

ГЕОДЕЗИ АГААР ЗУРАГЛАЛЫН

“Эйр Сурвей” ХХК



ИНЖЕНЕР ГЕОДЕЗИЙН ХЭМЖИЛТ, ЗУРАГЛАЛЫН АЖЛЫН ТАЙЛАН

Төслийн нэр:

Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг нийт 0.46 км
автозам зураг төсөл

Тайлан бичсэн:

C. Одсүрэн

С.Одсүрэн

Хянасан:

Co.316

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 Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг төвийн 360м ба төмөр зам дээгүүрх 100м гүүрийн засварын зураг төсөлд, 1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглал-инженер геодезийн хайгуул судалгаа хийхэд оршино.

1.2 Ажил гүйцэтгэсэн замын трассын 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: 2023-05-10 аас 2023-05-15 хүртэл

1.4 Гүйцэтгэсэн ажлын төрөл, тоо хэмжээ

Хүснэгт-1

№	Ажлын төрөл	Хэмжих нэгж	Ажлын хэмжээ	
			Төлөвлөсөн	Гүйцэтгэсэн
1	Геодезийн хуучин цэгийн судалгаа	цэг	2	2
2	Зураглалын сүлжээний цэг суулгалт	цэг	4	4
3	1:1000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураг зохиолт/2.5кмХ0.08км/	га	3.0	3.8
4	Агаараас зураг авалт /Дроноор /	га	3.0	4.0
5	Аэротриангуляц /Ортофото зураг	га	3.5	4.0
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.

Хээрийн ажлын бригад зохион байгуулалт

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

1. Хээрийн хэмжилт судалгаа:

2023 оны 05р сарын 10-ээс 05-р сарын 11 хүртэлх

2. Суурин боловсруулалт:

2023 оны 05-р сарын 11-наас 05-р сарын 15 хүртэлх

хугацаанд тус тус хийж гүйцэтгэлээ. Үүнд тус компаний инженер Ш.Ганболдоор ахлуулсан 2 хүний бүрэлдэхүүнтэй 1 бригад 1 авто машинтай ажиллалаа.

Хээрийн ажил гүйцэтгэхэд захиалагч байгууллагын ажлын даалгаварт тусгагдсан замын трассын эхлэл төгсгөлийн дагуу зураглал үйлдсэн болно.

2. Зураглалын үндэслэл

2.1 Хуучин цэгийн судалгаа

Замын трасс дагуу ойр байрлах 2022 оны 3 сард хийгдсэн замын зураглалын ажилд зориулан байгуулсан зураглалын сүлжээний цэүүдийг судалж үндэслэлд ашиглав.

Энэ цэгийн солбицол өндрийн жагсаалт :

Цэгийн №	WGS-84		UTM-46N		Өндөр
	Lat	Lon	N(м)	E(м)	H(м)
TP-06	47° 45' 54.7492" N	107° 15' 58.1575" E	5292691.547	669806.350	1479.359

2.2 GPS-ийн хэмжилт

Авто замын трассын дагуух зураглалын үндэслэл байгуулахдаа GPS-ийн технологи ашиглан гүйцэтгэсэн болно. Зураглалын үндэслэл болон агаарын зураглалын холболт/марк/ болон инженерийн шугам сүлжээний хэмжилтийг Налайх дүүргийн БАСС-г ашиглан гүйцэтгэсэн болно. / RTK горимоор/

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)
BM-01	47°46' 06.9124"	107° 15' 02.0752"	5293032.947	668628.169	1461.389
BM -02	47°46' 13.2737"	107° 14' 49.3051"	5293221.596	668356.693	1472.145
BM -03	47°45' 53.2090"	107° 16' 01.4200"	5292645.993	669875.647	1480.355
BM -04	47°45' 49.9115"	107° 15' 59.4758"	5292543.010	669838.165	1482.209

2.4 Солбицлын тогтолцоо

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

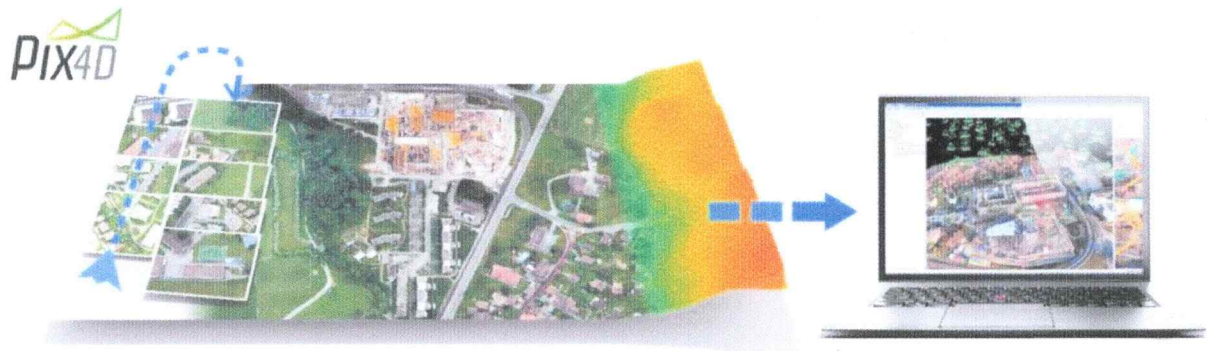
“UTM” солбицлын өгөгдлүүдийг доор үзүүлэв.

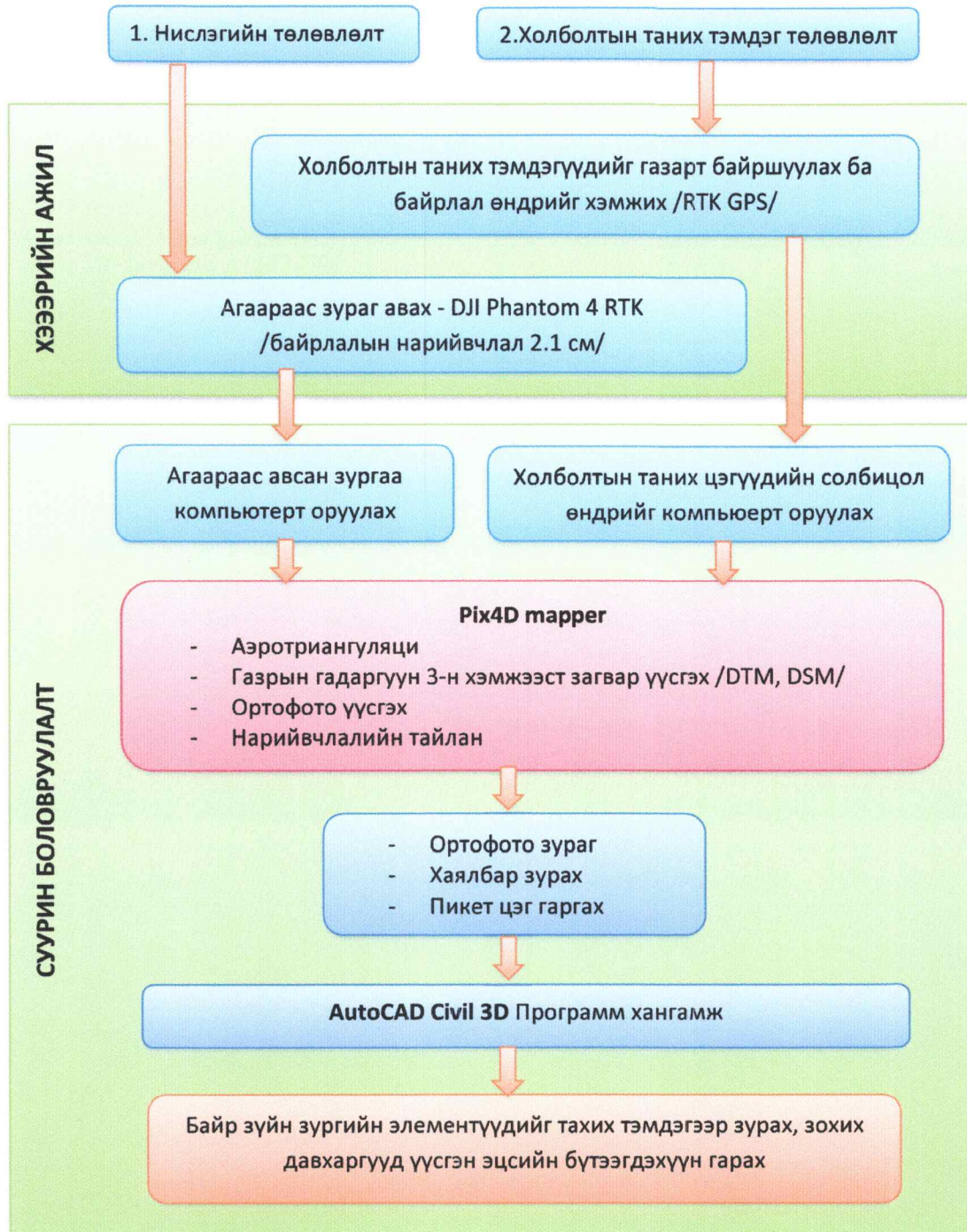
- | | |
|------------------------------------------|----------|
| 1. Суурь эллипсоид | WGS-84 |
| 2. Тусгаг | UTM |
| 3. Зоны дугаар | 48N |
| 4. Төвийн мериданы утга | 105° |
| 5. UTM (E) тэнхлэгийн эхлэлийн утга | 500000 м |
| 6. UTM (N) тэнхлэгийн эхлэлийн утга | 0 |
| 7. Төвийн мериданы дагуух масштабын утга | 0.9996 |

