქეოლოგიურმა კვლევებმა ნეოლითური შენობების მონაცემების შესახებ დაფუძნებული ინტერპრეტაციები წარმოშვა. თანამედროვე 3D ტექნოლოგიები საშუალებას გვაძლევს, ჩათალჰოიუქის მატერიალური კულტურა და უნიკალური ურბანული გარემოს შესახებ წარმოდგენა შევქმნათ მრავალმხრივ არქეოლოგიურ დისკურსში. სტატია მიზნად ისახავს 3D ტექნოლოგიების როლის გაშუქებას არქეოლოგიური მონაცემების გავრცელებისათვის. იგი განიხილავს ჩათალჰოიუქის ვირტუალური აღდგენის პროექტებს, ამ ინიციატივების თეორიული საფუძვლებისა და შედეგების ჩვენებით. მოცემულია კიბერარქეოლოგიის მიდგომის გამოყენება, რომლის ძირითადი კვლევითი მიზნები რეალურ დროში მონაცემთა სიმულაციების შექმნასა და მომხმარებლებსა

და ვირტუალურ გარემოს შორის ურთიერთქმედებაში მდგომარეობს. ეს ინიციატივები ორიენტირებული იყო გათხრების 3D ვირტუალიზაციაზე და მონაცემთა ვირტუალური რეალობის პროგრამულ უზრუნველყოფაზე. მათ შორის Dig@IT პროგრამულ უზრუნველყოფაზე, რომელიც სპეციალურად ჩათალპოიუქისთვისაა შემუშავებული. მოკლედ, ნაშრომი დეტალურად განიხილავს ჩათალპოიუქში განხორციელებული პროექტების ფარგლებში დასმულ კვლევით კითხვებსა და მიღებულ შედეგებს და იმას, თუ როგორ განაპირობა ამ შედეგებმა მრავალფეროვანი ციფრული პროდუქციის მიღება 3D მონაცემთა კოლექციებისა და მოწინავე ვიზუალიზაციის სისტემის სახით.

საკვანძო სიტყვები: ჩათალპოიუქის ისტორიული შენობები, ციფრული არქეოლოგია, 3D რეკონსტრუქცია, ვირტუალური სიმულაცია, ციფრული ფოტოგრამეტრია, კიბერარქეოლოგია.

შესავალი

თანამედროვე ეტაპზე კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარება საშუალებას იძლევა სავსე საქმიანობის წარმოების გარეშე ჩავწვდეთ წარსულში დაკარგულ ისტორიას. ამ თვალსაზრისით განვიხილავთ ქალაქ ჩათალპოიუქში (თურქეთი) ჩატარებული სამუშაოების სიმულირების ანალიზს 3D კომპიუტერული გრაფიკის გამოყენებით.

ბოლო წლებში ჩათალპოიუქში ჩატარებულმა გათხრებმა ნეოლითური შენობების მრავალ დონეზე განმეორების შესახებ მონაცემებზე დაფუძნებული ინტერპრეტაციები წარმოქმნა. თანამედროვე 3D ტექნოლოგიები საშუალებას გვაძლევს, წარმოვად-

გინოთ ჩათალჰოიუქის მატერიალური კულტურა და უნიკალური ურბანული გარემო.

ჩათალჰოიუქი ცხრა ათასი წლის წინანდელი პრეისტორიული ქალაქია, რომელშიც კარგად შემონახული ნეოლითური დასახლების იშვიათი ნიმუშებია.

ჩათალჰოიუქი მდებარეობს კონიას ვაკეზე, ცენტრალურ ანატოლიაში, ქალაქ ჩუმრასთან ახლოს, თურქეთში. აღმოსავლეთის ბორცვის ნეოლითური ფართობები 13.5 ჰექტარია ფართობისა და 21 მ სიმაღლისაა, დასახლების 18 დონეზე. ნეოლითური დასახლება, რომელიც ძვ. წ. 7100-დან 6000 წლ-მდე თარიღდება, თიხის აგურის სახლებში 3000-8000 ადამიანს იტევდა.

