METHODS OF GEOREFERENCING OF RASTER FILES

IVAYLA K. KAMBUROVA

ABSTRACT: *In this report are considered different ways to georeference raster images. In AutoCAD (with Raster Design installed), the transformational models are compared. It is analyzed which one of them creates a digital copy with the least possible deformations, with which every scanned image is loaded, in a way that it is the closest to the original drawing.*

KEYWORDS: *georeference, raster image, transformational models.*

DOI: https://doi.org/10.46687/MT22IKK

МЕТОДИ ЗА ГЕОРЕФЕРИРАНЕ НА РАСТЕРНИ ФАЙЛОВЕ

ИВАЙЛА К. КАМБУРОВА

АБСТРАКТ: *В доклада се разглеждат различни методи за георефериране на растерни изображения. В среда AutoCAD (с инсталиран допълнително Raster Design) се съпоставят трансформационните модели и се анализира, кой от тях създава дигитално копие най-изчистено от деформациите, с които е натоварено всяко сканирано изображение и е най-близо до оригиналния чертеж.*

1 Въведение

Георефернирането представлява процес на трансформиране на даден растерен файл, чрез мащабиране, завъртане и координиране спрямо приета референтна геодезическа координатна система. В практиката това е процедура, която се използва често, поради наличието на стари планове и карти, които подлежат на дигитализация.

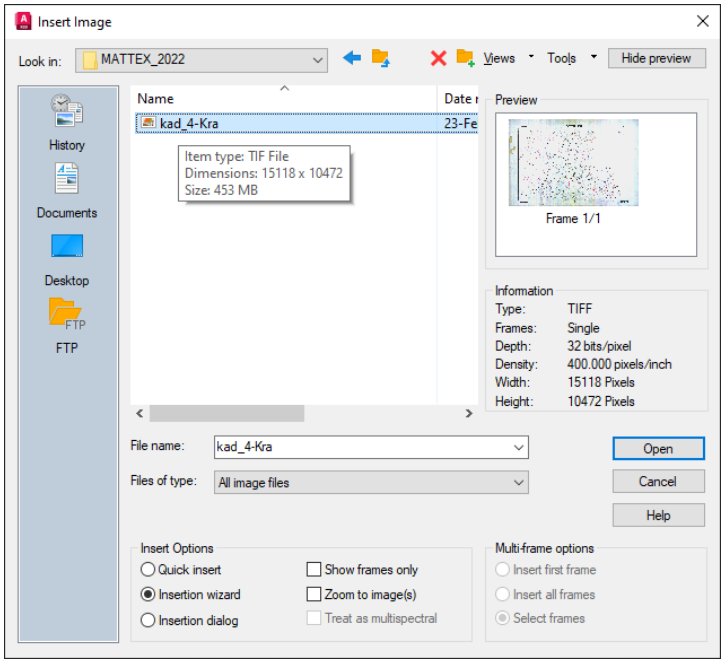
2 Изложение

Всяка координатна система се дефинира в линейно (векторно) пространство със зададена размерност, в което се въвежда база и метрика. Пространството, където се решават масовите геодезически задачи – проекционната равнина, е двумерно. Пространство, където е зададено правило, по което на всеки вектор от него съответства число – норма, се нарича нормирано. Там може да се въведат мерки за дължините на векторите и ъглите между тях. Ако нормата се задава чрез скаларното произведение на два вектора, пространството се нарича Евклидово. В този случай скаларното произведение задава метриката на пространството, която е тясно свързана с линейния мащаб. В геодезията намират приложение едно-, дву- и тримерното Евклидови пространства - E_1, E_2, E_3, съответно в нивелацията, обработката на измервания в равнината и върху повърхността на референтния елипсоид, и в пространствените (3D) модели.

За целите на статията ще разгледаме видовете трансформации и тяхното представяне в двумерното пространство, като всеки корекционен вектор има за начало координатен кръст от растера и за край координатно определено място от векторната графика, където трябва да се премести растера.

