
Как компания Geobit использует программу PhotoMod для картосоставления

Васко Луис Палмейрим, Geobit, Лиссабон, Португалия

Так как нет ничего лучше, чем пример из практики, мы расскажем о заказе, полученном от организации, занимающейся эксплуатацией открытого месторождения под Лиссабоном, площадь которого около 30 гектар.

На этом месторождении ведется добыча полезных ископаемых и ежедневно перемещается большой объём грунта и скальных пород.

При этом возможны следующие три варианта перемещений:

- Грунт перемещается из одного места,
- Часть его помещается в другое место,
- Другая его часть транспортируется в грузовиках на завод.

Контроль объема перевозок осуществляется топографом, но качество измерений не удовлетворяет заказчика.

Наша компания получила контракт на следующие виды работ:

Ниже приведено техническое задание, полученное от нашего заказчика:

Содержание заказа:

Аэроснимки

- максимальный масштаб фотографирования 1/4000
- максимальный размер раstra 15 микрон
- формат файла: TIFF, цветной пиксел 24 бит
- перекрытие 60%

Общий трёхмерный файл

- масштаб 1:1.000
- формат файла: AutoCAD 2000, бинарный DWG
- точность в плане: 0.1 м
- размер карты – на всю территорию
- состав объектов: здания, дороги, стены, откосы, береговые линии, растительность
- высота сечения рельефа 1 метр

Ортофотоплан

- масштаб 1:1.000
- формат файла: TIFF, цветной пиксел 24 бит
- размер раstra: 0,20 м
- точность в плане: 0,20 м

Временные интервалы для подсчетов объёмов грунта

- перемещения грунта в следующие сроки:
 - 1 января 2004 года и 1 апреля 2004 года
 - 1 апреля 2004 года и 1 июля 2004 года
 - 1 июля 2004 года и 1 октября 2004 года
 - 1 октября 2004 года и 1 января 2005 года
- точность расчетов: лучше, чем 1%

Планирование проекта

Руководствуясь тех.заданием заказчика, мы составили следующий план проведения работ.

- аэросъемка
- сканирование аэропленки
- измерение опорных точек
- аэотриангуляция
- стереовекторизация всех деталей
- построение TIN модели
- построение ортофотоплана
- нанесение всех плановых объектов
- создание ЦМР
- расчет объема перевезенного грунта

Аэроснимки

Полученные аэроснимки имели следующие технические характеристики:

- Усреднённый масштаб 1:3500
- Фокусное расстояние 153 мм
- Цветные
- Ориентация – почти восток-запад
- В соответствии с заказом должно было быть выполнено 5 залетов

Последнее условие было нелегко выполнить по следующим причинам:

1. Погодные условия

-
2. Получение разрешения из аэропорта Лиссабона на проведение залетов, т.к. карьер расположен прямо на линии взлета аэропорта на расстоянии 12 км от ВПП.
 3. И, наконец, последней проблемой был чемпионат Европы по футболу 2004, который проходил в Лиссабоне в июне-июле, и из-за которого аэропорт был абсолютно перегружен.

Сканирование

Для этих работ мы использовали фотограмметрический сканер VEXCEL ULTRASCAN с разрешением 2 микрона, using 15 micron pixel size. Выходным форматом сканирования был несжатый 24-битный цветной TIFF.

Измерение опоры

Полевые работы были предварительно спланированы так, что опорные точки, полученные для первых аэроснимков, затем могли быть использованы на снимках, получаемых каждые три месяца.

Изучаемая площадь была покрыта только тремя стереопарами, и было решено измерить минимум

