



GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Jamova cesta 2
1000 Ljubljana
Slovenija

☎ 01 200 29 00
☎ 01 425 06 77
✉ info@gis.si
🌐 www.gis.si

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA

za

LASERSKO SKENIRANJE SLOVENIJE (območja A)

(TD_LSS_A za zajem podatkov)

Verzija 4.1

Ljubljana, julij 2013

|

KAZALO

1	UVOD.....	5
1.1	OBMOČJE PROJEKTA IN OSNOVNI IZDELKI	7
1.2	ČASOVNICA IN POROČANJE	8
1.3	VHODNI PODATKI	8
1.3.1	<i>Osnovni podatki.....</i>	8
1.3.2	<i>Prevzem vhodnih podatkov.....</i>	8
2	OPREDELITEV IZDELKOV.....	8
2.1	IZVORNI PODATKI IN GEOREFERENCIRAN OBLAK TOČK	9
2.1.1	<i>Opis zahtev.....</i>	9
2.1.2	<i>Vsebina predaj.....</i>	11
2.2	BARVNE AEROFOTOGRAFIJE IN PARAMETRI ZUNANJE ORIENTACIJE	12
2.2.1	<i>Opis zahtev.....</i>	12
2.2.2	<i>Vsebina predaj.....</i>	13
3	ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI	14
3.1	NOTRANJA KONTROLA KAKOVOSTI	15
3.1.1	<i>Georeferenciran oblak točk.....</i>	15
3.1.2	<i>Aerofotografije.....</i>	16
3.2	ZUNANJA KONTROLA KAKOVOSTI	16
4	PREDAJA IZDELKOV.....	17
4.1	VSEBINA PREDAJE	17
4.2	SEZNAM VSEH MAP.....	17
4.3	NASLOV PREDAJE	17
5	TEHNIČNA VSEBINA PONUDBE.....	18
5.1	NATANČEN OPIS IZVEDBE PROJEKTA IN OPIS UPORABLJENE OPREME.....	18
6	PRILOGE.....	18
6.1	PRILOGA: VSEBINA TEHNIČNIH POROČIL.....	18
6.2	PRILOGA: VSEBINA DATOTEKE O BLOKIH.....	18
6.3	PRILOGA: VSEBINA DATOTEKE O POSNETKIH	18
6.4	PRILOGA: KONTROLA RAVNINSKE IN VIŠINSKE TOČNOSTI.....	18
6.5	PRILOGA: SPECIFIKACIJE LAS 1.2	18
6.6	PRILOGA: MEJE OBMOČIJ	18

|

1 UVOD

Tehnična dokumentacija (TD) opredeljuje vsebino javnega naročila in zahteve, katerim morajo izdelki ustrezati, ter vsebino spremljajočih elaboratov in obseg predaje rezultatov izvedenih del. Ponudnik mora v celoti upoštevati tehnično dokumentacijo, ki je del pogodbe med Geodetskim inštitutom Slovenije (v nadaljevanju naročnik) in v javnem razpisu izbranim ponudnikom (v nadaljevanju izvajalec).

Okrajšave in terminologija

AF – aerofotografiranje, aerofotografije

ALS - aerolasersko snemanje (istočasno aero lasersko skeniranje in aerofotografiranje)

AT - aerotriangulacija

D96/TM – ime novega državnega ravninskega koordinatnega sistema

D48/GK – ime starega državnega ravninskega koordinatnega sistema

DMR – digitalni model reliefa (ang. Digital Terrain Model – DTM)

DTI – dolžina talnega intervala (ang. Ground Sampling Distance – GSD)

DTK – digitalna topografska karta

GOT – georeferenciran oblak točk

GNSS – globalni navigacijski satelitski sistem

INS – inercialni navigacijski sistem

INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in the European Community

KT - kontrolna točka (ang. Check Point)

LSA 2011 – Lasersko skeniranje in aerofotografiranje 2011 (prekinjen projekt)

LSS – Lasersko skeniranje Slovenije

OF - ortofoto

OT – oslonilna točka (ang. Ground Control Point - GCP)

PDOP – slabitev točnosti lokacije (ang. Position Dilution of Precision)

PZO - parametri zunanje orientacije aerofotografij

RMSE – kvadratni koren povprečne kvadratne napake (ang. Root Mean Square Error)

SIGNAL – Slovenija-Geodezija-NAvigacija-Lokacija – slovenski sistem permanentnih referenčnih GNSS postaj

SHP – podaljšek in format »shape« datoteke

e, n – oznaka koordinat v D96/TM

h – elipsoidna višina

y, x – oznaka koordinat v D48/GK

H – nadmorska višina

1.1 Območje projekta in osnovni izdelki

Območje projekta obsega manjše dele površine na celotnem območju države Slovenije (20.273 km²). Število in natančne lokacije teh delov bodo določene ob izvedbenem razpisu. Skupna površina posameznih delov ne bo večja od 10% celotne površine države.

Za vsak posamezen del se izvede aerolasersko snemanje (istočasno aerolasersko skeniranje in aerofotografiranje). Temu ustrezno so določeni tudi izdelki, ki jih izvajalec preda naročniku. Osnovni izdelki, ki se predajo so:

- izvorni podatki aerolaserskega snemanja (ALS),
- georeferenciran oblak točk (GOT) in
- aerofotografije (AF) s parametri zunanje orientacije.

Natančnejša opredelitev vseh izdelkov je opisana v nadaljevanju.

Lokacije posameznih območij (imenovana tudi območja A) bodo določene z zaprtimi poligoni in bodo v obliki SHP datoteke na voljo v izvedbenem razpisu. Natančne meje posameznih območij bodo v izvedbenem razpisu zapisane v koordinatnem sistemu D96/TM. Predvidene lokacije so vidne na Sliki 1, ki pa se v izvedbenem razpisu lahko še spremenijo. Vsi podatki in rezultati se predajajo po posameznih manjših območjih (ki jih v nadaljevanju imenujemo bloki), ki so zaključene celote omejene z zaprtimi poligoni.



Slika 1: Lokacije območij A za izvedbo ALS

Predaje izdelkov se izvedejo v okviru posameznih območji (blokov) v državnem ravninskih koordinatnih sistemih D96/TM z elipsoidnimi višinami.

1.2 Časovnica in poročanje

Časovnica predaje izdelkov bo priložena izvedbenemu razpisu. Projekt se lahko začne z podpisom pogodbe med izbranim izvajalcem in naročnikom, ki je predviden za 1.11. 2013. Datum dokončnega prevzema pogodbenega dela je 07.2015.

Od začetka projekta naprej mora izvajalec naročniku pošiljati 14-dnevna poročila (vsak drugi ponedeljek) po e-pošti za vse izdelke. Vsebina 14-dnevnih poročil je naslednja:

- opis aktivnosti, ki so se izvajale v preteklih dveh tednih,
- tabela količin končanih polizdelkov in izdelkov po posameznih fazah in blokih: priprava ALS, potrditev načrta ALS, izvedba ALS, osnovno procesiranje podatkov, izdelava georeferenciranega oblaka točk (GOT), procesiranje aerofotografij in izračun parametrov zunanje orientacije aerofotografij,
- tabela s predvidenimi datumi končanja posameznih faz glede na zahtevano časovnico predaj in trenutnim stanjem projekta,
- opis morebitnih težav pri izvedbi projekta.

Uradni jezik projekta je Slovenščina

1.3 Vhodni podatki

Naročnik da na razpolago osnovne in druge podatke, ki jih izvajalec lahko pri njem tudi prevzame.

1.3.1 Osnovni podatki

Naročnik za potrebe izvedbe projekta da izvajalcu na razpolago naslednje osnovne podatke:

- podatki rastrskih kart (DTK 25; DTK 50; PK 750),
- podatki obstoječega DMR5,
- ortofoto z ločljivostjo DTI = 0,5 m (CAS2009–11),
- podatke iz obstoječe mreže referenčnih GNSS postaj, ki tvorijo omrežje SIGNAL so tudi na razpolago. Več o podatkih omrežja SIGNAL na: <http://www.gu-signal.si/>.