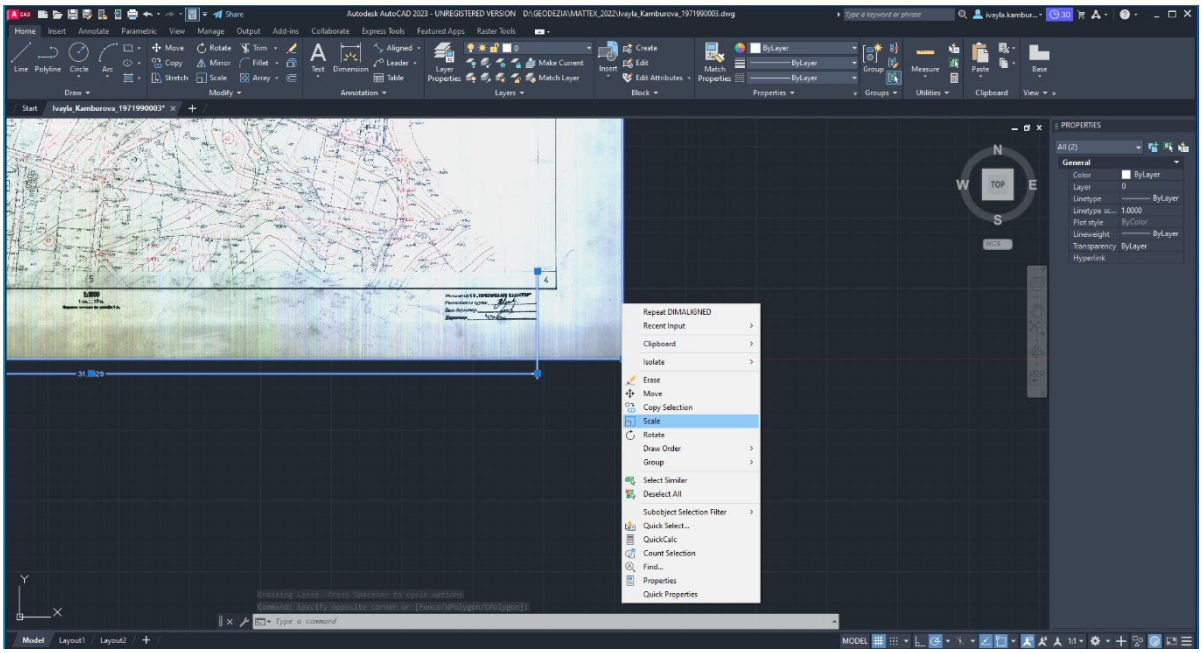
Зареждаме сканираното изображение като растерно.

От меню Raster Tools → Insert… → Insert Image избираме файла, който искаме да заредим.



Фиг. 1. Вмъкване на изображение

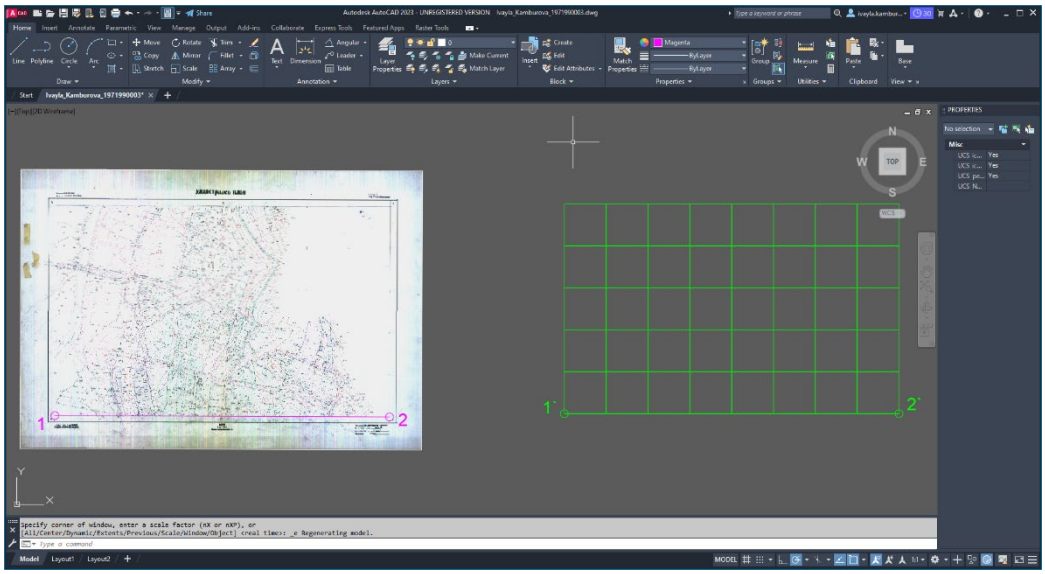
Преди да започнем георефернането е необходимо графично да изобразим координатните кръстове и/или точките от РГО, в дадената координатна система и приблизително да мащабираме (SCALE) и ориентираме растерния файл (ROTATE).



