

ГЕОДЕЗИ АГААР ЗУРАГЛАЛЫН

"Эйр Сурвей" ХХК



## ИНЖЕНЕР ГЕОДЕЗИЙН ХЭМЖИЛТ, ЗУРАГЛАЛЫН АЖЛЫН ТАЙЛАН

Төслийн нэр:

Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум төвийн нийт 3.0 км  
автозам зураг төсөл

УЛААНБААТАР 2023 он

ГЕОДЕЗИ АГААР ЗУРАГЛАЛЫН

"Эйр Сурвей" ХХК



## ИНЖЕНЕР ГЕОДЕЗИЙН ХЭМЖИЛТ, ЗУРАГЛАЛЫН АЖЛЫН ТАЙЛАН

Төслийн нэр:

Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум төвийн нийт 3.0 км  
автозам зураг төсөл

Тайлан бичсэн:

*C. Огсүрэн* С.Одсүрэн

Хянасан:

*Ш. Ганболд* Ш.Ганболд /МУ-ын зөвлөх инженер/



УЛААНБААТАР 2023 он

**Гарчиг**

**Хуудас**

1. Ерөнхий зүйл .....	2
1.1 Ажлын зорилго .....	2
1.2 Ажил гүйцэтгэсэн талбайн ерөнхий байршлын бүдүүвч .....	2
1.3 Ажил гүйцэтгэсэн үндэслэл, гэрээ .....	2
1.4 Гүйцэтгэсэн ажлын төрөл, тоо хэмжээ .....	3
1.5 Хээрийн ажлын бригад зохион байгуулалт .....	3
2. Зураглалын үндэслэл .....	4
2.1 Хуучин цэгийн судалгаа .....	4
2.2 GPS-ийн хэмжилт .....	4
2.3 Шинээр суулгасан цэгүүдийн солбицол өндрийн жагсаалт : .....	5
2.4 Солбицлын тогтолцоо .....	5
3. 1:1000 -ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглал .....	6
3.1 Байр зүйн зураглалын технологи .....	6
3.2 Нислэгийн төлөвлөлт ба зураг авалт .....	8
3.3 Агаарын зургийн холболтын таних цэгүүдийг төлөвлөх ба хэмжилт .....	8
3.4 "Pix4D mapper" программ хангамжийн боловсруулалт .....	9
3.5 Суурин боловсруулалт .....	9
3.6 Ашигласан програм хангамж .....	10
4. Захиалагчид хүлээлгэн өгсөн материал .....	10
5. Хавсралтууд .....	11

## 1. Ерөнхий зүйл

### 1.1 Ажлын зорилго

Энэхүү ажлын зорилго нь Хэнтий аймгийн Дэлгэрхаан сумын төвийн 3.0 км автозам болон зогсоолын талбайн зураг төсөлд, 1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглал-инженер геодезийн хайгуул судалгаа хийхэд оршино.

### 1.2 Ажил гүйцэтгэсэн талбайн ерөнхий байршлын бүдүүвч



### 1.3 Ажил гүйцэтгэсэн үндэслэл, гэрээ

Тус компани нь энэхүү инженер-геодезийн хайгуул судалгааны ажлыг гүйцэтгэхдээ гэрээ болон бусад эрх зүйн баримт бичгүүдийг үндэслэсэн болно.

Үүнд:

- Ажил гүйцэтгэх аж ахуйн гэрээ:  
Захиалагч байгууллага: "ИХЭРМӨНХ" ХХК  
Гүйцэтгэгч байгууллага: Геодези, газрын зураглалын "ЭЙР СУРВЕЙ" ХХК  
Гэрээний хугацаа: 2023-07-05 аас 2023-07-15 хүртэл

#### 1.4 Гүйцэтгэсэн ажлын төрөл, тоо хэмжээ

Хүснэгт-1

№	Ажлын төрөл	Хэмжих нэгж	Ажлын хэмжээ	
			Төлөвлөсөн	Гүйцэтгэсэн
1	Геодезийн хуучин цэгийн судалгаа	цэг	3	3
2	Зураглалын сүлжээний цэг суулгалт	цэг	5	5
3	1:1000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураг зохиолт/3.0кмХ0.08км/	га	24	24
4	Агаараас зураг авалт /Дроноор /	га	24	30
5	Аэротриангуляц /Ортофото зураг	га	24	30
8	Техникийн тайлан бичих	тайлан	1	1

Дээрх нэр төрлийн ажлуудыг Монгол улсад мөрдөж буй Геодези газрын зураглалын ажлын норм дүрэм зааврын дагуу хийж гүйцэтгэсэн болно.

#### 1.5 Хээрийн ажлын бригад зохион байгуулалт

Геодезийн хайгуул, судалгаа, зураглалын хэмжилт боловсруулалтыг 2 үе шаттайгаар хийж гүйцэтгэлээ. Үүнд:

1. Хээрийн хэмжилт судалгаа:  
2023 оны 07-р сарын 05-ээс 07-р сарын 8 хүртэлх
2. Суурин боловсруулалт:  
2023 оны 07-р сарын 09-наас 07-р сарын 15 хүртэлх

хугацаанд тус тус хийж гүйцэтгэлээ. Үүнд тус компаний инженер Ш.Ганболдоор ахлуулсан 4 хүний бүрэлдэхүүнтэй 1 бригад 1 авто машинтай ажиллалаа.

Хээрийн ажил гүйцэтгэхэд захиалагч байгууллагын төлөөлөгч Сумын засаг даргын орлогч байлцаж замын трассын эхлэл төгсгөлийг сонгож өгсөн.

## 2. Зураглалын үндэслэл

### 2.1 Хуучин цэгийн судалгаа

Замын трасс дагуу ойр байрлах "Газрын кадастр ба бүртгэл" төслийн хүрээнд GPS –ийн сүлжээний хэмжилтээр байгуулсан байрлал-өндрийн сүлжээний ГЦТ-6314, ГЦТ-6154 зэрэг цэгүүдийг судалж зураглалын үндэслэлд ашиглав.

Энэ цэгийн солбицол өндрийн жагсаалт :

Цэгийн №	WGS-84		UTM-46N		Өндөр
	Lat	Lon	N(м)	E(м)	H(м)
ГЦТ-6314	47°10' 52.8564"	109° 11' 25.6676"	5226905.405	362896.806	1244.091
ГЦТ-6154	47°10' 44.1583"	109° 11' 38.7188"	5226630.552	363165.271	1242.616

### 2.2 GPS-ийн хэмжилт

Авто замын трассын дагуух зураглалын үндэслэл байгуулахдаа GPS-ийн технологи ашиглан гүйцэтгэсэн болно. Зураглалын үндэслэлд Дэлгэрхаан сумын төвийн Нисэх буудлын хашаа дотор байрлах Грав.-0013 - г ашиглав. RTK горимоор агаарын зураглалын холболт/марк/ болон инженерийн шугам сүлжээний хэмжилтийг хийж гүйцэтгэлээ.

RTK хэмжилтэнд "South" фирмийн хос долгионы Galaxy-G1 маркийн 2ш GPS ийн хүлээн авагч багажууд ашигласан болно.

GPS–ын хүлээн авагч багажны техникийн үзүүлэлт:

- Хиймэл дагуулаас хүлээн авах долгион		72 суваг, долгион L1, L2
- Байрлал өндөр тодорхойлох нарийвчлал:		
Статик горимд:	Байршил	2mm+1ppm
	Өндөр	5mm+1ppm
Хөдөлгөөнт горимд:	Байршил	10mm+1ppm
	Өндөр	15mm+1ppm
RTK горимд:	Байршил	10mm+1ppm
	Өндөр	15mm +1ppm
Ажиллах температур		-30°C ~ +40°C

### 2.3 Шинээр суулгасан цэгүүдийн солбицол өндрийн жагсаалт :

Цэгийн №	WGS-84		UTM-48N		Өндөр
	Lat	Lon	N(м)	E(м)	H(м)
ГЦТ-1055	47°11' 13.8318"	109° 11' 24.1410"	5227553.626	362879.686	1247.558
ГЦТ-1051	47°10' 30.9874"	109° 11' 40.8041"	5226222.974	363199.760	1239.835
BM-3	47°10' 44.5527"	109° 11' 20.9582"	5226651.381	362791.750	1241.152
BM-2	47°10' 32.1680"	109° 11' 18.7112"	5226270.185	362735.588	1235.641
BM-1	47°10' 49.2507"	109° 11' 08.4057"	5226802.534	362530.928	1238.826

### 2.4 Солбицлын тогтолцоо

Сүлжээний хэмжилт болон зураглалыг манай улсад мөрдөж буй "UTM" солбицлын тогтолцоонд гүйцэтгэсэн болно.