Izvajalec sam nosi morebitne stroške pridobivanja podatkov.

1.3.2 Prevzem vhodnih podatkov

Prevzem vhodnih podatkov izvajalec in naročnik dokumentirata s primopredajnim zapisnikom. Kontaktni naslov za pridobitev zgoraj navedenih podatkov je info@gis.si, +386 (1) 200 29 00.

Za prenos podatkov da izvajalec na razpolago svoje prenosne diske. Vsi podatki, ki bodo pridobljeni od naročnika, se lahko uporabljajo izključno za izvedbo tega projekta. Po končanju projekta je izvajalec dolžan vse podatke, ki jih dobil od naročnika dokončno izbrisati.

2 OPREDELITEV IZDELKOV

Predmeti javnega naročila so: izvorni podatki ALS in georeferenciran oblak točk, (glej 2.1) ter aerofotografije s parametri zunanje orientacije (glej 2.2).

2.1 Izvorni podatki in georeferenciran oblak točk

Izvorni podatki in georeferenciran oblak točk (GOT) se zajema, procesira in oddaja ločeno po posameznem območju (imenujemo jih tudi bloki iz območja A).

2.1.1 Opis zahtev

Aerolasersko snemanje se načrtuje in izvede glede na območja, ki jih opredeli naročnik.

Pred izvedbo ALS izvajalec preda naročniku naslednje datoteke:

- tridimenzionalne koordinate vseh načrtovanih pasov, ki se bodo zajeli v okviru projekta v formatu SHP (3D) in koordinatnem sistemu D96/TM,
- 2D obris načrtovanih pasov v obliki zaprtih poligonov v formatu SHP (2D) in koordinatnem sistemu D96/TM,
- tehnične specifikacije uporabljenih inštrumentov (laserski skener, aerofotoaparat, INS in GNSS),
- karakteristike uporabljenega zračnega nosilca naštete opreme (minimalna in maksimalna višina leta, hitrost, idr.),
- in druge parametre izvedbe ALS (hitrost leta ob izvedbi ALS, kot, divergenca žarka, frekvenca skeniranja, vzorec skeniranja, idr.).

Naročnik lahko poda predloge za izboljšanje. Izvajalec lahko prične z aerolaserskim snemanjem šele po potrditvi načrta izvedbe s strani naročnika, ki bo svoj odgovor podal najkasneje v 3 delovnih dneh po prejemu naštetih datotek. Izvajalec mora po prejemu potrditve načrta ALS najkasneje v 14 dneh le to izvesti.

Aerolaserska snemanja se obvezno izvedejo v času neolistanja in brez snežne odeje. Aerolasersko snemanje se ne opravlja v slabih vremenskih pogojih kot so: močan veter, dež, sneg, megla, visoka vlažnost in nizka oblačnost, ker to povzroča slabšo kakovost rezultatov.

Aerolasersko snemanje mora biti izvedeno z uporabo GNSS-INS sistema za lociranje podatkov laserskega skenerja in lahko tudi aerofotografij. Laserski skener mora omogočati registracijo vsaj 4 odbojev: prvega, zadnjega in vsaj 2 vmesnih in za vsakega tudi intenziteto.

Dobro načrtovanje leta nosilca laserskega skenerja in drugih senzorjev je pomembno za uspešno izvedbo projekta. Za popolno pokrivanje blokov se bodo izvajali paralelni leti in prečni leti za namen izboljšanja georeferenciranja in kontrole kakovosti. Vse doline morajo biti skeniranje vsaj z dvema paralelnima pasovima. Preklop med vzporednimi pasovi ne sme biti manjši od 20 %. Za vse bloke se izvedejo tudi prečni pasovi. Vsaj en prečni pas na začetku in na koncu paralelnih pasov in vsaj eden ali več na sredini. Razdalja med prečnimi pasovi ne sme biti večja od 12 km.

Za vse bloke je potrebno izvesti aerolasersko snemanje in izdelati naslednje izdelke:

- v okviru surovih podatkov je potrebno predati vse izvirne podatke zajete v času ALS iz katerih je mogoče z ustrezno opremo ponovno izdelati GOT,
- georeferenciran oblak točk (GOT) – e, n – (D96/TM), h – (GRS80, elipsoidne višine).

Georeferenciranje oblaka točk se izdelava ob uporabi omrežja SIGNAL v državnem ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM in elipsoidnimi višinami. GOT podatki, ki se predajajo, morajo biti izdelani glede na zahtevano absolutno ravninsko in višinsko točnost, ki je določena v nadaljevanju.

GOT mora vsebovati tudi vse izvorno zajete attribute, ki so zapisani za vsako točko ob zajemu podatkov, glede na specifikacije formata LAS, ki je zapisan v Prilogi 6.5.

Absolutna ravninska točnost zajetih točk (za e in n koordinati) ne sme biti slabša od $RMSE = \pm 0,30$ m (1 sigma). Absolutna višinska točnost zajetih točk ne sme biti slabša od $RMSE = \pm 0,15$ m (1 sigma).

Relativna točnost zajetih točk ne sme biti slabša kot polovica navedene absolutne točnosti.

Gostota registriranih laserskih točk mora biti vsaj 10 točk/m², porazdelitev gostote pa mora ustrezati zahtevi, da ima najmanj 90% kvadratov 10 m x 10 m z izjemo vodnih in steklenih površin zahtevano število točk, t.j. 1000 točk.

Izvajalec je dolžan izvajati ustrezne kalibracije celotnega sistema aerolaserskega skenerja in aerofotoaparata. Izvajalec preda podatke in rezultate vseh kalibracij, ki so bile uporabljene v projektu. Za vse podatke GOT mora biti v poročilih nedvoumno zapisano katera kalibracija ALS sistema je bila uporabljena za kateri blok podatkov.

Izvajalec opravi kontrolo absolutne točnosti z uporabo kontrolnih površin (npr. strehe). Za vsak blok je potrebno uporabiti kontrolne površine, da se izmerijo vsaj 3 kontrolne točke, ki so enakomerno razporejene v bloku in bodo služile za kontrolo in izboljšanje georeferenciranja podatkov. Izvajalec v poročilu zapiše rezultate terenskih meritev za posamezno kontrolno točko in tudi rezultate analize odstopanj, ki jih dokumentira v Prilogi 6.4.

Izvajalec za potrebe georeferenciranja lahko uporabi referenčne postaje sistema SIGNAL za izračun GOT. Priporoča se istočasna uporaba vsaj štirih referenčnih GNSS postaj ob zajemu podatkov in za izračun georeferenciranja. Zagotovljen je sekundni interval shranjenih podatkov, za večjo frekvenco zajema podatkov GNSS na referenčnih postajah pa je treba predhodno kontaktirati skrbnika omrežja SIGNAL (glej 1.3.1).

Izvajalec mora pred zajemom podatkov preveriti vrednost za PDOP za blok in upoštevati, da manjša vrednost PDOP pomeni boljšo kvaliteto lokacije podatkov. PDOP mora biti ves čas zajema podatkov manjši od 4, kar je potrebno tudi prikazati v poročilu.

Podatki GOT naj bodo v datotekah zapisani v formatu LAS različica 1.2 format 3. Zapis mora biti popolnoma kompatibilen z izbrano verzijo formata LAS 1.2 (glej Prilogo 6.5). V vseh datotekah, ki se predajajo v obliki LAS je potrebno obdržati izvorno zajete vrednosti kot so: koordinate X,Y,Z; intenziteta, številko odboja, število odbojev, smeri skeniranja, rob skenirane linije, kot skeniranja, GNSS čas in druge vrednosti, ki so izvorno zajete vrednosti. Upoštevati je potrebno specifikacije, ki so v Prilogi 6.5.