Фиг. 2. Прилагане на команда Scale

Построяваме мрежа от квадрати с размери 100x100 м. AutoCAD работи с реални размери (М 1:1). Разстоянието между кръстовете на кадастралния план е 10 см, което се равнява на 100 м при мащаб 1:1000.

В AutoCAD първо се въвежда координатата на Y, а след това координатата на X.



Фиг. 3. Построяване на координатна мрежа

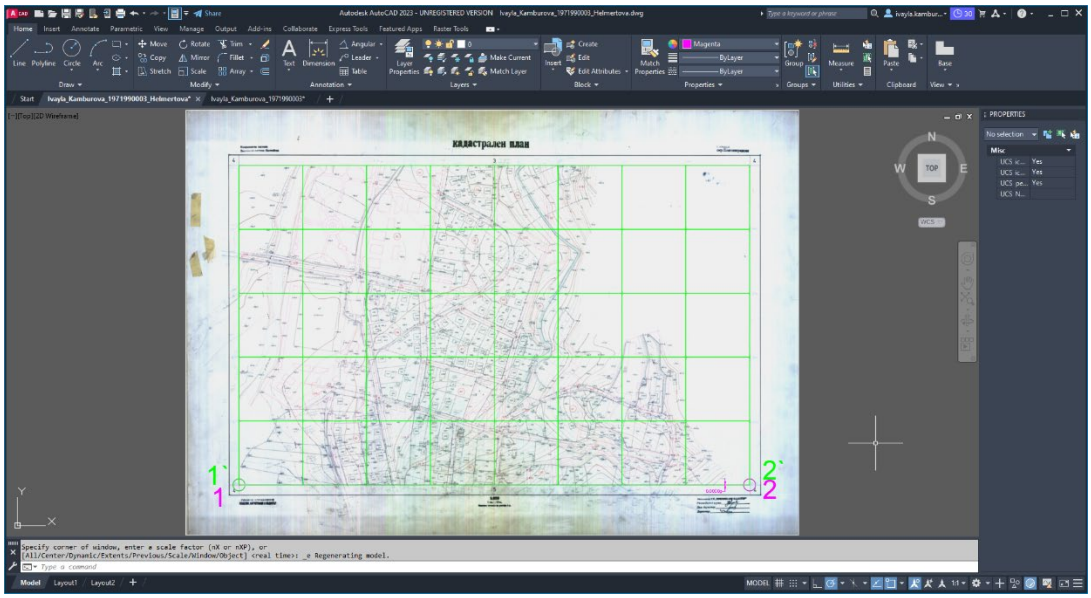
<u>Линейни трансформации</u>

Хелмертова (конформна) трансформация

Трансформацията на Хелмерт е трансформация на подобие. Тя запазва подобието, т.е. ъглите между линиите, но не и дължината им, която след трансформацията се променя с мащабния коефициент. Състои се от транслационен вектор, съдържащ транслациите по осите, който извършва еднакво линейно свиване или разтягане по оси X и Y; ъгъл на завъртане (ротация) и еднакъв мащабен множител по 2-те координатни оси.

За еднозначното определяне са необходими минимум 2 вектора.

Трансформацията на Хелмерт може да бъде изпълнена и с чист AutoCAD (без Raster Design). Тя се състои в прецизно мащабиране (SCALE), координиране по една от дадените точки (MOVE) и завъртане (ROTATE) на сканираното изображение, като за база служат 2 точки с известни координати.



