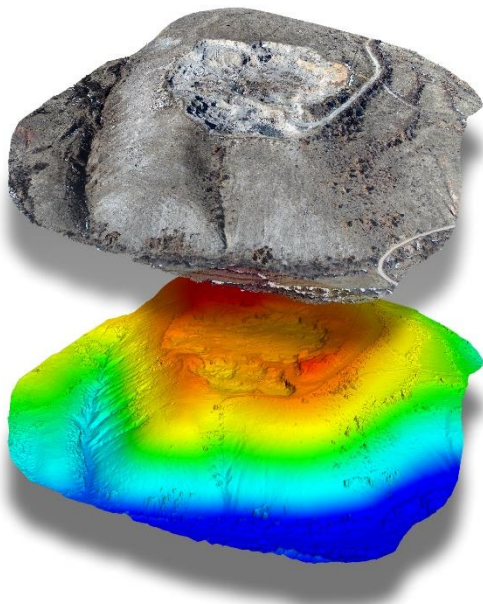


# 3D моделиране на обекти, заснети чрез дрон

## 1. Въведение

През последните 5 години се забелязва засилен интерес към дроновете, в качеството им на „летащи камери“, способни да бъдат използвани за заснемане на обекти от въздуха. Докато голяма част от хората използват тези машини просто за запис видео и снимки, маркшайдери, геодезисти и други, намират в тях сериозен инструмент за решаване на инженерни задачи.

Появата на дронове във въздушното пространство не е от вчера, но докато преди това ограничението беше високата цена, липсата на достъпен софтуер и камери със скромни възможности, днес нещата са различни. Има достатъчно качествени летателни апарати, софтуерът става все по-добър, а съвременните дигитални камери постигат качество, което не сме предполагали, че е възможно. Всички това показва, че не можем да останем равнодушни към такъв мощен инструмент и в този смисъл сме длъжни да положим усилия, с които максимално да усвоим тази технология.



**Автоматизирано заснемане от въздуха чрез дрон**

**Създаване на 3D модел на терена**

**Определяне на изкопи и насипи**

**Създаване на профили от 3D модел**

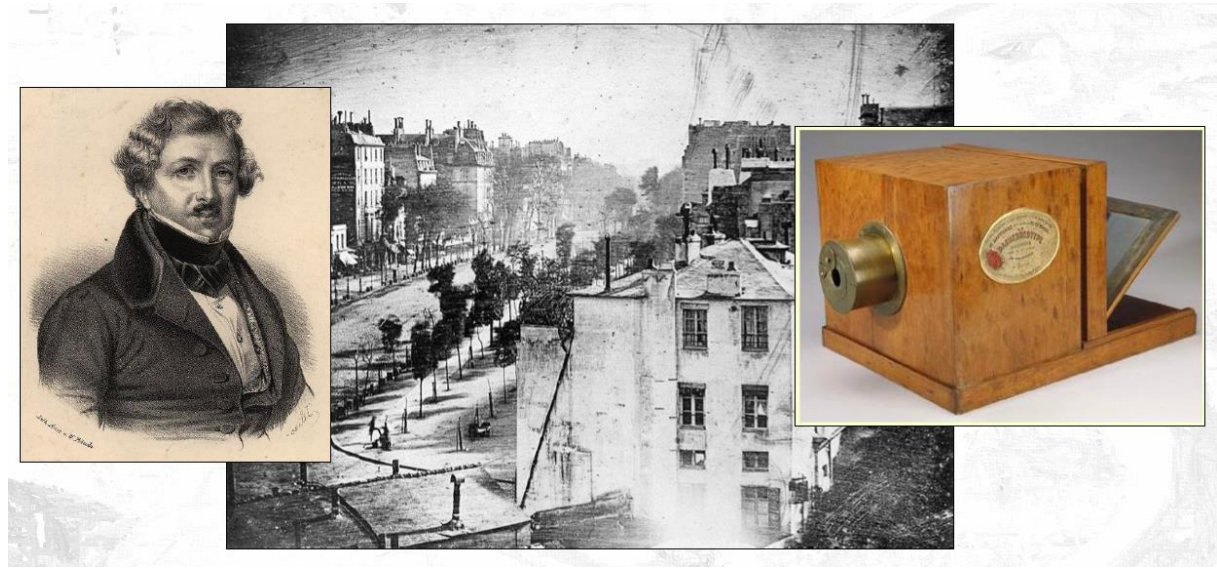
**Векторизиране на съоръжения от растрено изображение**



## 2. Исторически сведения

Идеята за заснемане на обекти от въздуха се появява малко след изобретяването на първите фотоапарати. През 1825 г., Joseph Nierse прави първата снимка, като използва плоча със светлочувствително покритие от сребърен хлорид. Всъщност Louis Daguerre дава сериозния тласък на тази

технология, като вместо хлорид, използва сребърен йодид. Методът е взел неговото име и е известен като *дагеротипия*.



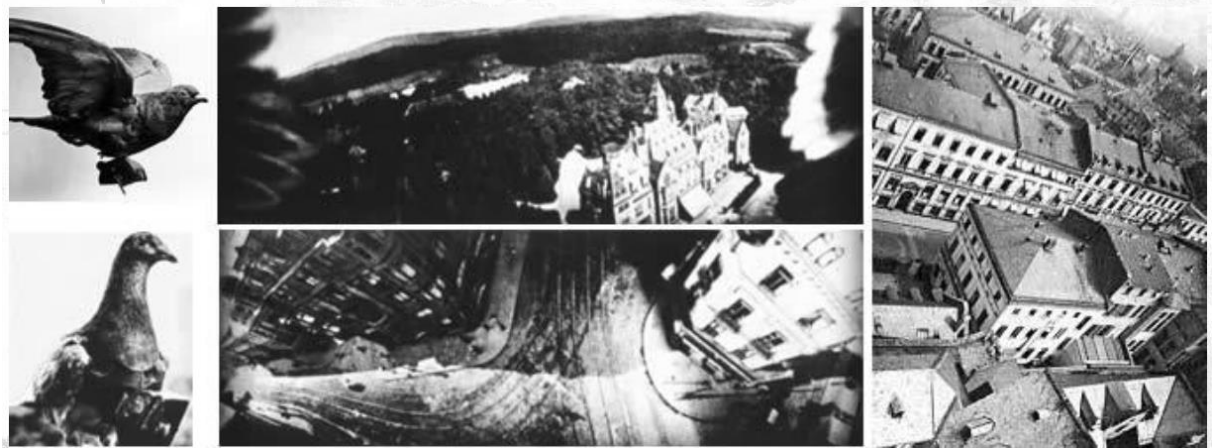
Качеството на снимките се подобрява значително, като забележителното тук е , че Louis Daguerre не патентова своето изобретение. Това позволява свободен достъп на голям брой хора до тази технология, което помага за нейното развитие. Противно на съвременното схващане, че печалбата е всичко, тук виждаме чудесен пример за това, как нещо може да бъде полезно за цялото човечество и то не се ограничава с патенти, предназначени да облагодетелстват малък кръг хора или отделни личности.

През 1852 г., Aime Laussedat за първи път използва наземна фотокамера, за да създаде топографски планове на местността, което е голяма стъпка напред. Няколко години по-късно, през 1855 г., Felix Tournachon-Nadar прави заснемане на малко село от балон, издигнат на 80 m над терена, поставяйки началото на въздушното заснемане.



За съжаление, той не продължава да развива тази тема, а се отдава на атракционни полети с балон, пропускайки много други възможности.

В началото на 20-ти век, заедно с хвърчила, започват да се използват и гълъби за заснемане от въздуха. Както често се случва, една технология поражда развитието на друга. За да може гълъб да носи фотоапарат, той трябва да е достатъчно лек и малък и да може да снима автоматично през определен период от време. Инженерите успяват да направят фотоапарат с необходимите параметри и гълъбите успешно участват в различни мисии, основно с военна цел.



Първата световна война налага използването на по-надеждни методи на заснемане, като по това време фотоапаратите вече са били достатъчно добри. Снимките, направени от самолети, се използват за заснемане на обширни райони, като технологията се издига до съвсем различно ниво.

