

Földi lézeres letapogatás feldolgozása a Mexikópusztai Pro Silva bemutató területen

Király Géza – Brolly Gábor
Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
Földmérési és Távérzékelési Tanszék





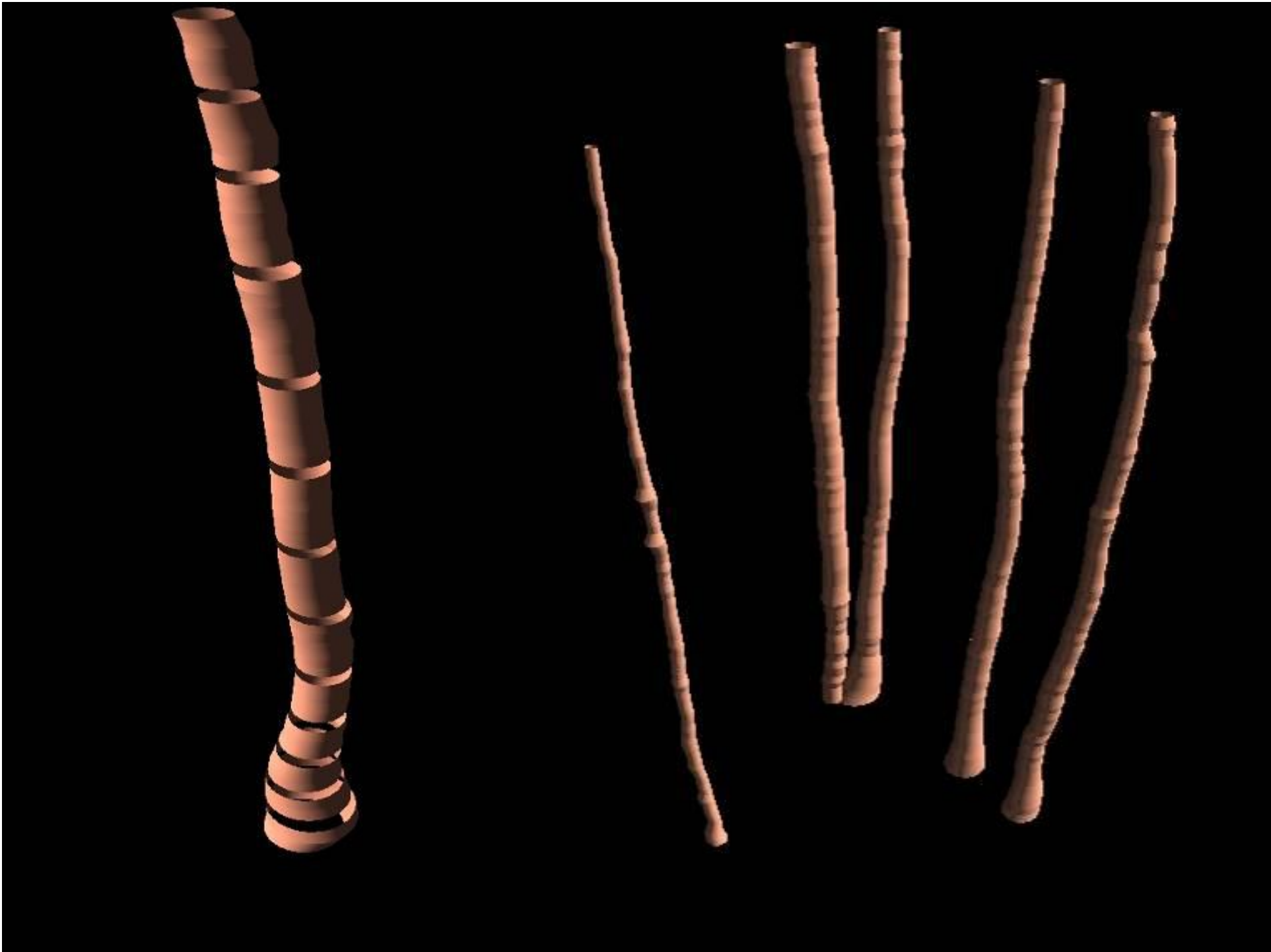
Vázlat

- Előzmények
- A terület bemutatása
- A felmérés előkészítése
- A felmérés kivitelezése
- A felmérés feldolgozása
- További lehetőségek



Előzmények

- OTKA T 048999: Digitális fotogrammetriai kutatások az erdészet területén 2005-2008
- Hidegvíz-völgy erdőrezervátum
 - Király et al. 2007
 - Király – Brolly 2008
 - Brolly – Király 2009
- Szentesi Levente, Csépanyi Péter, Kálmán Miklós

