

Bányamérés drónnal és repülővel - felszínmodellek minőségének értékelése

2015. Október 29.

FÉNYKÉP, TÉRKÉP, FÉNY - TÉR – KÉP Konferencia, Gyöngyös

Márta Gergely, Rajczy Judit, Sándor Csaba, Tuzson Gergely

Polydesign Kft.



Tartalom

- (UAV repülés engedélyezésének legújabb fejleményei)
- Bányamérők, bányavállalkozók kötelezettségei
- Andezitbánya esettanulmány
 - 1 cm/px UAV
 - 3,5,10px cm pilótás repülés



POLYDESIGN Kft.

Földmérési – térinformatikai – légi fényképezésben jártas szakemberek együttműködése egy innovatív szolgáltatás létrehozásáért különböző szakterületek számára.

A Fotótérkép - alkalmazási területtől függően 1-10 cm felbontású, 3-30 cm pontosságú, több ezer légifényképből készült 3 dimenziós modell, amely lehetővé teszi mérések és elemzések elvégzését.

A gyors reakcióidő, a nagy felbontás, a pontosság és a modern eszközökkel előállított, fotorealisztikus térmodell révén új alkalmazási területek nyíltak meg a légi térképezésben.

UAV repülés engedélyezési folyamata



Előfeltételek:

- A cél megvalósítására alkalmas, a személy és vagyonbiztonsági követelményeknek megfelelő repülőeszköz.
- Megfelelően képzett és gyakorlott fő valamint segédpilóta.
- Felelősségbiztosítás (a Magyar FPV egyesület tagjai számára elérhető - <http://www.fpvsovetseg.hu/>)



Engedélyek:

- Légi tevékenységi engedély
Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal
- Eseti légtérhasználati engedély
Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal
- Légi távérzékelési engedély (jelenleg díjmentes)
Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat
- Frekvenciahasználati engedély (ha engedélyköteles)
Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság



UAV Légi tevékenységi engedélyhez szükséges dokumentumok:

- Formanyomtatvány
- Pilóták nyilatkozata repült órák tekintetében 100 össz. ill. 50 óra adott géptípuson
- Általános üzemeltetési feltételek leírása
- Munkaterület vázlati rajza
- Légtérprofil
- Helyszínbiztosítás, személy- és vagyonbiztonság
- Munka- és balesetvédelem
- UAV és távirányító műszaki leírása
- Banki igazolás eljárási díjról
- Felelősség biztosítás igazolás Magyar FPV Egyesülettől
- Cégekivonat
- Terület tulajdonosának, kezelőjének nyilatkozata