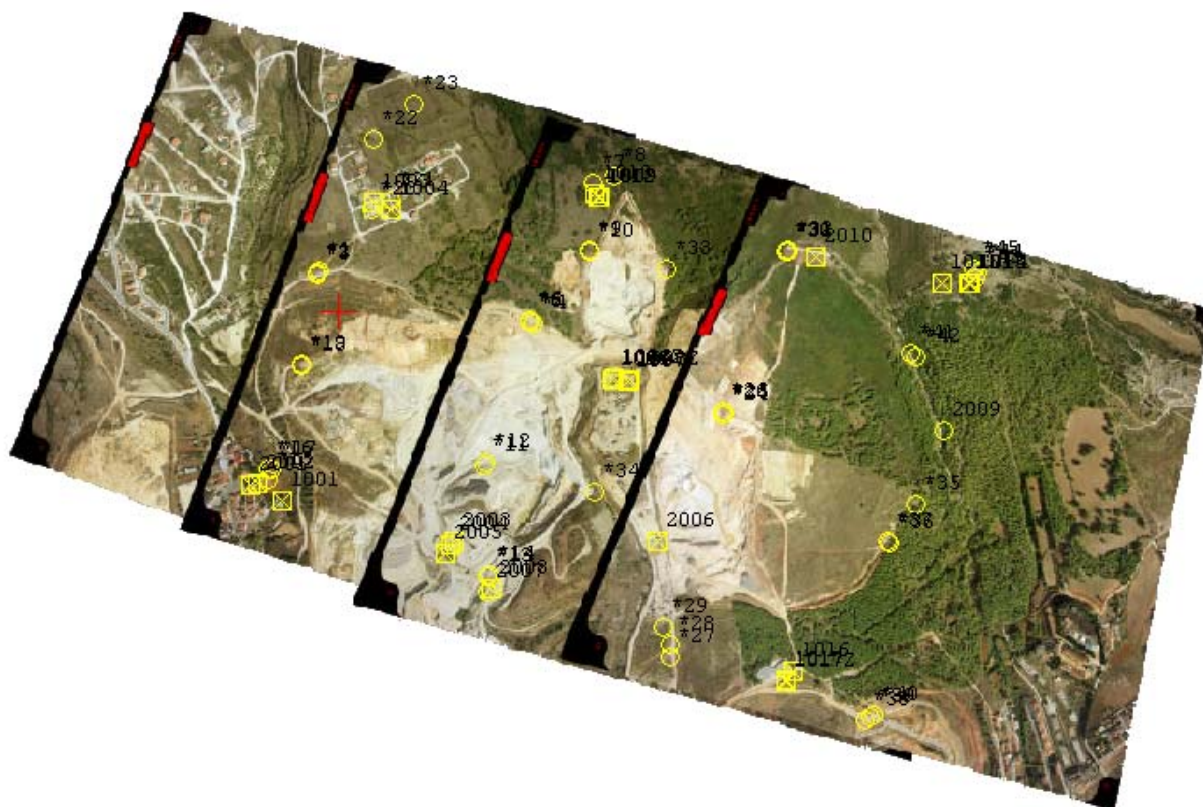
8 опорных точек, (по 4 на стереопару).

Из-за того, что особенности местности усложняли получение качественной опоры, многие из точек были разделены на 2 или 3 соседних точки.

Чтобы уверенно распознавать «трудные» точки (такие как камни) на снимках последующих залетов, их окрашивали специальной всепогодной белой краской на местности. Это решение очень помогло при измерении опоры на повторной съемке, проводившейся каждые 3 месяца.

Для полевых работ мы использовали 2-х частотный GPS приёмник SOKKIA GPS GSS1 (в статичном режиме), который записывал спутниковые данные каждые 5 секунд на протяжении минимум 10 минут. Координаты рассчитывались в программном обеспечении Sokkia, с точностью 1 см.

Расположение опорных точек отображено на рисунке:



Аэротриангуляция

Аэротриангуляция проводилась в модуле PhotoMod AT в следующем порядке:

- Импорт снимков
- Ввод файлов с данными опорных точек (X, Y и Z)
- Ввод данных камеры из паспорта камеры
- Измерение координатных меток для внутреннего ориентирования
- Точки корреляции для взаимного ориентирования снимков
- Измерение опорных точек на снимках
- Построение сети фототриангуляции

Результаты вычислений были следующими: СКО 0.023 м по XY и 0.031 м по Z.

Стерео векторизация

На этом этапе мы использовали модуль StereoDraw с полной таблицей кодов, чтобы провести классификацию всех объектов при их векторизации.

Были векторизованы следующие объекты:

- Границы водных бассейнов, таких как озера и реки;
- Структурные линии рельефа: подножия и вершины склонов, гребней, высоких стен, мостов, виадуков и т.д.
- Дороги;
- Здания, столбы и все остальные детали.