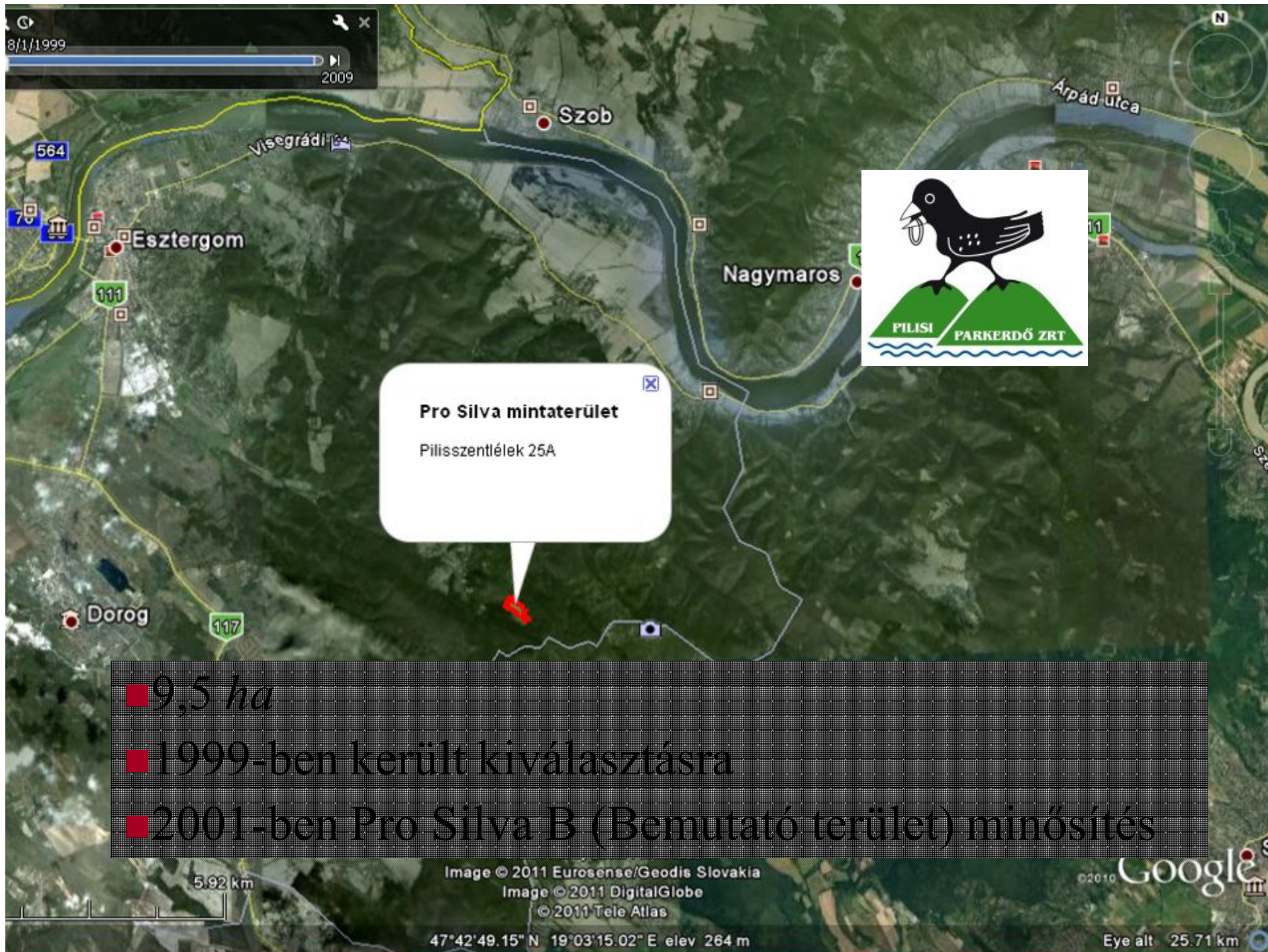


Pro Silva Pro Silva Europe



- 1989-ben Szlovéniában alapított európai erdészek szövetsége
- Természetes folyamatokra alapozott, tartamos erdőgazdálkodás
 1. Az ökoszisztémák megőrzése;
 2. A talaj és a klíma védelme;
 3. A faanyag és más termékek termelése;
 4. A rekreációs, közjóléti, kulturális lehetőségek nyújtása.
- 1999-ben Pro Silva Hungaria megalapítása





Faállomány-szerkezet

- Felső koronaszint ~100 éves
 - Bükk (*Fagus sylvatica*)
 - Tölgy (*Qercus petraea* és *Q. robur*)
- Alsó szint
 - Gyertyán (*Carpinus betulus*)
- Újulati szint
 - Bükk (*Fagus sylvatica*)
 - Tölgy (*Qercus petraea* és *Q. robur*)



A földi lézeres letapogatás célja

Az erdő komplexitásának növekedésével a következők válnak egyre szükségesebbé:

- A jelen állapot térben részletes felmérése,
 - Domborzatmodell
 - Törzstérkép
 - Faállomány-szerkezet
- Hosszútávú vizsgálatok megalapozása,
- A napi gazdálkodás tervezésének segítése.

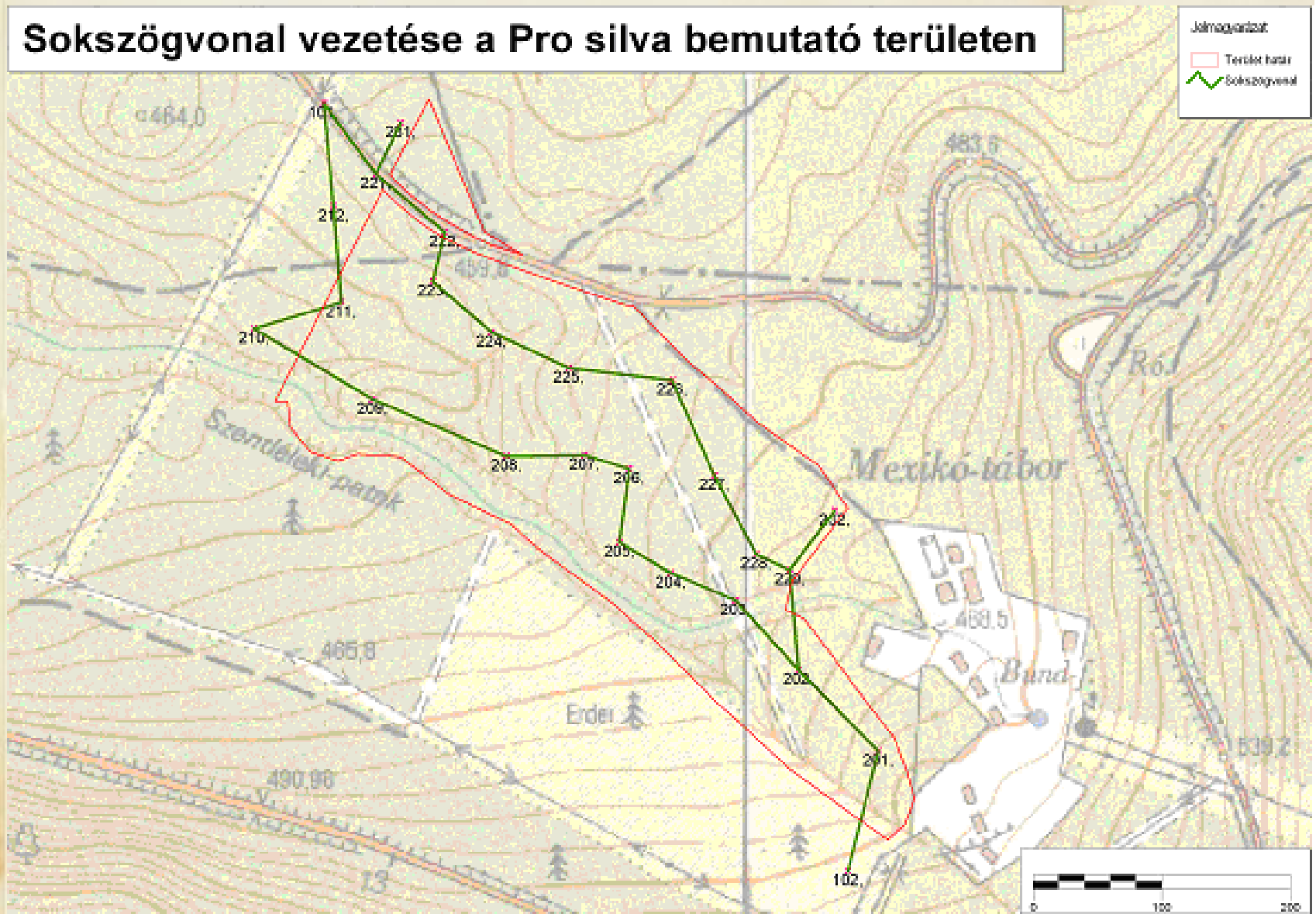


A felmérés előkészítése

- Geodéziai felmérés
- 3 GNSS alappont
- Sokszögelés az alappontok között
- Lézeres felmérés pontjainak kitűzése
- Síkraajzi felmérés elvégzése

- Kiss Boglárka (2009): Geodéziai előkészítő munkálatok lézeres felméréshez a Pilisszentlélek 25A Pro Silva Bemutató Területen. Diplomaterv