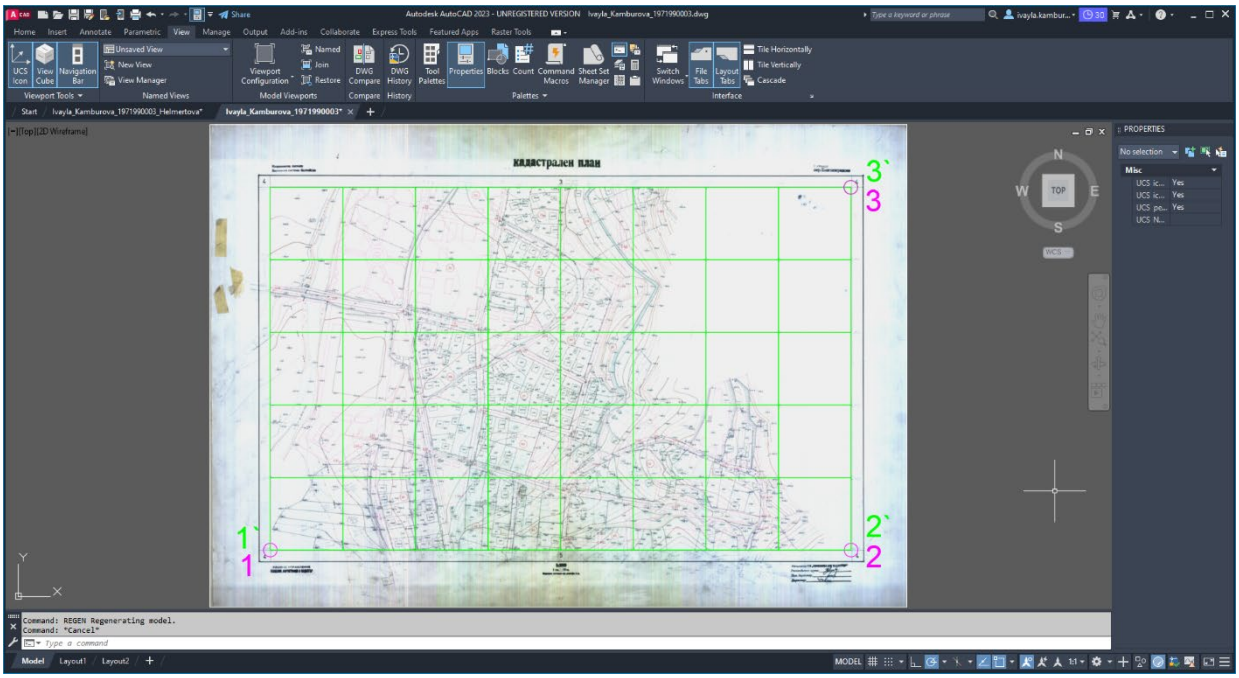
Фиг. 4. Резултат от Хелмертова трансформация

Афинна трансформация

Афинната трансформация (ALIGN) е трансформация на подобие. Тя е точкова и взаимно еднозначна, т.е. правите линии се преобразуват в прави линии, а успоредните прави - в успоредни прави. Осъществява едновременно транслация, ротация и дилатация (мащабиране), като последната извършва различно свиване или разтягане по оси X и Y в общо положение. Дилатацията предполага, че осите на координатна система са разномащабни и неортогонални.

За еднозначното определяне са необходими минимум 3 вектора, като решението е възможно, само ако 3-те моделни точки, използвани за изчисляване на трансформационните елементи, не лежат на една права.

Афинната трансформация се справя по-добре с екстраполацията, но в един от ъглите има недопустимо високи разлики. Въпреки това, при много лоши чертежи този модел може да се окаже единственият подходящ.



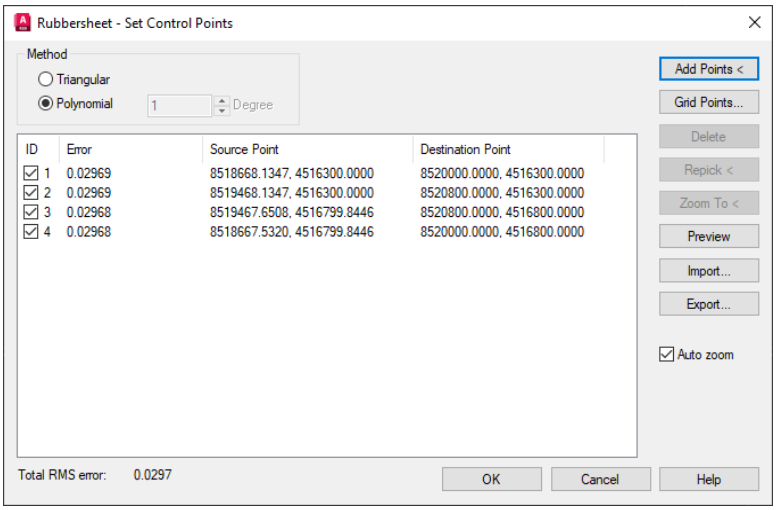
Фиг. 5. Резултат от Афинна трансформация