Эта работа была выполнена в основном по снимкам первого периода съёмки, полученным 3 января 2004 года.

7 апреля 2004 года, когда мы получили фотографии второго залета, нам осталось только импортировать «старые» векторные данные и провести необходимые уточнения.

Таким образом, мы провели проверку старых контуров на новых снимках, и это было лучшим способом определения участков, на которых произошли перемещения грунта.

Каждые 3 месяца, получая новые снимки, нам просто нужно было отсканировать их, создать новый проект, провести аэотриангуляцию и создать новые эпиполярные изображения.

Это означает то, что 3D векторные данные обновлялись просто и легко с помощью модуля StereoDraw.

Построение TIN модели

В модуле StereoDraw мы получили следующие 3D данные со значениями высот (координата Z), которые описывают поверхность местности:

- Береговые линии озер и рек;
- Структурные линии рельефа;
- Дороги.

Запустив модуль DTM, мы сделали следующее:

- импортировали VEC файлы
- создали TIN со встроенными объектами
- включили структурные линии в TIN
- отредактировали треугольники в TIN там, где было необходимо
- построили горизонтали
- ввели новые высотные точки и структурные линии там, где было необходимо; обычно на мостах и высоких стенах.

Эта работа была сделана в основном по первым снимкам, полученным 3 января 2004 года.

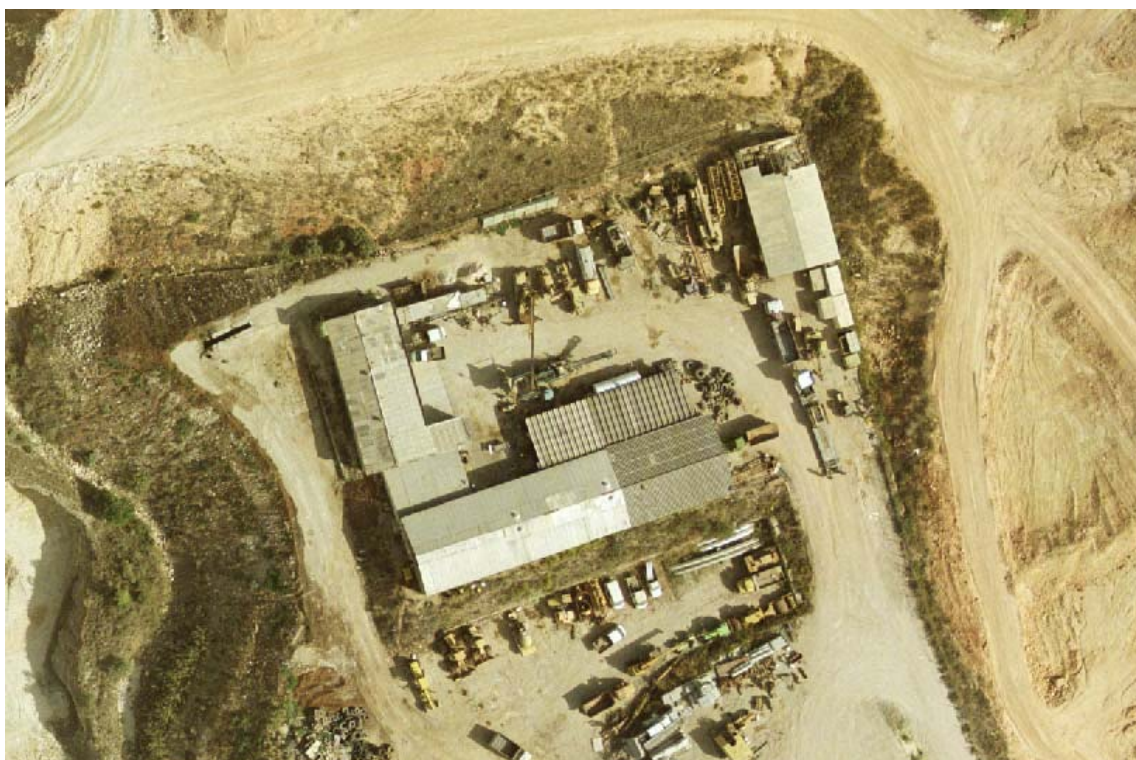
После получения снимков второго залета (7 апреля), мы использовали отредактированные горизонтали, построенные по TIN, только для создания ЦМР и ортофотоплана.

