



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 B in C)

(TD_LSS_BC za zajem podatkov)

Verzija 4.2

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.....	9
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
3	ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI	12
3.1	NOTRANJA KONTROLA KAKOVOSTI	13
3.1.1	<i>Georeferenciran oblak točk</i>	13
3.2	ZUNANJA KONTROLA KAKOVOSTI	14
4	PREDAJA IZDELKOV	14
4.1	VSEBINA PREDAJE	14
4.2	SEZNAM VSEH MAP.....	14
4.3	NASLOV PREDAJE	15
5	TEHNIČNA VSEBINA PONUDBE.....	15
5.1	NATANČEN OPIS IZVEDBE PROJEKTA IN OPIS UPORABLJENE OPREME.....	15
6	PRILOGE.....	15
6.1	PRILOGA: VSEBINA TEHNIČNIH POROČIL	15
6.2	PRILOGA: KONTROLA RAVNINSKE IN VIŠINSKE TOČNOSTI	15
6.3	PRILOGA: SPECIFIKACIJE LAS 1.2	15

|

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

ALS - aerolasersko skeniranje

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

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

LSS – Lasersko skeniranje Slovenije

LS – lasersko skeniranje

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

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 celotno površino Slovenije (20.273 km²) in čezmejni pas v širini 250 m. Območje projekta je razdeljeno na 2 območji (glej sliko 1): B in C, ki sta določeni glede na različno gostoto zajema podatkov aerolaserskega skeniranja (ALS):

- območje B: 5 točk na m²: večji del države oz. osrednja Slovenija in
- območje C: 2 točki na m²: visokogorje in območja velikih gozdov.

Za posamezno območje se izvede aerolasersko skeniranje in izdelajo izdelki, ki jih izvajalec preda naročniku. Osnovni izdelki, ki se predajo so: izvorni podatki aerolaserskega skeniranja in georeferenciran oblak točk (GOT), ki se izračuna iz izvornih podatkov. Natančnejša opredelitev vseh izdelkov je opisana v nadaljevanju.

Število in natančne lokacije podobmočji na območju C bodo določene v izvedbenem razpisu. Skupna površina območja C v izvedbenem razpisu ne bo večja od 15% celotne površine države. Na Sliki 1 so označena podobmočja C, ki bodo zelo verjetno tudi v izvedbenem razpisu spadala v območje C, pokrivajo pa cca. 12% celotne površine države. Vas preostala površina, ki ne spada v območje C spada v območje B. Na Sliki 1 sta označena dva bloka (del območja B), kjer se projekt oz. ALS ne izvaja, saj so bili podatki za predani v projektu LSA2011.



Slika 1: Območji B in C ter bloka, kjer se ALS ne izvaja

Območje C bo določeno z zaprtimi poligoni in bo v obliki SHP datoteke na voljo v izvedbenem razpisu. Natančne meje posameznih območij bodo v izvedbenem razpisu zapisane v koordinatnem sistemu D96/TM.

Glede na delitev na območji B in C izvajalec samostojno razdeli celotno območje države na bloke v velikosti od 500 km² do 2000 km², ki se skenirajo, obdelujejo in oddajajo ločeno, kot samostojne enote. Bloki naj bodo čimbolj pravokotne oblike. Pri oblikovanju blokov ima prednost kriterij zahtevane gostote. Posamezen blok lahko vsebuje samo eno območje gostote, t.j. B ali C.

Velikost bloka se za zajem podatkov se na meji blokov poveča za 200 m, tako da je med sosednjima blokoma najmanj 400 m preklopa. Vsak blok se skenira in obdeluje ločeno. Tudi vsi podatki, rezultati, notranja kontrola in poročila se oddajajo ločeno po blokih. Pomembno je, da so prehodi med bloki geomorfološko pravilni in vsi izdelki med seboj zvezno povezljivi.

Celotno območje države bo lahko razdeljeno na največ 3 lote, ki bodo opredeljeni v izvedbenem razpisu.

Predaje se izvedejo po posameznih blokih v državnem ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM z elipsoidnimi višinami.

1.2 Časovnica in poročanje

Časovnica predaje rezultatov bo priložena izvedbenemu razpisu. Projekt se bo začel s podpisom pogodbe med izbranim izvajalcem in naročnikom, ki je predviden za 1.11. 2013. Datum dokončnega prevzema pogodbenega dela je 1.07.2015.