Билинейна трансформация

Билинейната трансформация се използва за по-сложно деформирани изображения, но и тя както другите модели не се справя добре с екстраполацията. Моделите от по-висока степен са подходящи за чертежи, при които координатната мрежа обхваща от всякъде изображението. Билинейният модел се справя по-добре от хелмертова и афинна трансформация. За еднозначното определяне са необходими минимум 4 вектора.

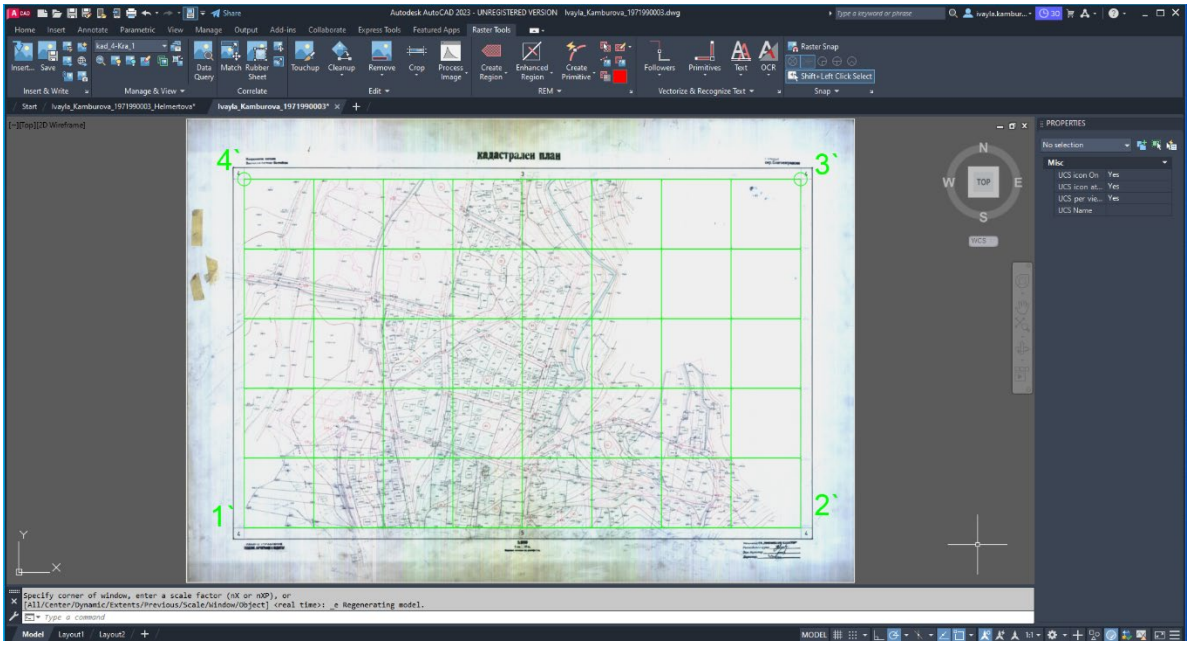
За извършването на прецизно георефериране (по смисъла на МНМК) с оценка на точността е необходимо приложението Raster Design.

От меню Raster Tools → Correlate → Rubber Sheet → В диалоговия прозорец Rubbersheet се извършват всички действия по георефернането и оценката на точността му. В секцията Method → Polynomial → Degree (степен на полинома) - 1 - афинна трансформация; 2 - при нелинейна деформация.