На иллюстрации показан пример построенных горизонталей:



Построение ортофото

Получив результирующий TIN, мы перешли в модуль MOSAIC и задали параметры построения ортофотоплана. На иллюстрации показан пример ортофотоплана:



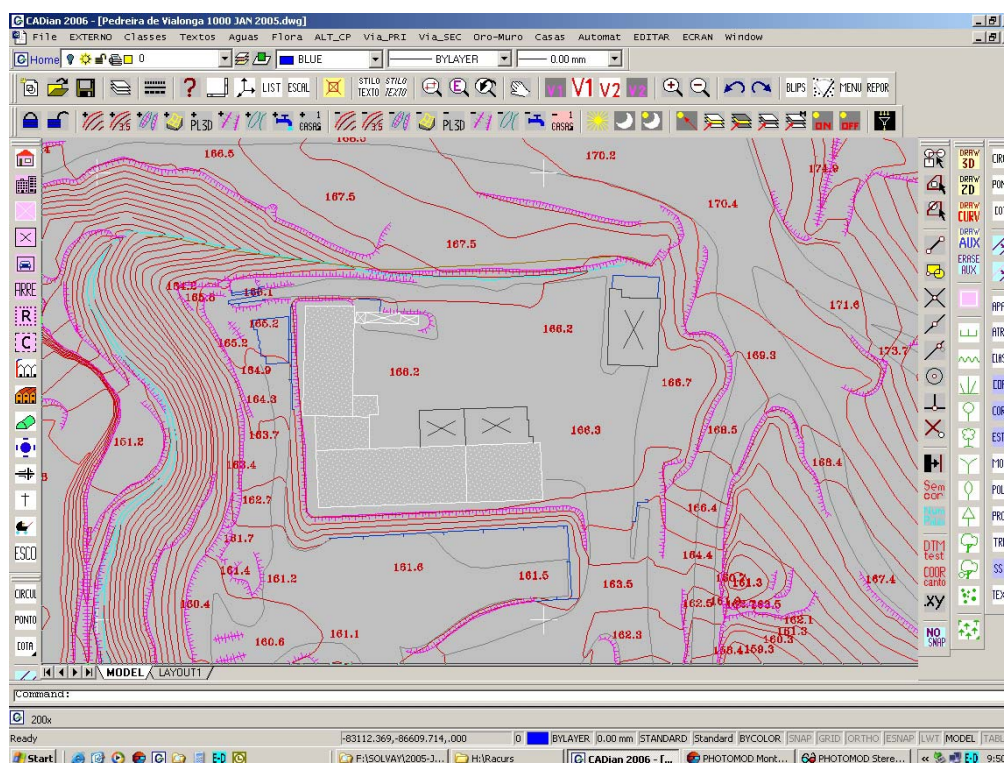
Создание слоя всех векторных объектов

Все векторные объекты, полученные в процессе работы, были собраны в едином слое.

После этого были применены специальные функции, гарантировавшие следующее:

- Контуры всех сооружений будут замкнуты
- Линии дорог будут непрерывны
- Исключено дублирование объектов

На иллюстрации показан фрагмент векторного файла.

