

## CUPRINS

Abrevieri .....	3
Definiții .....	4
<b>ZONA A - Servicii pentru realizarea modelului digital al terenului și a modelului digital al suprafeței prin scanare laser aeriană pentru aproximativ 26.000 km<sup>2</sup> .....</b>	<b>8</b>
1. Suprafața proiectului .....	8
2. Rezoluția și sistemul de coordonate .....	8
3. Specificații tehnice pentru realizarea proiectului de scanare laser .....	9
3.1. Sistem de scanare laser .....	9
3.1.1. Specificații tehnice sistem de scanare .....	9
3.1.2. Calibrarea sistemului de scanare .....	10
3.1.2.1. Calibrarea instrumentului .....	10
3.1.2.2. Calibrarea instrumentului în momentul instalării .....	11
3.1.2.3. Calibrarea datelor .....	11
3.2. Planificarea scanării laser .....	11
3.2.1. Condiții optime în timpul scanării .....	11
3.2.2. Cerințe tehnice de scanare .....	11
3.2.3. Stații de bază GNSS .....	12
3.2.4. Grupuri de puncte de control la sol .....	12
3.2.5. Perechi de profile de control .....	13
3.2.6. Proiectul de scanare laser .....	14
3.2.7. Rezumat materiale .....	15
3.3. Măsurători la teren și scanarea propriu-zisă .....	16
3.3.1. Măsurarea punctelor de control la sol din cadrul GPCS .....	16
3.3.2. Măsurarea perechilor de profile de control .....	17
3.3.3. Scanare suprafață proiect .....	18
3.3.4. Nori de puncte .....	18
3.3.5. Raportul de verificare al procesului de determinare al punctelor la teren și al procesului de scanare .....	19
3.3.6. Rezumat materiale .....	19
3.4. Procesarea norilor de puncte .....	20
3.4.1. Calibrarea datelor .....	20
3.4.2. Compensarea benzilor de scanare .....	20
3.4.3. Translația altimetrică .....	20
3.4.4. Verificarea planimetrică .....	21
3.4.5. Clasificarea punctelor .....	21
3.4.6. Transformarea coordonatelor .....	22

3.4.7.	Analiza densității norilor de puncte .....	22
3.4.8.	Precizia norilor de puncte.....	23
3.4.9.	Analiza omogenității norilor de puncte .....	24
3.4.10.	Metadate nori de puncte clasificați.....	25
3.4.11.	Raport de control al calității datelor procesate .....	25
3.4.12.	Rezumat materiale .....	25
<b>3.5.</b>	<b>Generarea modelelor digitale .....</b>	<b>26</b>
3.5.1.	Modelul digital al terenului .....	27
3.5.2.	Modelul digital al suprafeței .....	27
3.5.3.	Curbe de nivel .....	28
3.5.4.	Precizii produse.....	28
3.5.5.	Metadate produse finale.....	28
3.5.6.	Rezumat materiale .....	29
<b>4.</b>	<b>Livrări.....</b>	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>Recepția livrabilelor .....</b>	<b>32</b>
<b>Anexe</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
Anexa 1 -	Plan suprafață zona A.....	39
Anexa 2 -	Model descriere topografică a punctelor la sol .....	40
Anexa 3 -	Exemplu de plan de zbor .....	42
Anexa 4 -	Suprafețe pentru generarea MDS.....	43

## Abrevieri

ANCPI: Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară

MDT: Model Digital al Terenului

MDS: Model Digital al Suprafeței

LiDAR: Light detection and ranging

RGB: Red - Green - Blue (Roșu-Verde-Albastru)

IMU: Inertial Measuring Unit (unitate inerțială de măsurare)

GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistem Global de Navigație cu Sateliți)

RMSE: Root mean square error (eroare medie pătratică)

RMSD: Root mean square difference (diferența medie pătratică)

EPSG: European Geodetic Parameter Dataset (Set European de Parametrii Geodezici)

ROMPOS: Romanian Position Determination System (Sistemul Românesc de Determinare a Poziției)

XML: eXtensible Markup Language (Meta-limbaj de marcare)

NIR: Near-infrared (infraroșu apropiat)

FOV: Field of view (unghiul de scanare)

PRR: Laser Pulse Repetition Rate (rata de repetiție a impulsurilor)

PRF: Laser Pulse Frequency (frecvența de repetiție a impulsurilor)

NVA: Precizia altimetrică a zonelor non-vegetație

VVA: Precizia altimetrică a zonelor cu vegetație

XLS: Binary Interchange File Format (format Microsoft Office EXCEL)

TIF: Tagged Image File Format (format de stocare a datelor raster)

TXT: Text File (fișier text)

SNR: Signal to Noise ratio (raport semnal - zgomot)

SHP: Shapefile (fișier vector)

PDF: Portable Document Format (fișier de prezentare a documentelor)

RINEX: Receiver Independent Exchange Format (format de schimb de date independent de receptor)

TIN: Triangulated irregular network (rețea neregulată de triunghiuri)

LAS: format de stocare a norului de puncte (engl. LASer file);

LAZ: format comprimat de stocare a norului de puncte (engl. LASer Zip file);

GPCS: Grupuri de puncte de control la sol

PPC: Perechi de profile de control

RTK: Real Time Kinematic (măsurători cinematice)

ETRS89: European Terrestrial Reference System 1989 (Sistem de referință terestru European 1989, adoptat în România prin Ordinul Directorului General al ANCPI nr. 212/2009)

ORNISS: Oficiul Registrului Național al Informațiilor Secrete de Stat

## Definiții

**Abaterea standard:** o măsură a răspândirii sau dispersiei unui eșantion de erori în jurul mediei eșantionului.

$$ex. \quad SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum (\Delta z - \bar{z})^2}$$

$$\Delta z = z_{DTM} - z_{GCP}$$

$$\bar{z} = \frac{1}{n} * \sum \Delta z$$

**Acoperire transversală:** suprafața de suprapunere dintre două benzi de scanare din cadrul unei misiuni de scanare.

**Acoperire tip endlap:** suprafața de suprapunere dintre două benzi de scanare din cadrul a două misiuni sau blocuri de scanare.

**Artefact:** o observație imprecisă, efect sau rezultat inexact, în special unul datorat tehnologiei utilizate sau erorii. În modelele digitale ale terenului, artefactele sunt rămășițe de suprafață detectabile ale clădirilor, copacilor, turnurilor, stâlpilor de telefon sau a altor elemente ridicate; de asemenea, anomalii artificiale detectabile care sunt introduse într-un model de suprafață prin intermediul tehnici de colectare sau prelucrare specifice sistemului. De exemplu, efectele de lan de porumb (corn-effect) ale colectării de profiluri, efectele de stele și rampe din interpolarea multidirecțională a conturului sau fațete triunghiulare detectabile cauzate de eliminarea copertinelor de vegetație.

**Autoritate Contractantă:** Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară.

**Bandă de scanare:** datele rezultate dintr-o singură linie de scanare.

**Bloc:** delimitare a ariei de proiect (Lot 1- zona A si Lot 2-Zona B) în zone cu suprafețe aproximativ egale pentru organizarea prestării serviciilor în vederea realizării, predării și recepției livrărilor.

**Calibrare (sisteme LiDAR):** procesul de identificare și corectare a erorilor sistematice din hardware, software sau date. Determinarea erorilor sistematice într-un dispozitiv de măsurare prin compararea măsurătorile sale cu marcajele sau măsurătorile unui dispozitiv care este considerat corect. Calibrarea sistemului LiDAR se împarte în trei categorii principale:

- calibrarea instrumentului - calibrarea din fabrică include calibrarea radiometrică și geometrică, unice pentru hardware-ul fiecărui producător și reglată pentru a

îndeplini specificațiile de performanță ale modelului. Calibrarea instrumentului poate fi evaluată și corectată numai de către producătorul instrumentului.

- calibrarea instalării instrumentului la bordul platformei - este dată de calibrarea brațelor pârghiei (lever arms), prin care se determină doi vectori 3D: unul de la originea senzorului LiDAR la centrul IMU și celălalt de la originea senzorului LiDAR la centrul de fază al antenei GNSS. Componentele vectorilor sunt redeterminate de fiecare dată când senzorul sau antena GNSS sunt mutate sau repositionate. Deoarece operațiunile normale ale aeronavelor pot induce ușoare variații în montarea componentelor, componentele sunt calibrate în mod normal pentru fiecare proiect, sau chiar misiune, pentru a determina corecții ale parametrilor de calibrare;
- calibrarea datelor se realizează pe baza suprafețelor de control și/sau a benzilor transversale.

**Celulă (pixel):** elementul de bază al unui set de date raster. Fiecare celulă conține o singură valoare numerică a informațiilor reprezentativă pentru zona acoperită de celulă.

**Clasificarea punctelor LiDAR:** se realizează în conformitate cu o schema de clasificare pentru identificarea tipului de țintă de la care se reflectă fiecare răspuns LiDAR. Procesul permite diferențierea între punctele la sol (pământ gol), apă, zgomot, vegetație, clădiri, altele obiecte create de om și obiecte de interes.

**Diferența medie pătratică (RMSD):** este utilizată pentru a estima precizia relativă și se calculează ca rădăcină pătrată a mediei setului de diferențe pătrate între valorile coordonatelor a două seturi de date cu locație identică.

**Densitatea punctelor (NPD):** o măsură comună a densității unui set de date LiDAR; NPD este numărul mediu de puncte într-o unitate areală specificată (puncte/m<sup>2</sup>). Această valoare este prevăzută în planificarea misiunii și calculată empiric din datele colectate, folosind doar primele (sau ultimele) răspunsuri ale punctelor 3D.

**Elemente specifice unui plan:** direcție nord, legendă, scară numerică, titlu plan, caroiaj rectangular.

**Eroarea medie pătratică (RMSE):** este utilizată pentru a estima precizia absolută și se calculează ca rădăcină pătrată a mediei setului de diferențe pătrate între valorile coordonatelor setului de date și valorile coordonatelor dintr-o sursă independentă de precizie pentru puncte identice.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum \Delta z^2}$$

$$\Delta z = z_{DTM} - z_{GCP}$$

**GNSS:** termen generic utilizat pentru denumirea sistemelor de radionavigație și poziționare globală care utilizează în aceste scopuri sateliți artificiali ai Pământului. Astfel de sisteme sunt: NAVSTAR - GPS - dezvoltat și administrat de S.U.A., GLONASS - dezvoltat și administrat de Federația Rusă, GALILEO - dezvoltat și administrat de Uniunea Europeană și BeiDou dezvoltat și administrat de Republica Populară Chineză.

**Gol de date:** gaură în acoperirea norului de puncte cauzată de suprafețe nereflectante, instrument, anomalii de procesare, avarii, obstrucționarea pulsului LiDAR sau colectarea necorespunzătoare, mai mare sau egală cu  $4 \times ANPS^2$ , măsurată folosind doar primul răspuns.

**Hidro-aplatizare:** procesul de prelucrare a unei suprafețe derivate din LiDAR (DEM sau TIN) astfel încât corpurile/cursurile de apă, râurile, rezervoarele și alte suprafețe de apă poligonală să fie reprezentate plan și să fie nivelate între maluri.

**IMU:** dispozitiv electronic montat sau integrat în senzor care măsoară și raportează viteza și orientarea senzorului (unghiurile pitch, roll și heading) folosind o combinație de accelerometre și giroscopae.

**Intensitate LiDAR:** pentru instrumentele LiDAR cu răspunsuri discrete, intensitatea este amplitudinea înregistrată a pulsului LiDAR reflectat în momentul în care reflexia este capturată ca un răspuns de către instrumentul LiDAR. Valorile intensității permit identificarea și extragerea automată a obiectelor precum clădiri și suprafețe impermeabile și pot ajuta la clasificarea punctelor LiDAR.

**LAS:** format de fișier binar public folosit pentru stocarea de date tip nori de puncte 3D.

**LAZ:** format comprimat de fișier binar public folosit pentru stocarea de date tip nori de puncte 3D.

**Linie de ruptură:** caracteristică liniară care descrie o schimbare în netezimea sau continuitatea unei suprafețe.

**Misiune de scanare:** operațiunea de zbor cu tehnologie LiDAR desfășurată în intervalul de timp dintre decolarea și aterizarea avionului.

**Metadata:** date despre date; o descriere a conținutului, calității și a altor caracteristici ale datelor geospațiale.

**Modelul digital al terenului:** reprezentarea statistică a suprafeței terenului. Acest model nu conține vegetație, clădiri sau alte obiecte artificiale.

**Modelul digital al suprafețelor:** reprezentarea statistică a suprafeței terenului, incluzând în setul de date și elementele aflate pe suprafața acestuia.