Podatke GOT v D96/TM, h – (GRS80, elipsoidne višine) se preda v pasovih oz. delih pasov, kjer količina podatkov v datoteki ne presega 2 GB. Datoteke naj bodo indeksirane tako, da je mogoče nedvoumno sestaviti originalne pasove posameznega bloka. Izdela in preda se tudi georeferencirana preglednica indeksiranih segmentov pasov v obliki zaprtih poligonov z atributom imena posameznega segmenta v formatu SHP.

Poimenovanje datotek, kamor se zapiše GOT je naslednje:

- GOT v D96/TM, h – (GRS80, elipsoidne višine): indeksiranje datotek (velikost do 2 GB) določi izvajalec.

2.1.2 Vsebina predaj

Vse predaje morajo biti organizirane glede na blok. Za vsak blok so datoteke organizirane v mape:

Poimenovanje map in podmap predanih podatkov:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

```
    ORIG
      SKEN
      INS
      GNSS
      GNSS_REF
    LIDAR_IZDELKI
      GOT
```

Tu je opisana osnovna struktura map, ki pa se jim lahko po potrebi dodajajo nove podmape. Kam zapisati posamezni izdelek oz. podatek je napisano v nadaljevanju. Podatke se v mapah ne smejo podvajati.

Potrebno je predati naslednje izdelke:

- vse izvorno zajete podatke, ki so bili uporabljeni pri izdelavi GOT v mapi ORIG, kjer se ustvarijo tudi ustrezne podmape: GNSS - za podatke iz sprejemnika na plovilu, INS - za podatke inercialnega sistema, GNSS - za podatke iz referenčnih postaj, SKEN - za podatke iz skenerja,
 - predani morajo biti vsi podatki, na podlagi katerih je mogoče ponovno izdelati GOT:
 - izvorno zajete podatke iz skenerja,
 - izvorno zajete podatke INS in GNSS na nosilcu senzorja,
 - izvorno uporabljene GNSS podatke iz sistema SIGNAL,
 - vse druge podatke, ki so bili uporabljeni pri izdelavi GOT,
 - vse terenske meritve, ki so bile izvedene za potrebe georeferenciranja ali izboljšanja georeferenciranja oblaka točk ali kontrole GOT,
- tehnične specifikacije laserskega skenerja, ki je bil uporabljen:
 - tip laserskega skenerja, razdaljo med laserskim skenerjem in GNSS anteno, točnost določitve te razdalje (ang. Laser system alignment ali lever arm in GNSS alignment),
 - največji kot skeniranja, ki je bil uporabljen in napake izmere kotov skeniranja,
 - napaka sinhronizacije med INS, GNSS in laserskim sistemom,
- tehnične specifikacije uporabljenega INS:
 - tip INS,
 - točnosti opazovanj INS kotov (ang. roll, pitch and heading accuracies),
- tehnične specifikacije GNSS sprejemnika:
 - tip GNSS sprejemnika,
 - metoda izračuna koordinat,
- seznam vse programske opreme z uporabljeno verzijo s katero bili izračunani podatki GOT,
- katere GNSS referenčne postaje sistema SIGNAL so bile uporabljene pri izračunu GOT,
- uporabljeni zamiki med senzorji (GNSS antena - skener, GNSS antena - aerofotoapar, INS - skener, INS - aerofotoapar, idr.)
- povprečna višina leta med snemanjem za posamezen pas,

- načrtovane in izvedene trajektorije letov zračnih plovil (v formatu SHP), ki so bile uporabljene kot platforme za senzorje,
- GOT – e , n – (D96/TM), h – (GRS80, elipsoidne višine) v državnem ravninskem koordinatnem sistemu z elipsoidnimi višinami

Poleg podatkov laserskega skeniranja je potrebno predati še:

- tehnično poročilo (glej Prilogo 6.1),
- podatke in rezultate tovarniške kalibracije,
- podatke in rezultate lastnih kalibracij,
- pregledno karto zajetih podatkov ALS glede na predajo in razdelitev na bloke,
- metapodatke po specifikacijah INSPIRE (Direktiva 2007/2/ES), zapisane v lokalnem metapodatkovnem urejevalniku v obliki XML (urejevalnik: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/editor/>, izberi "Spatial dataset"); zapis naj bo v slovenščini in angleščini. Vse zapise o metapodatkih se zapiše v podmapo: Ime_bloka (npr. A201)/METAPODATKI

Tehnično poročilo, druga poročila ter pregledne skice in metapodatke se zapiše v mapi:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

TEHNICNA_POROCILA
METAPODATKI

2.2 Barvne aerofotografije in parametri zunanje orientacije

2.2.1 Opis zahtev

Ker je poleg laserskega skeniranja zahtevana tudi izvedba aerofotografiranja se morata oba zajema podatkov izvajati istočasno.

Aerofotografije se bodo uporabljale za pomoč pri interpretaciji podatkov GOT oz. za izdelavo ortofotov. Poleg aerofotografij je potrebno predati tudi vse podatke o njihovi notranji in zunanji orientaciji.

Če so poleg RGB istočasno zajeti tudi drugi deli spektra (npr. infra-rdeči in/ali črno-beli kanal ...), se preda tudi te podatke. Poleg barvno izostrenih (pan-sharpening) aerofotografij se predajo tudi izvirne aerofotografije po kanalih, če je bil uporabljen tak aerofotoapar, v mapi TIF_orig.

Če se za aerofotografiranje uporablja linijski senzor (npr. Leica ADS80), se preda vse podatke, ki so bili zajeti.

Aerofotografije morajo biti zajete tako, da bo nominalna dolžina talnega intervala (DTI) enaka 0,10 m.

Višina sonca v času aerolaserskega snemanja ne sme biti nižja od 30° nad horizontom.

Aerofotografije morajo biti zajete na tak način, da bo zagotovljen najmanj 60 % vzdolžni preklap in najmanj 30 % prečni preklap.

Uporabljen aerofotoapar ali linijski senzor mora imeti tovarniško poročilo o izvedeni kalibraciji, ki naj ne bo starejša od 3 let. Če med izvedbo zajema podatkov izvajajo

tudi druge kalibracije je potrebno predati vhodne podatke in rezultate tudi za te kalibracije.

Za vsako predano barvno aerofotografijo se preda tudi parametre zunanje orientacije. Točnost parametrov zunanje orientacije ne sme biti slabša od naslednjih vrednosti :

- za e , n in h perspektivnega centra: enako ali manjše od $RMSE = \pm 0,10$ m
- za ω , ϕ oz. zibanje, gibanje (ang. roll and pitch): enako ali manjše od $RMSE = \pm 0,005^\circ$,
- za κ oz. zasuk (ang. heading): enako ali manjše od $RMSE = \pm 0,007^\circ$.

V primeru, da parametri zunanje orientacije aerofotografij ne zadoščajo zgoraj navedeni točnosti, kar naj bi ugotovila notranja kontrola, je potrebno izvesti fotogrametrično aerotriangulacijo, kjer RMSE na kontrolnih točkah (najmanj 5 na blok) ne sme biti večje od 10 cm (1 sigma), sigma 0 pa ne presega 5 mikrometrov. preostanek y-paralakse nikjer na stereomodelih znotraj bloka ne sme presegati polovico nominalne vrednosti najmanjšega slikovnega elementa (ang. pixel), t.j. 5 cm.

2.2.2 Vsebina predaj

Vse predaje morajo biti organizirane glede na bloke in po ustreznih mapah.

Poimenovanje map in podmap predanih podatkov:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

```
FOTO_IZDELKI
PARAMETRI_ZO
KALIBRACIJA
AEROFOTOGRAFIJE
TIF_ORIG
AT
```

Aerofotografije se predajo v formatu TIF brez kompresije v podmapo AEROFOTOGRAFIJE. Predaja se aerofotografije v barvnem načinu RGB (najmanj 8 bit na kanal) oz. v barvnem infrardečem načinu RGBN (najmanj 8 bit na kanal), če je bil uporabljen aerofotoaparat, ki istočasno poleg RGB zajame tudi infrardeči kanal. Če so bili izvirno zajete fotografije zapisane v načinu več kot 8 bitov na kanal naj se take tudi predajo. V tehničnem poročilu je potrebno natančno zapisati v kakšnem formatu so vse predane fotografije zapisane.