Od začetka do konca projekta mora izvajalec naročniku pošiljati 14 dnevna poročila (vsak drugi ponedeljek) po e-pošti za vse izdelke. Vsebina tedenskih 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),
- 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,.

2.1 Izvorni podatki in georeferenciran oblak točk

Izvorne podatke in georeferenciran oblak točk (GOT) se zajema, procesira ter oddaja za celotno državo (razen omenjenih dveh blokov) in čezmejni pas v širini 250 m po blokih.

2.1.1 Opis zahtev

Aerolasersko skeniranje se načrtuje in izvede glede na bloke, ki jih izvajalec oblikuje samostojno znotraj potencialnih lotov.

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, 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 skeniranjem 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 izvesti predvideno ALS.

Laserska skeniranja se obvezno izvedejo v času neolistanja in brez snežne odeje. Lasersko skeniranje 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.

Lasersko skeniranje mora biti izvedeno z uporabo GNSS-INS sistema za lociranje podatkov laserskega skeniranja. 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. 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 lasersko skeniranje in izdelati naslednje izdelke:

- v okviru surovih podatkov je potrebno predati vse izvirne podatke zajete v času ALS iz katerih je mogoče z ustrežno 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 dokončno izboljšani glede na zahtevano absolutno ravninsko in višinsko točnost, ki je določena v nadaljevanju.

GOT mora vsebovati tudi vse izvirno zajete atribute, ki so zapisani za vsako točko ob zajemu podatkov, glede na specifikacije formata LAS, ki je zapisan v prilogi 6.3.

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 za območje B mora biti vsaj 5 točk/m², in za območje C vsaj 2 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. 500 točk za območje B in 200 točk za območje C.

Izvajalec je dolžan izvajati ustrezne kalibracije celotnega sistema aerolaserskega skenerja. 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.

Izvajalec opravi kontrolo absolutne točnosti z uporabo kontrolnih površin (npr. strehe). Za vsak blok je potrebno uporabiti kontrolne površine, da se izmeri vsaj 5 kontrolnih točk za minimalno velikost bloka in dodatno točko na vsakih dodatnih 100 km², ki so enakomerno razporejene v bloku in bodo služile za kontrolo in izboljšanje georeferenciranja podatkov. Izvajalec da na razpolago naročniku v poročilu rezultate terenskih meritev za posamezno kontrolno točko in tudi rezultate analize odstopanj, ki jih dokumentira v prilogi 6.2.

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 6.3). V vseh datotekah, ki se predajajo v obliki LAS je potrebno obdržati izvirno 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 izvirno zajete vrednosti. Upoštevati je potrebno specifikacije, ki so v Prilogi 6.3.

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 datotek organizira v mape:

Poimenovanje map in podmap predanih podatkov:

Ime_bloka (npr. B301)

B301

```
    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 izvirno 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:
 - izvirno zajete podatke iz skenerja,
 - izvirno zajete podatke INS in GNSS na nosilcu senzorja,
 - izvirno 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 GPNSS 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 uporabljenimi verzijami 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, INS - skener, idr.)
- povprečna višina leta med skeniranjem 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. B301)/METAPODATKI

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

Ime_bloka (npr. B301)

B301

TEHNICNA_POROCILA

METAPODATKI

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".

Zapisi o kakovosti:

- Zapisi o kontroli kakovosti so nujna vsebina elaborata. 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.
- Če naročnik z rezultati izvedene kontrole proizvodnega procesa pri izvajalcu ni zadovoljen lahko predčasno prekine pogodbo.

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 podmape 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 prekrivanju GOT s sosednjimi bloki,
- 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 znotraj bloka in s sosednjimi bloki oz. relativni točnosti zajetih točk.

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

Ime_bloka (npr. A201)

A201

NOTRANJA_KONTROLA

GOT

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,
 - ...

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. B301

ORIG

SKEN
INS
GNSS
GNSS_REF
LIDAR_IZDELKI
GOT
TEHNIČNA_POROCILA
NOTRANJA_KONTROLA
GOT
METAPODATKI

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 podpišeta 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 vsebovati 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 ponudnik opiše morebitne težave, ki so se pojavile ob izvedbi in kako je te težave rešil.

6.2 Priloga: Kontrola ravninske in višinske točnosti

Glej priloženo datoteko: 6.2_Priloga_Kontrola_tocnosti.xls

6.3 Priloga: Specifikacije LAS 1.2

Glej priloženo datoteko: 6.3_Priloga_ASPRS_LAS_v12.pdf

----- 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

Tabela kontrole višin

[illegible]