**Nor de puncte:** unul dintre tipurile fundamentale de date geospațiale (altele fiind vectoriale și raster); un nor de puncte este un set mare de puncte 3D, de obicei dintr-o colecție de date LiDAR.

**Prestator:** ofertantul declarat câștigător.

**Punct tip prim răspuns:** prima parte importantă măsurabilă a unui răspuns LiDAR.

**Punct de control:** punct determinat la teren (de coordonate X, Y, Z), folosit pentru a estima precizia pozițională a setului de date geospațial față de o sursă independentă de o mai mare precizie.

**Rata de eșantionare IMU:** este definită ca numărul de eșantioane măsurate de sistemul IMU într-o secundă.

**Răspuns discret LiDAR:** date LiDAR în care sunt captate și stocate vârfurile din undă luminoasă. Fiecare vârf reprezintă un răspuns de la o țintă diferită, perceptibilă în domeniul vertical sau orizontal. Majoritatea sistemelor LiDAR moderne sunt capabile să capteze mai multe răspunsuri discrete de la fiecare impuls laser emis.

**Rezoluția modelului digital al terenului/suprafețelor:** dimensiunea liniară a fiecărei celule a rasterului. Caracteristicile mai mici decât dimensiunea celulei nu pot fi reprezentate în mod explicit într-un model raster.

**Scanarea laser aeriană:** metodă de detectare a obiectelor îndepărtate și determinarea poziției acestora prin emiterea de fascicule de lumină intense și concentrate și măsurarea timpului necesar pentru ca reflexiile să fie detectate de senzor. Aceste informații combinate cu măsurătorile GNSS și IMU sunt utilizate pentru a determina distanța de la platforma aeriană la obiectele de la sol și locația individuală a punctelor 3D.

**Sistem national de referință:** elipsoid Krasovski 1940, plan de proiecție Stereografică 1970 corespunzând codului EPSG 3844 și Sistemul de Alitudini Normale Marea Neagră 1975.

**Spațierea nominală a punctelor (NPS):** măsură comună a densității unui set de date LiDAR; NPS este distanța laterală medie între punctele dintr-un set de date LiDAR, de obicei exprimată în metri și calculată ca rădăcină pătrată a ariei medii divizată la numărul punctelor de prim răspuns. Această valoare este prevăzută în planificarea misiunii și calculată empiric din datele colectate, folosind doar primele (sau ultimele) răspunsuri ale punctelor 3D.

**Spațierea nominală agregată a punctelor (ANPS):** distanța laterală medie între punctele într-un set de date LiDAR, rezultate din treceri multiple ale instrumentului LiDAR peste aceeași zonă țintă. Din toate celelalte puncte de vedere ANPS este identic NPS. În zboruri de scanare fără treceri multiple, ANPS și NPS sunt egale.

**Tehnologia LiDAR:** tehnică activă de teledetecție care oferă date de mare precizie despre topografia terenului, vegetație, clădirir etc.

**Ultimul răspuns:** ultima parte importantă, măsurabilă a unui răspuns LiDAR.

**Preprocesare:** în cazul datelor LiDAR, preprocesarea datelor se referă cel mai frecvent la pașii utilizați în convertirea informațiilor colectate de GNSS, IMU și scanner într-un nor interpretabil de puncte de coordonate X, Y, Z, inclusiv generarea de informații despre traiectorie, calibrarea setului de date și compensarea setului de date pe baza punctelor de referință de la sol.

**Postprocesare:** în cazul datelor LiDAR, postprocesare se referă la etapele de procesare aplicate norilor de puncte LiDAR, inclusiv clasificarea punctelor, extragerea caracteristicilor (de exemplu, amprentele clădirilor, elementele hidrografice, și altele), exportul pe tile-uri și generarea de produse derivate (MDT-uri, MDS-uri, etc.).

**Raster:** unul dintre tipurile fundamentale de date geospațiale (altele fiind vector și nor de puncte); este o serie de celule (sau pixeli) care conțin fiecare o singură bucată de informații numerice reprezentative pentru zona acoperită de celulă.

**Rețea neregulată de triunghiuri:** structură de date vectoriale care împarte spațiul geografic în triunghiuri adiacente fără suprapunere. În LiDAR, vârfurile fiecărui triunghi sunt puncte 3D. În majoritatea aplicațiilor geografice, TIN-urile se bazează pe algoritmi de triangulare Delaunay în care niciun punct dintr-un triunghi dat nu se află în circumferința oricărui alt triunghi.

**Sistem de măsurare continuă LiDAR:** sistem în care întreaga reflexie a impulsului laser este complet digitalizată, capturată și stocată. Răspunsurile discrete ale norilor de puncte pot fi extrase din măsurători în timpul post procesării.

**Vector:** unul dintre tipurile fundamentale de date geospațiale (altele fiind raster și nor de puncte), vectorul include o varietate de structuri de date care sunt descrise geometric prin coordonatele X, Y și potențial Z. Subtipurile de date vectoriale includ puncte, linii și poligoane. Un TIN este o suprafață vectorială.

## **ZONA A - Servicii pentru realizarea modelului digital al terenului și a modelului digital al suprafeței prin scanare laser aeriană pentru aproximativ 26.000 km<sup>2</sup>**

Acest document descrie cerințele minime și obligatorii pentru achiziționarea, prelucrarea și livrarea datelor LiDAR și a produselor generate pe baza acestora.

### **1. Suprafața proiectului**

Suprafața de interes a proiectului este reprezentată de Zona A (aproximativ 26.000 km<sup>2</sup>) și cuprinde județele Caraș-Severin, Gorj, Mehedinți și Dolj. Zona A a fost împărțită în 13 blocuri cu suprafețe de aproximativ 2.000 km<sup>2</sup>, evidențiate în Anexa 1 pusă la dispoziție de Autoritatea Contractantă. Prestatorul trebuie să realizeze scanarea laser aeriană și să livreze produsele solicitate pe fiecare bloc extins cu 100 de metri.

Procesarea tuturor datelor trebuie realizată la nivel de bloc extins.

Suprafața proiectului va fi acoperită cu nori de puncte LiDAR având o densitatea de 5 puncte/m<sup>2</sup>.

### **2. Rezoluția și sistemul de coordonate**

Prestatorul trebuie să își aleagă în mod corespunzător sistemul de scanare laser, altitudinea de zbor și viteza de deplasare a aeronavei, pentru a asigura densitatea punctelor pe fiecare bandă de scanare și precizia altimetrică și planimetrică a punctelor LiDAR (Tabel 1a). Dacă Prestatorul nu va îndeplini specificațiile tehnice solicitate pentru scanarea laser, acesta trebuie să refacă scanarea laser pe propria cheltuială.

Prestatorul trebuie să obțină toate avizele și aprobările necesare pentru realizarea zborurilor de scanare laser cu respectarea tuturor cerințelor prin prezentul caiet de sarcini și a legislației în vigoare.

Produsele (nori de puncte clasificați, analiza densității și omogenității norilor de puncte, MDT, MDS și curbe de nivel) trebuie livrate în sistemul național de referință: elipsoid Krasovski 1940, plan de proiecție Stereografică 1970 corespunzând codului EPSG 3844 și Sistemul de Altitudini Normale Marea Neagră 1975. Transformarea de coordonate din sistemul ETRS89 în sistemul național de referință trebuie să se facă utilizând algoritmul de calcul și gridurile de transformare implementate în ultima versiune a programului TransDatRO și care pot fi descărcate gratuit de la adresa <https://cngcft.ro/index.php/ro/download/download/2-software/6-transdatro-cod-sursa-v1-04> unde se găsește și un exemplu de implementare utilizând mediul de programare Java.



**Tabel 1a. Densitate și precizii nori de puncte**

Densitate nor de puncte (puncte/m <sup>2</sup> )	ETRS 89		Romanian National Coordinate Reference System	
	Abatere standard planimetrică (m)	Abatere standard altimetrică (m)	Eroare medie pătratică planimetrică (m)	Eroare medie pătratică altimetrică (m)
<b>5</b>	± 0.30	± 0.15	± 0.40	± 0.30

*Precizia absolută a punctelor LiDAR (NVA) este calculată pe zonele fără vegetație. Prin urmare, în zonele cu vegetație, precizia (VVA) poate fi mai slabă.*

**Tabel 1b. Rezoluție și precizii modele digitale MDT/MDS**

Suprafață	Rezoluție MDT/MDS (m)	Precizie altimetrică a MDT/MDS (m)
<b>Zona A</b>	0.50	±0.40

*Precizia produselor MDT/MDS este calculată pe zonele fără vegetație. Prin urmare, în zonele cu vegetație, precizia poate fi mai slabă.*

Pentru determinarea poziției utilizând tehnologiile GNSS trebuie să se folosească sistemul ROMPOS, prin care se asigură poziționări precise în sistemul ETRS89 (realizarea ETRF 2000) pe baza Rețelei Naționale de Stații GNSS permanente. Mai multe informații despre sistemul ROMPOS se găsesc la adresa <https://rompos.ro/>. De asemenea, pentru determinarea poziției utilizând tehnologiile GNSS se pot utiliza, ca alternativă și puncte din Rețeaua Geodezică Națională GNSS de clasă B sau C, iar la determinările cinematice se poate folosi în această situație metoda bază-rover, cu transmiterea corecțiilor diferențiale prin modem radio. Este posibilă și combinarea de stații GNSS permanente ROMPOS cu puncte din Rețeaua Geodezică Națională GNSS de clasă B sau C staționate cu receptoarele proprii.

### 3. Specificații tehnice pentru realizarea proiectului de scanare laser

#### 3.1. Sistem de scanare laser

##### 3.1.1. Specificații tehnice sistem de scanare

Sistemul de scanare folosit poate avea componentele fie gata asamblate împreună de către producător, fie achiziționate individual dar compatibile.

Sistemul trebuie montat pe o aeronavă cu operator (pilot), pentru asigurarea stabilității sistemului de scanare laser în momentul preluării datelor.

Sistemul de scanare laser trebuie să fie alcătuit din componentele de bază (scaner, IMU și GNSS), cât și din componente auxiliare, care împreună funcționează pentru a prelua, stoca și georeferenția datele 2D-3D. Sistemul trebuie să conțină minim următoarele componente:

- scanerul laser: de tip sistem de scanare continuă LiDAR care să emită fascicolul luminos cu lungimea de undă NIR și să permită scanarea cu linii paralele;
- receptor GNSS: format din antene multi-frecvență (minimum frecvență dublă L1/L2);
- sistemul IMU;
- platformă girostabilizatoare;
- cameră digitală: să permită preluarea de imagini RGB;
- calculator cu mediu de stocare.

Prestatorul trebuie să furnizeze toate detaliile tehnice, inclusiv documentația tehnică a producătorului, pentru fiecare componentă în parte sau pentru întregul sistem.

### *3.1.2. Calibrarea sistemului de scanare*

Calibrarea sistemului de scanare laser trebuie efectuată astfel:

- calibrarea instrumentului, realizată de către producătorul acestuia;
- calibrarea instrumentului în momentul instalării, realizată de Prestator;
- calibrarea datelor, realizată de Prestator.

#### *3.1.2.1. Calibrarea instrumentului*

Prestatorul trebuie să asigure întreținerea corespunzătoare a sistemului de scanare laser în conformitate cu recomandările și procedurile producătorului. Prestatorul trebuie să păstreze un istoric al tuturor lucrărilor de întreținere ale sistemului de scanare, care să fie disponibil Autorității Contractante în vederea inspecției. Prestatorul trebuie să furnizeze certificări care atestă mentenanța sistemului și calibrarea conform prevederilor producătorului. Documentația sistemului de scanare laser trebuie să fie însoțită de Certificatul de calibrare. Pe parcursul realizării scanării, sistemul laser trebuie să fie în perioada de valabilitate (24 de luni de la data emiterii Certificatului de calibrare).

Dacă pe durata contractului, sistemului de scanare laser prezintă defecțiuni care ar putea afecta calitatea măsurărilor, acesta va fi recalibrat sau înlocuit cu un sistem cu caracteristici identice sau superioare celor solicitate în prezentul Caiet de Sarcini, pe cheltuiala Prestatorului.

Certificatul de calibrare este invalid dacă:

- data de emitere este mai veche de 24 luni calendaristice față de data scanării;

- sistemul de scanare a suferit defecțiuni, daune sau dezasamblări după ultima dată de calibrare.

#### 3.1.2.2. Calibrarea instrumentului în momentul instalării

Prestatorul trebuie să efectueze calibrarea instrumentului în momentul instalării respectând următoarele cerințe:

- se va efectua la fiecare instalare a sistemului în aeronavă sau după orice modificare în instalarea sistemului, dar minim o dată pe an;
- măsurând vectorii 3D (lever arms).

