



Universitatea Tehnică a Moldovei

CREAREA MODELULUI DIGITAL AL TERENULUI ÎN ORAȘUL SENJ DIN CROAȚIA

Student: Lupu Robert

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

Chișinău, 2023

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 DICG, conf. univ. dr.

_____ **A. Taranenco**

“ ____ ” _____ **2023**

Crearea modelului digital al terenului în orașul Senj din Croația

Teză de licență

Student: _____

Lupu Robert, gr. COT-184

Coordonator: _____

**Nistor-Lopatenco Livia ,
conf. univ., dr. ing.**

Consultant: _____

Gavrilov Diana lector univ.

Chișinău – 2023

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru

Departamentul *Inginerie civilă și geodezie*

Programul de studii: 0731.3 – CADASTRU ȘI ORGANIZAREA TERITORIULUI

APROB:

Șef PS COT lect. univ., dr.

_____ E. Zubco

" ____ " _____ 2023

CAIET DE SARCINI

pentru proiectul de licență al studentului

Lupu Robert

1. Tema proiectului de licență: Crearea modelului digital al terenului în orașul Senj din Croația

confirmată prin hotărârea Consiliului FCGC nr. 7 din „20” martie 2023

2. Termenul limită de prezentare a proiectului _____

3. Date inițiale pentru elaborarea proiectului: Date de tip LiDAR, ortofoto, raster.

4. Conținutul memoriului explicativ:

1. Domeniile de aplicație LIDAR
2. Procesul de colectare a datelor LiDAR;
3. Crearea modelului digital al terenului în orașul Senj din Croația;
4. Analiza economică a creării modelului digital al terenului;

5. Conținutul părții grafice a proiectului:

6. Lista consultanților

Consultant	Capitol	Confirmarea realizării activităților	
		Semnătura consultantului (data)	Semnătura studentului (data)
Nistor-Lopatenco Livia	Domeniile de aplicație LIDAR		
Nistor-Lopatenco Livia	Procesul de colectare a datelor LiDAR		
Nistor-Lopatenco Livia	Crearea modelului digital al terenului în orașul Senj din Croația		
Gavrilov Diana	Analiza economică a creării modelului digital al terenului		

7. Data înmânării caietului de sarcini _____

Coordonator Nistor-Lopatenco Livia _____
semnătura

Caietul de sarcini a fost recepționat pentru realizare de către student Lupu Robert

semnătura, data

PLAN CALENDARISTIC

Nr. crt.	Denumirea etapelor de proiectare	Termenul de realizare	Notă
1	Domeniile de aplicație LIDAR	06.03.2023-17.03.2023	
2	Procesul de colectare a datelor LiDAR	20.03.2023-31.03.2023	
3	Crearea modelului digital al orașului Senj din Croația	04.04.2023-28.04.2023	
4	Analiza economică a creării modelului digital al terenului	01.05.2023-10.05.2023	

Student Lupu Robert _____

Coordonator proiect de licență Nistor-Lopatenco Livia _____

ADNOTARE

la proiectul de licență cu tema „Crearea modelului digital al terenului în orașul Senj din Croația”, autor Lupu, Robert

În viața cotidiană sistemele de scanare laser capătă o popularitate tot mai mare în fiecare zi. Geodezii vor soluții pentru studierea suprafeței pământului, arhitectorii pentru studierea infrastructurilor, producătorii de autovehicole folosesc scanarea laser pentru crearea sistemelor de orientare a automobilelor. LiDAR este una din soluțiile acestea.

În lucrarea dată vom studia cum este folosită scanarea LiDAR pentru crearea modelului digital al terenului în orașul Senj din Croația.

Pentru acest proiect sa folosit scanarea aeriana cu ajutorul aeronavei DIAMOND DA42 echipat cu scanner lidar Leica ALS60.

Prelucrarea datelor sa efectuat cu ajutorul softului Microstation Conect Edition v.8 cu extensiile TerraScan și TerraPhoto

În timpul acestei lucrări, vom analiza procesul de creare a unui model digital folosind scanările LiDAR ale orașului Senj din Croația. Vom parcurge pașii de la colectarea datelor inițiale până la producerea a câtorva modele digitale. Pentru a genera și utiliza modelele digitale în diferite domenii, această tehnologie modernă implică următoarele etape:

În capitolul 1 vom analiza datele de intrare și specificațiile proiectului conform carora se va desfășura procesul de lucru.

În capitolul 2 studiem metodele de scanare a datelor LiDAR din care apoi se va crea modelele digitale și facem cunoștință cu softul de specialitate și extensiile acestuia.

