



Universitatea Tehnică a Moldovei

**CREAREA NORULUI DE PUNCTE A
INFRASTRUCTURII SUPRATERESTRE A
BAZEI PETROLIERE "PETROM"**

Masterand:

Țiganu Eugeniu

Conducător:

Nistor-Lopatenco Livia

Conf. universitar

doctor inginer

Chișinău, 2022

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru

Departamentul Inginerie Civilă și Geodezie

Admis la susținere:

Șef departament ICG, conf. univ., dr.

_____ **A. Taranenco**

” ____ ” _____ **2022**

**CREAREA NORULUI DE PUNCTE A
INFRASTRUCTURII SUPRATERESTRE A BAZEI
PETROLIERE "PETROM"**

Teză de master

Student: _____ **Țiganu Eugeniu, GC-2003M**

Conducător: _____ **Nistor-Lopatenco Livia, conf. univ., dr. ing.,**

Consultant: _____ **Iacovlev Andrei, lect. univ., ing. master,**

Consultant: _____ **Pascari Serghei, ing. topo-minier,**

Consultant: _____ **Avadanei Mihai, ing. Top Geocart,**

distribuitor autorizat Leica Geosystems

Chișinău, 2022

REZUMAT

Prezenta teză de master intitulată “Crearea norului de puncte a infrastructurii supratereștre a bazei petroliere Petrom” are ca scop studiul creării norului de puncte a infrastructurii supratereștre a acesteia și totodată crearea modelului 3D cu ajutorul scannerului laser.

Lucrarea este structurată în felul următor și conține:

- 3 capitole
- 58 figuri
- 1 tabel
- 23 surse bibliografice
- 74 de pagini
- 2 anexe

Lucrarea cuprinde 3 capitole în care se descrie pe etape procesul de lucru și se finalizează cu concluzii orientate spre demonstrarea necesității efectuării scanării laser în secolul XXI.

În capitolul 1 este descris teoretic stadiul actual al situației, apariția măsurătorilor, metodele, aparatele clasice și aparatele moderne.

Capitolul 2 înfățișează Scanarea laser terestre și aeriana drept cele mai noi metode de creare a norului de puncte și a modelului 3D a unui obiect sau a unei suprafețe de teren. Scanarea laser ne permite efectuarea măsurătorilor rapid și cu precizie înaltă comparativ cu metodele clasice. Această metodă intenționează să acapareze piața construcțiilor din Republica Moldova, după exemplul țărilor mari dezvoltate, unde se practică într-un spectru mai larg de domenii.

Studiul propriu-zis este desfășurat în capitolul 3, care include partea practică a lucrării, și studiul de caz care presupune elaborarea modelului 3D a Bazei Petroliere Petrom, utilizând datele colectate de Leica BLK 360 (BLK Edition) și DJI Phantom 4 RTK. Acesta se bazează pe procesul de Scanare și Creare a norului de puncte prin două metode. În continuare acest capitol descrie procesul de colectare a materialelor necesare, efectuarea măsurătorilor și prelucrarea datelor măsurate în urma scanării laser.

În concluzie putem afirma că în urma studiului efectuat, crearea norului de puncte și a modelului 3D prin scanare laser terestră și aeroscanare sunt metode de ultimă generație pentru Republica Moldova și foarte utile pentru realizarea acestor lucrări într-o perioadă scurtă de timp și cu o precizie înaltă. Rezultatul cercetării sa realizat cu brio, obținând norul de puncte și modelul 3D.

ABSTRACT

This master's thesis entitled "Point cloud generation for the PETROM Oil Storage Depot terrestrial infrastructure" aims to study the creation of the point cloud of its above ground infrastructure and also the creation of the 3D model using laser scanning.

The paper is structured as follows and contains:

- 3 chapters
- 58 figures
- 1 table
- 23 bibliographical sources
- 74 pages
- 2 annexes

The present work includes 3 chapters in which the work process is described in stages and ends with conclusions aimed at demonstrating the need for laser scanning in the 21st century.

Chapter 1 theoretically describes the current state of the situation, the change of measurements throughout history, the methods, classical devices and modern devices.

Chapter 2 introduces terrestrial and aerial laser scanning as the latest methods for creating a point cloud and 3D model of an object or land surface. Laser scanning allows us to perform measurements quickly and with high accuracy compared to conventional methods. This method intends to capture the construction market in the Republic of Moldova, following the example of the developed countries, where it is practiced in a wider range of fields.

The study itself is conducted in Chapter 3, which includes the practical part of the paper and the case study that involves developing the 3D model of the Petrom Oil Base, using data collected by Leica BLK 360 (BLK Edition) and DJI Phantom 4 RTK. It is based on the process of Scanning and Creating point clouds by two methods. This chapter describes the process of collecting the necessary materials, performing the measurements, and processing the measured data following the laser scanning.

