

# “ХЭНТИЙ АЙМГИЙН ХЭРЛЭН СУМЫН ТӨВИЙН БАРИЛАГЖСАН ХЭСГИЙН 3D ЗУРАГЛАЛД ЗОРИУЛСАН АГААРЫН ЗУРАГ АВАХ, БОЛОВСРУУЛАХ АЖЛЫН ТАЙЛАН

ЗАХИАЛАГЧ: ГАЗАР ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ, ГЕОДЕЗИ,  
ЗУРАГ ЗҮЙН ГАЗАР

ГҮЙЦЭТГЭГЧ: “СПЭЙШЛ МОДЕЛИНГ” ХХК

2022 оны 10 сар

Хаяг: Сүхбаатар дүүрэг, 8 дугаар хороо

11 хороолол, 1-288

Монгол улс

Утас: 99083346

И-мэйл: [spatialmodeling@yahoo.com](mailto:spatialmodeling@yahoo.com)

# “ХЭНТИЙ АЙМГИЙН ХЭРЛЭН СУМЫН ТӨВИЙН БАРИЛАГЖСАН ХЭСГИЙН 3D ЗУРАГЛАЛД ЗОРИУЛСАН АГААРЫН ЗУРАГ АВАХ, БОЛОВСРУУЛАХ АЖЛЫН ТАЙЛАН

Огноо: 2022 оны 10 дугаар сар

Захиалагч: Газар зохион байгуулалт, геодези, зураг зүйн газар

Гүйцэтгэгч: “Спэйшл моделинг” ХХК

Тайлан бичсэн:



Ц.Дашзэвгэ /Спэйшл моделинг  
ХХК-ийн инженер/

Хянасан:

Ж.Мөнхбилэг /Спэйшл моделинг  
ХХК-ийн Захирал/

## 1 ГАРЧИГ

1. ЕРӨНХИЙ ХЭСЭГ .....	1
2. АГААРЫН ЗУРАГЛАЛ .....	2
2.1. Агаарын зургийн газрын холболтын таних цэгүүдийг газарт байгуулах..	2
2.2. Агаарын зураглалын газрын холболтын цэгүүдийн хэмжилт, боловсруулалт .....	3
2.3. Агаарын зураг авалт.....	4
2.4. Агаарын зургийн фотограмметрийн боловсруулалт .....	6
3. ГАЗРЫН ЗУРАГЛАЛ.....	8
3.1. Газрын фото зураг авалт .....	8
3.2. Газраас авсан зургийн фотограмметрийн боловсруулалт .....	11
4. 3D ЗАГВАР ҮҮСГЭХ, ЗАСВАРЛАХ.....	16
4.1. 3D ЗАГВАР ҮҮСГЭХ .....	16
4.2. 3D ЗАГВАР ЗАСВАРЛАХ .....	17
5. ДҮГНЭЛТ, ЗӨВЛӨМЖ.....	21
6. ХҮЛЭЭЛГЭН ӨГСӨН МАТЕРИАЛ .....	22
Хавсралт 1. Zenmuse P1 АЗА-ын техникийн үзүүлэлт .....	23
Хавсралт 2. Агаарын зургийн тэгшитгэн бодолтын тайлан .....	25
Хавсралт 3. Газраас авсан зургийн тэгшитгэн бодолтын жишээ тайлан /А19 байр/ .....	26
Хүснэгт 1. Агаарын зургийн холболтын цэгүүдийн каталог .....	4
Хүснэгт 2. Чиглэл тус бүрээс авсан агаарын зургийн тоо.....	4
Хүснэгт 3. Газраас авсан зургийн тоо /барилга тус бүрээр/ .....	10
Хүснэгт 4. Хүлээлгэж өгсөн материалын жагсаалт .....	22
Зураг 1. Агаарын зураглал үйлдэж, 3D загвар үүсгэх талбай /330 га/ .....	1
Зураг 2. Агаарын зургийн газрын холболтын цэгүүдийн байрлал.....	2
Зураг 3. Газрын холболтын цэгүүдийн тэмдэглээсийн хэлбэр.....	3
Зураг 4. Агаарын зургийн замналын байрлалын бүдүүвч .....	5
Зураг 5. Эгц доош болон налуу өнцгөөр авсан агаарын зураг дээрх объектийн дүрс .....	6
Зураг 6. Агаарын зураг дээрх газрын холболтын цэгийн хэмжилт .....	8

Зураг 7. Газраас зураг авах барилгуудын байрлал.....	9
Зураг 8. Газраас авсан барилгын хананы зураг .....	9
Зураг 9. Барилгын хананы 3D загвар үүсгэхэд ашигласан зургуудын байрлал, тоо .....	13
Зураг 10. Маск тавьсан зураг болон маскны дүрс зураг .....	14
Зураг 11. Өүлэн эх баримлын 3D загварын харагдах байдал.....	15
Зураг 12. Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн 3D загвар .....	17
Зураг 13. Зогсоол дээрх автомашины эвдрэл, гажилттай үүссэн загвар .....	18
Зураг 14. Засварлахын өмнө болон засварласны дараах 3D загварын харьцуулалт .....	19

## 1. ЕРӨНХИЙ ХЭСЭГ

“Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн барилгажсан хэсгийн 3D зураглалд зориулсан агаарын зураг авах, боловсруулах” ажил гүйцэтгэхээр “Спэйшл моделинг” ХХК нь 2022 оны 3 дугаар сарын 2-ны өдөр Газар зохион байгуулалт, геодези, зураг зүйн газар /ГЗБГЗЗГ/-тай 2022/56 дугаартай гэрээг байгуулсан.

Энэхүү гэрээт ажлын зорилго нь Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвд захиалагчийн тодорхойлж өгсөн талбайд агаараас зураг авч, боловсруулан бодит өнгө бүхий 3D загвар үүсгэх юм. Агаарын зураглал үйлдэж, 3D загвар үүсгэх талбайн бүдүүвчийг Зураг 1-д үзүүлэв.

Уг ажлыг ажлын даалгаварт заасны дагуу Засгийн газрын 2009 оны 25 дугаар тогтоол, ГХГЗЗГ-ын даргын 2014 оны А/112 дугаар тушаалаар батлагдсан эринг баримталж солбицол, өндөр, тусгагын нэгдсэн тогтолцоонд гүйцэтгэнэ.



*Зураг 1. Агаарын зураглал үйлдэж, 3D загвар үүсгэх талбай /330 га/*

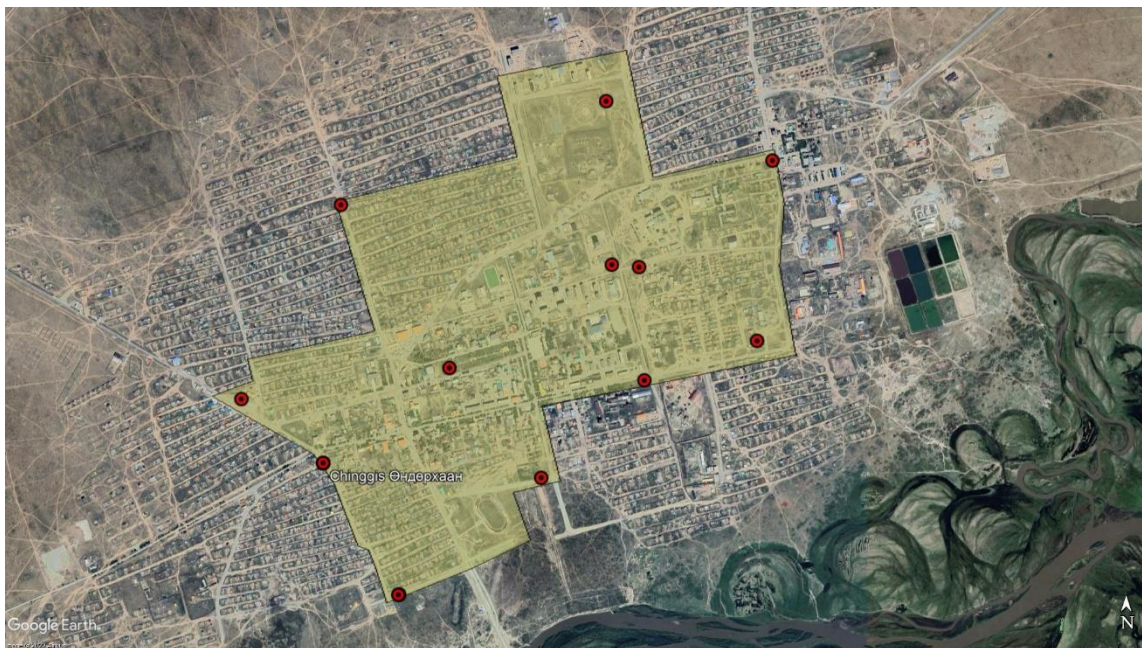
## 2. АГААРЫН ЗУРАГЛАЛ

### 2.1. Агаарын зургийн газрын холболтын таних цэгүүдийг газарт байгуулах

Агаараас зураг авах ажлыг агаарын зураг бүрийн орон зайн солбицол, өндрийг шууд тодорхойлох RTK GPS-ээр тоноглогдсон төхөөрөмж ашиглаж хийхээр төлөвлөсний дагуу, газрын холболтын цэг хоорондын зай, цэгийн тоог тогтоосон.

RTK GPS-ээр тоноглогдсон төхөөрөмж ашиглахад газрын холболтын цэг шаардлагагүй эсвэл цөөн тооны хяналтын цэгтэй байж болох тухай агаарын зураглал үйлдэх зориулалттай нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж үйлдвэрлэгчид зөвлөдөг хэдий ч бодит байдалд энэ нь шаардлагатай нарийвчлалыг хангадаггүй.

Хэнтий аймгийн төв Хэрлэн сумын төвийн агаарын зураглал үйлдэх талбайн хэмжээ нь 330 орчим га бөгөөд хил зааг нь тэгш өнцөгт хэлбэртэй бус тул Агаарын зураглалын ажил /БД 81-113-13/ -д заасны дагуу блокын зах болон төв хэсэгт нийт 11 холболтын цэгийн байрлалыг сонгож, таних цэгийг газарт тэмдэглэж байгуулсан. Агаарын зураглалын газрын холболтын цэгүүдийн байрлалыг Зураг 2-т үзүүлэв.



Зураг 2. Агаарын зургийн газрын холболтын цэгүүдийн байрлал

Холболтын цэгүүдийн тэмдэглээсийг:

- хар, цагаан өнгөний хослолоор тусгайлан бэлтгэсэн тэмдэглээс
- газар дээрх объектод цагаан өнгийн будгаар тэмдэглээс хийх
- асфальт зам дээрх замын тэмдэглээсийг тус тус ашигласан. Агаарын

зураглалын холболтын цэгт ашигласан таних тэмдэглээсийн хэлбэрийг Зураг 3-т үзүүлэв.



*Зураг 3. Газрын холболтын цэгүүдийн тэмдэглээсийн хэлбэр*

Хар, цагаан өнгөний хослолоор тусгайлан бэлтгэсэн тэмдэглээс 3, газар дээрх объектод цагаан өнгийн будгаар 5 тэмдэглээс тавьж, асфальт зам дээрх замын 3 тэмдэглээсийг ашиглаж нийт 11 тэмдэглээс болсон.

## **2.2. Агаарын зураглалын газрын холболтын цэгүүдийн хэмжилт, боловсруулалт**

Агаарын зураглалын газрын холболтын цэгүүдийн солбицол, өндрийг зураглалын талбайн төв хэсэгт байрлах зураглалын сүлжээний ГЦТ-1804 цэгт тулгуурлан тодорхойлов.

Монгол улсын бүх сум суурин газрын 1:1000-ны масштабтай байр зүйн зургийг ITRF2008 тогтолцоо, 2005 оны эринд шилжүүлэх ажлын хүрээнд ГЦТ-1804 цэгийн солбицлыг уг эринд шилжүүлж тодорхойлсон байна.

Агаарын зургийн газрын холболтын цэгүүдийн солбицол, өндрийг Trimble R8 GNSS-ийн төхөөрөмж ашиглан RTK хэмжилтийн аргаар тодорхойлж, холболтын цэгийн солбицол, өндрийн утгыг Хүснэгт 1-т үзүүлэв.

### Хүснэгт 1. Агаарын зургийн холболтын цэгүүдийн каталог

д/д	Цэгийн нэр	X	Y	H
1	pp-1804	5241561.167	474865.893	1030.498
2	1026	5241549.833	474996.768	1029.15
3	1027	5242344.683	474839.536	1030.856
4	1028	5241848.905	473563.718	1032.431
5	1029	5240919.838	473084.314	1031.083
6	1030	5240613.531	473476.457	1029.743
7	1032	5239982.166	473841.005	1027.899
8	1034	5240540.31	474525.095	1027.665
9	1035	5241006.985	475022.072	1027.753
10	1037	5241195.754	475564.288	1026.59
11	1038	5242059.719	475639.425	1027.916
12	1039	5241067.638	474084.379	1029.589

Газрын холболтын цэгүүдийн ортометрийн өндрийг ГХГЗЗГ /хуучин нэрээр/- аас батлан геодезийн хэмжилтэд ашиглаж байгаа геоидын загварыг ашиглан тодорхойлсон.

### 2.3. Агаарын зураг авалт

Агаараас зураг авах ажлыг DJI фирмийн Matrice 300 RTK дроне, 45 мега пиксель бүхий Zenmuse P1 Full frame мэргэжлийн агаарын зургийн аппарат ашиглан 2022 оны 5 дугаар сарын 25-28 өдрүүдэд гүйцэтгэсэн.

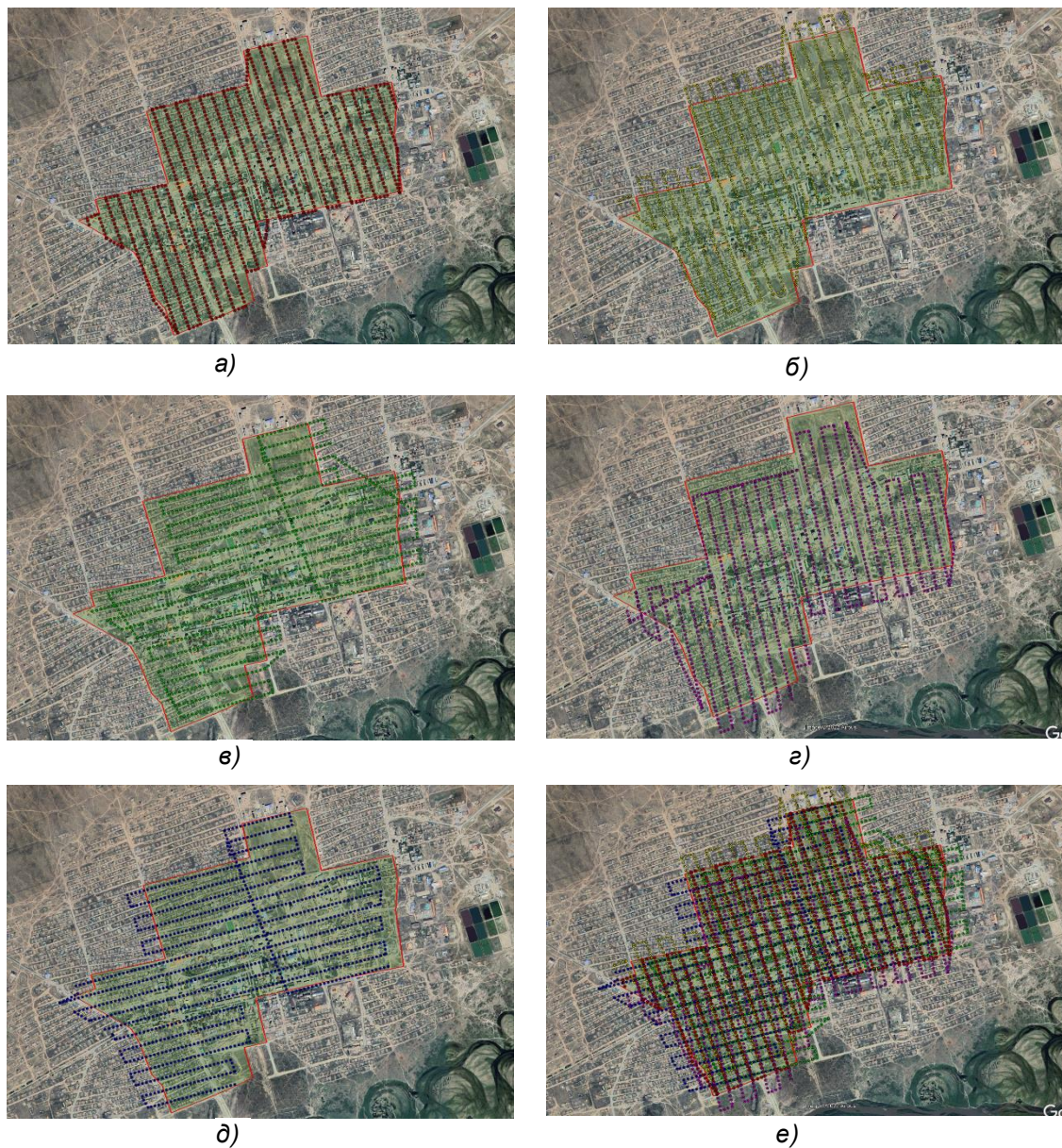
Агаарын зураг авалтыг 3D загвар үүсгэх зорилгоор DJI фирмийн дроне удирдах MapPilot Pro програмын налуу зураг авах горимыг сонгож, эгц доош харсан болон хэвтээ чиглэлээс доош 60 градусын налуу өнцгөөр баруун, зүүн, хойд, урд чиглэлээс нийт зураглах талбайд гүйцэтгэсэн. Чиглэл тус бүрээс авсан агаарын зургийн замналын байрлалын бүдүүвчийг Зураг 4-д, чиглэл тус бүрээс авсан нийт зургийн тоог Хүснэгт 2-т үзүүлэв.

### Хүснэгт 2. Чиглэл тус бүрээс авсан агаарын зургийн тоо

№	Нислэгийн тоо	Нийт зургийн тоо
Эгц доош харсан	3	1050
Хойд зүгээс	3	1104
Зүүн зүгээс	3	1112
Урд зүгээс	3	1098
Баруун зүгээс	3	1070
<b>Нийт</b>	<b>15</b>	<b>5434</b>



Агаарын зургийг газрын гадаргуугаас дээш 250 м өндрөөс зургийн геометрийн дүрслэх чадвар буюу пикселийн газар дээрх хэмжээ нь эгц босоо чиглэлд 4.2 см байх, 60 градусын налуу чиглэлд 4.6 см хэмжээтэй, дагуугийн давхцал 80%, хөндлөн давхцал 60% байхаар тус тус тохируулж авсан. Энэхүү хэмжээ нь ажлын даалгаварт заасан пикселийн газар дээрх хэмжээ 5см-ээс ихгүй байна гэсэн шаардлагыг хангасан болно. Zenmuse P1 A3A-ын техникийн үзүүлэлтийг Хавсралт 1-д үзүүлэв. Зурагласан талбайн тухайн объектийг эгц дээрээс болон 4 талаас нь налуу өнцгөөр авсан зургийг Зураг 5-д үзүүлэв.