Фиг. 6. Оценка точността на Билинейна трансформация

Бутон Add Points добавя точките необходими за определяне параметрите на трансформацията и точността ѝ. Последователно се кликва върху точка от растера и съответната ѝ от координатната мрежа, до обхождане на всички точки, участващи в изравнението. Операцията се прекъсва с натискането на клавиш Enter. Визуализират се отклоненията между трансформираните координатни кръстове и истинските им координати (колона Error) и средната квадратна грешка по положение от трансформацията (Total RMS error:). Отклоненията и средната квадратна грешка са в дименсията на чертожния файл (т.е. в метри).



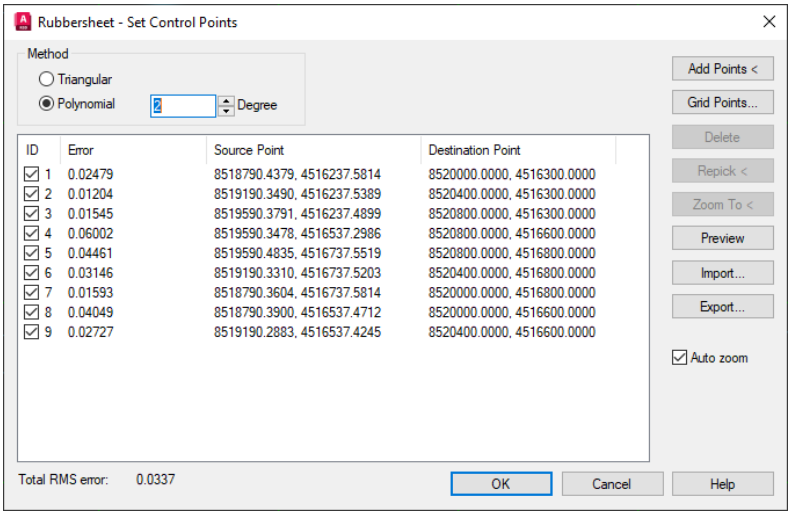
Фиг. 7. Резултат от Билинейна трансформация