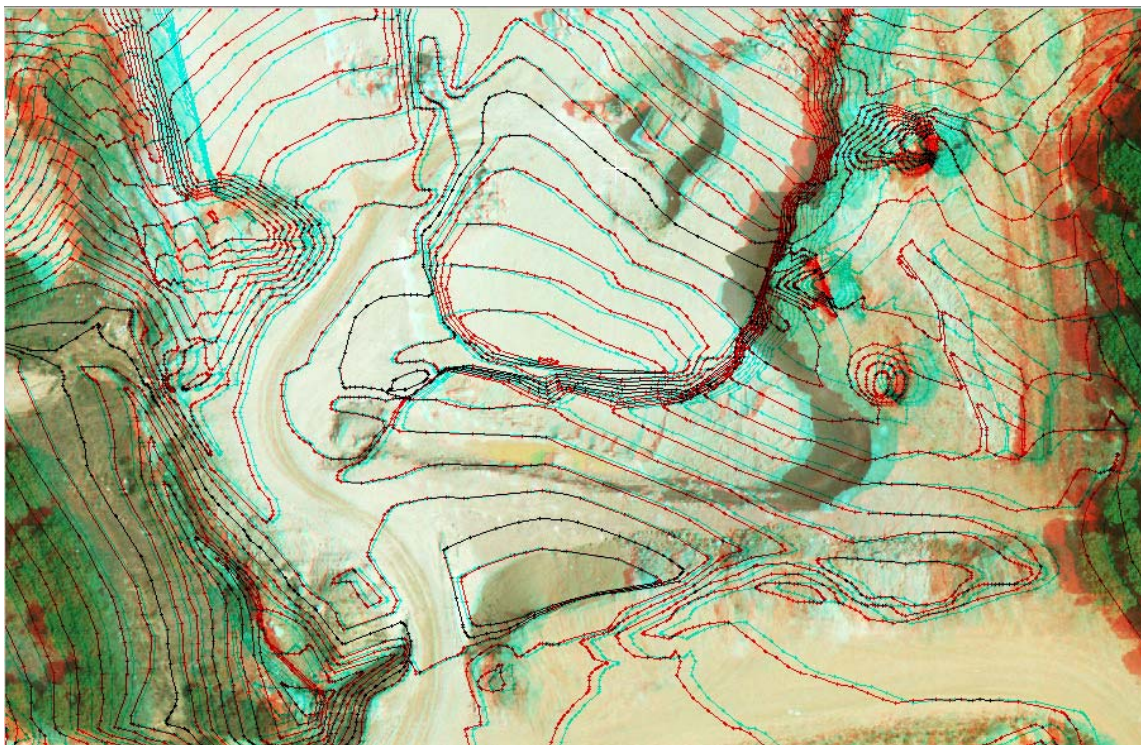


Создание ЦМР

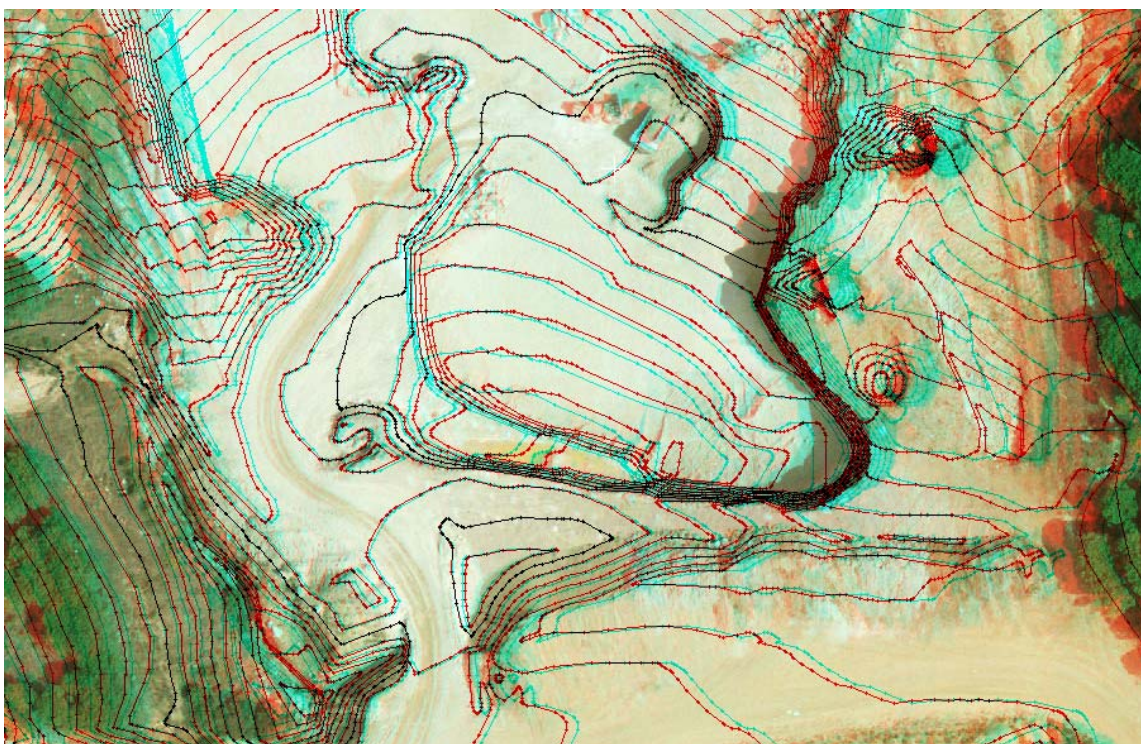
Работы этого этапа проводились только на тех участках, где происходило перемещение грунта.