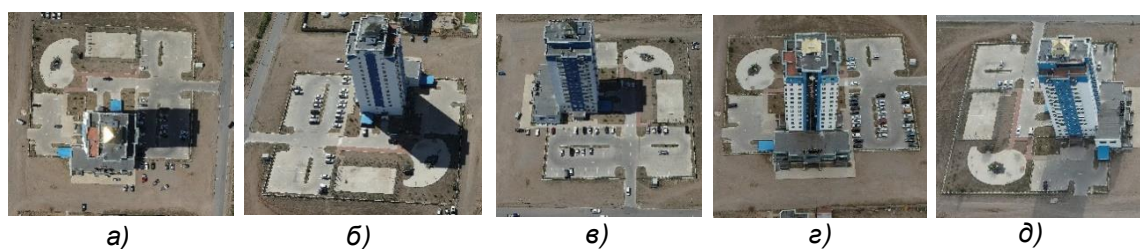


**Зураг 4. Агаарын зургийн замналын байрлалын бүдүүвч**

а) эгц доош чиглэлд авсан, б) урд чиглэлд налуу авсан, в) баруун чиглэлд налуу авсан, г) хойд чиглэлд налуу авсан, д) зүүн чиглэлд налуу авсан, е) бүх чиглэлд авсан

Агаараас зураг авсан өдрүүдэд цаг агаар тогтуун, агаарын температур 20°-24°C, үүлгүй, салхины хурд 5 м/с-ээс бага, агаарын зургийн өнгө, гэрэл, сүүдрийн хэмжээ хэвийн байсан. Агаарын зургийн чанарыг тухайн цаг агаарын нөхцөлд хамгийн сайн байлгах зорилгоор АЗА-ын гэрэл, диафрагм, экспозицийн хэмжээг автоматаар сонгох горимд тохируулж зураг авсан.

Matrice 300 RTK дроне ашиглан агаараас зураг авахад Хэнтий аймгийн төвийн БАСС станцыг суурь станц болгож ашигласан.



**Зураг 5. Эгц доош болон налуу өнцгөөр авсан агаарын зураг дээрх объектийн дүрс**

а) эгц доош чиглэлд авсан, б) урд чиглэлд налуу авсан, в) баруун чиглэлд налуу авсан, г) хойд чиглэлд налуу авсан, д) зүүн чиглэлд налуу авсан

Тал бүрээс зураг авснаар барилгын хананы загвар гүйцэд үүсэх нөхцөл бүрдсэн.

## 2.4. Агаарын зургийн фотограмметрийн боловсруулалт

Агаарын зургийн гадаад, дотоод чиглүүлгийн элементүүдийг тодорхойлох фотограмметрийн боловсруулалтыг Bentley фирмийн орон зайн бодит загварчлалын ContextCapture Center програмыг ашиглан хийсэн.

Агаарын зургийн фотограмметрийн боловсруулалтыг доорх дарааллаар гүйцэтгэсэн. Үүнд:

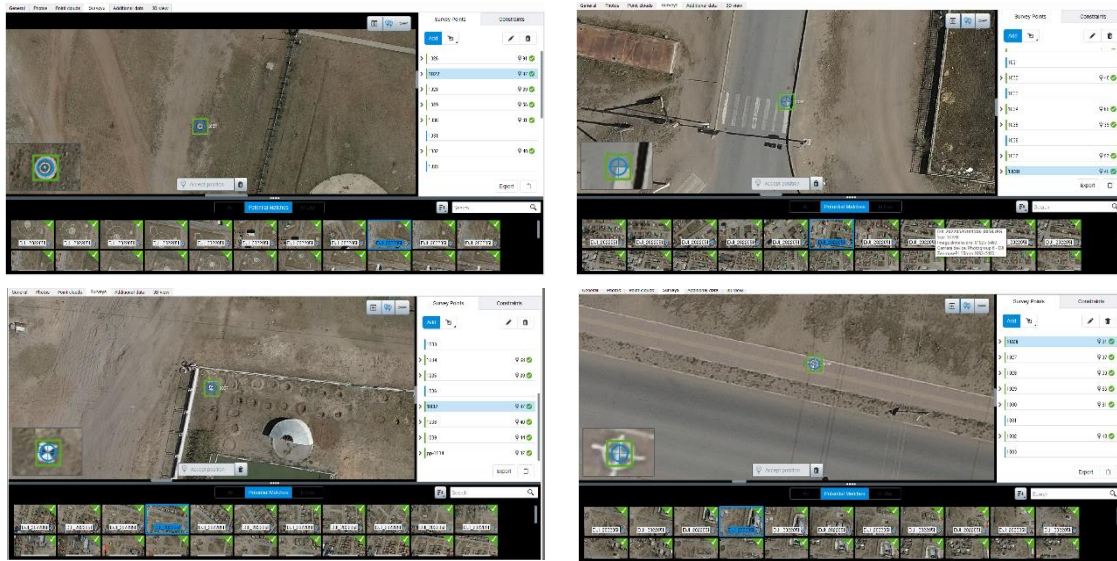
- Бүх чиглэлээс авсан нийт 5434 зургийн RTK хэмжилтээр тодорхойлсон WGS тогтолцоон дахь солбицол, өндрийн утгуудаас файл үүсгэсэн.
- Солбицол, өндрийн утгын ASCII файлыг ГХГЗЗГ-аас боловсруулан геодезийн үйлдэрлэл, үйлчилгээнд ашиглаж байгаа геоидын загвар ашиглан ортометрийн өндөр тодорхойлох Grid\_Int\_m програмд оруулж, бодолтыг гүйцэтгэн агаарын зураг бүрийн ортометрийн өндрийг тодорхойлсон.

- Агаарын зургийн гадаад чиглүүлгийн ортометрийн өндөр бүхий утгуудыг ContextCapture Center програмд агаарын зургийн хамт оруулсан.
- Газрын холболтын цэгүүдийн солбицол, өндрийн утгыг ContextCapture Center програмд оруулж, аэротриангуляцийн тэгшитгэн бодолтыг гүйцэтгэж, агаарын зураг тус бүрийн гадаад чиглүүлгийн элементүүдийн нарийвчилсан утгыг тус тус тодорхойлсон.
- Тэгшитгэн бодсон гадаад, дотоод чиглүүлгийн элемент бүхий агаарын зургаас ContextCapture Center програмын 3D загвар үүсгэх модулийг ашиглан тухайн газрын 3D загварыг үүсгэв.

Агаарын зургийн фотограмметрийн боловсруулалтад доорх үзүүлэлт бүхий өндөр хүчин чадалтай компьютер ашиглалаа. Үүнд:

- CPU – Intel(R) Core i7-12900K, 3.7Ghz
- GPU – NVIDIA GeForce RTX 3070, 5888 CUDA Core, 1.73Ghz, 8GB GDDR6 RAM
- RAM – SAMSUNG 64GB GDDR4 3200

Агаарын зураг дээр газрын холболтын цэгийн дүрсийг олж зөв хэмжих нь аэротриангуляцийн тэгшитгэн бодолтын нарийвчлал, агаарын зургийн стерео загварын гажилтад шууд нөлөөлдөг бөгөөд нарийвчлалыг сайжруулах, гажилтыг бага байлгах үүднээс холболтын цэгийг боломжит бүх зураг дээр хэмжсэн. Газрын холболтын цэг хамгийн цөөн нь 39 зураг дээр, хамгийн олон нь 97 зураг дээр хэмжигдсэн байна. Агаарын зураг дээр холболтын цэгийн хэмжилт хийж байгааг Зураг 6-д үзүүлэв.



**Зураг 6. Агаарын зураг дээрх газрын холболтын цэгийн хэмжилт**

Аэротриангуляцийн тэгшитгэн бодолтын үр дүнд холболтын цэг дээрх солбицлын хамгийн их алдаа нийт 1030 цэг дээр 0.011м, өндрийн алдаа нийт 1039 цэг дээр 0.009м байгаа нь ажлын даалгаварт заасан нарийвчлалын шаардлага хангаж байна. Аэротриангуляцийн тэгшитгэн бодолтын үр дүнг Хавсралт 2-т үзүүлэв.

### 3. ГАЗРЫН ЗУРАГЛАЛ

#### 3.1. Газрын фото зураг авалт

Агаараас авсан зургаар барилгын 3D загвар үүсгэхэд тагт болон бусад далдлагдсан хэсгийн доод гадаргуу загварчлагдахгүй үлддэг. Энэхүү далдлагдсан хэсгийн загварыг гүйцээж байгуулахын тулд эдгээр хэсгийн гэрэл зургийг газар дээрээс авах зайлшгүй шаардлага гарсан.

Агаараас авсан нийт зургийн фотограмметрийн боловсруулалтыг хийж, 3D загвар үүсгэсний дараа уг загварт хяналт хийж, зураглалын талбай орсон далдлагдсан хэсэгтэй буюу задгай тагт, консолтой барилгуудын байрлал, тоог тодорхойлсон. Энэхүү ажлын үр дүнд гэр хорооллыг оролцуулалгүйгээр хотын төв хэсгийн нийт 47 барилга тодорхой хэмжээний далдлагдсан хэсэгтэй байгааг олж тогтоосон. Газраас зураг авах барилгын байрлалын бүдүүвчийг Зураг 7-д үзүүлэв.



**Зураг 7. Газраас зураг авах барилгуудын байрлал**

Эдгээр барилгуудын агаарын зурагт дүрслэгдээгүй далдлагдсан хэсгийн зургийг авах ажлыг 2022 оны 7 дугаар сарын 2-3 өдрүүд болон 2022 оны 8 дугаар сарын 13-14 өдрүүдэд гүйцэтгэсэн.

Газраас авсан зургийн геометр болон өнгөний дүрслэх чадвар агаарын зургийн чанартай ижил эсвэл ойролцоо байх шаардлагатай байдаг. Энэ шаардлагыг хангах SONY a7 RII (ILCE 7R) загварын 36MP Full Frame мэргэжлийн аппарат ашиглан барилгын хананы зургийг авав.

Эхний ээлжийн буюу 2022 оны 7 дугаар сарын 2-3 өдрүүдэд нийт 48 барилгын 634 зураг авсан. Дараагийн шатны газраас зураг авах ажлыг 2022 оны 8 дугаар сарын 13-14 өдрүүд гүйцэтгэж, нийт 3252 зураг авсан. Газраас авсан барилгын хананы зургийг Зураг 8-д үзүүлэв. Барилгын тагт болон консолтой



**Зураг 8. Газраас авсан барилгын хананы зураг**

хэсгийн доод гадаргуу, задгай тагтны дээд талын хаалтны доод гадаргууг 3D загварт зөв үүсгэхийн тулд тухайн барилгын ханыг бүхэлд нь эсвэл тагт болон консолтой хэсгийн зургийг сонгож авсан.

Газраас авсан зураг бүрийн геодезийн солбицлын тогтолцоотой харьцангуй байрлал, зураг авсан чиглэлийн өнцгүүдийг тодорхойлсноор эдгээр зургуудыг фотограмметрийн боловсруулалтад оруулах нөхцөл бүрддэг. Газраас зураг авах үед зургийн ойролцоо байрлалыг тодорхойлох зорилгоор гар утсанд суулгасан байрлал тодорхойлох програм ашиглаж зураг авах замналын дагуух замын бичлэг хийлээ.

Тухайлбал Өүлэн эхийн баримлын загварыг үүсгэхийн тулд баримлыг тойруулан 360 градусын замналаар 2 удаа давхцал бүхий зураг авсан. Эхний замналаар баримлын дээд хэсгийг авсан бол дараагийн удаа баримлын суурь хэсгийг бүрэн оруулж зураг авав. Баримлын гадаргуугийн нугаралт болон элементүүдээс хамаарч зарим хэсэгтээ олон тооны зургийг хоорондоо ойр байрлалаас авч эсвэл зарим хэсэгт цөөн тооны зураг авсан.

Хан хэнтий чуулгын барилгын нүүрний хэсэг давхар баганатай архитектурын нарийн хийцтэй тул тэдгээр элементүүдийг гаргаж, загвар үүсгэхийн тулд олон тооны зургийг өөр олон өнцгөөс авсан.

Орон сууцны барилгуудын тагт нь жигд, нэг хавтгайд орших тул тухайн барилгыг тойруулан жигд давхцалтайгаар ханын зургуудыг авсан.

Барилга тус бүрд авсан зургийн тоог Хүснэгт 3-т үзүүлэв.

*Хүснэгт 3. Газраас авсан зургийн тоо /барилга тус бүрээр/*

№	Барилгын нэр, дугаар	Зургийн тоо
1	Ханан дээрээ зурагтай 5 давхар сууц	66
2	Хүүхэд хөгжлийн газар	26
3	PC MALL худалдааны төв	64
4	C79 орон сууц	100
5	4 давхар шаг орон сууц	75
6	A01 15 давхар орон сууц	192
7	Ягаан 6 давхар орон сууц	109
8	Шинэ сургууль	108
9	Ахмадын хороо	53
10	Алаг барс төв	46
11	A24 орон сууц	65
12	A26 орон сууц	79
13	A27 орон сууц	98
14	Сариг багийн төв	55
15	ШШГБ-100 орон сууц	72
16	A19 орон сууц	75

17	A18 орон сууц	67
18	A17 орон сууц	69
19	Театр	155
20	A38 орон сууц	65
21	Ногоон 5 давхар орон сууц	58
22	A28 орон сууц	77
23	A57 орон сууц	52
24	A51 орон сууц	44
25	A60 орон сууц	59
26	Цэцэрлэг	103
27	Сумын захиргааны үүд	10
28	МАН орон сууц	37
29	МХЕГ орон сууц	47
30	Хан хэнтий чуулга	164
31	Өүлэн эх баримал	84
32	БТС газар	110
33	Төрийн банк	42
34	Эзэнт гүрэн зочид буудал	71
35	9 давхар орон сууц	64
36	Зиндаа дэлгүүр	25
37	Хээтэй 4 давхар орон сууц	142
38	C80 орон сууц	109
39	C90 орон сууц	108
40	C29 орон сууц	127
41	Цагдаагийн газар	23
42	Эмнэлэг	18
43	2-р цэцэрлэг	10
44	2-р цэцэрлэгийн зүүн талын 4 давхар орон сууц	8
45	2-р цэцэрлэгийн зүүн талын 5 давхар орон сууц	6
46	Эрүүл мэндийн газар	9
47	Хэнтий политехник коллеж	6
	<b>Бүгд</b>	<b>3252</b>

Дээрх авсан барилгын зургийн 26 нь орон сууц, 4 нь сургууль цэцэрлэг, бусад нь төрийн болон хувийн хэвшлийн барилга байв.

### 3.2. Газраас авсан зургийн фотограмметрийн боловсруулалт

Зураг авах үед хийсэн замналын дагуух замын бичлэг болон гэрэл зургийн аппаратын зураг авсан хугацаагаар холбох функцийг ашиглаж, газраас авсан зураг бүрийн ойролцоо солбицол, өндрийг тодорхойлсон. Газраас авсан зургуудын гадаад чиглүүлгийн өнцгүүд Roll, Pitch, Yaw-ийн ойролцоо утгыг зураг

авах үеийн аппаратын байрлал болон оптик тэнхлэгийн геодезийн солбицлын тогтолцоотой харьцангуй ойролцоо чиглэлээр тодорхойлж, боловсруулалтын програмд эхний утга болгож оруулах ажлыг гүйцэтгэж нийт 7 хоног зарцуулсан. Энэхүү ажлын дараа газраас авсан зургийн фотограмметрийн боловсруулалт хийсэн.

Газраас авсан зургийн боловсруулалт хийхэд зургийн давхцал хангалтгүй буюу авсан зургийн тоо хэт цөөн байсан, зургийн солбицол, өндөр, чиглүүлгийн элементүүдийн утга нарийвчлал багатай тодорхойлогдсноос шалтгаалж зарим зураг бодолтоос хасагдаж, барилгын загвар дутуу үүсэв.

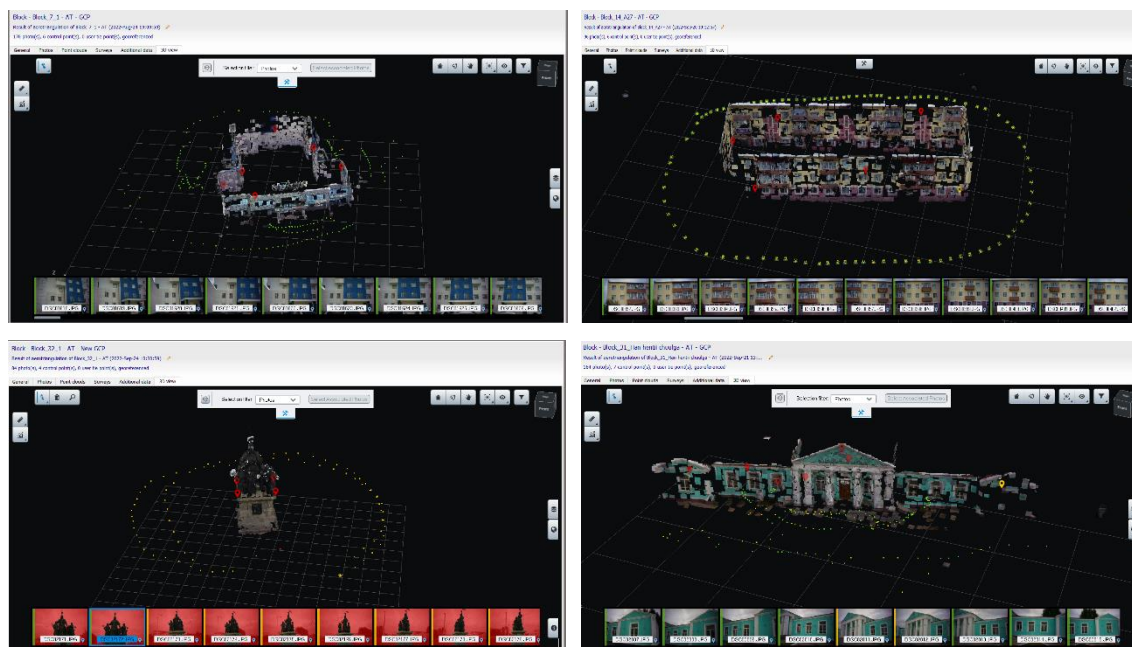
Газраас авсан зургаас барилгын хананы загварыг гүйцэд үүсгэхийн тулд зургийн тоог нэмэгдүүлэх шаардлага гарч улмаар нэмэлт зураг авах ажлыг гүйцэтгэв. Энэхүү нэмэлт зураг авалтыг дээр дурдсан 2022 оны 8 дугаар сарын 13-14 өдрүүдэд гүйцэтгэсэн бөгөөд барилгын хэмжээнээс нь хамааран нэг барилгад 10-аас 168 хүртэл тооны зураг авсан. Газраас авсан зургийн фотограмметрийн боловсруулалт хийж, барилгын хананы бүрэн гүйцэд загвар үүсгэхэд ашигласан зургийн тоо, байрлал, үүссэн загварын жишээг Зураг 9-д үзүүлэв.

Газраас авсан зургийг барилга тус бүрээр блок болгон триангуляцийн тэгшитгэн бодолтыг гүйцэтгэсэн. Зарим барилгын орчинд зэрэгцээ барилгатай ойр байрлалтай эсвэл өндөр хашлага бүхий хүүхдийн тоглоомын болон спортын талбай байгуулснаас хэт ойроос зураг авах, үүнээс шалтгаалж зургийн тоо олон болох, автоматаар процесс явуулахад хэсэг хэсгээрээ тасарч өөр хоорондоо харилцан зөв чиглүүлэгдээгүй фотограмметрийн блокууд үүсэх зэрэг хүндрэлүүд гарч байсан.

Эдгээрийг шийдэхийн тулд зарим барилгын зургуудыг хувааж, тухайлбал: урд талын нүүр, болон ар талын нүүрийг тус тусад нь процесс явуулж загвар үүсгэв.



Газраас авсан зургийн боловсруулалт хийх ажил нь цаг хугацаа шаардсан их хэмжээний ажил болсон тул гэрээт ажлыг хугацаандаа багтаан дуусгах зорилгоор Хүснэгт 3-д тусгасан 47 барилгаас эцсийн загвар үүсгэх боловсруулалтад 38 барилгыг оролцууллаа.



