



ХҮНС, ХӨДӨӨ АЖ  
АХУЙ, ХӨНГӨН  
ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ



АЗИЙН  
ХӨГЖЛИЙН БАНК

**Төслийн нэр:** Хүнсний ногооны үйлдвэрлэл ба усалгаатай хөдөө аж ахуй

No. L3895, L3896, G9502

**Гэрээний дугаар:** CS-16 багцын дугаартай 10 услалтын системийн  
нарийвчилсан зураг төсөл боловсруулах зөвлөх үйлчилгээний гэрээ

---

# ГЕОДЕЗИЙН БАЙРЗҮЙН ЗУРАГЛАЛ

---

**ХОВД АЙМАГ. ЭРДЭНЭБҮРЭН СУМ.  
ЭРДЭНЭБҮРЭНГИЙ УСЛАЛТЫН СИСТЕМ.**

(Монгол, Англи хэлээр)

УЛААНБААТАР ХОТ  
2021 оны 03 дугаар сар

**Геодези Газрын зураглалын Голден Лайн ХХК**

**Усалгаатай тариалангийн талбайн 1:2000-ны  
масштабтай байр зүйн тоон зураглалын  
ажлын тайлан**

**Объект: Ховд аймаг Эрдэнэбүрэн сум**



**Улаанбаатар хот 2020**

Геодези Газрын зураглалын Голден Лайн ХХК

**Усалгаатай тариалангийн талбайн 1:2000-ны  
масштабтай байр зүйн тоон зураглалын  
ажлын тайлан**

Объект: Ховд аймаг Эрдэнэбүрэн сум



Гүйцэтгэсэн:

Голден Лайн ХХК захирал  Д.Энхтүвшин

Инженер  Б.Жавхлан



Улаанбаатар хот 2020

## Гарчиг

<b>I. ЕРӨНХИЙ ХЭСЭГ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Төлөвлөж хийсэн ажлын зорилго зориулалт.....	1
1.2 Ажил гүйцэтгэсэн хугацаа, зохион байгуулалт.....	2
1.3 Хийж гүйцэтгэсэн ажлын хэмжээ.....	3
<b>II. УРЬД ОНУУДАД ХИЙЖ ГҮЙЦЭТГЭСЭН ГЕОДЕЗИЙН АЖЛЫН ТУХАЙ.....</b>	<b>3</b>
2.1 Урьд онуудад хийгдсэн геодезийн байрлал өндрийн сүлжээний тойм .....	4
2.2. Байр зүйн тоон зураглалын тухай тойм.....	5
<b>III. ЗУРАГЛАЛЫН СҮЛЖЭЭ БАЙГУУЛСАН ТУХАЙ .....</b>	<b>5</b>
3.1 Төвлөрсөн журмаар цэг бэлтгэх, суулгах .....	5
3.2 Зураглалын сүлжээ байгуулсан арга, технологи.....	6
3.3 Сүлжээг тэгшитгэн бодсон арга, үр дүн .....	8
<b>IV. АГААРЫН ЗУРГИЙН СТЕРЕО ФОТОГРАММЕТРИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ...9</b>	<b>9</b>
4.1 Агаарын зургийн стерео фотограмметрийн боловсруулалт.....	10
4.2 Аэротриангуляцийн бодолт, газар зүйн холболт.....	11
4.3 Газрын гадаргын тоон загвар үүсгэх, засварлах, хаялбар шугам үүсгэх... 12	
4.4 Ортофото зураг үүсгэх.....	13
<b>V. ОРТОФОТО ЗУРГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ .....</b>	<b>15</b>
5.1 1:2000-ны масштабтай байр зүйн зураг зохиох тухай.....	15
5.2 Ортофото зургийн тоон зуралтын ажил.....	16
<b>VI. ХҮЛЭЭЛГЭН ӨГСӨН МАТЕРИАЛ .....</b>	<b>16</b>

### ХАВСРАЛТУУД

ХАВСРАЛТ-1. Компаний гэрчилгээ, тусгай зөвшөөрлийн хуулбар

ХАВСРАЛТ-2. Багаж тоног төхөөрөмжийн техникийн үзүүлэлт, гэрчилгээ

ХАВСРАЛТ-3. Гүйцэтгэсэн ажлын схем зураг

ХАВСРАЛТ-4. Геодезийн байрлал, өндрийн сүлжээний цэгүүдийн хувийн хэрэг

ХАВСРАЛТ-5. Байрлалын сүлжээний тэгшитгэн бодолтын үр дүнгийн тайлан

ХАВСРАЛТ-6. Аэротриангуляцийн тэгшитгэн бодолтын үр дүн

## I.ЕРӨНХИЙ ХЭСЭГ

### 1.1 Төлөвлөж хийсэн ажлын зорилго

2020 оны 11 сарын 20нд “Хайдро Дизайн прожект” ХХК “Голден лайн” ХХК-ны хооронд хийгдсэн ..... тоот гэрээний дагуу Ховд аймгийн Эрдэнэбүрэн сумын нутагт усжуулалтын системийн 1:2000 масштабтай байр зүйн тоон зураглалыг нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж ашиглан агаарын стерео зураглалын аргаар нийт 2400 га талбайд хийж гүйцэтгэв.

Агаарын зургийг стерео фотограмметрийн аргаар боловсруулалт хийж, 1:2000-ны масштабтай байр зүйн зураглалын суурь өгөгдөл болох ортофото зураг болон өндрийн тоон загвар гарган авахын тулд нисгэгчгүй төхөөрөмж болох мэргэжлийн дрон ашиглан 305 метрийн өндрөөс 8см pixel агаарын зураг авч газар зүйн холболт хийн, стерео фотограмметрийн аргаар боловсруулалт хийж өндрийн загвар (DTM/DEM) үүсгэх, засварлаж, ортофото зураг үүсгэж, өндөр нарийвчлалтай өнгөт ортофото зураг үүсгэж, хаялбар шугам үүсгэх ажлыг хийж гүйцэтгэв.

1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зураглалын ажлын үндэслэл болох геодезийн хатуу цэгүүдийг суулгаж зураглалын сүлжээг GPS-ын технологиор битүү олон өнцөгт полигон үүсгэн байгуулж.

Тухайн сүлжээнд тулгуурлан тухайн байрлалд gps-ийн технологиор газар дээр тэмдэгжүүлсэн объектыг /маркировка/ хэмжин аэротриангуляцийн бодолтыг хийж агаарын зургийн газар зүйн холболтыг гүйцэтгэсэн.

1:2000–ны масштабтай байр зүйн зураглалын ажлыг дараахь дүрэм зааврыг баримтлан гүйцэтгэв.

- 1:5000 - 1:1000-ийн масштабтай байр зүйн тоон зураглал
- 1:1000-ны масштабтай байр зүйн зураг зохиох суурин ажлын заавар
- Хиймэл дагуул (GPS/Глонасс)-ын технологиор монгол улсын геодезийн сүлжээ байгуулах үндсэн дүрэм
- Геодезийн цэг тэмдэгт байгуулах ажлын заавар
- Электрон тахеометрээр хэмжилт хийх заавар
- Полигонометрийн сүлжээг тэгшитгэн бодох заавар

## 1.2 Ажил гүйцэтгэх хугацаа, зохион байгуулалт

1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зураглалын ажлын үндэслэлд зориулан дараахь төрлийн үндсэн ажлуудыг 2020 оны 10 дугаар сарын 28 ны өдрөөс 2020 оны 11 сарын 02 ны хооронд хийж гүйцэтгэв.

Үүнд:

- Хиймэл дагуул (GPS)-ын технологиор зураглалын сүлжээ байгуулах,
- Зураглалын сүлжээний цэгүүдийг газарт суулгах,
- Зураглалын сүлжээний хэмжилт боловсруулалт,
- 1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зургийн эцсийн боловсруулалт
- Ажлын хяналт шалгалт

Уг ажлыг Швейцарийн Leica Geosystems фирмийн 2 долгионы GPS GX1230, систем 3 иж бүрдэл, автомашин 1ш, 4 хүнтэй бригад хээрийн ажлыг хийж гүйцэтгэв.

Зургийн боловсруулалтыг DELL R5400 Precision Workstation, Leica geo office программаар gps-ийн сүлжээний тэгштгэн бодолтыг хийж гүйцэтгэсэн.

1:1000 масштабтай байр зүйн тоон зургийн таних тэмдгийг ГХБГЗЗГ-аас батлагдсан “Байр зүйн 1:1000-ны масштабтай зургийн таних тэмдэг”- ийн дагуу Автокад программ болон түүнд суурилсан макро, программ хангамжийг ашиглан гүйцэтгэсэн.

## 1.3 Хийж гүйцэтгэсэн ажлын хэмжээ

Хүснэгт 1.

Д/ä	Хийж гүйцэтгэсэн ажил	Хэмжих нэгж	тоо
1	Хуучин цэгийн хайгуул судалгаа	цэг	3
2	1.20м –урттай цэг бэлтгэх	цэг	1
3	1.20м –урттай цэг газарт суулгах	цэг	1
4	Байрлал, өндрийн сүлжээний GPS –ийн хэмжилт боловсруулалт	цэг	3

5	Зураглалын сүлжээний цэгийн хувийн хэрэг үүсгэх	цэг	8
6	Агаарын зураглалын таних тэмдэг газарт (маркировка) байгуулсан	ширхэг	120
7	Стерео давхцал бүхий агаарын зураг захиалж авахуулсан	га	2400
8	Агаарын зургийг стертео фотограмметрийн аргаар боловсруулалт хийсэн	га	2400
9	Ортофото зураг үүсгэх	га	2400
10	Ортофото зургийн тоон зуралтын ажил	га	2400
11	Агаарын зургийн тодруулалт	га	2400
12	1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зургийн эцсийн боловсруулалт	га	2400

## II. УРЬД ОНУУДАД ХИЙЖ ГҮЙЦЭТГЭСЭН ГЕОДЕЗИЙН АЖЛЫН ТУХАЙ

### 2.1 Урьд онуудад хийгдсэн геодезийн байрлал өндрийн сүлжээний тойм

Тухайн талбай оролцоо байх сумдын GPS-ийн дэд сүлжээ цэгүүдийг хайж судлан олж зураглалын сүлжээний үндэслэл болгон ашигласан болно.

Монгол Улсын геодезийн сүлжээг ЗХУ-ын триангуляцийн I ангийн сүлжээний 88, 89, 90 дүгээр полигонд тулгуурлаж триангуляцийн үндсэн эгнээний II, мөн II, III ба IV гэсэн ангитай триангуляцийн сүлжээг 1936-1961 оны хооронд байгуулсан. Триангуляцийн сүлжээний анхдагч цэгийн солбицлыг ЗХУ-ын Ленинград (одоо ЗХУ-ын Санкт-Петербург) мужийн Пулково дахь од эрхсийг ажиглах оргилоос эхтэй 1942 оны

солбицлын тогтолцоонд Ф.Н.Красовскийн референц – эллипсоид дээр тодорхойлсон байдаг.