Prestatorul trebuie să prezinte documente care să ateste efectuarea acestei operațiuni de calibrare.

#### 3.1.2.3. Calibrarea datelor

Pentru calibrarea datelor rezultate din zborul propriu-zis se recomandă utilizarea benzilor transversale.

### 3.2. Planificarea scanării laser

#### 3.2.1. Condiții optime în timpul scanării

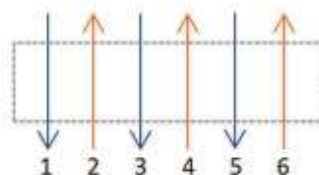
Rapoartele meteorologice locale, modificările mari ale topografiei, bazinele de apă existente și acoperirea terenului pot avea impact asupra planificării zborului, iar Prestatorul trebuie să examineze corespunzător aceste date înainte de planificarea scanării.

În alegerea perioadei de scanare, Prestatorul trebuie să respecte minim următoarele cerințe:

- terenul să nu fie acoperit de zăpada sau inundații;
- condițiile meteorologice minime pentru zbor (fără ceață și nori între platformă și sol);
- penetrarea vegetației trebuie să permită generarea unor modele digitale precise pe suprafață proiectului.

#### 3.2.2. Cerințe tehnice de scanare

Suprafața proiectului trebuie să fie acoperită cu linii de scanare paralele, astfel încât liniile alternative să fie preluate pe direcții de zbor opuse.



*Direcții de zbor opuse pentru linii alternative*

Scanarea laser trebuie să fie realizată, de preferință, pe direcția Est-Vest, cu excepția cazurilor în care forma blocului recomandă realizarea zborului pe altă direcție, în acest caz Prestatorul trebuie să justifice direcția aleasă printr-un document atașat Livrării 1.

Acoperirea transversală între benzile de scanare trebuie să fie de minim 25%, dar se acceptă valori între 20% și 25% în zonele muntoase înalte. Între misiunile de scanare, dar și între blocurile proiectului, Prestatorul trebuie să asigure o suprapunere de minim 400m cu misiunea/blocul adiacent (acoperire tip endlap).

Lungimea maximă a unei linii de scanare nu trebuie să depășească 90 km.

Pentru asigurarea preciziei solicitate, Prestatorul trebuie să efectueze linii de scanare transversale, care trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie realizate pe ambele capete ale blocului;
- să fie perpendiculare pe direcție liniilor de zbor din misiunea respective, cu o toleranță de 10°;
- pe cât posibil, să se evite amplasarea lor în zonele cu suprafețe mari de apă;
- lungimea maximă a unei linii de scanare transversale nu trebuie să depășească 120 km.

### *3.2.3. Stații de bază GNSS*

Ca stații de bază GNSS, Prestatorul trebuie să folosească stațiile GNSS permanente ale Rețelei Naționale și să amplaseze stații de bază la sol pentru densificarea rețelei, astfel încât distanța dintre două stații de baza GNSS să nu depășească 35 km.

Receptoarele GNSS trebuie să fie minim cu frecvență dublă, cu un număr suficient de canale pentru asigurarea unui raport semnal/zgomot SNR suficient de mare în zonele cu obstrucții. Antenele GNSS de la stațiile de la sol trebuie să fie cu dublă-frecvență.

Pentru fiecare stație de bază GNSS se recomandă ca Prestatorul să instaleze o a doua stație, care trebui să înregistreze simultan în scopuri de back-up. În cazul în care apar pierderi ale semnalului de la stația de bază și Prestatorul nu dispune de stație de rezervă, întreaga responsabilitate revine acestuia, care trebuie să remedieze problemele survenite pe propria cheltuială.

### *3.2.4. Grupuri de puncte de control la sol*

Grupurile de puncte de control la sol trebuie utilizate în procesul de translație altimetrică și de evaluare a preciziei altimetrice absolute a punctelor 3D și a modelelor digitale. Determinarea punctelor de control trebuie realizată cu o precizie planimetrică și altimetrică de  $\pm 0.05\text{m}$  (sistem de coordonate ETRS89).

Pentru grupurile de puncte de control la sol (GPCS), Prestatorul trebuie să asigure respectarea următoarele cerințe:

- distribuția uniformă și omogenă pe suprafața blocurilor;
- amplasarea pe zona de suprapunere dintre benzile de scanare;
- minim 5 GPCS în fiecare bloc;
- dimensiunea unui GPCS trebuie să fie de minim 4 m<sup>2</sup> și să conțină 20 de puncte de control;
- punctele de control trebuie poziționate pe zone plane sau înclinate uniform, cu o pantă de maxim 5%, fără vegetație sau obiecte care pot ocluziona. Pot fi amplasate, spre exemplu, în zone de teren deschis (sol gol, nisip, roci și iarbă scurtă) sau în zone urbane (asfalt și suprafețe de beton), dar nu vor fi amplasate pe teren arat/perturbat în alt mod sau în locuri de parcare propriu-zise, unde vehiculele pot staționa în momentul achiziției datelor LiDAR.

Zonele conforme sunt definite ca zone tampon cu o rază cuprinsă între 6 - 15 km în jurul GPCS. Suprafața blocurilor trebuie acoperită în totalitate cu astfel de zone conforme, se acceptă goluri de maxim 5% din suprafața blocului.

Prestatorul trebuie să realizeze recunoașterea la teren astfel încât locațiile GPCS să respecte toate condițiile enumerate mai sus.

Denumirea fișierelor vector aferente GPCS trebuie să fie de forma:

- grupurile de puncte de control la sol (tip poligon): <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_<ID grup GPCS>\_GPCS.shp;
- punctele aferente (tip punct): <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_<ID grup GPCS>\_<ID punct GPCS>\_Pct-GPCS.shp;
- zonele conforme (tip poligon): <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_<ID grup GPCS>\_Zona-conforma.shp.

ID-urile grupurilor GPCS trebuie să fie unice în cadrul blocului, iar ID-urile punctelor trebuie să fie unice în cadrul grupurilor GPCS. Tipul punctelor GPCS (ex. sol/drum/acoperiș) trebuie să se regăsească, ca atribut, în fișierul vector corespunzător.

### 3.2.5. Perechi de profile de control

Perechile de profile de control (PPC) trebuie utilizate în procesul de evaluare planimetrică în sistemul ETRS89 și de evaluare a preciziei planimetrice absolute a punctelor 3D și a modelelor digitale, în sistemul national de referință. Poziția punctelor din cadrul PPC-urilor trebuie determinată la teren cu o precizie planimetrică de ±0.05m (sistem de coordonate ETRS89).

Pentru PPC, Prestatorul trebuie să se asigure de respectarea următoarelor condiții:

- perechile se vor alege în localități din mediul rural, astfel încât să poată fi realizată evaluarea calității MDS;
- o pereche de profile de control constă din 2 profile amplasate pe direcții aproximativ perpendiculare 70° - 110° (aflate unul în proximitatea celuilalt);
- se vor alege minimum 5 perechi de profile pentru fiecare bloc, amplasate pe direcții diferite, distribuite uniform în cadrul acestuia;

- profilele trebuie alese pe elemente cu muchii ascuțite, în zone neobstrucționate care să permită preluarea de puncte LiDAR, de tipul coamă acoperiș; profilele de control bazate pe linii de acoperiș în două ape pot fi măsurate direct sau derivate prin intersecția celor două planuri de acoperiș. Planurile acoperișului trebuie să fie determinate din cel puțin 4 puncte.



*Exemple de profile de control*

Prestatorul trebuie să realizeze recunoașterea la teren astfel încât locațiile PPC să respecte toate condițiile enumerate mai sus.

Denumirea fișierelor vector aferente PPC trebuie să fie de forma:

- PPC (tip linie): <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_<ID PPC>\_PPC.shp;
- punctele aferente (tip punct): <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_<ID PPC>\_<ID punct PPC>\_Pct-PPC.shp.

În fișierul vector tip linie trebuie completată valoarea unghiului de înclinare al profilului. ID-urile PPC trebuie să fie unice în cadrul blocului, iar ID-urile punctelor trebuie să fie unice în cadrul PPC.

### *3.2.6. Proiectul de scanare laser*

Prestatorul, pe baza cerințelor din secțiunile 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3., 3.2.4. și 3.2.5., trebuie să întocmească proiectul de scanare. Acesta trebuie livrat pentru fiecare bloc aferent Zonei A, în format vector (shp), cu următoarele clase de obiecte:

- aeroport (tip punct);
- liniile de scanare (tip linie);
- benzile de scanare (tip poligon);
- misiunile de scanare (tip poligon);
- stațiile de bază GNSS de la sol (tip punct);
- zonele GPCS (tip poligon);
- punctele de control din cadrul zonelor GPCS (tip punct);
- zonele conforme din punct de vedere al evaluării preciziei absolute (tip poligon);

- perechile de profile (tip linie);
- punctele PPC (tip punct);
- delimitarea blocului respectiv și a celor adiacente lui (tip poligon).

Pentru fiecare bloc, Prestatorul trebuie să livreze proiectul de scanare laser aeriană, la scară, în format pdf, conform Anexei 3, conținând datele grafice corespunzătoare din fișierele vector de mai sus (excepție făcând aeroportul, punctele de control din cadrul zonelor GPCS și punctele PPC), elementele specifice unui plan, cât și următoarele informații textuale:

- denumirea și numărul proiectului, denumirea zonei și a blocului;
- denumirea sistem de scanare laser;
- acoperirea transversală a benzilor de scanare și acoperirea tip endlap între misiuni/bloc;
- denumirea misiunii de scanare;
- numărul și lungimea liniilor de scanare;
- numărul de GPCS;
- numărul de PPC;
- timpul estimat de scanare;
- viteza medie de zbor;
- înălțimea de zbor;
- FOV, PRF, frecvența scanării, numărul total de pulsuri, NPS, ANPS, distanța maximă dintre puncte în plan longitudinal și transversal;
- data întocmirii planului;
- numărul reviziei planului;
- numele Autorității Contractante;
- numele Prestatorului.

Odată recepționată Livrarea 1, Prestatorul trebuie să respecte Proiectul de scanare asumat și avizat pentru scanarea laser propriu-zisă.

Toate livrabilele se vor preda conform tabelului din cadrul capitolului 4.

### 3.2.7. *Rezumat materiale*

Materiale puse la dispoziție de Autoritatea Contractantă:

- un fișier shp cu suprafața blocurilor aferente zonei A, conform Anexei 1;
- fișier shp cu punctele Rețeaua Geodezică Națională Spațială (de clasă B și C) pe suprafața proiectului;
- fișier shp cu stațiile permanente din rețeaua ROMPOS pe suprafața proiectului;
- descrierile topografice ale punctelor din rețelele naționale (la solicitarea Prestatorului);
- codul sursă al softului TransDatRO (algoritmul de calcul necesar și un exemplu de implementare, la solicitarea Prestatorului);

- model descriere topografică conform Anexei 2.

Materiale livrate de Prestator:

- proiectul de scanare laser, în format pdf;
- gruparea celor 13 blocuri în Livrarea 2, 3, 4 și 5
- document justificativ cu schimbarea direcției de scanare (dacă este cazul);
- fișier vector cu poziția aeroporturilor (tip punct);
- fișier vector cu liniile de scanare (tip linie);
- fișier vector cu benzile de scanare (tip poligon);
- fișier vector cu misiunile de scanare (tip poligon);
- fișier vector cu poziția stațiilor de bază GNSS de la sol (tip punct);
- fișier vector cu zonele GPCS (tip poligon);
- fișier vector cu punctele de control din cadrul zonelor GPCS (tip punct);
- fișier vector cu zonele conforme ale GPCS (tip poligon);
- fișier vector cu perechile de profile (tip linie);
- fișier vector cu punctele PPC (tip punct);
- fișier vector cu delimitarea suprafeței blocului (tip poligon);
- copie a certificatului de calibrare al sistemului de scanare;
- documentația tehnică a producătorului pentru fiecare componentă în parte sau pentru întregul sistem, în format .pdf;
- Autorizație specială ORNISS prezentat în original/copie legalizată/ copie lizibilă cu mențiunea "conform cu originalul";
- Certificat autorizare clasa I emis de ANCPI, prezentat în original/copie legalizată sau copie lizibilă cu mențiunea "conform cu originalul".

### 3.3. Măsurători la teren și scanarea propriu-zisă

Înainte de scanarea suprafeței proiectului, Prestatorul trebuie să determine coordonatele punctelor GPCS și a PPC.

#### 3.3.1. Măsurarea punctelor de control la sol din cadrul GPCS

Poziția punctelor de control măsurate la teren trebuie să se încadreze în toleranța de  $\pm 50$  metri față de poziția punctelor de control transmisă în etapa de planificare și avizată de Autoritatea Contractantă în cadrul Livrării 1.