**Зураг 9. Барилгын хананы 3D загвар үүсгэхэд ашигласан зургуудын байрлал, тоо**

Газраас авсан зураг, агаараас авсан зургаас ялгарах гол ялгаа нь тухайн зургийг авч байгаа объектоос цааш алсад болон агаарт орших объектууд, агаарын орон зай буюу тэнгэр давхар дүрслэгддэг. Фотограмметрийн боловсруулалт хийж, 3D загвар үүсгэхэд эдгээр объектууд зайнаас хамааран янз бүрийн нарийвчлалтай үүсдэг бөгөөд агаараас авсан зургаас үүссэн загвартай давхцахгүй алдаатай болдог. Энэ асуудлыг шийдэх арга нь зураг дээр дүрслэгдсэн тухайн загварчлах гэж байгаа объектоос бусад объектийг маск тавьж боловсруулалтаас хасдаг.

Газраас авсан зургийн объект хүртэлх хамгийн их зай 100м тул агаараас (агаарын зураг авсан өндөр 250м) авсан зурагтай харьцуулахад геометрийн дүрслэх чадвар өндөр, дүрсийн чанар илүү сайн тул тэдгээрээс үүсгэсэн 3D загвар гадаргууг илүү нарийн дүрсэлж чадаж байсан. Өөрөөр хэлбэл: газраас авсан зургийн блокыг агаарын зургийн блоктой нийлүүлж, 3D загвар үүсгэхэд газраас авсан зурагтай хэсэг нь илүү нарийвчлал, дүрслэл сайтай үүсэх юм.

Өүлэн эхийн баримлыг тойруулж авсан 84 зурагт маск үүсгэсэн. Ингэснээр триангуляцийн болон 3D загвар үүсгэх явцад зөвхөн зургийн баримлын дүрс бүхий хэсэг оролцож, зураг дээр дүрслэгдсэн баримлаас бусад бүх объектууд боловсруулалтад оролцохгүй буюу 3D загвар үүсгэхэд нөлөөлөхгүй үлдсэн болно. Зарим барилгын цаана байгаа барилга, объектуудыг мөн маск тавьж хассан. Маск нь эх зургийн хэмжээтэй ижил геометр хэмжээтэй боловч масктай хэсэг нь хар өнгөтэй, маскгүй хэсэг нь цагаан өнгөтэй пиксель бүхий хар цагаан дүрс зураг юм. Маск үүсгэсэн жишээг Зураг 10-т үзүүлэв.



*Зураг 10. Маск тавьсан зураг болон маскны дүрс зураг*

Маскыг ашигласнаар 3D загварын нарийвчлал, харагдах байдал сайжирдаг.

Газраас авсан зургийн блокоос үүсэж байгаа 3D загварын дүрслэлийн чанарыг харуулах зорилгоор тэдгээрийн төлөөлөл болгож Өүлэн эхийн баримлын 3D загварыг тусад нь үүсгэсэн. Энэхүү загварын дөрвөн өөр байрлалаас харуулсан дүрсийг Зураг 11-т үзүүлэв.



*Зураг 11. Өүлэн эх баримлын 3D загварын харагдах байдал*

Барилга тус бүрд, зарим барилгын зургийн тоо, давхцалаас хамаарч 2-3 хэсэгт хувааж, фотограмметрийн блок үүсгэн триангуляцийн тэгшитгэн бодолтыг хийсэн. А19 орон сууцны барилгын 75 ширхэг газраас авсан зураг бүхий блокын триангуляцийн тэгшитгэн бодолтын үр дүнг жишээ болгон Хавсралт 3-т үзүүлэв.

## 4. 3D ЗАГВАР ҮҮСГЭХ, ЗАСВАРЛАХ

### 4.1. 3D ЗАГВАР ҮҮСГЭХ

Агаараас авсан 5434 зураг бүхий фотограмметрийн блокыг газраас авсан 3252 зураг бүхий фотограмметрийн 38 блокыг нийлүүлж, 8686 зураг бүхий нэгдсэн блокыг ContextCapture Center програм дээр үүсгэв.

Зураглалын нийт талбайг хамарсан фотограмметрийн нэгдсэн блокоос ContextCapture Center програмын бодит өнгө бүхий (photorealistic 3D model) 3D загвар үүсгэх функцийг ашиглан Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн 3D загварыг 3MX форматаар үүсгэсэн.

ContextCapture Center програмын 3D загвар үүсгэх тохиргоог геометрийн нарийвчлал нь extra precision буюу хүлцэх хэмжээ нь эх зургийн 0.5 пиксельтэй тэнцүү, геометрийн хялбаршуулал нь planar<sup>1</sup> буюу эх зургийн 2.5 пикселээс бага хэмжээтэй хотгор эсвэл гүдгэрийг хавтгай болгох, объектийн элементийг үзүүлэх түвшин (LOD-Level of Detail)-г дундаж буюу ~35 kB/node, төрөл нь Adaptive Tree буюу загварыг ойртуулж татахад элементүүдийг нягтаршилтай харуулах, загварыг холдуулж жижигрүүлэхэд элементүүдийн нягтаршил багасч ерөнхий харуулах, өнгөний текстурийг бодит өнгөөр харуулахаар тохируулж 3D загварыг үүсгэсэн.

Энэ тохиргоогоор 45MP хэмжээтэй 5434 зураг, 36MP хэмжээтэй 3252 зураг бүхий фотограмметрийн блокоос 3D загвар үүсгэхэд 323 цаг буюу 9 өдөр 16 цагийн тасралтгүй процесс хийв. ContextCapture Center програм 3D загварыг нэгж талбайд ногдох зургийн тоо, компьютерийн процесс хийх хурд, санах ойн хэмжээ зэрэгт нийцүүлэн Adaptive Tiling буюу тохиромжтой хуваалтаар 374 хэсэгт автоматаар хувааж үүсгэсэн.

---

<sup>1</sup> Барилга, байгууламж зэрэг геометрийн зөв дүрс бүхий хавтгай гадаргуутай объектийн гадаргуу, ирмэг, талс зэргийг хавтгай, шулуун болгож үүсгэдэг програмын тохиргоо.

Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн барилгажсан хэсгийн 330 га талбайд үүсгэсэн 3D загварыг Зураг 12-д үзүүлэв.



*Зураг 12. Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн 3D загвар*

#### **4.2. 3D ЗАГВАР ЗАСВАРЛАХ**

Объектийг хэд хэдэн байрлалаас авсан гэрэл зургийн дүрсийг нь ашиглан фотограмметрийн аргаар орон зай дахь бодит хэмжээгээр сэргээн байгуулахад түүний геометр хэмжээ, өнгөний нарийвчлал нь гэрэл зургийн чанараас шууд хамаардаг.

Барилгын шилэн нүүр, ханатай хэсэг агаар болон газраас авсан зурагт нэгэн төрлийн, ижил өнгөтэй дүрслэгдэж, улмаар фотограмметрийн боловсруулалт хийхэд алдаа гарч геометр хэмжээ нь гажиж 3D загвар нь алдаатай, зарим тохиолдолд пикселийн утууд ялгагдахгүйгээс шалгаалж 3D загварт нүх үүссэн. Ялангуяа газраас авсан зурагт барилгын шилэн цонхнуудтай хэсэг их хэмжээгээр гажилттай үүслээ.

Зураглах талбайн агаарын зургийг 4 өдрийн хугацаанд 5 өөр чиглэлээс 5 удаа авсан. Зураг авалт үргэлжиж байсан хугацаанд хөдөлгөөнт объектууд ялангуяа автомашинууд нэг байрлал дээрээ хөдөлгөөнгүй байж 5 удаагийн зураг авахад гүйцэд ороогүйгээс 3D загварт зарим хэсэг нь эсвэл эвдэрхий хэлбэртэй, эсвэл нэг машины зогсож байсан газар дараагийн машин ирж зогсон зурагт

орсноор дүрс давхардаж үүссэн тохиолдлууд зургийн нийт талбайн хэмжээгээр гарсан. Гажилттай үүссэн 3D загварын жишээг Зураг 13-т үзүүлэв.



**Зураг 13. Зогсоол дээрх автомашины эвдрэл, гажилттай үүссэн загвар**

Гажилттай үүссэн загвар эсвэл үүссэн нүхийг ContextCapture Center програмын засварлах хэрэгсэл ашиглан засварлах шаардлага гарсан.

Агаараас авсан зураг газраас авсан зурагтай нийлж 3D загвар үүсгэж байгаа хэсэг дээр зарим жижиг хэмжээтэй объектод маш жижиг хэмжээтэй нүх, загварын цоорхойнууд үүсэж байна. Энэ нь нүдээр харагдахгүй ч програмаар шалгахад илэрсэн бөгөөд програмын автоматаар нүхийг битүүлэх хэрэгслээр засварлахад зарим хэсэг нь засварлагдахгүй үлдэж байна. Автоматаар засварлагдаагүй үлдсэн нүхийг гар аргаар орчных нь гурвалжингуудтай хамтад нь устгаж, дахин нүхий битүүлэх хэрэгслээр битүүлж засварлах ажлыг 3D загварын хийсэн хэсэг буюу автомашины загварыг устгаж цэвэрлэсэн хэсэг, түүний орчимд хийж гүйцэтгэлээ.

3D загвар засварлах ажил нь хүн хүч, хугацаа, зардал мөнгө шаардсан их хэмжээний ажил бөгөөд зураглалын талбай дахь бүх объектийн гажилтыг засварлах, нүх бөглөх үйл ажиллагааг гэрээний хугацаа болон гэрээт ажлын үнийн дүнд батгаан гүйцэтгэх боломжгүй байна.

Гэрээний хугацаанд багтаан 20 гаруй барилгын гаднах хэлбэрийг засварлаж, нүхнүүдийг битүүлснээс гадна барилгажсан талбай дахь автомашинуудын загварыг устгаж цэвэрлэх ажлыг гүйцэтгэлээ. Агаарын зургаас автоматаар үүссэн зогссол дээрх автомашинуудын 3D загвар болон тэдгээрийг загварлаж загвараас устгасны дараах харьцуулсан зургийг Зураг 14-т үзүүлэв.



а)



б)

***Зураг 14. Засварлахын өмнө болон засварласны дараах 3D загварын харьцуулалт***

*а) 3D загварыг засварлахын өмнөх буюу автоматаар үүссэн загвар, б) засварласны дараах 3D загвар*

3D загварыг засварлаж геометр хэмжээг өөрчлөхөд өөрчлөлт орсон хэсгийн текстур буюу өнгө устаж, гадаргуугийн засварласан хэсэг саарал өнгөтэй болсон.

3D загварын хэлбэр, хэмжээ буюу геометрийг нь засварлахад тухайн объектийн хэлбэр, хэмжээг гадаргуугийнх нь нугаралт, хотойлт зэргээс хамаарч цаг хугацаа их зарцуулсан. Зарим хялбар жижиг объект тухайлбал: талбай дээр зогсож байгаа автомашиныг устгахад баг цаг зарцуулж байхад барилгын нэг ширхэг тагт, түүний дээд, доод гадаргууг зөв хэлбэртэй болгох засварыг хийхэд

автоматаар үүссэн загварын хэлбэр хэмжээнээс хамаарч дээд тал нь 2 цаг зарцуулж ажилласан. Тухайн объект нь өөр объектой нийлж үргэлжилсэн гурвалжин загвар үүссэн бол тэдгээрийг салгах маш хүндрэлтэй, салгасан тохиолдолд зөв хэлбэрээрээ битүүрч объект үүсэх боломжгүй байсан. Ийм тохиолдлууд барилгын хананд тулж ургасан модтой хэсэгт түгээмэл байна. Модноос барилгыг салгаж загварчлах зайлшгүй шаардлагатай бол 3D загварыг бүтнээр нь эсвэл тусгай програмаар хэсэгчлэн хувааж, хуваасан хэсгээ өөр төрлийн меш буюу гурвалжин загвар засварладаг програмаар засварлаад дараа нь буцаан эх загварт нь нийлүүлж нэгтгэх ажиллагаа хийх шаардлагатай юм.

Саарал өнгөтэй болсон гадаргуугийн хэсгийг бодит өнгөтэй болгохын тулд гадаргуугийн гурвалжин загварыг өөрчилж засварласны дараа чиглүүлэг хийсэн эх зургаас дахин процесс явуулж өнгөний мэдээллийг нөхөж гүйцээх байдлаар засварын ажлыг хийж гүйцэтгэсэн. Гадаргуугийн засварласан хэсгийн өнгийг сэргээх процесс нь 3D гадаргууг шинээр үүсгэх процессоос ойролцоогоор 3 дахин бага хугацаа зарцуулж байсан хэдий ч засвар хийх хэмжээгээр түүнд зарцуулах хугацаа нэмэгдэж байна. Энэ бүхнээс харахад 3D загвар үүсгэхээс гадна засварлах нь цаг хугацаа их шаарддаг ажил болох нь харагдаж байна.



## 5. ДҮГНЭЛТ, ЗӨВЛӨМЖ

### ДҮГНЭЛТ

1. Барилга, байгууламжийн хана нь тэгш буюу дүрс нь агаарын зураг дээр далдлагдсан хэсэггүй, бүрэн дүрслэгдэж байгаа тохиолдолд тухайн барилгын 3D загварыг зөвхөн агаараас авсан зураг ашиглан үүсгэх боломжтой.

2. Барилга, байгууламжийн ханын хэсэгт тагт, консол зэрэг агаараас авсан зураг дээр далдлагдсан, харагдахгүй хэсэгтэй бол тэдгээрийг 3D-ээр загварчлахын тулд заавал газраас нэмэлт зураг авах шаардлага гарч байна.

2. Барилгын хананы 3D загварыг газар дээрээс зураг авч үүсгэхэд зэргэлдээ орших зураг бүр өөр хоорондоо 70%-100% давхцалтай, хангалттай тооны зураг авсан байх шаардлага энэхүү ажлын үр дүнгээс харагдаж байна.

3. Газраас зураг авах аппаратын дүрс буулгах үзүүлэлт агаараас зураг авсан аппаратын үзүүлэлттэй ижил түвшинд байсан тул агаараас болон газраас авсан зургуудыг нийлүүлж үүсгэсэн 3D загварын нарийвчлал, чанар сайн гарсан.

4. Барилга бүрд газар дээрээс олон тооны зураг авч фотограмметрийн боловсруулалт хийх болон тэдгээрийг агаарын зургийн блокод нэгтгэж, 3D загвар үүсгэх, засварлах явцад ажлын талбай, объектийн тоо хэмжээнээс хамаарч компьютерийн боловсруулалт хийх хугацаа, гараар засварлах ажлын хэмжээ үлэмж хэмжээгээр нэмэгдсэн. 3D загварыг бүрэн гүйцэд засварлахад нэмэлт хүн хүч, цаг хугацаа, хөрөнгө мөнгө шаардлагатай хэдий ч ажлын үр дүнг гэрээнд заасан хугацаа, өртөгт багтаан хийхийн тулд 3D загварын гадна талын засварыг хийж, дотор талын нарийвчилсан засварыг хийлгүй үлдээсэн болно.

### ЗӨВЛӨМЖ

1. Хот суурин газрын, ялангуяа тагт, консол бүхий барилгын, агаарт байгуулсан конвейрэн дамжуулга бүхий байгууламжийн 3D загварыг үүсгэх ажлын даалгаварыг боловсруулахдаа газраас нэмэлт зураг авах объектийн тоог зөв тодорхойлж, тэдгээрийг үүсгэх, засварлахад ашиглах компьютерийн үзүүлэлтийг заах, зарцуулах хугацаа, зардлын тооцооллыг бодитой хийх.

2. 3D загварыг үүсгэх, засварлах ажлыг гүйцэтгэх мэргэжилтний ажлын туршлага, чадвар эцсийн бүтээгдэхүүний чанарт шууд нөлөөлөх тул тухайн ажил гүйцэтгэх хүний нөөцөд анхаарах нь зүйтэй.

3. Тухайн ажлын онцлог, шаардлагаас хамааруулж 3D загвар үүсгэх технологийг тодорхойлж өгөх. Тухайлбал: 3D загварыг гэрэл зургаас фотограмметрийн аргаар үүсгэхээс гадна агаарын болон газрын лидар технологи ашиглаж хийх боломжтой бөгөөд шаардлагатай бол хэрэглэх технологийг зааж өгөх. Гэхдээ тухайн ашиглах технологийн үнэ өртөг, хэмжилтийн нарийвчлал, өнгө дүрсний чанар гэх мэт техникийн хязгаарлалтуудыг сайн тооцоолсны үндсэн дээр ашиглах технологийг зааж өгөх нь зүйтэй юм.

4. 3D загварыг цаашид юунд ашиглахаар төлөвлөж байгаагаас хамаарч хадгалах формат, объектийн элементийг үзүүлэх түвшин (LOD-Level of Detial) зэргийг зааж өгөх нь зүйтэй.

## 6. ХҮЛЭЭЛГЭН ӨГСӨН МАТЕРИАЛ

Зөвлөх үйлчилгээний хүрээнд гүйцэтгэсэн ажлын үр дүнд хүлээлгэж өгсөн материалыг Хүснэгт 4-т үзүүлэв.

*Хүснэгт 4. Хүлээлгэж өгсөн материалын жагсаалт*

д/д	Материалын нэр	Хүлээн авсан байгууллага	Хэлбэр	Тоо
1	“Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн барилгажсан хэсгийн 3D зураглалд зориулсан агаарын зураг авах, боловсруулах ажил”-ын тайлан	ГЗБГЗЗГ	Хэвлэмэл Тоон файл DVD	1
2	Хэнтий аймгийн Хэрлэн сумын төвийн барилгажсан хэсгийн 3D загварын тоон файл	ГЗБГЗЗГ	Тоон файл DVD	1

## Хавсралт 1. Zenmuse P1 АЗА-ын техникийн үзүүлэлт

Бүтээгдэхүүний нэр:	ZENMUSE P1
Хэмжээ:	198x166x129 мм
Жин:	Ойролцоогоор 800 г
Чадал:	20 Ватт
Тохирох онгоц:	Matrice 300 RTK
Ажиллах температур:	-20°-оос +50°C
Хадгалах температур:	-20° -оос +60°C
Үнэмлэхүй нарийвчлал:	Хэвтээ: 3 см, Босоо: 5 см *

*\* Агаарын зураглалд, дүрслэх чадвар 3 см, нислэгийн хурд 15 м/с, дагуу давхцал 75%, хөндлөн давхцал 55% байхад.*

### АЗА-ын мэдрэгч

Мэдрэгчийн хэмжээ (зураг авахад): 35.9x24 мм (Full frame)

Мэдрэгчийн хэмжээ (видео бичлэг хийх хамгийн их талбай): 34x19 мм

Эффектив пиксель: 45MP

Пикселийн хэмжээ: 4.4 мкм

Тохирох линз:

DJI DL 24mm F2.8 LS ASPH (with lens hood and balancing ring/filter), FOV 84°

DJI DL 35mm F2.8 LS ASPH (with lens hood and balancing ring/filter), FOV 63.5°

DJI DL 50mm F2.8 LS ASPH (with lens hood and balancing ring/filter), FOV 46.8°

Тохирох SD карт: SD: UHS-I rating or above; хамгийн их багтамж: 512 GB

Файл хадгалах: Photo / GNSS Raw Observation Data/ Image Log File

Зургийн хэмжээ: 3:2 (8192x5460)

Ажиллах горим: Photo, Video, Playback

Зураг авах хамгийн бага хугацаа: 0.7 сек.