Бүс нутгийн геодезийн сүлжээний хэмжилтийн компани ажилд 1999 оноос хойш 5-6 цэгээр оролцон царцдасын хөдөлгөөн зүүн урагш жил бүр 3-4 см шилжилттэй байгааг гаргасан.

Монгол улсын аймаг, томоохон суурин газрын төвийг хамарсан GPS-ийн тулгуур сүлжээ-Монреф-97, нутаг дэвсгэрийг бүхэлд нь хамарсан GPS-ийн үндсэн болон зураглалын нийт 3760 цэгтэй дараах сүлжээнүүдийг 1997-2013 онуудад байгуулаад байна.

Үүнд: 1. Ази-Номхон далайн бүсийн геодезийн GPS-ийн сүлжээ (APRGP) /1999-2009 он/

. Триангуляцийн сүлжээ Монгол улсын GPS-ийн тулгуур сүлжээ-MONREF97 /1997-1998/

Монгол улсын хиймэл дагуулын үндсэн болон зураглалын сүлжээ-Монреф97-г өтгөрүүлсэн сүлжээ /2003-2006/

Газар тариалангийн бүсийн GPS-ийн тулгуур сүлжээ -2003

Баруун бүсийн GPS-ийн тулгуур сүлжээ -2004

Хангайн бүсийн GPS-ийн тулгуур сүлжээ -2005

Зүүн болон Говийн бүсийн GPS-ийн тулгуур сүлжээ -2006

Улаанбаатар хотын хиймэл дагуулын сүлжээ /2002, 2010/

Ашигт малтмалын газрын байгуулсан GPS-ийн сүлжээ /2008/

Өндрийн 2-р ангийн сүлжээний зангилаа цэг дээр байгуулсан GNSS-ийн сүлжээ /2010/

Шинээр тавигдах төмөр замын дагуу 2011-2012 онд байгуулсан GNSS-ийн сүлжээ

Гравиметрийн сүлжээн дээрх GNSS-ийн сүлжээ /2013/

Монгол улсын GPS-ын тулгуур сүлжээний \Монреф97\ давтан хэмжилт /2014/

Улсын тулгуур сүлжээний давтан хэмжилтийг 2014 онд гүйцэтгэж дэлхийн царцдасын хөдөлгөөний өөрчлөлтийг тогтоон, эрин хоорондын хөрвүүлэг гаргасан. Засгийн газрын 2009 оны 25 дугаар тогтоолоор дэлхийн нийтийн солбицлын WGS-84 тогтолцоонд шилжиж эхэлсэн бөгөөд ГХГЗЗГ-ын даргын 2014 оны 4 дүгээр сарын 10-ны өдрийн А/112 тушаалаар ITRF2008, 2005 оны 01-р сарын 01-ний өдрийн эринд хэмжил, зураглалын ажлыг хийхээр болсон. 2014 онд бүх аймаг, сум, томоохон суурин газрын төвийн байр зүйн зургийг шинэчлэх ажлын хүрээнд 2013 оны 11-р сард 63

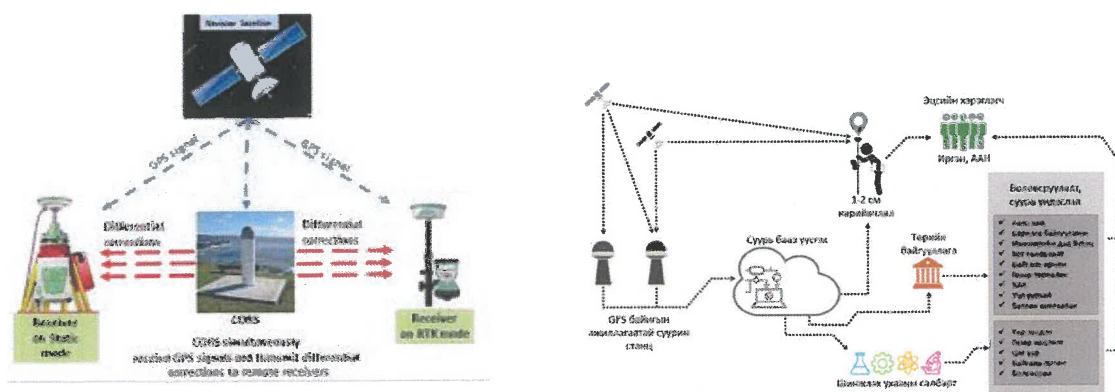


цэгтэй үндсэн сүлжээ, бүх аймаг, сум, суурин газрын төвийг хамруулсан 300 гаруй цэгтэй зураглалын сүлжээ байгуулсан.

Ази-Номхон далайн бүсийн геодезийн сүлжээ

ГХГЗГ-аас хэрэгжүүлсэн Азийн хөгжилийн банкны санхүүжилтээр хийгдсэн кадастрын зураглал, газрын бүртгэл төслийн хүрээнд 2001 онд Хиймэл дагуул (GPS/глонасс)-ын технологээр улсын геодезийн тулгуур болон геодезийн сүлжээ байгуулсан.

2011 онд мянганы сорилтын сангийн хөрөнгө оруулалтаар Дорнод аймгийн төвд GPS-ийн байнгын ажиллагаатай станц суурилуулан ашиглалтанд оруулсан одоогийн байдлаар монгол улсын хэмжээнд 43 ширхэг байнгын ажиллагаатай gps-станц ажиллаж байна.



### III. ЗУРАГЛАЛЫН СҮЛЖЭЭ БАЙГУУЛСАН ТУХАЙ

#### 3.1 Төвлөрсөн журмаар цэг бэлтгэх, суулгах

Зураглалын ажлын үндэслэлд зориулан төв цэгийг ГЗЗГаас батлаж гаргасан геодезийн төв цэг “ГТЦ” гэсэн бичиглэл, дугаартай цэгийг 1:2000-ны масштабтай зураглалын ажлын заавар-ын хавсралт 1-д заасны дагуу 80 см урттай 50мм трубан цэг хөндлөн тээглүүртэй цэг бэлтгэн.

Тухайн зураглалын сүлжээг байгуулахдаа уг талбайд хадгалагдан үлдсэн хуучин триангуляцийн болон өндрийн сүлжээний цэгүүдийг судлан ашигласаны зэрэгцээ шаардлагатай газар шинээр цэг суулгасан болно.

Сүлжээний шинээр суулгасан төв цэгүүдийг цаашид геодезийн хэмжилт зураглалын ажилд хэрэглэж байхаар амархан устаж үгүй болхооргүй газрыг сонгож газарт суулгав. Мөн түүнчлэн сүлжээний нэг цэг зэргэлдээх 1-ээс доошгүй цэгийг харж байхаар төлөвлөж суулгасан ба дараа нь эрж олоход хялбар байхаар гадна тэмдэглээсийг шуудуу ухаж, зарим цэгүүдэд чулуун хороогоор тэмдэглэсэн болно.

Төв цэгийг газарт суулгасаны дараа хувийн хэрэг хөтөлж фото зургийг хол ойр хоёр байдлаар фото зургийг Nikon d300 маркийн дижитал камераар авч компьютерт геодезийн цэг тэмдэгтийн хувийн хэрэг хөтлөн тайлан хавсралтаар оруулна.



*Зураг1. Зураглалын сүлжээний цэг суулгалт*

### **3.2 Зураглалын сүлжээ байгуулсан арга технологи**

Тус трассын дагуу хийж байгаа 1:1000-ны масштабтай байр зүйн тоон ажилд зориулж зураглалын сүлжээг Барилга хот байгуулалтын сайдын 2008 оны 07 дугаар сарын 04-ны өдрийн 104 дугаар тушаалын хоёр дугаар хавсралт болох **Хиймэл дагуул (GPS, ГЛОНАСС)-ын технологиор монгол улсын геодезийн сүлжээ байгуулах үндсэн дүрэмийн** дагуу GPS-технологгоор битүү олон өнцөгт полигон үүсгэн байгуулав.

Сүлжээний хэмжилтийг шинээр суулгасан болон хуучин суулгасан нийт 32 цэг дээр Швейцарийн Leica фирмийн 2 долгионы GPS GX1230 маркын 4 иж бүрдэл хүлээн авагч ашиглаж статик горимоор, цэг тус бүр дээр PDOP-ийн утга 4-оос бага байх үед, тулгуур цэгтэй харьцангуй 1-4 цагийн тасралтгүй хугацаагаар гүйцэтгэв.

Статик аргаар хэмжих зураглалын сүлжээний хэмжилтийн техникийн нөхцөл нь

- Антенныг жинхэнэ хойд зүг рүү 0-10 градусын хооронд чиглүүлнэ
- Багажийг цэг дээр 1мм-ээс ихгүй нарийвчлалтайгаар төвлөрүүлнэ
- Хамгийн бага хиймэл дагуулын тоо – 4
- Сигнал хүлээн авах интервал -15"
- Антенны сигнал хүлээн авах хэвтээ өнцөг -15°
- Координатын систем WGS84
- Хэмжилтийн үргэлжлэх хугацаа - 2- 6 цаг

Хэмжилт эхлэхээс өмнө багажны тохируулгыг дээрх зааврын дагуу хийсэн.