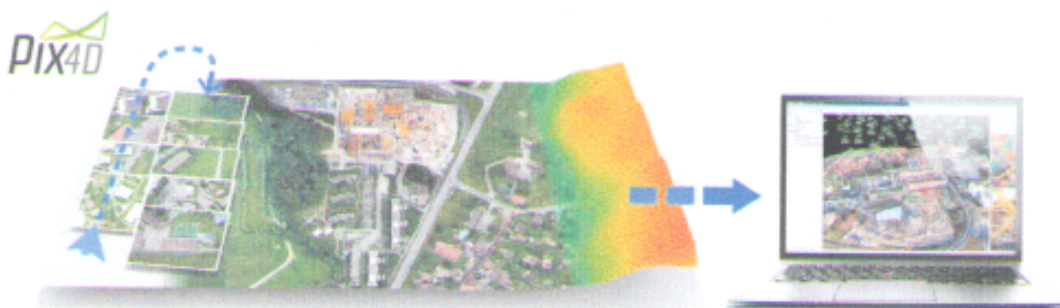
"UTM" солбицлын өгөгдлүүдийг доор үзүүлэв.

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Суурь эллипсоид                       | WGS-84   |
| 2. Тусгаг                                | UTM      |
| 3. Зоны дугаар                           | 49N      |
| 4. Төвийн мериданы утга                  | 111°     |
| 5. UTM (E) тэнхлэгийн эхлэлийн утга      | 500000 м |
| 6. UTM (N) тэнхлэгийн эхлэлийн утга      | 0        |
| 7. Төвийн мериданы дагуух масштабын утга | 0.9996   |

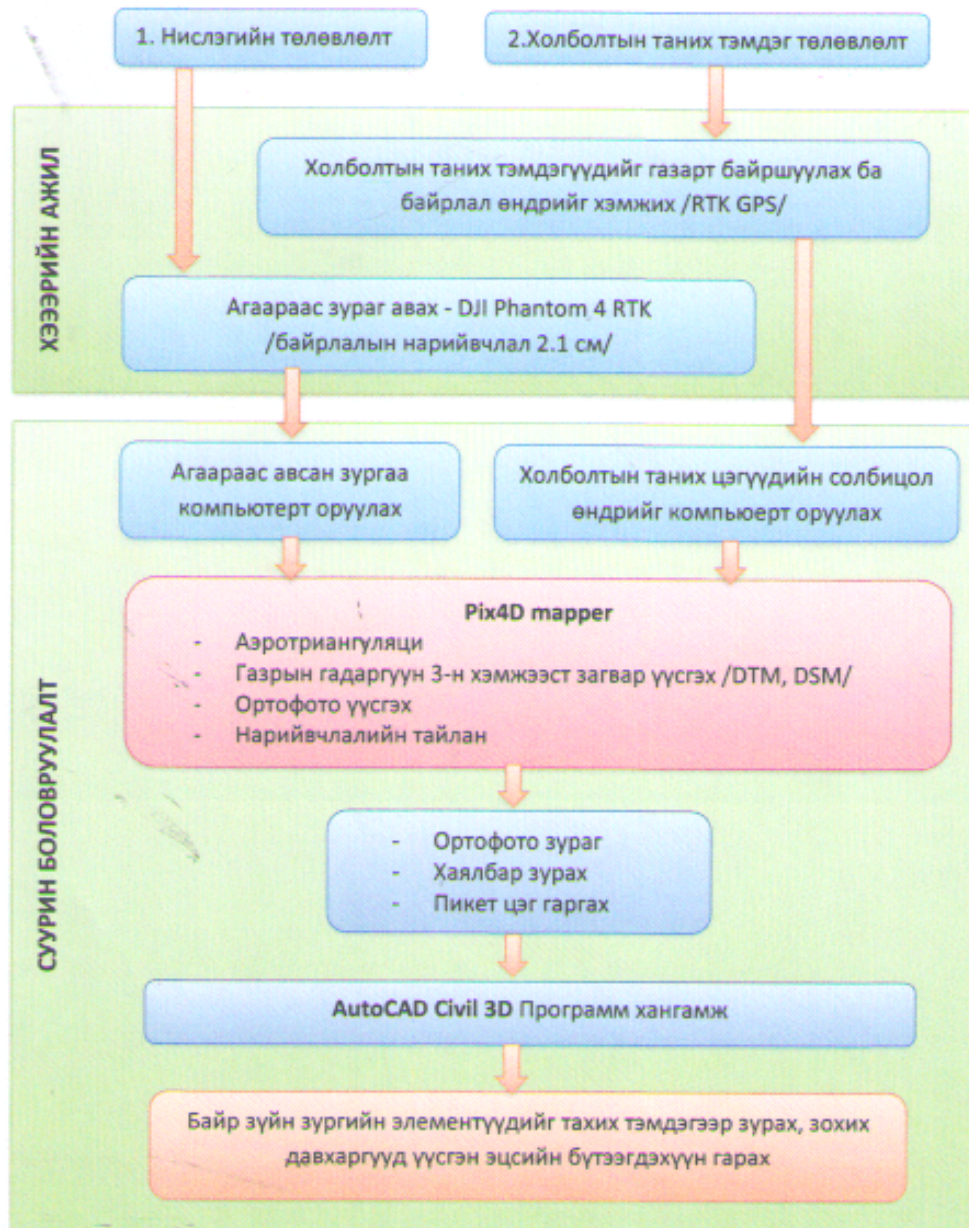
### 3. 1:1000 -ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглал

#### 3.1 Байр зүйн зураглалын технологи

Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сумын төвийн 3 хэсэгт төлөвлөгдөж байгаа нийт 3.0 км автозамын трассын дагуух, 1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалыг Швейцарь улсын "Pix4D" компанийн мэргэжлийн фотограмметрийн албан ёсны лицензтэй программ хангамжид суурилсан шинэ технологи ашиглан боловсруулсан ба агаараас зураг авахад DJI фирмийн Phantom 4RTK мэргэжлийн өндөр нарийвчлал бүхий нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж ашиглав. Технологийн бүдүүвч схемийг Зураг-2-д үзүүлэв.





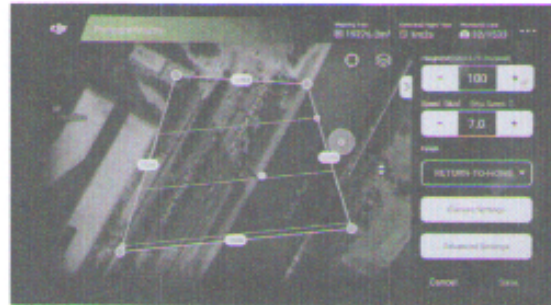


Зураг-2. Технологийн бүдүүвч

### 3.2 Нислэгийн төлөвлөлт ба зураг авалт

Агаараас зураг авалтыг "DJI" фирмийн нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж болох "Phantom 4 RTK"-г ашиглан гүйцэтгэлээ.

Төлөвлөж буй 3.0 км автозамын трассын дагуух, 1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалын нислэгийг төлөвлөхдөө нислэгийн дагуу давхацлыг 80% байхаар, хөндлөн давхацлыг 85%-тай байхаар өндрийг 80 метрээр зураг авахаар төлөвлөн гүйцэтгэснээр агаарын зургийн дундаж GSD /зургийн нэг пиксельд оногдох газар дээрх хэмжээ/-ийн утга 2.7 см-тэй тэнцэнэ.