Хөшигний хурд: Mechanical Shutter Speed: 1/2000\*-1 s

Electronic Shutter Speed: 1/8000-1 s

\*Апературийн утга f/5.6-аас бага байх

Апературийн авах утгын хэмжээ: f/2.8-f/16

ISO авах утгын хэмжээ: гэрэл зурагт:100-25600

видео бичлэгт: 100-25600

Видео бичлэгийн формат: MP4,MOV

Видео бичлэгийн дүрслэх чадвар: 16:9 (1920×1080)

16:9 (3840×2160)\*

*\*Зөвхөн 35мм линзэд тохирно.*

Фремийн давтамж: 60fps

Гимбал:

Тогтворжуулах систем: 3-axis (tilt, roll, pan)

Доргилтын өнцгийн хэмжээ /Angular Vibration Range/:  $\pm 0.01^\circ$

Суурь:

Солих боломжтой: DJI SKYPORT

Механик хэмжээ /Mechanical Range/: Tilt:  $-130^\circ$  to  $+40^\circ$ ;

Roll:  $-55^\circ$  to  $+55^\circ$ ;

Pan:  $\pm 320^\circ$

## Хавсралт 2. Агаарын зургийн тэгшитгэн бодолтын тайлан

**Contents**

- [Project Summary](#)
- [Camera Calibration](#)
- [Photo Positions](#)
- [Photo Matching](#)
- [Surveys](#)
- [Control Points](#)

For more information, please see our online manual: <https://www.acute3d.com/QualityReportManual/en/v2.0/index.html> 

## Project Summary

Project:	3D scene
Number of photos:	5443
Ground coverage:	8.664 square kilometers
Average ground resolution:	34.8471 mm/pixel
Scale:	1 : 105
Camera model(s):	DJI ZenmuseP1
Processing date:	7/29/2022 2:52 PM
Processing time:	2h 38min

## Quality Overview

Dataset:	5439 of 5443 photos calibrated (100%)
Keypoints:	Median of 31081 keypoints per image
Tie points:	293757 points, with a median of 844 points per photo.
Reprojection error (RMS):	0.58 pixels
Positioning / scaling:	Georeferenced using control points

## Camera Calibration

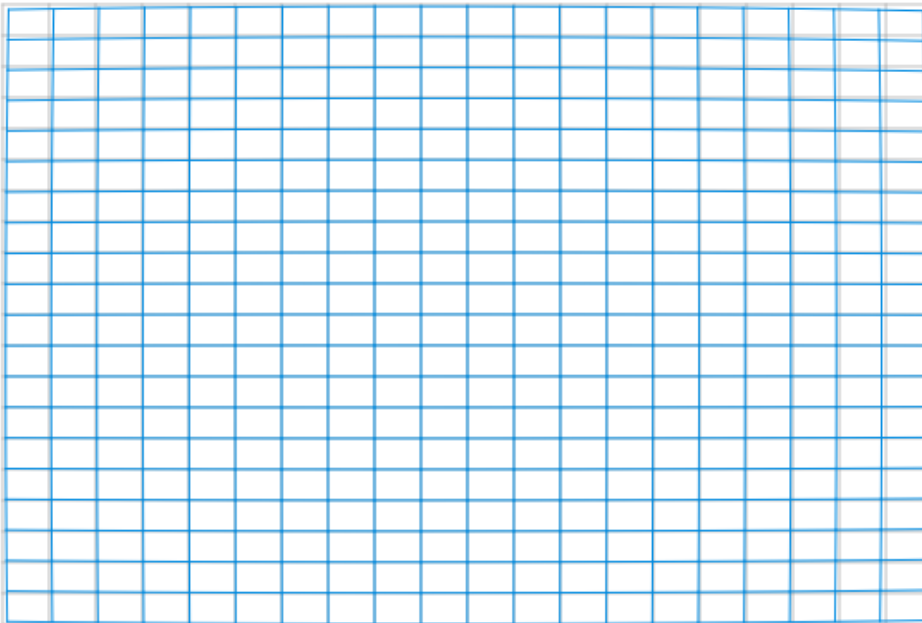
### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm



	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9103	36.0103	4062.05	2775.52	-0.0481169	0.0222255	-0.101758	-0.00194459	0.00205321
Optimized Values	35.9216	36.0217	4064.05	2776.08	-0.0484642	0.0255181	-0.10791	-0.00187441	0.0021786
Difference Previous / Optimized	0.0113	0.0114	2.01	0.55	-0.0003473	0.0032926	-0.006152	7.018e-05	0.00012539

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	63

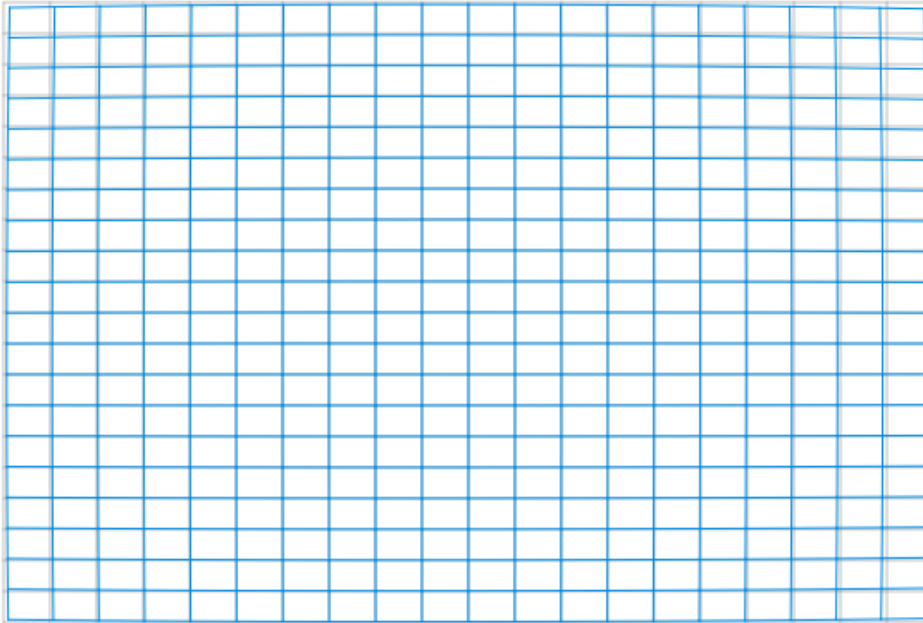
### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9103	36.0103	4062.05	2775.52	-0.0481169	0.0222255	-0.101758	-0.00194459	0.00205321
Optimized Values	35.9216	36.0217	4064.05	2776.08	-0.0484642	0.0255181	-0.10791	-0.00187441	0.0021786
Difference Previous / Optimized	0.0113	0.0114	2.01	0.55	-0.0003473	0.0032926	-0.006152	7.018e-05	0.00012539



<b>Previous Values</b>	35.9117	36.0117	4058.08	2780.53	-0.0481937	0.0222314	-0.103151	-0.00183866	0.00200497
<b>Optimized Values</b>	35.9173	36.0173	4059.54	2781.58	-0.0471374	0.0201755	-0.102233	-0.0017677	0.0021943
<b>Difference Previous / Optimized</b>	0.0056	0.0056	1.46	1.05	0.0010563	-0.0020559	0.000918	7.096e-05	0.00018933

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	387

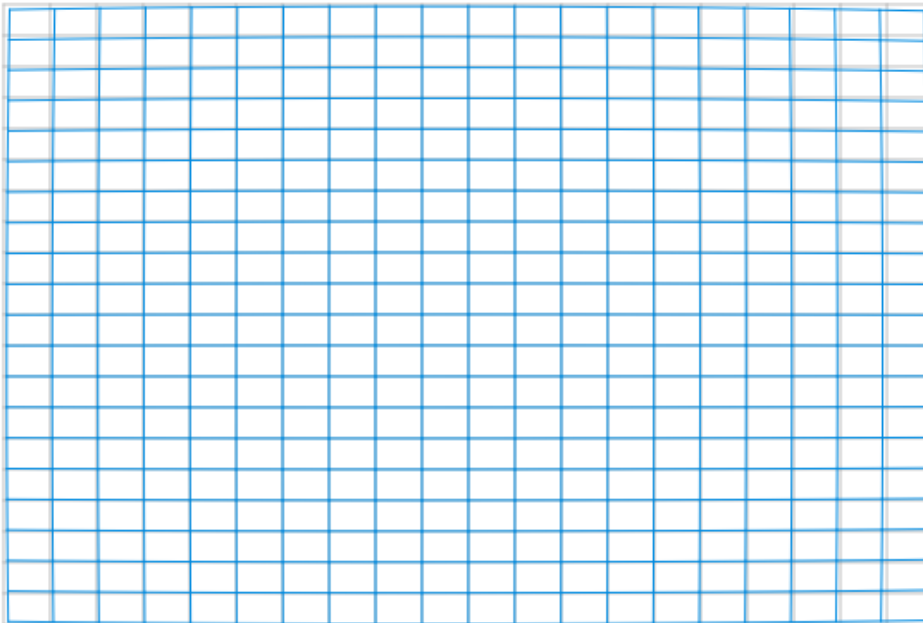
---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
<b>Previous Values</b>	35.914	36.014	4057.53	2783.74	-0.0485707	0.0248009	-0.108821	-0.00189966	0.00209489
<b>Optimized Values</b>	35.9259	36.026	4060.42	2784.53	-0.0471108	0.0140648	-0.0882542	-0.00185234	0.00218828

Difference Previous / Optimized	0.0119	0.012	2.89	0.79	0.0014599	-0.0107361	0.0205668	4.732e-05	9.339e-05
---------------------------------	--------	-------	------	------	-----------	------------	-----------	-----------	-----------

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

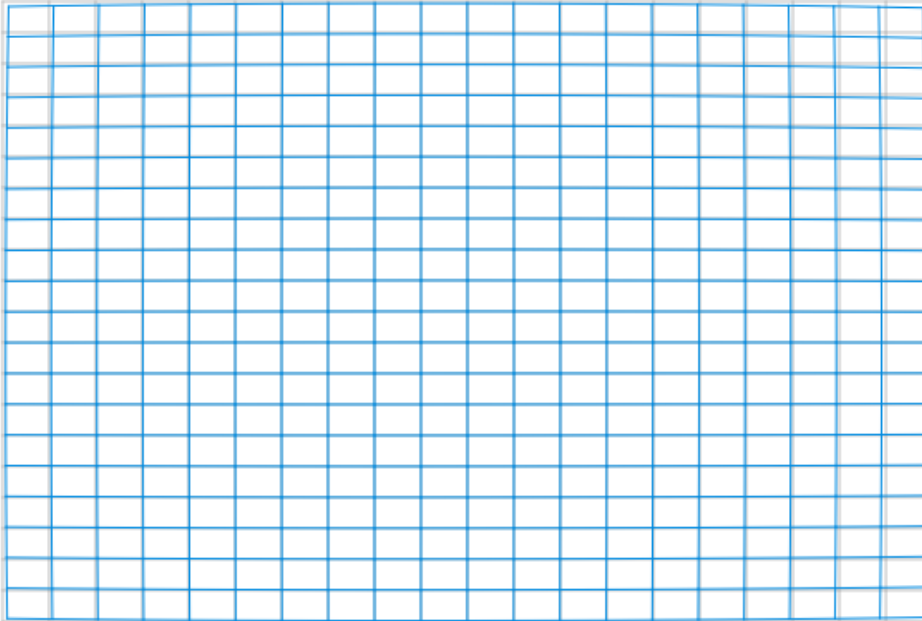
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	619

---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9144	36.0144	4067.13	2778.91	-0.0488584	0.0277701	-0.11348	-0.00199433	0.00208176
Optimized Values	35.9004	36.0004	4067.41	2777.85	-0.0490177	0.0305951	-0.119827	-0.00195017	0.00211078
Difference Previous / Optimized	-0.014	-0.014	0.28	-1.07	-0.0001593	0.002825	-0.006347	4.416e-05	2.902e-05

## Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

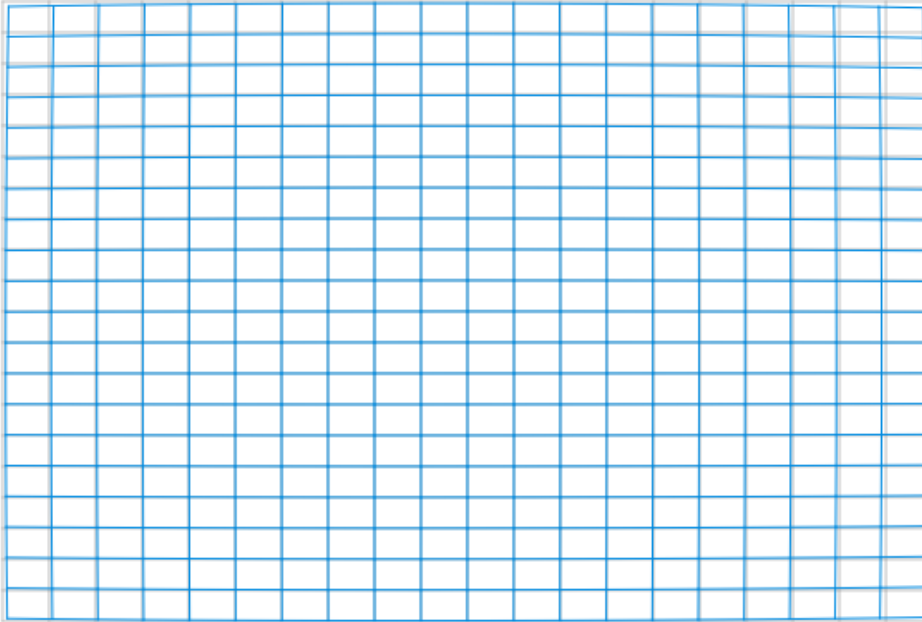
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	98

---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.921	36.021	4066.74	2778.66	-0.0484176	0.0248779	-0.107477	-0.00196684	0.00206191
Optimized Values	35.9051	36.0051	4067.22	2777.34	-0.0470258	0.0174801	-0.0979298	-0.0019277	0.00205744
Difference Previous / Optimized	-0.0159	-0.0159	0.47	-1.32	0.0013918	-0.0073978	0.0095472	3.914e-05	-4.47e-06

## Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

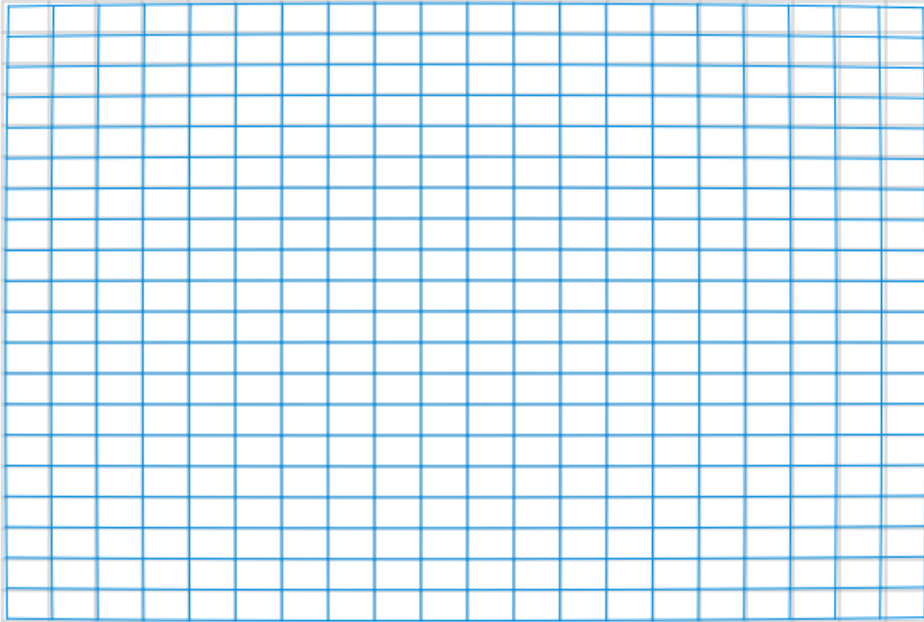
---

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	541

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9155	36.0156	4064.88	2778.12	-0.0485213	0.0272253	-0.11327	-0.00202144	0.00206452
Optimized Values	35.9296	36.0297	4068.84	2778.84	-0.0476543	0.0219347	-0.103392	-0.00197911	0.00211518
Difference Previous / Optimized	0.0141	0.0141	3.96	0.72	0.000867	-0.0052906	0.009878	4.233e-05	5.066e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

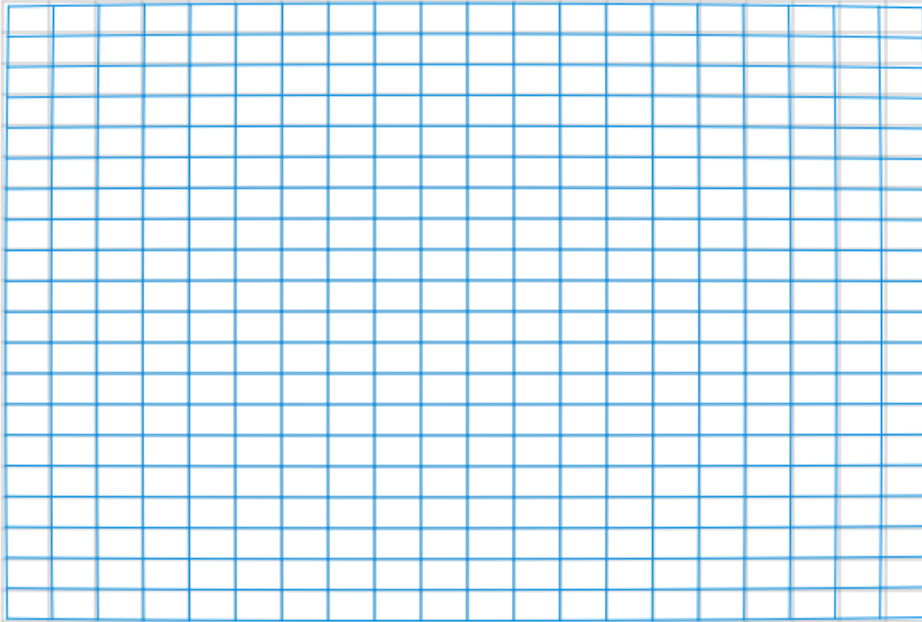
---

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	519

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9191	36.0191	4066.30	2780.63	-0.0483626	0.0257692	-0.109107	-0.00198866	0.0020885
Optimized Values	35.9333	36.0333	4068.15	2781.10	-0.0486747	0.0260528	-0.109018	-0.00197811	0.00211782
Difference Previous / Optimized	0.0142	0.0142	1.84	0.47	-0.0003121	0.0002836	8.9e-05	1.055e-05	2.932e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

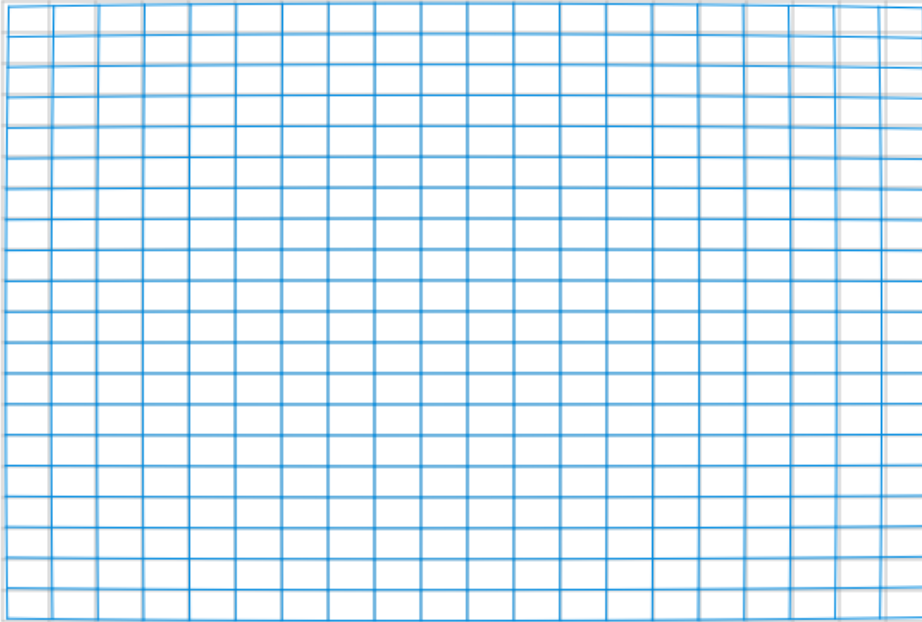
---

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	52

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9211	36.0212	4068.12	2781.02	-0.0489934	0.0242733	-0.111052	-0.00182371	0.00226278
Optimized Values	35.9283	36.0284	4069.68	2781.52	-0.0472272	0.0133614	-0.0939816	-0.00187769	0.00229313
Difference Previous / Optimized	0.0072	0.0072	1.56	0.50	0.0017662	-0.0109119	0.0170704	-5.398e-05	3.035e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