*Зураг2. Зураглалын сүлжээний хэмжилт хийх үе*

### 3.1 Сүлжээ тэгшитгэн бодсон арга , үр дүн

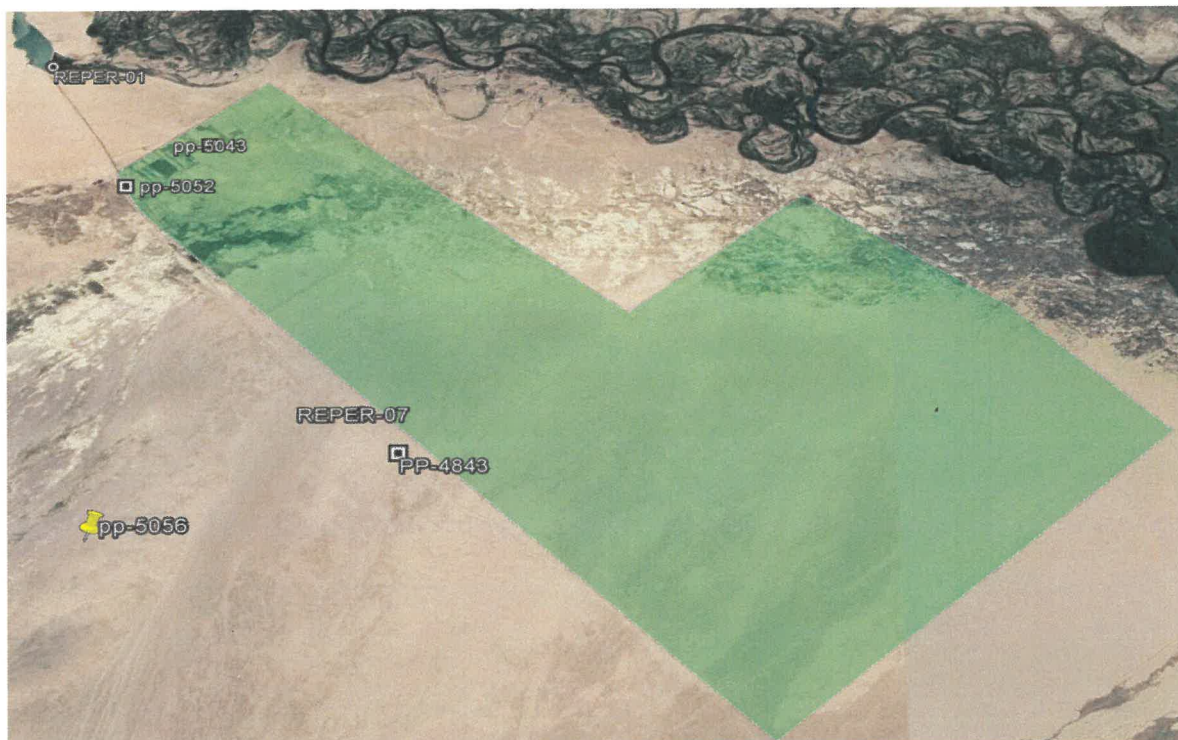
Сүлжээний хэмжилтийн боловсруулалтыг Leica Geo Office 7.0 версийн программ хангамж дээр гүйцэтгэсэн. Сүлжээний үндэслэлийн цэг нь Эрдэнэбүрэн сумын төвд байх GPS-3224 гэсэн эхлэн битүү полигон болгон бодсон бөгөөд тухайн сүлжээнд хуучин PP-5052, Reper-07 цэгүүдийг оруулан тэгшитгэн бодолтыг гүйцэтгэсэн ба битүүрч ирээд гарч байгаа харьцангуй алдаа нь 1:2,000,000 их нарийвчлалтай хэмжигдсэн болно. Энэ техникийн шаардлагыг бүрэн хангаж байна. Сүлжээний тэгшитгэн бодолт болон үр дүнгийн талаарх нарийвчлалын тухай мэдээллийг хавсралт-5 аас үзнэ үү.

Зураглалын сүлжээний цэгүүдийн солбицол, өндрийн каталоги

Хүснэгт-3

Аймаг сумын нэр	Цэгийн дугаар	WGS84		UTM (бүс-47)		Ортомет р өндөр
		B	L	X	Y	
1	2	3	4	5	6	7
Ховд аймаг Эрдэнэбүрэн сум		WGS84		UTM (бүс-46)		
	PP-5043	48 35 14.25178	91 26 44.8525	5382744.615	385386.809	1211.5231
	PP-5052	48 34 59.23527	91 26 11.2951	5382295.001	384689.936	1212.3946
	PP-3224	48:29:46.0845	91:26:34.1564	5372616.7894	384961.2843	1264.081
	REPER-1	48 35 43.96958	91 25 24.4161	5383695.9379	383758.108	1215.161
	REPER-7	48 33 39.20106	91 28 04.2765	5379776.998	386954.855	1215.8476
	PP-4843	48 33 27.84260	91 28 19.4216	5379420.085	387258.2328	1219.8203

### Зураглалын сүлжээний схем



Зураг-3 Ховд аймгийн Эрдэнэбүрэн сум

## IV. АГААРЫН ЗУРГИЙН СТЕРЕО ФОТОГРАММЕТРИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ

### *4.1 Агаарын зургийн стерео фотограмметрийн боловсруулалт*

1:2000 масштабтай байр зүйн тоон зураглал болон тухайн талбайн ортофото зураг, газрын гадаргуун тоон загвар буюу DTM үүсгэх үүсгэх зорилгоор стерео давхцал бүхий агаарын зураг нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж болох дрон фантом-4 авахуулсан. агаарын зургийн мэдээллийг Хүснэгт 1-д, бүрхэх талбайг зураг 1-д үзүүлэв. Хүснэгт 1

## 1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зураглал

---

Агаарын зураг	4818
Стерео зургийн газар дээр бүрхэх талбай	2200га
Зургийн пикселийн газар дээр хэмжээ	8 см
Зургийн өнгө	өнгөтэй
Зураг авсан огноо	2020.10.25-2020.11.05



*Зураг 4. Захиалагаач өгсөн зураглал хийх талбайн хил*

Агаарын зургийг стертео фотограмметрийн аргаар боловсруулалт хийж, 1:2000-ны масштабтай байр зүйн зураглалын суурь өгөгдөл болох ортофото зураг болон өндрийн тоон загвар гарган авахын тулд анхан шатны агаарын зургийн боловсруулалтыг программ дээр газар зүйн холболт хийх, стерео фотограмметрийн аргаар боловсруулалт хийж өндрийн загвар (DTM/DEM) үүсгэх, засварлах, ортофото зураг үүсгэх, нарийвчлалтай хар цагаан болон бага нарийвчлалтай өнгөт зургуудыг нийлүүлж өндөр нарийвчлалтай өнгөт зураг ортофото зураг үүсгэх, хаялбар шугам үүсгэх ажлыг хийж гүйцэтгэв.

Агаарын зургийн фотограмметрийн боловсруулалтыг тоон фотограмметрийн ажлын станц DELL R5400 Precision Workstation, ERDAS Imagine 2013 програмыг ашиглан хийж гүйцэтгэсэн.

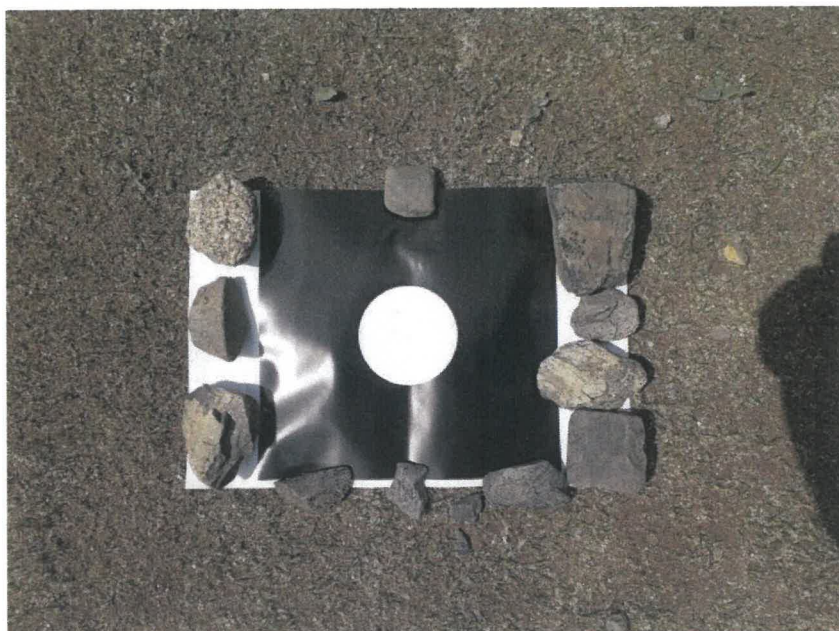
#### **4.2 Аэотриангуляцийн бодолт, газар зүйн холболт**

Стерео зургийн харилцан чиглүүлгийг ERDAS программын автомат горимоор гүйцэтгэсэн бөгөөд зургийн талбайгаар жигд тархсан цэгийг программ автоматаар таньж эдгээр цэгүүдээр стерео зургийн харилцан чиглүүлгийг хийсэн.

Зургийн харилцан чиглүүлгийг хийсний дараа газар дээр байрлалыг нь GPS-ээр тодорхойлсон цэгийг зураг дээр хэмжин аэотриангуляцийн бодолтыг хийж зургийн газар зүйн холболтыг гүйцэтгэсэн. Стерео зургийн хэмжилтийг Зураг 2-д, тэгшитгэн бодолтын үр дүнг Хавсралт 2-д үзүүлэв. Газарт агаарын зурагт тодорхой харагдахаар маркировка байрлуулсан тухайн маркировкыг уртаараа 0,5м өргөн нь 0,5м дунд талын цэг нь 0.15м диаметртэй хар цэг байгуулсан зураг 9-д үзүүлэв.



*Зураг 5. Стерео зураг дээрх цэгийн хэмжилт*



*Зураг 6. Газарт байрлуулсан маркировканы зураг*

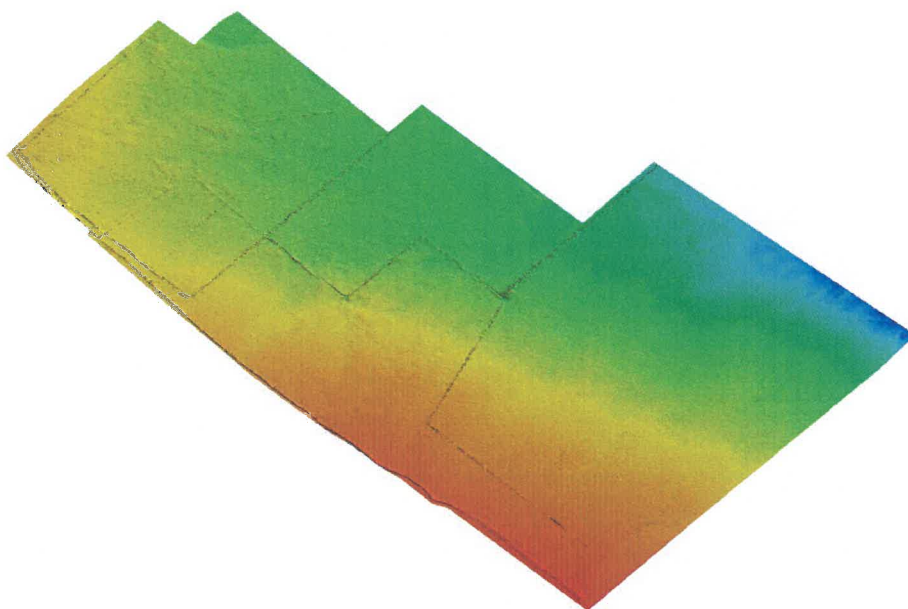


*Зураг 7. Маркировка /гадаад чиглүүлгийн таних тэмдэг/ хэмжилт*



#### **4.3 Газрын гадаргын тоон загвар үүсгэх, засварлах, хаялбар шугам үүсгэх**

Зургийн газар зүйн холболтыг хийсний дараа стерео давхцал бүхий зургаас газрын гадаргийн тоон загварыг программын DTM extraction модулийг ашиглан автоматаар үүсгэсэн. Үүссэн газрын гадаргийн тоон загварын дүрсийг Зураг 12-д үзүүлэв.