<u>Нелинейни трансформации</u>

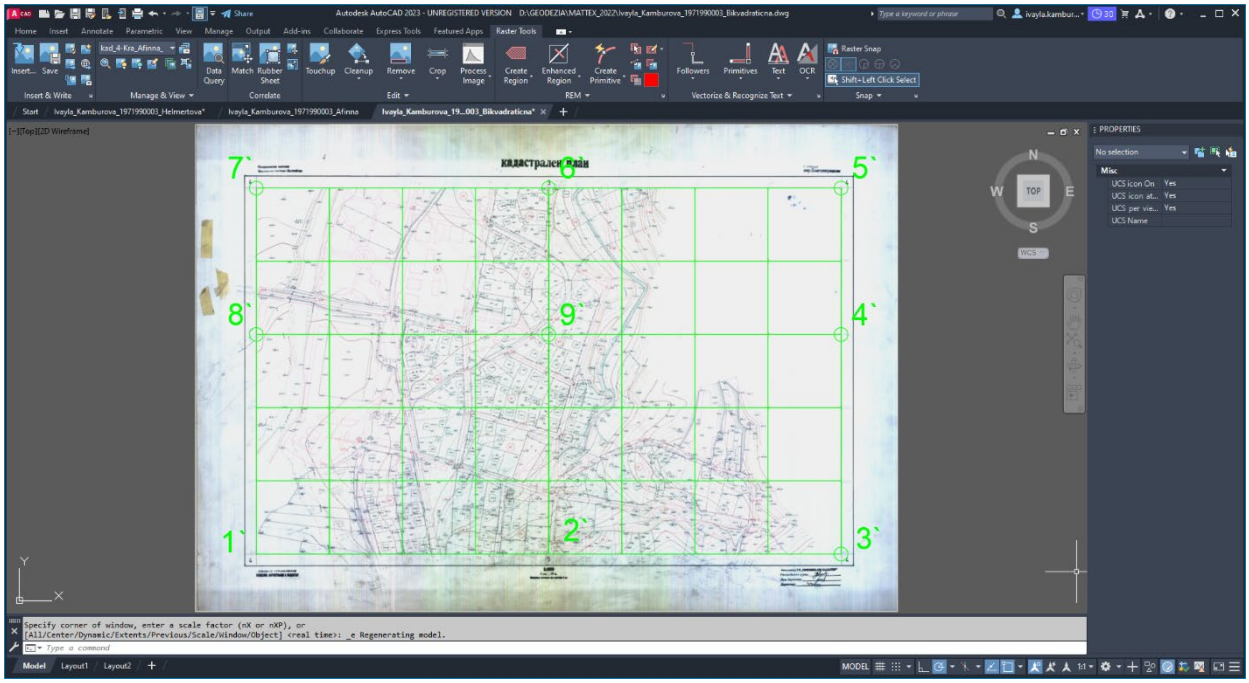
Биквадратична трансформация

Биквадратичният модел, както и останалите нелинейни модели, работят много добре когато имаме равномерно разположена в обекта координатна мрежа. При екстраполация се

получават отново високи отклонения. За еднозначното определяне са необходими минимум 9 вектора.



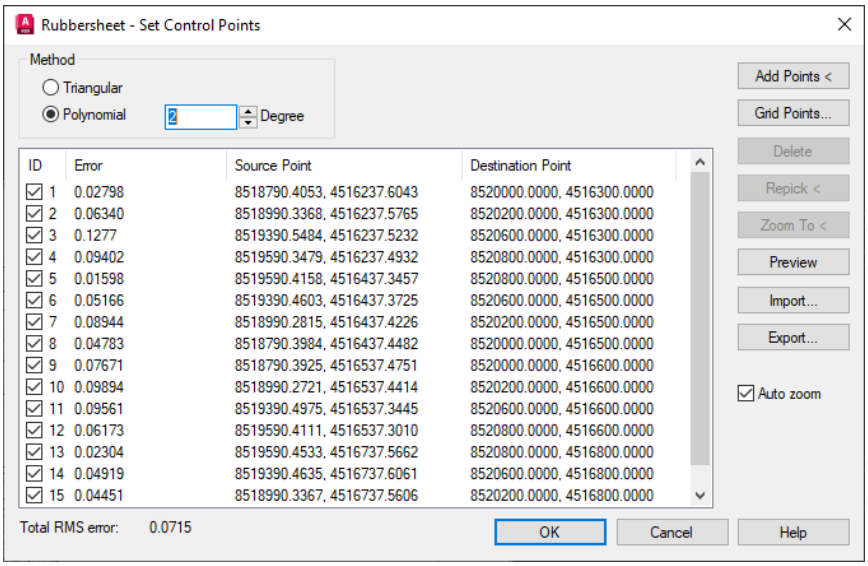
Фиг. 8. Оценка точността на Биквадратична трансформация