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

3.1 Байр зүйн зураглалын технологи

Налайх дүүргийн төвийн 2 хэсэгт төлөвлөгдөж байгаа 360м автозам ба 100м гүүрийн 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.



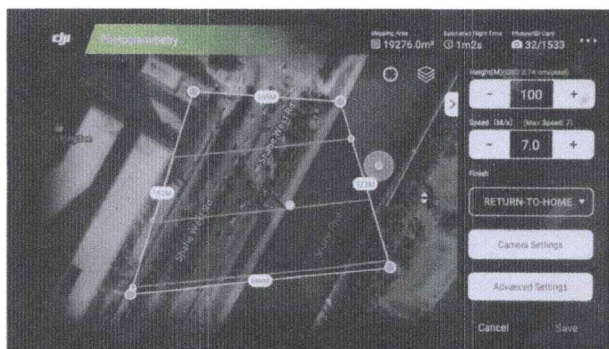


Зураг-2. Технологийн бүдүүвч

3.2 Нислэгийн төлөвлөлт ба зураг авалт

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

Төлөвлөж буй 2 хэсэгт нийт 360м ба 100м автозамын трассын дагуух, 1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалын нислэгийг төлөвлөхдөө нислэгийн дагуу давхацлыг 80% байхаар, хөндлөн давхацлыг 85%-тай байхаар өндрийг 80 ба 60 метрийн өндрөөс зураг авхаар төлөвлөн гүйцэтгэснээр агаарын зургийн дундаж GSD /зургийн нэг пиксельд оногдох газар дээрх хэмжээ/-ийн утга 1.7- 2.1 см-тэй тэнцэнэ.

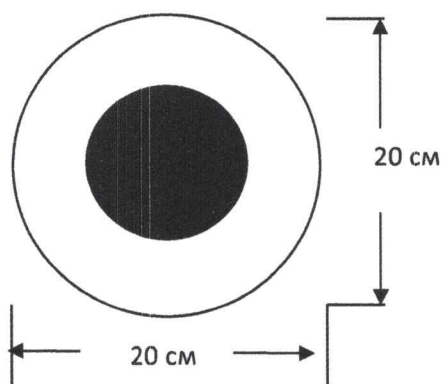


3.3 Агаарын зургийн холболтын таних цэгүүдийг төлөвлөх ба хэмжилт

Агаарын зургийн холболтын таних цэгүүдийг хэмжилтийн талбайд зураг авсан маршрутын дагуу болон хөндлөндөө 100-300 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 масштабтай байр зүйн зураг "DWG"
- Ортофото зураг "JPEG2000"
- DEM гадаргуу "JPEG2000"
- Тайланг хэвлэмэл байдлаар 1 хувь.