Coordonatele punctului central al fiecărui GPCS trebuie să fie determinate folosind metoda statică GNSS, iar coordonatele celorlalte puncte GPCS pot fi determinate printr-o metodă aleasă de Prestator, astfel încât precizia planimetrică și altimetrică să nu depășească  $\pm 0.05$ m (sistem de coordonate ETRS89). Denumirea fișierelor GPCS și a punctelor aferente trebuie să fie conform Livrării 1.

Se recomandă ca punctele determinate să fie constrânse planimetric și altimetric pe minimum 2 stații din Rețeaua Națională de Stații GNSS Permanente sau pe minimum



2 puncte de clasă B sau C din Rețeaua Geodezică Națională GNSS. Se admite și o combinație între o stație GNSS permanentă și un punct de clasă B sau C din Rețeaua Geodezică Națională GNSS.

Trebuie furnizate înregistrările GNSS pentru toate staționările GNSS și stațiile permanente folosite, în format RINEX, precum și rapoartele de compensare rezultate din softul de procesare.

Rapoartele de compensare trebuie să conțină:

- date despre pachetul software folosit (nume, versiune, dată) împreună cu o descriere succintă a modului în care a fost utilizat pentru determinare precisă a poziției;
- parametrii adoptați de procesare;
- probleme întâmpinate la procesare și modul în care au fost depășite;
- software-ul folosit la conversia în formatul RINEX;
- inventarul de coordonate pentru stațiile permanente și punctele la sol folosite;
- tabele cu preciziile obținute.

Pentru fiecare punct aflat în centrul GPCS-urilor trebuie întocmite descrieri topografice (conform Anexei 2), pentru o identificare clară, din care să reiasă posibilitățile de acces în punct. Descrierea trebuie să fie completată cu schița reperajului apropiat, fotografii ale amplasamentului și împrejurimilor, coordonatele punctului în sistem ETRS89 și în sistem național de referință precum și cu alte date necesare pentru organizarea executării materializărilor și măsurărilor conform Anexei 2.

### *3.3.2. Măsurarea perechilor de profile de control*

Poziția punctelor PPC măsurate la teren trebuie să se încadreze în toleranța de  $\pm 200$  metri față de poziție punctelor transmisă în etapa de planificare și avizată de Autoritatea Contractantă în cadrul Livrării 1. Punctele PPC trebuie determinate cu precizia planimetrică de  $\pm 0.05\text{m}$  (sistem de coordonate ETRS89). Denumirea fișierelor PPC și a punctelor aferente trebuie să fie conformă cu Livrarea 1.

Se recomandă ca punctele determinate să fie constrânse planimetric pe minimum 2 stații din Rețeaua Națională de Stații GNSS Permanente sau pe minimum 2 puncte de clasă B sau C din Rețeaua Geodezică Națională GNSS. Se admite și o combinație între o stație GNSS permanentă și un punct de clasă B sau C din Rețeaua Geodezică Națională GNSS.

Trebuie furnizate înregistrările GNSS pentru toate staționările GNSS și stațiile permanente folosite, în format RINEX, precum și rapoartele de compensare rezultate din softul de procesare.

Rapoartele de compensare trebuie să conțină:

- date despre pachetul software folosit (nume, versiune, dată) împreună cu o descriere succintă a modului în care a fost utilizat pentru determinare precisă a poziției;

- parametrii adoptați de procesare;
- probleme întâmpinate la procesare și modul în care au fost depășite;
- software-ul folosit la conversia în formatul RINEX;
- inventarul de coordonate pentru stațiile permanente și punctele la sol folosite;
- tabele cu preciziile obținute.

Pentru punctele de stație din care se determină coordonatele PPC-urilor trebuie întocmite descrieri topografice (conform Anexei 2), pentru o identificare clară, din care să reiasă posibilitățile de acces în punct. Descrierea trebuie să fie completată cu schița reperajului apropiat, fotografii ale amplasamentului și împrejurimilor, coordonatele punctului în sistem ETRS89 și în sistem național de referință precum și cu alte date necesare pentru organizarea executării materializărilor și măsurărilor conform Anexei 2. Pentru fiecare pereche de profile trebuie întocmite schițe de amplasament.

### *3.3.3. Scanare suprafață proiect*

Pe baza proiectului de scanare laser, avizat de Autoritatea Contractantă în cadrul Livrării 1, și ținând cont de condițiile optime enumerate la secțiunea 3.2.1., Prestatorul trebuie să efectueze colectarea de date 3D. Poziția liniilor de scanare realizate poate varia cu maxim 15m față de poziția liniilor de scanare proiectate. Pe parcursul misiunilor de scanare, Prestatorul trebuie să asigure de calibrare instrumentului și a datelor, conform cerințelor detaliate în cadrul secțiunii 3.1.2.

Pe parcursul scanării, stațiile de bază GNSS de la sol trebuie să măsoare continuu și să fie conectate la sistemele IMU și GNSS ale sistemului de scanare laser.

### *3.3.4. Nori de puncte*

Punctele scanate trebuie livrate în formatul LAZ, compatibil cu formatul LAS, versiunea 1.4.. Norii de puncte trebuie să conțină toate punctele scanate și vor fi stocați și livrați pe benzi de scanare. Atributele specificate în formatul LAZ, atât header-ul, cât și norul de puncte, trebuie incluse în livrare. Astfel, fiecare punct trebuie să aibe ca atribute minime: ID punct, coordonate X, Y, Z, timpul GNSS, numărul de răspuns, valoarea totală a răspunsurilor pe impulsul respectiv, valoarea intensității, unghiul de scanare, banda de zbor, valoare RGB corespunzătoare (rezultată prin codarea RGB pe baza imaginilor preluate).

Duplicarea punctelor LiDAR în interior proiectul nu este acceptabilă.

Prestatorul trebuie să livreze un fișier vector, de tip shp, cu indexul benzilor de scanare, pentru a facilita identificarea norilor de puncte.

#### Valorile intensității

Fiecare răspuns multiplu trebuie însoțit de valori ale intensității. În fișierele LAZ predate, aceste valori trebuie normalizate.

## Goluri de date

Se consideră gol de date orice suprafață fără puncte LiDAR egală sau mai mare decât 2 m<sup>2</sup>, măsurată folosind doar punctele tip prim răspuns. Golurile de date dintr-o singură bandă nu se acceptă, decât în următoarele cazuri:

- dacă reprezintă corpuri de apă, zone cu reflectivitate scăzută în infraroșu, cum ar fi asfaltul sau acoperiș din compozit sau zone de umbrire datorate clădirilor sau altor obiecte;
- dacă este acoperit de date dintr-o altă bandă de zbor.

Prestatorul trebuie să livreze un fișier vector, tip poligon, cu zonele care reprezintă goluri de date, cu denumirea de forma <Denumire Zonă> \_<ID bloc>\_Goluri-date.shp.

### *3.3.5. Raportul de verificare al procesului de determinare al punctelor la teren și al procesului de scanare*

Raportul de verificare al procesului de determinare al punctelor la teren și al procesului de scanare trebuie să conțină minim următoarele date:

- Informații generale: numele Autorității Contractante, numele Prestatorului, denumirea și numărul proiectului, denumirea lotului, blocului și descrierea proiectului;
- Informații despre determinarea punctelor la teren, conform secțiunilor 3.3.1. și 3.3.2.;
- Informații despre sistemul de scanare: platformă aeriană (producător, tip), scanner laser (producător, tip, denumire, serial number), GNSS (producător, tip, serial number), IMU (producător, tip, serial number), platforma giroscopică (producător, tip), descrierea procedurii de calibrare conform secțiunii 3.1.2. și a procesului de inițializare a sistemelor GNSS și IMU;
- Informații despre scanare: zilele pentru care s-a primit aprobare de scanare de la autoritățile abilitate în acest sens, zilele în care Prestatorul a efectuat scanarea laser și tabel cu situația detaliată pe zile a misiunilor de scanare, cu specificarea liniilor de scanare efectuate și a condițiilor meteorologice existente.

### *3.3.6. Rezumat materiale*

Materiale livrate de Prestator:

- memoriu tehnic detaliat al procesului de măsurare la teren și scanare;
- descrierile topografice ale stațiilor de bază GNSS la sol (excepție făcând stațiile permanente), ale punctelor central ale fiecărui GPCS și ale punctelor de stație folosite la măsurarea coordonatelor PPC, în format .pdf;

- observațiile GNSS, în format RINEX;
- rapoartele de compensare GNSS;
- tabel cu coordonatele în sistemul ETRS89 și în sistemul national de referință, împreună cu preciziile aferente, pentru toate punctele GPCS și PPC, în format xls;
- fișier vector cu zonele GPCS (tip poligon);
- fișier vector cu punctele de control din cadrul zonelor GPCS (tip punct);
- fișier vector cu zonele conforme ale GPCS (tip poligon);
- fișier vector cu poziția stațiilor de bază GNSS de la sol (tip punct);
- fișier vector cu perechile de profile (tip linie);
- fișier vector cu punctele PPC (tip punct);
- schițe profile PPC (în format pdf);
- fișier cu zonele care reprezintă goluri de date, în format shp;
- datele brute rezultate în urma colectării datelor:
  - observații GNSS - IMU;
  - imaginile preluate;
  - nori de puncte preluați, în format laz;
  - traiectoriile de scanare brute, în format txt;
- plan index benzi de scanare, în format shp;
- raport de verificare al procesului de determinare al punctelor la teren și al procesului de scanare, în format pdf.

### 3.4. Procesarea norilor de puncte

#### 3.4.1. Calibrarea datelor

Prestatorul trebuie să realizeze calibrarea datelor pentru fiecare misiune de scanare. Documentația de calibrare trebuie să cuprindă metoda de calibrare, parametrii de corecție inițiale și finali și concluzii pe baza rezultatelor.

#### 3.4.2. Compensarea benzilor de scanare

Prestatorul trebuie să compenseze norii de puncte, pe baza suprafețelor dure (reflectanță scăzută) din cadrul zonelor de suprapunere ale benzilor de scanare (inclusiv cele transversale). În urma acestui proces se vor determina și traiectoriile compensate, erorile maxime admise fiind de  $\pm 0.08\text{m}$ . Raportul de compensare trebuie să cuprindă metoda de compensare folosită, parametrii de corecție pentru fiecare linie de scanare cu valorile inițiale și finale ale abaterii standard și concluzii pe baza rezultatelor.

#### 3.4.3. Translația altimetrică

GPCS-urile se folosesc la determinarea erorilor sistematice altimetrice. Analiza trebuie făcută folosind toate punctele LiDAR cu excepția punctelor tip zgomot.

Dacă unul sau mai multe grupuri GPCS prezintă diferențe semnificative față de media generală, grupul/grupurile poate/pot fi eliminat/e din calculul translației altimetrice globale. În acest caz, Prestatorul trebuie să detalieze cauza și efectul eliminării Autorității Contractante înainte de livrare. În această situație, Autoritatea Contractantă poate solicita GPCS-uri suplimentare.

Prestatorul trebuie să livreze o documentație pentru fiecare GPCS (diferențe altimetrice pentru toate punctele din grup și analiza statistică a diferenței altimetrice minime, maxime și medii, precum și abaterea standard rezultată) și o analiză tabelară a tuturor grupurilor. Valoarea abaterii standard nu trebuie să depășească valorile din tabelul 1a.

Translația altimetrică globală trebuie aplicată întregului nor de puncte din bloc.

#### 3.4.4. Verificarea planimetrică

Precizia planimetrică a norului de puncte este evaluată folosind punctele PPC. Prestatorul trebuie să livreze o documentație pentru punctele PPC-urilor cu calculul diferențelor planimetrice și o analiză tabelară pentru fiecare pereche de PPC. Valoarea abaterii standard nu trebuie să depășească valorile din tabelul 1a.

#### 3.4.5. Clasificarea punctelor

Prestatorul trebuie să realizeze clasificarea norilor de puncte respectând setul de clase definit în standardul LAS versiunea 1.4, evidențiat în Tabelul 2.