În capitolul 3 este descris procesul de formarea a datelor de bază din care va fi extras în continuare modelele digitale și anume clasificarea datelor LiDAR conform specificațiilor

În capitolul 4 analizăm situația economică pentru crearea modelului digital

ABSTRACT

**to the license thesis with the theme
Creation of the digital terrain model in the city Senj from Croatia,,
autor Lupu Robert**

In everyday life, laser scanning systems are gaining increasing popularity. Surveyors seek solutions for studying the Earth's surface, architects use them for infrastructure analysis, and automobile manufacturers employ laser scanning for developing vehicle navigation systems. LiDAR is one of these solutions.

In this paper, we will study how LiDAR scanning is used to create a digital terrain model in the city of Senj, Croatia. For this project, aerial scanning was performed using a DIAMOND DA42 aircraft equipped with a Leica ALS60 LiDAR scanner.

Data processing was carried out using Microstation Connect Edition v.8 software, along with the TerraScan and TerraPhoto extensions.

Throughout this work, we will analyze the process of creating a digital model using LiDAR scans of Senj. We will cover the steps from data collection to generating several digital models. To generate and utilize digital models in various fields, this modern technology involves the following stages:

Chapter 1 will focus on analyzing the input data and project specifications that guide the workflow.

Chapter 2 will explore the methods of LiDAR data scanning, which will be used to create the digital models. We will also familiarize ourselves with the specialized software and its extensions.

Chapter 3 will describe the process of generating the base data, from which the digital models will be extracted. This includes classifying the LiDAR data according to the specifications.

Chapter 4 will analyze the economic situation related to the creation of the digital model.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	9
1. DOMENII DE APLICAȚIE LIDAR	Error! Bookmark not defined.
1.1 Generalități	Error! Bookmark not defined.
1.2 Documente și failuri de intrare și eșire.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Specificții	Error! Bookmark not defined.
2. PROCESUL DE COLECTARE A DATELOR LIDAR.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Evoluția sistemului LiDAR.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Sistemul de scanare	Error! Bookmark not defined.
2.3 Softul de specialitate	Error! Bookmark not defined.
3 CREAREA MODELULUI DIGITAL AL TERENULUI ÎN ORAȘUL SENJ DIN CROAȚIA	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
3.1 Clasificarea cu ajutorul macrourilor.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Clasificarea manuală a clasei Ground	Error! Bookmark not defined.
3.2 Clasificarea manuală a clasei clădirilor conform specificațiilor. ...	Error! Bookmark not defined.
3.3 Clasificarea manuală a clasei Unclassify	Error! Bookmark not defined.
3.4 Clasificarea semiautomată a firelor electrice și vectorizarea lor..	Error! Bookmark not defined.
3.5 Clasificarea Podurilor.....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Exportarea modelului	Error! Bookmark not defined.
4. ANALIZA ECONOMICĂ A CREĂRII MODELULUI DIGITAL AL TERENULUI	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
4.1 Caracteristica lucrării pentru crearea modelului digital pe baza măsurătorilor LIDAR din punct de vedere economic.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Analiza SWOT	Error! Bookmark not defined.
4.3 Concurenții indirecti ai lucrărilor de creare a modelului digital ...	Error! Bookmark not defined.
4.4 Consumatorii	Error! Bookmark not defined.
4.5 Norma de timp pentru executarea lucrărilor de creare a modelului digital.	Error! Bookmark not defined.
defined.	
4.6 Descrierea executanților lucrării, calificarea lor, capacitățile care trebuie să le cunoască fiecare și salarizarea.....	Error! Bookmark not defined.
4.7 Imobilități corporale și necorporale la executarea lucrărilor de creare a modelului digital și amortizarea lor.....	Error! Bookmark not defined.
4.8 Calculul cheltuielilor de remunerare a muncii	Error! Bookmark not defined.
4.9 Elaborarea divizului de cheltuieli.....	Error! Bookmark not defined.
CONCLUZII	11
BIBLIOGRAFIE	12

UTM 0731.3 008 ME					
<i>Mod.</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. doc.</i>	<i>Semnăt.</i>	<i>Data</i>	
<i>Elaborat</i>		Lupu R.			
<i>Coordonator</i>		Nistor-Lopatenco L.			
<i>Consultant</i>		Gavrilov D.			
<i>Verificat</i>		Zubco E.			
<i>Aprobat</i>		Taranenco A.			
Crearea modelului digital al orașului Senj din Croația					
			<i>Faza</i>	<i>Coala</i>	<i>Coli</i>
			L	8	73
UTM FCGC COT-184					