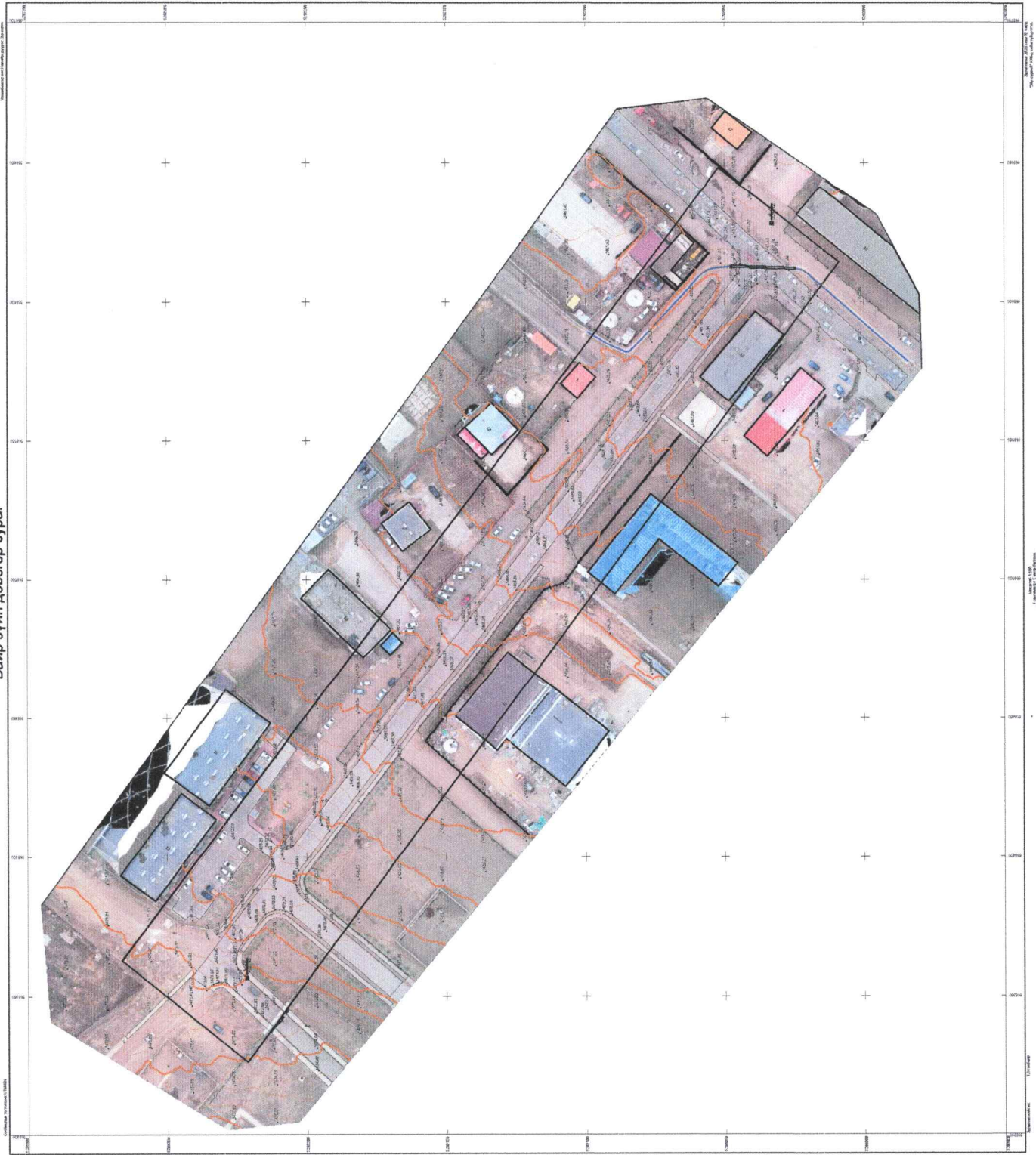
5. Хавсралтууд

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

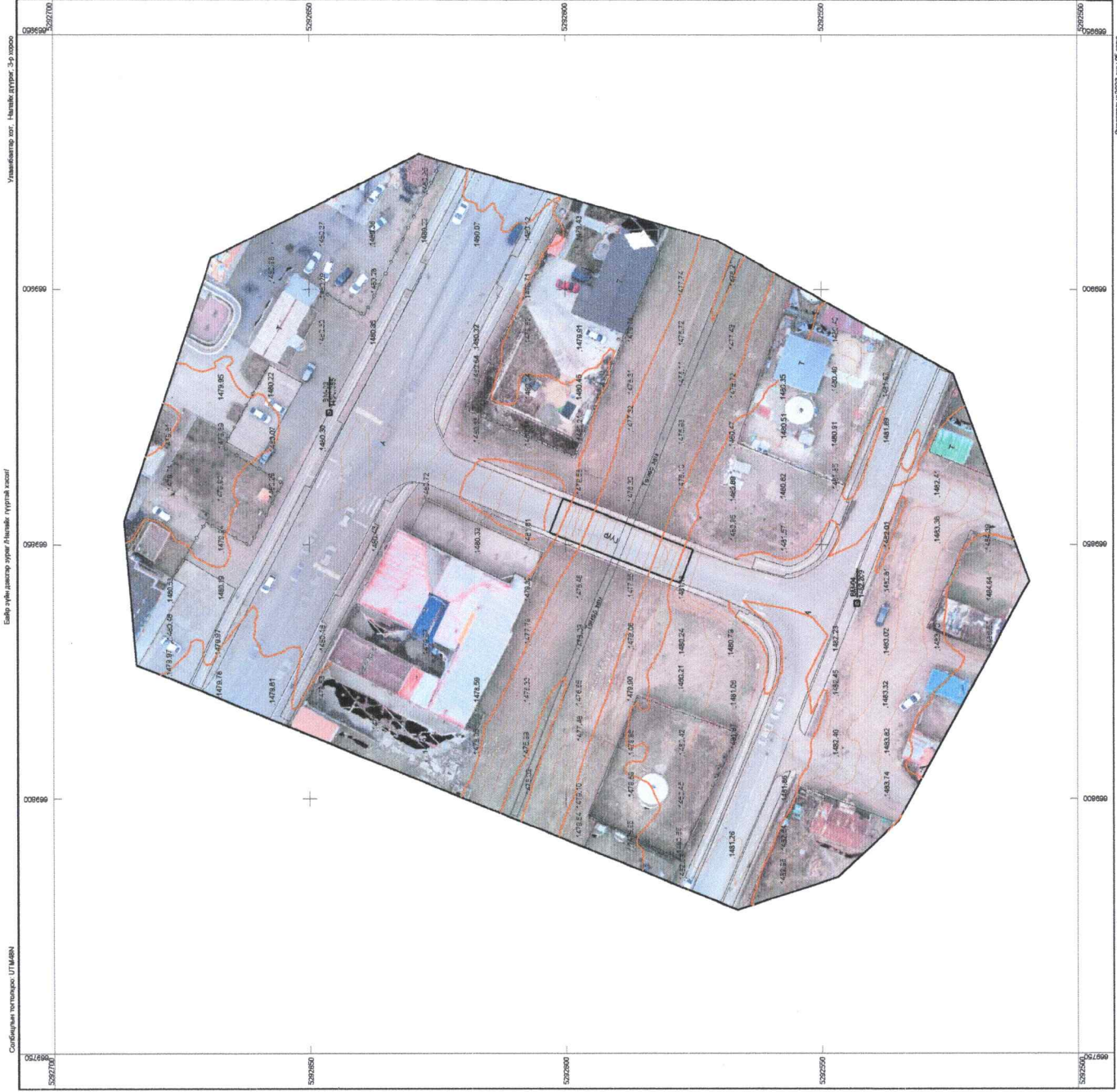
ХАВСРАЛТ-1

1:1000 масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураг

Байр зүйн дэвсгэр зураг



Сайн дуу. 2024.08.01. 10:00. 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150 10155 10160 10165 10170 10175 10180 10185 10190 10195 10200



Универсальный код: 14444444444444444444

Будущее название участка: 14444444444444444444

Сторонняя информация: 14444444444444444444

Экспликация: 14444444444444444444

Масштаб: 1:500
 1. Сторонняя информация
 2. Сторонняя информация
 3. Сторонняя информация

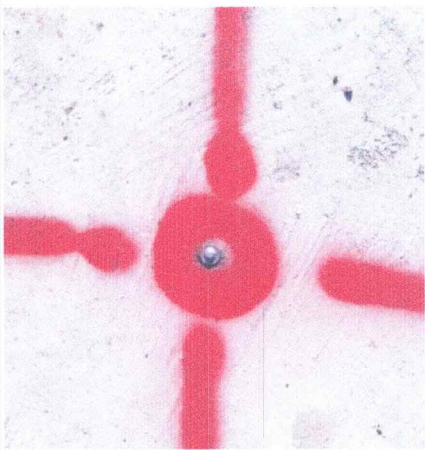

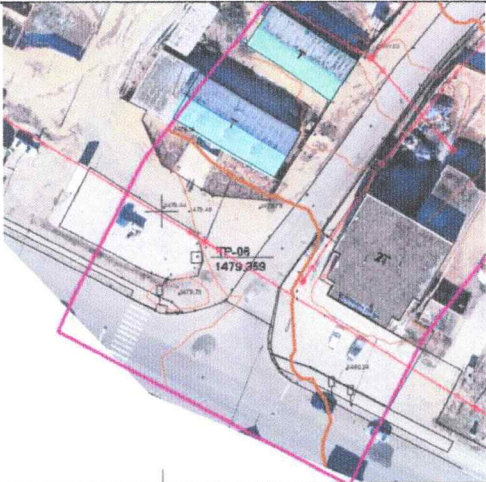
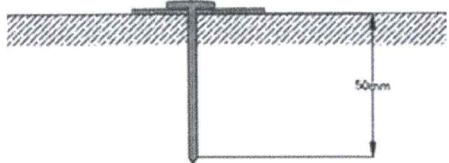
Экспликация: 14444444444444444444

Экспликация: 14444444444444444444

ХАВСРАЛТ-2

Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн
хувийн хэрэг

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

1.	Цэгийн нэр	TP-06 хуучин	2.	Цэгийн өндөр	1479.359
3.	Трапецийн дугаар	L-48-11	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг			
6.	Цэгийн солбилцол	47° 45' 54.7422"	107° 15' 58.2"	5292691	669806
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 05-р сарын 10-ны өдөр					
13. Хувийн хэрэг хөтөлсөн: / С. Саянямбо / Байгууллага: "Эйр Сурвей" ХХК					

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

1.	Цэгийн нэр	BM-01	2.	Цэгийн өндөр	1461.389
3.	Трапецийн дугаар	L-48-11	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг			
6.	Цэгийн солбилцол	47°46' 06.91"	107° 15' 02.0"	5293033	668628