Sokszögvonala vezetése a Pro silva bemutató területen





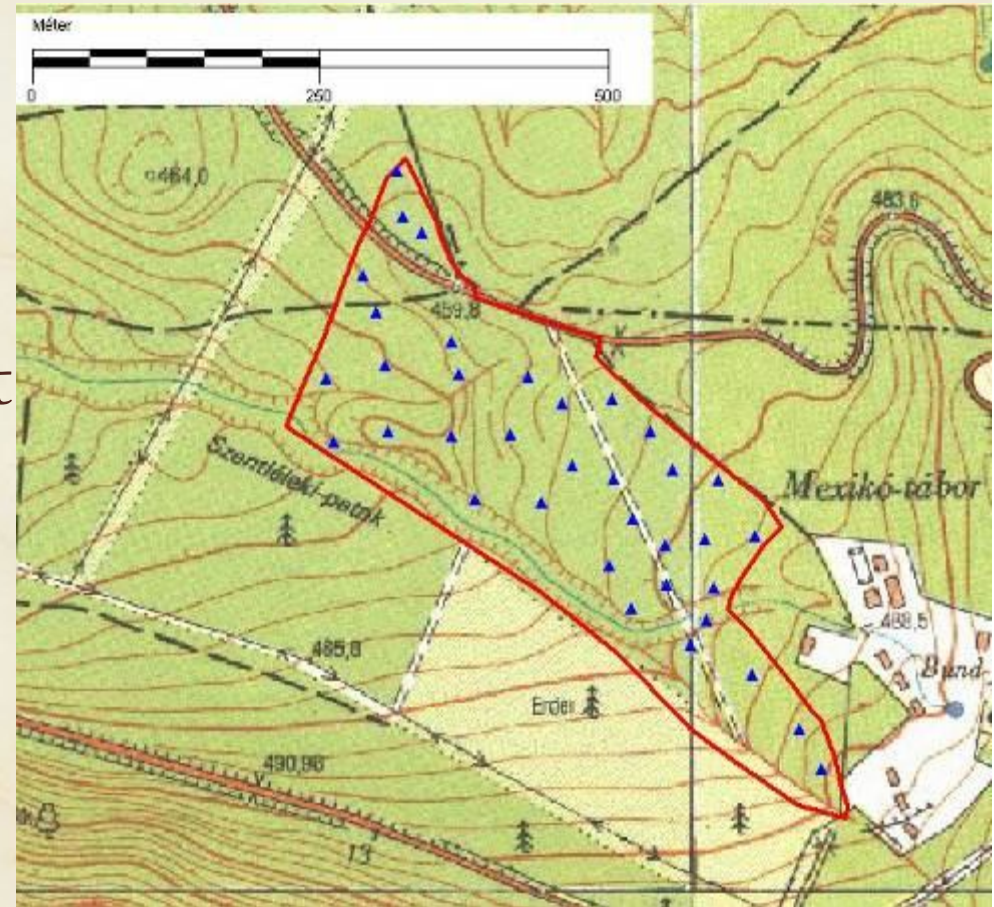
2011.06.09

Kutatás-fejlesztések a Pilisben, EIK

11

A felmérés kivitelezése

- Riegl LMS-Z420i
- 2008.december és 2009.április
- Lombtalan állapot
- 76 (38) álláspont
- PiLine Kft.



A felmérés kivitelezése



Kapcsoló- és
illesztőpontok

Riegl LMS-Z420i

Az eredmény pontthalmaz

- ~ 360 Millió pont
- A 76 álláspont felvételeinek transzformálása közös koordinátarendszerbe
- A terep és a vegetáció pontjai nem különíthetők el





Adatfeldolgozás

- Előfeldolgozás, relatív és abszolút tájékozás (PiLine Kft.)
- **Felületmodellek (DDM és BFM) előállítása**
- **Törzstérképezés**
- Modellezés

Előfeldolgozás, relatív és abszolút tájékozás

- Relatív tájékozás – regisztrálás
 - Kapcsolópontok alapján
 - Pontfelhő-kényszer
- Abszolút tájékozás
 - Illesztőpontok alapján
- Pontok színezése
 - Fényképek alapján



Domborzatmodell előállítás

- Funkciói
 - Földfelszín magassági viszonyainak leírása
 - Növényzet magasságának referenciaszintje
 - A növényzet pontjainak elkülönítése
- Lépései
 - Tereppontok leválogatása (szűrése)
 - Tereppontok közbesítése (approximációja)

Tereppontok leválogatása

- Alapja: Adott méretű környezetben a pontok relatív magassági viszonyai
- Hipotézis: A pontcsoporton belül a legmélyebben található pontok tereppontok
- Nehezítő tényezők
 - Meredek lejtők
 - Növényzet takarása
 - Teljes adattömeg
 - ...
- Különböző módszerek kipróbálása
 - Iteratív minimum szűrő görbületi küszöböléssel (Király, Brolly 2007)
 - Progresszív háromszögháló-sűrítés (Axelsson, 2000)



Feldolgozás

- TreesVis

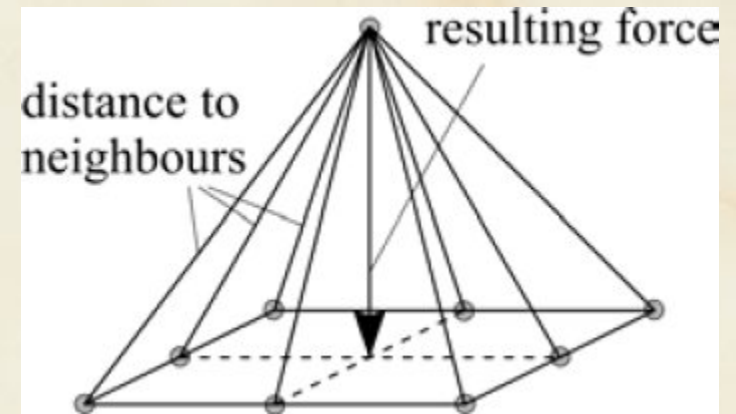


- Rendkívül gyors
- Jó memóriakezelés
- Aktív felületek módszere (Elmqvist et al., 2001)