In conclusion, we can say that following this study, the creation of the point cloud and the 3D model by terrestrial laser scanning and aeroscanning are state-of-the-art methods for the Republic of Moldova and very useful for performing these works in a short time and with high precision. The result of the research was brilliantly achieved, obtaining a point cloud and the 3D model of the highest quality.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	8
1. STADIUL ACTUAL AL SITUAȚIEI, METODE CLASICE ȘI METODE MODERNE.....	10
1.1. Sisteme de scanare laser terestră.....	12
1.2. Componentele unui sistem de scanare laser	15
1.3. Clasificarea sistemelor de scanare laser terestră.....	16
1.4. Principiile de măsurare ale scanării laser	17
1.5. Scanarea laser aeriană.....	20
1.6. Principiul scanării laser aeriene.....	20
1.7. Componentele scanării laser aeriene.....	21
1.8. Erori în scanare laser	23
2. UTILAJELE SCANĂRII LASER TERESTRE ȘI AEROPURTATE.....	26
2.1. Generalități	26
2.2. Utilajul Leica BLK 360	26
2.3. Software Leica Cyclone Register (BLK 360 EDITION).....	28
2.4. Utilajul DJI Phantom 4 RTK.....	29
2.5. Domeniile de utilizare a scanării laser	31
2.6. Software utilizate la procesul de aeroscanare	31
2.7. Avantajele și dezavantajele scanării laser	34
3. CREAREA NORULUI DE PUNCTE A INFRASTRUCTURII SUPRATERESTRE A BAZEI PETROLIERE PETROM. APLICAȚIA PRACTICĂ ȘI STUDIUL DE CAZ.....	35
3.1. Prezentarea zonei de lucru	35
3.2. Determinarea pozițiilor optime pentru scanare.....	36
3.3. Înregistrarea datelor.....	37
3.4. Prelucrarea datelor.....	41
3.5. Evaluarea preciziei	51
3.6. Exportarea datelor	52
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	54
BIBLIOGRAFIE	56

INTRODUCERE

În documentarea unor construcții și instalații existente, precum și restaurarea unor monumente istorice, cunoașterea geometriei obiectului are o deosebită importanță. Documentarea complexă a construcțiilor are loc, la etapa actuală, într-un CAD, reprezentarea spațială a obiectului bazându-se pe un număr limitat de forme elementare de modelare, printre care linii, poligoane și corpuri. În funcție de scopul urmărit, modelul rezultat trebuie să corespundă în limita unei anumite precizii cu obiectul real.

Scanarea Laser este o tehnică relativ nouă, cu ajutorul căreia poate fi măsurată complet automat geometria unei structuri, fără ajutorul unui mediu reflectorizant, cu înaltă precizie și cu viteză ridicată. Rezultatul măsurătorilor este reprezentat de o mulțime considerabilă de puncte, numită în literatura de specialitate nor de puncte.

Scanarea laser este avantajată de faptul că poate înregistra un mare număr de puncte, la o precizie înaltă, într-o perioadă relativ scurtă de timp. Scanerile laser sunt instrumente cu linie de vedere, așa încât pentru a asigura o acoperire completă a unei structuri sunt necesare mai multe scanări din diferite poziții.

Datorită evidentelor avantaje ale scanării laser, cum ar fi: măsurătoarea fără a fi necesar vreun contact direct, precizia înaltă, distanța mare de acțiune, achiziția rapidă a informațiilor, etc., alte domenii cum ar fi moștenirea culturală, arhitectura, dezvoltarea urbană, domeniul judiciar și industria petrecerii timpului liber încep să adopte puțin câte puțin această tehnologie.

Din punctul de vedere al utilizatorului, un scanner 3D este orice dispozitiv care colectează coordonatele 3D ale suprafeței terenului sau ale unui obiect:

- automat și într-un model sistematic;
- cu o rată / frecvență ridicată (sute sau mii de puncte pe secundă);
- cu livrarea rezultatelor (coordonatele 3D) mai mult sau mai puțin în timp real.

Prezentul studiu urmărește prezentarea aplicării practice tipice ale Scanării Laser:

- Documentații în ingineria civilă;
- Arhitectură, Arheologie, restaurarea sit-urilor istorice;
- Construcții de tunele;
- Documentații pentru instalații tehnice (industria petrochimică, centrale termice, centrale nucleare);
- Aplicații în realitatea virtuală;
- medicină, construcția de mașini, design, scanarea clădirilor pentru monitorizarea lor în timp.

În timpul procesului de studiu au avut loc lucrări atât de teren cât și de birou. Lucrările de teren sau împărțit în două etape:

Etapa I presupune efectuarea măsurătorilor cu Scanerul Laser BLK360, prima etapă denumită astfel scanare laser terestră. În urma scanării obiectului și colectării datelor s-a creat norul de puncte, iar datorită camerei digitale a scanerul laser BLK 360 s-au efectuat și imagini 360 care au contribuit la ridicarea calității modelului 3D final.

Etapa II presupune efectuarea măsurătorilor cu Drona DJI PHANTOM 4 RTK. Produsul brut al aeroscanării rezultă în imagini cărora li se atribuie coordonate stabilite cu ajutorul conexiunii RTK (real time kinematic) la Sistemul national de Pozitionare Moldpos.