**Tabel 2. Clasele punctelor LiDAR**

Clase	Denumire	Descriere	Toleranță
1	Puncte neclasificate	Puncte procesate, dar neclasificate în clasele 2, 4, 6, 7, 9, 17 și 18.	2%
2	Puncte la sol	Toate punctele la sol. Elementele de tip canal trebuie tratate ca puncte la sol.	2%
4	Vegetație		5%
6	Clădiri	Clădiri cu suprafață de minim 50 m <sup>2</sup> .	5%
7	Puncte de tip zgomot (low noise)	*	2%
9	Puncte pe apa	Include punctele situate pe suprafața apei (mare, lac, râu). Punctele din interiorul suprafeței apei situate deasupra nivelului acesteia (ex: vegetație, structuri realizate de om) se vor include în clasa corespunzătoare.	2%
17	Poduri	Poduri cu o suprafață de minim 10 m <sup>2</sup> .	2%
18	Puncte de tip zgomot (high noise)	*	2%

\* Puncte de tip zgomot, fie low noise, fie high noise apar în norul de puncte din cauza norilor, a păsărilor în zbor, a erorilor de multipath sau a altor tipuri de erori ale sistemului. Aceste clase conțin puncte cu valori anormale ale cotei (cotă foarte mare sau foarte mică).

În urma procesului de clasificare, Prestatorul trebuie să atribuie clasa corespunzătoare fiecărui punct, având toleranța maximă a clasificării pe fiecare

clasă exemplificată în Tabelul 2.

În timpul clasificării, este posibil ca unele punctele la sol valide să fie marcate ca zgomot, astfel pentru o suprafață plană coerentă minim 80% din puncte trebuie clasificate drept puncte la sol (exemplu: pentru densitatea de 5 puncte/m<sup>2</sup>, 4 puncte/m<sup>2</sup> ar trebui clasificate ca puncte la sol).

Norii de puncte clasificați trebuie livrați în format LAS, versiunea 1.4, cu sistemul național de referință asociat și cu numele fișierelor corespunzătoare de forma <Denumire tile>.las. Prestatorul trebuie să folosească schemă unică predată de Autoritatea Contractantă (tile-uri de 1km x 1km).

#### 3.4.6. Transformarea coordonatelor

Prestatorul trebuie să realizeze transformarea de coordonate din sistemul ETRS89 în sistemul național de referință, utilizând gridul de transformare implementat în ultima versiune a software-ului TransDatRO.

#### 3.4.7. Analiza densității norilor de puncte

Din tile-urile predate de Autoritatea Contractantă trebuie generat un grid de 10m x 10m, în format vector, tip punct, pentru analiza densității punctelor LiDAR. Densitatea medie trebuie calculată eliminând golurile de date acceptabile, identificate anterior, în două moduri:

- pe baza punctelor tip prim răspuns din clasele 1, 2, 4, 6, 9, 17;
- doar pe baza punctelor la sol din clasa 2.

Pentru fiecare tile de 1km x 1km, Prestatorul trebuie să predea două fișiere vector, în care fiecare celulă de 10m x 10m trebuie reprezentată prin centrul de greutate și trebuie să conțină următoarele atribute: coordonatele X, Y și valoarea densității medii a punctelor pe celulă. Pentru calculul densității pe baza punctelor tip prim răspuns, Prestatorul trebuie să se asigure că 90% din totalul de tile-uri pe fiecare bloc vor avea valoarea minimă de 5 pct/m<sup>2</sup> și că niciun tile nu va avea o valoare a densității mai mică decât 2 pct/m<sup>2</sup>.

Valoarea medie a densității punctelor tip prim răspuns, pentru fiecare bloc trebuie să fie de minim 4 pct/m<sup>2</sup>.

Denumirea tile-urilor de analiză a densității trebuie să fie de forma:

- <Denumire tile>\_<ID bloc>\_Densitate\_Prim-raspuns.shp.
- <Denumire tile>\_< ID bloc>\_Densitate\_Puncte-sol.shp.

Pentru fiecare bloc, trebuie predate două fișiere raster ale densității, în format tiff, din datele calculate anterior, cu valori ale densității medii pentru fiecare tile de 1km x 1km.

Denumirile rasterelor trebuie să fie de forma <Nume Proiect>\_< ID bloc >\_Densitate\_ Prim-raspuns.tiff, respectiv <Nume Proiect>\_< ID bloc >\_ Densitate\_ Puncte-sol.tiff .

Prestatorul trebuie să livreze o analiză tabelară la nivel de bloc, a densității medii pe fiecare tile, de forma Tabelului 3.

**Tabel 3. Analiza densității medii pe bloc**

Nr. crt.	ID Bloc	Denumire tile	Densitate medie a punctelor LiDAR tip prim răspuns (pct/m <sup>2</sup> )
1	A_1	288_685	4.27
2		289_685	3.94
Valoare medie a densității per bloc (pct/m <sup>2</sup> )			4.10

### 3.4.8. Precizia norilor de puncte

Înainte de generarea produselor finale (MDT, MDS), Prestatorul trebuie să determine precizia planimetrică și altimetrică a punctelor 3D (relativă și absolută). Precizia absolută a punctelor 3D depinde de următoarele: soluția GNSS/IMU, măsurătorile scannerului, calitatea calibrării, calitatea compensării benzilor și transformarea în sistemul național de referință (elipsoid Krasovski 1940, plan de proiecție Stereografică 1970 corespunzând codului EPSG 3844 și Sistemul de Alitudini Normale Marea Neagră 1975). Aceste calcule și rezultatele lor trebuie incluse în raportul de control al calității norilor de puncte.

#### Precizie planimetrică absolută

Prestatorul trebuie să determine precizia planimetrică absolută folosind perechi de profile de control (PPC). Precizie planimetrică absolută ( $RMSE_{xy}$ ) trebuie determinată prin compararea punctelor PPC cu o rețea TIN construită din puncte LiDAR pe zonele respective. Valorile obținute nu trebuie să depășească limita stabilită în Tabelul 4.

#### Precizie altimetrică relativă

Precizia altimetrică relativă se referă la calitatea geometrică internă a unui set de date LiDAR fără a ține cont de punctele măsurate la sol. Precizie altimetrică relativă va fi evaluată utilizând un raster al diferențelor și calculând valorile  $RMSD_z$ . Valorile  $RMSD_z$  rezultate nu trebuie să depășească limitele stabilite în Tabelul 4. Pentru fiecare zonă eșantion trebuie generat un raster al diferențelor, cu rezoluția de 2m. Precizia se raportează printr-un fișier shapefile, tip poligon, care delimitează zonele eșantion și conține valorile obținute al preciziei. Doi factori principali trebuie analizați între benzile de scanare (pe zona de suprapunere):

#### a) Precizia suprafețelor netede

Evaluarea preciziei se va face pe suprafețe plane care conțin doar puncte LiDAR cu un singur răspuns (de exemplu, parcuri sau acoperișuri mari). Zonele eșantion pentru evaluarea preciziei vor fi de aproximativ 100 pixeli și trebuie să conțină întreaga lățime a benzii de scanare.

#### b) Consistența dintre benzile de scanare

Consistența suprapunerii va fi evaluată în mai multe locații din cadrul zonelor non-vegetate cu răspunsuri unice și cu pante mai mici de 10°. În măsura în care datele

permit acest lucru, zonele de testare trebuie amplasate astfel încât se reprezintă întreaga lățime a benzilor. Zonele de suprapunere care trebuie testate sunt cele cuprinse între:

- (1) benzile de scanare paralele și adiacente, suprapuse în cadrul proiectului;
- (2) benzile de scanare de legătură încrucișată (cu benzile transversale);
- (3) benzile de scanare rezultate din misiuni diferite.

#### Precizie altimetrică absolută

Prestatorul trebuie să determine precizia altimetrică absolută (RMSE) pe baza tuturor punctelor de control (GPCS), prin compararea punctelor cu o rețea TIN construită din puncte LiDAR clasificate pe zonele respective. Valorile obținute nu trebuie să depășească limitele stabilite în Tabelul 4.

Analiza preciziei trebuie să se regăsească și în raportul de verificare.

**Tabel 4. Precizii relative și absolute în sistemul național de referință**

Precizie altimetrică relativă		Precizie altimetrică absolută	Precizie planimetrică absolută
Precizia suprafețelor netede	Consistența dintre benzile de scanare		
≤0.06 m	≤0.08 m	≤0.30 m	≤0.40 m

#### **3.4.9. Analiza omogenității norilor de puncte**

Prestatorul trebuie să realizeze o analiză a omogenității pentru punctele la sol (clasa 2), pe zonele de suprapunere dintre norii de puncte atât pe benzile de scanare longitudinale, transversale, cât și între blocuri, cu evidențierea diferențelor altimetrice ( $\Delta H$ ), în metri. Analiza trebuie efectuată pe baza punctelor la sol eșantionate pe un grid de 1m x 1m, simbolizate în funcție de valorile  $\Delta H$ , folosind o rampă de culori astfel încât intervalul diferențelor să fie evidențiat. Analiza trebuie livrată sub formă de hartă, în format tiff, astfel:

- la nivel de bloc, unde să fie incluse tile-urile de 1km x 1km (poligon cu denumire), cu denumirea de forma <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_Analiza-omogenitate.tiff;
- la nivel de tile, cu denumirea de forma <Denumire Zonă>\_<ID bloc>\_<Denumire Tile>\_Analiza-omogenitate.tiff.

La nivel de bloc trebuie întocmit și un raport al omogenității, care să conțină analiza rezultatelor prin informații statistice.



#### 3.4.10. *Metadate nori de puncte clasificați*

Prestatorul trebuie să livreze metadatele norilor de puncte clasificați pentru fiecare bloc în parte, în format XML. Structura fișierului XML va fi pusă la dispoziția prestatorului, după semnarea contractului și va conține informații precum:

- denumire proiect, denumire bloc;
- denumirea senzorului LiDAR folosit;
- sistemul de coordonate;
- tipul de format și versiunea norilor de puncte;
- numărul maxim de răspunsuri pe impuls;
- spațierea nominală a punctelor;
- înălțimea de zbor (m);
- viteza de zbor (knts și km/h);
- unghiul de scanare (grade);
- frecvență scanării (Hz);
- frecvența de repetiție a impulsurilor (kHz);
- dimensiunea amprenteii pulsului LiDAR (m);
- lungimea de undă a senzorului (nm);
- divergența fasciculului (mrad);
- lățime bandă (m);
- suprapunere benzi (%);
- procent al suprafeței reprezentată de goluri de date din suprafața totală, la nivel de bloc;
- clasele de puncte utilizate în procesul de generare;
- procent puncte zgomot;
- interval intensitate (biți);
- metodologia utilizată pentru compensarea benzilor de scanare;
- eroarea maximă a compensării benzilor (m);
- densitatea medie a punctelor LiDAR, la nivel de bloc (pct/m<sup>2</sup>);
- precizia relativă și absolută a norilor de puncte.

#### 3.4.11. *Raport de control al calității datelor procesate*

Prestatorul trebuie să genereze și să predea raportul de calitate al norilor de puncte clasificați. Acesta trebuie să conțină minim următoarele date:

- detalierea și analiza procesului de compensare a benzilor și clasificare a norilor de puncte LiDAR;
- analiza, evaluarea și validarea datelor (precizii absolute și relative).

#### 3.4.12. *Rezumat materiale*

Materiale livrate de Autoritatea Contractantă:

- tile-uri 1km x 1km, în format vector.

Materiale livrate de Prestator:

- memoriu tehnic detaliat al procesului de compensare-clasificare;
- documentația de calibrare;
- traiectoriile de scanare compensate;
- rapoartele compensării benzilor de scanare, în format pdf;
- tabel comparativ între traiectoriile brute și cele compensate, în format xls;
- documentație a translației altimetrice pentru fiecare GPCS și o analiză tabelară a grupurilor, în format txt sau xls;
- documentație cu diferențelor planimetrice pentru punctele PPC-urilor și analiza tabelară a perechilor PPC, în format txt sau xls;
- norii de puncte procesați și clasificați, în sistemul ETRS89, în format las;
- norii de puncte procesați și clasificați, în sistemul national de referință, în format las;
- fișier vector cu analiza densității, în format shp;
- raster de densitate, în format tiff;
- analiză tabelară pe bloc a densității, în format xls;
- precizia suprafețelor netede, în format shp;
- consistența suprapunerii, în format shp;
- hărți ale omogenității, în format geotiff;
- raport al omogenității, în format pdf;
- raportul de control al calității norilor de puncte, în format pdf;
- metadata nori de puncte clasificați, în format xml.

### 3.5. Generarea modelelor digitale

Prestatorul trebuie să asigure racordarea tuturor produselor finale între tile-uri, iar pentru curbele de nivel trebuie să asigure racordarea și între blocurile proiectului.

Prestatorul trebuie să genereze linii de ruptură pentru delimitarea elementelor hidrografice de restul detaliilor. Prestatorul trebuie să livreze toate liniile de ruptură folosite la hidro-aplatizare, în format vector, tip shapefile linie și/sau poligon, în funcție de tipul de caracteristică reprezentată și metodologia utilizată, împreună cu informațiile relevante despre sursa și precizia lor. Precizia 3D a liniilor de ruptură trebuie să fie de  $\pm 0.30\text{m}$ .