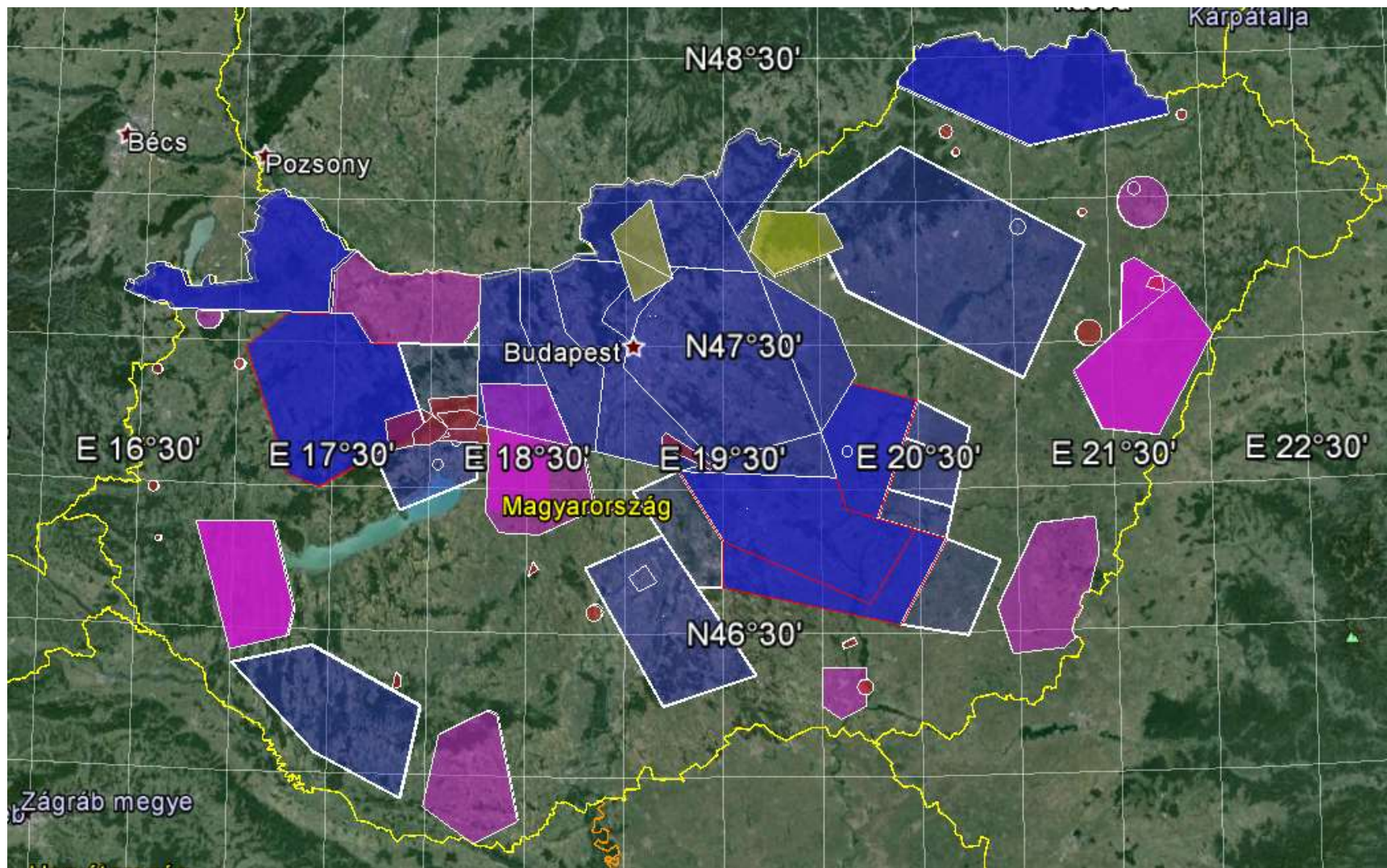
UAV Légtérhasználati engedélyhez szükséges dokumentumok:

- Formanyomtatvány
- **Biztonsági elemzés (kontrollált légtérben)**
- **Légi irányító szolgálat szakvéleménye (kontrollált légtérben)**



Magyarország légtérszerkezete:

- http://www.galatech.hu/pg/dir/Mo_3D-legter-terkepe_GoogleEarth.kmz
- CTA: control area ACC (area control center), vagy TMA (terminal area) – felszín felett, útvonalrepülő gépek biztosítása
- CTZ: control zone: felszíntől CTA-ig terjed, fel- leszálló forgalmat védi
- MCTR: katonai körzetek
- Ahol nem a légügy az illetékes hatóság: Korlátozott (pl. Budai Vár, Százhalombatta), veszélyes (katonai és rendvédelmi körzetek), tiltott (Paks, Kfki) légterek





Légi távérzékelési engedély:

A légi tevékenységi engedély birtokában, a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatához kell benyújtani a kérelmet. Közpénz felhasználásáról is nyilatkozni kell, ha felhasználásra került, akkor a légifelvételek kötelezpéldányát le kell adni a Földmérési és Távérzékelési Intézetnek.

- Távérzékelés helye
- Végrehajtás tervezett időszaka
- Légijármű típusa
- Légijármű lajstromjele (ha van)
- Légijármű üzemeltetője
- **Légi tevékenységi engedély száma**
- A távérzékelés végrehajtója
- A távérzékelés felhasználási célja
- A távérzékelő eszközök technikai paraméterei



Légi távérzékelés bejelentése:

Minimum 3 nappal a tervezett időpont előtt be kell jelenteni a légi távérzékelést a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatánál.