La lucrările de birou o importanță majoră i se atribuie soft-urilor de specialitate, în deosebi Cyclone Register BLK360 Edition pentru prelucrarea datelor în urma scanării laser terestre, iar AgiSoft Metashape pentru prelucrarea datelor în urma aeroscanării. Totodată, prelucrarea datelor cuprinde un proces de modelare și creare a modelului 3D foarte amănunțit.

Crearea norului de puncte a infrastructurii supratereștre a bazei petroliere PETROM este așadar analizată treptat și prezentată în această lucrare printr-o comparare a soft-urilor utilizate, prin demonstrarea eficienței și necesității acestora, dar și prin descrierea dificultăților întâlnite pe parcursul întregului proces de realizare a acestui studiu.

BIBLIOGRAFIE

1. **George L.HERITAGE, Andrew R.G.LARGE**, *Laser Scanning for the Environmental Sciences*, Wiley-Blackwell Publishing Ltd.,2009. ISBN: 978-1-405-15717-9, 2009.
2. **C.R.KENNEDY & COMPANY**. *Leica BLK360 User Manual.*,2017.
3. **Cățeanu G. MIHNEA**, *Utilizarea tehnologiei lidar în realizarea modelului digital altimetric al terenurilor acoperite cu vegetație forestieră*. Brașov: UTB, 2019.
4. **Dorina BUCATARI; Andrei IACOVLEV**, *Utilizarea scannerului laser terestru pentru crearea modelului 3D al interiorului clădirii*. Chișinău: UTM, 2017.
5. **Valeria-Orsilia ONIGA; Ana-Ioana BREABĂN**, *Aplicații utilizând nori de puncte laser scanner aeropurtat*. București, 2021.
6. **Ana-Maria LOGHIN**, *Cercetări privind utilizarea tehnologiei de scanare laser pe cursuri de apă*. Iași, 2018.
7. **Daniela IORDAN, Cornel PĂUNESCU**, *Aplicarea tehnologiilor laser la studiul topografic al bazinului hidrografic Someș-Tisa*. București, 2014.
8. **Natalia NEDEOGLO, Corneliu ROTARU, Anton DANICI, Valeriu SEINIC, Veaceslav SPRINCEAN, Constantin VOZIAN, Valeriu CAZAN, Ion CORCIMARI, Eugenia CEBOTARU**. *Suport de curs educație pentru drone*. Chișinău: USM, 2019.
9. **Călin Neamțu**. *Teză abilitare: Metode vansate de proiectare și simulare 3D*. Cluj-Napoca, 2013.
10. **Adrian SAVU, Petru Iuliu DRAGOMIR**. *Perfecționari ale lucrărilor topografice și geodezice în domeniul căilor de comunicații*. București, 2010.
11. **Beatrice VÎLCEANU, Alina Corina BĂLĂI** *Crearea modelului digital al terenului utilizând tehnologia de scanare laser terestră pentru alunecarea de teren –drum de acces între localitatea Orșova și platoul Topleț, culmea Dranic, județul Mehedinți*. Timișoara, 2010.
12. IPartner.ro: *Digitizarea Patrimoniului Construit*. [online], [citat 12.12.2021]. Disponibil: http://ipartner.ro/media/files/pdf/digitizarea_patrimoniului_construit_scanare_laser_3d.pdf
13. Scan4tech: *Clasificari*. [online], [citat 15.12.2021]. Disponibil: <http://www.scan4tech.com/ro/Scanare%20Laser%20Aeriana/Clasificari/>
14. Teoria și practica scanării terestre cu ajutorul laserului. [online], [citat 10.12.2021]. Disponibil: http://jllerma.webs.upv.es/pdfs/Leonardo_Tutorial_Final_vers5_ROMANIAN.pdf

15. Jurnal of Apicultural Research: *Standard use of Geographic Information System (GIS) techniques in honey bee research*. [online], [citat 24.12.2020]. Disponibil: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3896/IBRA.1.52.4.08>
16. DJI: *dji phantom 4 rtk Information*. [online], [citat 10.12.2021] Disponibil: <https://www.dji.com/phantom-4-rtk>
17. Scanarea laser terestra - *O abordare suplimentara pentru documentarea si animatia 3D* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: <https://www.creeza.com/referate/informatica/Scanarea-laser-terestra-O-abor287.php>
18. Geo Log Data / *Scanare laser 3D / Masuratori de volum / BIM* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: <https://geo-data.ro/page/scanare-laser-3d>
19. (PDF) *Ro scanare laser 3d monumente patrimoniu* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: https://www.academia.edu/8316998/Ro_scanare_laser_3d_monumente_patrimoniu-1
20. *Leica BLK360 Imaging Laser Scanner / Leica Geosystems* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: <https://leica-geosystems.com/products/laser-scanners/scanners/blk360>
21. *Professional photogrammetry and drone mapping software / Pix4D* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software>
22. *Professional Edition Agisoft* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: <https://www.agisoft.com/features/professional-edition/>
23. *CloudCompare - Open Source project* [online], [citat 12.12.2021] Disponibil: <https://www.danielgm.net/cc/>