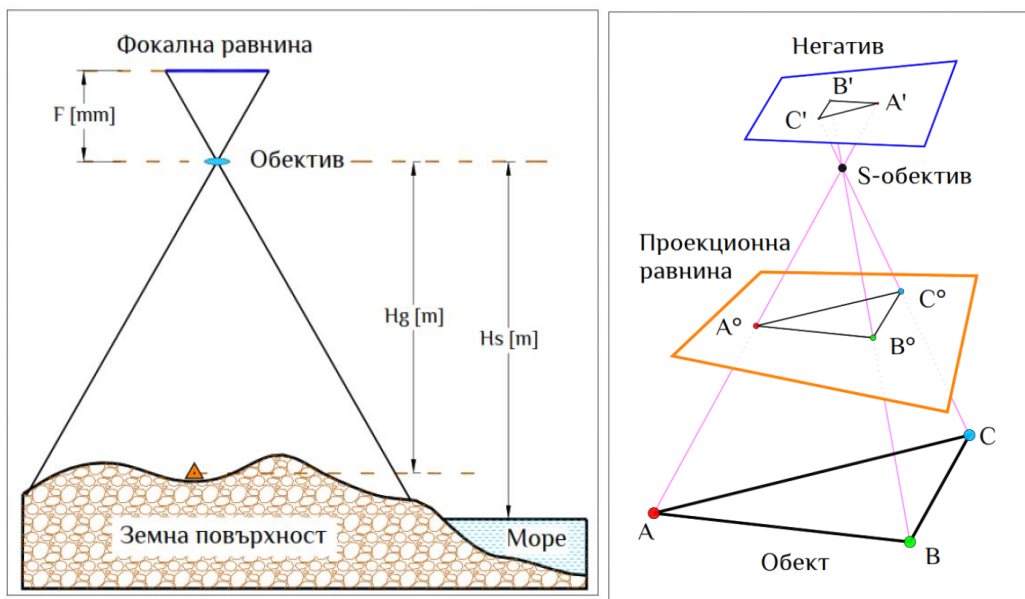


Днес, почти 200 години след първата снимка с фотоапарат, все още има хора, които считат, че всичко започва от нас и че ние сме най-умните и способните, щом използваме дронове. Това далеч не е така, защото хората, основоположници на тази технология, не са имали възможностите, които имаме днес. Въпреки това, с много усилия и обмислени, интелигентни решения, са успели да поставят основите на нещо, което ние в повечето случаи използваме наготово.

### 3. Основни понятия

Думата фотограмметрия е съставена от три части, чието отделно значение ни дава представа за същността на тази наука. *Photos*-светлина, *Gramma*-запис, *Metreo*-измерване може да се преведе като измерване от нещо, която е записано чрез светлина. Определянето на формата, размерите и пространственото разположение на обектите в дадена координатна система по техните фотографски изображения, се нарича *фотограмметрия*.

Тъй като актуалната тема е фотограмметрия с дроне, основно тук ще говорим за заснемане от въздуха, затова схемите ще бъдат съобразени с това.



Ако разгледаме единична снимка от дрон с камера, можем да разграничим следните основни параметри:

**F** – фокусно разстояние на камерата

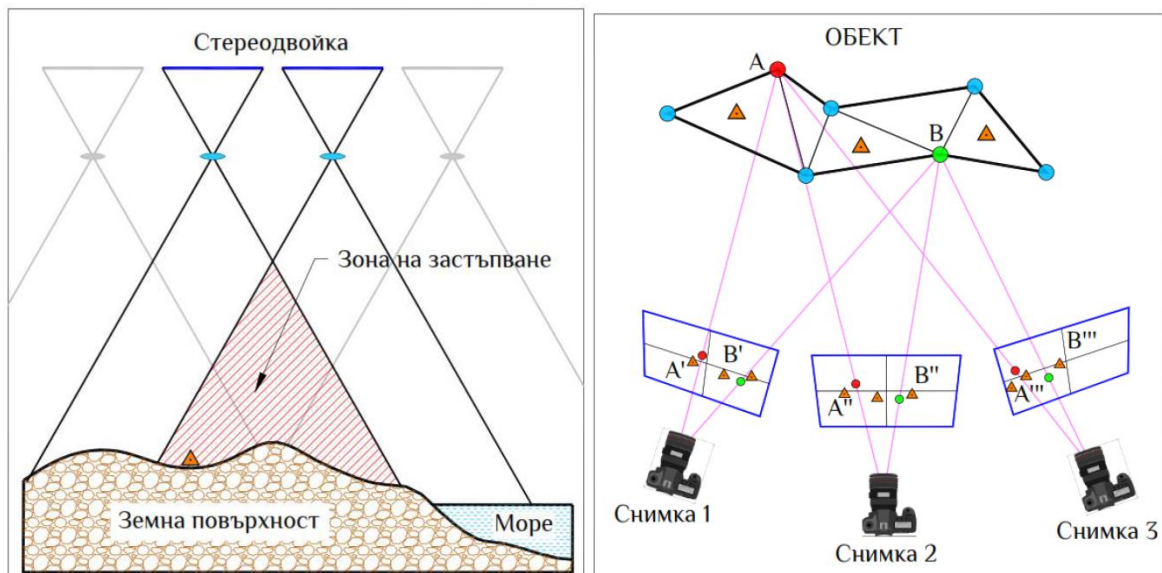
**H<sub>g</sub>** – височина на полета над точката на излитане от земната повърхност

**H<sub>s</sub>** – височина на полета над морското равнище (*кота на полета*)

При обработка на единична снимка (*еднообразна фотограмметрия*), можем да видим изображението на обекта върху негатива, което е натоварено с деформации, подчиняващи се на централната проекция. Ако успеем да възстановим пространствената ориентация на определена проекционна равнина такава, каквато е била по времето на заснемането, ще имаме точно, умалено копие на обекта, който сме заснели. В този случай не е възможно определяне на точките във височинно отношение, но по този начин могат да бъдат правени ситуационни планове.

В миналото са използвани механични машини за ориентация на проекционната равнина, известни като фототрансформатори, но не ми е известно днес някой да се занимава с еднообразна фотограметрия.

Ако направим множество снимки на обекта, които се застъпват в определена степен, могат да бъдат формирани така наречените *стерео двойки*. В този случай, едни и същи точки от обекта, ще бъдат проектирани върху множество снимки, което ни позволява да определим и тяхното разположение във височина.



При обработката се търсят идентични точки от всяка снимка, като по този начин съвместната обработка на снимките образува едно цяло.

**A** – (A', A'', A''', ... A<sup>i</sup>)

**B** – (B', B'', B''', ... B<sup>j</sup>)

**i** – (i', i'', i''', ... i<sup>j</sup>)

Ако по време на заснемането, на територията сме разположили точки и сме определили техните координати, след обработката ние ще разполагаме с модел, определен в съответната координатна система. Тези точки се наричат контролни и се означават с GCP (*Ground Control Points*).

#### 4. Съвременни източници на изображения

Въпреки, че в статията се разглеждат основно безпилотните летателни системи, като източници на изображения могат да бъдат използвани много други средства. Всяка техника, която може да носи снимачна апаратура с прилежащите и системи за стабилизация и позициониране, има място в съвременните технологии. В определени случаи, заснемането от терена, също може да бъде от помощ при решаването на задачите. Земната фотограметрия се използва от

археолози, архитекти и геолози, но все пак, приоритетно дроновете са основната движеща сила в днешно време.



Космическите снимки са подходящи за заснемане на много големи територии от земната повърхност, като тук резолюцията на снимките не е висока, от порядъка на 0.40-1.00 m.

Заснемането от самолети до скоро беше основния метод, чрез който се събираше пространствена информация за големи обекти. Много от картите, които използваме и днес в градоустройството и земеделието, са правени чрез фотограметрични методи, използващи заснемане от самолети. Нещо повече, архивните снимки ни позволяват да ги обработим чрез съвременни методи и да получим 3D модел на дадена територия, каквато е била през 1968 година, например.