**Tabel 5. Calitatea modelelor digitale**

Suprafață	Rezoluție MDT/MDS (m)	Eroarea medie pătratică a MDT/MDS (m)
Zona A	0.50	±0.40

### 3.5.1. Modelul digital al terenului

Modelele digitale ale terenului (MDT) trebuie să conțină doar punctele clasificate ca puncte la sol și se vor genera și livra pentru suprafață definită de Autoritatea Contractantă în Anexa 1. Prestatorul trebuie să creeze modelul rețelei de triunghiuri neregulate folosind un algoritm precis, iar pe baza acestuia, utilizând o metodă de interpolare precisă, trebuie să genereze MDT în format raster, cu rezoluția de 0.50m x 0.50m. În realizarea MDT, Prestatorul trebuie să respecte următoarele cerințe:

- trebuie să fie hidro-aplatizate, folosind liniile de ruptură;
- nu trebuie să conțină elemente tip pod;
- elementele de tip canal trebuie incluse;
- zona fără date, din tile-urile de pe conturul suprafeței proiectului care nu sunt complet acoperite cu MDT, trebuie codificată folosind valoarea „NODATA” egală cu -9999;
- trebuie să fie eliminate artefactele din tile-urile de MDT, inclusiv pe zonele construite;
- nu trebuie să existe diferențe mari de cotă între tile-uri pe zona de racordare;
- trebuie predat în sistemul național de referință (elipsoid Krasovski 1940, plan de proiecție Stereografică 1970 corespunzând codului EPSG 3844 și Sistemul de Altitudini Normale Marea Neagră 1975).

MDT-urile trebuie livrate în următoarele formate standardizate: GeoTIFF și ASCII pe tile-uri, cu sistemul de referință asociat, iar numele fișierelor corespunzătoare trebuie să aibe forma: <Denumire tile>\_MDT.tiff și <Denumire tile>\_MDT.xyz.

### 3.5.2. Modelul digital al suprafeței

Modelele digitale ale suprafețelor (MDS) trebuie să conțină toate punctele tip prim răspuns din clasele 1, 2, 4, 6, 9, 17. Produsele MDS se vor genera și se vor livra pentru suprafețele definite de Autoritatea Contractantă în Anexa 4. Prestatorul trebuie să folosească aceeași metodă de generare a MDS descrisă la Secțiunea 3.5.1., având o rezoluție de 0.50m x 0.50m. În realizarea MDS, Prestatorul trebuie să respecte următoarele cerințe:

- trebuie să fie hidro-aplatizate, folosind liniile de ruptură;
- zona fără date, din tileurile de pe conturul suprafeței proiectului care nu sunt complet acoperite cu MDS, trebuie codificată folosind valoarea „NODATA” egală cu -9999;
- nu trebuie să existe diferențe mari de cotă între tile-uri pe zona de racordare;

- trebuie să fie eliminate artefactele din tile-urile de MDS;
- trebuie predat în sistemul național de referință (elipsoid Krasovski 1940, plan de proiecție Stereografică 1970 corespunzând codului EPSG 3844 și Sistemul de Alitudini Normale Marea Neagră 1975).

MDS-urile trebuie livrate în următoarele formate standardizate: GeoTIFF și ASCII pe tile-uri, cu sistemul de referință asociat, iar numele fișierelor corespunzătoare trebuie să aibe forma: <Denumire tile>\_MDS.tiff și <Denumire tile>\_MDS.xyz.

### 3.5.3. Curbe de nivel

Prestatorul trebuie să genereze curbele de nivel pe baza MDT, cu o echidistanță de 1m, în format vector (shapefile), pe tile-urile predate de Autoritatea Contractantă. Prestatorul trebuie să aplice o metodă de netezire care să permită eliminarea vârfurilor (zonele ascuțite) din setul de date, ținând cont de cerințele de precizie și fără a afecta calitatea reprezentării terenului. Prestatorul trebuie să asigure racordarea curbilor de nivel între tile-urile predate.

Pe zonele de câmpie sau vale, Prestatorul trebuie să elimine curbele de nivel închise, cu perimetru mai mic de 5m. Pe zonele respective, valorile cotelor trebuie păstrate prin generarea de puncte de cotă. Acestea trebuie predate în format shapefile, tip punct, cu atributul cotă (în metri). Prestatorul trebuie să denumească fișierele astfel:

- curbe de nivel: <Denumire tile>\_Curbe\_nivel.shp;
- puncte cotate: <Denumire tile>\_Puncte\_cotate.shp.

### 3.5.4. Precizii produse

Prestatorul trebuie să analizeze calitatea externă a produselor MDT și MDS. Precizia absolută a produselor derivate LiDAR depinde de distribuția punctelor LiDAR și de precizia clasificării. Calitatea externă se referă la calitatea modelelor MDT/MDS, raportată la datele de control extern (punctele de control GPCS și punctele PPC).

În raportul de control al calității MDT/MDS trebuie detaliați indicatorii de calitate (eroarea medie pătratică pentru MDT și MDS).

### 3.5.5. Metadate produse finale

Metadatele modelor digitale trebuie livrate pentru fiecare bloc separat, sub formă de fișier XML. Structura fișierului XML va fi pusă la dispoziția prestatorului, după semnarea contractului și trebuie să conțină minim următoarele informații:

- denumire proiect, denumire bloc;
- denumirea senzorului LiDAR folosit;
- clasele de puncte utilizate în procesul de generare;
- sistemul de coordonate;
- tipul de format;
- rezoluția spațială și radiometrică a modelelor digitale;
- metodologia utilizată pentru colectarea liniilor de ruptură;
- metoda de hidro-aplatizare utilizată;

- zonele cu NODATA;
- metodologia folosită la generarea modelelor digitale ale terenului (metode și algoritmi de interpolare și generare);
- indicatorii de calitate ai modelelor digitale.

### 3.5.6. *Rezumat materiale*

Materiale livrate de Autoritatea Contractantă:

- un fișier shp cu suprafețele pentru care Prestatorul trebuie să genereze și să livreze MDS (conform Anexei 4);

Materiale livrate de Prestator:

- liniile de ruptură, în format shapefile;
- modele digitale ale terenului, în format geotiff;
- modele digitale ale terenului, în format ascii;
- modele digitale ale suprafețelor, în format geotiff;
- modele digitale ale suprafețelor, în format ascii;
- curbele de nivel, în format shapefile;
- punctele cotate, în format shapefile;
- raportul de control al calității MDT/MDS, în format pdf;
- metadatele modelor digitale, în format xml.

## 4. Livrări

Datele și documentele aferente livrărilor vor fi predate, la alegerea Prestatorului, fie prin încărcarea datelor prin File Transfer Protocol (FTP) la o adresă care îi va fi comunicată de ANCPI, fie prin predarea livrabilelor pe harduri externe sau interne (HDD) cu capacitatea de stocare de minimum 1TB. Hardurile trebuie să includă conectivitate USB 3.0 sau SATA 3. Aceste unități de stocare vor deveni proprietatea Autorității Contractante.

În cazul primei modalități de predare, Prestatorul va anunța ANCPI prin e-mail cu confirmare de primire, cu privire la faptul că fișierele aferente livrării sunt încărcate prin FTP. E-mail-ul va conține și lista detaliată a fișierelor (denumire, dimensiune și dată). Data înregistrării la ANCPI a e-mailului constituie data predării livrării.

În situația în care predarea livrabilelor se face pe HDD, Prestatorul va depune livrarea la Registratura ANCPI cu adresă de înaintare. Data înregistrării adresei constituie data predării livrării. ANCPI va transmite datele la Comisia de recepție din cadrul CNC cu adresă de înaintare.

În cazul în care descărcarea datelor de pe FTP nu se poate realiza, Prestatorul va fi înștiințat pentru predarea datelor la ANCPI pe HDD.

Pe cutia hardului trebuie să existe o etichetă cu următoarele informații:

- denumirea și numărul proiectului și denumirea blocului;
- denumirea și data livrării;
- numărul re-depunerii (dacă este cazul);
- numele Autorității Contractante;
- numele Prestatorului;
- volumul de date/capacitatea hardului (ex: 0.85/1TB).

Livrarea 1 trebuie realizată concomitent pentru toate cele 13 blocuri aferente zonei A. Livrările parțiale A, B și C trebuie realizate pentru fiecare bloc în parte, acestea vor fi denumite sub forma <Denumire Livrare >-<Bloc\_ID> (ex. *Livrare\_partiala\_A-Bloc\_A\_11*). Prestatorul trebuie să respecte, pentru fiecare bloc în parte, succesiunea livrărilor.

<p style="text-align: center;"><u>Livrarea 1</u> <b><u>PLANIFICAREA</u></b> <b><u>SCANĂRII LASER</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proiectul de scanare laser, în format pdf;</li> <li>• gruparea celor 13 blocuri în Livrarea 2, 3, 4 și 5</li> <li>• document justificativ cu schimbarea direcției de scanare (dacă este cazul);</li> <li>• fișier vector cu poziția aeroporturilor (tip punct);</li> <li>• fișier vector cu liniile de scanare (tip linie);</li> <li>• fișier vector cu benzile de scanare (tip poligon);</li> <li>• fișier vector cu misiunile de scanare (tip poligon);</li> <li>• fișier vector cu poziția stațiilor de bază GNSS de la sol (tip punct);</li> <li>• fișier vector cu zonele GPCS (tip poligon);</li> <li>• fișier vector cu punctele de control din cadrul zonelor GPCS (tip punct);</li> <li>• fișier vector cu zonele conforme ale GPCS (tip poligon);</li> <li>• fișier vector cu perechile de profile (tip linie);</li> <li>• fișier vector cu punctele PPC (tip punct);</li> <li>• fișier vector cu delimitarea suprafeței blocului (tip poligon);</li> <li>• copie a certificatului de calibrare al sistemului de scanare;</li> <li>• documentația tehnică a producătorului pentru fiecare componentă în parte sau pentru întregul sistem, în format pdf;</li> <li>• Autorizație specială ORNISS prezentat în original/copie legalizată/ copie lizibilă cu mențiunea "conform cu originalul";</li> <li>• Certificat autorizare clasa I emis de ANCPI, prezentat în original/copie legalizată sau copie lizibilă cu mențiunea "conform cu originalul".</li> </ul>
<p>Livrarea 2 / 3 / 4 / 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Livrarea parțială A: măsurători teren și scanarea propriu-zisă</li> <li>• Livrarea parțială B: prelucrare nori de puncte</li> <li>• Livrarea parțială C: generare modele digitale MDT și MDS</li> </ul>

<p><u>Livrarea parțială A</u> <b><u>MĂSURĂTORI</u></b> <b><u>TEREN ȘI SCANAREA</u></b> <b><u>PROPRIU-ZISĂ</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memoriu tehnic detaliat al procesului de măsurare la teren și scanare;</li> <li>• descrierile topografice ale stațiilor de bază GNSS la sol (excepție făcând stațiile permanente), ale punctelor central ale fiecărui GPCS și ale punctelor de stație folosite la măsurarea coordonatelor PPC, în format .pdf;</li> <li>• observațiile GNSS, în format RINEX;</li> <li>• rapoartele de compensare GNSS;</li> <li>• tabel cu coordonatele în sistemul ETRS89 și în sistemul national de referință, împreună cu preciziile aferente, pentru toate punctele GPCS și PPC, în format xls;</li> <li>• fișier vector cu zonele GPCS (tip poligon);</li> <li>• fișier vector cu punctele de control din cadrul zonelor GPCS (tip punct);</li> <li>• fișier vector cu zonele conforme ale GPCS (tip poligon);</li> <li>• fișier vector cu poziția stațiilor de bază GNSS de la sol (tip punct);</li> <li>• fișier vector cu perechile de profile (tip linie);</li> <li>• fișier vector cu punctele PPC (tip punct);</li> <li>• schițe profile PPC (în format pdf);</li> <li>• fișier cu zonele care reprezintă goluri de date, în format shp;</li> <li>• datele brute rezultate în urma colectării datelor: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ observații GNSS - IMU;</li> <li>○ imaginile preluate;</li> <li>○ nori de puncte preluați, în format laz;</li> <li>○ traiectoriile de scanare brute, în format txt;</li> </ul> </li> <li>• plan index benzi de scanare, în format shp;</li> <li>• raport de verificare al procesului de determinare al punctelor la teren și al procesului de scanare, în format pdf.</li> </ul>
<p><u>Livrarea parțială B</u> <b><u>PRELUCRARE NORI</u></b> <b><u>DE PUNCTE</u></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• memoriu tehnic detaliat al procesului de compensare-clasificare;</li> <li>• documentația de calibrare;</li> <li>• traiectoriile de scanare compensate;</li> <li>• rapoartele compensării benzilor de scanare, în format pdf;</li> <li>• tabel comparativ între traiectoriile brute și cele compensate, în format xls;</li> <li>• documentație a translației altimetrice pentru fiecare GPCS și o analiză tabelară a grupurilor, în format txt sau xls;</li> <li>• documentație cu diferențelor planimetrice pentru punctele PPC-urilor și analiza tabelară a perechilor PPC, în format txt sau xls;</li> <li>• norii de puncte procesați și clasificați, în sistemul ETRS89, în format laz;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• norii de puncte procesați și clasificați, în sistemul național de referință, în format las;</li> <li>• fișier vector cu analiza densității, în format shp;</li> <li>• raster de densitate, în format tiff;</li> <li>• analiză tabelară pe bloc a densității, în format xls;</li> <li>• precizia suprafețelor netede, în format shp;</li> <li>• consistența suprapunerii, în format shp;</li> <li>• hărți ale omogenității, în format geotiff;</li> <li>• raport al omogenității, în format pdf;</li> <li>• raportul de control al calității norilor de puncte, în format pdf;</li> <li>• metadate nori de puncte clasificați, în format xml.</li> </ul>
<u>Livrarea parțială C</u> <b>GENERARE MODELE</b> <u>DIGITALE MDT și</u> <b>MDS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liniile de ruptură, în format shapefile;</li> <li>• modele digitale ale terenului, în format geotiff;</li> <li>• modele digitale ale terenului, în format ascii;</li> <li>• modele digitale ale suprafețelor, în format geotiff;</li> <li>• modele digitale ale suprafețelor, în format ascii;</li> <li>• curbele de nivel, în format shapefile;</li> <li>• punctele cotate, în format shapefile;</li> <li>• raportul de control al calității MDT/MDS, în format pdf;</li> <li>• metadatele modelor digitale, în format xml.</li> </ul>