7. Цэгийн гэрэл зураг


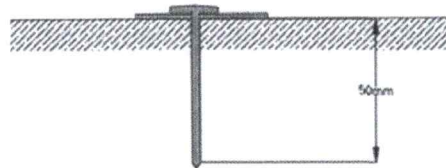
ойроос	холоос
	

Figure 1

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 05-р сарын 10-ны өдөр

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

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

1.	Цэгийн нэр	BM-02	2.	Цэгийн өндөр	1472.145
3.	Трапецийн дугаар	L-48-11	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг			
6.	Цэгийн солбилцол	47°46' 13.3"	107°14' 49.3"	5293221	668356

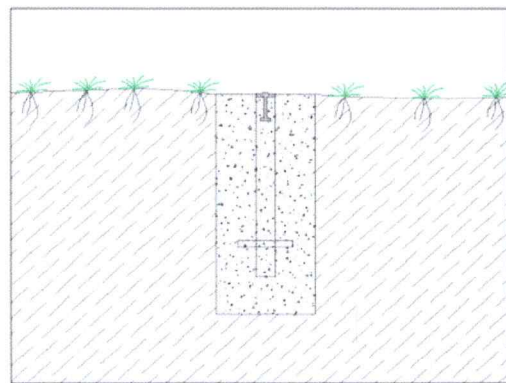
7. Цэгийн гэрэл зураг

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 29-ны өдөр

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

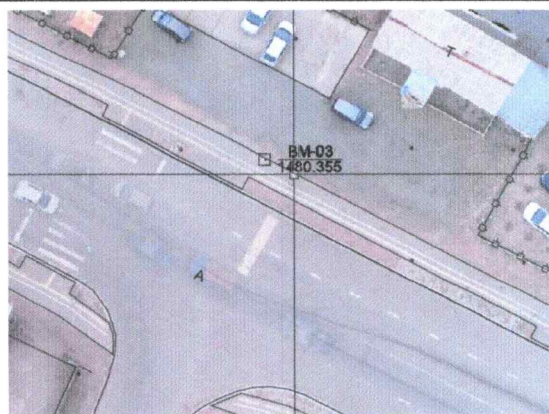
**Геодезийн байнгын цэг тэмдэгтийн
хувийн хэрэг № 4**

1.	Цэгийн нэр	BM -03	2.	Цэгийн өндөр	1480.355
3.	Трапецийн дугаар	L-48-11	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг			
6.	Цэгийн солбилцол	47°45' 53.2"	107° 16' 01.4"	5292645	669875

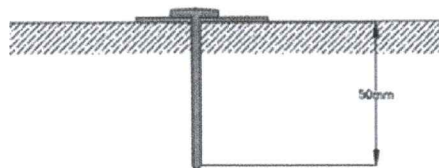
7. Цэгийн гэрэл зураг

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 29-ны өдөр

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

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

1.	Цэгийн нэр	BM -04	2.	Цэгийн өндөр	1482.209
3.	Трапецийн дугаар	L-48-11	4.	Сүлжээний төрөл	GPS
5.	Байршил (аймаг, сум, дүүрэг, хороо)	Улаанбаатар хот, Налайх дүүрэг			
6.	Цэгийн солбилцол	47°45' 49.9"	107° 15' 59.4"	5292543	669838

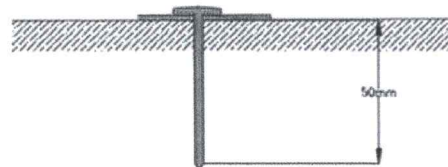
7. Цэгийн гэрэл зураг

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 29-ны өдөр

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

ХАВСРАЛТ-3

Агаарын зургийн боловсруулалтын тайлан
"Pix4D mapper"

Quality Report



Generated with PIX4Dmapper 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	Nal-1
Processed	2023-05-11 18:21:33
Camera Model Name(s)	FC6310R_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	1.98 cm / 0.78 in
Area Covered	0.054 km ² / 5.4232 ha / 0.02 sq. mi. / 13.4079 acres

Quality Check

Images	median of 33086 keypoints per image	✓
Dataset	64 out of 64 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.4% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 16709.8 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 4 GCPs (4 3D), mean RMS error = 0.013 m	✓

Preview



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

Calibration Details

Number of Calibrated Images	64 out of 64
Number of Geolocated Images	64 out of 64

2 Initial Image Positions

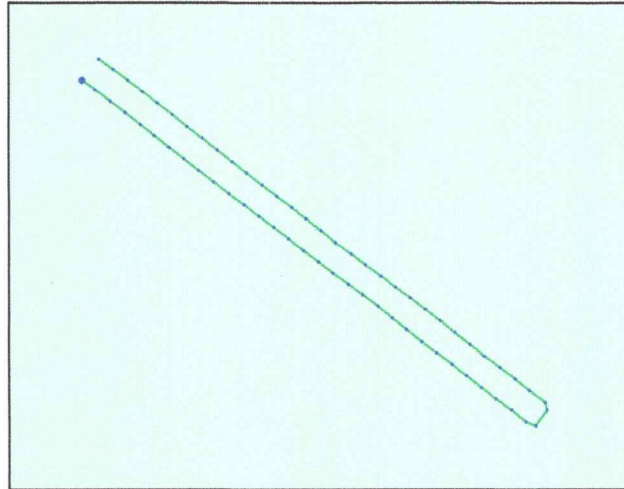
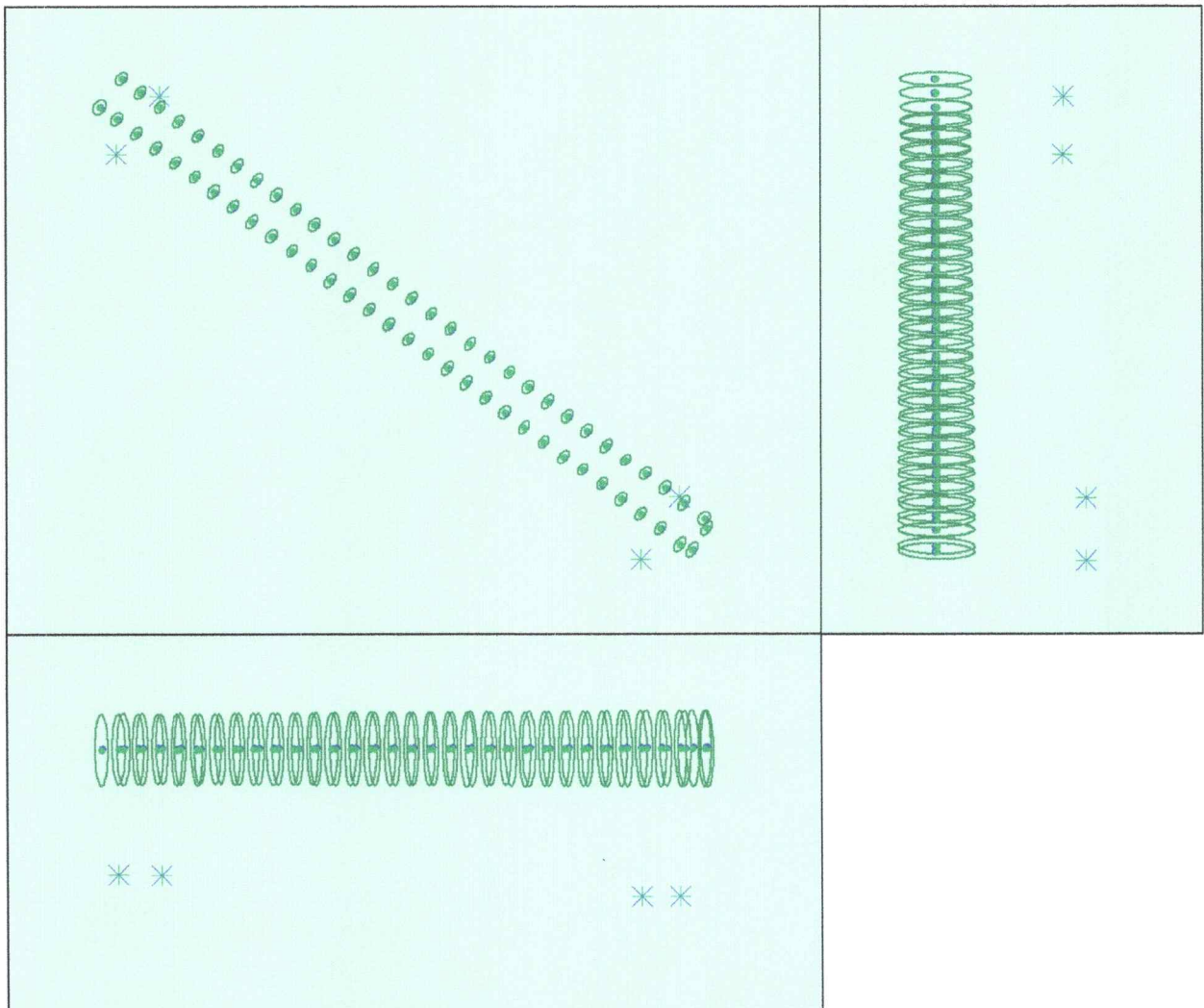