*Зураг 8. Автоматаар үүссэн гадаргын тоон загвар (DTM)*

Байшин барилга, модны орой, ганга, жалга, эргийн ирмэг, ёроол, сүүдэрлэгдэн дүрс нь харагдахгүй байгаа уулын эгц хажуу зэрэг DTM-ийг автоматаар үүсгэхэд өндөр нь алдаатай тодорхойлогдсон гадаргуугийн цэгүүдийг стерео хэмжилтийн интерактив аргаар засварлаж газрын гадаргуугийн тоон загварыг сайжруулсан. DTM-ийг засварлаж дууссаны дараа засварласан DTM-ээс хаялбар шугамыг 1:1000-ны масштабтай байр зүйн зургийн стандартын дагуу 0,5м-ийн үеийн өндөртэйгээр үүсгэв.

Үүсгэсэн хаялбар шугамыг гадаргуугийн тоон загвартай давхацуулсаныг Зураг 9-д үзүүлэв.



*Зураг 9. Хаялбар шугамыг гадаргуугийн тоон загвартай давхацуулсан байдал*

Гадаргуугийн 3 хэмжээст тоон загвар нь цаашид босоо төлөвлөлт хийх суурь мэдээлэл болдог бөгөөд захиалагчид дараахь форматуудаар гадаргуугийн тоон мэдээллийг бэлгэж өгөв. Үүнд:

Цэгэн

Гадаргуугийн 5см алхамтай цэгүүдийн ASCII файл "DTM.txt"

Гадаргуугийн 5см алхамтай цэгүүдийн SHP файл "DTM.shp"

TIN (гурвалжин загвар)

ESRI TIN форматаар "reduced-tin"

SHP форматаар "TIN.shp"

#### **4.4 Ортофото үүсгэх**

Агаарын зургийн газар зүйн холболтыг хийж зургийн чиглүүлгийн элементүүдийг нарийвчлан тодорхойлж, гадаргуугийн тоон загварыг (DTM) үүсгэж засварласаны

---

дараа тэдгээрийг ашиглан ERDAS програм дээр хар цагаан болон ортофото зургийг үүсгэсэн. ортофото зураг нь 8 см, пиксельтэй үүссэн ба эдгээр ортофото зургуудыг нийлүүлж, 6см пиксельтэй өнгөт ортофото зургийг үүсгэсэн. Ортофото зургийн газар дээрх объектийг дүрслэх хэвтээ байрлалын нарийвчлал нь зургийн газар зүйн холболтын болон гадаргуугийн тоон загварын нарийвчлалтай шууд хамааралтай бөгөөд уг ортофото зураг нь 8см нарийвчлалтай. Үүсгэсэн өнгөт ортофото зургийг Зураг 14-д үзүүлэв.

## **V. ОРТОФОТО ЗУРГИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ**

### **5.1 1:2000-ны масштабтай байр зүйн зураг зохиох тухай**

Байр зүйн тоон зураг зохиох стереофотограмметрийн суурин боловсруулалтын ажлыг ГХБГЗЗГ-аас боловсруулсан “Агаарын зураглалын ажлын заавар”-ын дагуу олон улсын стандартад нийцсэн тоон зураглалын ажлын боловсруулалтын программ хангамжийг ашиглан хийсэн.

1:2000 масштабтай байр зүйн тоон зураглалын ажлыг хийхдээ дараах стандартаар хийж гүйцэтгэв.

- Зургийн проекц UTM
- Солбицолын тогтолцоо WGS84
- Өндрийн тогтолцоо Балтын тэнгисийн
- Зургийн масштаб 1:2000
- Үеийн өндөр 0.5м

1:2000 масштабтай байр зүйн тоон зургийн таних тэмдгийг ГХБГЗЗГ-аас батлагдсан “Байр зүйн 1:1000-ны масштабтай зургийн таних тэмдэг”- ийн дагуу ArcGIS программ болон түүнд суурилсан MonTM программ хангамжийг ашиглан зурсан.

1:2000-ны масштабтай байр зүйн зурагт дараах агуулгын элементүүдийг үзүүлсэн бөгөөд.

Үүнд:

- Ус зүй
- Газрын хотгор гүдгэр
- айлын өвөлжөө

-Ургамал хөрсний бүрхүүл

-Газар зүйн нэр

Эдгээр элементүүдийг зурахдаа элемент хоорондын уялдааг зөв үзүүлэх шаардлагатай.

### **5.2 Ортофото зургийн тоон зуралтын ажил**

Тоон зургийг “ArcGis программ ” ашиглан зураг тус бүрийн агуулгын элемент бүрээр давхарга үүсгэж зурна.

Дараах дарааллаар үндсэн давхарга үүсгэн зураглана.

- Хаялбар болон газрын гадаргын элемент
- Гол, мөрөн, нуурын гэх мэт ус зүйн элемент
- Улс, аймаг, сумын хил, тусгай хамгаалалттай газруудын хил
- Хот, суурин газрууд
- Зам
- Шугам сүлжээ
- Ойн бусад ургамлын бүрхүүл
- Бусад обьектууд

## **V. ХҮЛЭЭЛГЭН ӨГСӨН МАТЕРИАЛ**

Захиалагчид дараах материалуудыг хүлээлгэж өгөв.Үүнд:

- |   |    |
|---|----|
| 1. 1:1000-ны масштабтай байр зүйн тоон зураглалын ажлын нэгдсэн тайлан                      | 2% |
| 2. 1:1000-ны масштабтай A0 форматаар хэвлэсэн зураг   | 2% |
| 3. Ортофото зураг *.jp2 өргөтгөлтэй   | 2% |
| 4. Гадаргуугийн 20см алхамтай цэгүүдийн ASCII файл “ShurenPTS.txt”                          | 1% |
| 5. Гадаргуугийн 20см алхамтай цэгүүдийн SHP файл “Mass3dPts.shp”                            | 1% |
| 6. TIN (гурвалжин загвар) ESRI TIN форматаар “reduced-tin” ESRI TIN форматаар “reduced-tin” | 1% |

## **ХАВСРАЛТУУД**

УБ-2		Монгол Улсын Засгийн газрын 2004 оны 29 дугаар тогтоолоор батлав	
		<b>МОНГОЛ УЛС</b> <b>УЛСЫН БҮРТГЭЛИЙН ГЭРЧИЛГЭЭ</b>	
		2007.05.28 <i>/Бүртгэсэн ан, сар, өдөр/</i>	9011089098 <i>/Улсын бүртгэлийн дугаар/</i>
		2825864 <i>/Регистрийн дугаар/</i>	
Голденлайн		Хязгаарлагдмал хариуцлагатай компани	
<i>/Хуулийн этгээдийн нэр, хариуцлагын хэлбэр/</i>			
<b>Дүрэм</b> <i>/Үүсгэн байгуулах баримт бичиг/</i>			
Тогтоол <i>/шилсвэрийн нэр/</i>	01 <i>/дугаар/</i>	2004.04.07 <i>ан, сар, өдөр</i>	
<i>/Үндсэн зөвлөх үйл ажиллагааны чиглэл/</i>			
511000 <i>/код/</i>	Гадаад худалдаа		
<i>/Үндсэн зөвлөх үйл ажиллагааны чиглэл/</i>			
453000	Геодези, байр зүйн зураглал, кадастын зураглал үйлдэх		
<i>/Туслах зөвлөх үйл ажиллагааны чиглэл/</i>			
1 <i>хүлээн</i>	3 <i>/гэцүүдийн тоо/</i>	21,908.7 <i>/өөрийн хөрөнгийн хэмжээ, мянган төгсгөөсөө/</i>	
Баянзүрх, 1-р хороо, Залуучуудын өргөн чөлөө, МХААХҮХ байр - 411 тоот, утас:1451349, утас:99112172. Факс:			
<i>/хуулийн этгээдийн албан ёсны хөлө/</i>			
			





## Багажны техникийн үзүүлэлтүүд

### GPS1230 Leica Geosystem –ийн техникийн үзүүлэлт

- GPS-ийн хэмжилт хийх технологи Smart Track
- GPS- төрөл 2 долгион RTK, Smart Check
- Холболтууд (Ports) тэжээлийн -1 serial-3

бүртгүүрийн –1 антений – 1

- Антений төрөл	Smart TrackAx1202
- Ажиллах температур хүлээн авагч (антен) (хээрийн бүртгүүр)	- 40 <sup>o</sup> -өөс +65 <sup>o</sup> - 40 <sup>o</sup> -өөс +70 <sup>o</sup> - 30 <sup>o</sup> -аас +65 <sup>o</sup>
- чийгшил	- 100% усны хамгаалалтай
- ISO 9022, MIL-STD 810F стандартыг хангасан	
<b>Нарийвчлал:</b> Байрлал тодорхойлох	
- хэвтээ (статик)	5мм+0.5ppm
- босоо (статик)	10мм+0.5ppm
- хэвтээ (кинематик)	10мм+1ppm
- босоо (кинематик)	20мм+1ppm
- Өгөгдөл боловсруулах программ	Leica Geo Office
- Өгөгдөл хадгалах картын багтаамж (CF)	512MB
- хээрийн бүртгүүрийн нүүр	Zoom-тэй график Мэдрэгчтэй (touch screen)
- Тэжээлийн үүсгүүр:	
дотоод	2ш (Li-ion3.8Ah/7.2v)
гадаад	10.5v-28v
- Жин: Хүлээн авагч	1.20кг
Бүртгүүр	0.48кг
Антен	0.44кг
Батарей	0.19кг





Хэмжилтийн гоморхойлолт

Д/д	Шалгаж шалгахын үндэсний нэр	Хэмжилтийн үзүүлэлт
1	GPS-ийн ерөнхий байдал, их бүрдэл	Бүрэн
2	GPS-ийн суурийн хөдөлгөөнт хэсгийн ажиглах чадавхи	Сайн
3	Оптик төвлөрүүлэгч	Төвлөрсөн
4	Статик хэмжилт / хэвтээ /	±3.0 mm + 0.5 ppm
5	Статик хэмжилт / босоо /	±6.0 mm 0.5 ppm
6	RTK хэмжилт / хэвтээ /	±10.0 mm + 1.0 ppm
7	RTK хэмжилт / босоо /	±20.0 mm + 1.0 ppm

Тусгай тэмдэглэл:

Ангилал: 1-ийн  
Хэмжээний зураг: 1:2000-ны масштабтай байгуулалтын зурагтай хамт хэрэглэнэ.