## 5. Recepția livrabilelor

Prestatorul are obligația de a presta serviciile si de a transmite toate livrabilele aferente livrărilor stabilite, conform Specificațiilor tehnice.

Pentru Lotul 1 sunt prevăzute 5 livrări.

Livrările sunt următoarele:

- Livrarea 1 include Planificarea scanării laser pentru toate cele 13 blocuri, care conține și gruparea blocurilor pe livrările 2, 3, 4 și 5 . De asemenea în cadrul acestei livrări se vor prezenta Autorizația specială ORNISS și Certificatul de autorizare clasa I emis de ANCPI.
- Livrarea 2 conține un bloc stabilit la alegere de prestator dintre cele 13.
- Livrarea 3 conține 5 blocuri stabilite la alegerea prestatorului.
- Livrarea 4 conține 4 blocuri stabilite la alegerea prestatorului.
- Livrarea 5 conține restul de 3 blocuri.

Cu excepția Livrării 1, Prestatorul trebuie să livreze serviciile solicitate la nivel de bloc.

În cazul în care Prestatorul dorește modificarea ordinii predării blocurilor din cadrul Livrarilor 2, 3, 4 și 5, acesta are obligația de a notifica Achizitorul cu privire la acest aspect, cu cel puțin 10 zile înainte de expirarea termenelor de predare a livrarilor prevăzute conform graficului de prestare.



Fiecare bloc include următoarele livrări parțiale:

- Livrare parțială A: Măsurători teren și scanarea propriu-zisă;
- Livrare parțială B: Prelucrare nori de puncte;
- Livrare parțială C: Generare modele digitale.

Livrabilele aferente Livrării 1 și Livrărilor parțiale A, B, C sunt stabilite în cap. 4 Livrări din specificațiile tehnice.

Recepția livrabililor se va realiza în conformitate cu prevederile Caietului de sarcini, contractului și Ordinului directorului general al ANCPI nr.700/2014 cu modificările și completările ulterioare.

Acceptanța serviciilor se va face de către Comisia de acceptanță a ANCPI numită în acest scop prin Ordin al directorului general al ANCPI.

Recepția livrărilor constă în verificarea cantitativă și calitativă în conformitate cu specificațiile caietului de sarcini. Recepția se finalizează cu emiterea proceselor verbale de recepție pentru Livrarea 1 și pentru fiecare bloc în parte.

Recepția Livrărilor parțiale A, B și C se finalizează prin emiterea unor Rapoarte de verificare.

Comisia de recepție din cadrul Centrului Național de Cartografie (CNC) va verifica livrările, în termenele stabilite în Anexa nr. 3 la contract - Grafic de prestare a serviciilor.

În urma verificării Comisia de recepție emite următoarele tipuri de documente:

- Notă de completare, în cazul solicitării de date suplimentare sau completări;
- Raport de verificare pentru fiecare Livrare parțială A, B, C a fiecărui bloc;
- Proces verbal de recepție cu rezoluția admis sau respins pentru Livrarea 1 și pentru fiecare bloc (având la bază Rapoartele de verificare pentru Livrările parțiale A, B, C);

În cazul emiterii Notei de completare, Prestatorul trebuie să completeze documentația sau seturile de date și/sau să remedieze erorile/defectele semnalate. Procesul verbal de respingere se emite în cazul în care nu sunt îndeplinite cerințele stabilite prin Specificațiile tehnice.

Autoritatea Contractantă va emite pe baza Procesului verbal de recepție, Procesul verbal de acceptanță, pentru realizarea plății. Procesul verbal de acceptanță se va emite de Comisia de acceptanță, în cel mult 5 zile lucrătoare de la data emiterii Procesului verbal de recepție de către Comisia de recepție din cadrul CNC.

Verificările la birou se vor realiza pentru minim 10% din toate datele predate, ținând cont de cerințele din tabelul de mai jos.

În cadrul etapei de verificare în vederea recepției, pentru perechile de profile de control și clusterelor GCP, Autoritatea Contractantă are posibilitatea de a verifica la teren (cu personal propriu sau prin intermediul instituțiilor subordonate) măsurătorile executate, prin sondaj. Autoritatea Contractantă poate folosi pentru evaluarea calității produselor și alte puncte din Rețelele Geodezice Naționale având precizii corespunzătoare.

Autoritatea Contractantă poate solicita la recepție, în cazul în care consideră necesar, date suplimentare.

Livrare	Tip livrabil	Cerințe specificații tehnice	Criteriu de calitate	Toleranță
Livrarea 1 <u>PLANIFICAREA</u> <u>SCANĂRII LASER</u>	Specificații tehnice sistem de scanare	Componente	Eroare procentuală	0%
		Caracteristici componente	Eroare procentuală	0%
	Calibrarea instrumentului	Completitudine Certificat de calibrare	Eroare procentuală	0%
		Valabilitate Certificat de calibrare (24 luni)	Eroare procentuală	0%
	Cerințe tehnice de scanare	Acoperirea transversală	Eroare procentuală	5%
		Acoperire endlap	Eroare	40 m
		Lungimea liniilor de scanare	Eroare	3 km
		Condiții de amplasare linii transversale	Eroare procentuală	0%
		Extinderea zonei cu 100m în afara suprafeței proiectului	Eroare	10 m
	Stații de bază GNSS	Condiții de amplasare	Eroare	3 km
		Caracteristici componente (antena, receptor)	Eroare procentuală	0%
	Grupuri de puncte de control la sol	Cerințe conform secțiunii 3.2.4.	Eroare procentuală	0%
		Acoperire bloc proiect cu zone conforme	Eroare procentuală	5%
		Completitudine și corectitudine fișiere vector aferente	Eroare procentuală	0%
	Perechi de profile de control	Cerințe de amplasare conform secțiunii 3.2.5.	Eroare procentuală	0%
		Completitudine și corectitudine fișiere vector aferente	Eroare procentuală	0%
	Proiectul de scanare laser	Fișiere vector planificate per misiune de scanare	Eroare procentuală	0%
		Completitudine pdf proiect de scanare	Eroare procentuală	0%
		Corespondență între datele vector și cele din proiectul de scanare	Eroare procentuală	0%
Livrarea parțială A <u>MĂSURĂTORI</u> <u>TEREN ȘI</u>	Măsurarea punctelor de control la sol din cadrul GPCS	Poziția punctelor de control conform Livrării 1	Abatere de la poziția planificată	50m
		Precizia planimetrică și altimetrică	Eroare medie pătratică	0.05m

<u>SCANAREA PROPRIU-ZISĂ</u>		Descrierea topografică a punctelor de control centrale - completitudine	Eroare procentuală	0%
		Descrierea topografică a punctelor de control centrale - corectitudine	Eroare procentuală	0%
		Livrarea date vector cu denumirea aferentă, conform Livrării 1	Eroare procentuală	0%
	Măsurarea punctelor perechilor de profile de control	Poziția punctelor de control conform Livrării 1	Abatere de la poziția planificată	200m
		Precizia planimetrică	Eroare medie pătratică	0.05m
		Descrierea topografică a punctelor completitudine	Eroare procentuală	0%
		Descrierea topografică a punctelor - corectitudine	Eroare procentuală	0%
		Livrarea date vector cu denumirea aferentă, conform Livrării 1	Eroare procentuală	0%
	Scanare suprafață proiect	Acoperirea transversală	Eroare procentuală	5%
		Acoperire endlap	Eroare	40 m
		Lungimea liniilor de scanare	Eroare	3 km
		Extinderea zonei cu 100m în afara suprafeței proiectului	Eroare	10 m
		Poziția liniilor de scanare	Abatere de la poziția planificată	15m
		Model de scanare a liniilor	Eroare procentuală	0%
		Unghi bandă transversală	Eroare	10°
		Condițiile optime de scanare	Eroare procentuală	0%
		Calibrarea instrumentului în momentul instalării (cu respectarea cerințelor de la secțiunea 3.1.2.2.)	Eroare procentuală	0%
		Fișiere vector per misiune de scanare - completitudine date	Eroare procentuală	0%
	Plan index benzi de scanare	Completitudine planul index (pdf)	Eroare procentuală	0%
		Correspondență între datele vector și cele din planul index	Eroare procentuală	0%
	Nori de puncte	Tip fișier (format și versiune)	Eroare procentuală	0%
		Atribute LAZ - completitudine	Eroare procentuală	0%
		Duplicarea punctelor LiDAR	Eroare procentuală	0%
		Valorile intensității normalizate	Eroare procentuală	0%