Parametri zunanje orientacije (PZO) se zapišejo v mapo PARAMETRI_ZO v tekstualni datoteki z naslednjo strukturo:

- številka aerofotografije, ki je enaka številki aerofotografije zapisane v TIF formatu; lokacija perspektivnega centra e , n , h v D96/TM; ω , ϕ , κ v decimalni stopinjah (z najmanj 6 decimalnimi mesti) in izračunana točnost za vsak naveden podatek.

V primeri izvedbe fotogrametrične aerotriangulacije (AT) je potrebno predati vse vhodne podatke v mapo AT, ki so bili uporabljeni v aerotriangulaciji: koordinate vseh oslonilnih in kontrolnih točk ter njihove fotografije iz terena, uporabljene GNSS in INS podatke iz plovila in slikovne koordinate vseh veznih točk, ki so bile uporabljene v izravnavi AT.

Poleg aerofotografij se predata tudi dve XLS datoteki, ki vsebujeta podatke o posameznih pasovih v bloku ter posameznih posnetkih. Natančna vsebina datotek

skupaj s primerom je definirana v Prilogah 6.2 in 6.3. Datoteki se odloži v mapo METAPODATKI.

Poleg aerofotografij in parametrov zunanje orientacije je potrebno predati še:

- tehnično poročilo (glej Prilogo 6.1),
- tovarniški certifikat kalibracije aerofotoaparata, ki ni starejši od 3 let
- podatki in rezultati vmesnih kalibracij,
- indeksna karta, kjer je vidna tudi primerjava med načrtom in izvedbo aerofotografiranja v datoteki SHP,
- datoteke z opazovanji in obdelavo opazovanj (GNSS in INS),
- zapis o radiometričnih vrednostih za vsak posnetek,
- podatki o orientaciji vseh aerofotografij in/ali podatkov linijskega senzorja,
- metapodatke po specifikacijah INSPIRE (Direktiva 2007/2/ES), zapisane v lokalnem metapodatkovnem urejevalniku v obliki XML (urejevalnik: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/editor/>, izberi "Spatial dataset"); zapis naj bo v slovenščini in angleščini. Vse zapise o metapodatkih se zapiše v podmapo: Ime_bloka(npr. A201)/METAPODATKI

Tehnično poročilo, druga poročila ter pregledne skice in metapodatke se zapiše v mapi:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

TEHNICNA_POROCILA

METAPODATKI

SLO

ANG

3 ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI

Kakovost izdelkov se zagotavlja v procesu notranje kontrole, ki jo izvede izvajalec in zunanje kontrole kakovosti, ki jo izvede naročnik.

Notranja kontrola kakovosti:

- Izvajalec vnaprej predvidi faze v procesu, kjer je potrebno izvesti kontrolo kakovosti. Glede na specifikacije je potrebno čimbolj natančno izvajati kontrole vseh rezultatov, ki omogočajo preverljivost s strani notranje kontrole. Za vse kontrole kakovosti je potrebno izdelati zapis o kakovosti in po potrebi ustrezno ukrepati.
- Zaželeno je tudi, da se pregled kakovosti izvajalca in morebitnih podizvajalcev opravi tudi s strani vodstva vodilnega partnerja izvajalcev.
- Notranja kontrola kakovosti je obvezen del oddajnega elaborata. Vsebina zapisa o izvedeni notranji kontroli mora biti v skladu z vsebino navedeno v spodnji alineji "Zapisi o kakovosti".
- Če naročnik z rezultati izvedene kontrole proizvodnega procesa pri izvajalcu ni zadovoljen lahko predčasno prekine pogodbo.

Zapisi o kakovosti:

- Zapisi o kontroli kakovosti so nujna vsebina predaj. Tudi vse ostale kontrole kakovosti naj se zapišejo, kar bo pomagalo izvajalcu pri reševanju morebitnih težav, kot tudi pri pregledu kakovosti s strani naročnika.
- Vsi zapisi o kakovosti morajo imeti naslednje osnovne podatke:
 - datum izdelave zapisa o kontroli kakovosti,

- nedvoumno naj se zapiše na kateri izdelek se zapis nanaša,
- kdo je zapis napisal,
- poleg podpisa avtorja zapisa tudi sopodpis odgovornega vodje projekta,
- zapisi se hranijo v elektronski obliki (PDF),
- vsi zapisi o kontroli kakovosti naj se predajo v elaboratu.

Zunanja kontrola kakovosti:

- Naročnik lahko izvede kontrolo proizvodnega procesa pri izvajalcu. Ta pregled se lahko opravi ob pregledu delovnega procesa, ponavljanju večjih napak ali zamujanju rokov. Namen takega pregleda je v največji meri povezan z ugotavljanjem težav izvajalca, pomočjo pri odkrivanju vzrokov težav in zagotavljanju, da bo končni produkt dovolj kakovosten ter narejen v roku.
- Naročnik lahko izvede pregled kakovosti tudi z namenom ugotavljanja sposobnosti izvajalca za izvedbo projekta in pregledom razpoložljivih kapacitet.

3.1 Notranja kontrola kakovosti

Izvajalec izvede notranjo kontrolo kakovosti za vsak izdelek, ki se predaja in po potrebi tudi po posameznih fazah. O izvajanju kontrole kakovosti izvajalec poroča tudi v dvotedenskih poročilih. V tehničnem poročilu ob predaji izdelkov pa se poroča o izvedeni notranji kontroli za posamezen blok.

V primeru, da notranja kontrola pokaže določena odstopanja od zahtev, izvajalec ukrene vse potrebno za odpravo napak.

Za vse izvedene kontrole kakovosti, ki so opisane v nadaljevanju tega poglavja je potrebno napisati poročilo in ga zapisati v podmapo projekta:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

NOTRANJA_KONTROLA

oz. v podmapi za posameznih izdelkov kot je opisano v nadaljevanju.

3.1.1 Georeferenciran oblak točk

- preveri in poroča se o pokritosti posameznega bloka z GOT,
- preveri in poroča se o zagotavljanju zahtevane gostote točk na m² za GOT:
 - izvajalec kontrolira gostoto točk, ki je zahtevana za posamezen blok, za vsak kvadrat v velikosti 10 m x 10 m,
 - gostoto se izračuna tako, da se od kvadrata s površino 100 m² najprej odšteje površina vode in drugih površin, kjer ni bilo uporabnih podatkov, ter nato število točk deli s tako dobljeno površino,
 - 90 % kvadratov v posameznem bloku mora vsebovati predpisano gostoto,
 - v primeru, da je ta odstotek manjši od 90 % je potrebno na blokih z zmanjšano gostoto izvesti domeritve,
- preveri in poroča se o odstopanju po višini na preklopu pasov GOT in relativni točnosti zajetih točk.

Vsa poročila in zapise o kontroli kakovosti se vpiše v podmapi:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

NOTRANJA_KONTROLA

GOT

3.1.2 Aerofotografije

Izvede se kontrola in poroča o popolnosti pokritja območij projekta s primerjavo načrtovanega in izvedenega aerofotografiranja. Izvajalec točnost podatkov zunanje orientacije aerofotografij preveri po svoji strokovni presoji. Na kakšen način bo izvajalec kontrolo izvedel je prepuščeno njemu, vendar naj o tem poroča.

Naročnik predlaga naslednji način kontrole točnosti:

Preveri se neposredno georeferenciranje aerofotografij:

- vsaj na 10 aerofotografijah 2 sosednjih pasov (5 AF iz vsakega pasu) se izvede fotogrametrična aerotriangulacija in rezultate na kontrolnih točkah kontrolira: odstopanja ter preveri preostanek y-paralakse ter izračuna odstopanja med perspektivnimi centri in koti dobljenimi iz neposrednega georeferenciranja.

