

**LAS-TIEDOSTON SISÄLTÖ**

Las-tiedoston version 1.4 mukainen runko koostuu neljästä eri lohokosta, ja jokaiseen lohkoon voidaan tallentaa vain standardissa sovittua tietoa ja jokainen lohko sisältää sovitun määrän soluja. Soluun on tallennettu arvo little-endian tavujärjestyksessä, joka voidaan lukea. 1 tavu on 8 bittiä ja yhdessä solussa yleensä on vähintään 1 tavu, ja standardin 1.4 mukaan pisin solu on 120 tavua. (21.)

Las-tiedoston runko on muuttunut ajan kuluessa. Kuvassa 1 näkyy version 1.2 mukainen lohkojako ja kuvassa 2 uudempi lohkojako.

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

*KUVA 1. Version 1.2 lohkojako (21, las 1.4 spesifikaatio)*

**Table 1: LAS 1.4 Format Definition**

PUBLIC HEADER BLOCK
VARIABLE LENGTH RECORDS (VLR)
POINT DATA RECORDS
EXTENDED VARIABLE LENGTH RECORDS (EVLRL)

*KUVA 2. Version 1.3 lohkojako (21, las 1.3 spesifikaatio)*

## Public header -lohko

Tähän lohkoon on tallennettu tiedoston tunniste "LASF", joka löytyy ensimmäisestä solusta, tiedoston standardin versionumero, tiedostontekijä tietoa ja tiedoston kokoon ja muuta siihen liittyvää tietoa. (Katso kuva 3.) Erittäin tärkeitä tietoja ovat offset to point data -solu, joka kertoo, mistä kohdin alkaa tiedoston pistepilvidata (point data records -lohko) sekä point data record format-, point data record length- ja legacy number of points -solut. (21.)

### PUBLIC HEADER BLOCK:

**Table 3: 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 Record Format	unsigned char	1 byte	*
Point Data Record Length	unsigned short	2 bytes	*
Legacy Number of point records	unsigned long	4 bytes	*
Legacy 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	*
Start of Waveform Data Packet Record	Unsigned long long	8 bytes	*
Start of first Extended Variable Length Record	unsigned long long	8 bytes	*
Number of Extended Variable Length Records	unsigned long	4 bytes	*
Number of point records	unsigned long long	8 bytes	*
Number of points by return	unsigned long long [15]	120 bytes	*

**KUVA 3. Version 1.4 public header lohko (21, las 1.4 spesifikaatio)**

Point data record format kertoo pistepilvilohkon tyyppin ja tyyppin avulla tiedämme mitä mittausdataa lohko sisältää (MML käyttää tyyppiä 1), point data record length -solu kertoo yhden laserkeilauspisteen tiedon määrän tavuina ja legacy number of points -solu kertoo pistepilven koon. Versioon 1.4 on tullut loppuun viisi solua lisää verrattuna versioon 1.2. (Katso kuva 3.)

### Variable length records -lohko

Tämä lohko on tarkoitettu yleisen tiedon tallennukseen esimerkiksi mittauksen suorittajista ja suorituksen lyhyt kuvaus voidaan tallentaa tänne. (Katso kuva 4.)

Tämä lohko ei ole muuttunut versioiden 1.0 - 1.4 välillä.

**Table 6: 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	

*KUVA 4. VRL (21 las 1.4 spesifikaatio)*

### Point data record -lohko

Las-tiedoston tärkein kohta on point data records -lohko, koska se pitää sisällään kaiken tallennetun tiedon laserkeilauksesta. (Katso kuva 5.) Erilaisia point data records -lohkon tyyppejä on useita, eri tarkoituksiin soveltuvia (Katso kuva 6.). MML käyttää tyyppiä 1, jonka pituus on 28 tavua.

Lohko sisältää ensin laserkeilauslaitteen tallentamat tiedot: koordinaattipisteet x ja y, korkeustiedon z, paluukaiun intensiteetin, tiedon monesko paluukaiku on kyseessä, kaikujen määrän ja paluukaiut ja välikaiut yhteensä. Tiedämme, että kerran lähetetty laserpulssi voi heijastua takaisin useasti.

Scan direction flag kertoo, onko scan angle -kulma negatiivinen vai positiivinen eli keilataanko vasenta vai oikeaa puolta.

Edge of flight line kertoo, onko mitattu pulssi ollut lentoreitin reunalla.

Classification arvo kertoo, mistä laserpulssi on heijastunut. Tämä arvo lisätään MML:n toimesta ja tätä toimenpidettä kutsutaan luokitteluksi. Käyttäjä voi itse myös muuttaa luokitusta kirjoittamalla classification-soluun uuden arvon.