Такие участки были определены при сравнении «старых» горизонталей (3-месячной давности) с новыми снимками в модуле StereoDraw.

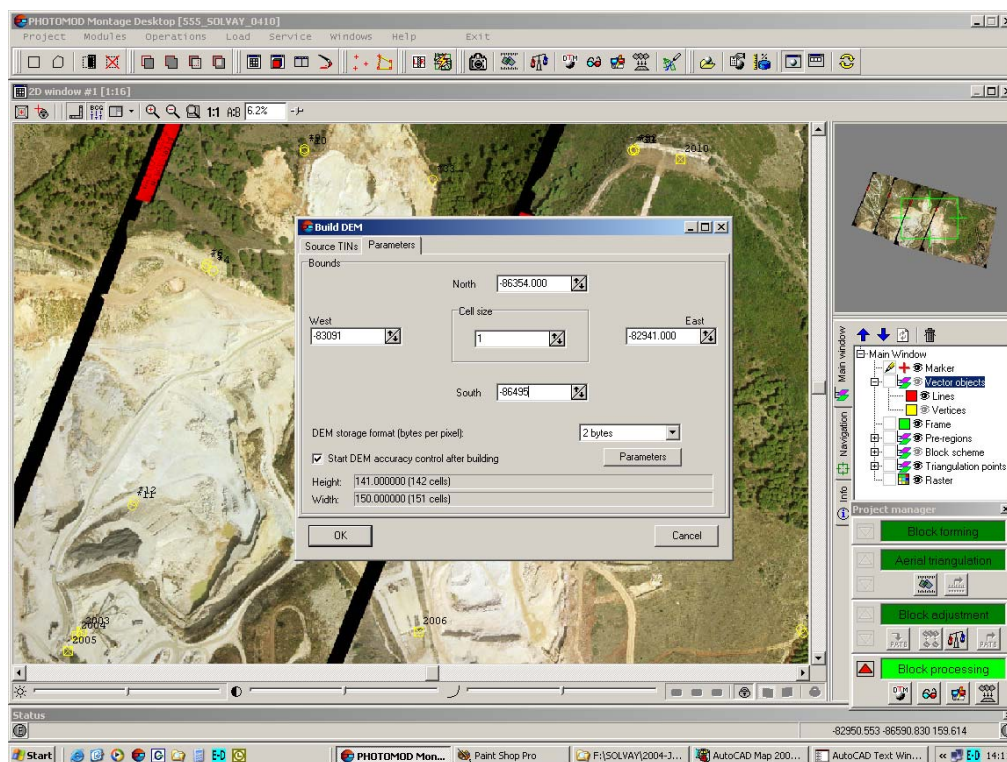
Пример старых горизонталей на новых снимках:



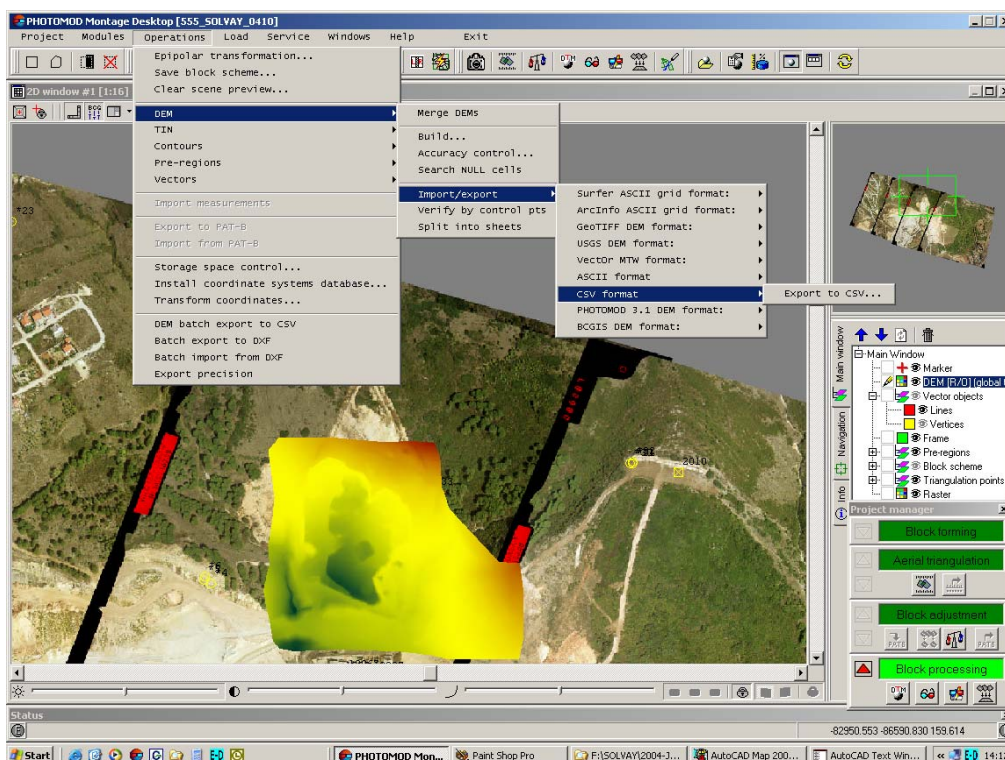
Пример исправленных горизонталей на новых снимках:



Пример задания параметров построения ЦМР: размер ячейки 1м, координаты южной и западной границы модели, округленные до 1 метра:



Пример экспорта ЦМР в CSV файл:



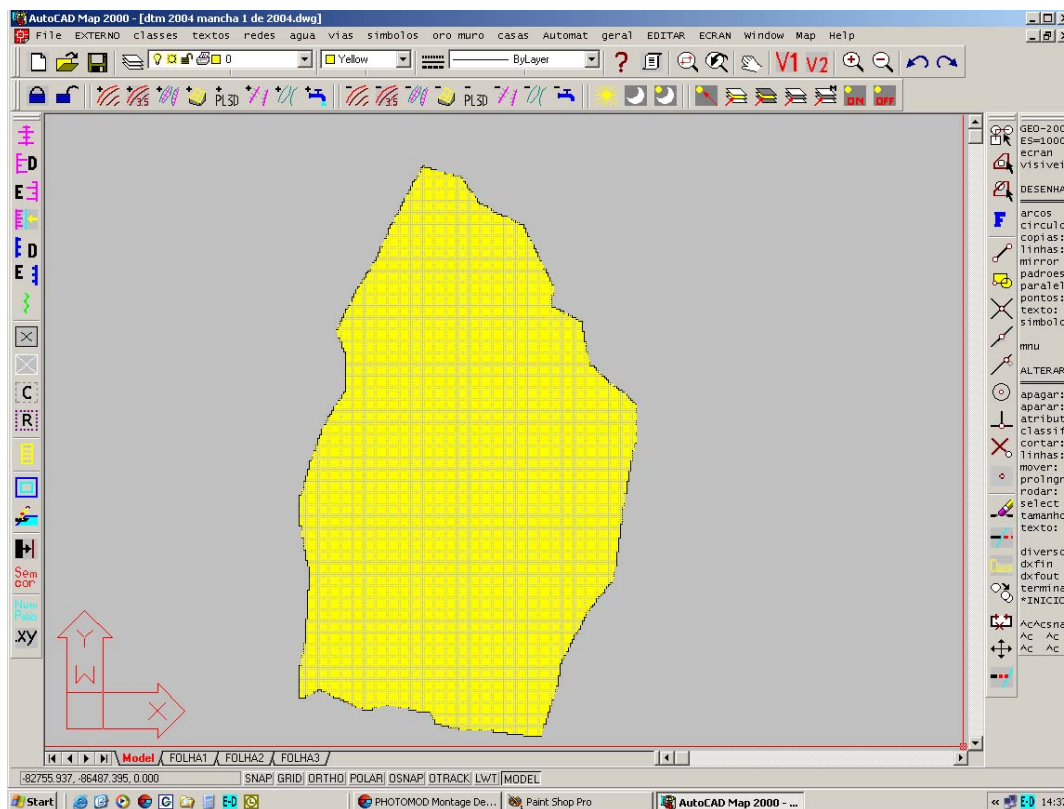
Расчеты объема

Для обработки ЦМР в формате CSV мы использовали программное обеспечение AutoCAD. Программа на языке LISP позволяла читать CSV файлы и создавать 3D точки.