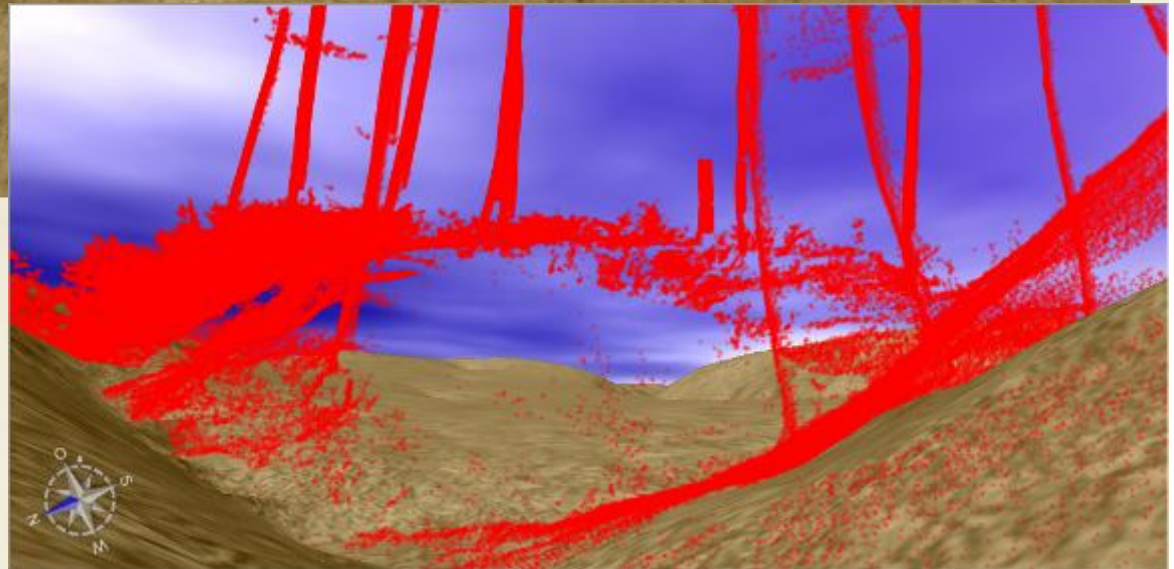
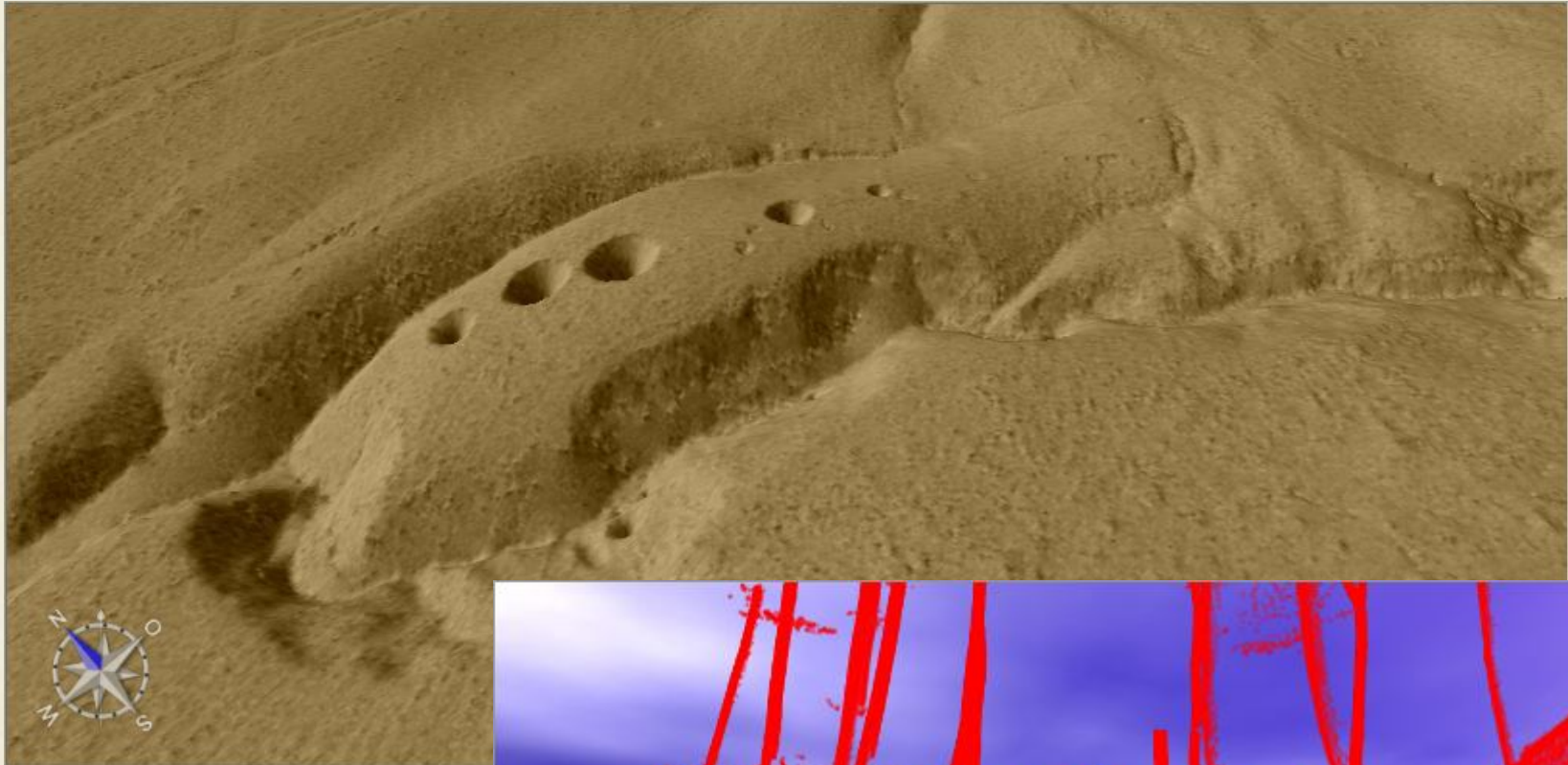
- Minden mért pont a lokális magassága alapján súlyszámot kap

- Rugalmas lemez modellje

- A pontok a súlyuk szerint vonzzák a lemezt → A mélyebb pontok alakítják leginkább a lemezt
- A lemez rugalmassága korlátozza a deformáció mértékét → sima lefutású felület

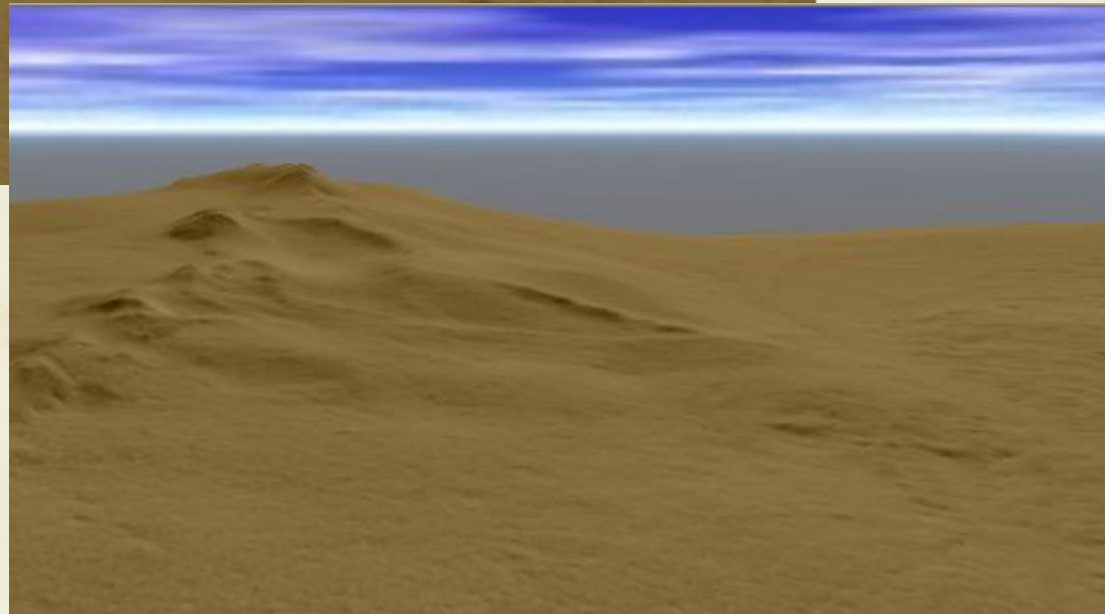
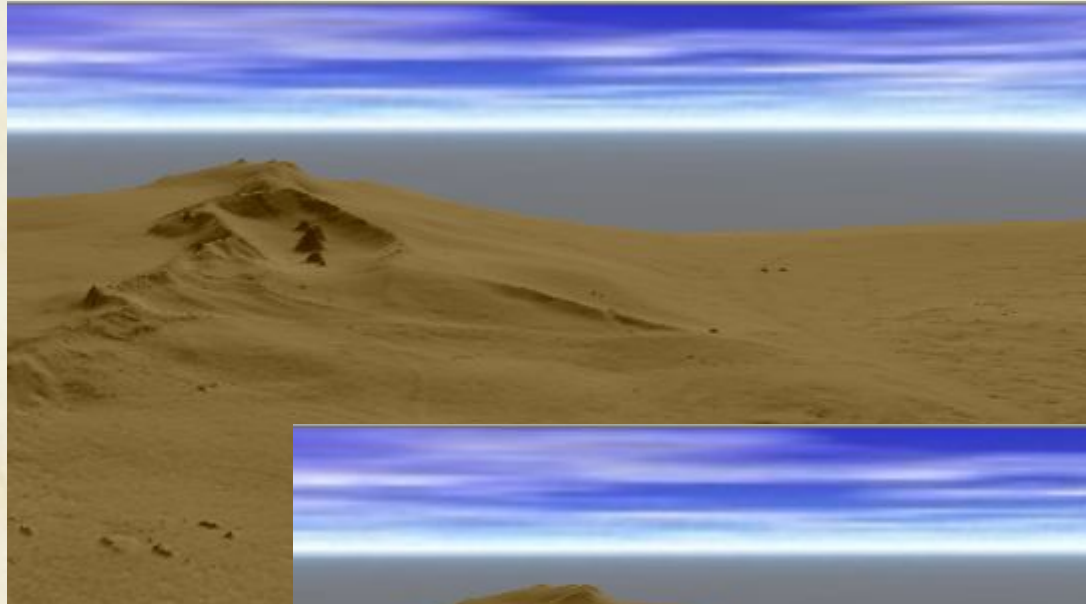