- Távérzékelési engedély száma
- Légijármű lajstromjele (ha van)
- Fel- és leszállás helye
- Fel- és leszállás ideje
- Munkaterület megnevezése
- A felvételező rendszer típusa
- Az adattároló, adathordozó eszközök azonosító száma

Távérzékelési adatlap

Távérzékelési engedély száma:

Légijármű lajstromjele:

Fel- és leszállások:

Hely	Dátum	Idő	Fel vagy leszállás

Munkaterület megnevezése:

.

A felvételező rendszer eszközeinek típusa, gyártási száma:

Megnevezés	Gyártási szám

Adattároló, adathordozó típusa, a távérzékelte adatok tárolási helye, azonosítója:

Lefedett területek sarokpont koordinátái, felvételek sorszáma.

Felvételek kezdő sorszáma:

Felvételek záró sorszáma:

Összesen:db

Az adattároló, adathordozó eszközök esetleges cseréjének időpontja:

Esetleges zavaró tényezők, melyek az engedélytől való eltérést eredményezték:

Bányamérési esettanulmány:

A bányamérés fotogrammetriai támogatásának lehetőségei



Bányavállalkozók adatközlési feladatai MBFH felé, amit hites bányamérők segítségével kötelesek teljesíteni:

- Műszaki üzemi terv elkészítése (alap engedély)
- Bányaművelési térkép elkészítése évente
- Bányajáradék bevallások mellékleteinek elkészítése (évente)



Bányamérési és üzemeltetési szempontok:

- A bányatelek 10/2010. (II. 26.) KHEM rendelet 2013 január 5-én hatályba lépett módosítása szerinti háromdimenziós térmodell kialakítására alkalmas mérési anyag szükséges
- Bányaművelési-, környezetvédelmi- és tervtérkép tartalmának kielégítése szükséges
- Elemzési, tervezési feladatainak elvégzését kielégítő adatsor létrehozása szükséges



Munkahipotézisek:

- A fotogrammetriai módszerrel előállított felszínmodell alapján, a jogszabályi előírásokat kielégítő bányaművelési térkép állítható elő.
- A felszínmodell alapján a hagyományos geodéziai eljárásoknál hatékonyabban meghatározhatók a területen deponált anyagmennyiségek és a bányajáradék szempontjából fontos felszín változások

Küldetések adatai

Felbontás cm/pixel	Kamera	Repülési magasság m	Képek készítésének távolsága m	Sortávolság m	Repülési sorok száma db	Elkészült / felhasznált képek száma db	Fotózás időigénye perc
10	D800	1060	141	219	5	49/49	8
5	D800	530	70.5	109.5	8	168/168	15
3	D800	320	42	66	13	655/426	45
1	A6000	85	11.3	17.6	43	1588/1533	6 ó 42 p + előkészítés 2 óra









Feldolgozási idők (Agisoft Photoscan Pro)

64 Gbyte RAM-ot, i7-3970X CPU-t, GTX 680 GPU, SSD

Ortofotó készítéshez szükséges műveleti idők (s)					
Légifelvételből ortofotó Photoscan Pro szoftverrel	Agisoft	10 cm felbontásnál	5 cm felbontásnál	3 cm felbontásnál	1 cm felbontásnál
Add Photos		1	5	21	40
Align Photos		299	957	2429	11475
GCP azonosítás légifelvételeken (18 GCP, 1 cm: 24 GCP)		1800	1800	1800	2400
Optimize		1	1	1	9
Build Dense Cloud (H)		3505	21410	45477	136514
Build Mesh (H)		72	684	1929	8621
Export Ortho		299	1630	4613	14520
Export DEM		74	145	365	2518
feldolgozási idő összesen (s)		6051	26632	56635	176097
feldolgozási idő összesen (óra)		1.7	7.4	15.7	48.9