**Table 10: 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 – 2)	3 bits	*
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bits 3 – 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	*
GPS Time	double	8 bytes	*

**KUVA 5. Pistepilven tallennuslohkon tyyppi 1 (21, las 1.4 spesifikaatio)**

**Table 9: ASPRS Standard LIDAR Point Classes (Point Data Record Format 0-5)**

<i>Classification Value (bits 0:4)</i>	<i>Meaning</i>
0	Created, never classified
1	Unclassified <sup>1</sup>
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 <sup>2</sup>
13-31	<i>Reserved for ASPRS Definition</i>

**KUVA 6. Las-formaatin mukaiset standardiluokat (21, las 1.4 spesifikaatio)**

Scan angle rank -solu kertoo pyyhkäisykulman, joka on ollut mittaushetkellä.

User data -solu on käyttäjää varten vapaasti käytettävissä

Point source ID -solu ja Public header -lohkon file source ID -solu ovat keskenään yhteydessä, ja näillä voidaan todeta lentoreittien ja skannaus hetkien yhteneväisyyksiä, mikäli ovat käytössä.

## Extended Variable Length Records -lohko

Käytännössä sama kuin variable length records -lohko, mutta voi sisältää enemmän hyötydataa. (Katso kuva 7.)

Table 4.17 – Extended 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 long long	8 bytes	*
Description	char[32]	32 bytes	

KUVA 7. Extended variable length record -lohko (21, las 1.4 spesifikaatio)

## LAS-tiedoston manuaalinen tarkastelu

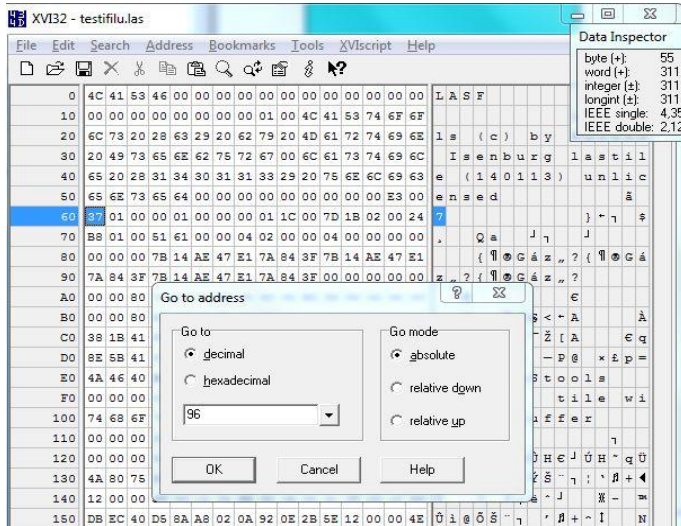
Laz-tiedostoja voidaan käsitellä myös ilman erikoisohjelmaa vain hex-editori ja LASzip-ohjelma riittää, tosin mitään suurta tietomäärää ei kannata näin käsitellä. Ensimmäiseksi laz-tiedosto on purettava las-tiedostoksi LASzip ohjelmalla, jolloin se voidaan aukaista hex-editorilla. Sitten huomioidaan, että public header -lohkossa ja offset to point data -solussa oleva arvo kertoo tavujen määrän tiedoston alusta pistepilven alkuun. Offset to point data -solun arvon sijainti las-tiedostossa saadaan, kun lasketaan Size -sarakeessa olevat luvut yhteen. Alusta sarakeeseen asti eli jätetään offset to point data -sarake pois laskuista. (Katso kuva 8.) Yhteenlaskun tulos on 96 tavua (60 heksadesimaalina).

Table 3: 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	*

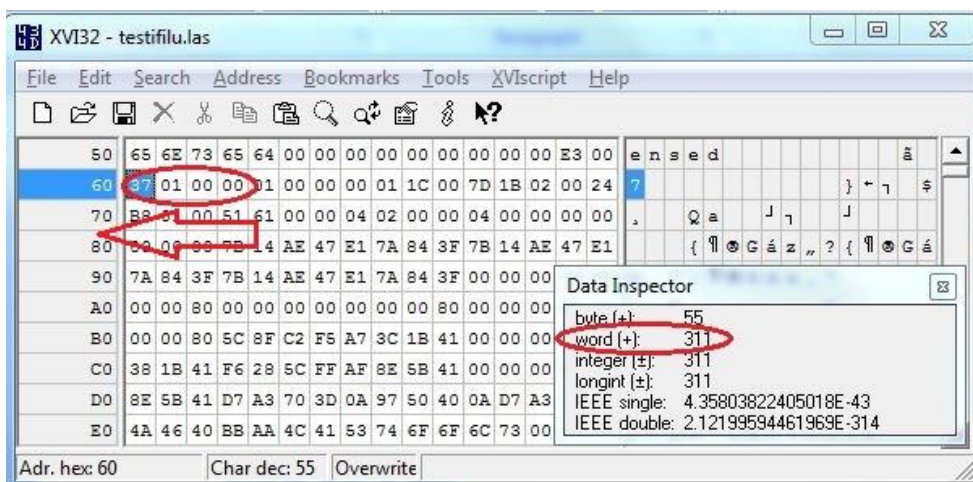
KUVA 8. Tavujen määrä alusta offset to point kohtaan (21, las 1.4 spesifikaatio)