V primeru odstopanja, ki je večje od dovoljenega, je potrebno preveriti vzrok in podatke ustrezno popraviti oz. izboljšati njihovo točnost.

Kontrolira in poroča naj se o zahtevanem vzdolžnem in prečnem prekritju med izvedenimi aerofotografijami.

Vsa poročila in zapise o kontroli kakovosti se vpiše v podmape:

Ime_bloka (npr. A201)

A201

NOTRANJA_KONTROLA
AEROFOTOGRAFIJE

3.2 Zunanja kontrola kakovosti

Po predaji rezultatov projekta naročnik izvede kontrolo vseh izdelkov in poroča o morebitnih napakah.

Zunanja kontrola se bo izvedla na dva načina:

- najprej se izvede kontrola notranje kontrole kakovosti, nato pa
- se bodo izvedle tudi druge kontrole kakovosti kot so:
 - pravilnost strukture podatkov in zapisov v predanem elaboratu,
 - popolnost podatkov glede obsega in vsebinska skladnosti s specifikacijami,
 - kontrola relativne točnosti znotraj blokov in med sosednjimi bloki,
 - kontrola absolutne točnosti GOT z terenskimi GNSS meritvami,
 - kontrola gostote,
 - kontrola radiometrične kakovosti aerofotografij,
 - kontrola kakovosti parametrov zunanje orientacije aerofotografij,
 - ...

V kolikor bo zunanja kontrola našla odstopanja od zahtev tehnične dokumentacije, bo o tem poročala izvajalcu, ki bo moral napake odpraviti v roku navedenem v pogodbi. Poleg tega bo moral izvajalec sprejeti tudi ustrezne ukrepe za izboljšanje kakovosti.

Če napake ne bodo odpravljene v zahtevanem roku ali kakovost še vedno ne bo zadovoljiva, se smatra, da izvajalec ne izpolnjuje pogodbenih obveznosti.

4 PREDAJA IZDELKOV

4.1 Vsebina predaje

Vsebina predaj je navedena v prejšnjih poglavjih. Medij predaje so USB 3.0 prenosni diski ustrezne kapacitete. Diski so del oddanega materiala in se ne vračajo. Diski morajo biti jasno označeni, navedeno mora biti:

- številka diska v okviru projekta (npr. disk 25); številka diska glede na število diskov za posamezen blok (npr.: 1/2);
- informacija o naročniku;
- informacija o izvajalcu;
- podatki o nalogi (naziv projekta, št. pogodbe);
- datum zajema podatkov;
- vsebina na disku oziroma predmet oddaje (številka in ime bloka).

4.2 Seznam vseh map

Obvezna struktura map na predanem trdem disku za vsak predan blok, ki pa se ji po potrebi dodajajo nove podmape, je naslednja:

npr. A201

```
    ORIG
        SKEN
        INS
        GNSS
        GNSS_REF
    LIDAR_IZDELKI
        GOT
    FOTO_IZDELKI
        PARAMETRI_ZO
        KALIBRACIJA
        AEROFOTOGRAFIJE
        TIF_ORIG
        AT
    TEHNICNA_POROCILA
    NOTRANJA_KONTROLA
        GOT
        AEROFOTOGRAFIJE
    METAPODATKI
        SLO
        ANG
```

4.3 Naslov predaje

Oddaja materialov se izvrši ob dogovorjenem roku na naslov naročnika:

Geodetski Inštitut Slovenije
Jamova cest 2
SI-1000 Ljubljana.

Ob predaji elaboratov predstavnika izvajalca in naročnika podpiseta zapisnik. Naročnik o sprejemljivosti elaborata obvesti izvajalca v rok 10 delovnih dni.

5 TEHNIČNA VSEBINA PONUDBE

5.1 Natančen opis izvedbe projekta in opis uporabljene opreme

Ponudnik na kratko opiše (največ 4 A4 strani) kako bi izvedel projekt opisan v teh specifikacijah.

6 PRILOGE

6.1 Priloga: Vsebina tehničnih poročil

Tehnično poročilo mora poleg že omenjenega vsebovati tudi naslednje zapise:

- Natančen opis faz izdelave posameznega izdelka od priprave do predaje projekta.
- Pri posamezni fazi je potrebno poleg natančnega opisa celotnega postopka faze opisati tudi katera strojna in programska oprema je uporabljena pri izvedbi: (proizvajalec, ime in verzija, ter uporabljeni moduli programskega paketa).
- Pri vsaki fazi je potrebno opisati še obseg in način izvajanja notranje kontrole.
- Pri vseh fazah naj izvajalec opiše morebitne težave, ki so se pojavile ob izvedbi in kako je te težave rešil.

6.2 Priloga: Vsebina datoteke o blokih

Glej priloženo datoteko: 6.2_Priloga_Obmocja_AF.xls

6.3 Priloga: Vsebina datoteke o posnetkih

Glej priloženo datoteko: 6.3_Priloga_Posnetki.xls

6.4 Priloga: Kontrola ravninske in višinske točnosti

Glej priloženo datoteko: 6.4_Priloga_Kontrola_tocnosti.xls

6.5 Priloga: Specifikacije LAS 1.2

Glej priloženo datoteko: 6.5_Priloga_ASPRS_LAS_v12.pdf

6.6 Priloga: Meje območij

Natančne meje blokov bodo določena v izvedbenem razpisu.

----- KONEC DOKUMENTA -----

LAS
Specification
Version 1.2

Approved by ASPRS Board 09/02/2008

LAS FORMAT VERSION 1.2:

This document reflects the second revision of the LAS format specification since its initial version 1.0 release. Version 1.2 retains the same structure as version 1.1 including identical field alignment. LAS 1.1 file Input/Output (I/O) libraries will require slight modifications in order to be compliant with this revision. A LAS 1.1 Reader will read LAS 1.2 (without the new enhancements) with no modifications.

A detailed change document that provides both an overview of the changes in the specification as well as the motivation behind each change is available from the ASPRS website in the LIDAR committee section.

The additions of LAS 1.2 include:

- GPS Absolute Time (as well as GPS Week Time) – LAS 1.0 and LAS 1.1 specified GPS “Week Time” only. This meant that GPS time stamps “rolled over” at midnight on Saturday. This makes processing of LIDAR flight lines that span the time reset difficult. LAS 1.2 allows both GPS Week Time and Absolute GPS Time (POSIX) stamps to be used.
- Support for ancillary image data on a per point basis. You can now specify Red, Green, Blue image data on a point by point basis. This is encapsulated in two new point record types (type 2 and type 3).

LAS FORMAT DEFINITION:

The LAS file is intended to contain LIDAR point data records. The data will generally be put into this format from software (e.g. provided by LIDAR hardware vendors) which combines GPS, IMU, and laser pulse range data to produce X, Y, and Z point data. The intention of the data format is to provide an open format that allows different LIDAR hardware and software tools to output data in a common format.

The format contains binary data consisting of a header block, Variable Length Records, and point data.

PUBLIC HEADER BLOCK
VARIABLE LENGTH RECORDS
POINT DATA RECORDS

All data is in little-endian format. The header block consists of a public block followed by Variable Length Records. The public block contains generic data such as point numbers and coordinate bounds. The Variable Length Records contain variable types of data including projection information, metadata, and user application data.

DATA TYPES:

The following data types are used in the LAS format definition.