Резолюцията на снимките от съвременните дигитални камери, които използваме при самолетно заснемане, може да бъде висока, от порядъка на 0.10-0.25 m. Логистиката при едно такова заснемане, обаче, не е лесна работа, която изисква специфични познания и не малко финансови средства.

Дроновете, като източник на въздушни снимки, се налагат все повече поради няколко факта:

- Сравнително лесни за използване
- Достъпни като цена
- Способност на носят качествени камери
- Облекчен режим на регулация
- Подходящи за малки територии

Има различни класове дроневи, но масово се използва среден клас машини, за които горните твърдения остават валидни.

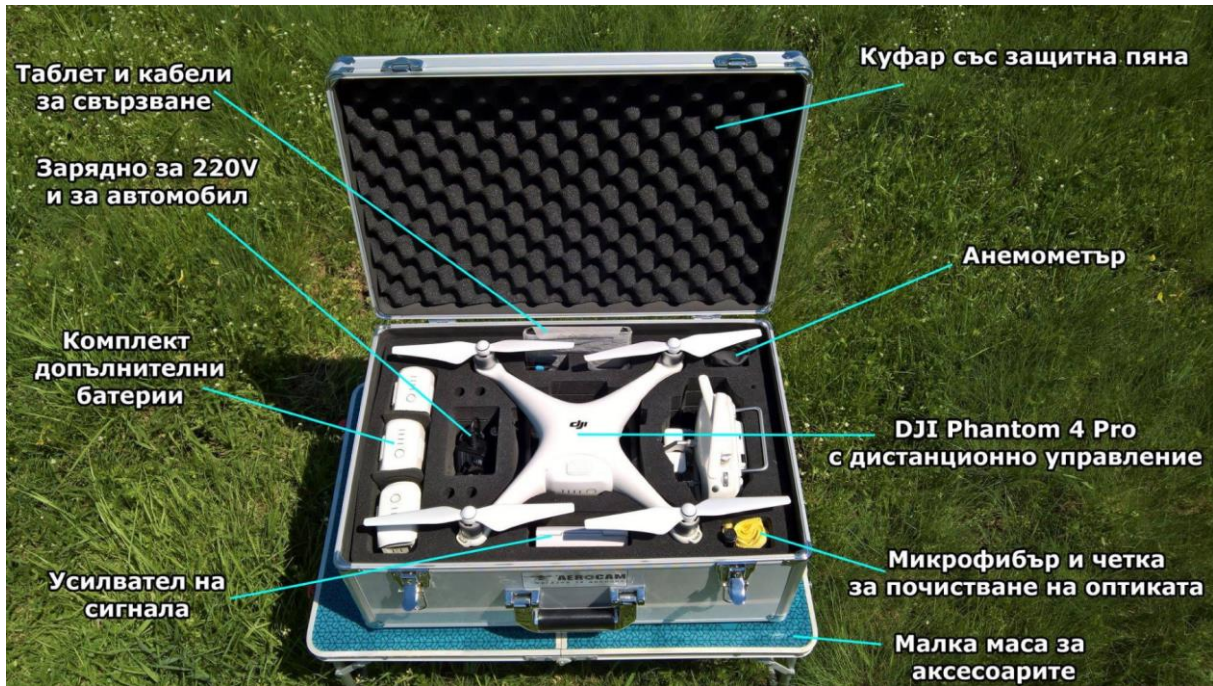
## 5. Елементи на безпилотните системи и видове летателни апарати

Съвременните БЛС са сложни електронно-механични системи, които съдържат в себе си множество компоненти, работещи в синхрон един с друг. Всички тези компоненти са плод на техническия прогрес, който използва последните достижения на науката в много области. Тъй като целта на статията е да запознае читателите с базова информация на фотограметрията с дроневи, ще се ограничим само до основните елементи на дроновете за заснемане.



- *Безпилотен летателен апарат* – това е устройството, която извършва полета на определена височина и по определена траектория. Целта е дронът да следва точно определен план за летене, който е съобразен с конкретната задача. Под определена височина не винаги се разбира полет на една и съща кота, това може да означава определена височина над терена. В този случай, дронът поддържа приблизително постоянна височина над терена и следва неговия релеф.
- *Дистанционно управление* – предназначени за контрол и наблюдаване на полета в реално време. Веднъж активирана, автоматичната мисия се изпълнява без намесата на оператора. При излитане и кацане, много често се налага това да се прави в ръчен режим, затова дистанционното управление е незаменима част от БЛС. Обикновено планът за летене е с предварително дефинирани параметри, но при необходимост, от контролерът могат да бъдат променени височината на полета, застъпването на снимките, резолюцията на изображенията и много други.
- *Камера* – дигиталната камера е сензорът, който улавя и записва отразената от обекта светлина. Тук от огромно значение са големината и резолюцията матрицата, качеството на използваните обективи и конструкцията на самата камера. Важно е да се отбележи, че бързината на процесора и скоростта на запис също имат значение, защото по време на полет, камерата трябва да заснеме и съхрани дадено

изображение с висока резолюция, след което да се подготви за следваща снимка в рамките на 1-2 секунди.



Обикновено всички компоненти на безпилотната система се съхраняват в здрав транспортен куфар, с който удобно и безопасно пренасяте дрона до обекта. Обърнете внимание, че заедно с основните компоненти, имате нужда от допълнителни аксесоари, които улесняват експлоатацията на системата. Анемометър, зарядно за автомобил, допълнителни батерии и усилватели на сигнала, всички тези неща помагат на оператора да завърши успешно поставената задача и спестяват доста проблеми.

Всъщност под името дрон сме свикнали да наричаме цялата система, която съдържа тези компоненти в себе си, затова не е необходимо да се придържаме към строгата класификация. Въпреки, че има различни системи, които се използват, основно намират приложение три конструкции на БЛС.

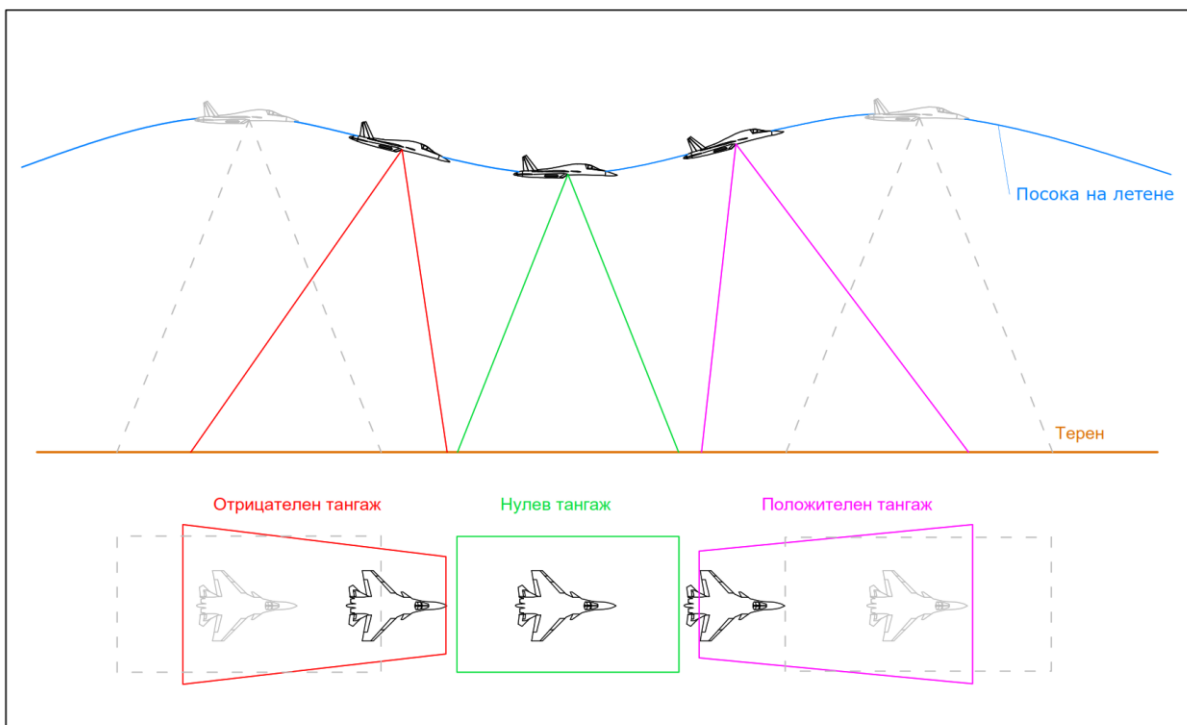


- *Мултикоптер* – обикновено се използват 4, 6 или 8 двигателя, които чрез промяната на оборотите осигуряват полета на машината. Това са най-често използвания тип летателни апарати, защото могат да зависват във въздуха, имат достатъчно тяга да носят големи камери,