ეს ადგილი აღმოაჩინა ჯეიმს მელაარტმა 1958 წელს და გათხრები თავდაპირველად აწარმოვა 1961 წლიდან 1965 წლამდე (Mellaart, 1967:136). 1993 წელს იან ჰოდერმა დაიწყო ჩათალჰოიუქის კვლევითი პროექტი, რომლის მიზანი იყო ჩათალჰოიუქის აღმოსავლეთ ბორცვის შესწავლა და დროთა განმავლობაში არქიტექტურული ელემენტებისა და შენობების გამეორების შემდგომი ინტერპრეტაციების შექმნა.(Hodder, 2016:78-80).

2012 წელს ჩათალჰოიუქი იუნესკოს მსოფლიო მემკვიდრეობის სიაში შეიტანეს მისი უნივერსალური ღირებულებისა და განსაკუთრებულობის გამო.

ჩათალჰოიუქის აღმოსავლეთის ბორცვზე მიმდინარე გათხრების შედეგად დაფიქსირებულია დროთა განმავლობაში საცხოვრებელი ობიექტების, ანუ მთელი სახლების, ერთი და იგივე გზით აღდგენის განმეორებითი პრაქტიკა.

3D ვიზუალიზაცია, ლაზერული სკანირება და ციფრული არქეოლოგიური მეთოდები შესაძლებლობას იძლევა არქეოლოგიისათვის მნიშვნელოვანი ალტერნატიული საშუალებების შესწავლისა, არაწრფივი ნარატივების, სამგანზომილებიანი პერ-

სპექტივისა და ვირტუალური რეკონსტრუქციის საფუძველზე. (Mills % Andrews, 2011:57-60).

სტატია განიხილავს რეალურ დროში 3D ტექნოლოგიების გამოყენებას, რომელმაც მოგვცა მიგველო არქეოლოგიური მემკვიდრეობის შესახებ ახალი ცოდნა.

მეთოდები

მოცემულ სტატიაში გამოყენებულია აღწერითი, ანალიზისა და განმარტების მეთოდები, რის საფუძველზეც გამოკვეთილია აღნიშნული კვლევის მნიშვნელოვანი საკითხები. კონცეფციის ჩამოსაყალიბებლად დავიმოწმეთ სხვადასხვა მკვლევრების შეხედულებები, მათ საფუძველზე მოვახდინეთ მსჯელობისა და დასკვნების წარმოდგენა.

ნაშრომში მოცემულია კომპიუტერული გრაფიკის მეთოდების მიმოხილვა არქეოლოგიური მასალების კვლევისას, მათი ეფექტურობის ჩვენებით.

შედეგები

წინა წლებში განხორციელებული სავლე კვლევების შედეგად მოპოვებული მონაცემების საფუძველზე ნაშრომში წარმოდგენილია ჩათალჰოიუქის ვირტუალური აღდგენის პროექტების ანალიზი, მისი თეორიული საფუძვლებისა და შედეგების ჩვენებით. ამასთანავე, ნაჩვენებია თუ როგორ ცვლის ვირტუალურ რეალობაზე დაფუძნებული მონაცემთა ვიზუალიზაციის სისტემები, არქეოლოგიური ინფორმაციის ჩაწერის, განხილვისა და ინტერპრეტაციის გზებს. აღნიშნული მიდგომები დღესაც იძლევა ახალი ინტერპრეტაციების საშუალებას ვირტუალური სიმულაციების საშუალებით.

მსჯელობა

ვირტუალური აღდგენის პროექტების ანალიზი. 2015 წელს დაიწყო ჩათალჰოიუქის ვირტუალური აღდგენის პროექტი (VRCP), კალიფორნიის უნივერსიტეტის Merced-ის, სტენფორ-

დის უნივერსიტეტისა და ელექტრონული სწავლების პლატფორმა Corinth-ის ერთობლივი ძალისხმევით. ეს პროექტი მიზნად ისახავდა ნეოლითური შენობების 3D თანმიმდევრობის ვირტუალურ რეკონსტრუქციას და მოპოვებულ მონაცემებზე დაფუძნებულ წარმოდგენას. პროექტის მიზანია განსაზღვროს ციფრული არქეოლოგიისადმი ახალი მიდგომა, რომელიც ხელს შეუწყობს ღია დებატებს არქეოლოგიური მტკიცებულებების ინტერპრეტაციისათვის.