Durva hibák I. – Tölcsérek



2011.06.09

Javítás a modell „átfordításával”

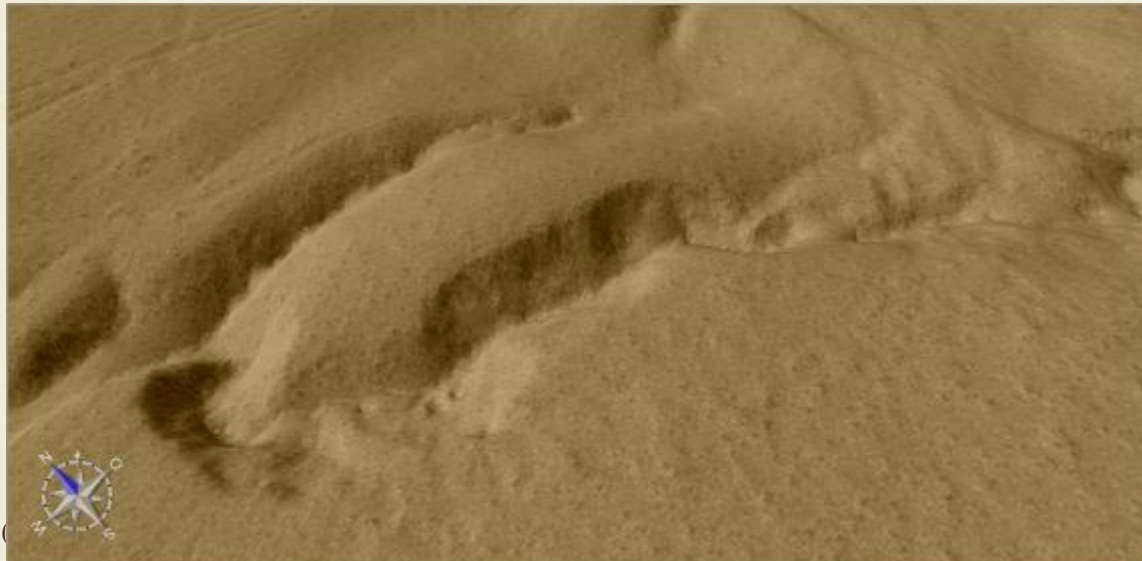


2011.06.09

Kutatás-fejlesztések a Pilisben, EIK

21

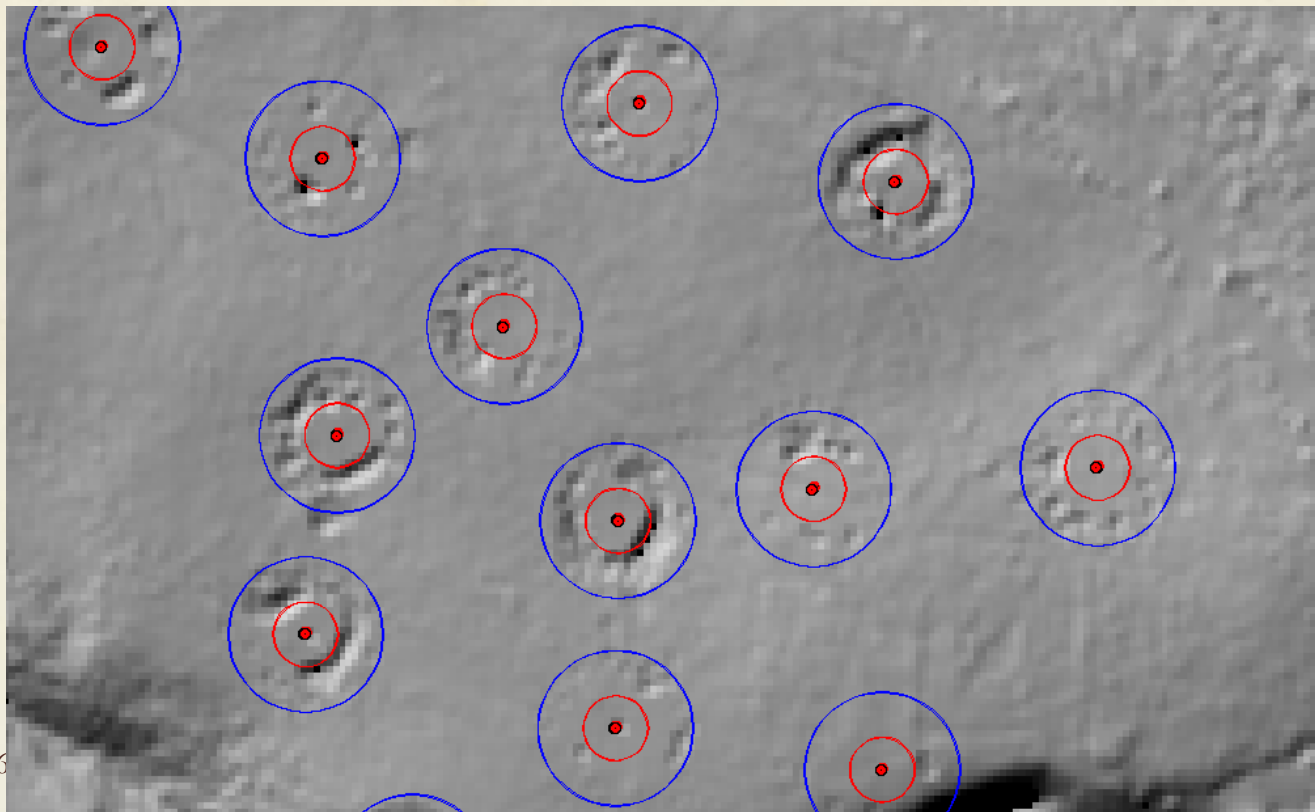
Javítás a modell „átfordításával”