- char (1 byte)
- unsigned char (1 byte)
- short (2 bytes)
- unsigned short (2 bytes)

- long (4 bytes)
- unsigned long (4 bytes)
- double (8 byte IEEE floating point format)

PUBLIC HEADER BLOCK:

Item	Format	Size	Required
File Signature ("LASF")	char[4]	4 bytes	*
File Source ID	unsigned short	2 bytes	*
Global Encoding	unsigned short	2 bytes	*
Project ID - GUID data 1	unsigned long	4 bytes	
Project ID - GUID data 2	unsigned short	2 byte	
Project ID - GUID data 3	unsigned short	2 byte	
Project ID - GUID data 4	unsigned char[8]	8 bytes	
Version Major	unsigned char	1 byte	*
Version Minor	unsigned char	1 byte	*
System Identifier	char[32]	32 bytes	*
Generating Software	char[32]	32 bytes	*
File Creation Day of Year	unsigned short	2 bytes	
File Creation Year	unsigned short	2 bytes	
Header Size	unsigned short	2 bytes	*
Offset to point data	unsigned long	4 bytes	*
Number of Variable Length Records	unsigned long	4 bytes	*
Point Data Format ID (0-99 for spec)	unsigned char	1 byte	*
Point Data Record Length	unsigned short	2 bytes	*
Number of point records	unsigned long	4 bytes	*
Number of points by return	unsigned long[5]	20 bytes	*
X scale factor	double	8 bytes	*
Y scale factor	double	8 bytes	*
Z scale factor	double	8 bytes	*
X offset	double	8 bytes	*
Y offset	double	8 bytes	*
Z offset	double	8 bytes	*
Max X	double	8 bytes	*
Min X	double	8 bytes	*
Max Y	double	8 bytes	*
Min Y	double	8 bytes	*
Max Z	double	8 bytes	*
Min Z	double	8 bytes	*

Any field in the Public Header Block that is not required and is not used must be zero filled.

File Signature: The file signature must contain the four characters "LASF", and it is required by the LAS specification. These four characters can be checked by user software as a quick look initial determination of file type.

File Source ID (Flight Line Number if this file was derived from an original flight line): This field should be set to a value between 1 and 65,535, inclusive. A value of zero (0) is interpreted to mean that an ID has not been assigned. In this case, processing software is free to assign any

valid number. Note that this scheme allows a LIDAR project to contain up to 65,535 unique sources. A source can be considered an original flight line or it can be the result of merge and/or extract operations.

Global Encoding: This is a bit field used to indicate certain global properties about the file. In LAS 1.2 (the version in which this field was introduced), only the low bit is defined (this is the bit, that if set, would have the unsigned integer yield a value of 1). This bit field is defined as:

Global Encoding - Bit Field Encoding

Bits	Field Name	Description
0	GPS Time Type	The meaning of GPS Time in the Point Records 0 (not set) -> GPS time in the point record fields is GPS Week Time (the same as previous versions of LAS) 1 (set) -> GPS Time is standard GPS Time (satellite GPS Time) minus 1×10^9 . The offset moves the time back to near zero to improve floating point resolution.
1:15	Reserved	Must be set to zero

Note that in the previous version of LAS (LAS 1.1), this was a reserved field that had to be set to zero. Thus LAS 1.2 files that use GPS Week Time and point record types 0 and 1 (the only types supported in previous versions of LAS) will be identical to LAS 1.1 files with the exception of the minor version number.

Project ID (GUID data): The four fields that comprise a complete Globally Unique Identifier (GUID) are now reserved for use as a Project Identifier (Project ID). The field remains optional. The time of assignment of the Project ID is at the discretion of processing software. The Project ID should be the same for all files that are associated with a unique project. By assigning a Project ID and using a File Source ID (defined above) every file within a project and every point within a file can be uniquely identified, globally.

Version Number: The version number consists of a major and minor field. The major and minor fields combine to form the number that indicates the format number of the current specification itself. For example, specification number 1.2 (this version) would contain 1 in the major field and 2 in the minor field.

System Identifier: The version 1.0 specification assumes that LAS files are exclusively generated as a result of collection by a hardware sensor. Version 1.1 recognizes that files often result from extraction, merging or modifying existing data files. Thus System ID becomes:

Generating Agent	System ID
Hardware system	String identifying hardware (e.g. "ALTM 1210" or "ALS50")
Merge of one or more files	"MERGE"
Modification of a single file	"MODIFICATION"
Extraction from one or more files	"EXTRACTION"
Reprojection, rescaling, warping, etc.	"TRANSFORMATION"
Some other operation	"OTHER" or a string up to 32 characters identifying the operation

Generating Software: This information is ASCII data describing the generating software itself. This field provides a mechanism for specifying which generating software package and version was used during LAS file creation (e.g. "TerraScan V-10.8", "REALM V-4.2" and etc.). If the character data is less than 16 characters, the remaining data must be null.

File Creation Day of Year: Day, expressed as an unsigned short, on which this file was created. Day is computed as the Greenwich Mean Time (GMT) day. January 1 is considered day 1.

File Creation Year: The year, expressed as a four digit number, in which the file was created.

Header Size: The size, in bytes, of the Public Header Block itself. In the event that the header is extended by a software application through the addition of data at the end of the header, the Header Size field must be updated with the new header size. Extension of the Public Header Block is discouraged; the Variable Length Records should be used whenever possible to add custom header data. In the event a generating software package adds data to the Public Header Block, this data must be placed at the end of the structure and the Header Size must be updated to reflect the new size.

Offset to point data: The actual number of bytes from the beginning of the file to the first field of the first point record data field. This data offset must be updated if any software adds data from the Public Header Block or adds/removes data to/from the Variable Length Records.

Number of Variable Length Records: This field contains the current number of Variable Length Records. This number must be updated if the number of Variable Length Records changes at any time.

Point Data Format ID: The point data format ID corresponds to the point data record format type. LAS 1.2 defines types 0, 1, 2 and 3.

Point Data Record Length: The size, in bytes, of the Point Data Record.

Number of point records: This field contains the total number of point records within the file.

Number of points by return: This field contains an array of the total point records per return. The first unsigned long value will be the total number of records from the first return, and the second contains the total number for return two, and so forth up to five returns.

X, Y, and Z scale factors: The scale factor fields contain a double floating point value that is used to scale the corresponding X, Y, and Z long values within the point records. The corresponding X, Y, and Z scale factor must be multiplied by the X, Y, or Z point record value to get the actual X, Y, or Z coordinate. For example, if the X, Y, and Z coordinates are intended to have two decimal point values, then each scale factor will contain the number 0.01.

X, Y, and Z offset: The offset fields should be used to set the overall offset for the point records. In general these numbers will be zero, but for certain cases the resolution of the point data may not be large enough for a given projection system. However, it should always be assumed that these numbers are used. So to scale a given X from the point record, take the point record X multiplied by the X scale factor, and then add the X offset.

$$X_{\text{coordinate}} = (X_{\text{record}} * X_{\text{scale}}) + X_{\text{offset}}$$

$$Y_{\text{coordinate}} = (Y_{\text{record}} * Y_{\text{scale}}) + Y_{\text{offset}}$$

$$Z_{\text{coordinate}} = (Z_{\text{record}} * Z_{\text{scale}}) + Z_{\text{offset}}$$

Max and Min X, Y, Z: The max and min data fields are the actual unscaled extents of the LAS point file data, specified in the coordinate system of the LAS data.

The projection information for the point data is required for all data. The projection information will be placed in the Variable Length Records. Placing the projection information within the Variable Length Records allows for any projection to be defined including custom projections. The GeoTiff specification <http://www.remotesensing.org/geotiff/geotiff.html> is the model for representing the projection information, and the format is explicitly defined by this specification.

VARIABLE LENGTH RECORDS:

The Public Header Block is followed by one or more Variable Length Records (There is one mandatory Variable Length Record, **GeoKeyDirectoryTag**). The number of Variable Length Records is specified in the "Number of Variable Length Records" field in the Public Header Block. The Variable Length Records must be accessed sequentially since the size of each variable length record is contained in the Variable Length Record Header. Each Variable Length Record Header is 54 bytes in length.