პროექტის ფარგლებში შეიქმნა ჩათალჰოიუქის შენობების სამი ვირტუალური რეკონსტრუქცია, რომლებიც 2016 წელს გამოქვეყნდა მობილური აპლიკაციის Lifeliqe-სთვის უფასო კონტენტის სახით (Lifeliqe iPad-ისთვის, დაუსახელებლად; Lifeliqe Windows 10-ისთვის, დაუსახელებელი).

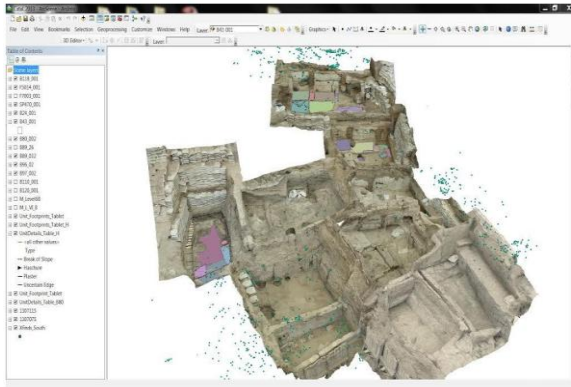
2015–2016 წლებში პროექტის საწყისი ფაზა დასრულდა სამი გადახურული შენობის (შენობა VIA.10, VIB.10 და VII.10) ვირტუალური რეკონსტრუქციით, რომლებიც ჯეიმს მელარტის მიერ 1962 და 1963 წლებში იქნა გათხრილი.

პროექტის მიზანია აჩენოს, რომ წარსულის ვირტუალურ წარმოდგენაზე თანამედროვე დისკურსი უნდა იყენებდეს რეფლექსიურ პერსპექტივას და ტექნოლოგიური მიღწევების განხილვას, რაც ხშირად დამახასიათებელია ციფრულ არქეოლოგიური ლიტერატურისათვის. (Lercari, 2019: 152–65).

ჩათალჰოიუქში 2012 წელს 3D ტექნოლოგიის გამოყენებით დაიწყო მსგავსი პროექტი, რომელიც ითვალისწინებდა გამოსახულებაზე დაფუძნებული მოდელირების გამოყენებას დაკრძალვის სცენების წარმოსადგენად.

ფოტოჩაწერის სათანადო ტექნიკისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით, გუნდის წევრებმა დამოუკიდებლად დაიწყეს დაკრძალვების სიმულირების 3D მოდელების შექმნა. (სურ. 1.). თავდაპირველად, ტექნიკა მხოლოდ სრულად

გამოვლენილი ჩონჩხების დოკუმენტირებისათვის გამოიყენებოდა, მაგრამ გათხრების პროცესის თითოეულ ეტაპზე გეოგრაფიულად მითითებული მოდელების შექმნით, გუნდს შეეძლო სახლების იატაკის ქვეშ დაკრძალვების ხშირად რთული თანმიმდევრობის ვირტუალური რეკონსტრუქციაც. (EARL, 2013: 226-244).



სურ. 1. პროგრამული უზრუნველყოფა: დაკრძალვების სიმულირების 3D მოდელების შექმნა.

ნეოლითურ ხანაში ჩათალჰოიუქში იატაკის ქვეშ თანმიმდევრული დაკრძალვები ხშირად ერთი სახლის პლატფორმაზე მიმდინარეობდა. შესაბამისად, ადრეული დაკრძალვები ხშირად ირღვევა გვიანდელი დაკრძალვებისთვის გაკეთებული ჭრილებით, რაც იწვევს მონაცემების ზომების შემცირებას. ასეთ სიტუაციებში, 3D მოდელირებამ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა ხედვის უნარი, დაკრძალვის პრაქტიკის ინტერპრეტაციისა და რეკონსტრუქციის კუთხით.