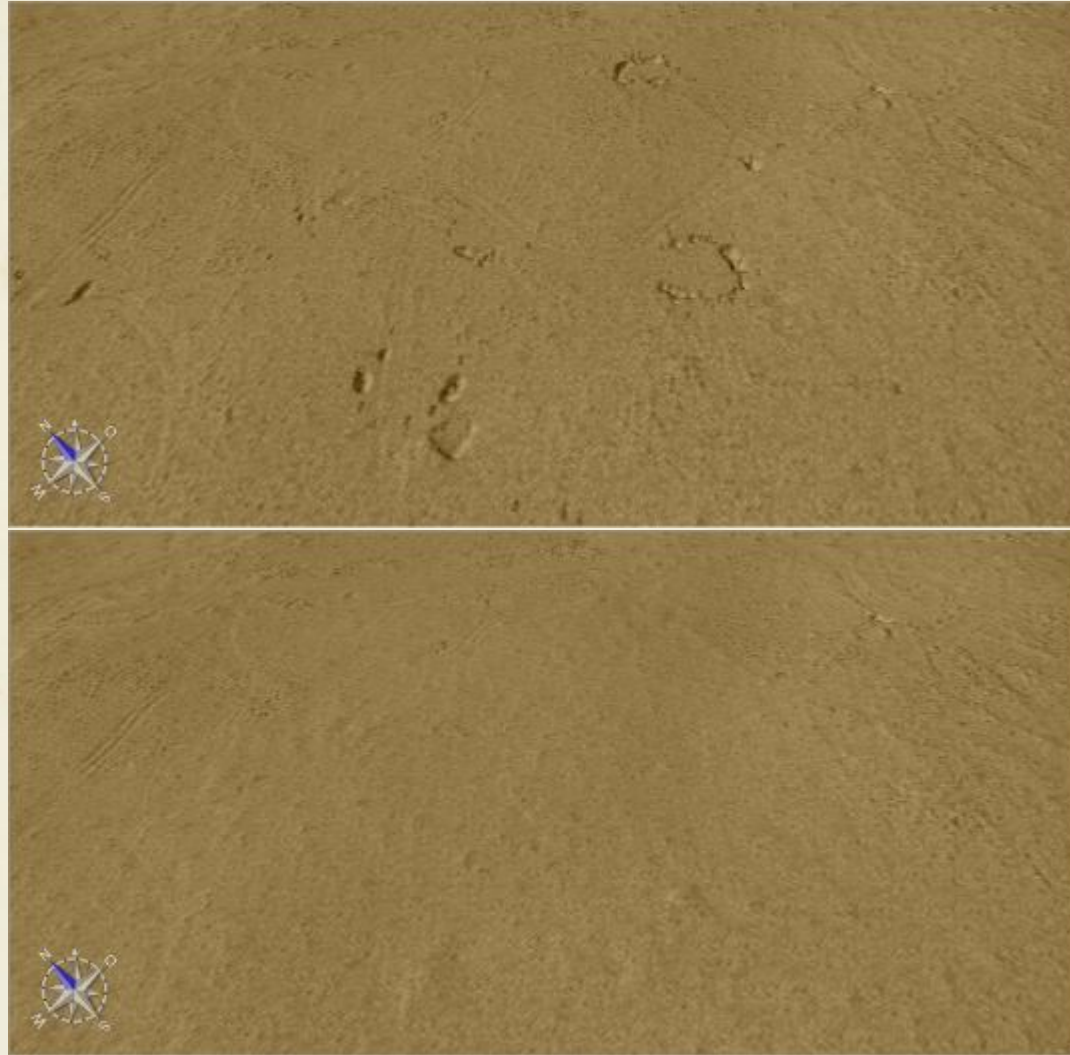
2011.06.0

Durva hibák II.- „Körárkok”

- Álláspontok környezetében
- Többnyire szabályos kör alakú
- Szisztematikus mérési hibák (kalibráció hiánya?)



Javítás a lejtés küszöbölésével

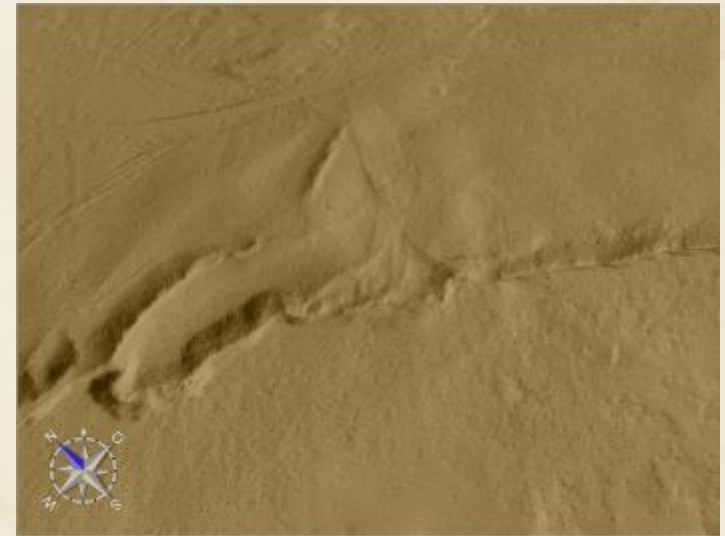


2011.06.09

Kutatás-fejlesztések a Pilisben, EIK

24

A végleges domborzatmodell



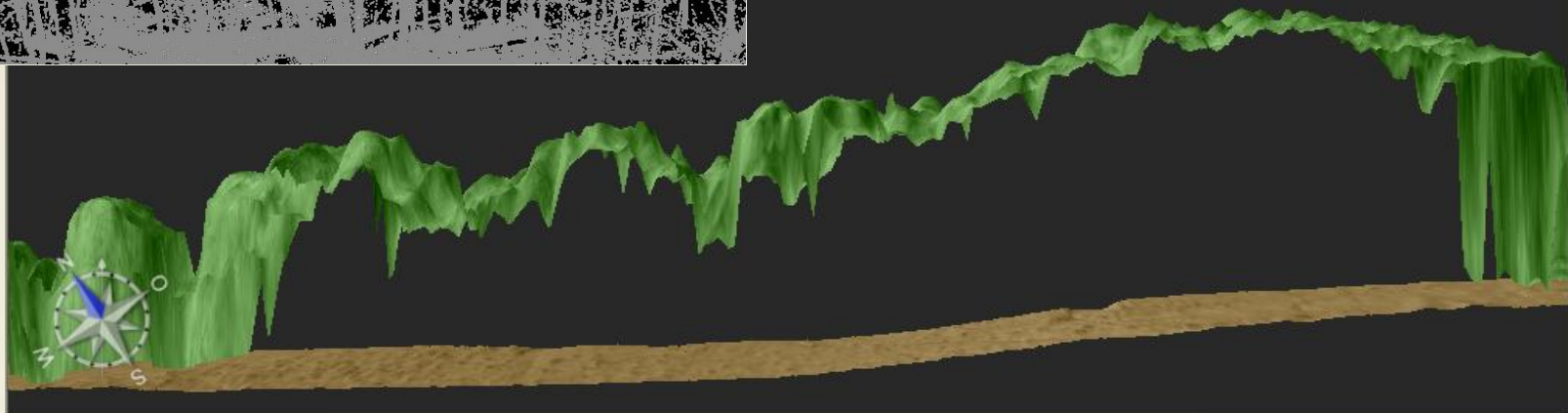
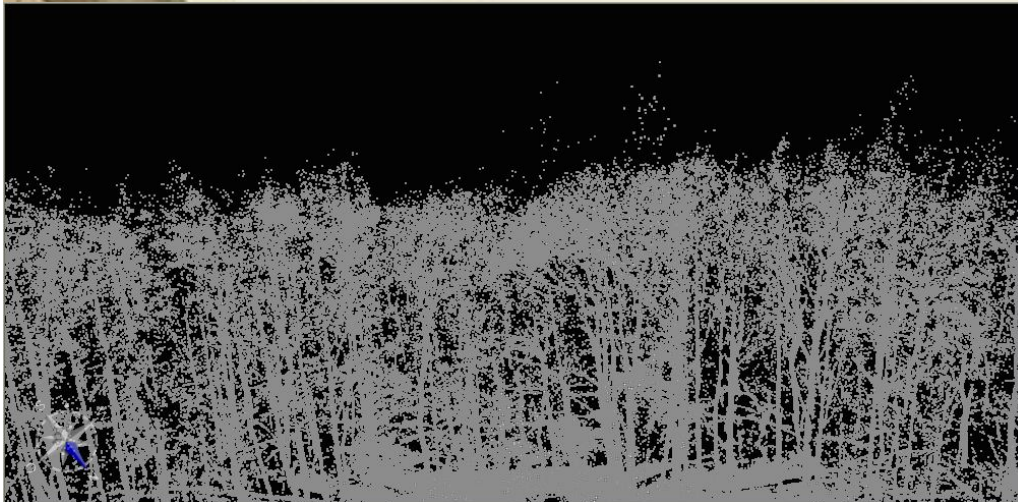
2011.06.09