излитат и кацат вертикално и не се нуждаят от специални площадки. С жирокопно стабилизираната камера (*gimbal*), могат да се постигнат снимки с максимално за камерата качество, което ги прави предпочитани. Подходящи са за малки и средни по площ обекти, като за определени случаи са незаменими, например архитектурно заснемане на сгради

- *Твърдо крило* – това са системи, които ползват обикновено 1 тласкащ или теглещ двигател и маневрират по време на полет чрез елевоните, разположени в задния край на крилото. Те са подходящи за големи площи, защото принципите на летене са други и използват значително по-малко енергия, за да останат във въздуха, оттук с една батерия покриват голяма територия. Недостатък се явява изискването за подходяща площадка за излитане и кацане, като кацането „по корем“ със скорост 30-50 km/h не е от най-приятните усещания за оператора и камерата. Често се случват преобръщания и нараняване на дрона, поради което корпусът на тези дронове е консуматив и се сменя през определено време. Големият проблем при този тип дронове е липсата на стабилизирана камера, което съчетано с принципите на летене, поражда недозастъпване или презастъпване на снимките.



Този недостатък до някъде се компенсира с значително по-големият брой снимки за една и съща площ, в сравнение със заснемането с мултикоптер. Това води до осезаемо увеличаване на времето за обработка на данните, което

съчетано с забележимо по-ниското качество на снимките, прави дроните с твърдо крило използвани в строго определени случаи.

- *Хибридни системи* – както подсказва името, това са системи, които имат по нещо от мултикоптерите и твърдите крила. Тук е възможно вертикалното излитане и кацане, но при по-малки стойности на вятъра. Големи площи могат да бъдат покрити, но влошените аеродинамични характеристики на хибридите, не позволяват да се достигне ефективността на твърдите крила. Големият проблем отново е липсата на стабилизирана камера, с всички негативни последици от това. В определени случаи, вероятно има смисъл да се ползват хибридни системи, но те в никакъв случай не могат да заменят две отделни платформи като мултикоптер и твърдо крило. В опитът да се спестят финансови средства, ще осъзнаем, нямаме нито едното, нито другото.

Параметър	 Мултикоптер - MC	 Твърдо крило - FW
Цена	ниска	висока
Размери	компактни	средни
Маневреност	отлична	слаба
Скорост по време на полет	ниска	висока
Полет при вятър	при слаб вятър	при умерен вятър
Способност за летене в равнина	отлична	слаба
Обхват на полета с една батерия	малки площи	големи площи
Отказ на двигател във въздуха	при 4 винта, невъзможно кацане	планиране и аварийно кацане
Излитане и кацане	от всяко място	необходима е площадка за излитане и кацане
Пилотиране в ръчен режим	сравнително лесно	сравнително трудно

Сравнителната таблица е приблизителна, защото има различни класове дронове и при двата вида. Например, съществуват тежки мултикоптери, които са устойчиви на вятър и обратно, леки твърди крила, които могат да летят само при ниски скорости на вятъра. Също така вече има системи с 4 двигателя, например *DJI Matrice 300*, които могат да кацнат безопасно при отказ на един двигател.

## 6. Обекти подлежащи на заснемане

Фотограмметрията е универсален инструмент в ръцете на инженерите, но тя не е решение за всички проблеми. За да може софтуерът да обработи адекватно отделните снимки, те трябва да бъдат с достатъчна резолюция и острота, като задължително условие е наличието на разнообразна текстура. Независимо дали снимате открита мина, фасида на сграда или паметник, разликите в текстурата правят възможни изчисленията на софтуера, с който е създаден 3D модел.



Дроновете все повече навлизат в земеделието и управлението на горски стопанства, където естеството на обектите предполага големи райони с еднообразна текстура. Водните площи, нивите с жито в средата на развитието си или боровите гори, значително затрудняват интерпретацията на данните. Възможно е на тези места да нямате никакъв или много деформиран резултат, но при подходящ план за летене, можете да се справите с трудните ситуации.



Пример за обект, който не можете да заснемете, е сграда със стъклена фасида. Получавайки отражения от съседни сгради, няма математически алгоритъм, който да обработи коректно такива снимки, дори лазерна система тук ще изпита неимоверни трудности.

Открита мина с прашни пътища, също внася нежелана информация в нашите снимки, което води до изкривяване на моделите. Въпреки, че мините имат задължение да оросяват непрекъснато рудничните пътища, в преследването на заробващи печалби, много често оросяване не се прави. В резултат на това, около

работеща мина се образува облак от прах, който не само пречи на снимките, но амортизира нашата безпилотна система по начин, по който други условия не успяват.

## 7. Използване на дроне за заснемане от въздуха

От заснемането на терен с дрон, до готовия резултат, трябва да се измине стръмен и труден път с много завои, но за доста хора, това е приятна разходка в парка. Видеоклиповете в YouTube, информацията от приятели и увереността в собствените способности, дават еуфорично усещане, което води до резултати, които ако не са трагични, щяха да бъдат комични. Въпреки, че тук не се разискват необходимите детайли се надявам, че макар и повърхностен, погледът върху темата ще помогне на някой да ориентира в правилната посока.

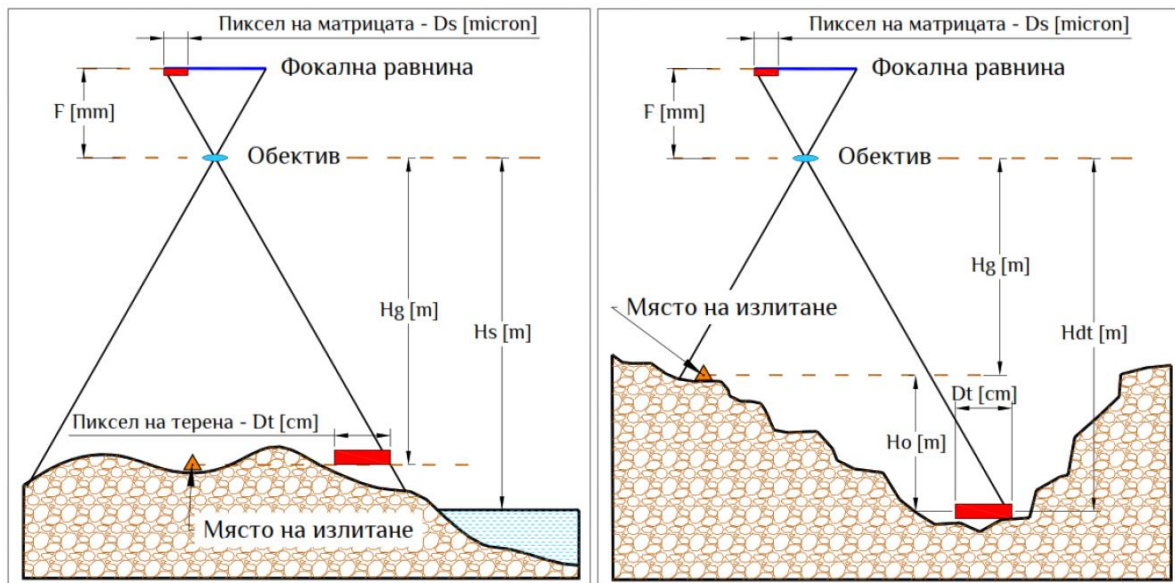


Първата задача е огледаме на място обекта, който ще заснемаме с дрон, като особено внимание обръщаме на всички препятствия и източници на електромагнитни смущения. Далекопроводи от мрежата с високо напрежение, антени на мобилните оператори или близки радари, могат не само да нарушат правилното изпълнение на мисията, но могат да свалят директно дрона на земята, преди още да сте разбрали какво става.