Feldolgozás maradék hibája az illesztőpontokon



A kihelyezési szempontok figyelembevételével készült GCP-k pontossága

	1 cm felbontásnál		3 cm felbontásnál		5 cm felbontásnál		10 cm felbontásnál	
	ferde táv (cm)	magasság különbség (cm)	ferde táv (cm)	magasság különbség (cm)	ferde táv (cm)	magasság különbség (cm)	ferde táv (cm)	magasság különbség (cm)
átlag	1,6	1,2	2,0	1,1	5,2	5,0	9,9	7,6
max	4,5	2,5	3,7	2,3	10,3	15,8	16,8	19,6



Ellenőrzőpontok hibája



Különböző felbontású ortofotókon visszamért ellenőrzőpontok átlagos és maximális értékei

felbontás (cm)	GCP (db)	Síkbeli táv		magasság különbség	
		átlag (cm)	maximális (cm)	átlag (cm)	maximális (cm)
1cm	22	3.3	6.9	3.3	8.4
3 cm	18	4.9	18.9	6.5	19.7
3 cm	1	9.7	13.5	12.1	36.0
3 cm	0	10.7	20.5	46.7	72.8
5 cm	18	7.5	17.3	12.8	85.0
10 cm	18	14.6	29.5	13.5	67.6
10 cm	4	16.1	27.6	55.8	137.5
10 cm	0	89.3	121.0	346.3	537.8