VARIABLE LENGTH RECORD HEADER

Item	Format	Size	Required
Reserved	unsigned short	2 bytes	
User ID	char[16]	16 bytes	*
Record ID	unsigned short	2 bytes	*
Record Length After Header	unsigned short	2 bytes	*
Description	char[32]	32 bytes	

User ID: The User ID field is ASCII character data that identifies the user which created the variable length record. It is possible to have many Variable Length Records from different sources with different User IDs. If the character data is less than 16 characters, the remaining data must be null. The User ID must be registered with the LAS specification managing body. The management of these User IDs ensures that no two individuals accidentally use the same User ID. The specification will initially use two IDs: one for globally specified records (LASF_Spec), and another for projection types (LASF_Projection). Keys may be requested at <http://www.asprs.org/lasform/keyform.html>.

Record ID: The Record ID is dependent upon the User ID. There can be 0 to 65535 Record IDs for every User ID. The LAS specification manages its own Record IDs (User IDs owned by the specification), otherwise Record IDs will be managed by the owner of the given User ID. Thus each User ID is allowed to assign 0 to 65535 Record IDs in any manner they desire. Publicizing the meaning of a given Record ID is left to the owner of the given User ID. Unknown User ID/Record ID combinations should be ignored.

Record Length after Header: The record length is the number of bytes for the record after the end of the standard part of the header. Thus the entire record length is 54 bytes (the header size in version 1.2) plus the number of bytes in the variable length portion of the record.

Description: Optional, null terminated text description of the data. Any remaining characters not used must be null.

POINT DATA RECORD

NOTE: Point Data Start Signature was removed in LAS Version 1.1. LAS file I/O software must use the **Offset to Point Data** field in the Public Header Block to locate the starting position of the first Point Data Record. Note that all Point Data Records must be the same type (0, 1, 2 or 3).

POINT DATA RECORD FORMAT 0:

Item	Format	Size	Required
X	long	4 bytes	*
Y	long	4 bytes	*
Z	long	4 bytes	*
Intensity	unsigned short	2 bytes	
Return Number	3 bits (bits 0, 1, 2)	3 bits	*
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bits 3, 4, 5)	3 bits	*
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 bit	*
Edge of Flight Line	1 bit (bit 7)	1 bit	*
Classification	unsigned char	1 byte	*
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	char	1 byte	*
User Data	unsigned char	1 byte	
Point Source ID	unsigned short	2 bytes	*

X, Y, and Z: The X, Y, and Z values are stored as long integers. The X, Y, and Z values are used in conjunction with the scale values and the offset values to determine the coordinate for each point as described in the Public Header Block section.

Intensity: The intensity value is the integer representation of the pulse return magnitude. This value is optional and system specific. However, it should always be included if available.

NOTE: The following four fields (Return Number, Number of Returns, Scan Direction Flag and Edge of Flight Line) are bit fields within a single byte.

Return Number: The Return Number is the pulse return number for a given output pulse. A given output laser pulse can have many returns, and they must be marked in sequence of return. The first return will have a Return Number of one, the second a Return Number of two, and so on up to five returns.

Number of Returns (for this emitted pulse): The Number of Returns is the total number of returns for a given pulse. For example, a laser data point may be return two (Return Number) within a total number of five returns.

Scan Direction Flag: The Scan Direction Flag denotes the direction at which the scanner mirror was traveling at the time of the output pulse. A bit value of 1 is a positive scan direction, and a bit value of 0 is a negative scan direction (where positive scan direction is a scan moving from the left side of the in-track direction to the right side and negative the opposite).

Edge of Flight Line: The Edge of Flight Line data bit has a value of 1 only when the point is at the end of a scan. It is the last point on a given scan line before it changes direction.

Classification: Classification in LAS 1.0 was essentially user defined and optional. LAS 1.1 defines a standard set of ASPRS classifications. In addition, the field is now mandatory. If a

point has never been classified, this byte must be set to zero. There are no user defined classes since both point format 0 and point format 1 supply 8 bits per point for user defined operations.

Note that the format for classification is a bit encoded field with the lower five bits used for class and the three high bits used for flags. The bit definitions are:

Classification Bit Field Encoding

Bits	Field Name	Description
0:4	Classification	Standard ASPRS classification as defined in the following classification table.
5	Synthetic	If set then this point was created by a technique other than LIDAR collection such as digitized from a photogrammetric stereo model.
6	Key-point	If set, this point is considered to be a model key-point and thus generally should not be withheld in a thinning algorithm.
7	Withheld	If set, this point should not be included in processing (synonymous with Deleted).

Note that bits 5, 6 and 7 are treated as flags and can be set or clear in any combination. For example, a point with bits 5 and 6 both set to one and the lower five bits set to 2 (see table below) would be a *Ground* point that had been *Synthetically* collected and marked as a *model key-point*.

Classification must adhere to the following standard (we expect to assign the ASPRS Reserved values as LAS Version 1.1a, 1.1b, etc. augmentations):

ASPRS Standard LIDAR Point Classes

Classification Value (bits 0:4)	Meaning
0	Created, never classified
1	Unclassified ¹
2	Ground
3	Low Vegetation
4	Medium Vegetation
5	High Vegetation
6	Building
7	Low Point (noise)
8	Model Key-point (mass point)
9	Water
10	<i>Reserved for ASPRS Definition</i>
11	<i>Reserved for ASPRS Definition</i>
12	Overlap Points ²
13-31	<i>Reserved for ASPRS Definition</i>

¹ We are using both 0 and 1 as *Unclassified* to maintain compatibility with current popular classification software such as TerraScan. We extend the idea of classification value 1 to include cases in which data have been subjected to a classification algorithm but emerged in an undefined state. For example, data with class 0 is sent through an algorithm to detect man-made structures – points that emerge without having been assigned as belonging to structures could be remapped from class 0 to class 1.

² Overlap Points are those points that were immediately culled during the merging of overlapping flight lines. In general, the *Withheld* bit should be set since these points are not subsequently classified.

[A note on Bit Fields – The LAS storage format is “Little Endian.” This means that multi-byte data fields are stored in memory from least significant byte at the low address to most significant byte at the high address. Bit fields are always interpreted as bit 0 set to 1 equals 1, bit 1 set to 1 equals 2, bit 2 set to 1 equals 4 and so forth.]

Scan Angle Rank: The Scan Angle Rank is a signed one-byte number with a valid range from -90 to +90. The Scan Angle Rank is the angle (rounded to the nearest integer in the absolute value sense) at which the laser point was output from the laser system including the roll of the aircraft. The scan angle is within 1 degree of accuracy from +90 to -90 degrees. The scan angle is an angle based on 0 degrees being nadir, and -90 degrees to the left side of the aircraft in the direction of flight.

User Data: This field may be used at the user’s discretion.

Point Source ID: This value indicates the file from which this point originated. Valid values for this field are 1 to 65,535 inclusive with zero being used for a special case discussed below. The numerical value corresponds to the File Source ID from which this point originated. Zero is reserved as a convenience to system implementers. A Point Source ID of zero implies that this point originated in this file. This implies that processing software should set the Point Source ID equal to the File Source ID of the file containing this point at some time during processing.

NOTE: The File Marker field in the LAS 1.0 structure was generally miscoded and/or not implemented by users. The entire concept was removed from LAS 1.1 and this single byte field has been renamed User Data and is available for any use. The extended records associated with this field in the original LAS 1.0 specification are removed. Please note that the field named User Bit Field has been renamed Point Source ID and is no longer available for general use.

POINT DATA RECORD FORMAT 1:

Item	Format	Size	Required
X	long	4 bytes	*
Y	long	4 bytes	*
Z	long	4 bytes	*
intensity	unsigned short	2 bytes	
Return Number	3 bits (bits 0, 1, 2)	3 bits	*
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bits 3, 4, 5)	3 bits	*
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 bit	*
Edge of Flight Line	1 bit (bit 7)	1 bit	*
Classification	unsigned char	1 byte	*
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	unsigned char	1 byte	*
User Data	unsigned char	1 byte	
Point Source ID	unsigned short	2 bytes	*
GPS Time	double	8 bytes	*

Point Data Record Format 1 is the same as Point Data Record Format 0 with the addition of GPS Time.