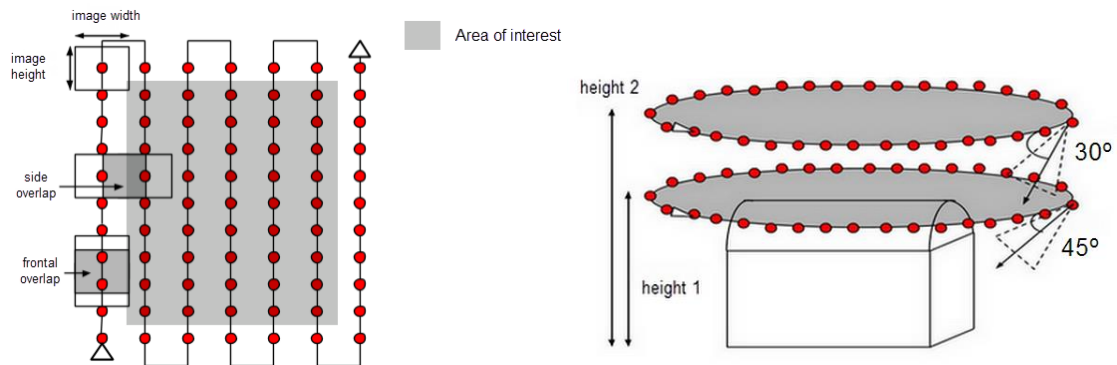
Когато се убедите, че можете да изпълните полетната мисия и нямате никакви физически и софтуерни ограничения, можете да пристъпите към нейното внимателно планиране. Разположете GCP точките равномерно по цялата територия на обекта по начин, по който ще си осигурите видимост на тези точки поне на 5 снимки.

Всъщност какво можем да променяме и какво не, когато искаме да създадем 3D модел на терена, заснет от дрон? Камерата има матрица и пиксели с постоянни размери, а обективите за фотограметрия, винаги са твърди, т.е. с постоянно фокусно разстояние. Заедно с точността на модела, която преследваме, нашата цел е да постигнем определена резолюция на изображението, респективно готовия продукт. При постоянни стойности за фокусното разстояние  $F$  и размерът на пиксела  $D_s$ , за постигането на определен размер на терена  $D_t$ , можем да променяме само височината на летене  $H_{dt}$ .

Обикновено  $Dt$  се означава като **GSD** (*Ground Sample Distance*), което показва какви реални размери на терена има 1 пиксел от нашето изображение.



Ако нашия полет се извършва на постоянна височина и летим над променлив релеф, тогава всеки пиксел от изображението ще има различна стойност за GSD. За постигане на приблизително еднаква стойност на GSD, се използват системи с възможност за следване на релефа, но в повечето случаи се лети на еднаква височина.

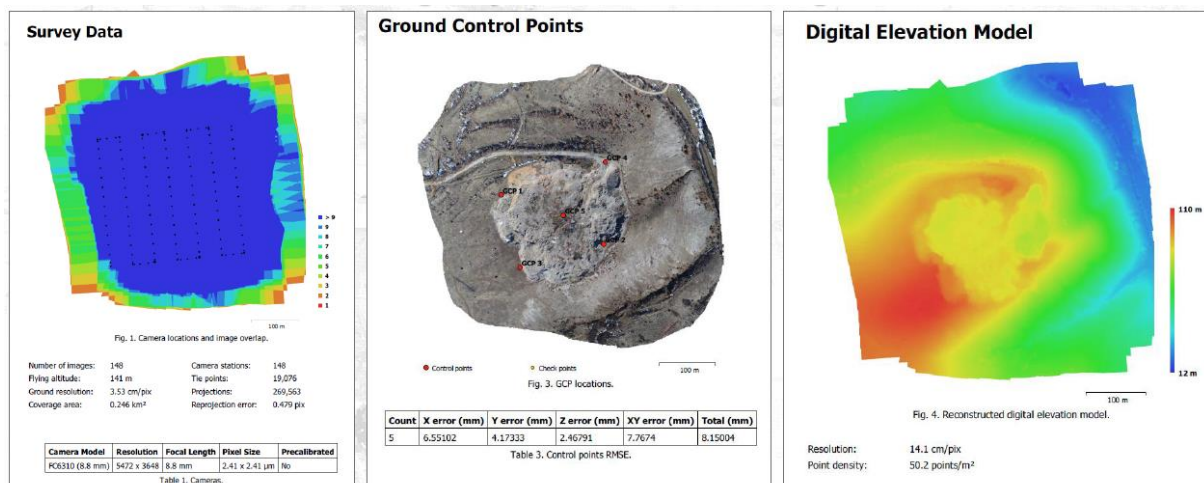


За осигуряване на необходимото застъпване между отделните снимки, се използват определени параметри, които зависят от различни фактори. Видът на летателното средство, характеристиките на обекта и камерата, както и софтуерът за планиране на полети, оказват влияние върху процентното застъпване на снимките. Често се налага един обект да бъде заснет на няколко мисии, което води до застъпване не само в ивиците на всеки полет, но и застъпване между отделните мисии. Тук трябва да изберем оптимално формата и разположението в пространството на всяка мисия, защото това има отражение във времето за обработка и точността на крайния резултат.

Ако всичко е направено правилно, заснемането минава без проблем, за нас е достатъчно да отидем на терен, да се уверим, че условията са подходящи за полет и заснемане и да активираме мисията.

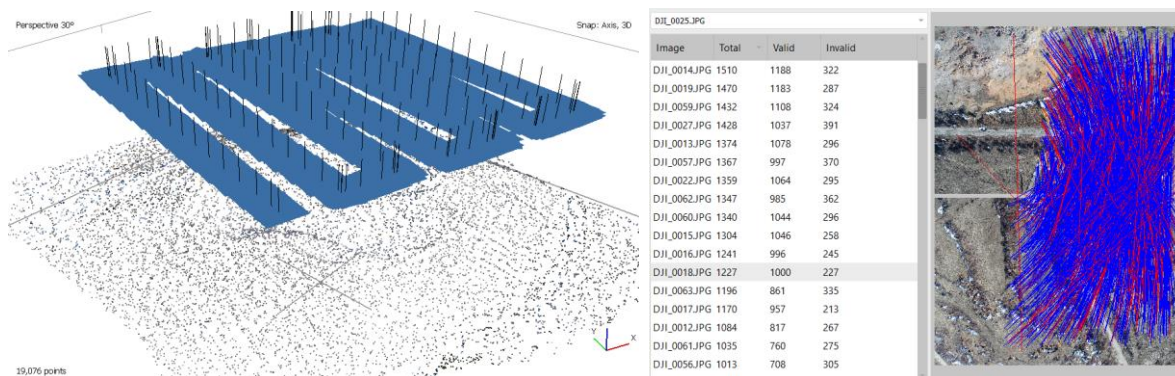
## 8. Обработка на снимките

Веднъж заснети, изображенията е необходимо да бъдат обработени с подходящ софтуер. Има различни производители, които предлагат софтуер за обработка, но най-използваните са *Agisoft MetaShape* и *Pix4D Mapper*, които са удобни за работа и предлагат редица възможности. Математическата обработка се базира на подобни принципи, като софтуерите се различават по отделни функции и настройки, които потребителите могат да променят. Предпочитаният от мен и много мои колеги софтуер е *MetaShape*, защото позволява повече параметри да бъдат променяни и се справя по-добре с трудни обекти, на които има водни площи, горски масиви или земеделски райони.