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

3 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	0.003	0.003	0.018	0.003	0.002	0.001
Sigma	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Overlap

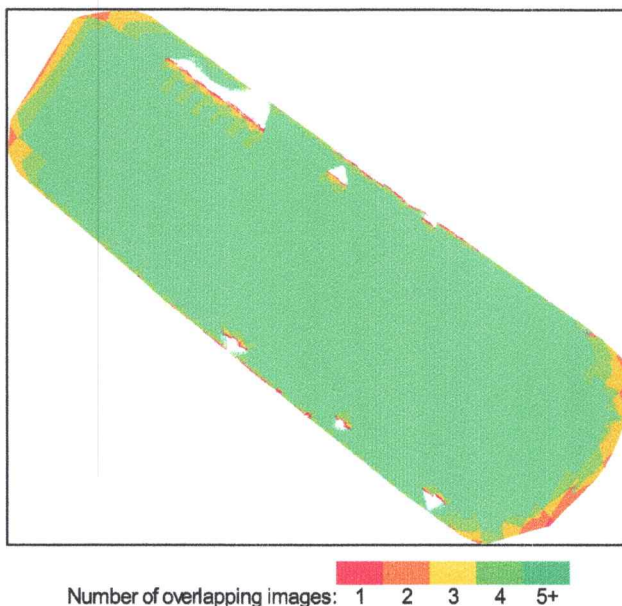


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint 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	1046645
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	330643
Mean Reprojection Error [pixels]	0.158

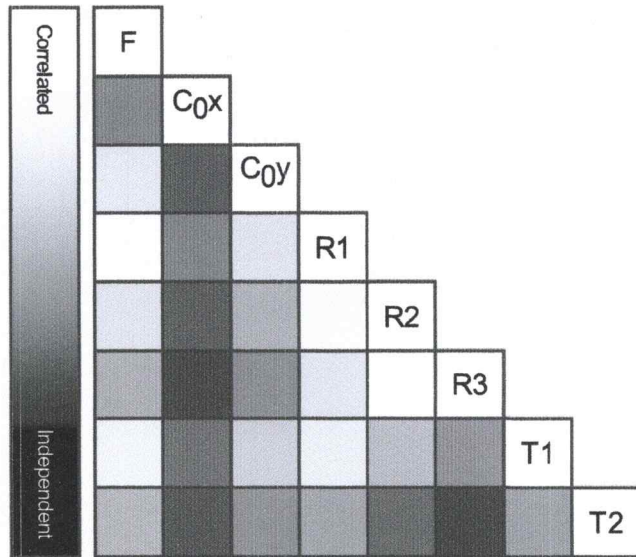
Internal Camera Parameters

FC6310R_8.8_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 12.833 [mm] x 8.556 [mm]

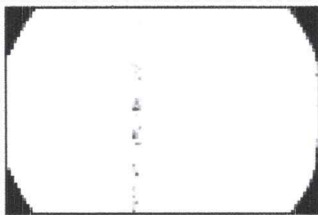


EXIF ID: FC6310R_8.8_5472x3648

	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	3643.623 [pixel] 8.545 [mm]	2735.897 [pixel] 6.416 [mm]	1846.922 [pixel] 4.332 [mm]	-0.263	0.106	-0.030	0.000	-0.001
Uncertainties (Sigma)	0.971 [pixel] 0.002 [mm]	0.052 [pixel] 0.000 [mm]	0.059 [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	33086	16710
Mn	24049	11548
Max	40082	21230
Mean	31982	16354

3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	192463
In 3 Images	57677
In 4 Images	27817
In 5 Images	16318
In 6 Images	10808
In 7 Images	7120
In 8 Images	5223
In 9 Images	4093
In 10 Images	3194
In 11 Images	2522
In 12 Images	1972
In 13 Images	1050
In 14 Images	285
In 15 Images	81
In 16 Images	20

2D Keypoint Matches

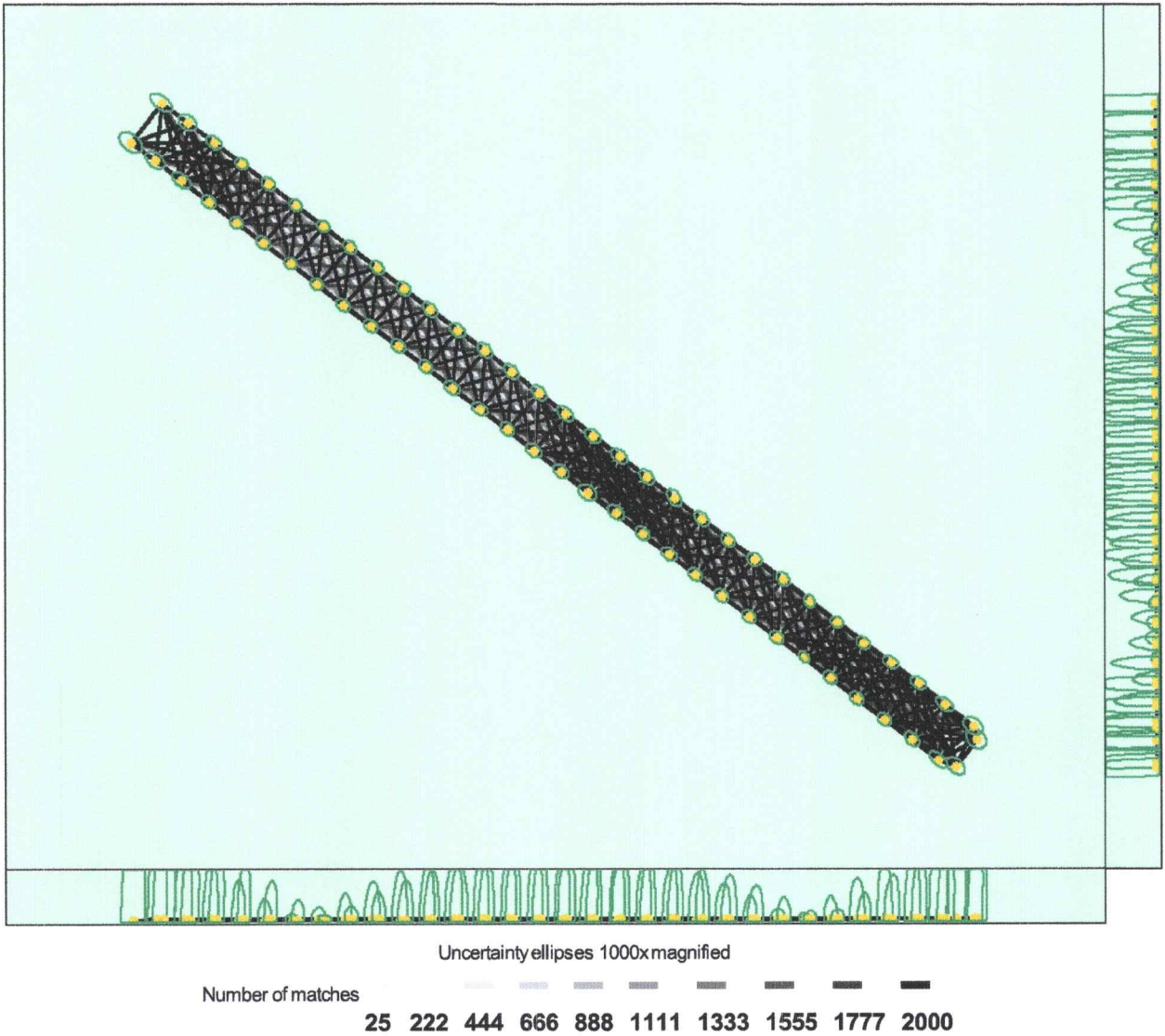


Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty 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	0.003	0.003	0.020	0.014	0.019	0.001
Sigma	0.000	0.000	0.011	0.008	0.011	0.000