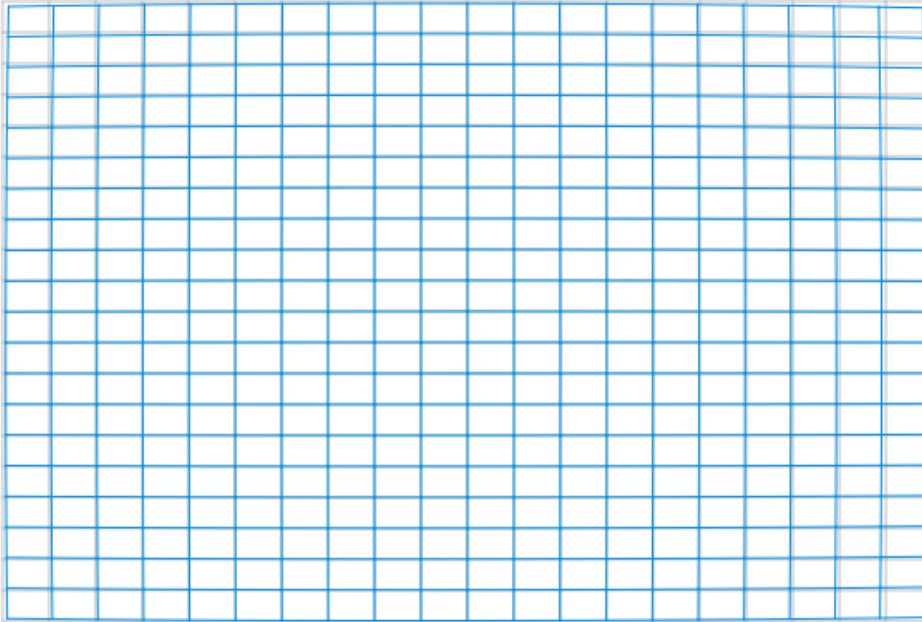
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	403

---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9138	36.0138	4065.98	2780.17	-0.0489069	0.027785	-0.114063	-0.00194954	0.00211426
Optimized Values	35.9179	36.0179	4065.54	2780.17	-0.0483103	0.0234174	-0.105056	-0.00192922	0.00213711
Difference Previous / Optimized	0.0041	0.0041	-0.43	0.00	0.0005966	-0.0043676	0.009007	2.032e-05	2.285e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

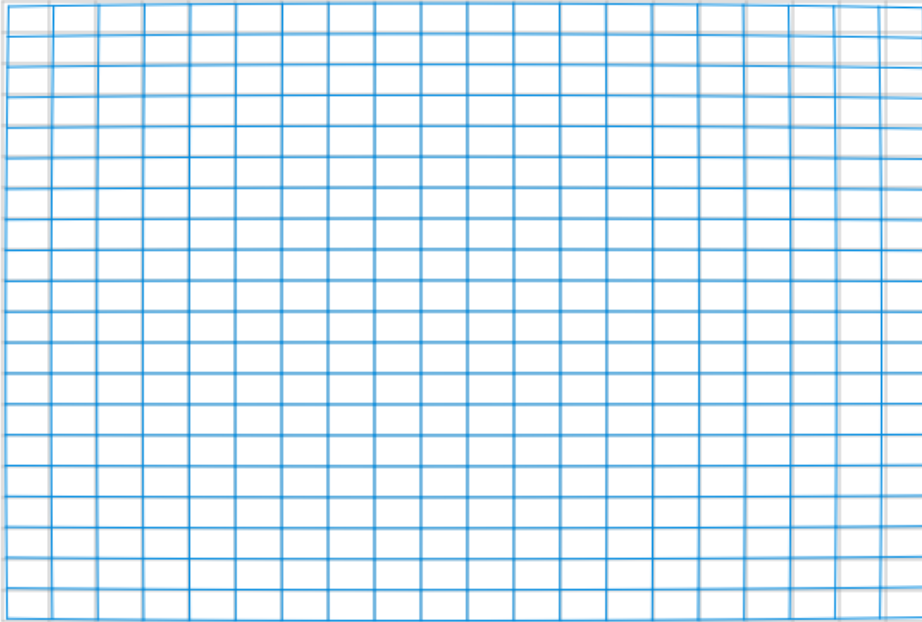
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	395

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9208	36.0209	4057.95	2784.44	-0.0485113	0.0251505	-0.108932	-0.00195992	0.00207533
Optimized Values	35.932	36.0321	4058.55	2784.64	-0.0480117	0.018855	-0.0918331	-0.00193117	0.0021084
Difference Previous / Optimized	0.0112	0.0112	0.59	0.20	0.0004996	-0.0062955	0.0170989	2.875e-05	3.307e-05

### Distortion Grid





Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

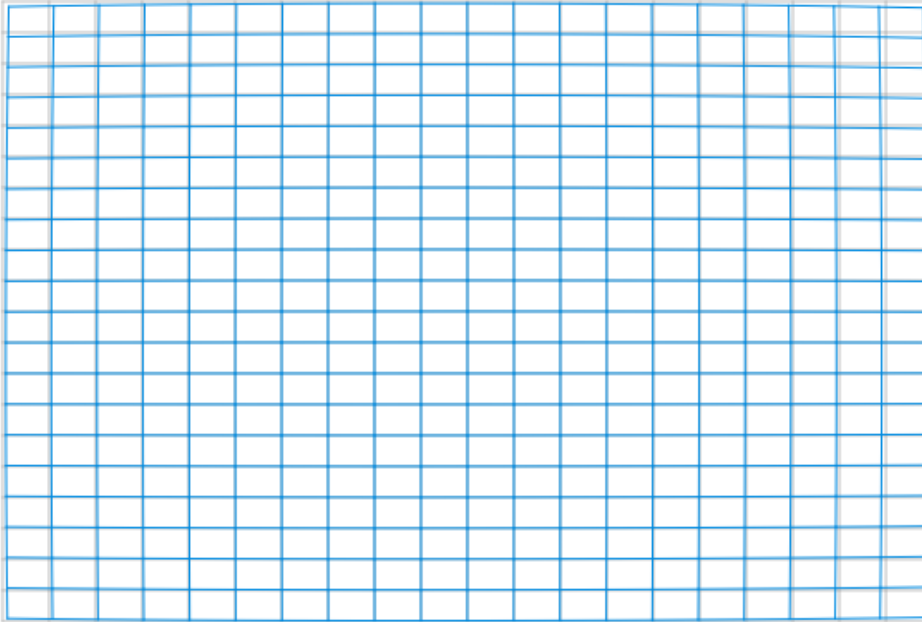
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	9

---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.9226	36.0226	4061.70	2782.13	-0.0492833	0.0300037	-0.119785	-0.00186161	0.00206397
Optimized Values	35.9438	36.044	4066.09	2783.68	-0.0484788	0.0231415	-0.105306	-0.00169768	0.00210793
Difference Previous / Optimized	0.0212	0.0214	4.39	1.55	0.0008045	-0.0068622	0.014479	0.00016393	4.396e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

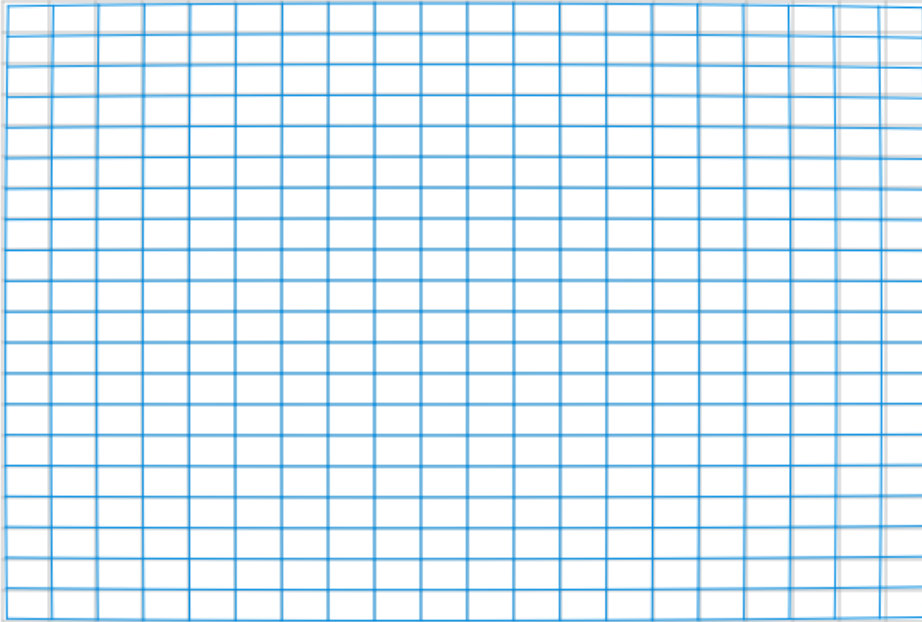
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	300

---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.8638	35.9637	4039.56	2754.35	-0.051262	0.0450349	-0.138409	-0.00223011	0.00198792
Optimized Values	35.8639	35.9638	4040.26	2754.07	-0.0484287	0.0246776	-0.0979722	-0.00218608	0.00206424
Difference Previous / Optimized	0.0001	0.0001	0.70	-0.28	0.0028333	-0.0203573	0.0404368	4.403e-05	7.632e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

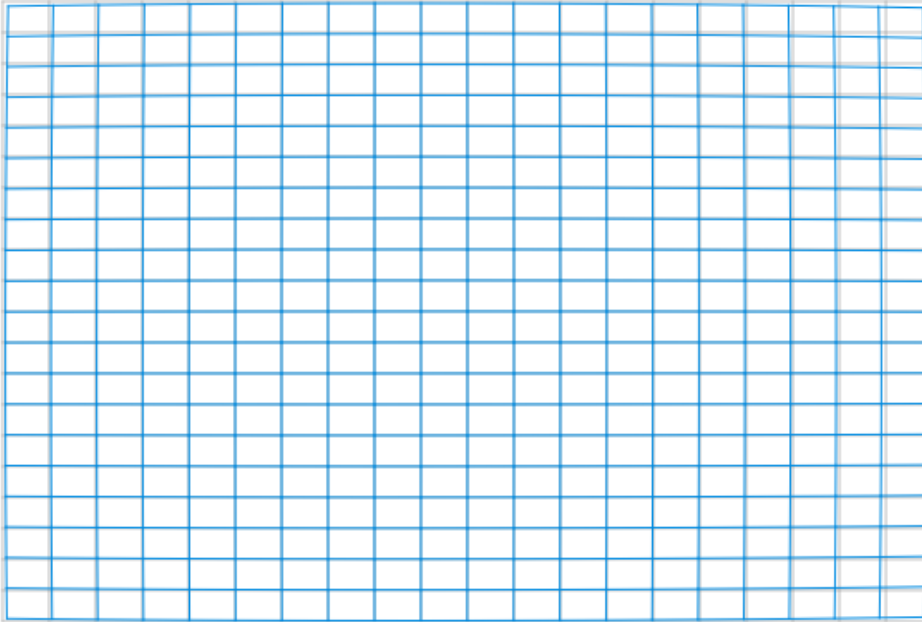
---

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	540

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.8585	35.9584	4038.17	2753.51	-0.0493523	0.0333887	-0.117911	-0.00229514	0.00194742
Optimized Values	35.8797	35.9797	4039.43	2753.97	-0.048511	0.0258944	-0.104234	-0.0023056	0.00197287
Difference Previous / Optimized	0.0212	0.0213	1.27	0.46	0.0008413	-0.0074943	0.013677	-1.046e-05	2.545e-05

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

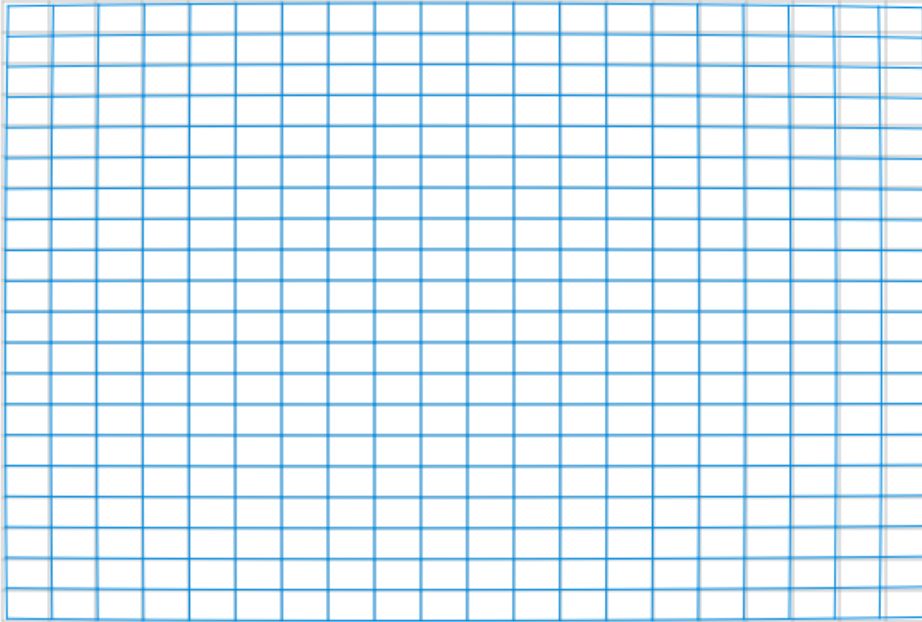
---

Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	439

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.8636	35.9635	4035.41	2755.77	-0.0490457	0.0349328	-0.129142	-0.00232938	0.00199555
Optimized Values	35.8733	35.9732	4040.33	2754.79	-0.0484353	0.0298464	-0.11902	-0.00226322	0.00199273
Difference Previous / Optimized	0.0097	0.0097	4.93	-0.97	0.0006104	-0.0050864	0.010122	6.616e-05	-2.82e-06

### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

### DJI ZenmuseP1 35mm 8192x5460

---

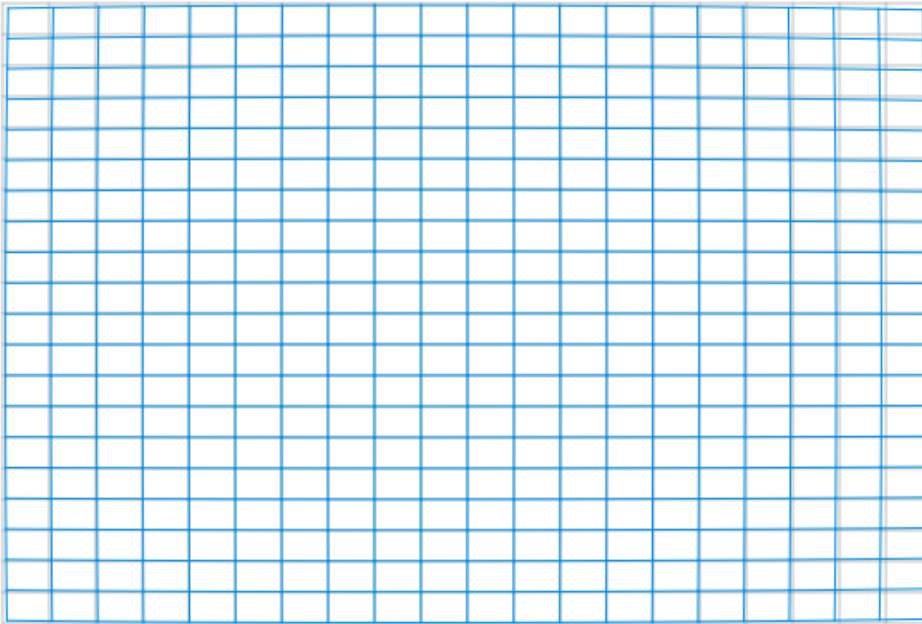
Name:	DJI ZenmuseP1
Model type:	Perspective
Image dimensions:	8192x5460 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	91

---

### Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	35.8555	35.9554	4038.19	2756.13	-0.0492178	0.0303252	-0.115632	-0.00221208	0.00197729
Optimized Values	35.8802	35.9801	4039.09	2756.30	-0.0483563	0.0266052	-0.113303	-0.00226453	0.00200806
Difference Previous / Optimized	0.0247	0.0247	0.90	0.18	0.0008615	-0.00372	0.002329	-5.245e-05	3.077e-05