Lisben, EIK

25

Lombkorona felületmodellje

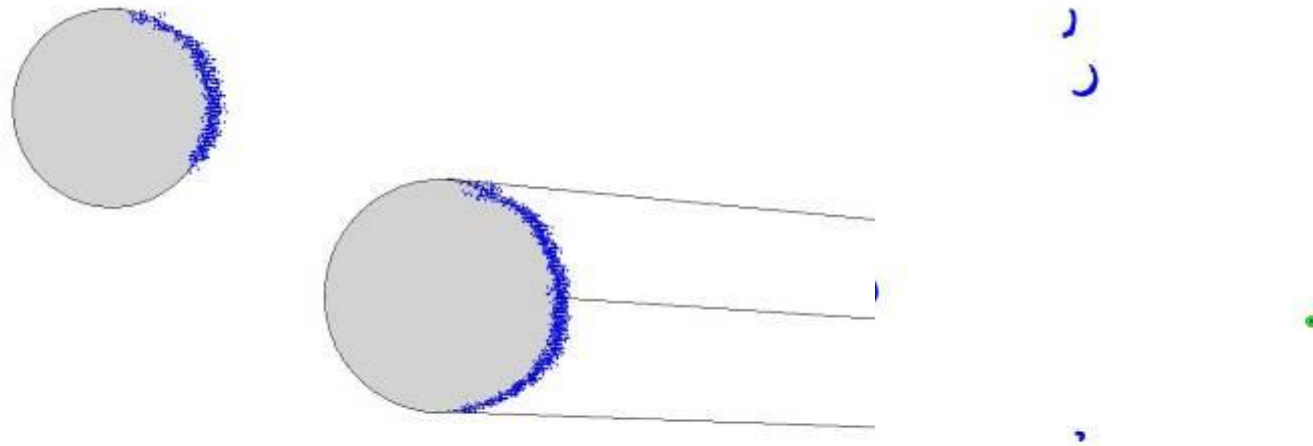
- Aktív felületek módszere
- Fordított súlyfüggvény
- Lombkoronák magasságának *közelítése*



Törzstérképezés I.

Holdszarló (HS) módszer

- Mellmagassági (1,25-1,35 m) pontok leválogatása
- Egy álláspontból ~szabályos holdszarló (HS) alak
- Kör illesztése a minimum, az átlagos és a maximális vízszintes szögű pontok átlagára

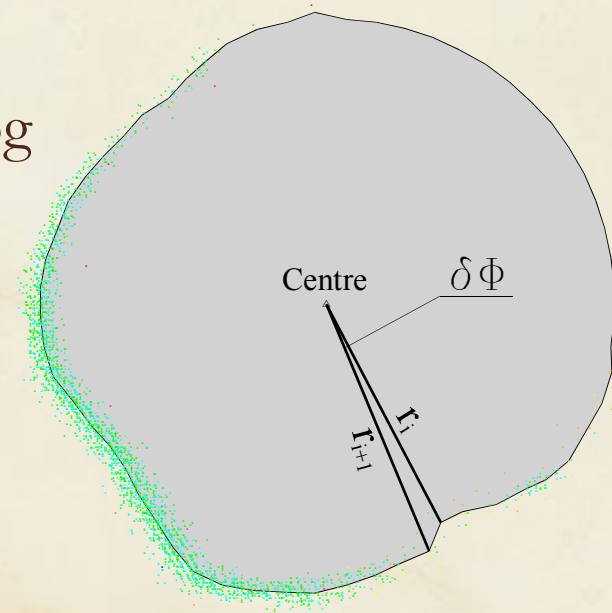


Hiv.: Király et al. (2007)

Törzstérképezés II.

Szabad formájú poligon (SZFP) módszer

- A HS módszer illesztett körei alapján,
- A pontokat kiválasztjuk, megszámláljuk és a vízszintes szög alapján sorba rendezzük
- Meghatározzuk a határértékeket
- A középponttól való távolságot mindig újraszámoljuk a pontok alapján
- Kialakítjuk a szabad formájú poligonokat (SZFP)