Tämän jälkeen käytetään hex-editorin goto tai vastaavaa -hakutyökalua, jolla päästään haluttu määrä (96) tavuja eteenpäin tiedostossa (katso kuva 9). Kuvasta 8 nähdään, että offset to point data on 4 tavua pitkä eli haettu arvo on paikoissa 96, 97, 98, 99. Kun goto-työkalu on löytänyt halutun kohdan, muistetaan, että tavujärjestys on käänteinen (little-endian).



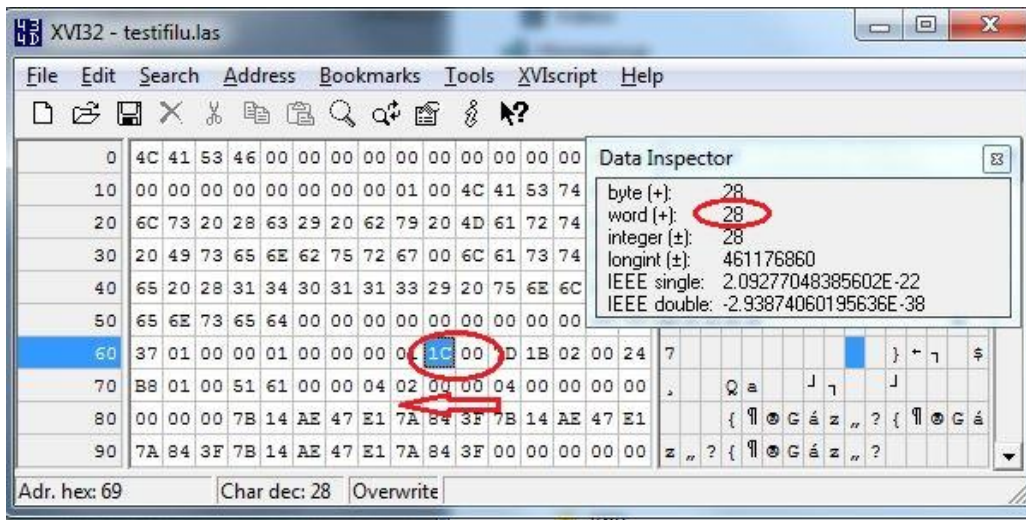
KUVA 9. Goto-työkalulla siirrytään paikkaan 96

Tämä tarkoittaa, että paikassa 96 oleva luku on vähiten merkitsevä luku, solun arvo on 37. Sen jälkeen saadaan luku 01 ja sitten 00 ja viimeiseksi 00 (37010000). Saatu arvo pitää kääntää, joten oikea arvo on heksadesimaalina 00000137 ja desimaalina 311. (Katso kuva 10.) Huomaa punainen nuoli osoittaa käänteisen tavujärjestyksen.

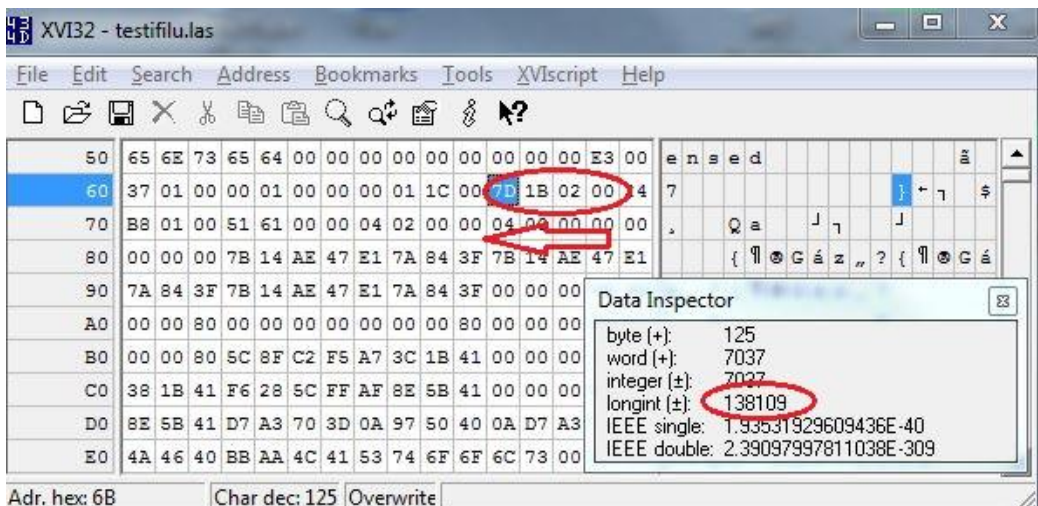


KUVA 10. Paikan 96-99 (60-63 hex) arvo on 311 (00000137 hex)