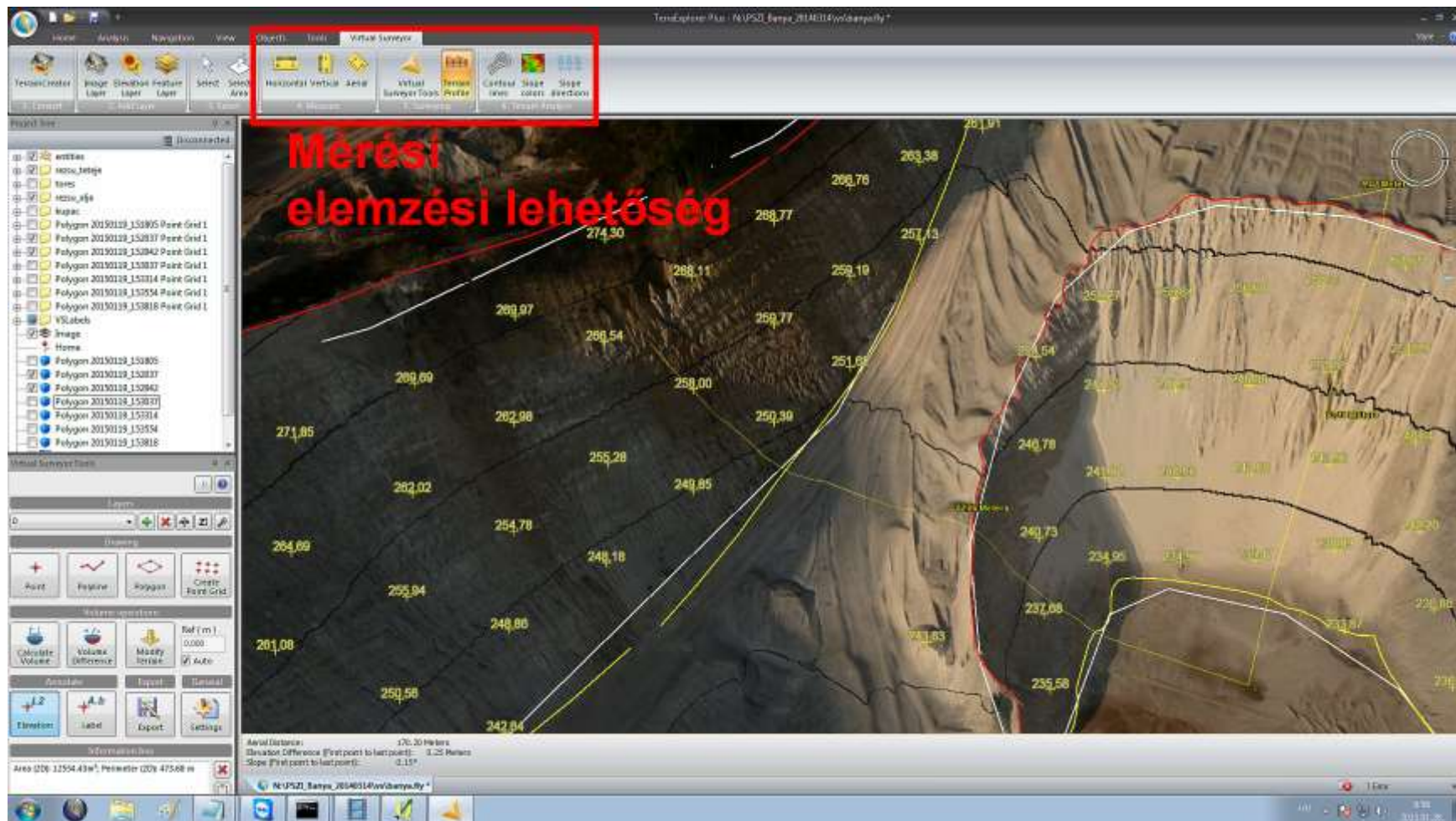


Következtetések (felszínmodell pontosság):

- A fotogrammetriai feldolgozás egyedi ellenőrzőpontokon mért hibája módszertanilag nem vethető össze a hagyományos geodéziai módszernél előírt pontonkénti 10 cm maximális hibával, mivel egy hasonló bánya esetében nagyságrendileg 10.000 mért pontról van szó, míg fotogrammetriai feldolgozás esetén milliós pontfelhőről beszélhetünk.
- Az ellenőrzőpontokon mérhető hibák nagyságrendileg azért utalnak a modell pontosságára.
- A modell részletessége még 10 cm-es terepi felbontásban is jóval nagyobb a geodéziai módszernél.
- A nagyobb részletességből, még az egyedi pontokon mért kisebb pontosság mellett is a bányaművelési térkép célját tekintve jobb eredmény érhető el.
- Döntés kérdése, hogy a hatóság elfogadja-e az ilyen módon készült alapanyagot a bányaművelési térkép alapjául.
(Várhatóan el fogja fogadni.)

Térfogatszámítások 3 depónián







Térfogatszámítások 2.

Térfogatmérés a kőbánya szélén kijelölt depóniakon (m ³)				
	depo1	eltérés 1 cm-től	depo2	eltérés 1 cm-től
1cm felbontásnál	1723	-	14454	-
3cm felbontásnál	1729	0.3%	14616	1.1%
5cm felbontásnál	1690	-1.9%	14611	1.1%
10cm felbontásnál	1637	-5.0%	14475	0.1%
Geodéziai méréssel			14228	-1.6%