GPS Time: The GPS Time is the double floating point time tag value at which the point was acquired. It is GPS Week Time if the Global Encoding low bit is clear and POSIX Time if the Global Encoding low bit is set (*see Global Encoding in the Public Header Block description*).

POINT DATA RECORD FORMAT 2:

Item	Format	Size	Required
X	long	4 bytes	*
Y	long	4 bytes	*
Z	long	4 bytes	*
Intensity	unsigned short	2 bytes	
Return Number	3 bits (bits 0, 1, 2)	3 bits	*
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bits 3, 4, 5)	3 bits	*
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 bit	*
Edge of Flight Line	1 bit (bit 7)	1 bit	*
Classification	unsigned char	1 byte	*
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	unsigned char	1 byte	*
User Data	unsigned char	1 byte	
Point Source ID	unsigned short	2 bytes	*
Red	unsigned short	2 bytes	*
Green	unsigned short	2 bytes	*
Blue	unsigned short	2 bytes	*

Point Data Record Format 2 is the same as Point Data Record Format 0 with the addition of three color channels. These fields are used when "colorizing" a LIDAR point using ancillary data, typically from a camera.

Red: The Red image channel value associated with this point

Green: The Green image channel value associated with this point

Blue: The Blue image channel value associated with this point

POINT DATA RECORD FORMAT 3:

Item	Format	Size	Required
X	long	4 bytes	*
Y	long	4 bytes	*
Z	long	4 bytes	*
Intensity	unsigned short	2 bytes	
Return Number	3 bits (bits 0, 1, 2)	3 bits	*
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bits 3, 4, 5)	3 bits	*
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 bit	*
Edge of Flight Line	1 bit (bit 7)	1 bit	*
Classification	unsigned char	1 byte	*
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	unsigned char	1 byte	*
User Data	unsigned char	1 byte	
Point Source ID	unsigned short	2 bytes	*
GPS Time	double	8 bytes	*
Red	unsigned short	2 bytes	*
Green	unsigned short	2 bytes	*
Blue	unsigned short	2 bytes	*

Point Data Record Format 3 is the same as Point Data Record Format 2 with the addition of GPS Time.

DEFINED VARIABLE LENGTH RECORDS:

Georeferencing Information

Georeferencing for the LAS format will use the same robust mechanism that was developed for the GeoTIFF standard. The variable length header records section will contain the same data that would be contained in the GeoTIFF key tags of a TIFF file. With this approach, any vendor that has existing code to interpret the coordinate system information from GeoTIFF tags can simply feed the software with the information taken from the LAS file header. Since LAS is not a raster format and each point contains its own absolute location information, only 3 of the 6 GeoTIFF tags are necessary. The ModelTiePointTag (33922), ModelPixelScaleTag (33550), and ModelTransformationTag (34264) records can be excluded. The GeoKeyDirectoryTag (34735), GeoDoubleParamsTag (34736), and GeoASCIIParamsTag (34737) records are used.

Only the GeoKeyDirectoryTag record is required. The GeoDoubleParamsTag and GeoASCIIParamsTag records may or may not be present, depending on the content of the GeoKeyDirectoryTag record.

GeoKeyDirectoryTag Record: (mandatory)

User ID: LASF_Projection
Record ID: 34735

This record contains the key values that define the coordinate system. A complete description can be found in the GeoTIFF format specification. Here is a summary from a programmatic point of view for someone interested in implementation.

The GeoKeyDirectoryTag is defined as just an array of unsigned short values. But, programmatically, the data can be seen as something like this:

```
struct sGeoKeys
{
    unsigned short wKeyDirectoryVersion;
    unsigned short wKeyRevision;
    unsigned short wMinorRevision;
    unsigned short wNumberOfKeys;
    struct sKeyEntry
    {
        unsigned short wKeyID;
        unsigned short wTIFFTagLocation;
        unsigned short wCount;
        unsigned short wValue_Offset;
    } pKey[1];
};
```

Where:

wKeyDirectoryVersion = 1;	// Always
wKeyRevision = 1;	// Always
wMinorRevision = 0;	// Always

wNumberOfKeys // Number of sets of 4 unsigned shorts to follow

For each set of 4 unsigned shorts:

Name	Definition
wKeyID	Defined key ID for each piece of GeoTIFF data. IDs contained in the GeoTIFF specification.
wTIFFTagLocation	Indicates where the data for this key is located: 0 means data is in the wValue_Offset field as an unsigned short. 34736 means the data is located at index wValue_Offset of the GeoDoubleParamsTag record. 34767 means the data is located at index wValue_Offset of the GeoAsciiParamsTag record.
wCount	Number of characters in string for values of GeoAsciiParamsTag , otherwise is 1
wValue_Offset	Contents vary depending on value for wTIFFTagLocation above

GeoDoubleParamsTag Record: (optional)

User ID: LASF_Projection

Record ID: 34736

This record is simply an array of doubles that contain values referenced by tag sets in the GeoKeyDirectoryTag record.

GeoAsciiParamsTag Record: (Optional)

User ID: LASF_Projection

Record ID: 34737

This record is simply an array of ASCII data. It contains many strings separated by null terminator characters which are referenced by position from data in the GeoKeyDirectoryTag record.

Classification lookup: (optional)

User ID: LASF_Spec

Record ID: 0

Record Length after Header: 255 recs X 16 byte struct len

struct CLASSIFICATION

```
{  
    unsigned char ClassNumber;  
    char Description[15];  
};
```

Header lookup for flight-lines:

(Removed with Version 1.1 - Point Source ID in combination with Source ID provides the new scheme for directly encoding flight line number. Thus variable Record ID 1 now becomes reserved for future use.)

User ID: LASF_Spec
Record ID: 1

Histogram: (optional)

User ID: LASF_Spec
Record ID: 2

Text area description: (optional)

User ID: LASF_Spec
Record ID: 3

4

[illegible]

št. Območja	ima posnetka	easting v D96/TM v m	northing v D96/TM v m	nadmorska višina	omega v st	fi v st	kapa v st	datum zajema	ura zajema	koordiniran čas	DTI v m
					F9.6	F9.6	F10.6	datum	F12.5	ura:min:sek	F4.2
tekst	tekst	F10.3	F10.3	F8.3							
BLOK	POSN_OZN	e	n	H	OM	FI	KA	DATUM	URA	UTC	DTI
A201	AF11-01-0001	389704.250	85481.649	3929.029	0.06934	0.08578	-89.99884	28.03.2011	383724.19360	10:35:24.19	0.40
A201	AF11-01-0002	390608.225	85477.627	3928.912	-0.30462	-0.03031	-90.04142	28.03.2011	383713.63112	10:35:13.63	0.40
A201	AF11-01-0003	391512.770	85491.020	3927.943	1.90733	-0.23854	-89.46769	28.03.2011	383703.11552	10:35:03.12	0.40
A201	AF11-01-0004	392418.025	85497.045	3924.649	0.76806	0.37062	-89.96426	28.03.2011	383692.58430	10:34:52.58	0.40

Številka območja	ime območja	oznaka letnice AF	ime naročnika /geocodirani/ inštitut Slovenije	ime izvajalca	oznaka senzora RGB, BW, IR...	datum: izjava	oznaka letala	proizvajalec in kalibracija	fokus	visočilni prelopi v %	prečni prelopi v %	DTI	merilo	š. barov na območju	š. posnetkov na območju	X-območje min	X-območje max	Y-območje min	Y-območje max	komentar
BLOK	IME_BLOKA	AF_OZN	IME_IJAVALCA	oznaka letala	DATUMI	oznaka letala	PROIZVAJALEC	F7.3	N3	N3	PREK_V	DTI	MERILO	N3	ST_TOSN	500000	510000	100000	110000	OPOMBE
A201	IME_OBMOCIJA	AF11	IME_IJAVALCA	oznaka letala	28.4.2011	oznaka letala	KALIB	FOCUS	60	60	30	0.10	1:17000	19	784	450000	455000	90000	95000	