Geolocation Details

Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
1 (3D)	0.020/ 0.020	-0.006	-0.001	0.026	0.520	12 / 12
3 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	-0.010	-0.024	0.512	12 / 12
mtp15 (3D)	0.020/ 0.020	0.009	0.020	0.027	0.275	10 / 10
mtp16 (3D)	0.020/ 0.020	-0.005	-0.010	-0.007	0.626	10 / 10
Mean [m]		0.000332	-0.000245	0.005493		
Sigma [m]		0.005986	0.012220	0.021741		

RMS Error [m]		0.005995	0.012222	0.022424		
0 out of 2 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
28		-0.0275	-0.0165	0.0543	0.7292	8 / 8
34		0.0064	0.0059	0.0028	0.5547	12 / 12
Mean [m]		-0.010537	-0.005288	0.028585		
Sigma [m]		0.016983	0.011205	0.025738		
RMS Error [m]		0.019986	0.012390	0.038465		

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 v.s. manually marked.

Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-0.10	0.00	0.00	0.00
-0.10	-0.08	0.00	0.00	0.00
-0.08	-0.06	0.00	0.00	0.00
-0.06	-0.04	0.00	0.00	1.56
-0.04	-0.02	1.56	0.00	4.69
-0.02	0.00	46.88	48.44	34.38
0.00	0.02	50.00	50.00	54.69
0.02	0.04	1.56	1.56	4.69
0.04	0.06	0.00	0.00	0.00
0.06	0.08	0.00	0.00	0.00
0.08	0.10	0.00	0.00	0.00
0.10	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.328360	-0.126239	0.679674
Sigma [m]		0.005964	0.008006	0.012543
RMS Error [m]		0.328414	0.126493	0.679790

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]	0.328475	-0.125996	0.679576

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]	0.032542	0.032542	0.052920
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.001836	0.001836	0.004602

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

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.513
Phi	1.480
Kappa	3.149

Initial Processing Details

System Information

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-9700 CPU @ 3.00GHz RAM: 32GB GPU: NVIDIA GeForce GTX 1650 (Driver: 31.0.15.1694)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (+35m)
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 48N
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 48N

Processing Options

Detected Template	No Template Available
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	07m:29s
Time for Point Cloud Classification	01m:51s
Time for 3D Textured Mesh Generation	04m:51s

Results

Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	9395526
Average Density (per m ³)	360.35

DSM, Orthomosaic and Index Details

Processing Options



DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (1.98 [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 (1.98 [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	06m:36s
Time for Orthomosaic Generation	12m:21s
Time for DTM Generation	04m:58s
Time for Contour Lines Generation	02s
Time for Reflectance Map Generation	00s
Time for Index Map Generation	00s

Quality Report



Generated with PIX4Dmapper 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	Nal-2
Processed	2023-05-11 18:52:59
Camera Model Name(s)	FC6310R_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	1.57 cm / 0.62 in
Area Covered	0.019 km ² / 1.9261 ha / 0.01 sq. mi. / 4.7621 acres

Quality Check

Images	median of 30359 keypoints per image	✓
Dataset	66 out of 66 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	1.91% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 17602.8 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 5 GCPs (5 3D), mean RMS error = 0.012 m	✓

Preview

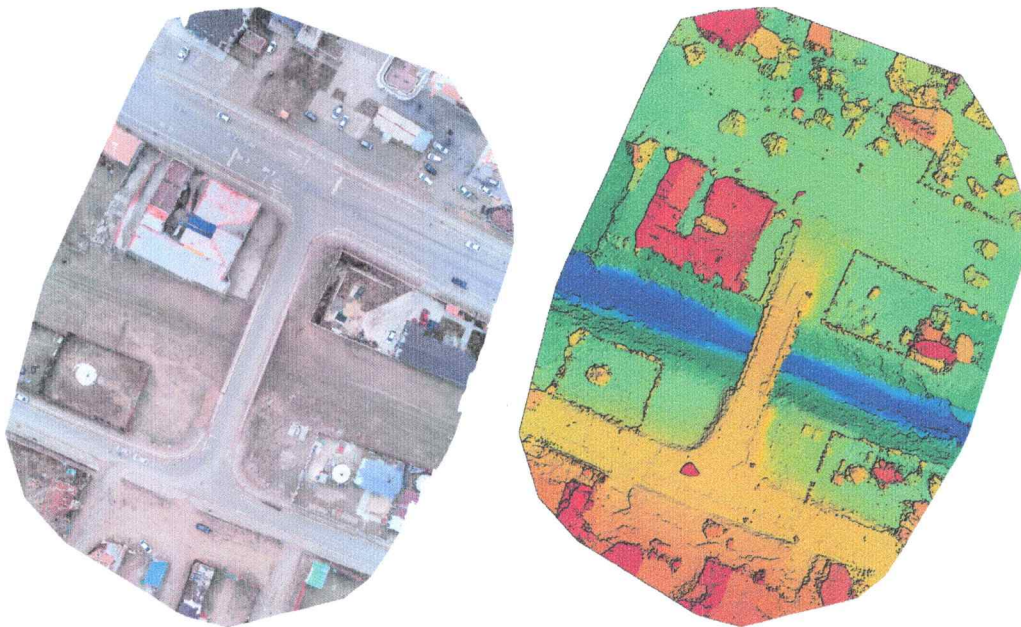


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Calibration Details



Number of Calibrated Images	66 out of 66
Number of Geolocated Images	66 out of 66