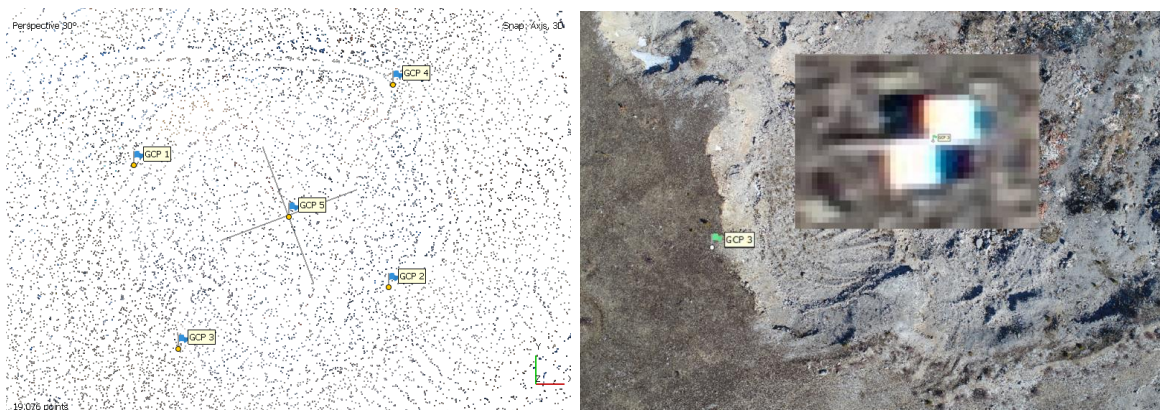
Обработката на снимките протича в определена последователност, която следва своята логика и не може да бъде нарушавана. Например няма как да създадете ортофотоплан, без да сте направили преди това 3D модел на повърхността или терена (*DTM* или *DSM*).

Първата стъпка от обработката, представлява ориентирането на снимките една спрямо друга (*Align Photos*), в резултат на което се получава разреден облак от точки, отразяващ формата на обекта (*Tie Points*). Обикновено за ускоряване на този процес, се използват приблизителните GNSS координати на снимките, защото съвременните дронове записват местоположението на всяка снимка в EXIF информацията на файловете. Поредната номерация на снимките също донякъде помага на софтуер да ориентира снимките една спрямо друга, но това става автоматично и операторът няма участие в тази номерация.



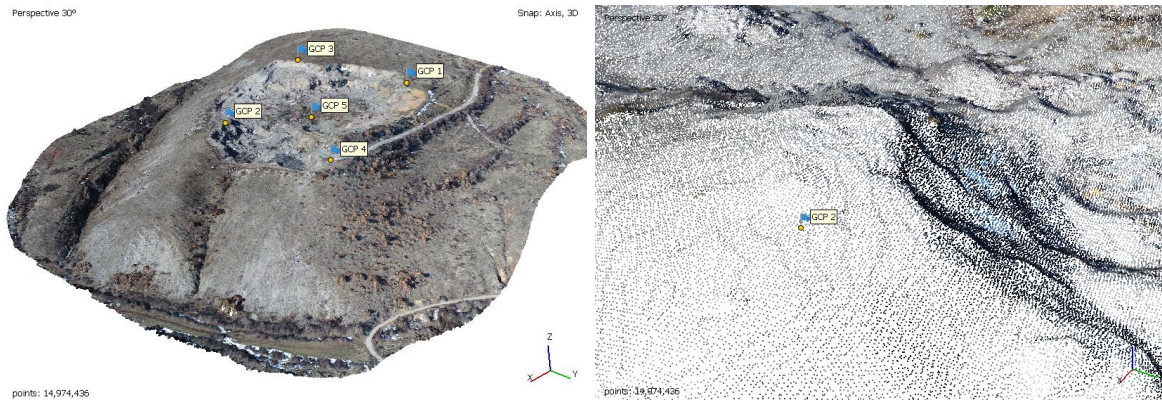
Дори да нямате предварителните координати на снимките, софтуерът ще направи връзките между тях и ще получите разределеният облак от точки. Алгоритъмът започва да изследва определени пиксели от изображението и да търси техния аналог в съседни снимки. След като се намерят определен брой общи точки между 2 снимки (една стерео двойка), софтуерът преминава към следваща стерео двойка и продължава до тогава, докато всички снимки не бъдат обработени.

Втората стъпка започва с въвеждането на координатите на контролните точки (GCP) и тяхното разпознаване на снимките. Така софтуерът ще ориентира всички снимки в координатната система, в която са дадени контролните точки.



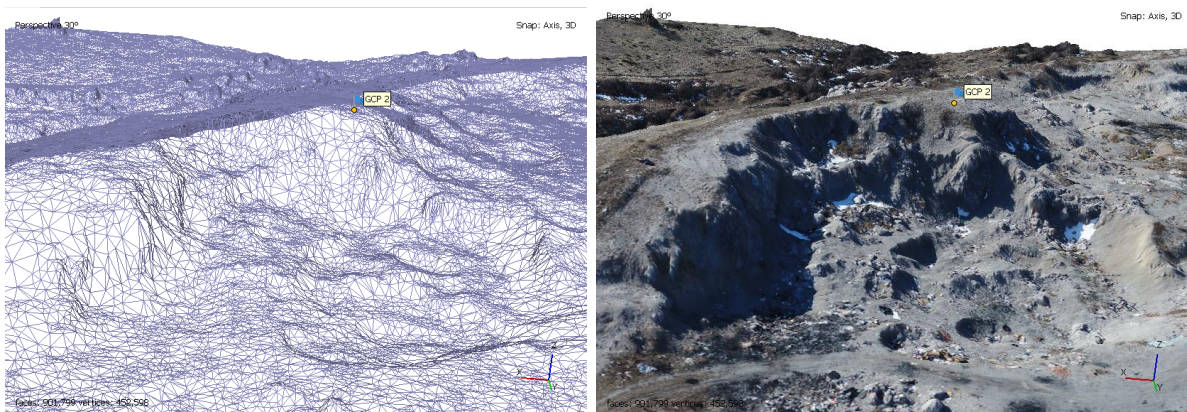
Ако след този процес, получената от изчисленията точност отговаря на нашите изисквания, може да се продължи към следващата стъпка.

Създаването на плътен облак от точки (*Dense Cloud*) е *третият процес*, който отнема най-много време и максимално натоварва компютърната система. Резултатът от него са десетки милиони точки, които имат пространствени координати и RGB цвят, присвоен от фотографските изображения. В този смисъл, за изчисленията е необходимо да се използват мощни графични станции, които са предназначени за работа с високо натоварване за продължително време. За по-големи обекти, създаването на плътен облак може да отнеме няколко дни или цяла седмица, затова хората, които се занимават с фотограметрия, трябва да се оборудват с графични станции. *Intel Xeon* процесори и видеокарти *Nvidia Quadro* тук са задължителни и не трябва да се правят компромиси.



Плътният облак от точки представлява точно метрично копие на обекта, като върху него могат да се правят различни измервания като разстояния и денивелация, например. За някои от задачите, създаването на такъв облак е напълно достатъчно, но най-често облакът е само част от крайния продукт на фотограметричната обработка.

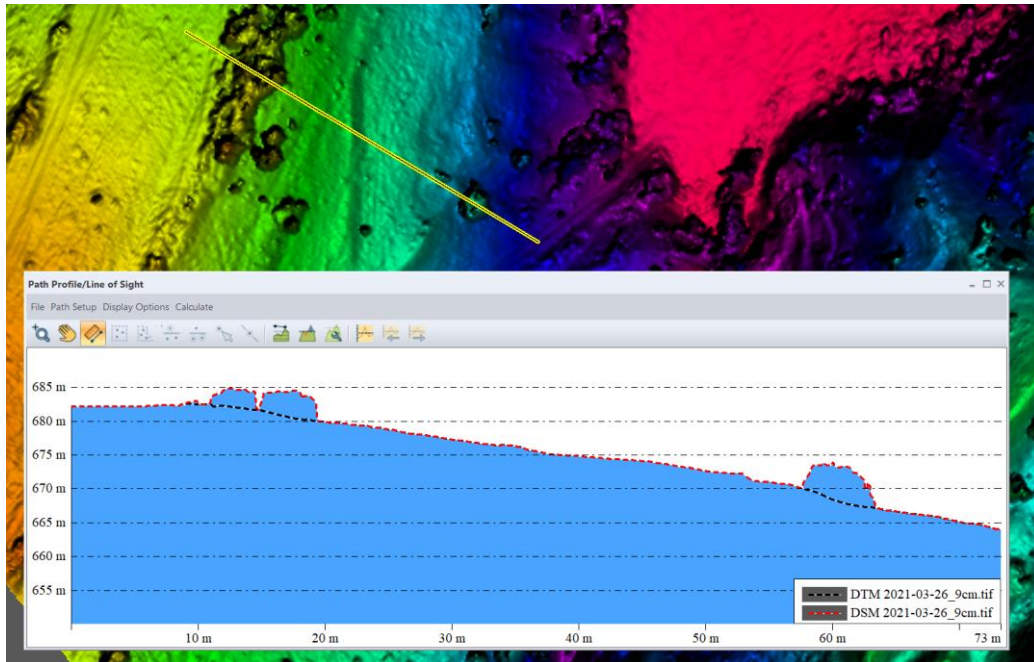
Ако е необходимо, от плътния облак можете да създадете 3D модел от триъгълници (*3D Mesh*), който да бъдат текстурирани за по-реалистично представяне на обекта.