Улаанбаатар 210644, 34-р хороо 15, Утас 70112099

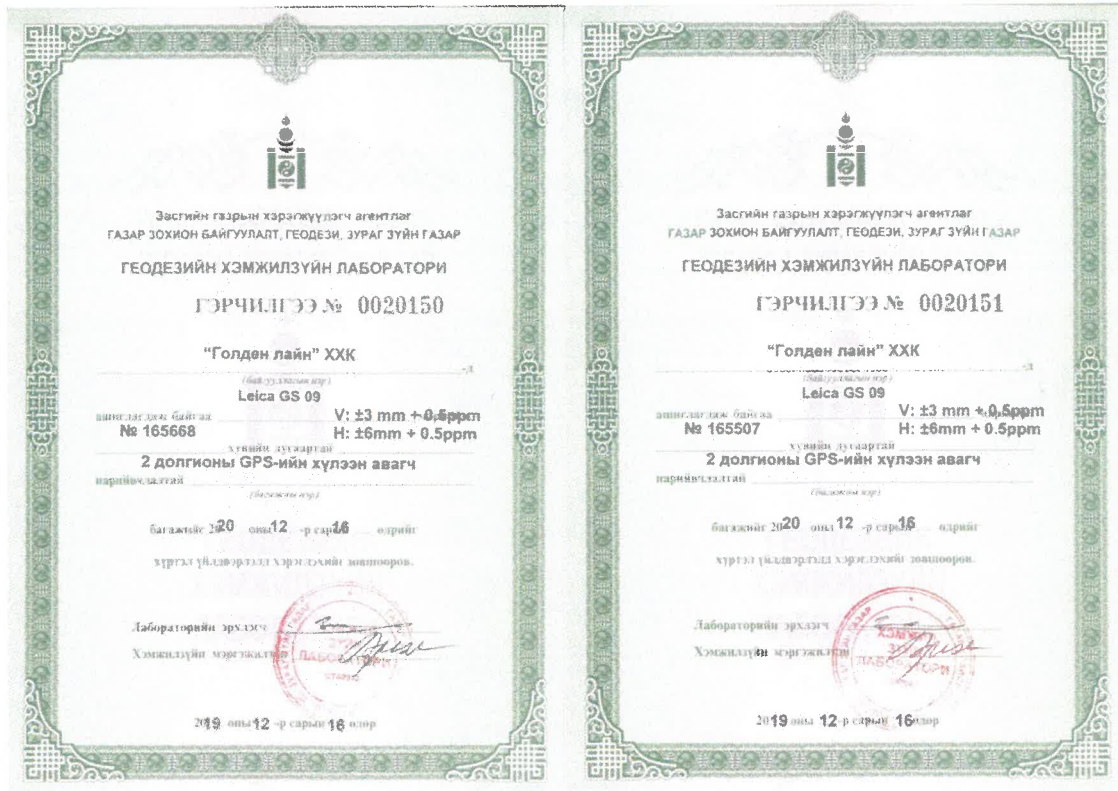
Хэмжилтийн гоморхойлолт

Д/д	Шалгаж шалгахын үндэсний нэр	Хэмжилтийн үзүүлэлт
1	GPS-ийн ерөнхий байдал, их бүрдэл	Бүрэн
2	GPS-ийн суурийн хөдөлгөөнт хэсгийн ажиглах чадавхи	Сайн
3	Оптик төвлөрүүлэгч	Төвлөрсөн
4	Статик хэмжилт / хэвтээ /	±3.0 mm + 0.5 ppm
5	Статик хэмжилт / босоо /	±6.0 mm 0.5 ppm
6	RTK хэмжилт / хэвтээ /	±10.0 mm + 1.0 ppm
7	RTK хэмжилт / босоо /	±20.0 mm + 1.0 ppm

Тусгай тэмдэглэл:

Ангилал: 1-ийн  
Хэмжээний зураг: 1:2000-ны масштабтай байгуулалтын зурагтай хамт хэрэглэнэ.

Улаанбаатар 210644, 34-р хороо 15, Утас 70112099



Хэмжээлүүн гадархойлолт

Д/д	Шалгаж шинжилсэн үйлдлийн нэр	Хэмжээлүүн үзүүлэлт
1	GPS-ийн ерөнхий байдал, иж бүрдэл	Бүрэн
2	GPS-ийн суурийн хөдөлгөөнт хэсгийн ажиллах чадавхи	Сайн
3	Оптик төвлөрүүлэгч	Төвлөрсөн
4	Статик хэмжилт / хэвтээ /	$\pm 3.0 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
5	Статик хэмжилт / босоо /	$\pm 6.0 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
6	RTK хэмжилт / хэвтээ /	$\pm 10.0 \text{ mm} + 1.0 \text{ ppm}$
7	RTK хэмжилт / босоо /	$\pm 20.0 \text{ mm} + 1.0 \text{ ppm}$

Тусгай тэмдэгт:

Анхаарах үгд:  
Ашигласныг буруутгаж гарсан багажны эвдрэл баталгаат хугацаанд хамрагддаггүй.

Улаанбаатар 210644, Их тойруу 15, 5 тас 70112099

Хэмжээлүүн гадархойлолт

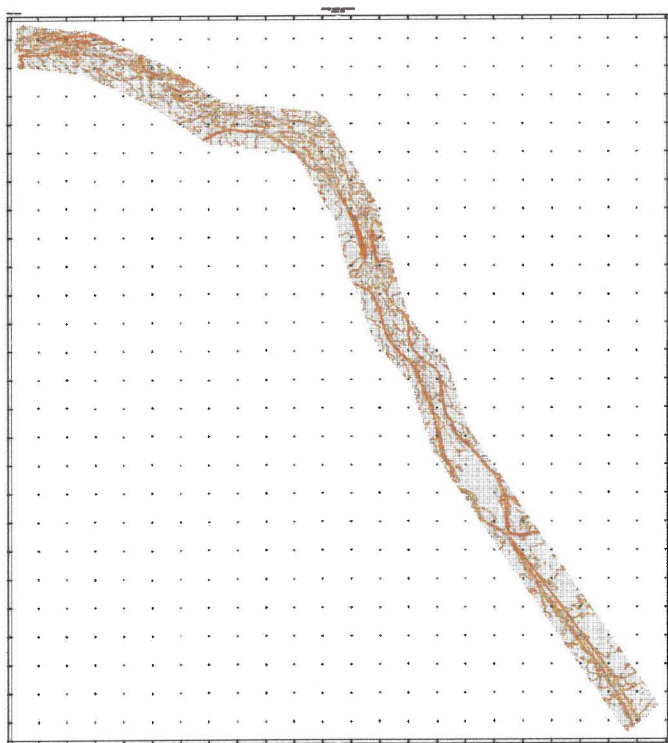
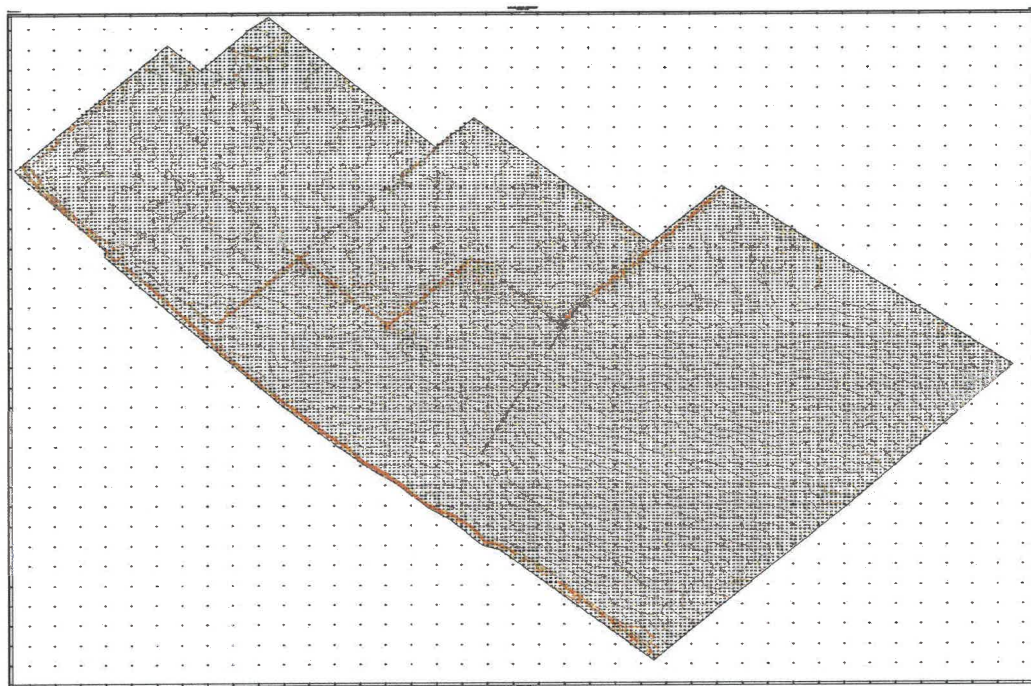
Д/д	Шалгаж шинжилсэн үйлдлийн нэр	Хэмжээлүүн үзүүлэлт
1	GPS-ийн ерөнхий байдал, иж бүрдэл	Бүрэн
2	GPS-ийн суурийн хөдөлгөөнт хэсгийн ажиллах чадавхи	Сайн
3	Оптик төвлөрүүлэгч	Төвлөрсөн
4	Статик хэмжилт / хэвтээ /	$\pm 3.0 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
5	Статик хэмжилт / босоо /	$\pm 6.0 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
6	RTK хэмжилт / хэвтээ /	$\pm 10.0 \text{ mm} + 1.0 \text{ ppm}$
7	RTK хэмжилт / босоо /	$\pm 20.0 \text{ mm} + 1.0 \text{ ppm}$

Тусгай тэмдэгт:

Анхаарах үгд:  
Ашигласныг буруутгаж гарсан багажны эвдрэл баталгаат хугацаанд хамрагддаггүй.

Улаанбаатар 210644, Их тойруу 15, 5 тас 70112099

Хавсралт-3



Хавсралт-4

**ГЕОДЕЗИЙН БАЙНГЫН ЦЭГ ТЭМДЭГТИЙН ХУВИЙН ХЭРЭГ**

1	Цэгийн нэр	5043	2	Төвийн дугаар	5043
3	Трапещийн дугаар (1:100000)	L-47-73	4	Сүлжээний төрөл	Үндсэн сүлжээ
5	Байршил (аймаг, сум дүүрэг, хороо)	Ховд аймгийн Эрдэнэбүрэн сум			
6	координат	B= 48° 35' 14.3	L=91°26' 44.8	X=5382744	Y=385386

7. Цэгийн фото зураг



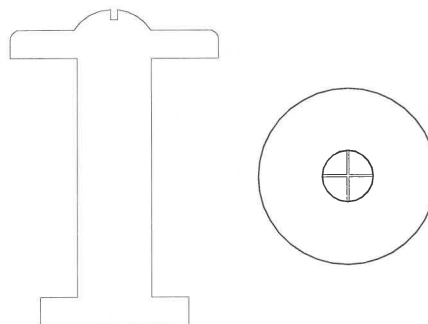
8. Байршлын тухай тэмдэглэл:

Эрдэнэбүрэн сумын зүүн хойшоо 8км зайд орших хуучин усалгаатай талбайн баруун хойд буланд оршино.