ჩათალჰოიუქში გამოყენებული კიბერარქეოლოგიური მიდგომა. ეს პროექტი 2010-2015 წლებში იკვლევს ჩათალჰოიუქის

ნეოლითური ძეგლის სამგანზომილებიანი სივრცითი მონაცემების ჩაწერის, სიმულაციისა და ვიზუალიზაციის გამოყენებას, რაც დიუკის უნივერსიტეტის, კალიფორნიის უნივერსიტეტის, მერსედის და ლუნდის უნივერსიტეტების თანამშრომლობის შედეგია. მიღებული თეორიულ-მეთოდოლოგიური მიდგომა კიბერარქეოლოგიის პრინციპებს ეფუძნება (Forte 2010a), რომლის ძირითადი კვლევითი კითხვები რეალურ დროში მონაცემთა სიმულაციების შექმნასა და მომხმარებლებსა და ვირტუალურ გარემოს შორის ურთიერთქმედებაში მდგომარეობს.

იგი ფოკუსირებული იყო გათხრების კონტექსტური მეთოდის (ფენა-ფენა) ვირტუალიზაციაზე, 3D გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემებზე, ციფრული თანამშრომლობითი სისტემების (ტელეიმერსია) დანერგვასა და მონაცემთა კურაციის ვირტუალური რეალობის პროგრამულ უზრუნველყოფაზე. (Forte & Kurillo, 2010).

პირველი ეტაპი მიეძღვნა მონაცემთა შეგროვების, ანალიზისა და მოდელირების ტექნოლოგიებს, ხოლო მეორე ნახევარი ფოკუსირებულია ვიზუალიზაციისა და მონაცემთა კურაციის ტექნოლოგიებზე, მათ შორის Dig@IT პროგრამულ უზრუნველყოფაზე, რომელიც სპეციალურად ჩათალჰოიუქში იქნა შემუშავებული.

კიბერარქეოლოგია არქეოლოგიური კვლევის სფეროა, რომელიც ეძღვნება მულტიმოდალური და სამგანზომილებიანი არქეოლოგიური მონაცემების ციფრულ სიმულაციას (Forte et al, 2015).

ეს მიდგომა მოითხოვს მულტიმოდალური სიმულაციური მოდელების შესწავლას, რომლებიც დაფუძნებულია ცოდნის სხვადასხვა სფეროზე დამყარებულ არქეოლოგიურ მონაცემთა ნაკრებებზე. „კიბერნეტიკული“ ფაქტორის გაზომვა შესაძლებელია ურთიერთქმედებისა და უკუკავშირის მონაცემების ჩაწე-

რით, სადაც მონაცემთა შეგროვების „ტრიგერი“ არის კარიბჭე, რომლის მეშვეობითაც ჩვენ ვხდებით კიბერსამყაროში.

კიბერარქეოლოგიის პროექტის ძირითადი მიზნებია 1) მონაცემთა ჩაწერის ახალი ციფრული ტექნიკის გამოყენება არქეოლოგიურ გათხრებსა და არტეფაქტებში, 3D დიდი მონაცემების დამუშავების მეთოდების შესწავლა; 2) ინტერაქტიული ანალიტიკური ინსტრუმენტების შექმნა 3D დიდი მონაცემების სათანადო მონაცემთა მოპოვებისა და რეალისტური 3D მოდელების შესაქმნელად; 3) ვირტუალური გათხრების შემთხვევების შესწავლა არქეოლოგიური ძეგლებიდან შეგროვებული მონაცემების საფუძველზე; და 4) ამ ვირტუალური ადგილების ერთობლივი შესწავლა სრულად ინტერაქტიულ გარემოში.

ჩათალჰოიუქის ლაბორატორიებსა და საველე პირობებში ჩატარებული ციფრული სამუშაოები მოიცავდა რამდენიმე ექსპერიმენტს: მონაცემთა ჩაწერა, თანამშრომლობითი ვიზუალიზაცია, (ტელეიმერსიული არქეოლოგია) და ციფრული მონაცემების სიმულაცია ვირტუალური რეალობის გარემოში (მაგ., Dig@IT და Duke Immersive Virtual Environment).