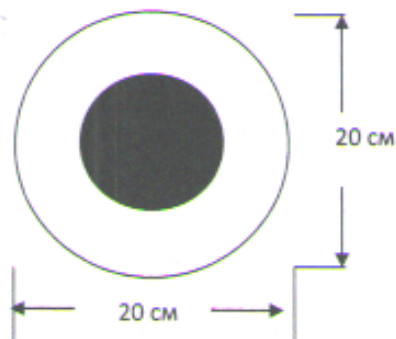


### 3.3 Агаарын зургийн холболтын таних цэгүүдийг төлөвлөх ба хэмжилт

Агаарын зургийн холболтын таних цэгүүдийг хэмжилтийн талбайд зураг авсан маршрутын дагуу болон хөндлөндөө 300-500 метрийн зайтай байхаар төлөвлөж газар дээр тэмдэглээс тавьж, байрлал өндрийг RTK GPS-ийн хүлээн авагч багажаар хэмжиж тодорхойлсон.

Таних цэгүүдэд тэмдэглээс тавихдаа 15-20 см диаметр бүхий дугуй цагаан тэмдэгтийн голд 10 см-ийн диаметртэй хар дугуй дүрс хийж газар дээр байрлуулсан болно. Зурагт таних цэгийн бүдүүвч схемийг Зураг-3-д үзүүлэв.

Зураг 3. Таних цэгийн тэмдэглээс



### 3.4 “Pix4D mapper” программ хангамжийн боловсруулалт

Агаарын зургийн боловсруулалтын /фотограмметрийн/ “Pix4D mapper” программ нь жижиг оврын компакт зургийн камераас эхлээд мэргэжлийн том камерүүд хүртэл ямар ч камерээр авсан зургийг мэргэжлийн түвшинд боловсруулж, өндөр нарийвчлалтай 3 хэмжээст гадаргуу үүсгэх автомат программ хангамж юм.

“Pix4D mapper” нь дараах үндсэн бүлэг программуудаас бүрдэнэ. Үүнд:

- Ажил үүсгэх /зураг оруулах, таних цэгүүдийн солбицол оруулах/
- Аэротриангуляцийн тэгшитгэн бодолт
- Газрын гадаргуун 3 хэмжээст загвар үүсгэх
- Ортофото зураг үүсгэх
- Эцсийн бүтээгдэхүүн гаргах /нарийвчлалын тайлан, хаялбар, ортофото зураг гэх мэт/ зэрэг багтана. Тайланг *Хавсралт*-д үзүүлэв.

### 3.5 Суурин боловсруулалт

Байр зүйн дэвсгэр зураглалын суурин боловсруулалтыг захиалагчаас өгөгдсөн техникийн даалгаварыг баримтлан боловсруулсан болно.

Байр зүйн зургийн элементүүдийн зураглалыг гүйцэтгэхдээ ортофото зураг болон RTK GPS-ийн хэмжилтүүдийг ашиглан БД-11-106-08-н заалтуудыг үндэс болгон зурагласан болно.

Зураглалын явцад байр зүйн дэвсгэр зураг хийх талбайд байгаа дараахь төрлийн объектуудыг зохих таних тэмдэгээр зурагт үзүүлсэн болно.

- Барилга, байшин
- Хашаа /мод, төмөр, бетон/
- Авто зам, талбай
- Далан
- Гол
- Суваг шуудуу
- ЦДАШ
- Гэрэлтүүлэг
- Цэвэр усны шугам
- Бохир усны шугам

### 3.6 Ашигласан програм хангамж

Байр зүйн зургийн суурин боловсруулалтанд дараахь төрлийн программ хангамжууд ашиглан гүйцэтгэсэн.

- GPS сүлжээ тэгшитгэн бодолт "Leica Geo Office v8.4" - лицензтэй
- Агаараас зураг авах "DJI RTK SDK"
- 3 хэмжээст гадаргуу үүсгэх, хаялбар зурах ба дагуу зүсэлт зурах зэрэгт "Pix4D mapper" - лицензтэй  
"AutoCAD CIVIL 3D 2017"
- Байр зүйн элементүүдийг таних тэмдгээр зурах "TX mapper"

### 4. Захиалагчид хүлээлгэн өгсөн материал

Дараах тоон өгөгдөл болон байр зүйн зургийг CD дээр файлаар захиалагчид хүлээлгэн өгсөн:

- 1:1000-ны маштабтай байр зүйн зураг "DWG"
- Ортофото зураг "JPEG2000"
- DEM гадаргуу "JPEG2000"
- Тайланг хэвлэмэл байдлаар 1 хувь.

### 5. Хавсралтууд

1. 1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураг
2. Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн хувийн хэрэг
3. "Pix4D mapper"-ийн тайлан
4. Тусгай зөвшөөрөл, гэрчилгээ

## Хавсралт-1

1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураг, Ортофото

## Хавсралт-2

Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн хувийн хэрэг

**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 1**

1.	Цэгийн нэр	ГЦТ-6314	2.	Цэгийн өндөр	1244.091
3.	Трапецийн дугаар	L-49-27	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум			
6.	Цэгийн солбилцол	47°10' 52.8"	109° 11' 25.7"	5226905.4	362896.8

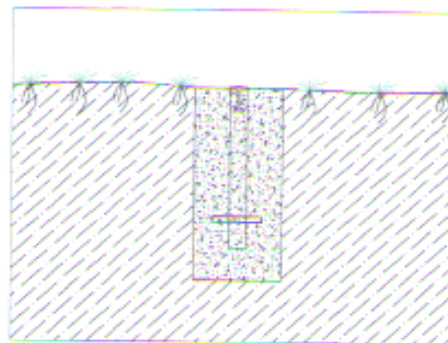
**7. Цэгийн гэрэл зураг**

ойроос	холоос
	

**8. Байршлын тойм зураг**



**9. Төв цэгийн хэлбэр**



**10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй**




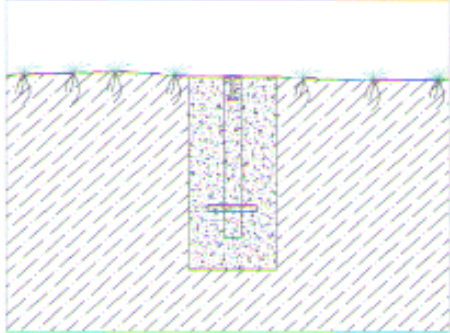
**11.** а. Судалгаа    б. Шинээр суулгасан

**12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр**




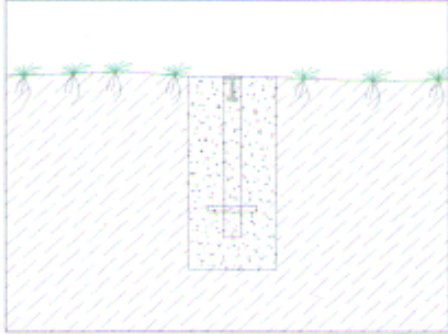
**13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: . . . . . / С. Саянямбо /  
Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК**



**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 2**

1.	Цэгийн нэр	ГЦТ-6154	2.	Цэгийн өндөр	1242.616
3.	Трапецийн дугаар	L-49-27	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум			
6.	Цэгийн солбилцол	47°10' 44.1"	109° 11' 38.7"	5226630.5	363165.3
<b>7. Цэгийн гэрэл зураг</b>					
ойроос			холоос		
					
<b>8. Байршлын тойм зураг</b>			<b>9. Төв цэгийн хэлбэр</b>		
					
<b>10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй</b>					
<b>11. а. Судалгаа б. Шинээр суулгасан</b>					
<b>12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр</b>					
<b>13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: ..... / С. Саянямбо / Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК</b>					

**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 3**

1.	Цэгийн нэр	ГЦТ-1055	2.	Цэгийн өндөр	1247.558
3.	Трапецийн дугаар	L-49-27	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум			
6.	Цэгийн солбилцол	47°11' 13.8"	109° 11' 24.1"	5227553.6	362879.6
<b>7. Цэгийн гэрэл зураг</b>					
ойроос			холоос		
					