Initial Image Positions

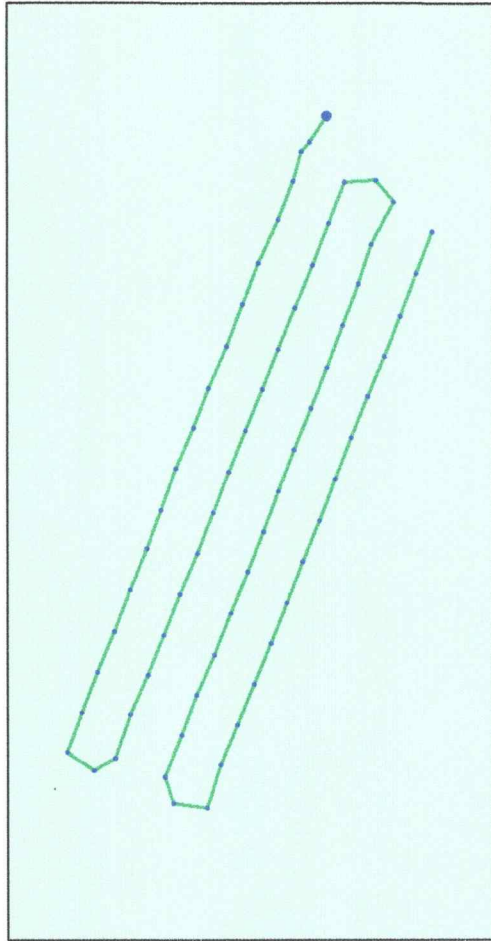
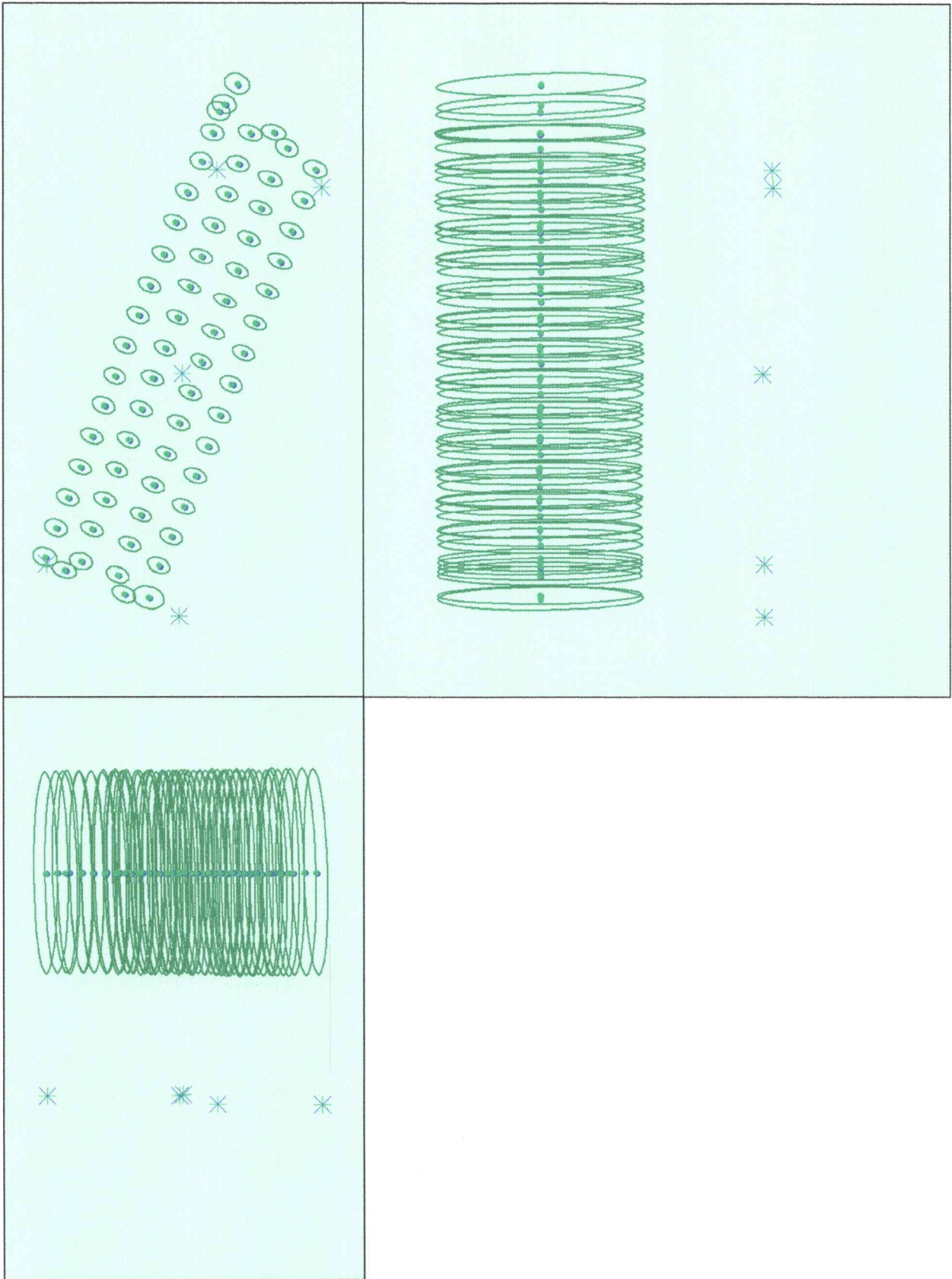


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

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	0.003	0.002	0.023	0.002	0.003	0.001
Sigma	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Overlap

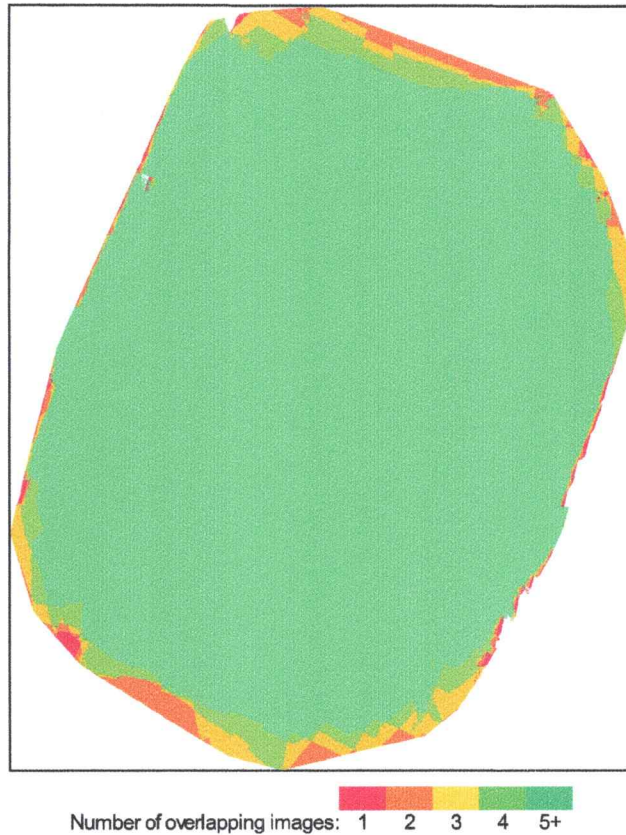


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint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

Bundle Block Adjustment Details

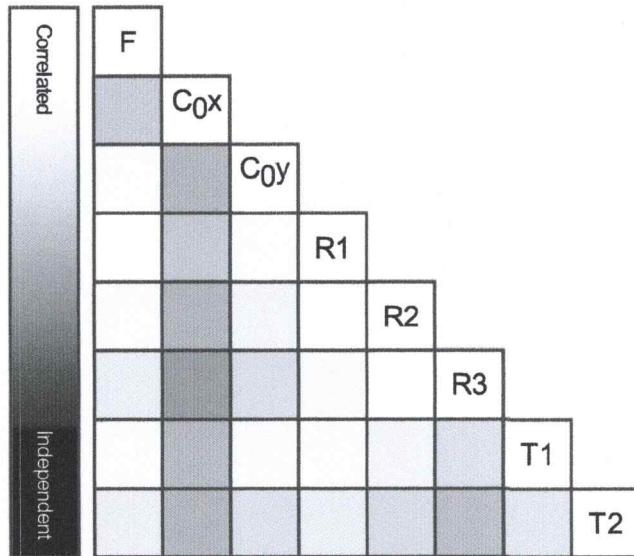
Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	1119963
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	278825
Mean Reprojection Error [pixels]	0.182

Internal Camera Parameters

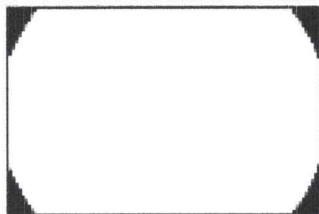
FC6310R_8.8_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 12.833 [mm] x 8.556 [mm]

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	3588.094 [pixel] 8.415 [mm]	2733.192 [pixel] 6.410 [mm]	1844.162 [pixel] 4.325 [mm]	-0.255	0.101	-0.028	0.000	-0.001
Uncertainties (Sigma)	1.630 [pixel] 0.004 [mm]	0.054 [pixel] 0.000 [mm]	0.075 [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, ie. 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	30359	17603
Mn	22556	3063
Max	34065	19457
Mean	30302	16969