ამ სამუშაოების მთავარი მიზანი იყო მონაცემთა ურთიერთქმედებისა და ინტერპრეტაციის ახალი ექსპერიმენტი. განსაკუთრებით ყურადღება გამახვილდა 89-ე შენობის ყველა სტრატეგრაფიული ერთეულის სისტემატურ 3D ციფრულ ჩაწერაზე და შესაბამისი მონაცემთა ნაკრების ინტერაქტიულ ვიზუალიზაციაზე.³⁹

შენობა 89 (აღმოსავლეთ ბორცვი, სამხრეთი არეალი; სურ. 2.) იყო მთავარი კვლევის ობიექტი 2011-2015 წლებში გათხრების

³⁹ Digital Çatalhöyük: A Cyberarchaeological Approach. Edited by Hoder I. and Tsoraki S., Societies in the Making: The Making of Çatalhöyük (pp. 89-102). London: British Institute at Ankara, Monograph 55, Çatalhöyük Research Projects Series No. 15. ISBN 978191209 0211.

სამუშაო პროცესისა და 3D ციფრული ჩაწერის განხორციელებისათვის. იგი მდებარეობს სამხრეთ არეალის აღმოსავლეთ კუთხეში, თანმიმდევრობით B.76-ის ქვეშ. ეს არის დიდი კვადრატული ნაგებობა, 5.80 მ ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით და 5.20 მ აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით.

ციფრული დოკუმენტაციისა და ნიადაგის ნიმუშების შესწავლის შედეგად გამოვლინდა დაახლოებით 60 შელესილი იატაკის სტრატეგრაფიული თანმიმდევრობა, რომელიც, სავარაუდოდ, სახლის მთელს გამოყენებას გულისხმობდა. ეს იატაკები აღმოსავლეთ მხარეს დალუქული იყო ღია ნაცრისფერი, სილითა და თეთრი თიხის თაბაშირის 5 მმ სისქის ნაერთი ფენით, რომელიც სივრცის აღმოსავლეთ ცენტრალურ პლატფორმაზეა გადაჭიმული.

ამ ნაგებობაში ერთ-ერთი ყველაზე საინტერესო აღმოჩენა იყო ბუკრანიუმი, რომელიც შენობის ცენტრალური სივრცის მთავარი სართულის თანმიმდევრობის დასავლეთ საზღვრებში იყო ჩაშენებული. (სურ.2.).



სურ. 2. შენობა B.89-ის 3D ვიზუალიზაცია ციფრული ფოტოგრამეტრიით.

B.89-დან მონაცემების გამოყენებით ვირტუალური სიმულაციის პირველმა ექსპერიმენტებმა ასევე აჩვენა ამ ინტერპრეტაციული მიდგომის პოტენციალი. მაგალითად, MeshLab-ში კომპიუტერული გრაფიკის ვიზუალური ეფექტის, X-Ray-ის გამოყენებით, 19807 ერთეულის (ჩამოსხმული არქიტექტურული ელემენტის) ვიზუალიზაცია აჩვენებს ოთახის შევსებას, კედლებსა და სხვა არქიტექტურულ დეკორაციებს შორის ურთიერთკავშირს.

2010 წელს პირველ ექსპერიმენტში (Forte, 2010a: 155–62), გამოიყენეს Minolta 910, შუალედური ზონის ყველა გათხრების ფენის ჩასაწერად.

შესაბამისად, 2011 წელს მონაცემთა ჩასაწერად ერთდროულად ორი სისტემა დაინერგა: ახალი ფაზური ცვლის სკანერი (Trimble FX) და კამერაზე დაფუძნებული ციფრული ფოტოგრამეტრიისა და გამოსახულების მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფის ნაკრები (PhotoScan, Stereoscan და Meshlab;).

2012 წელს შესაძლებელი გახდა 21 სამარხის ჩაწერა და რეკონსტრუქცია 3D-ში, ჩონჩხებისა და სხვა მახასიათებლების შესაბამისად. ამ შემთხვევაში, ციფრული სამუშაო პროცესი მოიცავდა ციფრულ ფოტოგრამეტრიას 3D მოდელების გენერირებისთვის, 2D და 3D გეორექტიფიკაციას, სამარხების 2D ნახაზებს CAD-ში და ბოლოს მათ ArcGIS-ში ციფრული რუკების (რასტერულ-ვექტორული) და 3D მოდელების სახით დანერგვას.