<b>8. Байршлын тойм зураг</b>			<b>9. Төв цэгийн хэлбэр</b>		
					
<b>10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй</b>					
<b>11. а. Судалгаа</b> <input checked="" type="radio"/> Шинээр суулгасан					
<b>12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр</b>					
<b>13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн:</b> ..... / С. Саянямбо / Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК					

**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 4**

1.	Цэгийн нэр	ГЦТ-1051	2.	Цэгийн өндөр	1239.835
3.	Трапецийн дугаар	L-49-27	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум			
6.	Цэгийн солбилцол	47°10' 30.9"	109° 11' 40.8"	5226222.9	363199.7

**7. Цэгийн гэрэл зураг**

ойроос



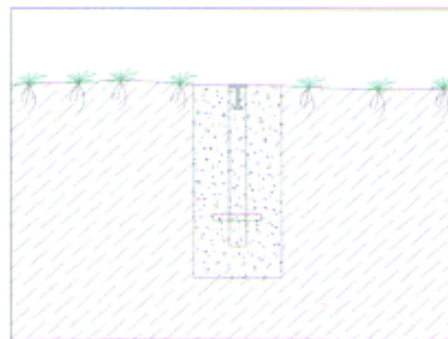
холоос



**8. Байршлын тойм зураг**



**9. Төв цэгийн хэлбэр**



**10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй**

**11. а. Судалгаа**  Шинээр суулгасан


**12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр**

**13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: . . . . . / С. Саянямбо /  
Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК**

**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 5**

1.	Цэгийн нэр	BM-3	2.	Цэгийн өндөр	1241.152
3.	Трапецийн дугаар	L-49-27	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум			
6.	Цэгийн солбилцол	47°10' 44.5"	109° 11' 20.9"	5226651.3	362791.7

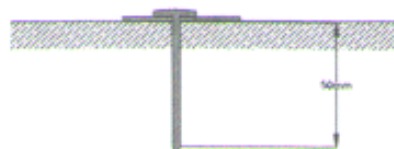
**7. Цэгийн гэрэл зураг**

ойроос	холоос
	

**8. Байршлын тойм зураг**



**9. Төв цэгийн хэлбэр**



**10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй**

**11. а. Судалгаа**  Шинээр суулгасан

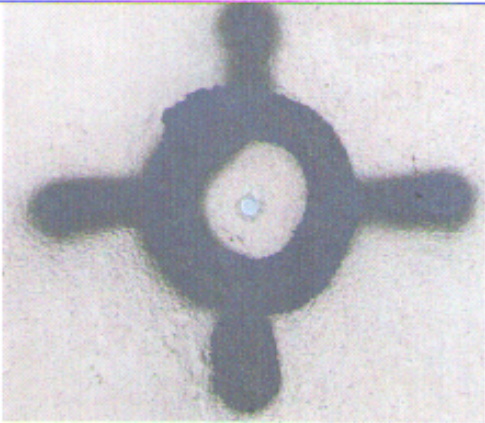

**12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр**

**13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: . . . . . / С. Саянямбо /  
Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК**

**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 6**

1.	Цэгийн нэр	<b>BM-2</b>	2.	Цэгийн өндөр	<b>1235.641</b>
3.	Трапецийн дугаар	<b>L-49-27</b>	4.	Сүлжээний төрөл	<b>GPS</b>
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	<b>Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум</b>			
6.	Цэгийн солбилцол	<b>47°10' 32.2"</b>	<b>109° 11' 18.7"</b>	<b>5226270.2</b>	<b>362735.6</b>

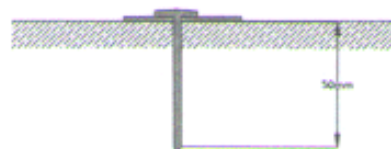
**7. Цэгийн гэрэл зураг**

ойроос	холоос
	

**8. Байршлын тойм зураг**



**9. Төв цэгийн хэлбэр**



BM-3

**10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй**

**с11. а. Судалгаа**  Шинээр суулгасан

**12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр**

**13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: . . . . . / С. Саянямбо /  
Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК**

**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн  
хувийн хэрэг № 7**

1.	Цэгийн нэр	BM-1	2.	Цэгийн өндөр	1238.826
3.	Трапецийн дугаар	L-49-27	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Хэнтий аймаг, Дэлгэрхаан сум			
6.	Цэгийн солбилцол	47°10' 49.2"	109° 11' 08.4"	5226802.5	362530.9

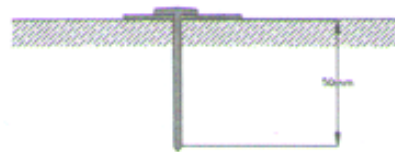
**7. Цэгийн гэрэл зураг**

ойроос	холоос
	

**8. Байршлын тойм зураг**



**9. Төв цэгийн хэлбэр**



**10. Хөрсний шинж байдал: Элсэрхэг хайрган хөрстэй**

**11. а. Судалгаа**  Шинээр суулгасан

**12. Цэг тэмдэгтийн судалсан: 2023 оны 07-р сарын 08-ны өдөр**

**13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: . . . . . / С. Саянямбо /  
Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК**

## Хавсралт-3

"Pix4D mapper"-ийн тайлан

# Quality Report

Generated with Pix4D software version 4.8.4

- 1 Important: Click on the different icons for:
  - 2 Help to analyze the results in the Quality Report
  - 3 Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

## Summary

Project	Delger_1-4
Processed	2023-07-09 11:56:00
Camera Model Name(s)	FC6310R_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	2.50 cm / 0.98 in
Area Covered	0.283 km <sup>2</sup> / 29.2548 ha / 0.11 sq. mi. / 69.8547 acres

## Quality Check

1 Images	median of 43083 keypoints per image	✓
2 Dataset	222 out of 222 images calibrated (100%), all images enabled	✓
3 Camera Optimization	0.74% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
4 Matching	median of 28739.6 matches per calibrated image	✓
5 Georeferencing	yes, 5 GCPs (5 3D), mean RMS error = 0.007 m	✓

## Preview

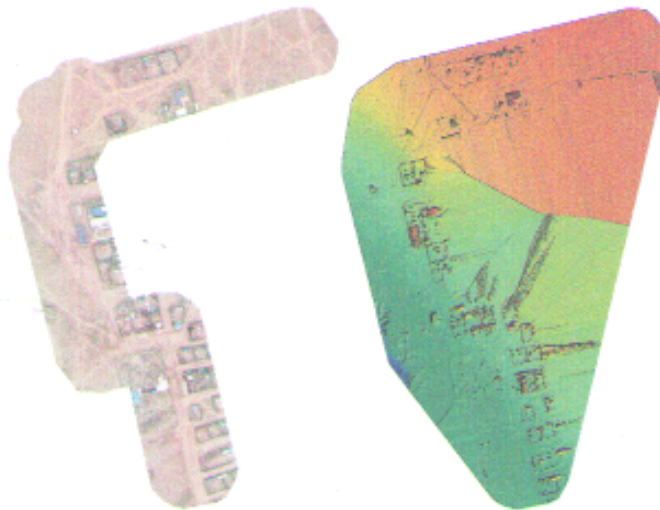


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.