9. Байршлын тойм зураг



10. Төв цэгийн хэлбэр



11. а. Судалгаа      б. Шинээр суулгасан      12. Огноо: 2020-10-30  
(дугаар зураасаар тэмдэглэнэ)

13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн:      Инженер Б. Жавхлан  
(Албан тушаал нэр)

Байгууллага: Голден лайн ХХК

**ГЕОДЕЗИЙН БАЙНГЫН ЦЭГ ТЭМДЭГТИЙН ХУВИЙН ХЭРЭГ**

1	Цэгийн нэр	4843	2	Төвийн дугаар	4843
3	Трапецийн дугаар (1:100000)	L-47-73	4	Сүлжээний төрөл	Үндсэн сүлжээ
5	Байршил (аймаг, сум дүүрэг, хороо)	Ховд аймгийн Эрдэнэбүрэн сум			
6	координат	B= 48° 33' 27.8	L=91°28' 19.4	X=5379420	Y=387258

**7. Цэгийн фото зураг**

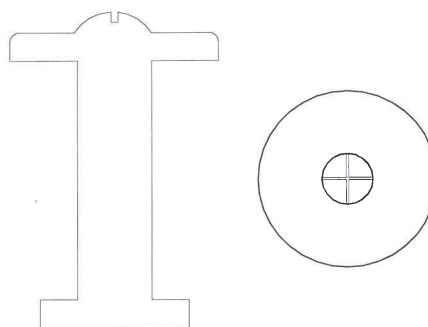


8. Байршлын тухай тэмдэглэл:  
Эрдэнэбүрэн сумын зүүн хойшоо 8км зайд орших хуучин усалгаатай талбайн баруун талд Чингисийн далан дээр оршино.

**9. Байршлын тойм зураг**



**10. Төв цэгийн хэлбэр**



11. а. Судалгаа      б. Шинээр суулгасан      12. Огноо: 2020-10-30

(дугаар зураасаар тэмдэглэнэ )

13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн:

Инженер Б. Жавхлан  
(Албан тушаал нэр)

Байгууллага: Голден лайн ХХК

**ГЕОДЕЗИЙН БАЙНГЫН ЦЭГ ТЭМДЭГТИЙН ХУВИЙН ХЭРЭГ**

1	Цэгийн нэр	REPER	2	Төвийн дугаар	BP-1
3	Трапецийн дугаар (1:100000)	L-47-73	4	Сүлжээний төрөл	Үндсэн сүлжээ
5	Байршил (аймаг, сум дүүрэг, хороо)	Ховд аймгийн Эрдэнэбүрэн сум			
6	координат	B= 48° 35' 43.9	L=91°25' 24.4	X=5383695	Y=383758

7. Цэгийн фото зураг

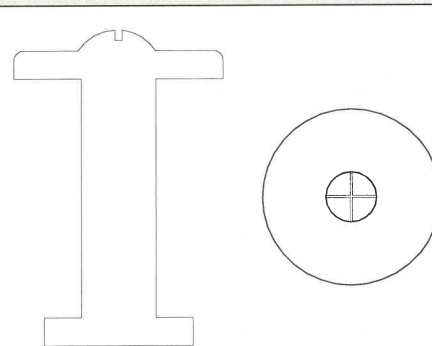


8. Байршлын тухай тэмдэглэл:  
Эрдэнэбүрэн сумын зүүн хойшоо 8км зайд орших хуучин усалгаатай талбайн хойд талд усны далангийн урд талд оршино.

9. Байршлын тойм зураг



10. Төв цэгийн хэлбэр



11. а. Судалгаа      б. Шинээр суулгасан      12. Огноо: 2020-10-30

(дугаар зураасаар тэмдэглэнэ)

13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн:

Инженер Б. Жавхлан  
(Албан тушаал нэр)

Байгууллага: Голден лайн ХХК

Хавсралт-5



## Adjustment Pre-Analysis

www.MOVE3.com  
(c) 1993-2012 Grontmij

Created: 28-10-2020 19:41:30

### Project Information

Project name: bodlot  
Processing kernel: MOVE3 4.1

### General Information

Type: 3D free network -- Projection : None -- Ellipsoid : WGS 84

#### Stations

Number of (partly) known stations: 1  
Number of unknown stations: 2  
Total: 3

#### Observations

GPS coordinate differences: 9 (3 baselines)  
Known coordinates: 3  
Total: 12

#### Unknowns

Coordinates: 9  
Total: 9  
Degrees of freedom: 3

### Check of Input Data

#### Observations and Approximate Coordinates

Critical value is 10.0 \* W-Test critical value 1.96

	Station	Target	Reading	Error
DX	pp-3224	pp-5052	651.8900 m	-0.7642 m
DY	pp-3224	pp-5052	-7270.4782 m	30.3566 m
DZ	pp-3224	pp-5052	6367.0097 m	34.3185 m
DX	pp-3224	bp-07	-1710.8577 m	-0.7649 m
DY	pp-3224	bp-07	-5473.6252 m	30.3588 m
DZ	pp-3224	bp-07	4733.4649 m	34.3204 m

- when it has to be **right**



## Network Adjustment

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

Licensed to Leica Geosystems AG

Created: 11/14/2020 16:51:28

---

### Project Information

Project name:	bodlot
Date created:	10/28/2020 19:29:38
Time zone:	8h 00'
Coordinate system name:	wgs84 (2)
Application software:	LEICA Geo Office 8.3
Processing kernel:	MOVE3 4.1

---

### General Information

#### Adjustment

Type:	Minimally constrained	
Dimension:	3D	
Coordinate system:	WGS 1984	
Height mode:	Ellipsoidal	
Number of iterations:	1	
Maximum coord correction in last iteration:	0.0000 m	✓ (tolerance is met)

#### Stations

Number of (partly) known stations:	1
Number of unknown stations:	2
Total:	3

#### Observations

GPS coordinate differences:	9 (3 baselines)
Known coordinates:	3
Total:	12

#### Unknowns

Coordinates:	9
Total:	9
Degrees of freedom:	3

#### Testing

---



## 1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зураглал

Alfa (multi dimensional):	0.1291	
Alfa 0 (one dimensional):	5.0 %	
Beta:	80.0 %	
Sigma a-priori (GPS):	10.0	
Critical value W-test:	1.96	
Critical value T-test (2-dimensional):	2.42	
Critical value T-test (3-dimensional):	1.89	
Critical value F-test:	1.89	
F-test:	0.19	✓ (accepted)

Results based on a-posteriori variance factor

### Adjustment Results

#### Coordinates

Station		Coordinate	Corr	Sd	
bp-07	Latitude	48° 33' 39.20106" N	-0.0518 m	0.0007 m	
	Longitude	91° 28' 04.27658" E	-0.0133 m	0.0004 m	
	Height	1215.8476 m	45.8260 m	0.0011 m	
pp-3224	Latitude	48° 29' 46.08450" N	0.0000 m	-	fixed
	Longitude	91° 26' 34.15640" E	0.0000 m	-	fixed
	Height	1264.0810 m	0.0000 m	-	fixed
pp-5052	Latitude	48° 34' 59.23304" N	-0.0696 m	0.0007 m	
	Longitude	91° 26' 11.29533" E	0.0034 m	0.0005 m	
	Height	1212.4861 m	45.8260 m	0.0012 m	

#### Observations and Residuals

	Station	Target	Adj obs	Resid	Resid (ENH)	Sd
<b>DX</b>	pp-5052	bp-07	-2362.7469 m	0.0001 m	-0.0001 m	0.0003 m
<b>DY</b>			1796.8509 m	-0.0003 m	0.0001 m	0.0006 m
<b>DZ</b>			-1633.5468 m	-0.0002 m	-0.0004 m	0.0007 m
<b>DX</b>	pp-3224	pp-5052	651.8895 m	0.0005 m	-0.0004 m	0.0005 m
<b>DY</b>			-7270.4769 m	-0.0013 m	0.0002 m	0.0009 m
<b>DZ</b>			6367.0109 m	-0.0011 m	-0.0017 m	0.0011 m
<b>DX</b>	pp-3224	bp-07	-1710.8574 m	-0.0003 m	0.0003 m	0.0004 m
<b>DY</b>			-5473.6261 m	0.0009 m	-0.0001 m	0.0009 m
<b>DZ</b>			4733.4641 m	0.0008 m	0.0012 m	0.0010 m

#### GPS Baseline Vector Residuals

	Station	Target	Adj vector [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	pp-5052	bp-07	3388.1737	0.0004	0.1
DV	pp-3224	pp-5052	9686.2595	0.0018	0.2
DV	pp-3224	bp-07	7435.9463	0.0012	0.2

#### Absolute Error Ellipses (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Station	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Sd Hgt [m]
bp-07	0.0007	0.0004	1.7	14°	0.0011

## 1:2000-ны масштабтай байр зүйн тоон зураглал

pp-3224	0.0000	0.0000	1.0	90°	0.0000
pp-5052	0.0007	0.0004	1.7	13°	0.0012

### Testing and Estimated Errors

#### Observation Tests

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	T-Test
<b>DX</b>	pp-5052	bp-07	0.0025 m	12	7.6	0.94	1.00
<b>DY</b>			0.0044 m	13	7.3	-1.20	
<b>DZ</b>			0.0053 m	10	7.9	-0.20	
<b>DX</b>	pp-3224	pp-5052	0.0025 m	52	2.7	0.94	1.00
<b>DY</b>			0.0044 m	51	2.7	-1.20	
<b>DZ</b>			0.0053 m	53	2.7	-0.20	
<b>DX</b>	pp-3224	bp-07	0.0025 m	35	3.8	-0.94	1.00
<b>DY</b>			0.0044 m	35	3.8	1.20	
<b>DZ</b>			0.0053 m	35	3.8	0.20	

Redundancy:

W-Test:

T-Test (3-dimensional):

- when it has to be right



## Loops and Misclosures

[www.MOVE3.com](http://www.MOVE3.com)

(c) 1993-2012 Grontmij

Licensed to Leica Geosystems AG

Created: 11/14/2020 16:51:49

### Project Information

Project name:	bodlot
Date created:	10/28/2020 19:29:38
Time zone:	8h 00'
Coordinate system name:	wgs84 (2)
Application software:	LEICA Geo Office 8.3
Processing kernel:	MOVE3 4.1