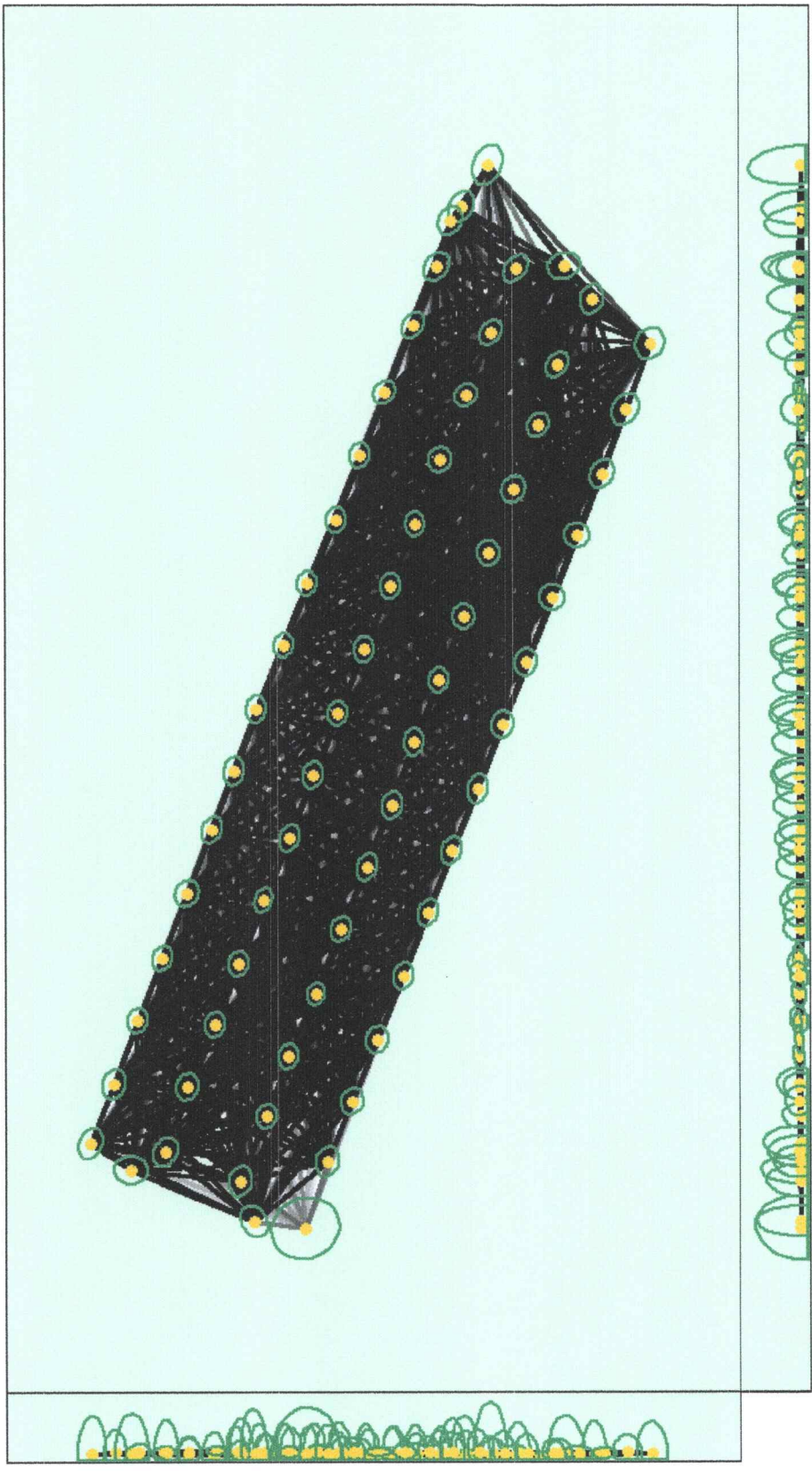
3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	147589
In 3 Images	47171
In 4 Images	23594
In 5 Images	13991
In 6 Images	9382
In 7 Images	6830
In 8 Images	4898
In 9 Images	3877
In 10 Images	3135
In 11 Images	2565
In 12 Images	2212
In 13 Images	1874
In 14 Images	1676
In 15 Images	1320
In 16 Images	1183
In 17 Images	1002
In 18 Images	890
In 19 Images	759
In 20 Images	704
In 21 Images	612
In 22 Images	520
In 23 Images	446

In 24 Images	382
In 25 Images	402
In 26 Images	314
In 27 Images	270
In 28 Images	252
In 29 Images	217
In 30 Images	211
In 31 Images	210
In 32 Images	136
In 33 Images	105
In 34 Images	55
In 35 Images	33
In 36 Images	5
In 37 Images	3

2D Keypoint Matches





Uncertainty ellipses 1000x magnified

Number of 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	0.001	0.002	0.002	0.008	0.004	0.001
Sigma	0.000	0.000	0.001	0.004	0.003	0.000

Geolocation Details

Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X[m]	Error Y[m]	Error Z[m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
146 (3D)	0.020/ 0.020	-0.006	0.021	-0.002	0.683	17 / 17
154 (3D)	0.020/ 0.020	0.005	-0.014	0.020	1.044	11 / 11
171 (3D)	0.020/ 0.020	0.002	0.017	0.024	0.642	18 / 18
mtp15 (3D)	0.020/ 0.020	-0.004	-0.025	-0.020	0.670	20 / 20
mtp16 (3D)	0.020/ 0.020	0.007	0.002	0.011	0.959	17 / 17
Mean [m]		0.000992	0.000240	0.006798		
Sigma [m]		0.005082	0.017738	0.016085		
RMS Error [m]		0.005178	0.017739	0.017463		

0 out of 2 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
147		0.0215	-0.0034	-0.0002	0.6804	20 / 20
170		-0.0108	0.0034	-0.0132	0.5779	9 / 9
Mean [m]		0.005313	-0.000011	-0.006718		
Sigma [m]		0.016142	0.003419	0.006523		
RMS Error [m]		0.016993	0.003419	0.009364		

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 v.s. manually marked.

Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-0.12	0.00	0.00	0.00
-0.12	-0.09	0.00	0.00	0.00
-0.09	-0.07	0.00	0.00	0.00
-0.07	-0.05	0.00	0.00	0.00
-0.05	-0.02	0.00	0.00	15.15
-0.02	0.00	57.58	53.03	31.82
0.00	0.02	42.42	46.97	48.48
0.02	0.05	0.00	0.00	4.55
0.05	0.07	0.00	0.00	0.00
0.07	0.09	0.00	0.00	0.00
0.09	0.12	0.00	0.00	0.00
0.12	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.341050	-0.182801	-0.063021
Sigma [m]		0.010452	0.008057	0.018468
RMS Error [m]		0.341210	0.182978	0.065671

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]	0.341485	-0.182614	-0.061888

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]	0.030300	0.030300	0.058224
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.002014	0.002014	0.008522

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

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	1.445
Phi	0.413
Kappa	6.013

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: Intel(R) Core(TM) i7-9700 CPU @ 3.00GHz RAM: 32GB GPU: NVIDIA GeForce GTX 1650 (Driver: 31.0.15.1694)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (+68m)
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	WGS 84 / UTMzone 48N (+34.5m)
Output Coordinate System	WGS 84 / UTMzone 48N (+34.5m)

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	08m:01s
Time for Point Cloud Classification	42s
Time for 3D Textured Mesh Generation	02m:50s

Results i

Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	6375131
Average Density (per m ³)	850.71

DSM, Orthomosaic and Index Details i

Processing Options i

DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (1.57 [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 (1.57 [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	10m:16s
Time for Orthomosaic Generation	14m:06s
Time for DTM Generation	01m:47s
Time for Contour Lines Generation	01s
Time for Reflectance Map Generation	00s
Time for Index Map Generation	00s