ამ პროცესში ინტერპრეტაციული გამოწვევაა 3D მონაცემების გრაფიკული რეალიზმის (სტრატეგრაფია, მონუმენტური სტრუქტურები, აღმოჩენები) და ვექტორული და სივრცითი გეორეფერენცირებული მონაცემების სქემატურ განლაგებას შორის შედარება.

ციფრული ფოტოგრამეტრია და 3D გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები

ფოტოგრამეტრიული ტექნოლოგია (ციფრული ფოტოგრამეტრია) ამჟამად აღიარებულია, როგორც ინსტრუმენტი არქეოლოგიაში 3D დოკუმენტაციის სფეროში. ამ ჩაწერის მეთოდის დანერგვამ არქეოლოგიური პრაქტიკის მხარდასაჭერად შესაძლებელი გახადა შეგროვებული ინფორმაციის ისეთი ასპექტების შესწავლა და ანალიზი, რომელთა გათვალისწინება ადრე შეუძლებელი იყო (Callieri et al. 2011: 33–40).

მნიშვნელოვანი შედეგები საბოლოოდ მიღწეული იქნა 2013 წლის საველე კამპანიის დროს, როდესაც SfM-ის მიერ წარმოებული 3D ტექსტურირებული მოდელები იმპორტირებული და ვიზუალიზებული იქნა ადგილზე გამოყენებულ გეოგრაფიულ საინფორმაციო სისტემაში.

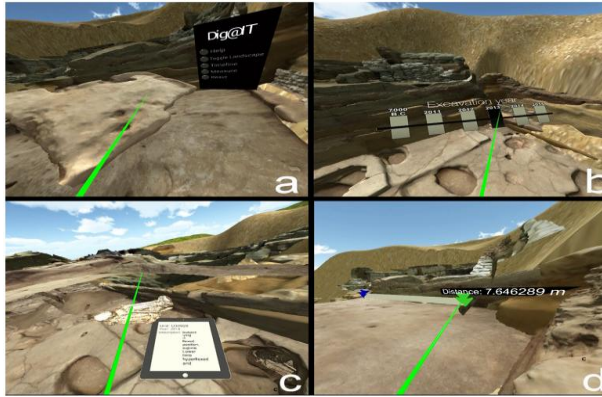
გარდა ამისა, 2010, 2011 და 2012 წლების საველე სეზონებში, ოპტიკური ლაზერული სკანერები ასევე გამოიყენებოდა ჩათალჰოიუქის არტეფაქტების ციფრული შენახვისათვის. ისეთი მონაცემების, როგორცაა ფიგურები, კერამიკა, ქვისა და ძვლის იარაღები და, ზოგადად, მცირე ზომის აღმოჩენები, დიგიტალიზაცია განხორციელდა Next Engine HD სკანერის გამოყენებით.

ტელეიმერსიული არქეოლოგია. ტელეიმერსიული სისტემა არის ვიზუალიზაციის სისტემა, რომელიც იყენებს სტერეოკამერებს და Kinect ჰაპტიკურ სისტემებს ვიზუალიზაციისათვის.

ჩათალჰოიუქის ტელეიმერსიული ექსპერიმენტები იყენებდა მონაცემებს შენობებიდან და ძირითადად ფოკუსირებული იყო სივრცით და რედაქტირების ინსტრუმენტებზე: გაზომვები, განათება, დაჩრდილვა, ვირტუალური თხრა და მონაცემთა მოპოვება. ორი შენობა შეირჩა მათი არქიტექტურული თავისებურებებისა და ხელმისაწვდომი ციფრული დოკუმენტაციის სიზუსტის გამო. 3D ვიზუალიზაცია მოიცავდა როგორც 3D მოდელებს, ასევე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების სივრცულ

მონაცემთა ბაზებს და შესაძლებელი იყო სტრატეგრაფიული ფენების და მეტამონაცემების სიმულირება ვირტუალურ სივრცეში (Dell'Unto, 2020:453-59).

ამ მიზნების მისაღწევად, შეიქმნა შემდეგი აპლიკაციაში არსებული მეტამონაცემების ვიზუალიზაცია „ვირტუალური პლანშეტის“ მეშვეობით (სურ. 3).



სურ.3. Dig@IT. (ა) კონტექსტური მენიუს; (ბ) დროის ხაზის; (გ) ვირტუალური პლანშეტის; (დ) საზომი ლენტის ხელსაწყო ხედი.