Critical value W-test is:	1.96
Dimension:	3D

**GPS Baseline Loops**

**Loop 1**

<b>From</b>	<b>To</b>	<b>dX[m]</b>	<b>dY[m]</b>	<b>dZ[m]</b>	<b>Epoch</b>
pp-3224	bp-07	-1710.8578	-5473.6252	4733.4649	10/28/2020 12:29:45
bp-07	pp-5052	2362.7469	-1796.8506	1633.5470	10/28/2020 11:40:30
pp-5052	pp-3224	-651.8900	7270.4782	-6367.0097	10/28/2020 12:29:45
X:	-0.0009 m	W-Test:	-0.41		
Y:	0.0025 m		0.61		
Z:	0.0021 m		0.43		
Easting:	0.0008 m	W-Test:	0.38		
Northing:	-0.0005 m		-0.11		
Height:	0.0032 m		0.71		
Closing error:	0.0034 m	(0.2 ppm)	Ratio:(1:6117042)		
Length:	20510.3796 m				

# **Ховд аймаг, Эрдэнбүрэн сум, Усалгааны системийн талбайн зураглал**

**Боловсруулалтыг Спэйшл моделинг ХХК-ийн инженер, Агаар зураглал, боловсруулалтын Зөвлөх Инженер Ц.Дашзэвгэ гүйцэтгэв.**

**13 November 2020**



# Survey Data

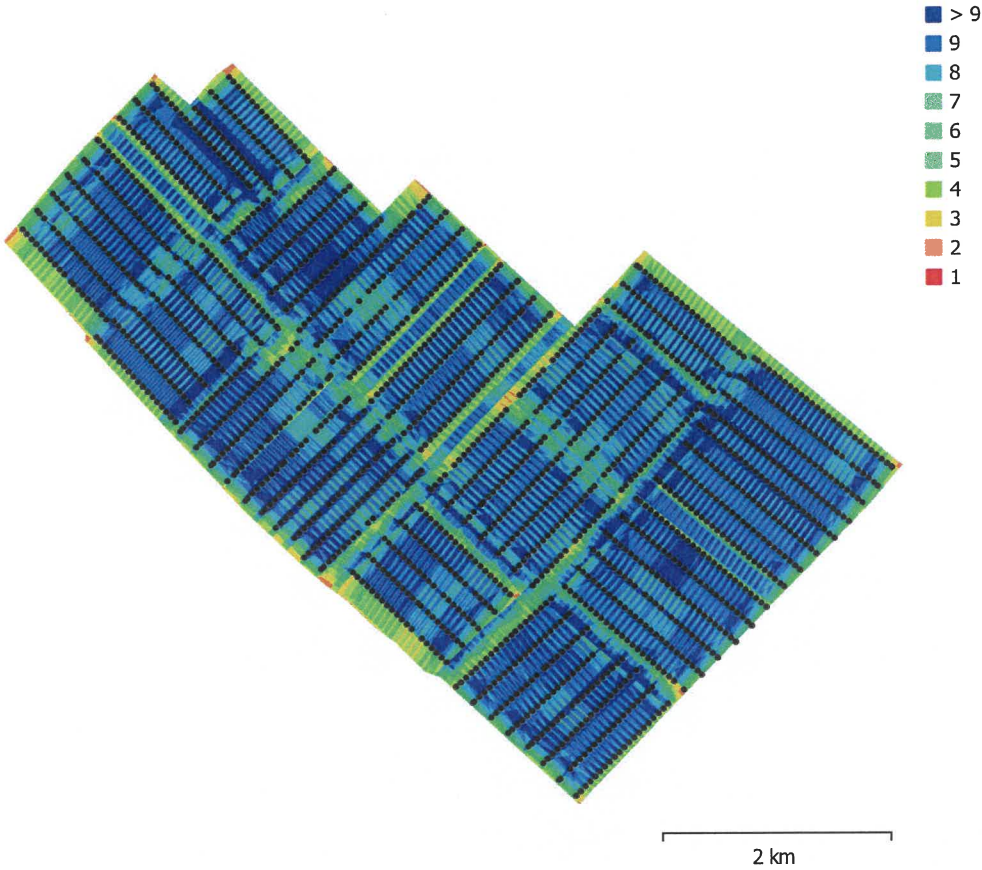


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	1,804	Camera stations:	1,804
Flying altitude:	306 m	Tie points:	949,171
Ground resolution:	7.58 cm/pix	Projections:	5,830,271
Coverage area:	23.5 km <sup>2</sup>	Reprojection error:	0.652 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310 (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μm	No

Table 1. Cameras.

# Camera Calibration

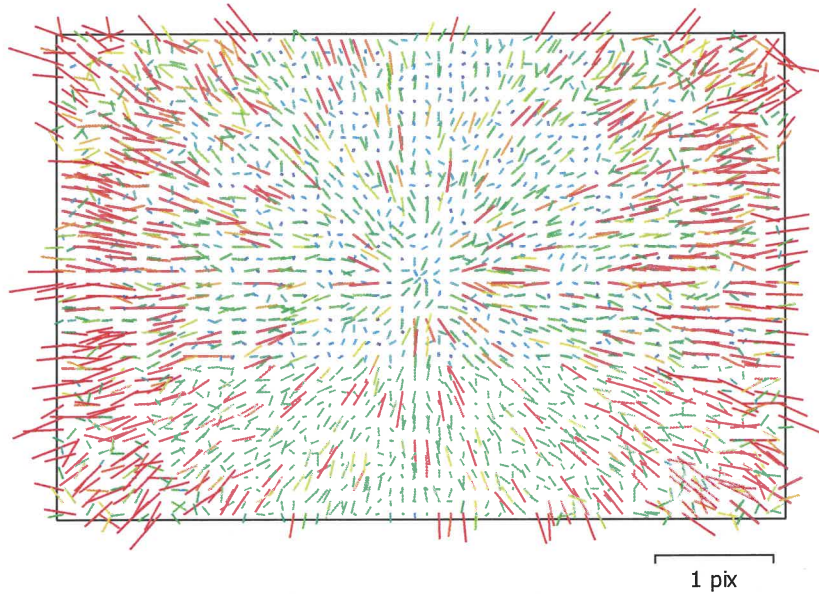


Fig. 2. Image residuals for FC6310 (8.8mm).

## FC6310 (8.8mm)

1804 images

Type Resolution Focal Length Pixel Size  
**Frame 5472 x 3648 8.8 mm 2.41 x 2.41  $\mu$ m**

	Value	Error	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
<b>F</b>	<b>3648</b>											
<b>Cx</b>	<b>-7.98979</b>	0.17	1.00	-0.04	0.15	-0.27	-0.01	0.01	-0.01	0.01	0.23	-0.01
<b>Cy</b>	<b>1.96689</b>	0.15		1.00	0.15	0.27	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.21
<b>B1</b>	<b>-0.579801</b>	0.0053			1.00	0.01	0.26	-0.26	0.25	-0.24	-0.06	0.03
<b>B2</b>	<b>0.458371</b>	0.0036				1.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.05	-0.03
<b>K1</b>	<b>-0.00356817</b>	0.00031					1.00	-1.00	0.98	-0.96	-0.04	-0.01
<b>K2</b>	<b>-0.0004353</b>	0.0009						1.00	-1.00	0.98	0.04	0.01
<b>K3</b>	<b>0.0119831</b>	0.0012							1.00	-1.00	-0.04	-0.01
<b>K4</b>	<b>-0.00989711</b>	0.00054								1.00	0.04	0.01
<b>P1</b>	<b>-0.00043609</b>	6.4e-06									1.00	-0.01
<b>P2</b>	<b>-0.00059039</b>	5.4e-06										1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

# Ground Control Points

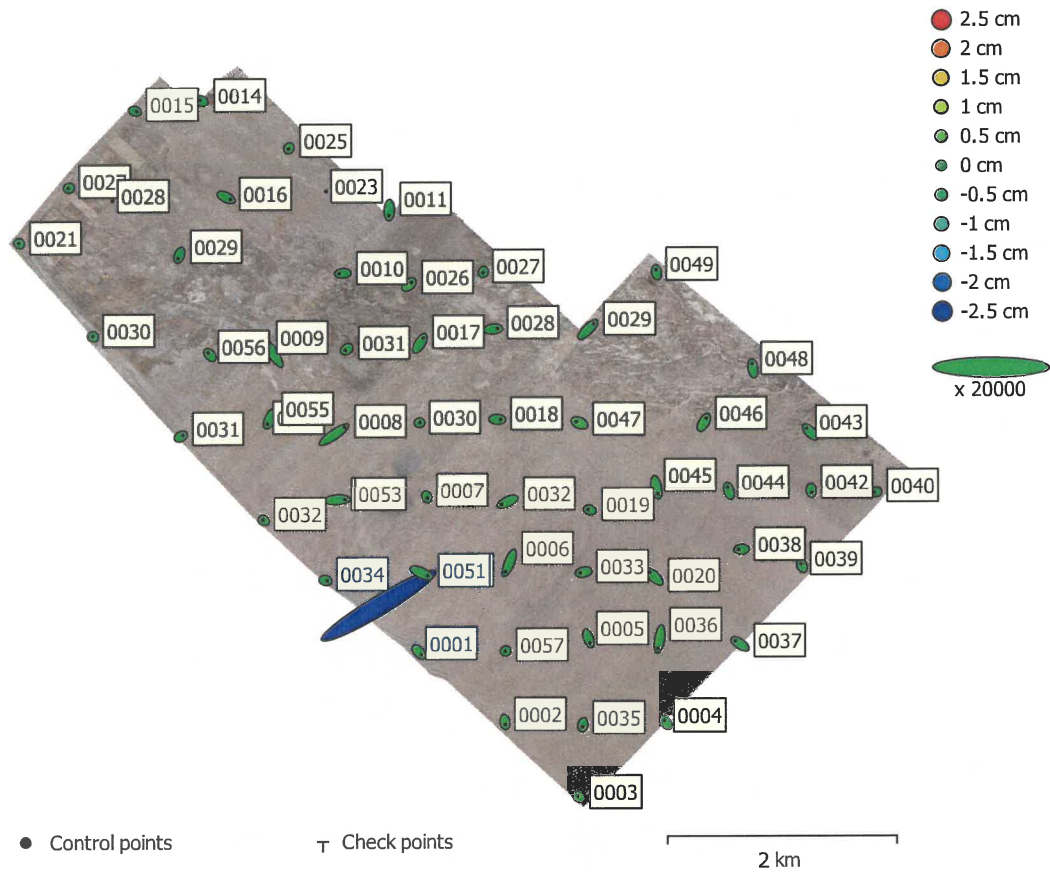


Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape. Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
53	0.285764	0.316119	0.0704636	0.426137	0.431923