Фиг. 9. Резултат от Биквадратична трансформация

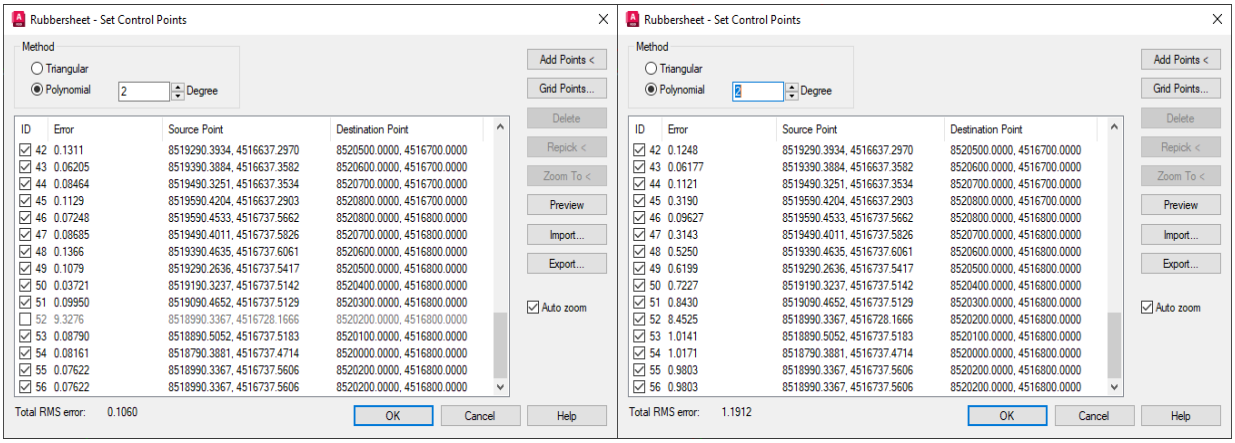
Бикубична трансформация

Бикубичният модел изисква минимум 16 вектора, като неговите резултати са най-добри при равномерно разположена мрежа вектори без липсващи координатни кръстове. Това е моделът, който трябва да се предпочита при добри чертежи с ясно и правилно начертани координатни кръстове. При случаи на екстраполация се получават сериозни деформации и трябва да се преценява кога да се използва. За еднозначното ѝ определяне са необходими минимум 16 вектора.



Фиг. 10. Оценка точността на Бикубична трансформация

При необходимост, след като е избрана дадена точка, тя може да се изключи от трансформацията или да се използва бутон Repick за повторното ѝ идентифициране.

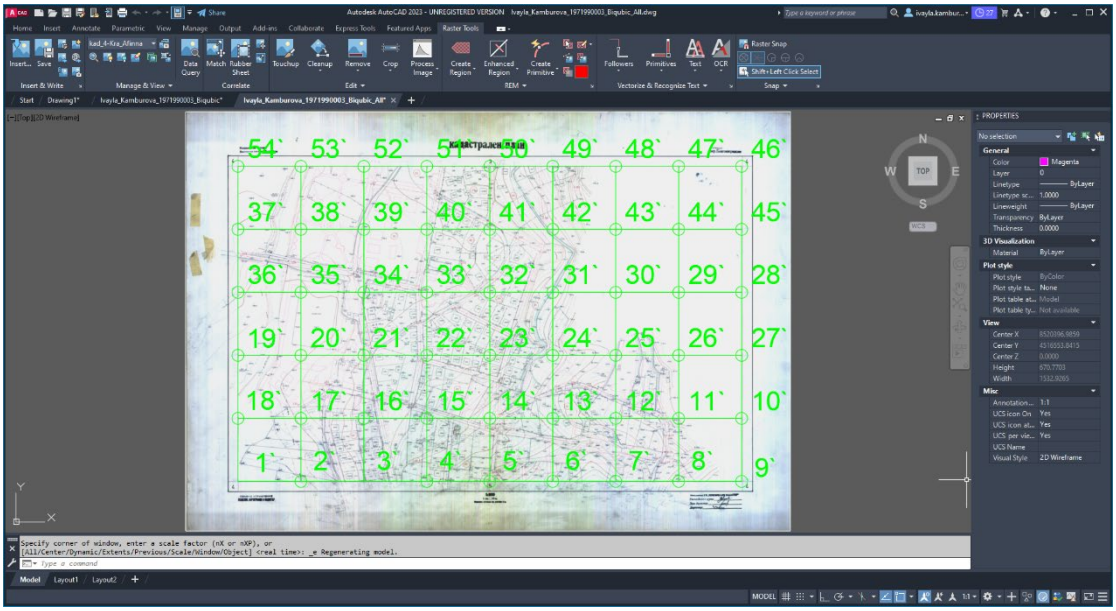


Фиг. 11. Подобряване точността, чрез изключване на точки от изравнението

При наличие на всички кръстове на растерното изображение, за постигане на по-голяма точност, се прилага георефериране по всички тях. Изравнението на грешките от деформациите при използването на повече точки се разпределя равномерно по площта на чертежа.

3 Заключение:

В практиката всеки един от методите намира своето приложение. Нашата задачата е в зависимост от целта, състоянието и вида деформация на чертежа да определим по какъв начин да му въздействаме така, че да постигнем след векторизирането графика, която е максимално близо до оригинала. С такава цел се прилагат споменатите трансформационни модели и само тяхното познаване ще ни помогне да използваме правилно тези инструменти.



Фиг. 12. Бикубична трансформация при включени всички кръстове

ЛИТЕРАТУРА:

[1] http://impel-bg.com/download/AutoCAD%20Lessons/raster.pdf

[2] https://www.geomedia.bg/geodesia/metodi-za-kalibrirane-na-rasterni-izo/

[3] https://www.geomedia.bg/geodesia/koordinatni-transformaczii-vav-fotog-2/