INTRODUCERE

Ideea de a descrie suprafețele de teren folosind reprezentări digitale a apărut în anii 1955-1960 la Institutul de Tehnologie din Massachusetts (SUA) sub conducerea profesorului Miller. Scopul inițial al acestei abordări era optimizarea tehnologiilor utilizate în proiectarea căilor de comunicații, cum ar fi drumurile. Termenul "model digital al terenului" (D.T.M. - digital terrain model) a fost introdus odată cu publicarea cercetărilor profesorului Miller și ale colaboratorilor săi, care au fost rezultatul studiilor realizate în cadrul Departamentului de Lucrări Publice din Massachusetts și al Biroului Național de Drumuri. Scopul acestor cercetări a fost dezvoltarea programelor de calcul și proiectare automată a drumurilor pe baza datelor terenului colectate folosind metode fotogrametrice. [1]

În etapele inițiale, s-au dezvoltat aplicații mai simple, iar pe parcurs s-a ajuns la rezolvarea fazelor complexe ale procesului de proiectare. În conformitate cu ordinea implementării procedurilor, programele dezvoltate pot efectua următoarele acțiuni: modelarea suprafeței terenului, selectarea unui profil longitudinal din mai multe variante introduse ca date inițiale, geometrizarea axei căii în funcție de valorile admisibile ale parametrilor de proiectare (viteze, pante, raze de curbură, etc.), determinarea pozițiilor zonelor de umplură sau săpătură, calculul volumului de terasamente și a distanței de transport. Prin combinarea tuturor aplicațiilor menționate, cel mai complex program determină varianta de traseu optimă. [1]

După aceste prime experimente, în decursul anilor următori, metodele fotogrametrice în combinație cu prelucrarea electronică automată a datelor au fost aplicate tot mai extins în proiectarea construcțiilor inginerești, în special în domeniul căilor de comunicații. Tehnologiile de proiectare au început să integreze tehnica modelului digital, care s-a dovedit a fi o metodă eficientă pentru reprezentarea suprafeței terenului și pentru extragerea tuturor datelor topografice necesare elaborării, studiului sau comparației variantelor de proiect. Aceasta a fost realizată în contextul unor ample posibilități de automatizare. Inspirându-se din ideile profesorului Miller, pe lângă sistemele dezvoltate la M.I.T. din Statele Unite, au apărut noi modele digitale: [1]

- Anglia (TERRA, CARD)
- Cehoslovacia (EDVA)
- Finlanda (VIATEC)
- Franța (TEGI-Semis de points)
- R.F. Germania (DTM-Stuttgart)
- Japonia (TSI)
- (Nordisk ADB, VV-DTM)
- Etc.

Noile modele digitale erau bazate pe scheme de eșantionări și metode de interpolare. Dezvoltarea echipamentelor analitice, echipamentelor pentru digitalizarea produselor grafice și îmbunătățirea

					UTM 0731.3 –008 ME	Coala
						10
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		

stereorestituitoarelor analogice prin introducerea sistemelor automate de înregistrare sau minicalculatoare, au jucat un rol crucial în extinderea domeniului de aplicare al modelului digital. Ca rezultat direct, s-au dezvoltat metode proprii de eşantionare și prelucrare a datelor. [1]

În prezent aceste lucrări au fost accelerate odată cu apariția metodelor de scanare aerofotogrametrică cu scanere de rezoluție înaltă și calitate superioară a datelor ceea ce permite micșorarea numărului de erori care pot apărea pe modelul digital.

Posibilitățile noi au fost generate de combinațiile de senzori, după cum este reprezentat de echipamentul LiDAR (Light detection and ranging- detectia luminii și determinarea distanței). În componența acestuia sunt prezente un altimetru laser de baleiaj, un sistem de navigație inerțial, un receptor GPS cu operare cinematică și o cameră de cadru digitală. [1]

Pe parcursul acestei lucrări vom analiza cum se crează modelul digital în baza scanărilor LiDAR asupra orașului Senj din Croația. Vom parcurge pașii de la obținerea datelor inițiale până la producerea a câteva modele digitale.

Pentru a genera și utiliza modelele digitale în diverse domenii, această tehnologie modernă implică următoarele etape:

- Culegerea datelor initiale
- Prelucrarea preliminară a datelor
- Prelucrarea de bază a datelor
- Evaluarea calității modelelor digitale construite
- Stocarea datelor
- Exploatarea datelor prin diferite proceduri aplicative

					UTM 0731.3 –008 ME	Coala
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		11

CONCLUZII

În urma analizelor și studiilor asupra proceselor pentru crearea modelului digital cu ajutorul scanării LiDAR am descoperit ca ea este posibilă, însă ocupă o perioadă mare pentru procesarea datelor care permit crearea modelului digital.