Dig@IT-ში ასახული არქეოლოგიური დოკუმენტაცია და 3D მონაცემები მოიცავს ასობით 3D სტრატეგრაფიულ ფენასა და მახასიათებელს, რომლებიც ჩაწერილია 2011 წლიდან 2014 წლამდე, ზემოთ განხილული ციფრული ფოტოგრამეტრიის სამუშაო პროცესის გამოყენებით. შესაბამისად, Dig@IT საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს, ვიზუალიზაცია გაუკეთოს და გამოიყენოს ამ შენობის სტრატეგრაფია მისი შემდგომი დეპონირების ფაზებიდან.

ციფრული დოკუმენტაციისა და 3D მონაცემების მდგრადობისა და შენარჩუნების უზრუნველსაყოფად, ასევე გამოქვეყნდა B.89-ის ყველა 3D მოდელი, საწყისი სურათები, ციფრული ფოტოგრამეტრიის პროექტის ფაილები, დამუშავების ანგარიშები და მასთან დაკავშირებული მეტამონაცემები UCSD ბიბლიოთეკის ციფრული კოლექციების პორტალზე (Lercari et al. 2017).

ეს ექსპერიმენტები მოიცავდა შენობების მონაცემებისა და არქეოლოგიური კონტექსტის და კვლევით ცენტრ DiVE-ში ციფრული ფოტოგრამეტრიით ჩაწერილი ყველა ფენის ვირტუალური გათხრის შესაძლებლობის სიმულირებას მომხმარებლებსათვის.

დასკვნა

ნაშრომი აჯამებს 2010–2015 წლებში ჩათალჰოიუქის არქეოლოგიური გათხრების ფარგლებში 3D მონაცემების ჩაწერასთან დაკავშირებით შემუშავებულ ძირითად ციფრულ აპლიკაციებსა და ექსპერიმენტებს.

ფოტოგრამეტრია, ლაზერული სკანირება, ვირტუალური რეალობა, კომპიუტერული გრაფიკა, გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები და ტელეიმერსიული სისტემები წარმოადგენს სხვადასხვა ტექნოლოგიების, მეთოდებისა და ინსტრუმენტების განსაკუთრებით რთულ ერთობლიობას.

აღმოჩენები აჩვენებს, თუ როგორ ცვლის ციფრული დოკუმენტაციისა და ანალიზის მეთოდები, 3D GIS და ვირტუალურ რეალობაზე დაფუძნებული მონაცემთა ვიზუალიზაციის სისტემები, არქეოლოგიური ინფორმაციის ჩაწერის, განხილვისა და ინტერპრეტაციის გზებს (Forte et al, 2015:34-35).

მონაცემთა შეგროვებისა და სივრცითი არქივირებისადმი სწორმა მიდგომამ ასევე შესაძლებელი გახადა ამ მონაცემთა ნაკრებების გრძელვადიანი გამოყენება სხვადასხვა ფორმებით, რო-

გორიცაა გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები, 3D მოდელები, ვირტუალური რეალობა და თანამშრომლობითი სისტემები.

ჩათალპოიუქში შემუშავებული კიბერარქეოლოგიური სამუშაო პროცესი და 3D დოკუმენტაციის სისტემა ძალიან ეფექტური აღმოჩნდა, რამაც შექმნა მაღალი გარჩევადობის მოდელები, რომლებიც იდეალურად გეორეფერენცირებული იყო გათხრების ბადესთან და თავსებადი იყო გეოგრაფიულ საინფორმაციო სისტემასთან მონაცემების ჩაწერის დღესვე.

ამიტომ ციფრული შენახვა დღეს არსებული საუკეთესო და ყველაზე მდგრადი მიდგომაა. გამოკვლეული შენობებიდან მიღებული ყველა 3D მონაცემი დაკავშირებული და გეორეფერენცირებული იყო წარსულში ჩაწერილ ფენებთან და მონაცემთა ნაკრებებთან, საბოლოოდ კი ადგილის და მთელი სტრატეგრაფიული კონტექსტის სრული 3D რუკის რეკონსტრუქცია მოხდა.