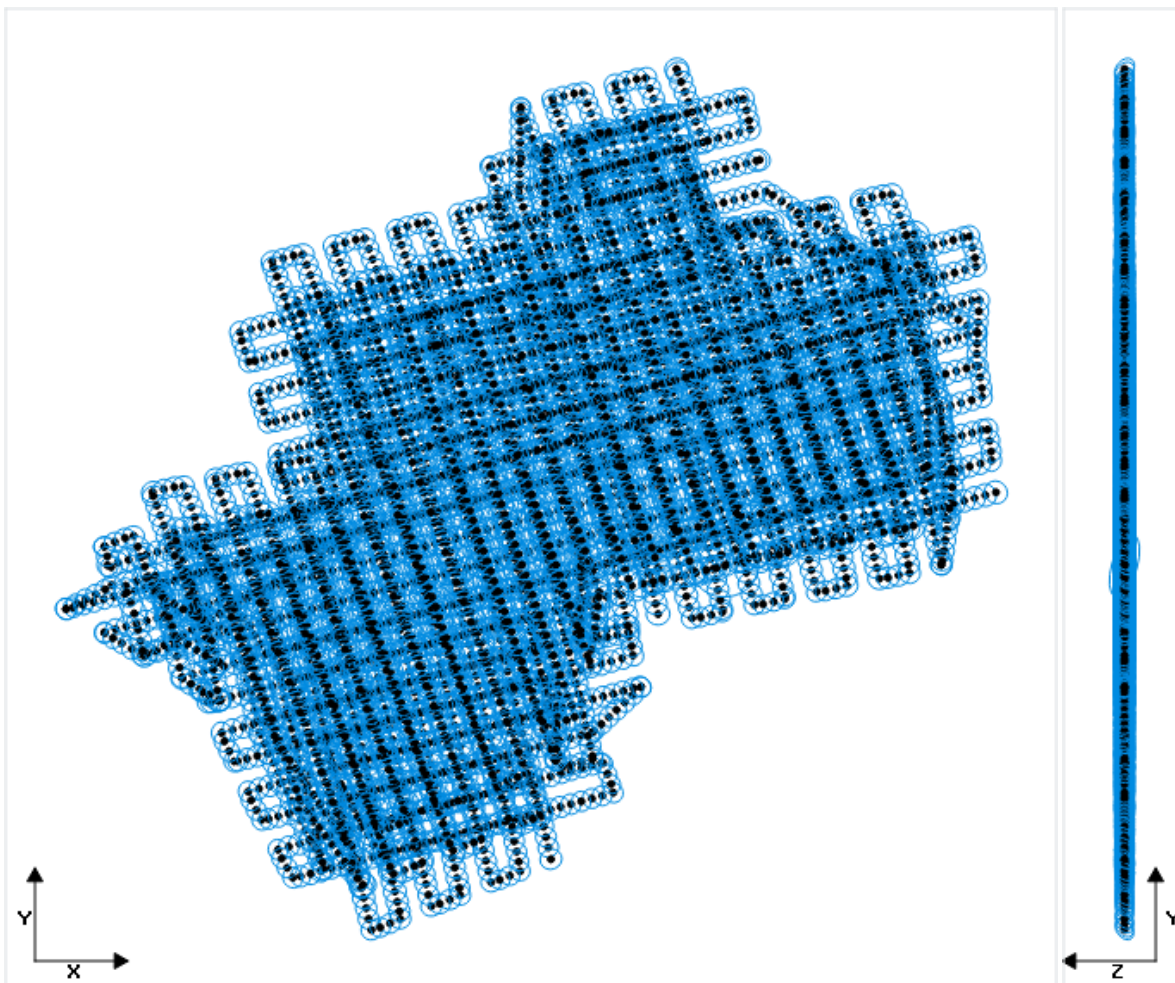
### Distortion Grid



Camera Lens Distortion: *Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.*

## Photo Positions

### Photo Position Uncertainties



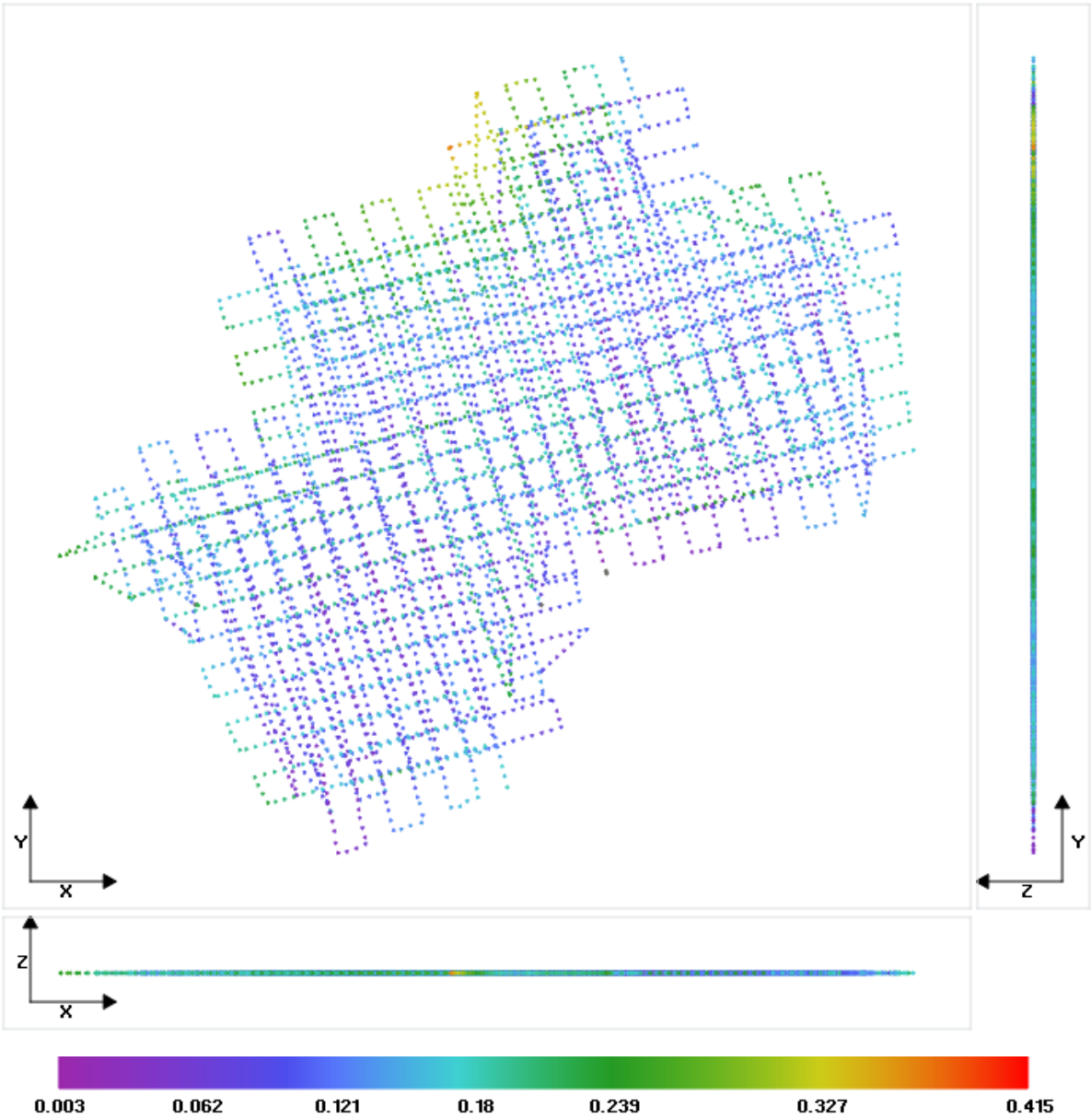


**Position Uncertainties:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) of computed photo positions (black dots). Blue ellipses indicate the position uncertainty, scaled for readability. The minimum and maximum values, as well as the average value, can be found in the table below.

Position Uncertainties			
	X [meters]	Y [meters]	Z [meters]
Minimum	0.0061	0.0056	0.0022
Mean	0.0105	0.0111	0.0069
Maximum	0.0559	0.0505	0.0193

For more information on individual photos, please refer to the [Photos Report](#).

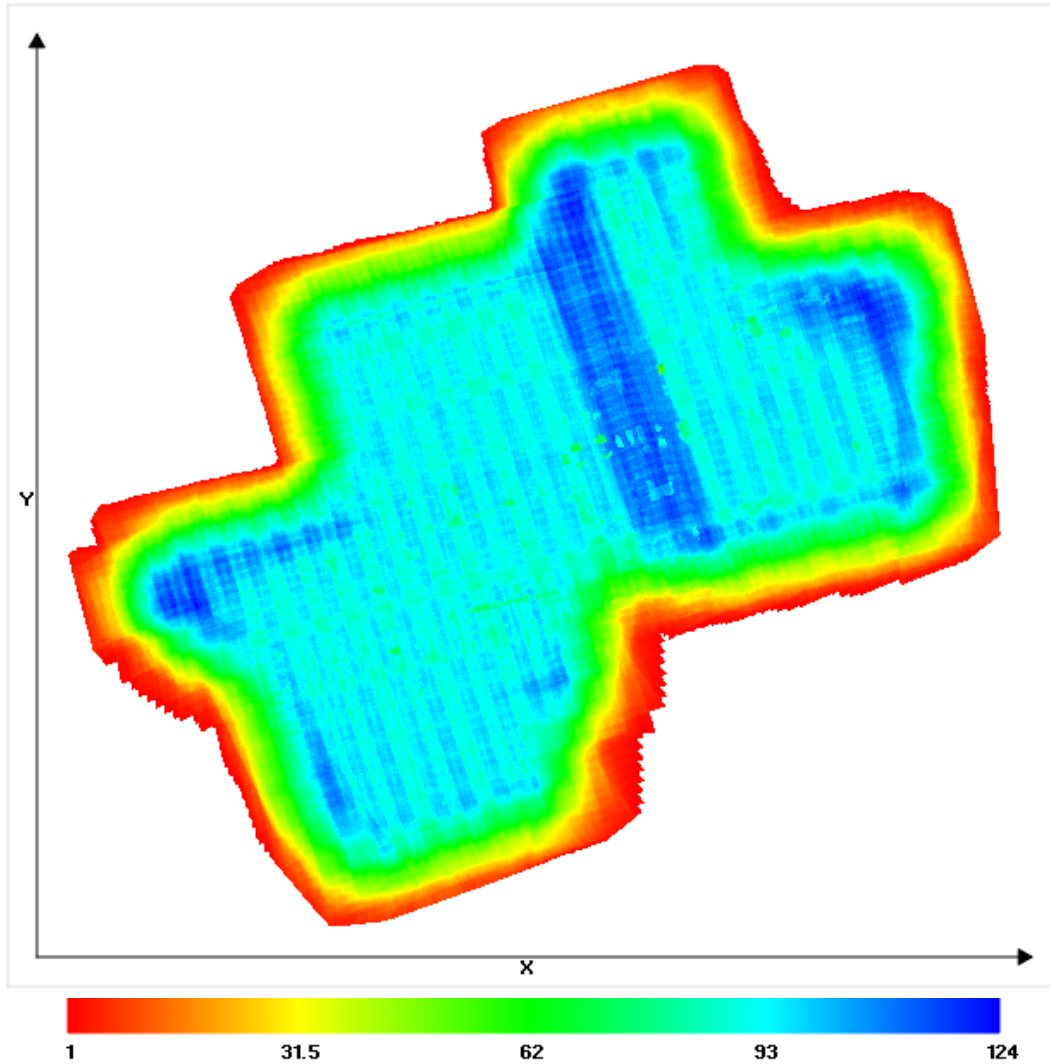
### Distance to Input Positions



**Position Distance to Metadata:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane), with arrows indicating the offset between the metadata positions and the computed photo positions; all arrows start from the metadata positions and point toward the computed positions. Gray points • indicate uncalibrated photos that have metadata. Pink points • indicate calibrated photos that have no metadata.

The values are in meters, with a minimum distance of **0.0133 meters** and a maximum of **0.374 meters**. The median position distance equals **0.1211 meters**.

## Scene Coverage



**Number of photos seeing the scene:** Top view (XY plane) display of the scene, with colors indicating the **number of photos** that potentially see each area.

## Photo Matching

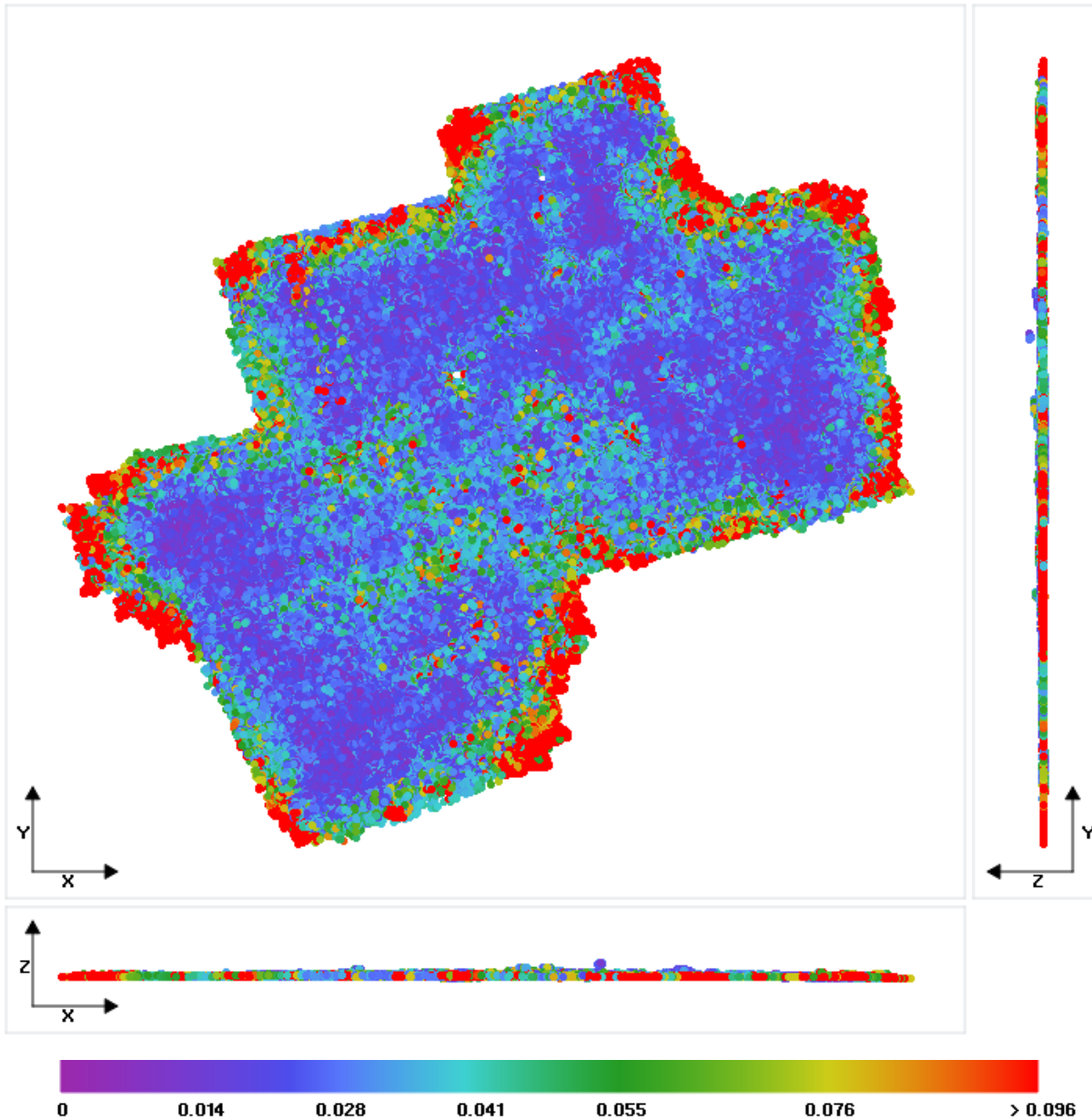
### Quality Measures on Tie Points

Generated Tie Points					
Number of Points	Median Number of Photos per Point	Median Number of Points per Photo	Median Reprojection Error [pixels]	RMS of Reprojection Error [pixels]	RMS of Distances to Rays [meters]
293757	13	844	0.41	0.58	0.2534



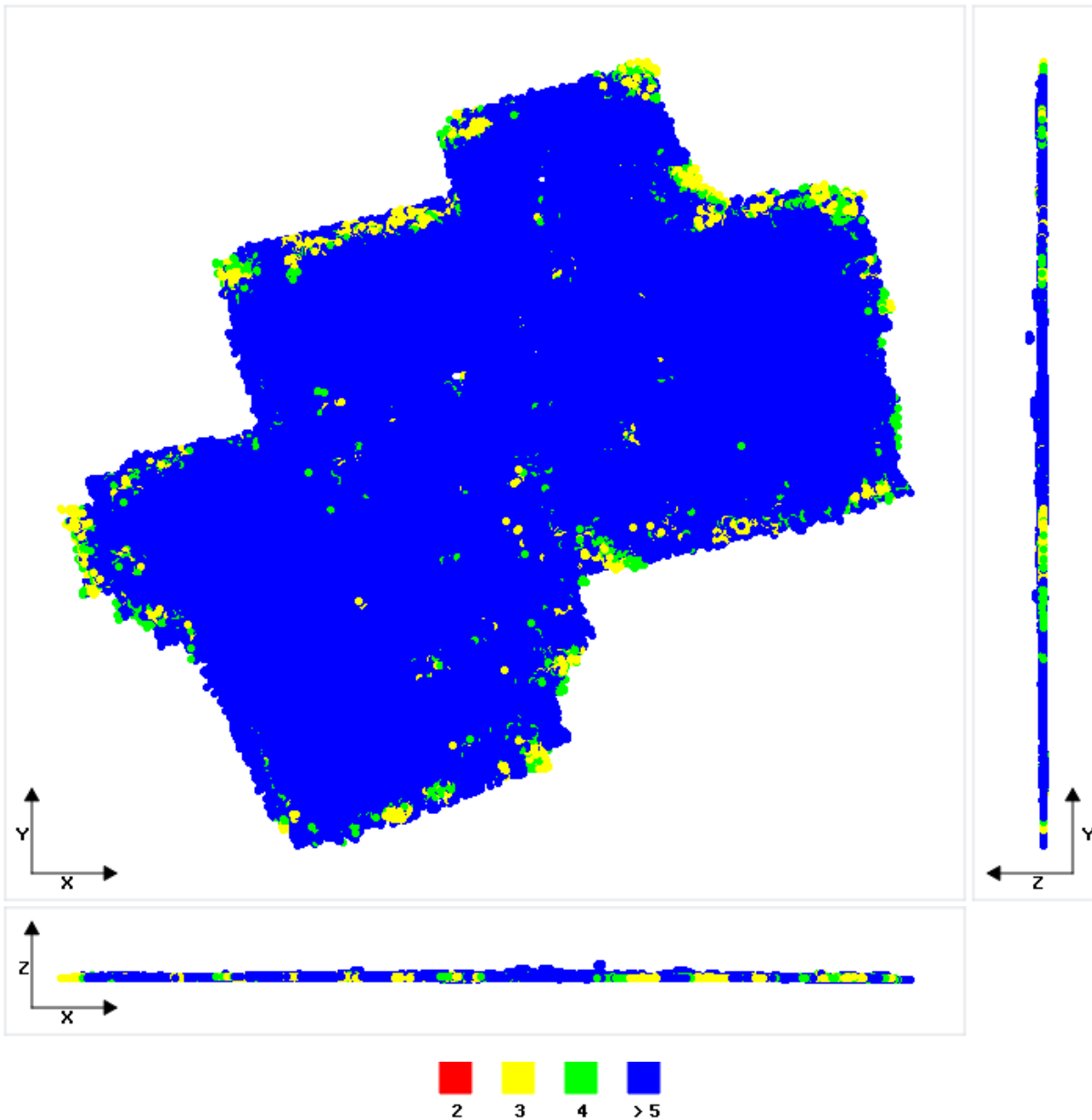
For more information on individual photos, please refer to the [Photos Report](#).

### Tie Point Position Uncertainties



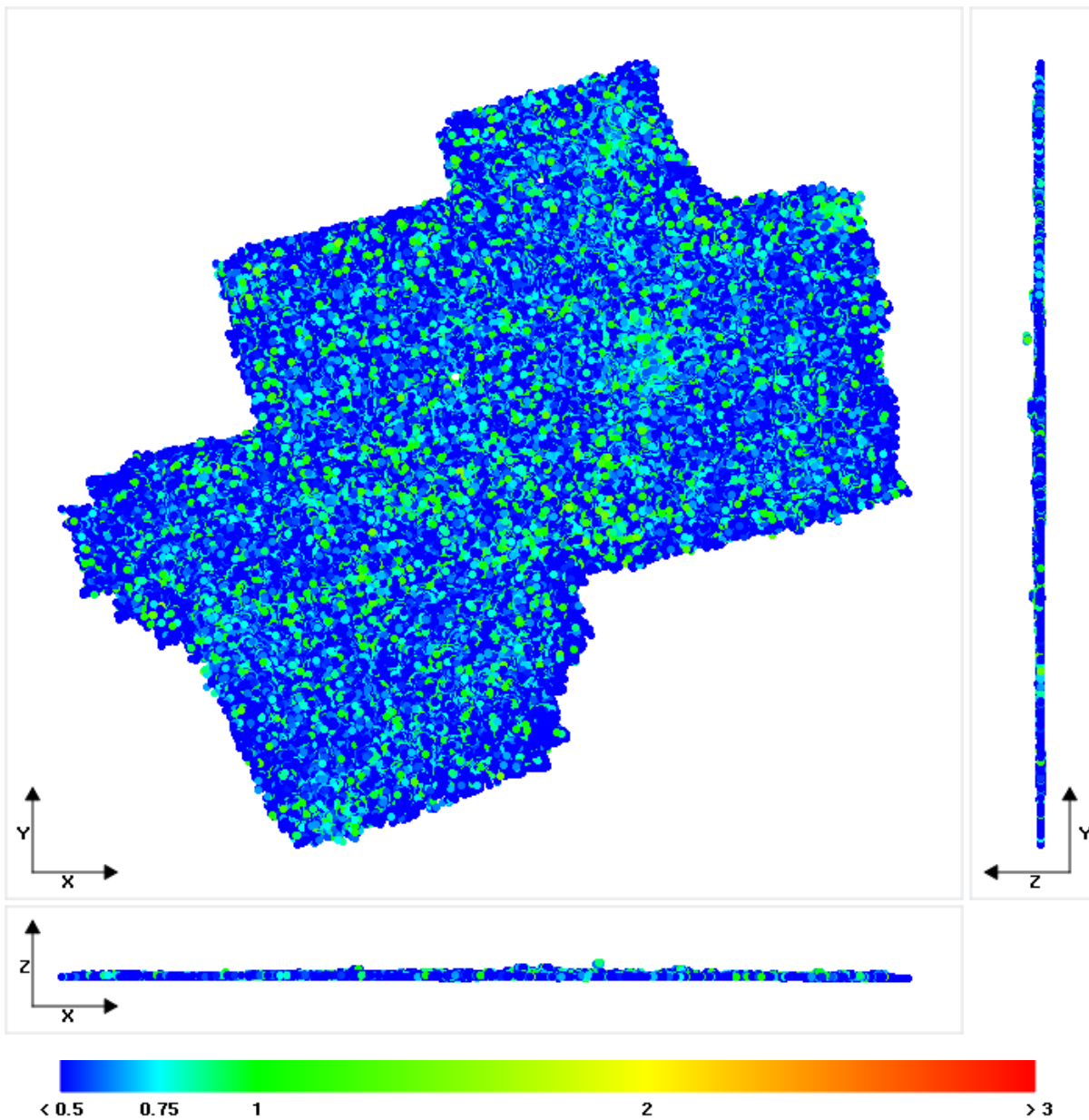
**Position Uncertainties:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing uncertainty in the individual point position. The values are in meters, with a minimum uncertainty of 0.006 meters and a maximum of 0.9518 meters. The median position uncertainty equals 0.0276 meters.