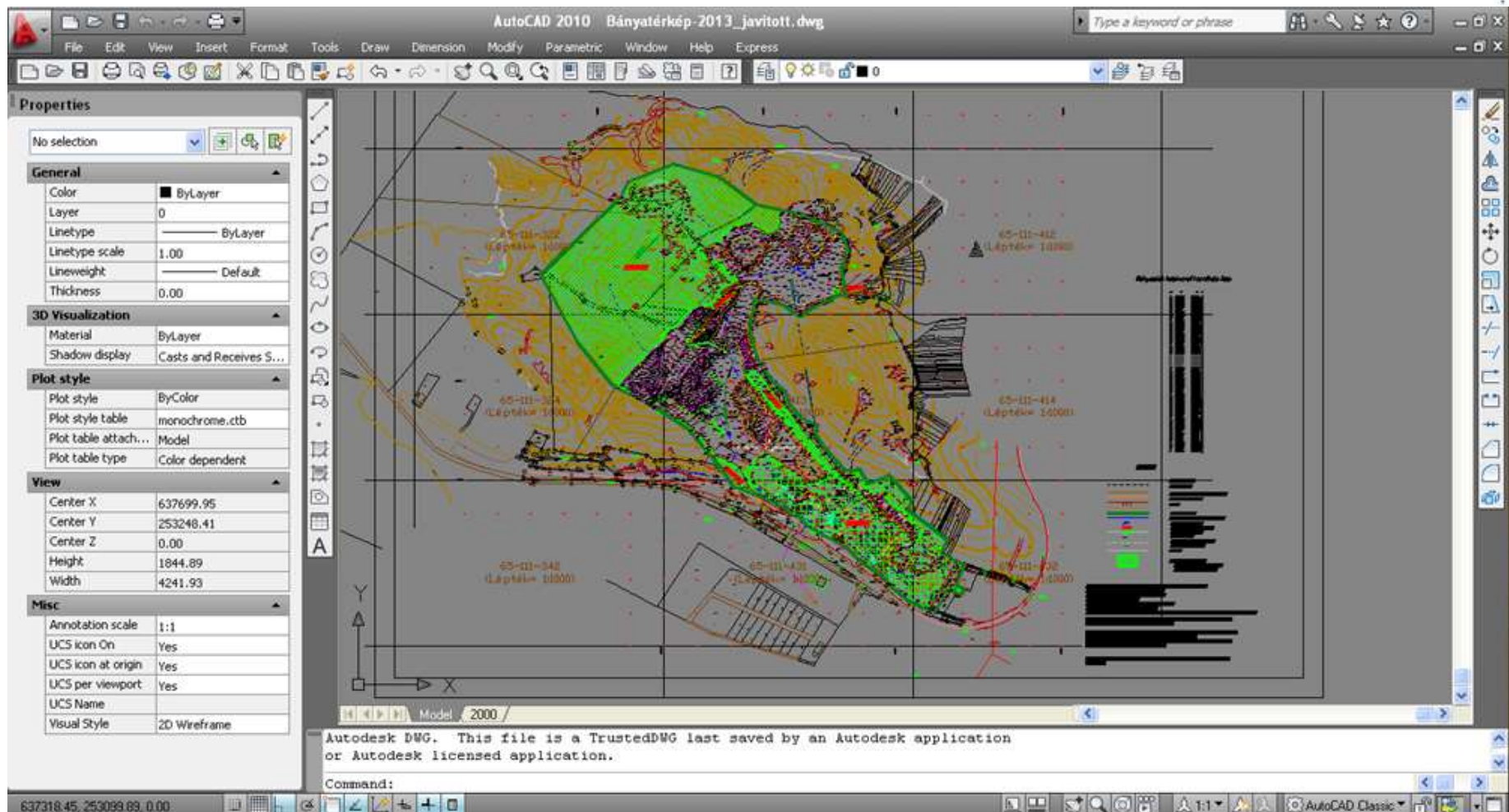
Térfogatmérés a bányagödörben és egy változó méretű depónián				
	bányagödör	eltérés 3 cm-től	depo4	eltérés 3 cm-től
1cm felbontásnál	161219	-	1401	-
3cm felbontásnál	151686	-	925	-
5cm felbontásnál	151361	-0.2%	947	2%
10cm felbontásnál	150966	-0.5%	963	4%



Következtetések (térfogatmérés):

- A fotogrammetriai módszerrel készült felszínmodell konzisztens eredményt ad mindhárom felbontásban.
- Geodéziai módszerrel egy depóniát mértek meg (depo2), így közvetlen összehasonlításra csak ennél van mód.
- A depóniák alapsíkjának meghatározása pontosan ugyanazokat a kérdéseket veti fel, mint a geodéziai felmérésnél.
- A gyalog nem megközelíthető helyen szükséges térfogatmérések lehetővé válnak.

Jogszabálynak megfelelő bányaművelési térkép



Köszönjük a figyelmet!

info@fototerkep.hu

Jó szerencsét!