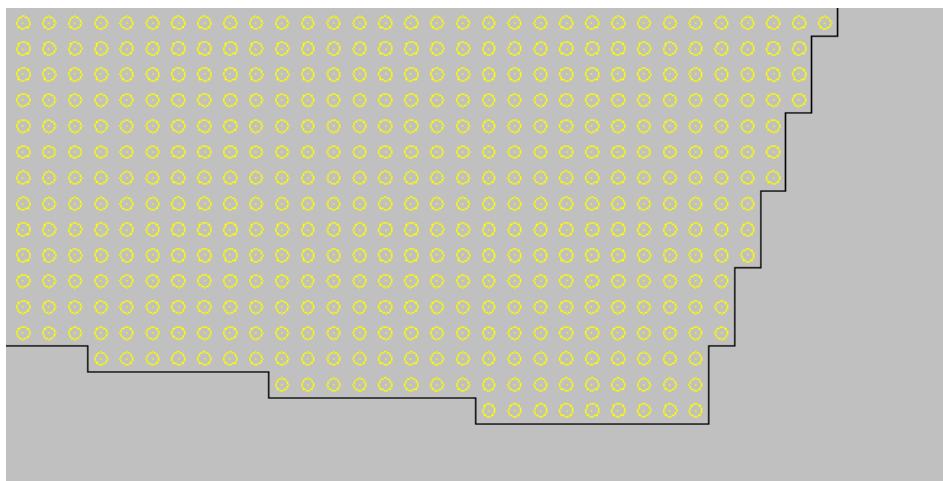
Все точки, находившиеся вне области интереса, были удалены, а объем грунта на оставшейся площади был подсчитан с помощью другой Lisp программы.

Для подсчета разницы объемов мы повторили те же самые шаги для той же территории, но с файлом CSV, содержащим более старую ЦМР.

Пример площадки с 3D точками в программе AutoCAD:



Увеличенный фрагмент: каждая точка имеет точные координаты, а граница участка сдвинута на 50 см по X и Y относительно точек.



Заключение: 3.7 и 3.8 версии системы PHOTOMOD, которые мы использовали – являются мощными средствами для создания заказанной продукции и в этой статье раскрыты далеко не все возможности, предоставляемые различными модулями программы PHOTOMOD.

Сотрудники компании Geobit, пользуясь предоставленной возможностью, поздравляют всех коллег из компании Racurs с разработкой отличного программного обеспечения, которое они создали в последние годы.

В нижеследующем приложении мы публикуем тексты программ на языке Lisp (только для исследовательских целей).

```
(defun C:VOLUME()
(gc)
(prompt "Select the POINTS that you want to calculate ")
(ssget)
(setq ssl(ssget "p"))
(if (= ssl nil) (exit))
(setq volume 0.0 count 0 number_points 0 number_entities (sslength ssl))
(if (= 0 (sslength ssl)) (exit))
(while
(< count number_entities )
(setq v1(entget(ssname ssl count)))
(if (= "POINT" (dxf 0 v1))
(progn
(setq volume (+ volume (caddr (dxf 10 v1))))
(setq number_points (+ 1 number_points))
);if
(setq count (+ count 1))
);while
(prompt (strcat "\n The Volume = " (rtos volume 2 0) " , from " (itoa number_points) " Points !"))
);defun
```

```
(defun dxf (code elist)
(cdr (assoc code elist))
)
```

```
(defun C:READ_CSV ()
(setq FICH (getstring "Write the file name ( TXT extension ) that must be in the Folder C:\SWR
"))
(setq FICH (strcat "c:\\swr\\" FICH ".txt"))
(setq f (open FICH "r"))
(ommand "clayer" "0")
(setq grid_point "1")
(while grid_point
(setq grid_point (read-line f))
(Command "POINT" grid_point)
);while
(close f)
);defun
```