## Calibration Details

Number of Calibrated Images	222 out of 222
Number of Geolocated Images	222 out of 222

### Initial Image Positions

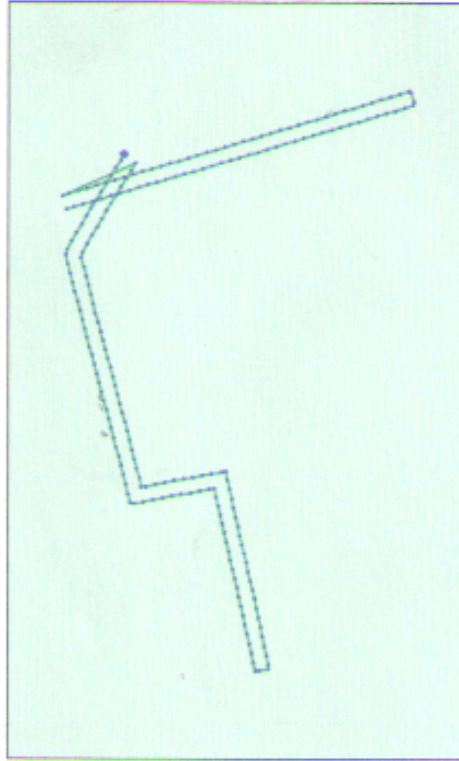
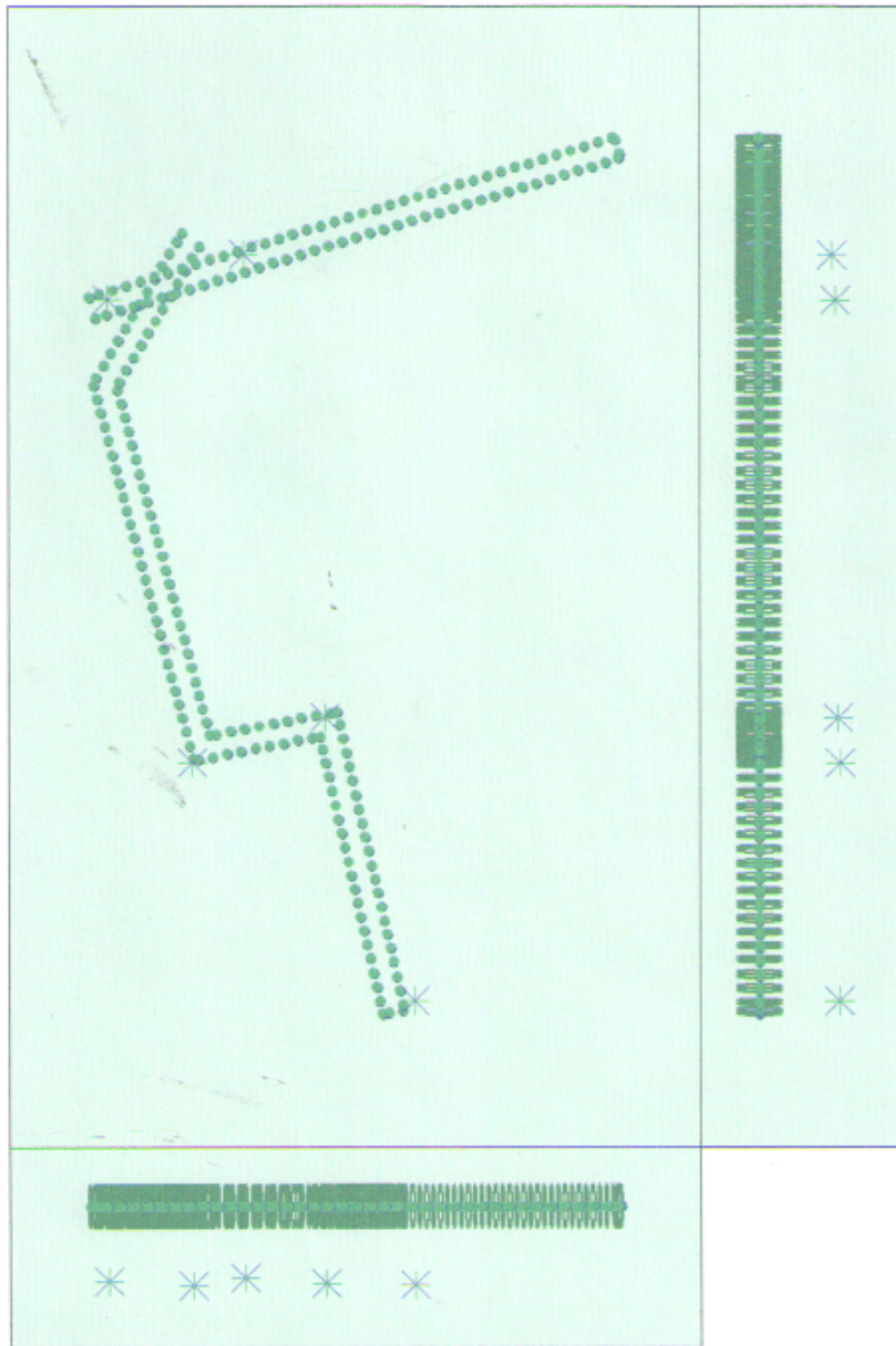


Figure 2: Top view of the Initial Image position. The green line follows the position of the Images in time starting from the large blue dot.

### Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



Uncertainty ellipses 1000x magnified

Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

### Absolute camera position and orientation uncertainties

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.002	0.002	0.024	0.001	0.001	0.001
Sigma	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

### Overlap

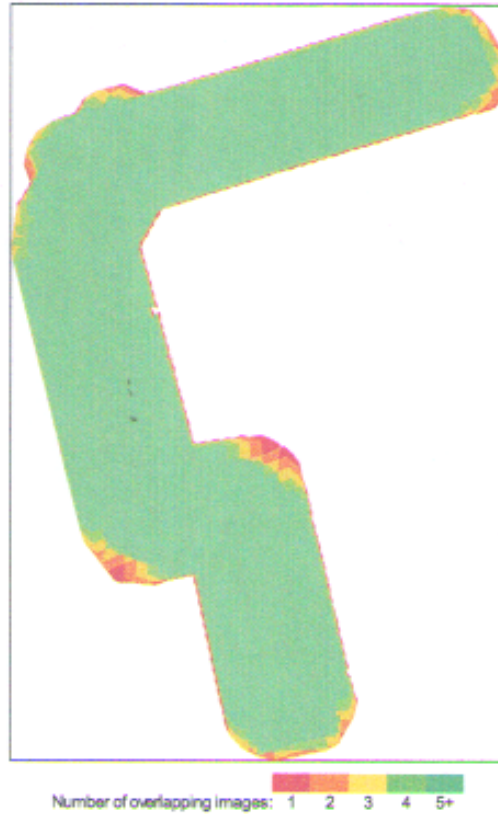


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

## Bundle Block Adjustment Details

Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	6323951
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	1620508
Mean Reprojection Error [pixels]	0.138

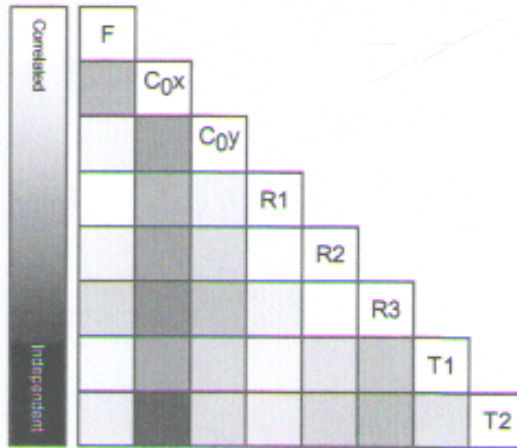
### Internal Camera Parameters

FC6310R\_8.8\_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 12.833 [mm] x 8.556 [mm]

EXIF ID: FC6310R\_8.8\_5472x3648

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
--	--------------	-------------------	-------------------	----	----	----	----	----

Initial Values	3658.300 [pixel] 8.580 [mm]	2722.500 [pixel] 6.385 [mm]	1835.100 [pixel] 4.304 [mm]	-0.289	0.112	-0.033	0.000	-0.001
Optimized Values	3630.922 [pixel] 8.515 [mm]	2735.852 [pixel] 6.416 [mm]	1848.875 [pixel] 4.331 [mm]	-0.282	0.105	-0.029	0.000	-0.001
Uncertainties (Sigma)	1.061 [pixel] 0.002 [mm]	0.035 [pixel] 0.000 [mm]	0.042 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



The correlation between camera internal parameters determined by the bundle adjustment. White indicates a full correlation between the parameters, i.e. any change in one can be fully compensated by the other. Black indicates that the parameter is completely independent, and is not affected by other parameters.