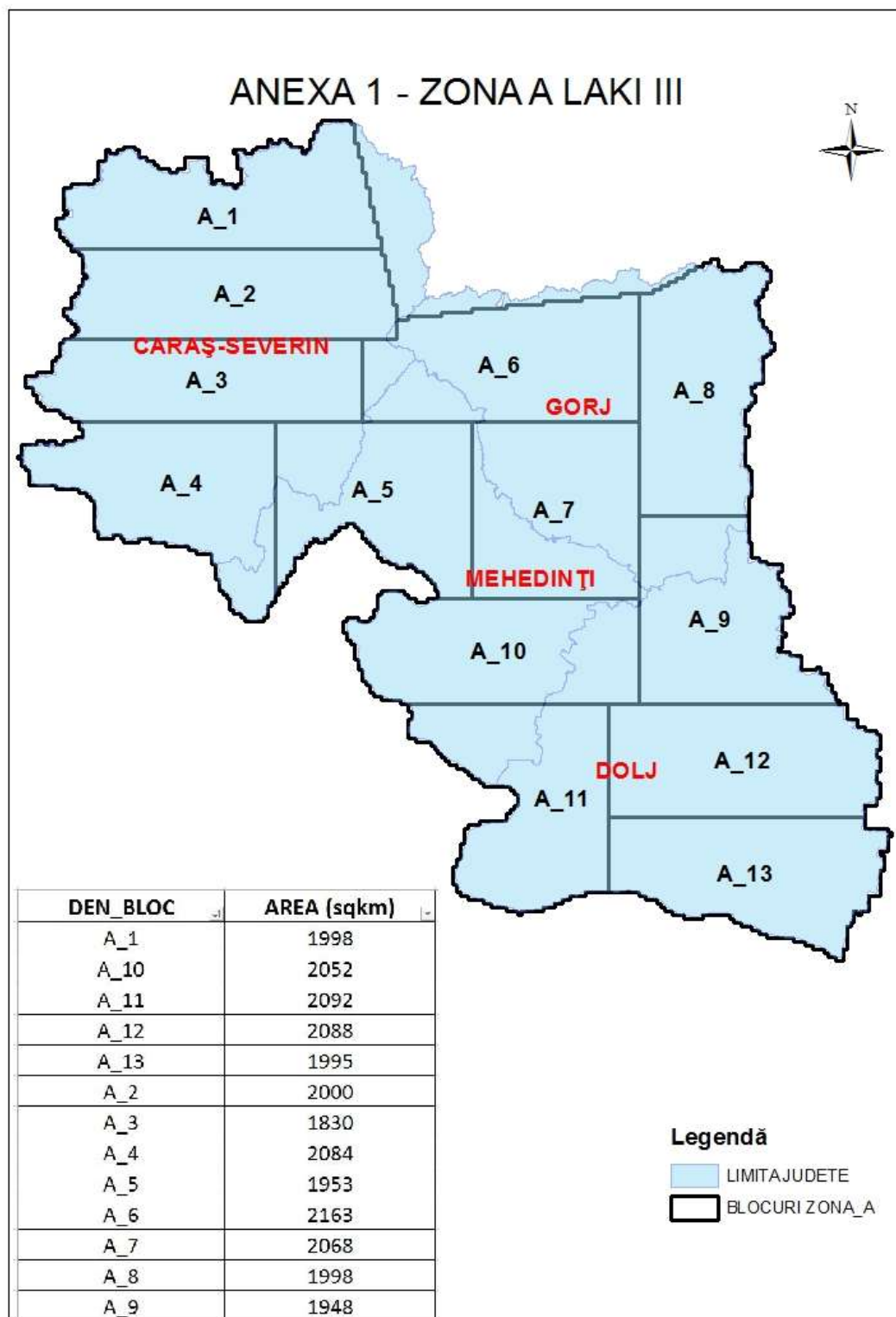
		Goluri de date, exceptând cazurile enumerate la secțiunea 3.3.4.	Suprafață maximă acceptabilă	2m <sup>2</sup>
		Fișier vector cu golurile de date - completitudine	Eroare procentuală	0%
	Raportul de verificare al procesului de determinare al punctelor la teren și al procesului de scanare	Formatul și completitudinea raportului conform cerințelor enumerate la secțiunea 3.3.4.	Eroare procentuală	0%
	Datele brute rezultate în urma scanării	Completitudine	Eroare procentuală	0%
Livrarea parțială B <u>PROCESAREA</u> <u>NORILOR DE</u> <u>PUNCTE</u>	Calibrarea datelor	Documentația de calibrare - completitudine	Eroare procentuală	0%
	Compensarea benzilor de scanare	Erorile maxime admise	Eroare medie pătratică	0.08m
	Translația altimetrică	Abaterea standard altimetrică a GPCS	Abatere standard	0.15m
		Livrarea norilor de puncte pe tile-uri, sistem ETRS89 (las, vers. 1.4)	Eroare procentuală	0%
	Verficarea planimetrică	Abaterea standard planimetrică a GPCS	Abatere standard	0.30m
	Transformarea coordonatelor norilor de puncte	Folosirea gridului de transformare TransDatRO	Eroare procentuală	0%
	Clasificarea punctelor	Livrarea norilor de puncte în sistemul național de referință (las, vers. 1.4)	Eroare procentuală	0%
		Clasele solicitate la secțiunea 3.4.4.	Eroare procentuală	0%
		Clasificarea punctelor în clasele corespunzătoare	Procent puncte clasificate eronat	2% - 5% în funcție de clasă
	Analiza densității norilor de puncte	Modul de calcul al densității medii per tile conform cerințelor de la secțiunea 3.4.5.	Eroare procentuală	0%
		Analiza densității conform secțiunii 3.4.5. pentru toate tile-urile	Eroare procentuală	0%
		Tileuri cu densitatea mai mică decât 2 pct/m <sup>2</sup>	Eroare procentuală	0%
		Tileuri cu densitatea de minim 5 pct/m <sup>2</sup> , situație pe bloc	Eroare procentuală	10% (valori între 2 și 5 pct/m <sup>2</sup> )
		Analiza tabelară a densității pe bloc - completitudine	Eroare procentuală	0%
		Analiza tabelară a densității pe bloc - corectitudine (minim 4 pct/m <sup>2</sup> )	Eroare procentuală	0%
		Rastere de densitate cu denumire solicitată	Eroare procentuală	0%

	Precizia norilor de puncte	Precizie planimetrică absolută	Eroare medie pătratică	0.40m
		Precizie altimetrică relativă - Repetabilitatea suprafeței netede	Abateri standard RMSD <sub>z</sub>	0.06m
		Precizie altimetrică relativă - Diferență de suprapunere	Abateri standard RMSD <sub>z</sub>	0.08m
		Precizie altimetrică absolută	Eroare medie pătratică	0.30m
		Abatere standard planimetrică în ETRS89 (m)	Abatere standard	0.30m
		Abatere standard altimetrică în ETRS89 (m)	Abatere standard	0.15m
		Fișierele vector cu analiza preciziilor - structură și completitudine	Eroare procentuală	0%
	Analiza omogenității norilor de puncte	Hărți ale omogenității - corectitudine	Eroare procentuală	0%
		Hărți ale omogenității - completitudine	Eroare procentuală	0%
		Raport al omogenității	Eroare procentuală	0%
	Metadate nori de puncte clasificați	Completitudine și corectitudine metadate	Eroare procentuală	0%
	Raport de control al calității datelor procesate	Formatul și completitudinea raportului conform cerințelor enumerate la secțiunea 3.4.9.	Eroare procentuală	0%
Livrarea parțială C <u>GENERAREA</u> <u>MODELELOR</u> <u>DIGITALE</u>	Generalități	Linii de ruptură - precizie	Eroare medie pătratică	0.30m
		Linii de ruptură - completitudine generare	Eroare procentuală	5%
		Linii de ruptură - completare attribute	Eroare procentuală	0%
		Racordare produse între blocuri	Eroare procentuală	0%
	Modelul digital al terenului	Procedeu de generare și rezoluție	Eroare procentuală	0%
		Cerințe de realizare conform cerințelor enumerate la secțiunea 3.5.1.	Eroare procentuală	0%
		Hidro-aplatizare	Eroare procentuală	5% din suprafața corpurilor de apă per tile
		Eliminare artefacte la nivel de tile	Eroare procentuală	10%
		Eliminare poduri la nivel de tile	Eroare	2 elemente per tile (cu suprafață mai mică de 15 m <sup>2</sup> )

		Livrarea MDT pe tile-uri, cu denumirea aferentă	Eroare procentuală	0%
		Livrarea MDT în sistemul național de referință	Eroare procentuală	0%
	Modelul digital al suprafeței	Procedeu de generare și rezoluție	Eroare procentuală	0%
		Cerințe de realizare conform cerințelor enumerate la secțiunea 3.5.2.	Eroare procentuală	0%
		Eliminare artefacte la nivel de tile	Eroare procentuală	10%
		Hidro-aplatizare	Eroare procentuală	5% din suprafața corpurilor de apă per tile
		Livrarea MDS pe tile-uri, cu denumirea aferentă	Eroare procentuală	0%
		Livrarea MDS în sistemul național de referință	Eroare procentuală	0%
	Curbe de nivel	Procedeu de generare și echidistanță	Eroare procentuală	0%
		Eliminarea vârfurilor (zonele ascuțite)	Eroare procentuală	0%
		Eliminare curbe de nivel închise, cu perimetru mai mic de 5m	Eroare procentuală	0%
		Racordarea curbilor de nivel între tile-urile predate	Eroare procentuală	0%
		Puncte cotate - completitudine	Eroare procentuală	0%
		Puncte cotate - corectitudine	Eroare procentuală	0%
		Livrarea Curbe de nivel și Puncte cotate pe tile-uri, cu denumirea aferentă	Eroare procentuală	0%
		Livrarea Curbe de nivel și Puncte cotate în sistemul național de referință	Eroare procentuală	0%
	Analiza calitate produse finale	Corespondență dintre MDT și curbe de nivel	Eroare procentuală	0%
	Precizii produse	Precizia altimetrică MDT	Eroare medie pătratică	0.40m
		Precizia altimetrică MDS	Eroare medie pătratică	0.40m
	Raport de control al calității produselor	Formatul și completitudinea raportului conform cerințelor enumerate la secțiunea 3.5.4.	Eroare procentuală	0%
	Metadata produse finale	Completitudine și corectitudine metadata	Eroare procentuală	0%

## Anexe

### Anexa 1 - Plan suprafață zona A



## Anexa 2 - Model descriere topografică a punctelor la sol

### FIȘĂ DE IDENTIFICARE A AMPLASAMENTULUI PUNCTULUI GEODEZIC

Denumire lucrare						
Ordin/Clasă punct		Vedere ansamblu				
Cod GPS						
ID punct						
Semnalizare						
Inscripții						
Tip materializare						
Tip centrare						
UAT						
Județ						
Trapez						
Stare punct						
Proprietar teren						
Adresă proprietar						
Anul recunoașterii						
Coordonate ETRS 89			Coordonate Stereo 1970			
B:	L:	h:	X:	Y:	H:	NG <input type="checkbox"/>
Descriere acces:						
Schița reperajului apropiat			Încadrare în zonă sc. 1:5000			

Județul:

Punctul:

ID punct:

pag.1



VEDERI PUNCT GEODEZIC:

NORD	EST
SUD	VEST

Județul:

**Punctul:**

ID punct:

pag.2

## Anexa 3 - Exemplu de plan de zbor

### Denumire proiect

Denumirea zona:  
Denumirea bloc:  
Denumirea misiunii de scanare:  
Data întocmirii planului:  
Numărul reviziei planului:  
Numele Autorității Contractante:  
Numele Prestatorului:

### Parametrii proiect

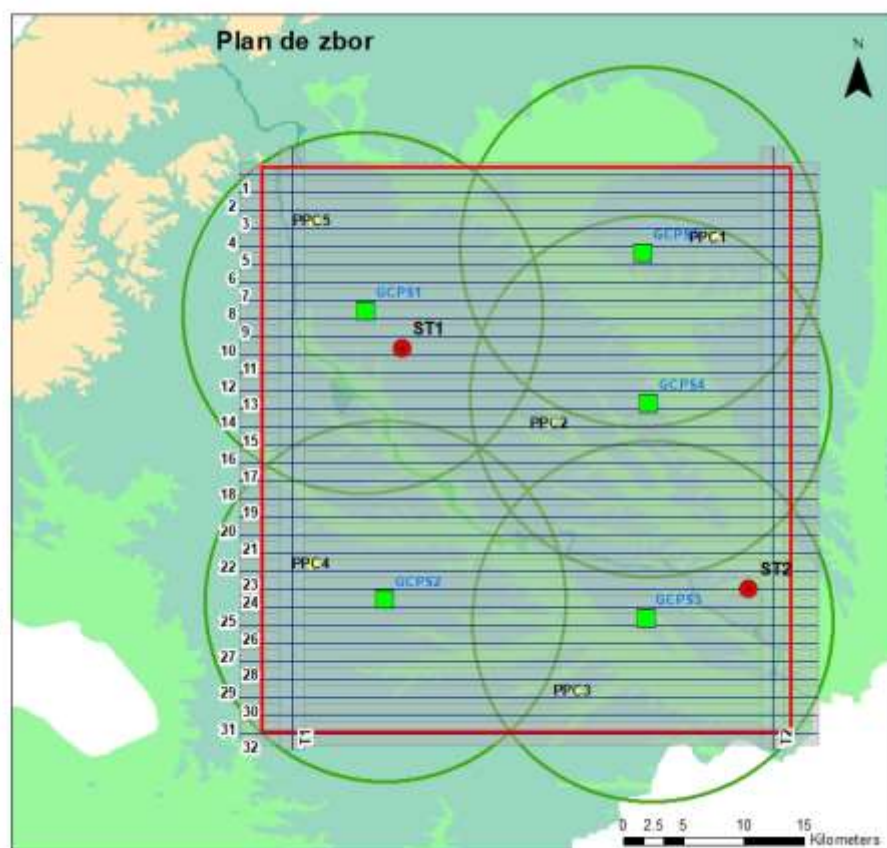
Acoperirea transversală a benzilor de scanare:  
Acoperirea tip endlap între misiuni/bloc:  
Numărul liniilor de scanare:  
Lungimea liniilor de scanare:  
Numărul de GPCS:  
Numărul de PPC:  
Timpul estimat de scanare:

### Parametrii sistemului LIDAR

Denumirea sistem de scanare laser:  
Viteza medie de zbor:  
Înălțimea de zbor:  
FOV:  
PRF:  
Frecvența scanării:  
Numărul de pulsuri (total):  
NPS:  
ANPS:  
Distanța maximă dintre puncte în plan longitudinal:  
Distanța maximă dintre puncte în plan transversal:

### Legendă

- Zonă bloc
- Zonă GPCS
- Stații de bază la 90°
- Profil PPC
- Lini scanare
- Benzi scanare
- Zonă conformă



## Anexa 4 - Suprafețe pentru generarea MDS