Table 3. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
1	4.28339	2.56853	2.40289	4.99448	5.54245

Table 4. Check points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

<b>Label</b>	<b>X error (cm)</b>	<b>Y error (cm)</b>	<b>Z error (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (pix)</b>
0001	0.22212	-0.264015	0.0275723	0.346123	1.015 (3)
0002	0.0395406	-0.229685	0.0700785	0.243371	0.442 (6)
0003	-0.0899279	0.0824951	0.0245204	0.124474	0.335 (6)
0004	-0.14636	0.189044	0.039818	0.242372	0.534 (5)
0005	0.145399	-0.406884	-0.0288726	0.433046	0.528 (7)
0006	-0.313582	-0.795721	0.00176513	0.855282	1.010 (7)
0007	0.0552995	-0.104228	-0.0235775	0.120322	0.587 (7)
0008	0.92096	0.621549	0.0104893	1.11113	1.166 (8)
0009	-0.564224	0.855902	-0.0739431	1.02781	1.217 (7)
0010	-0.302669	-0.0217062	-0.0136106	0.303751	0.523 (12)
0011	-0.0236732	-0.491629	-0.107032	0.503701	0.614 (8)
0014	-0.148382	0.0742538	0.000828105	0.165926	0.454 (9)
0015	0.127066	-0.0346397	0.0169996	0.132796	0.326 (6)
0016	0.394542	-0.193163	-0.00376399	0.439306	0.484 (8)
0017	0.285529	0.460227	-0.0827243	0.547886	0.615 (8)
0018	0.309901	-0.0134876	-0.0735918	0.318805	0.680 (4)
0019	-0.142937	0.0421629	-0.0203758	0.150412	0.470 (9)
0020	-0.398521	0.385952	-0.0641557	0.558475	0.601 (9)
0023					
0025	-0.0400012	-0.0750236	-0.000228348	0.0850217	0.223 (9)
0026	0.21272	0.188568	0.191089	0.342524	0.461 (10)
0027	-0.0229437	-0.0648148	0.0243275	0.0729328	0.192 (9)
0028	0.408975	0.0423649	-0.056508	0.415028	0.502 (8)
0029	0.513858	0.494025	-0.0574797	0.715133	0.644 (9)
0030	0.041253	0.00545189	0.00535942	0.0419554	0.379 (10)
0031	-0.116762	-0.0869206	0.108514	0.181559	0.427 (10)
0032	-0.511355	-0.24275	0.0421285	0.567615	0.569 (9)
0033	-0.305675	-0.06475	0.0752591	0.321394	0.436 (10)
0057	-0.0384891	-0.0113553	-0.0271312	0.0484403	0.400 (8)
0035	-0.0398618	-0.187377	-0.0416607	0.196048	0.583 (9)
0036	-0.132182	-0.816665	0.0181821	0.827493	0.880 (8)



Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
0037	-0.391935	0.269032	0.00351447	0.475398	0.687 (6)
0038	-0.249403	-0.0192393	-0.00435885	0.250182	0.517 (4)
0039	-0.0763664	0.168407	0.0502775	0.191626	0.408 (8)
0040	-0.121034	-0.027741	0.00350363	0.124222	0.415 (7)
0042	0.0250403	-0.183497	-0.058831	0.194318	0.553 (8)
0043	-0.30593	0.33879	-0.0146948	0.456714	0.875 (4)
0044	-0.107508	0.342135	-0.0322031	0.360071	0.431 (8)
0045	0.118795	-0.589003	-0.0966761	0.608591	0.856 (7)
0046	0.203291	0.371125	0.121953	0.440378	0.620 (8)
0047	-0.268005	0.122105	0.300271	0.420594	0.740 (8)
0048	-0.0660033	0.415234	-0.0208332	0.420963	0.671 (6)
0049	-0.0447334	0.230704	0.00812881	0.235142	0.430 (5)
0051	0.564931	-0.252323	-0.112863	0.628929	0.868 (10)
0052					
0053	0.717971	0.038601	0.0469685	0.720541	0.573 (12)
0054					
0055	-0.197207	-0.451669	-0.107505	0.504434	0.847 (9)
0056	-0.15562	0.175177	0.0454941	0.238693	0.453 (11)
0021	-0.0460048	0.024321	0.00784816	0.0526265	0.276 (3)
0027	-0.0556092	-0.0206272	-0.0217699	0.0631806	0.178 (7)
0028					
0029	-0.11753	-0.290793	-0.0170159	0.314107	0.497 (9)
0030	-0.0457114	0.0184674	0.0451881	0.0668771	0.475 (3)
0031	0.161791	0.0932798	-0.0122798	0.187158	0.442 (5)
0032	-0.0772681	0.0412288	0.0128133	0.0885119	0.361 (7)
0034	0.139991	-0.032727	0.00431369	0.143831	0.576 (2)
<b>Total</b>	<b>0.285764</b>	<b>0.316119</b>	<b>0.0704636</b>	<b>0.431923</b>	<b>0.601</b>

Table 5. Control points.  
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
0050	4.28339	2.56853	-2.40289	5.54245	0.467 (10)

<b>Label</b>	<b>X error (cm)</b>	<b>Y error (cm)</b>	<b>Z error (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (pix)</b>
<b>Total</b>	<b>4.28339</b>	<b>2.56853</b>	<b>2.40289</b>	<b>5.54245</b>	<b>0.467</b>

Table 6. Check points.  
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

# Digital Elevation Model

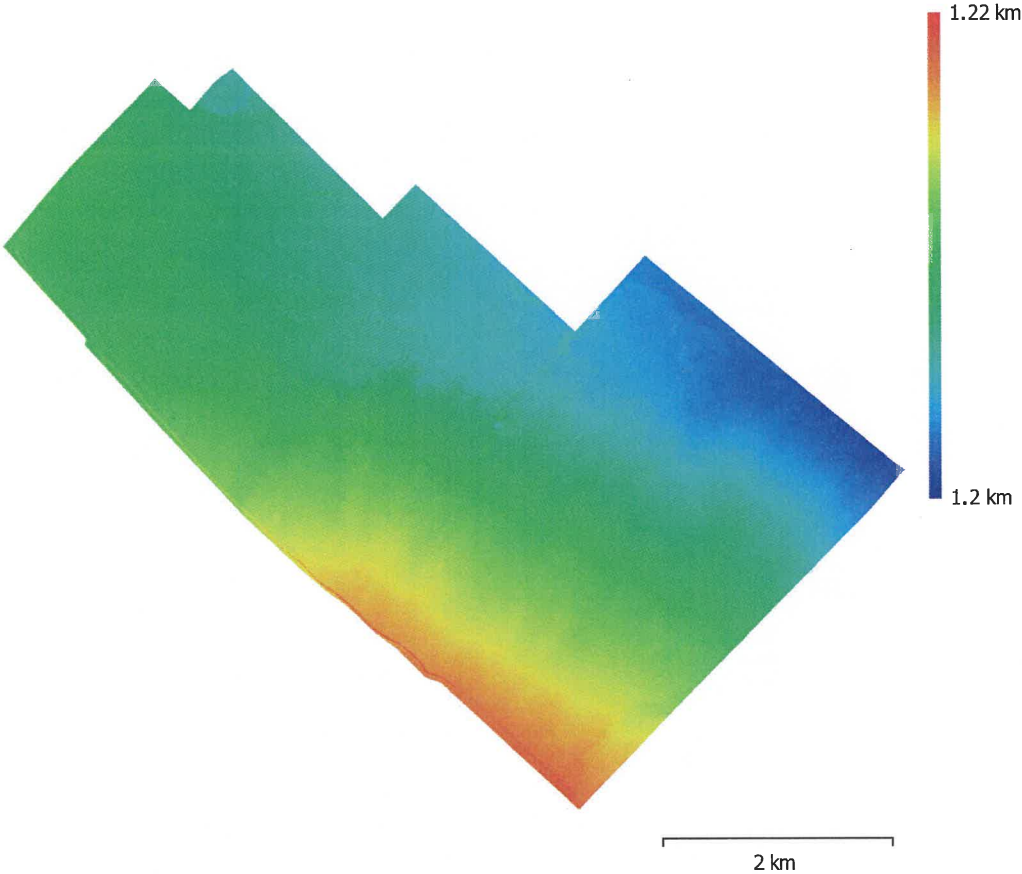


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 30 cm/pix  
Point density: 11.1 points/m<sup>2</sup>

# Processing Parameters

## General

Cameras 1804  
Aligned cameras 1804  
Markers 58

## Shapes

Polygons 1  
Coordinate system WGS 84 / UTM zone 46N (EPSG::32646)  
Rotation angles Yaw, Pitch, Roll

## Point Cloud

Points 949,171 of 1,199,807  
RMS reprojection error 0.122937 (0.652277 pix)  
Max reprojection error 0.476336 (18.822 pix)  
Mean key point size 5.10928 pix  
Point colors 3 bands, uint8  
Key points No  
Average tie point multiplicity 6.37168

## Alignment parameters

Accuracy Medium  
Generic preselection No  
Reference preselection Source  
Key point limit 40,000  
Tie point limit 4,000  
Guided image matching No  
Adaptive camera model fitting Yes  
Matching time 3 hours 35 minutes  
Matching memory usage 1.70 GB  
Alignment time 26 minutes 23 seconds  
Alignment memory usage 682.13 MB

## Optimization parameters

Parameters b1, b2, cx, cy, k1-k4, p1, p2  
Fit additional corrections Yes  
Adaptive camera model fitting No  
Optimization time 14 minutes 19 seconds  
Software version 1.6.3.10723

## Depth Maps

Count 1804  
**Depth maps generation parameters**  
Quality Medium  
Filtering mode Mild  
Processing time 5 hours 36 minutes  
Software version 1.6.3.10723

## Dense Point Cloud

Points 274,054,306  
Point colors 3 bands, uint8  
**Depth maps generation parameters**  
Quality Medium  
Filtering mode Mild  
Processing time 5 hours 36 minutes  
**Dense cloud generation parameters**  
Processing time 1 hours 48 minutes

Software version	1.6.3.10723
<b>DEM</b>	
Size	39,012 x 34,066
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 46N (EPSG::32646)
<b>Orthomosaic</b>	
Size	99,840 x 83,218
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 46N (EPSG::32646)
Colors	3 bands, uint8
<b>Reconstruction parameters</b>	
Blending mode	Mosaic
Surface	DEM
Enable hole filling	Yes
Processing time	2 hours 7 minutes
Software version	1.6.3.10723
<b>System</b>	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	1.6.3 build 10723
OS	Windows 64 bit
RAM	31.93 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-4700MQ CPU @ 2.40GHz
GPU(s)	GeForce GTX 770M