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel, averaged over all images of the camera model, is color coded between black and white. White indicates that, on average, more than 16 ATPs have been extracted at the pixel location. Black indicates that, on average, 0 ATPs have been extracted at the pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization. The scale bar indicates the magnitude of 1 pixel error.

### 2D Keypoints Table

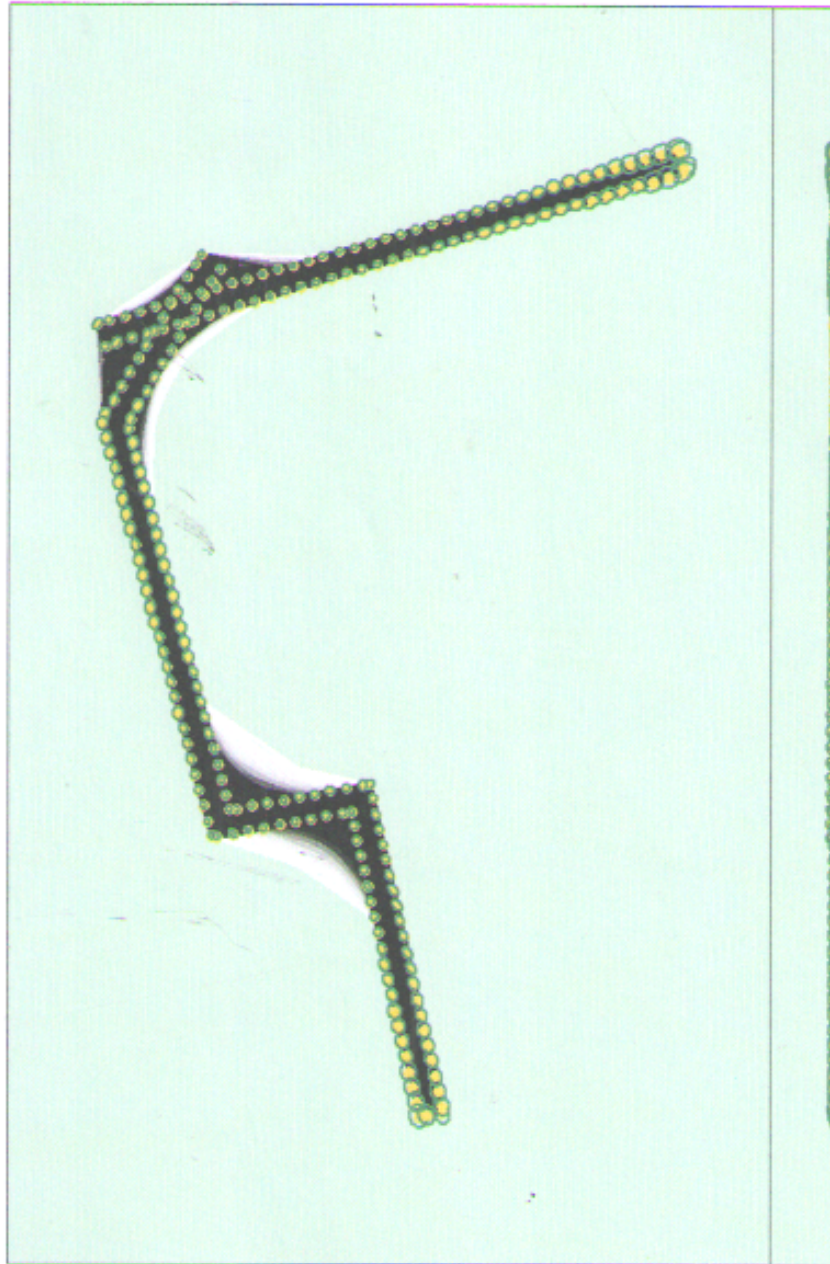
	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	43083	28740
Mn	33188	18019
Max	60060	39918
Mean	43542	28488

### 3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	753518
In 3 Images	288831
In 4 Images	160786
In 5 Images	105131
In 6 Images	75141
In 7 Images	55031
In 8 Images	43146
In 9 Images	35031
In 10 Images	30643
In 11 Images	22738
In 12 Images	18190
In 13 Images	7854
In 14 Images	5684
In 15 Images	4448
In 16 Images	3529
In 17 Images	2878

In 18 Images	2347
In 19 Images	1823
In 20 Images	1409
In 21 Images	1043
In 22 Images	728
In 23 Images	409
In 24 Images	151
In 25 Images	18
In 26 Images	3

2D Keypoint Matches



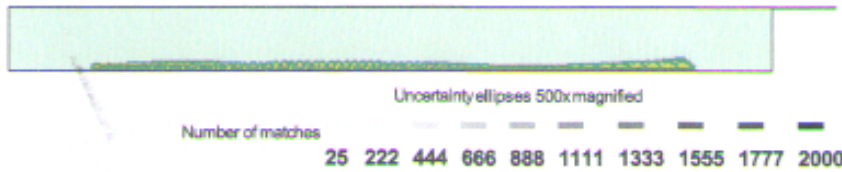


Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.

### Relative camera position and orientation uncertainties

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.010	0.011	0.008	0.005	0.006	0.003
Sigma	0.004	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001

## Geolocation Details

### Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
17 (3D)	0.020/0.020	-0.010	-0.004	0.000	0.552	10 / 10
19 (3D)	0.020/0.020	-0.002	0.003	0.003	0.596	10 / 10
21 (3D)	0.020/0.020	0.013	0.000	0.028	0.652	5 / 5
23 (3D)	0.020/0.020	0.000	-0.001	-0.005	0.677	20 / 20
36 (3D)	0.020/0.020	0.001	0.005	0.005	0.765	12 / 12
Mean [m]		0.000629	0.000733	0.006333		
Sigma [m]		0.007359	0.003243	0.011456		
RMS Error [m]		0.007378	0.003325	0.013090		

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

### Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-0.07	0.00	0.00	0.00
-0.07	-0.06	0.00	0.00	0.00
-0.06	-0.04	0.00	0.00	0.00
-0.04	-0.03	0.00	0.00	0.00
-0.03	-0.01	0.00	0.00	0.45
-0.01	0.00	45.95	51.35	49.10
0.00	0.01	54.05	48.65	49.10
0.01	0.03	0.00	0.00	1.35
0.03	0.04	0.00	0.00	0.00
0.04	0.06	0.00	0.00	0.00
0.06	0.07	0.00	0.00	0.00
0.07	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.716539	-1.184501	0.130051
Sigma [m]		0.001837	0.001708	0.005858
RMS Error [m]		0.716541	1.184502	0.130183

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Geolocation Bias	X	Y	Z
Translation [m]	0.716536	-1.184482	0.130177

Bias between image initial and computed geolocation given in output coordinate system.

### Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	99.55
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	0.011685	0.011685	0.019263
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.001256	0.001256	0.002230

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.911
Phi	0.810
Kappa	3.006

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

## Initial Processing Details

### System Information

Hardware	CPU: AMD Ryzen 5 5600H with Radeon Graphics RAM: 14GB GPU: AMD Radeon(TM) Graphics (Driver: 31.0.12028.2)
Operating System	Windows 11, 64-bit

### Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (+31.2m)
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	WGS 84 / UTM,zone 49N
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM,zone 49N

### Processing Options

Detected Template	3D Maps
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, yes

## Point Cloud Densification details

## Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Densification	12m:49s
Time for Point Cloud Classification	02m:34s
Time for 3D Textured Mesh Generation	06m:31s

## Results

Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	29150979
Average Density (per m <sup>3</sup> )	224.09

## DSM, Orthomosaic and Index Details

### Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	2 x GSD (2.5 [cm/pxel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp
Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes
Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Raster DTM	Generated: yes Merge Tiles: yes
DTM Resolution	10 x GSD (2.5 [cm/pxel])
Contour Lines Generation	Generated: yes Contour Base [m]: 0 Elevation Interval [m]: 0.5 Resolution [cm]: 100 Minimum Line Size [vertices]: 4
Time for DSM Generation	03m:52s
Time for Orthomosaic Generation	11m:57s
Time for DTM Generation	04m:51s
Time for Contour Lines Generation	02s
Time for Reflectance Map Generation	00s
Time for Index Map Generation	00s