Plusurile creării modelului digital prin intermediul datelor LiDAR:

- Precizia înaltă a datelor în cazul clasificării detaliate
- Viteză ridicată în cazul creării modelului după datele clasificate mediu
- Posibilitatea de a crea modele multiple din datele LiDAR clasificate

Minusurile creării modelului digital prin intermediul datelor LiDAR:

- Pentru crearea modelului digital avem nevoie mai întâi să clasificăm tot terenul ceea ce atrage după sine timp enorm pentru clasificarea detaliată și precisă
- Preț ridicat pentru prelucrarea datelor

Pentru dobândirea datelor este nevoie de tehnică atât pentru lucrările de teren cât și pentru cele de oficiu. În cazul lucrărilor de teren avem nevoie aeronavă și sistemul de scanare iar pentru lucrul de oficiu avem nevoie de calculator și softurile de specialitate.

În urma studiului economic am aflat că imobilitățile pentru lucru în oficiu ne costă aproximativ 55 703 lei pe an, plus salariile ajungem la un preț destul de mare care nu șil pot permite oricine. De regulă serviciile date sunt cerute către organele de stat dar își pot găsi folosul și pentru unele companii private.

Modelele pot fi folosite în diferite ramuri. Tehnologia se dezvoltă de zi cu zi și tot mai des apar noi modalități de folosire.

Metoda creării modelului digital din norul de puncte LiDAR poate fi folosită dar nu tot timpul va fi rentabilă. Înainte de a lua decizia efectuării modelului prin LiDAR sau prin alte metode ar fi de drept executarea unui studiu economic pentru calcula cât de rentabilă va fi modelarea pentru secțiunea de teren necesară.

					UTM 0731.3 –008 ME	Coala
						12
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		

BIBLIOGRAFIE

1. IONESCU, Ion. *Fotogrametrie Inginerească, Modelarea digitală altimetrică a terenului*. București: Matrix Rom, 2005. 211 p. ISBN 973-685-734-4.
2. MOLDOVEANUL, Constantin *Geodezie. Noțiuni de geodezie fizică și elipsoidală, poziționare*: Matrix Rom, 2002 534 p. ISBN 973-685-486-8
3. ONOSE, Dumitru, SAVU, Adrian, NEGRILĂ, Aurel Florentin Cătălin, RABOJ Daniela *Topografie, Matrix Rom, 2014, 451 p. ISBN 978-606-25-0070-2*
4. CHIRIAC, Vasile *Geodezie cu sateliți: Curs universitar*, Artpoligraf, 2013, 183 p. ISBN 978-9975-4401-9-6
5. Colectiv din Facultatea de Geodezie de la Universitatea Tehnică de Construcții București, *Planificarea spațială și GIS pentru dezvoltarea durabilă*, Matrix Rom, 2017, 276 p. Vol.1 ISBN 978-606-25-0378-9, Vol.2 ISBN 978-606-25-0380-2
6. TerraSolid, TerraScan User Guide <https://www.terrasolid.com/guides/tscan/index.html>
7. TerraSolid, TerraPhoto User Guide <https://terrasolid.com/guides/tphoto/index.html>
8. <https://www.semanticscholar.org/paper/Direct-Acquisition-of-Data%3A-Airborne-laser-scanning-Gallay-Jozef/539e9766885cb31c705565c89b17ba44edaa6bf9>
9. <https://www.uni-bamberg.de/en/iadk/archaeology/events/artikel/fieldwork-introduction-to-airborne-laser-scanning-data-processing-and-interpretation/>
10. https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2021-03/SIF_LIDAR_Podest_Final.pdf
11. <https://reduceflooding.com/tag/lidar/>
12. <https://nplus1.ru/news/2015/05/22/sweeper>
13. <https://natural-resources.canada.ca/science-and-data/science-and-research/topographic-information/whats-new/high-resolution-digital-elevation-model-hrdem-generated-from-lidar-new-data-available/23005>
14. <https://www.semanticscholar.org/paper/Airborne-Laser-Scanner%3A-principles-of-operation%2C-in-Sopchaki-Sampaio/d8f5471a40a964d6a7afc6c76f60137ec5da1893>
15. <https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>
16. FLYCOM Tehnologies, Ljubljanska cesta 24a, 4000 Kranj <https://www.flycom.si/en/about-us/>
GeoSLAM Ltd, Innovation House, Mere Way, Ruddington, Nottingham NG11 6JS United Kingdom
<https://geoslam.com/what-is-lidar/>

					UTM 0731.3 –008 ME	Coala
Mod.	Coala	Nr. doc.	Semnătura	Data		13