### Number of Photos Observing the Tie Points



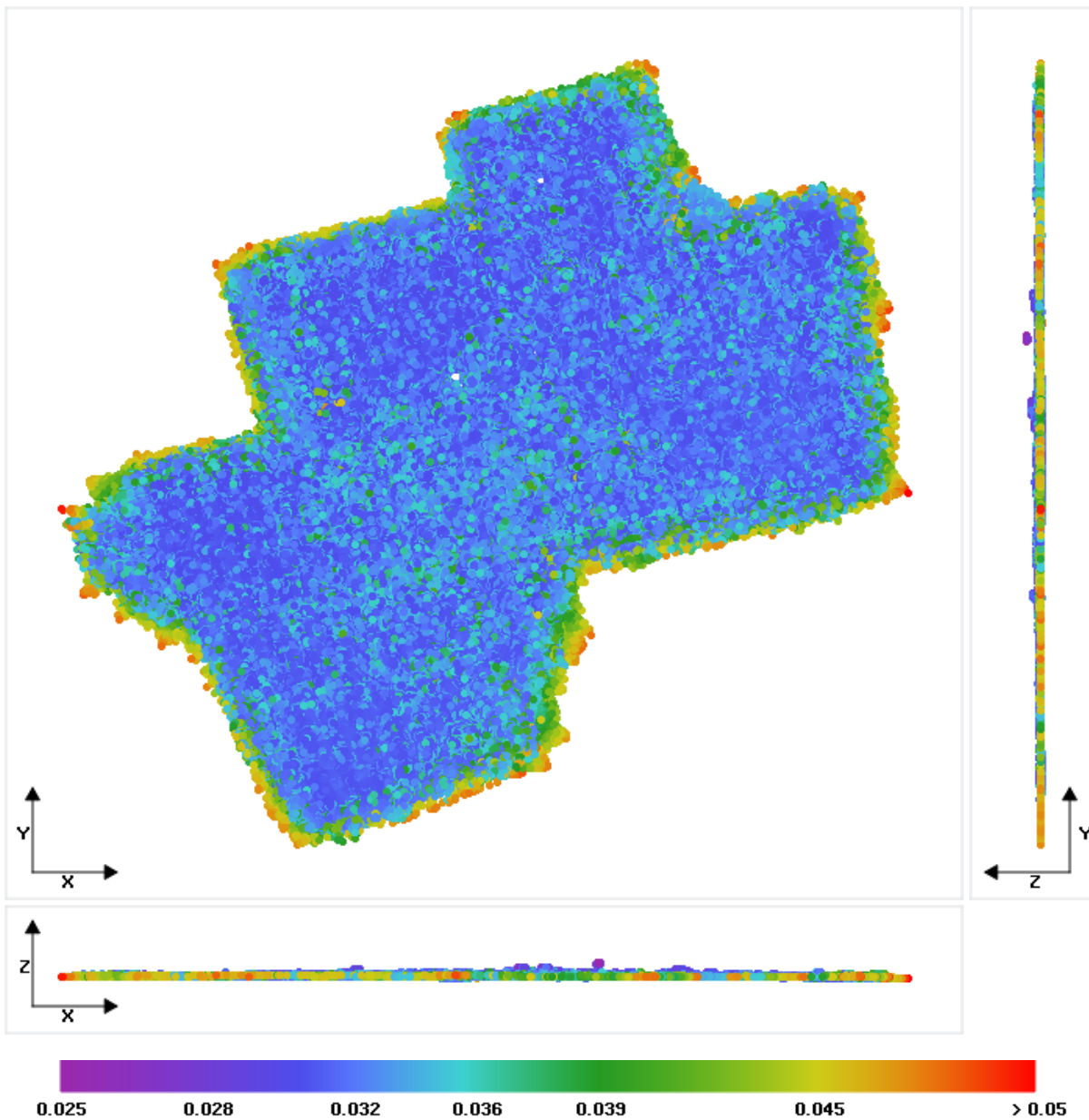
**Number of Observations per Tie Point:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing the number of photos that have been used to define each point. The minimum number of photos per tie point is 3 and the maximum is 115. The average number of photos observing a tie point is 16.

### Reprojection Error



**Reprojection Errors per Tie Point:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing the reprojection error in pixels. The minimum reprojection error is **0.01 pixels** and the maximum is **1.74 pixels**. The average reprojection error is **0.53 pixels**.

### Tie Point Resolution



**Resolution:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing resolution in the individual point position. The values are in meters/pixel, with a minimum resolution of 0.0246 meters/pixel and a maximum of 0.0503 meters/pixel. The median resolution equals 0.0323 meters/pixel.

## Surveys

Number of control points: 15. No control point is used as check point.

Number of user tie points: 0

Number of positioning constraints: 0

## Control Points

### Control Points Errors

Name	Category	Accuracy [meters]	Number of Calibrated Photos	RMS of Reprojection Error [pixels]	RMS of Distances to Rays [meters]	3D Error [meters]	Horizontal Error [meters]	Vertical Error [meters]	
pp-	3D	Horizontal: 0.01;	87 (87)	0.62	0.3085	0.0058	X: 0.005;	-0.0004	✓

1804		Vertical: 0.010	marked photos)				Y: -0.0029		
1026	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	91 (91 marked photos)	0.95	0.2608	0.0077	X: -0.0046; Y: 0.0059	0.002	✓
1027	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	97 (97 marked photos)	0.84	0.2388	0.008	X: 0.0061; Y: -0.0042	-0.0029	✓
1028	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	39 (39 marked photos)	0.52	0.1991	0.006	X: 0.0045; Y: -0.0031	-0.0025	✓
1029	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	56 (56 marked photos)	0.42	0.2389	0.0059	X: 0.0015; Y: -0.0033	-0.0047	✓
1030	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	81 (81 marked photos)	0.84	0.2714	0.0138	X: -0.0053; Y: -0.0112	0.0061	✓
1031	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	0 (0 marked photos)						
1032	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	48 (48 marked photos)	0.77	0.2413	0.0025	X: -0.0002; Y: 0.0021	-0.0012	✓
1033	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	0 (0 marked photos)						
1034	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	68 (68 marked photos)	0.51	0.2711	0.0076	X: -0.0036; Y: 0.0053	-0.0041	✓
1035	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	39 (39 marked photos)	0.62	0.352	0.0074	X: -0.0054; Y: 0.0022	-0.0047	✓
1036	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	0 (0 marked photos)						
1037	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	97 (97 marked photos)	0.73	0.2323	0.0033	X: -0.002; Y: 0.0026	-0.0006	✓
1038	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	40 (40 marked photos)	0.57	0.2881	0.0073	X: 0.0062; Y: 0.0018	0.0033	✓
1039	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	44 (44 marked photos)	0.72	0.2936	0.0111	X: -0.0022; Y: 0.0048	0.0097	✓
Global RMS				0.69	0.2692	0.0078	X: 0.0043; Y: 0.0048	0.0043	
Median				0.72	0.2711	0.0074	X: -0.0002; Y: 0.0021	-0.0006	

No data are available

Horizontal and vertical errors are given according to each control point respective spatial reference system

### **Хавсралт 3. Газраас авсан зургийн тэгшитгэн бодолтын жишээ тайлан /А19 байр/**

**Contents**

- [Project Summary](#)
- [Camera Calibration](#)
- [Photo Positions](#)
- [Photo Matching](#)
- [Surveys](#)
- [Control Points](#)

For more information, please see our online manual: <https://www.acute3d.com/QualityReportManual/en/v2.0/index.html> 

## Project Summary

Project:	3D scene
Number of photos:	75
Ground coverage:	989.8352 square meters
Average ground resolution:	1.78886 mm/pixel
Scale:	1 : 5
Camera model(s):	SONY ILCE-7R
Processing date:	9/20/2022 9:04 PM
Processing time:	28s

## Quality Overview

Dataset:	75 of 75 photos calibrated (100%)
Keypoints:	Median of 5259 keypoints per image
Tie points:	16165 points, with a median of 847 points per photo.
Reprojection error (RMS):	0.75 pixels
Positioning / scaling:	Georeferenced using control points

## Camera Calibration

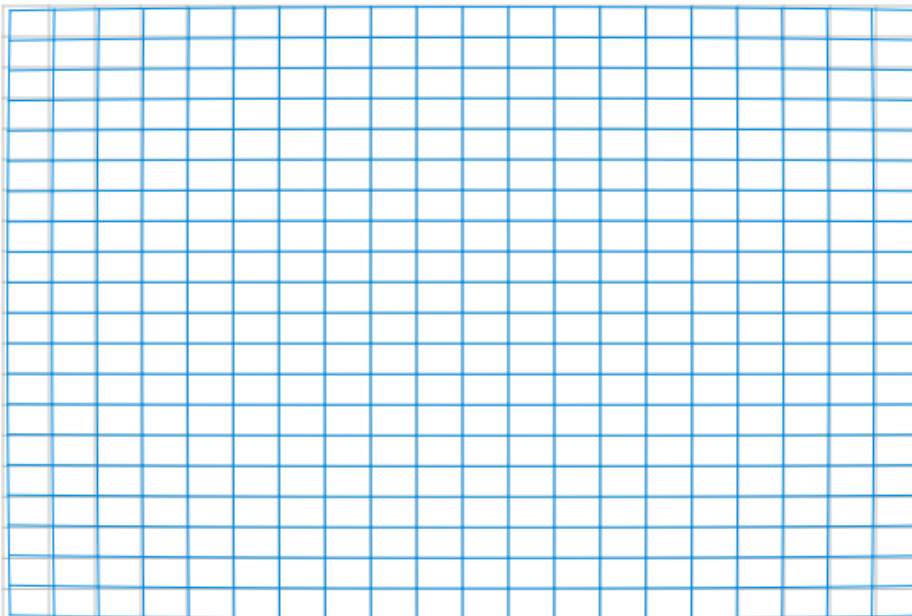
### SONY ILCE-7R ---- 36.0458mm 7360x4912

Name:	SONY ILCE-7R
Model type:	Perspective
Image dimensions:	7360x4912 pixels
Sensor size:	35.9 mm
Number of photos:	75

## Calibration Results

	Focal Length [mm]	Focal Length Equivalent 35 mm [mm]	Principal Point X [pixels]	Principal Point Y [pixels]	K1	K2	K3	P1	P2
Previous Values	36.006	36.1063	3642.61	2393.12	-0.0291609	-0.0635045	0.00890873	0.00112512	0.000849008
Optimized Values	36.0458	36.1462	3644.99	2393.78	-0.0282822	-0.0741176	0.0237566	0.0011539	0.000676656
Difference Previous / Optimized	0.0398	0.0399	2.38	0.66	0.0008787	-0.0106131	0.0148479	2.878e-05	-0.000172352

## Distortion Grid



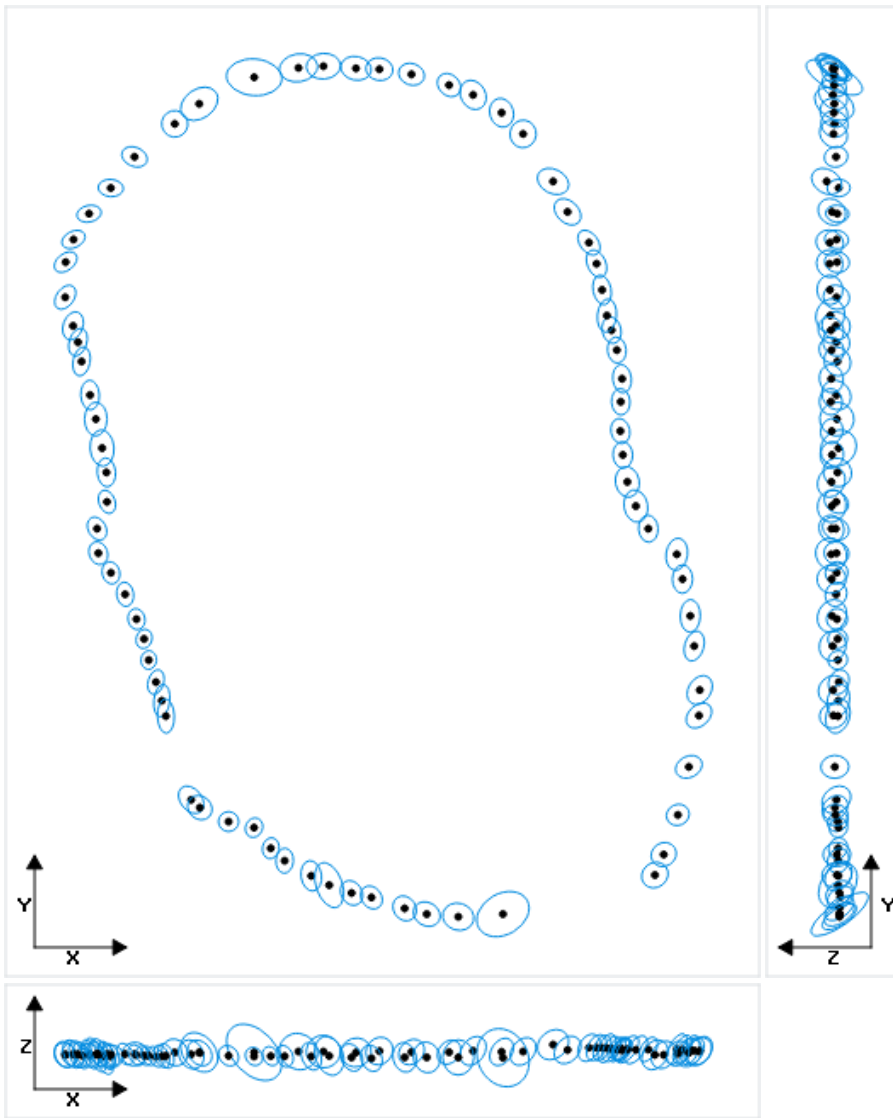
Camera Lens Distortion: *Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.*

## Photo Positions

### Photo Position Uncertainties

---





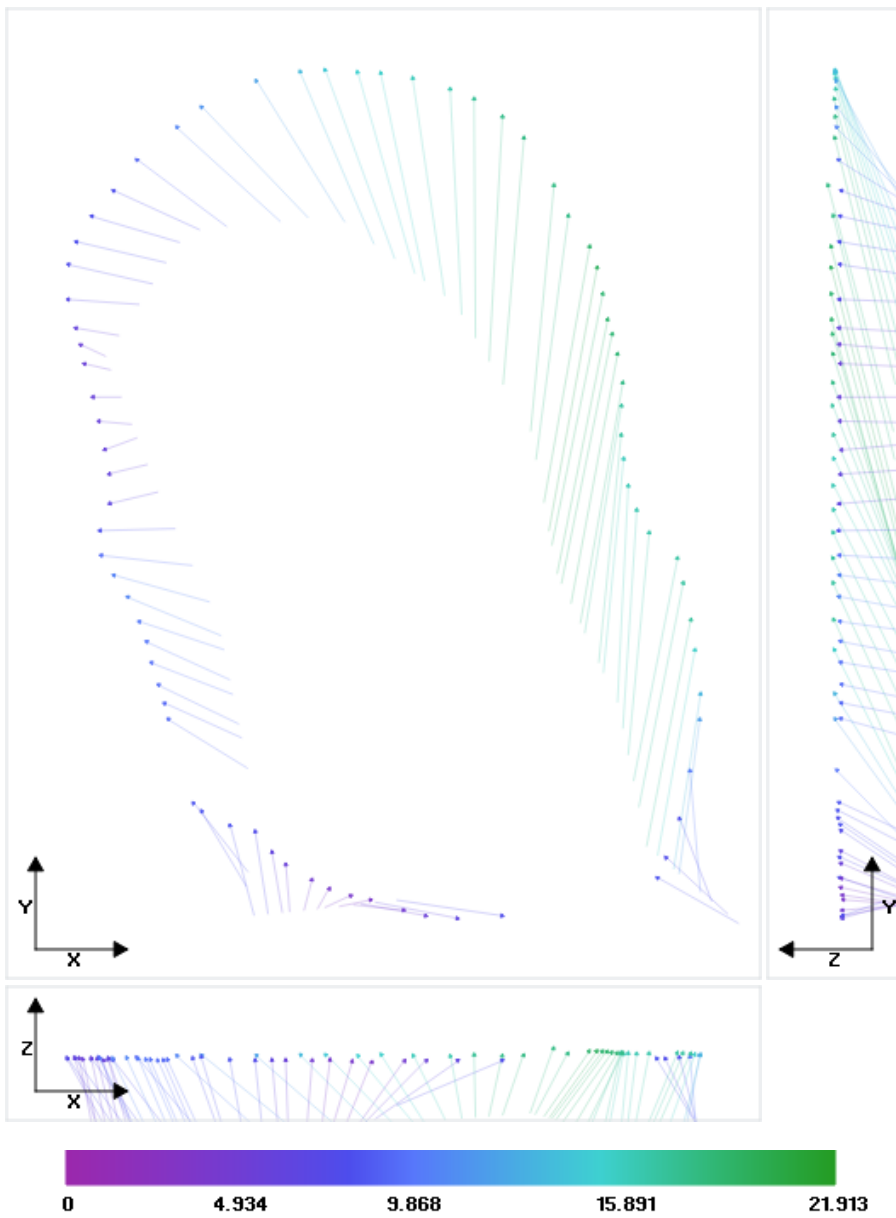
**Position Uncertainties:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) of computed photo positions (black dots). Blue ellipses indicate the position uncertainty, scaled for readability. The minimum and maximum values, as well as the average value, can be found in the table below.

Position Uncertainties			
	X [meters]	Y [meters]	Z [meters]
Minimum	0.00023	0.0003	0.00034
Mean	0.00056	0.00069	0.00072
Maximum	0.00188	0.00146	0.00197

For more information on individual photos, please refer to the [Photos Report](#).