# Quality Report



Generated with Pix4Ddiscovery version 4.8.4

**Important:** Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

## Summary

Project	Delger_2-3
Processed	2023-07-09 13:17:15
Camera Model Name(s)	FC6310R_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	2.47 cm / 0.97 in
Area Covered	0.375 km <sup>2</sup> / 37.4804 ha / 0.14 sq. mi. / 92.6641 acres

## Quality Check

Images	median of 42999 keypoints per image	✓
Dataset	279 out of 279 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.17% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 26657.9 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 9 GCPs (9 3D), mean RMS error = 0.009 m	✓

## Preview

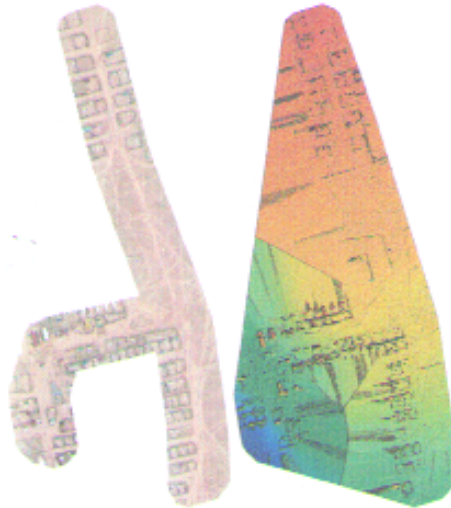


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

## Calibration Details

Number of Calibrated Images	279 out of 279
Number of Geolocated Images	279 out of 279

### Initial Image Positions

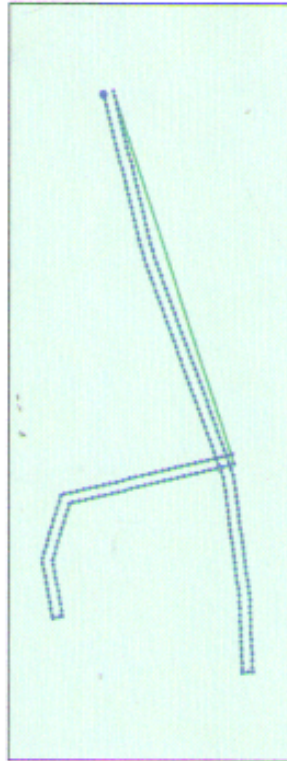
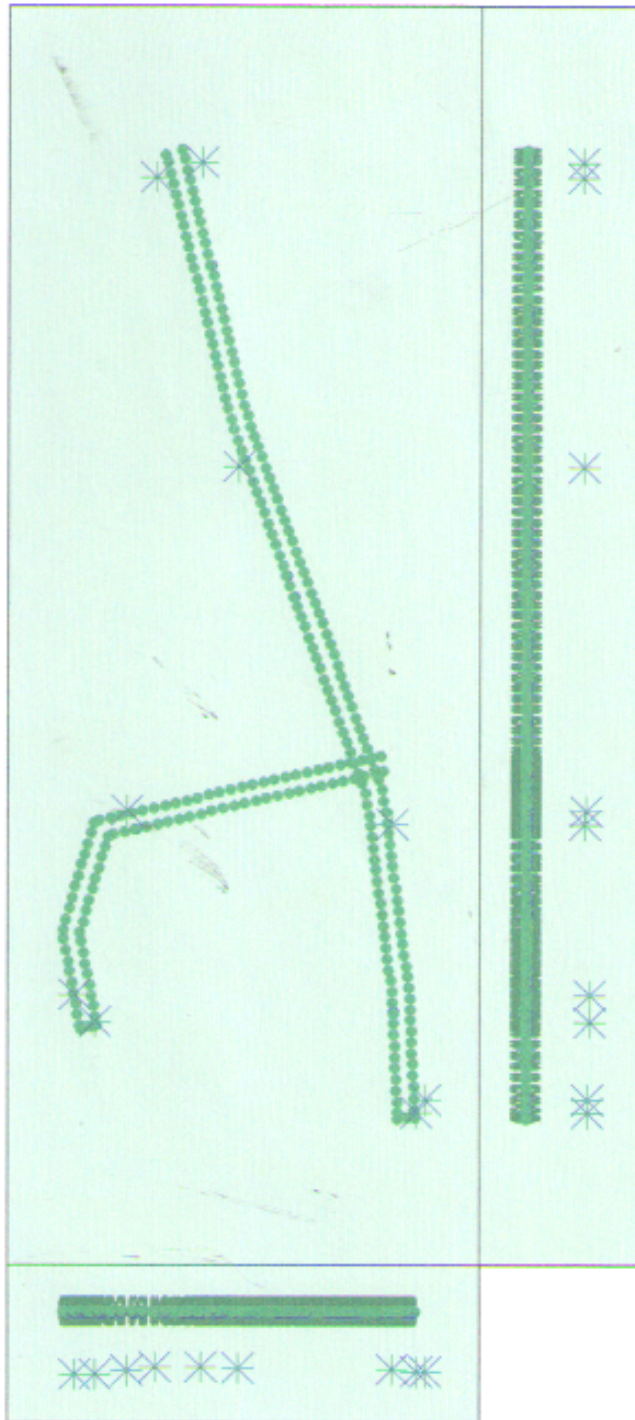


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

### Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



Uncertainty ellipses 1000x magnified

Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.002	0.002	0.019	0.002	0.002	0.001
Stdev	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

### Overlap



Number of overlapping images: 1 2 3 4 5+

Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

## Bundle Block Adjustment Details

Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	7631830
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	2097317
Mean Reprojection Error [pixels]	0.138

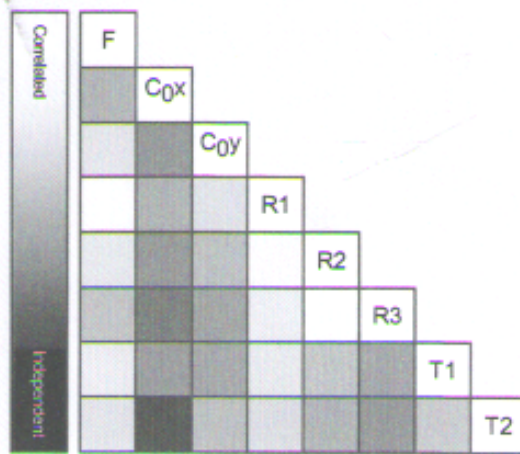
### Internal Camera Parameters

FC6310R\_8.8\_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 12.833 [mm] x 8.556 [mm]

EXIF ID: FC6310R\_8.8\_5472x3648

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3658.300 [pixel] 8.580 [mm]	2722.500 [pixel] 6.385 [mm]	1835.100 [pixel] 4.304 [mm]	-0.269	0.112	-0.033	0.000	-0.001
Optimized Values	3651.767 [pixel] 8.564 [mm]	2736.621 [pixel] 6.418 [mm]	1847.636 [pixel] 4.333 [mm]	-0.265	0.108	-0.030	0.000	-0.001

Uncertainties (Sigma)	0.848 [pixel] 0.002 [mm]	0.039 [pixel] 0.000 [mm]	0.038 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-----------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------



The correlation between camera internal parameters determined by the bundle adjustment. White indicates a full correlation between the parameters, i.e. any change in one can be fully compensated by the other. Black indicates that the parameter is completely independent, and is not affected by other parameters.



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel, averaged over all images of the camera model, is color coded between black and white. White indicates that, on average, more than 16 ATPs have been extracted at the pixel location. Black indicates that, on average, 0 ATPs have been extracted at the pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the re-projection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization. The scale bar indicates the magnitude of 1 pixel error.