Обикновено това се ползва при заснемане на сгради или паметници на културата, но при създаване на модели на терена за изчисляване на обеми, например, е напълно излишно и не се прави. За визуализация на обекта с висока резолюция, също могат да бъдат използвани такива модели, от които са възможни различни измервания.

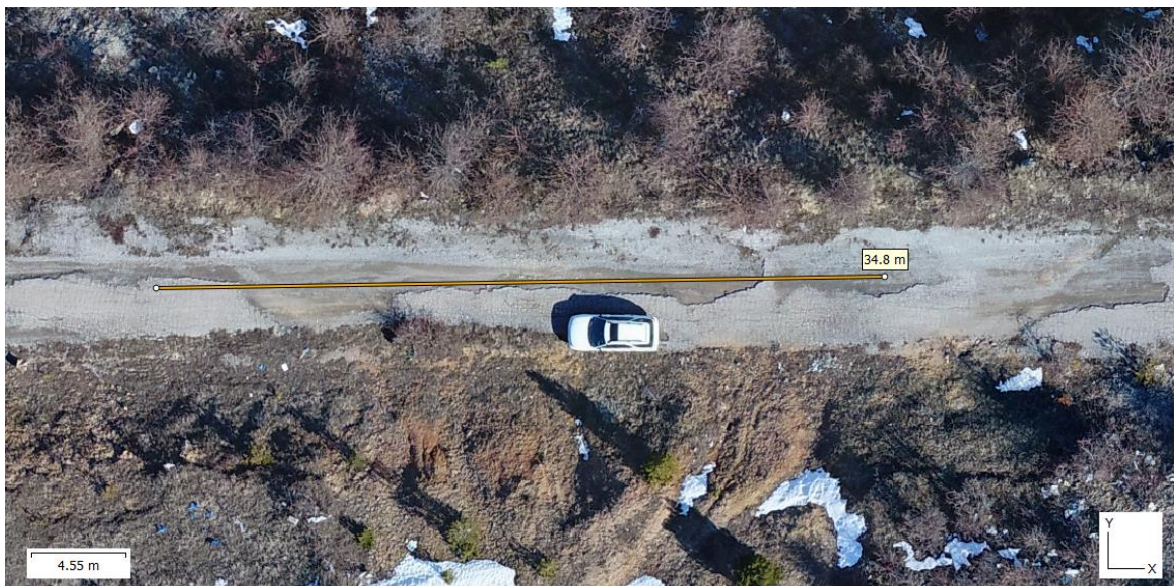
*Следващата стъпка*, която задължително трябва да бъде направена, е създаването на модел на повърхността *DSM* и модел на терена *DTM*. Разликата между двете е, че при модел на повърхността са отразени всички обекти по време на заснемането като автомобили, дървета, сгради и съоръжения. Моделът на терена представлява такъв модел, при който е отразен само релефът на терена и в него не са включени автомобили, дървета, храсти, сгради и съоръжения. За постигането на качествен *DTM* модел се използват различни автоматични алгоритми, но често се налага ръчна класификация на плътния облак от точки.





За изчисляването на обема се използват моделите на терена, защото при сравняване на два модела, създадени на две различни дати, се получава разликата.

Последният продукт, който също е от голямо значение, е ортофотопланът. Ако разгледаме единична снимка, изображението в нея е силно изкривено, като деформациите се подчиняват на централната проекция. Софтуерът обработва всички снимки по такъв начин, че да се получи едно цялостно изображение, известно като ортофотомозайка, в което деформациите са коригирани.

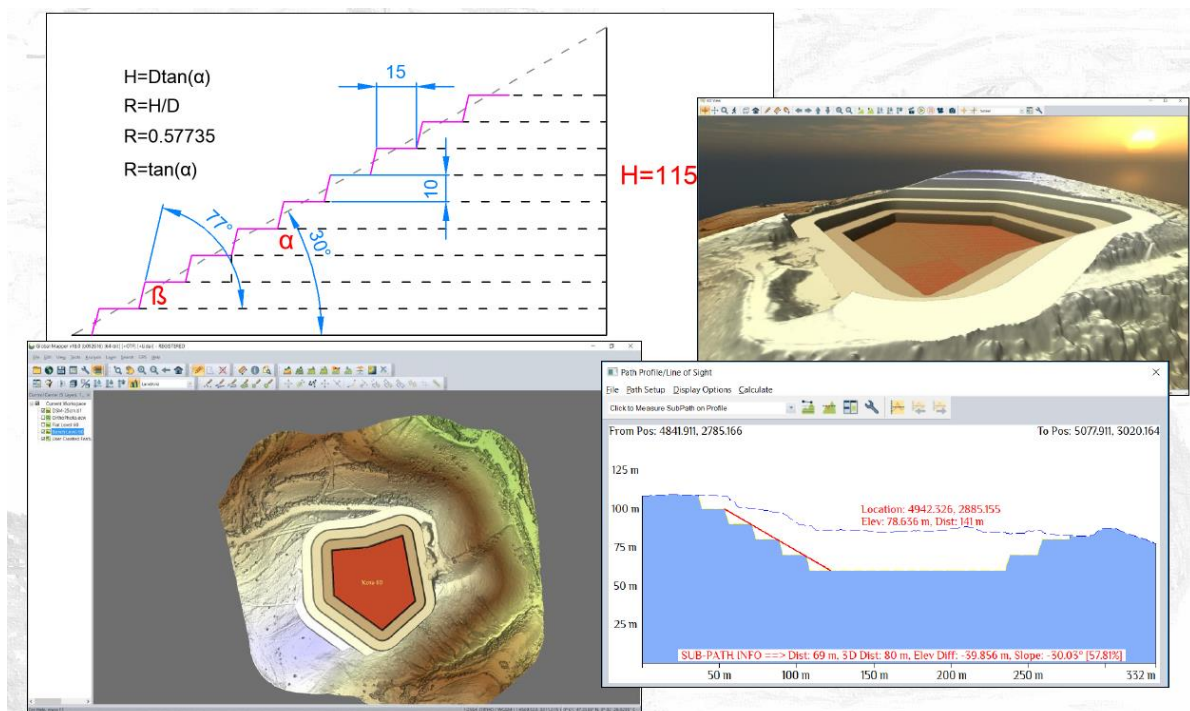


По този начин, върху ортофотопланът могат да се извършват измервания на площи и разстояния, както и да се чертае директно върху видимите елементи на обекта. Софтуерните изчисления се правят на база единичните снимки и моделът на терена, създаден с предишната стъпка.

## 9. Приложение на моделите, създадени чрез заснемане от дрон

Плътният облак от точки *Dense Cloud*, моделът на терена *DSM* и ортофотопланът *Ortho* са основните продукти, които се използват за визуализация, измерване и изчисление. Текстурираният модел от триъгълници *3D Mesh*, намира приложение в кадастъра и при архитектурни заснемания, но за векторизиране и изчисляване на обеми, както и за проектиране, основно се използват първите три продукта.