დიუკის უნივერსიტეტში შემუშავდა ახალ ღია კოდის პლატფორმა, სახელწოდებით Morphosource, სადაც შესაძებელია აძლია მოპოვებული 3D მოდელების და მეტამონაცემების არქივიზაცია.

პროექტმა ასევე გამოუშვა და შეიმუშავა სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა თანამშრომლობითი კვლევისთვის (ტელეიმერსიული არქეოლოგია) და არქეოლოგიური გათხრების ვირტუალური სიმულაციისთვის. ორივე პლატფორმა შექმნილია რეალურ დროში ურთიერთქმედებისა და ინტერაქტიული გარემოსთვის.

ამგვარად, საკმაოდ საინტერესოა იმის შემჩნევა, რომ დაწყებიდან ამდენი წლის შემდეგაც კი, აღნიშნული მიდგომები კვლავ იძლევა ახალი ინტერპრეტაციების საშუალებას ვირტუალური წარმოდგენების საშუალებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- EARL, G.** (2013). *Modeling in archaeology: Computer graphic and other digital pasts*. Perspectives on Science 21(2):226-244;
- Callieri, M., Dell’Unto, N., Dellepiane, M., Scopigno, R., Soderberg, B., Larsson, L.** (2011). *Documentation and interpretation of an archeological excavation: an experience with dense stereo reconstruction tools*’ in F. Nicolucci, M. Dellepiane, S. Pena Serna, H. Rushmeier, L. Van Gool (eds.), VAST 2011: The 12th International Symposium on Workshop on Graphics and Cultural Heritage: Prato, Italy, October 18–21, 2011. Goslar, Eurographics Association: 33–40;
- Dell’Unto, N.** (2020). ‘*The analytical role of 3D realistic computer graphics*’ in M. Gillings, P. Hacıgüzeller, G. Lock (eds.), *Archaeological Spatial Analysis: A Methodological Guide*. Routledge: 444-459;
- Forte, M.** (2010a). ‘*3D Digging Project*’ in *Çatalhöyük 2010 Archive Report*, 128–32. <http://www.catalhoyuk.com/sites/default/files/media/pdf/ArchiveReport2010.pdf> ;
- Forte, M., Kurillo, G.** (2010). ‘*Cyberarchaeology: experimenting with teleimmersive archaeology*’ in 2010 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia: VSMM 2010: October 20–23, 2010, Seoul, Korea. Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers: 155–62. <https://doi.org/10.1109/VSMM.2010.5665989>;
- Forte, M., Gallese V.** (2015). ‘*Embodiment and 3D archaeology: a Neolithic house at Çatalhöyük*’ in R. Crook, K. Edwards, C. Hughes (eds.), *Breaking Barriers: Proceedings of the 47th, Annual Chacmool Archaeological Conference*, November 7–9, 2014, Calgary, Alberta, Canada. Chacmool, Chacmool Archaeological Association of the University of Calgary: 35–55;

- Lercari, N., Matthiesen S., Zielinski D., and Kopper R..** (2014). 'Towards an Immersive Interpretation of Çatalhöyük at DiVE.' In ASOR Annual Meeting - San Diego. American School of Oriental Research;
- Lercari, N., Shiferaw, E., Forte, M., Kopper, R.** (2017). *Data from 'Immersive visualization and curation of archaeological heritage data: Çatalhöyük and the Dig@IT app'*
- Lercari, N,** (2019). 'Monitoring earthen archaeological heritage using multi-temporal terrestrial laser scanning and surface change detection' *Journal of Cultural Heritage* 39: 152–65. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.04.005>
- Mellaart J.:** **ÇatalHüyük,** (1967). *A Neolithic Town in Anatolia.* London: Thames and Hudson, 1967. pp., 136 pls. (15 in colour), 56 figs. 84s;
- Mills, J., Andrews, D.** (2011). *3D Laser Scanning for Heritage: Advice and Guidance to Users on Laser Scanning in Archaeology and Architecture (Second Edition).* Swindon, English Heritage. P. 57-60.
- Hodder I.** (2016). *More on history houses at Çatalhöyük: A response to Carleton.* *Journal of Archaeological Science, Volume 67, p.78-80.*