### 2D Keypoints Table

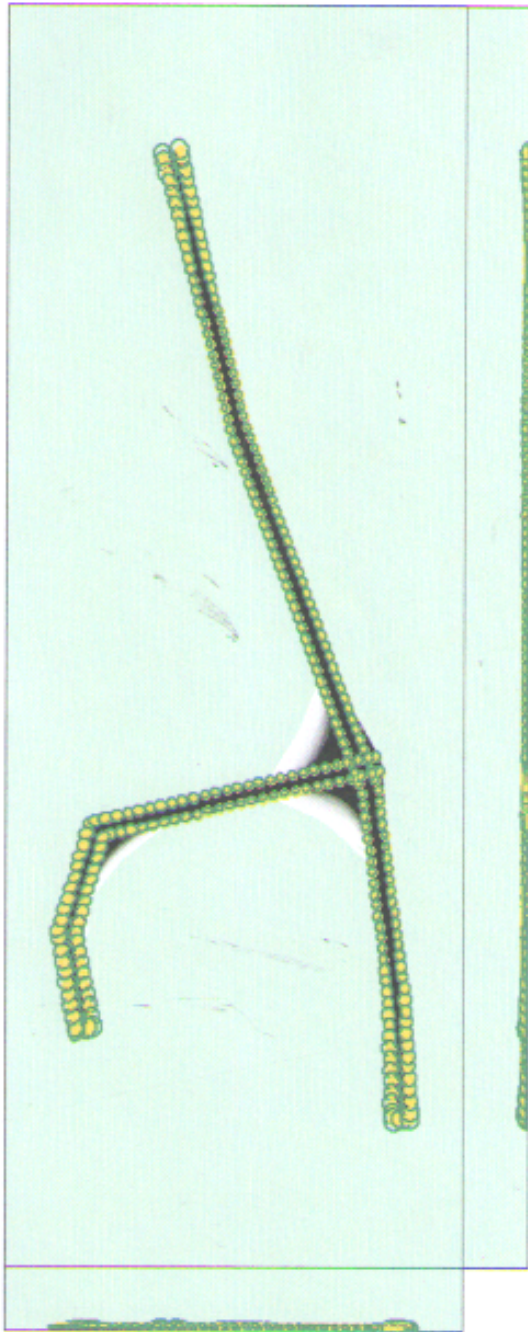
	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	42999	26658
Mn	27326	14854
Max	59667	39754
Mean	43561	27354

### 3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	1026889
In 3 Images	382078
In 4 Images	209061
In 5 Images	133628
In 6 Images	92770
In 7 Images	64673
In 8 Images	50279
In 9 Images	40557
In 10 Images	35048
In 11 Images	27564
In 12 Images	15618
In 13 Images	4935
In 14 Images	3532
In 15 Images	2449
In 16 Images	1938
In 17 Images	1504
In 18 Images	1179
In 19 Images	940
In 20 Images	785
In 21 Images	741

In 22 Images	527
In 23 Images	457
In 24 Images	349
In 25 Images	98
In 26 Images	16
In 27 Images	2

2D Keypoint Matches



Uncertainty ellipses 500x magnified

Number of matches

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual fix points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.

### 1 Relative camera position and orientation uncertainties

	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.015	0.017	0.011	0.007	0.008	0.004
Sigma	0.005	0.006	0.004	0.002	0.002	0.001

## Geolocation Details

### 2 Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
6154 (3D)	0.020/0.020	-0.008	-0.009	0.023	0.782	8 / 8
3 (3D)	0.020/0.020	-0.008	-0.004	0.004	0.467	10 / 10
4 (3D)	0.020/0.020	0.007	0.009	0.009	0.481	10 / 10
1051 (3D)	0.020/0.020	0.000	0.000	0.025	0.584	9 / 9
BM6 (3D)	0.020/0.020	-0.002	0.001	-0.013	0.633	14 / 14
10 (3D)	0.020/0.020	-0.004	-0.001	0.002	0.525	11 / 11
17 (3D)	0.020/0.020	-0.000	-0.003	-0.007	0.597	11 / 11
18 (3D)	0.020/0.020	0.009	0.003	-0.026	0.456	8 / 8
26 (3D)	0.020/0.020	0.008	0.002	0.023	0.683	9 / 9
Mean [m]		0.000295	-0.000177	0.004466		
Sigma [m]		0.006274	0.004780	0.016822		
RMS Error [m]		0.006261	0.004783	0.017404		

0 out of 3 check points have been labeled as inaccurate.

Check Point Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
1055		-0.0060	-0.0029	-0.0009	0.5697	9 / 9
12		0.0081	0.0043	-0.0132	0.7095	15 / 15
34		0.0022	0.0030	-0.0289	0.9772	12 / 12
Mean [m]		0.001421	0.001478	-0.014347		
Sigma [m]		0.005747	0.003131	0.011475		
RMS Error [m]		0.005920	0.003482	0.018372		

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

### 3 Absolute Geolocation Variance

Mn Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-0.05	0.00	0.00	0.00
-0.05	-0.04	0.00	0.00	0.00
-0.04	-0.03	0.00	0.00	0.00
-0.03	-0.02	0.00	0.00	0.00
-0.02	-0.01	0.36	0.00	7.17
-0.01	0.00	50.18	52.69	41.94
0.00	0.01	49.10	47.31	43.73
0.01	0.02	0.36	0.00	7.17

0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
0.03	0.04	0.00	0.00	0.00
0.04	0.05	0.00	0.00	0.00
0.05	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.029739	0.006107	-0.454468
Sigma [m]		0.002527	0.002128	0.005907
RMS Error [m]		0.029846	0.006466	0.454506

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Geolocation Bias	X	Y	Z
Translation [m]	0.029747	0.006141	-0.454444

Bias between image initial and computed geolocation given in output coordinate system.

### Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	100.00
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	0.012200	0.012200	0.018466
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.001346	0.001346	0.002033

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.861
Phi	1.013
Kappa	6.890

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

## Initial Processing Details

### System Information

Hardware	CPU: AMD Ryzen 5 5600H with Radeon Graphics RAM: 14GB GPU: AMD Radeon(TM) Graphics (Driver: 31.0.12028.2)
Operating System	Windows 11, 64-bit

### Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (+1.05m)
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 48N
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 48N

### Processing Options

Detected Template	3D Maps
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no



Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, yes

## Point Cloud Densification details

### Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Densification	21m:15s
Time for Point Cloud Classification	03m:41s
Time for 3D Textured Mesh Generation	05m:48s

### Results

Number of Processed Clusters	2
Number of Generated Tiles	3
Number of 3D Densified Points	39860452
Average Density (per m <sup>3</sup> )	230.59

## DSM, Orthomosaic and Index Details

### Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	2 x GSD (2.47 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp
Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes
Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Raster DTM	Generated: yes Merge Tiles: yes
DTM Resolution	5 x GSD (2.47 [cm/pixel])
Contour Lines Generation	Generated: yes Contour Base [m]: 0 Elevation Interval [m]: 0.5 Resolution [cm]: 100 Minimum Line Size [vertices]: 4
Time for DSM Generation	05m:25s
Time for Orthomosaic Generation	16m:55s
Time for DTM Generation	28m:03s
Time for Contour Lines Generation	05s
Time for Reflectance Map Generation	00s

Time for IndexMap Generation

00s





БАРИЛГА, ХОТ БАЙГУУЛАЛТЫН ЯАМ  
**ТУСГАЙ ЗӨВШӨӨРӨЛ**

Дугаар: 16-085/20

Монгол Улсын Геодези, зураг зүйн тухай хуулийн 5 дугаар зүйлийн 5.4.6, Аж ахуйн үйл ажиллагааны тусгай зөвшөөрлийн тухай хуулийн 15 дугаар зүйлийн 15.14.7 дахь заалтыг үндэслэн “Эйрсурвей” ХХК /№5319544/-д Геодезийн үйлдвэрлэл, үйлчилгээ эрхлэх тусгай зөвшөөрлийг 2020 оны 07 дугаар сарын 29-ний өдрөөс 3 /гурав/ жилийн хугацаатай олгов.

Тусгай зөвшөөрлийн гэрчилгээ нь гэрээний хамт хүчинтэй.

САЙД



Б.МӨНХБААТАР

Улаанбаатар хот  
2020 он