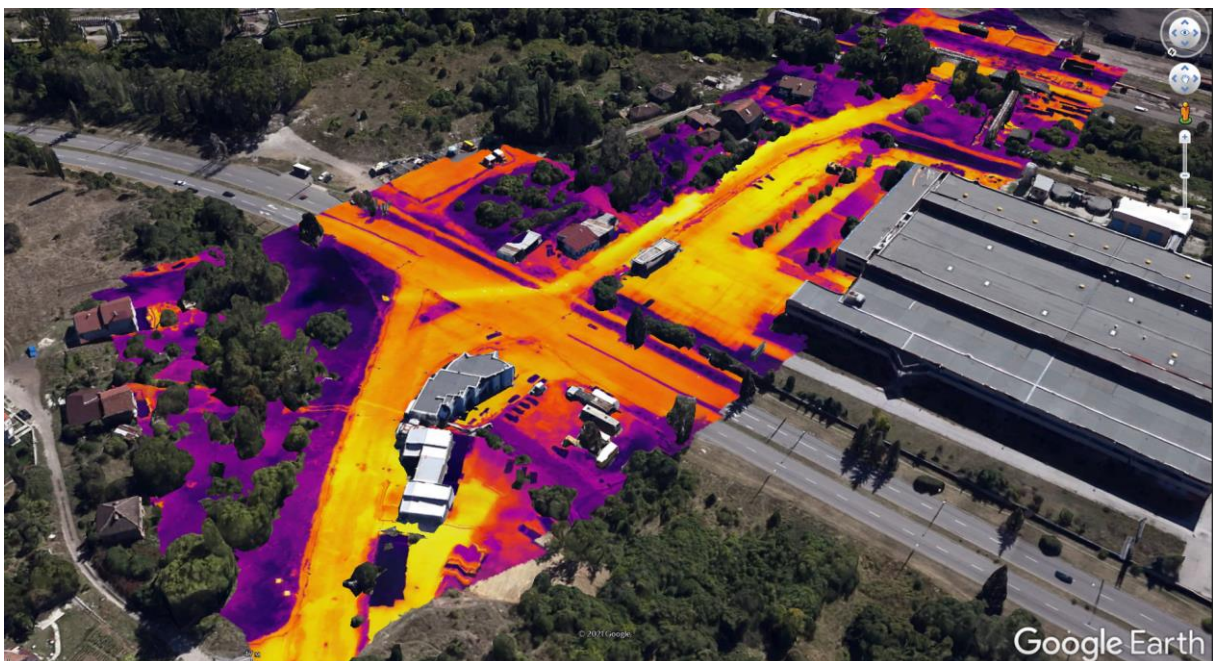
Трябва да се отбележи, че продуктите на фотограметричната обработка изискват различен подход от това, с което инженерите са свикнали. Докато повечето хора работят с *AutoCAD* или подобен софтуер, естеството на данните от заснемане с дрон изисква използването на други софтуери. Дори продукт като *AutoCAD Civil 3D* е напълно неподготвен за големи облаци от точки и *DSM* модели, въпреки, че могат да се вмъкват обекти с по-ниска резолюция. От друга страна, *Global Mapper*, който претърпя сериозно развитие за последните 10 години, се наложи успешно като предпочитан софтуер за работа с 3D модели. Има още много софтуери, които са пригодени за използването на такива данни, затова инженерите трябва да разширят своя поглед и да намерят програми, които най-добре ще отговорят на техните изисквания.



DTM моделът съдържа в себе си информация за терена, която е с много висока резолюция. Проектирането върху такъв модел ни позволява да създаваме бъдещият образ на обекта с детайли, каквито не е възможно да постигнем при стандартно заснемане с тотална станция или GNSS приемник. Можем да комбинираме модели на един и същи обект, създадени на различни дати, като по този начин ще получим модел в 4 измерения ( $X, Y, Z, T$ ) и да следим динамиката на процесите, които протичат в обекта.

След заснемане на обекта с дрон и обработката на данните, можете да използвате моделите за следните неща:

- Векторизиране на пътища и съоръжения
- Създаване на надлъжни и напречни профили и хоризонтали на терена
- Изчисляване на изкопи и насипи
- Проектиране на мини, кариери, пътища и много други
- Анализ на вододели и водосливи, създаване на дренажна мрежа
- Проектиране и инспекция на соларни паркове
- Инспекция на тръбопроводи и съоръжения с термо камери
- Кадастър на населени места
- Управление на земеделски стопанства и лесоустройство



Списъкът с местата, където моделите от дрон се използват успешно е много дълъг, почти няма сфера, където те не могат да се използват. Опитът показва, че когато специалистите от различни области се запознаят с тази технология, те много бързо намират приложение на моделите.

## **10. Вместо заключение**

В близките години ще бъдем свидетели на лавинообразното увеличаване на дроновете и тяхното използване, като те ще стават все по-достъпни и качествени. Това от една страна е добре, но погледнато от друг ъгъл, поставя сериозни предизвикателства пред инженерите, защото не всеки и не всичко се развива с еднаква скорост и в правилна посока. Да вземем например основната група от хора, които създават 3D модели с помощта на дронове. Това са маркшайдерите и геодезистите, които имат представа какво е координатна система, GNSS,

тотална станция и много други неща, без които не можем. Една част от тях отхвърлят дроновете като надежден източник на информация и допускат голяма грешка. Свикнали с познатите методи на заснемане и обработка, те се чувстват несигурни да навлязат в нови територии, защото нямат необходимите знания. По-лесно е да отричат нещо, отколкото да се опитат да схванат за какво става въпрос. Все пак за тях има шанс, защото ако положат усилия, могат да използват тази технология успешно.

Друга част от геодезистите, обикновено млади на напористи, считат, че да използваш дрон и да създаваш 3D модели е много лесно. Както споменах в началото, гледат се YouTube клипчета и обменят помежду си погрешна информация, което води до много груби грешки в моделите. Имал съм случаи, в които координатите и котите на контролните точки се разминават с няколко метра, не сантиметри, но човекът, който ги е правил, не успява да схване проблема дори след като му го посоча. Сериозните пропуски в съвременното образование, съчетано със завишената самооценка, води до такива ситуации.



Третата група хора са тези, които не са имали възможността задълбочено да се запознаят с маркшайдството и геодезията. Не, че тези които са имали, са усвоили качествено знанията, но при тази група нещата стават още по-сложни. Агрономи, програмисти и архитекти, се оборудват с дроне и започват да снимат, създавайки 3D модели след обработката. Някои от тях се справят добре, може би защото неуверени в собствените си възможности, намират добри материали по темата и си осигуряват необходимите знания. Голяма част от тях, обаче, срещат сериозни трудности в този процес, защото не са имали заложено в обучението фундаменталните знания, които се изискват за създаване на качествен продукт.

В крайна сметка, 3D моделите не са самоцел, те са предназначени за определени задачи, които се вършат от определени хора. От една страна са тези, които с дрон са заснели обекта и са създали 3D модел. От друга страна са хората, които приемат готовите продукти или резултатите от тях и ги използват за свои цели. Тук всъщност се проявява най-големия проблем, защото тези, които ще

приемат вашата работа, най-често нямат представа за какво става въпрос. Ако вие сте направили грешен модел и човека, който приема моделите е също толкова некомпетентен, „всичко е точно“, говорите си на един език и се разбирате. Когато обаче се появи истински инженер и се опита да се включи в проекта, попадайки на вашите модели, се получава сериозно напрежение. Трудно ще спорите с такъв човек, ако и да сте мнозинство, защото той знае какво прави и аргументирано защитава своята позиция.

Темата е много дълга и далеч надхвърля областта, която разглеждаме в статията. Икономическата ситуация и неадекватните политически действия през последните 30 години, доведоха почти всички системи, без които една държава не може да работи нормално, до тотален срив. Лъскавите фасади не могат да скрият крещящата некомпетентност на обитаващите вътре, а малкото грамотни хора са задушавани от плевелите, растящи на воля в тази отровена среда.

Всичко това не бива да ни отказва от борбата, в която сме се впуснали, защото сме длъжни да продължим. Винаги ще има необходимост от качествени хора, създаващи качествени продукти, независимо дали става въпрос за 3D модели, розови домати или обувки. С времето такива хора се намират все по-трудно, което ги прави още по-ценни, надявам се и вие да сте сред тях.

Красимир Методиев

kmetodiev@hotmail.com

*Ноември 2021 г.*