### Distance to Input Positions

---

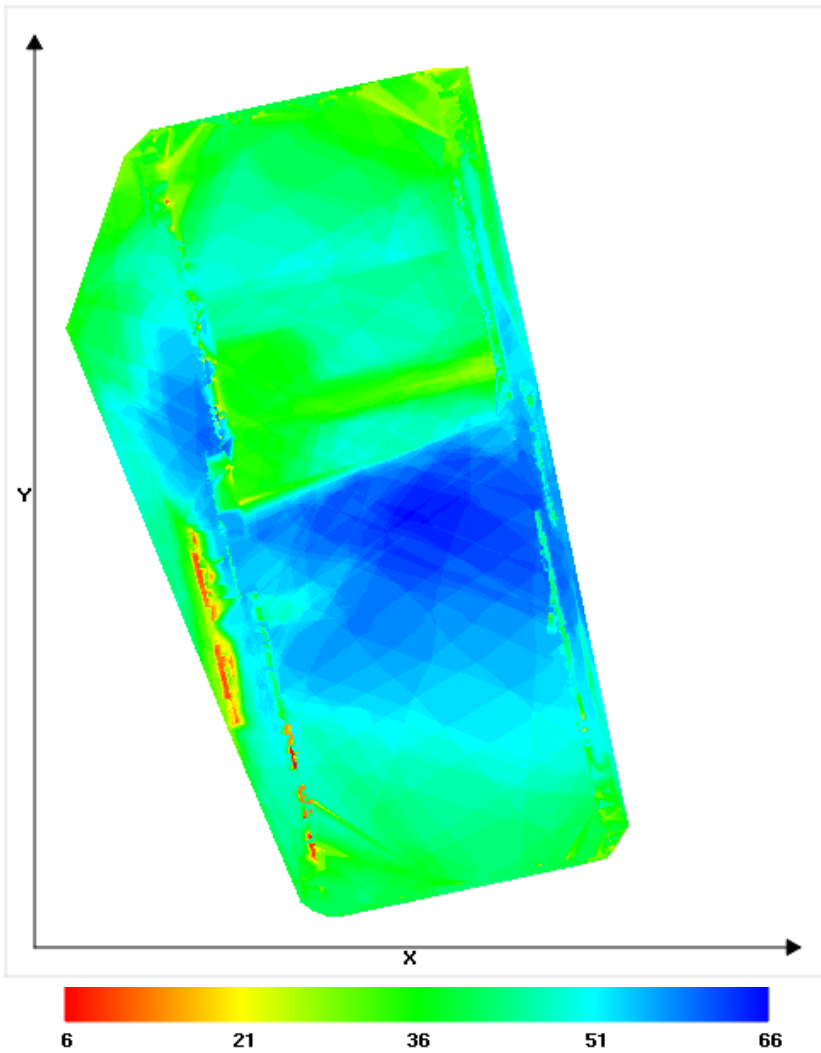


**Position Distance to Metadata:** Top view ( $XY$  plane), side view ( $ZY$  plane) and front view ( $XZ$  plane), with arrows indicating the offset between the metadata positions and the computed photo positions; all arrows start from the metadata positions and point toward the computed positions. Gray points • indicate uncalibrated photos that have metadata. Pink points • indicate calibrated photos that have no metadata.

The values are in meters, with a minimum distance of **3.83909 meters** and a maximum of **19.29489 meters**. The median position distance equals **9.86784 meters**.

## Scene Coverage

---



Number of photos seeing the scene: Top view (XY plane) display of the scene, with colors indicating the **number of photos** that potentially see each area.

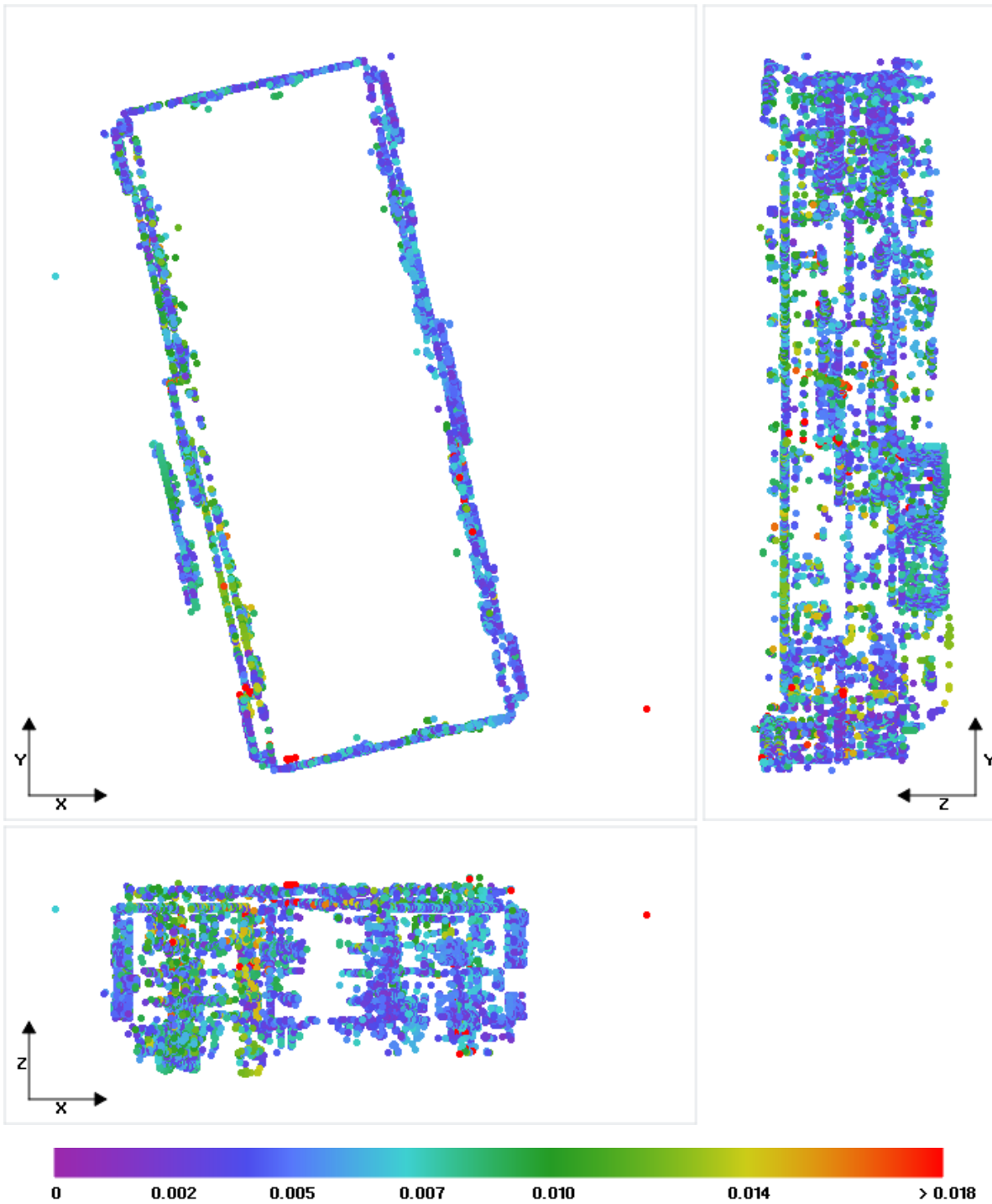
## Photo Matching

### Quality Measures on Tie Points

Generated Tie Points						
	Number of Points	Median Number of Photos per Point	Median Number of Points per Photo	Median Reprojection Error [pixels]	RMS of Reprojection Error [pixels]	RMS of Distances to Rays [meters]
Previous Values	16912	4	922	0.51	0.72	0.00347
Processed Values	16165	4	847	0.54	0.75	0.004

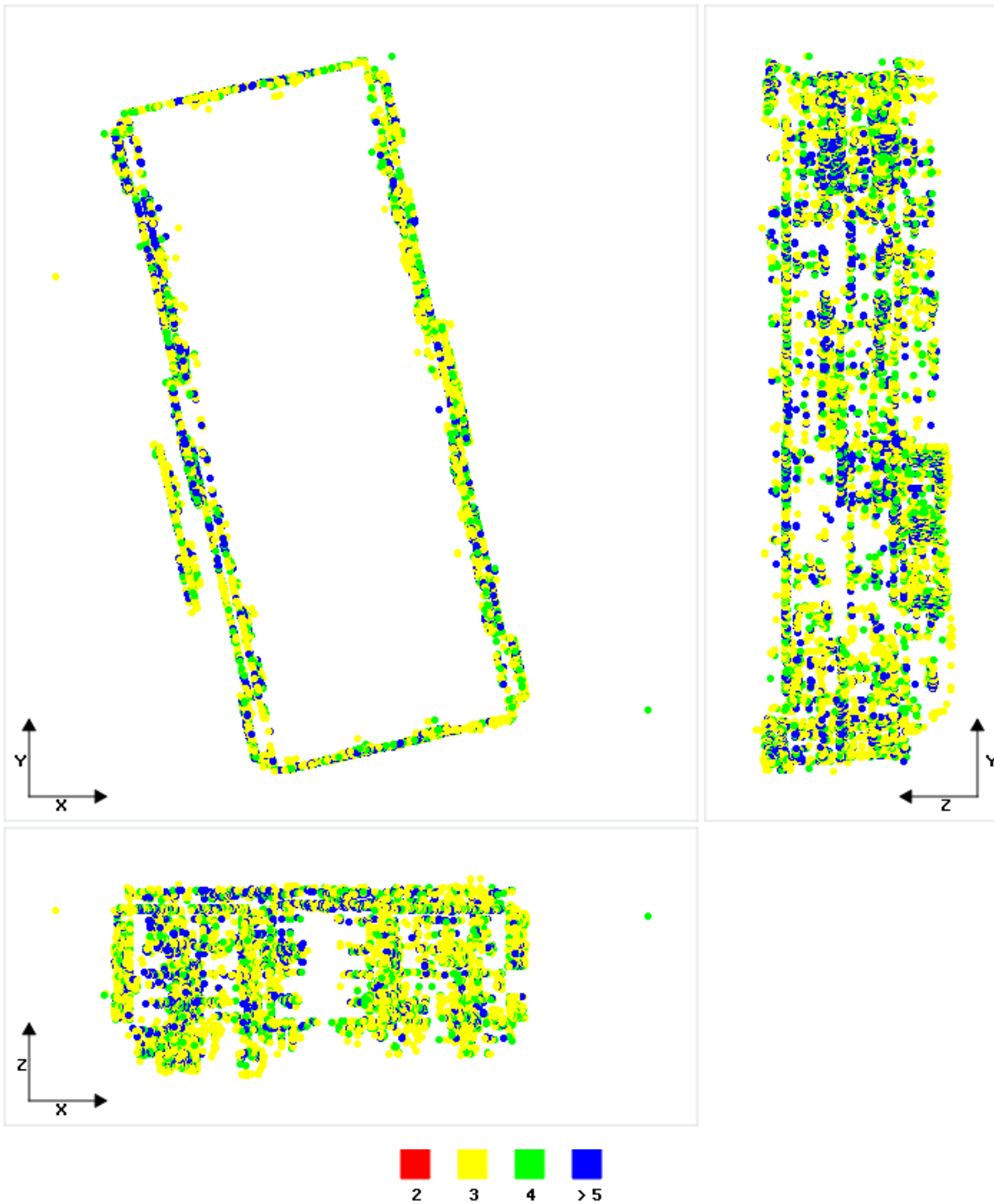
For more information on individual photos, please refer to the [Photos Report](#).

### Tie Point Position Uncertainties



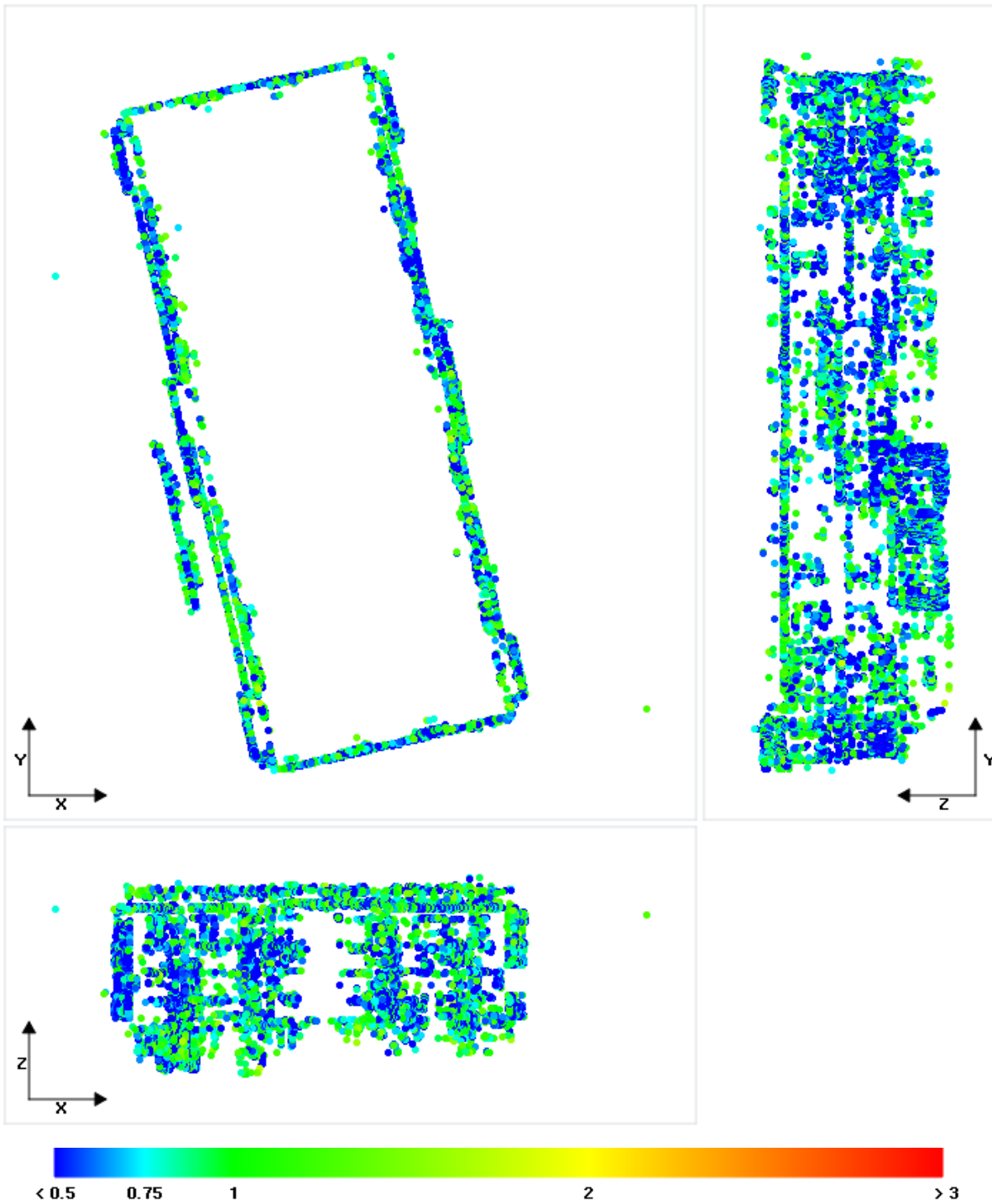
**Position Uncertainties:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing uncertainty in the individual point position. The values are in meters, with a minimum uncertainty of 0.00079 meters and a maximum of 0.04625 meters. The median position uncertainty equals 0.00472 meters.

### Number of Photos Observing the Tie Points



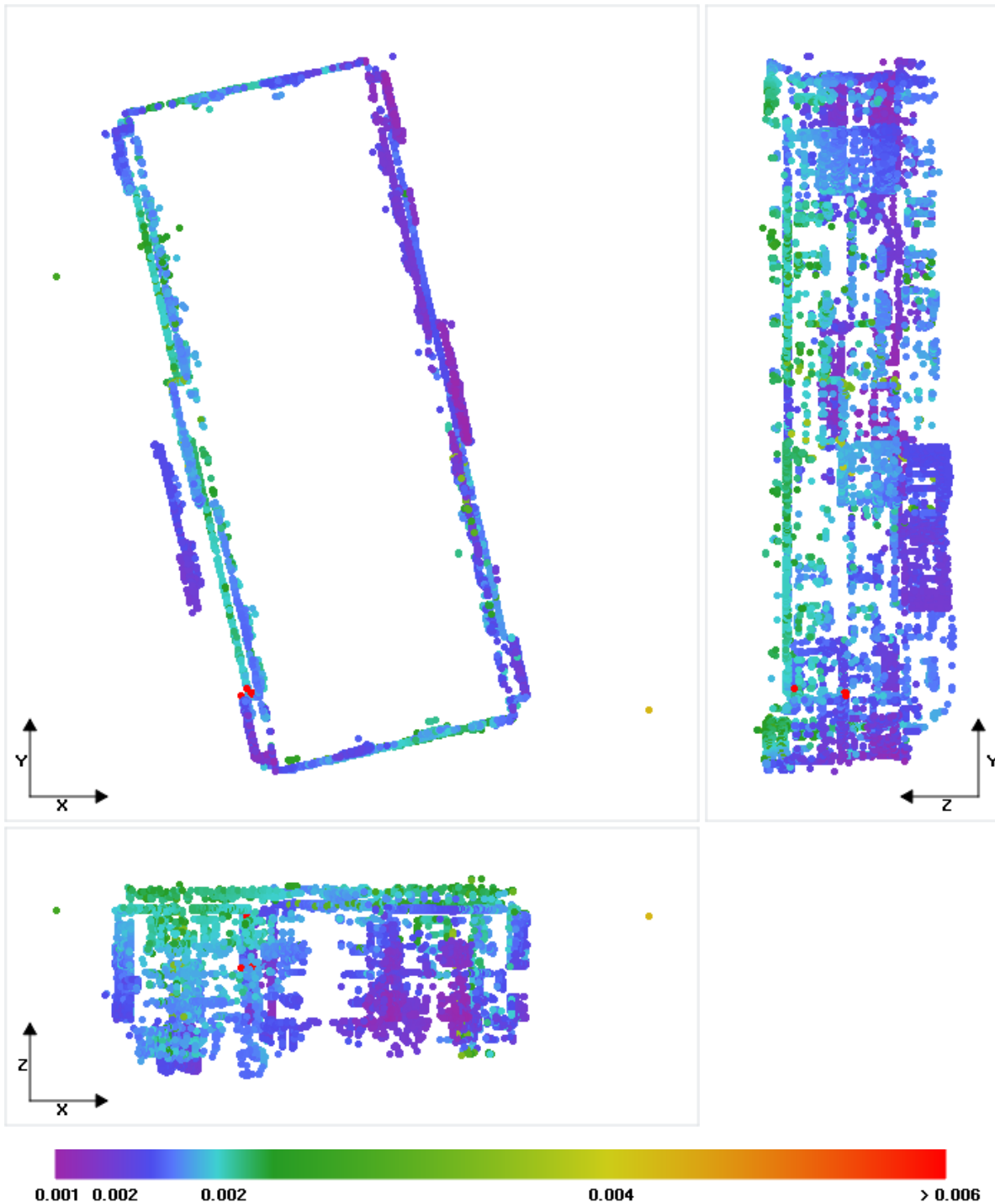
**Number of Observations per Tie Point:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing the number of photos that have been used to define each point. The minimum number of photos per tie point is 3 and the maximum is 15. The average number of photos observing a tie point is 4.

### Reprojection Error



**Reprojection Errors per Tie Point:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing the reprojection error in pixels. The minimum reprojection error is **0.03 pixels** and the maximum is **1.83 pixels**. The average reprojection error is **0.68 pixels**.

#### Tie Point Resolution



**Resolution:** Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing resolution in the individual point position. The values are in meters/pixel, with a minimum resolution of 0.00126 meters/pixel and a maximum of 0.00565 meters/pixel. The median resolution equals 0.00184 meters/pixel.

## Surveys

Number of control points: 5. No control point is used as check point.

Number of user tie points: 0

Number of positioning constraints: 0

## Control Points

Control Points Errors

Name	Category	Accuracy [meters]	Number of Calibrated Photos	RMS of Reprojection Error [pixels]	RMS of Distances to Rays [meters]	3D Error [meters]	Horizontal Error [meters]	Vertical Error [meters]	
1	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	5 (5 marked photos)	8.65	0.01628	0.02313	X: -0.01224; Y: 0.01166	0.01579	⚠
2	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	12 (12 marked photos)	7.15	0.01628	0.01742	X: 0.00618; Y: -0.00589	-0.01518	⚠
3	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	12 (12 marked photos)	7.65	0.0152	0.01414	X: 0.00123; Y: 0.01173	0.00779	⚠
4	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	7 (7 marked photos)	1.99	0.00775	0.00407	X: -0.00004; Y: -0.00407	-0.00001	⚠
5	3D	Horizontal: 0.01; Vertical: 0.010	15 (15 marked photos)	5.35	0.01649	0.0122	X: -0.00109; Y: -0.01187	-0.00258	⚠
Global RMS				6.59	0.01479	0.01551	X: 0.00618; Y: 0.00965	0.01046	
Median				7.15	0.01628	0.01414	X: -0.00004; Y: -0.00407	-0.00001	

No data are available

Horizontal and vertical errors are given according to each control point respective spatial reference system