Seuraavaksi tarvitaan tiedot, kuinka monta tavua on yhdessä laserkeilauspisteessä ja kuinka montako laserkeilauspistettä on koko tiedostossa. Tämä tieto on legacy number of points -solussa. (Katso kuva 3.) Tiedon paikka las-tiedostossa löytyy samalla tavalla kuin edellä oli kerrottu eli laskemalla size -sarakkeen luvut yhteen aina haluttua edeltävään soluun asti. Point data record length -solun paikka on 105-106 (69-6A hex) ja legacy number of points -solun paikka on 107-110 (6B-6E hex). (Katso kuvat 11 ja 12.)



KUVA 11. Point data record length -solun arvo 28 (001C hex)



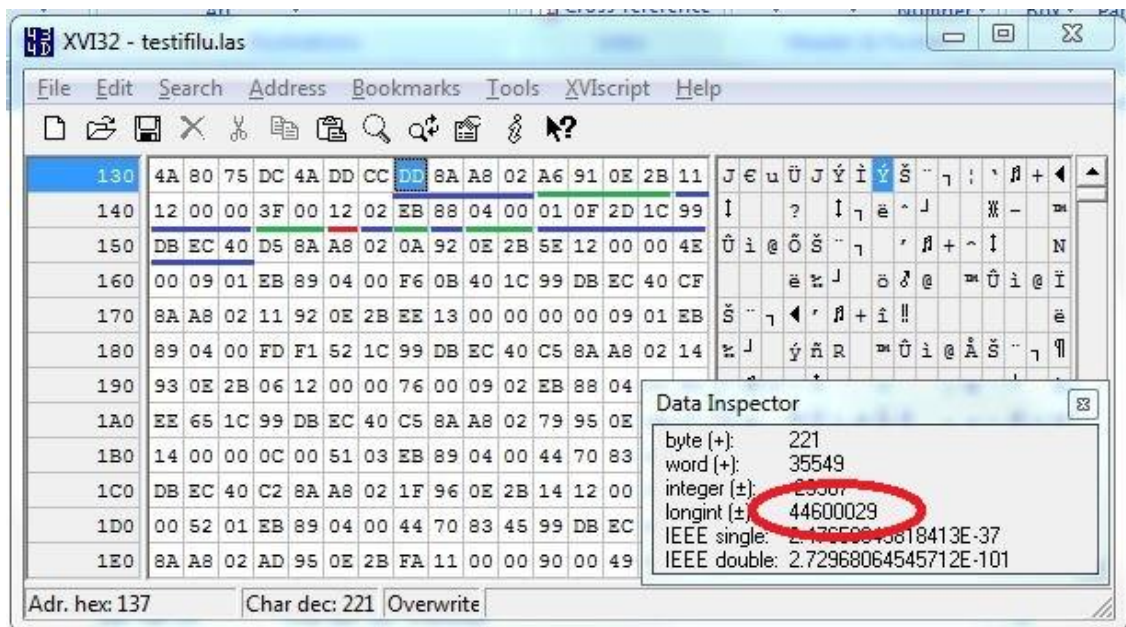
KUVA 12. Legacy number of points -solun arvo 138109 (00021B7D hex)

Nyt saatiin tarvittavat lähtöarvot, joilla voidaan tutkia las-tiedostoa: 311, 28, 138109.

Ensin goto-työkalulla siirrytään alusta 311 tavua pistepilven aloituspaikkaan (Point data record -lohkoon) ja sen jälkeen seuraavat 28 tavua ovat yhden laserkeilauspisteen tiedot ja siitä seuraavat 28 tavua ovat taas seuraavan pisteen tiedot aina 138109 kertaa.

Nämä 28 tavua pitävät sisällään 1. tyyppin mukaiset tiedot, kuten kuvassa 5 on esitetty.

Ensimmäiset 4 tavua (merkitty sinisellä) kertoo X-koordinaatit 446000.29 (02A88ADD heksadesimalina), seuraavat 4 tavua (merkitty vihreällä) Y-koordinaatin ja sitten 4 tavua korkeustietoa jne. Punaisella merkitty yhden tavun alue pitää sisällään 4 eri tietoa, return number (3 bittiä), number of returns (3 bittiä), scan direction flag (1 bitti) ja edge of flight line (1 bitti). Solun pisin data on GPS-aika joka on 8 tavua ja on samalla viimeinen tieto. (Vertaa kuvaa 13.)



KUVA 13. Keilauspisteen 28 tavua, jotka ovat jaoteltuina solun tavukoon mukaan