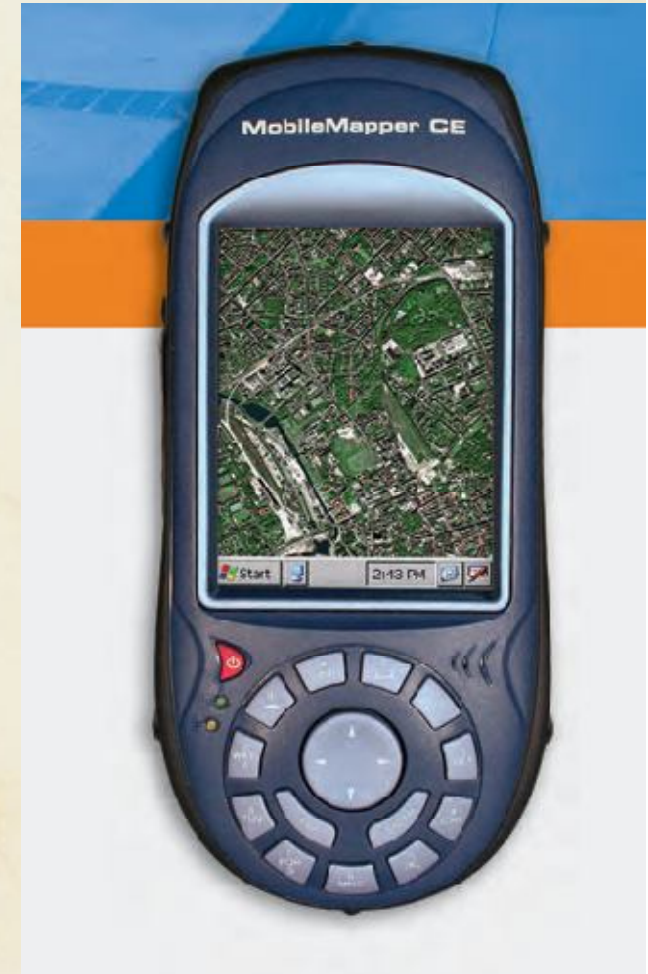


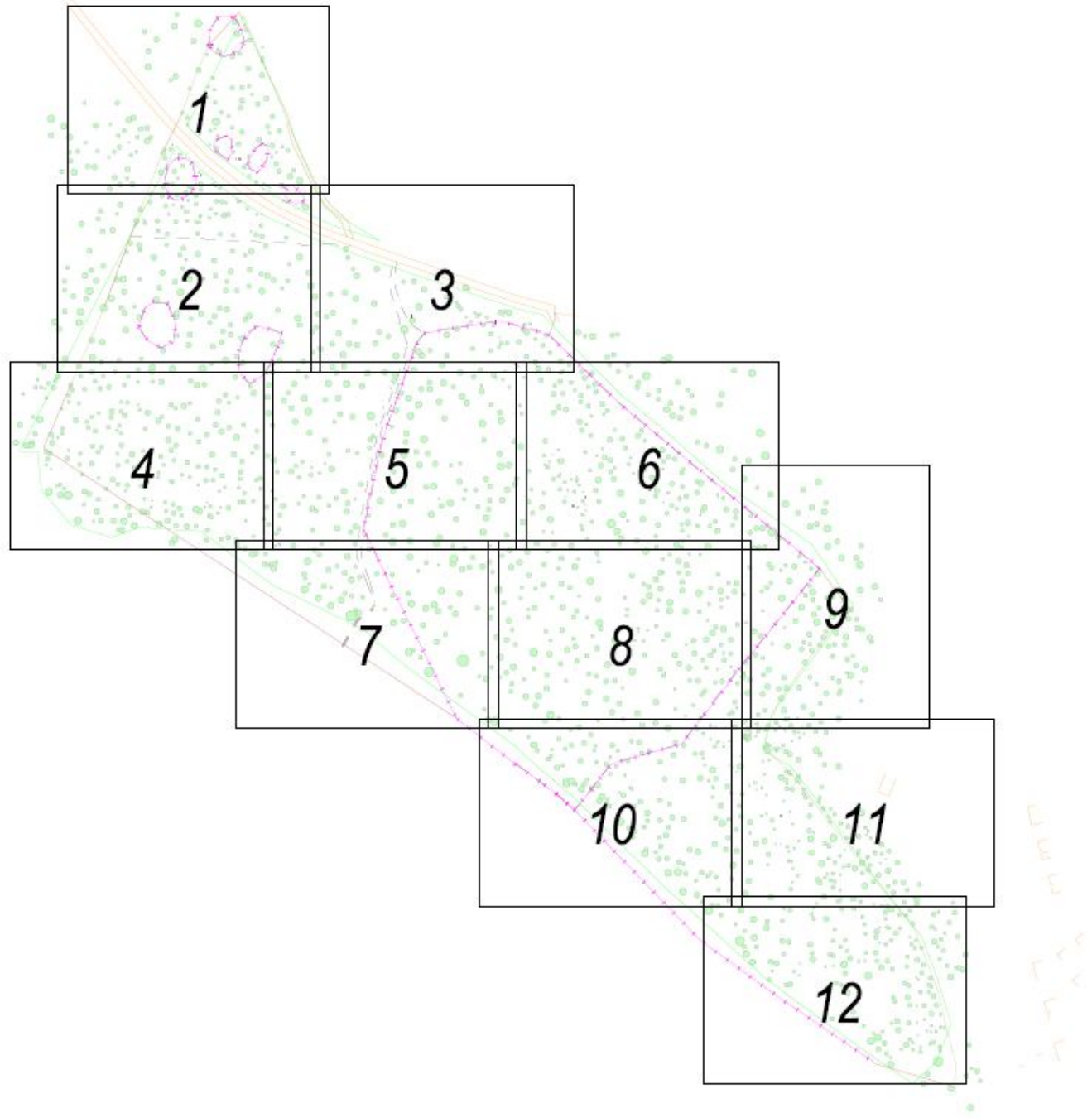
Hiv.: Király, Brolly (2010)

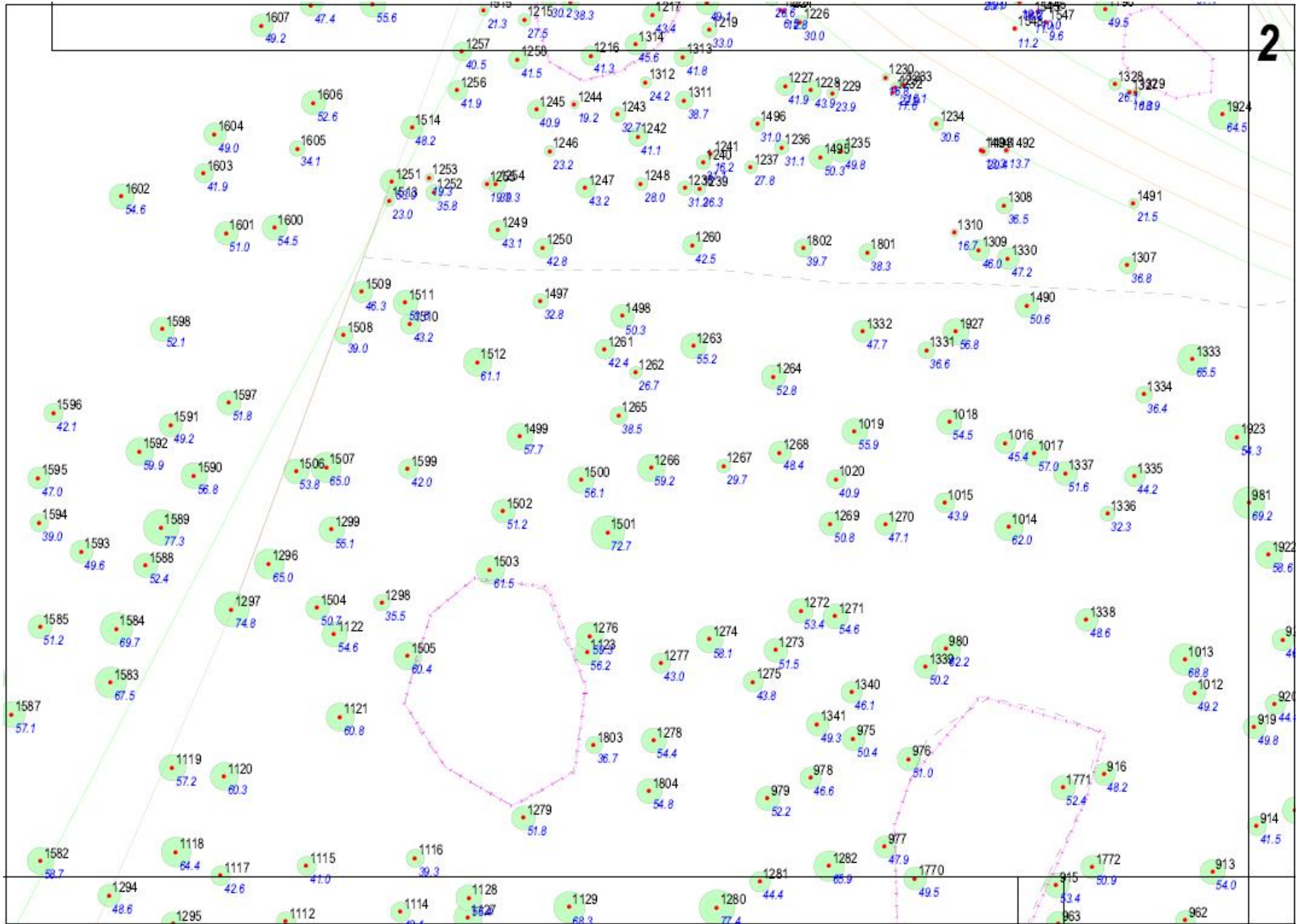
Törzstérképezés III.

Terepi ellenőrzés és javítás

- Fák ellenőrzése – kivágott törzsek
- Fafajok terepi meghatározása
- Terepi adatgyűjtő – Thales Mobile Mapper CE
- Papír-alapú



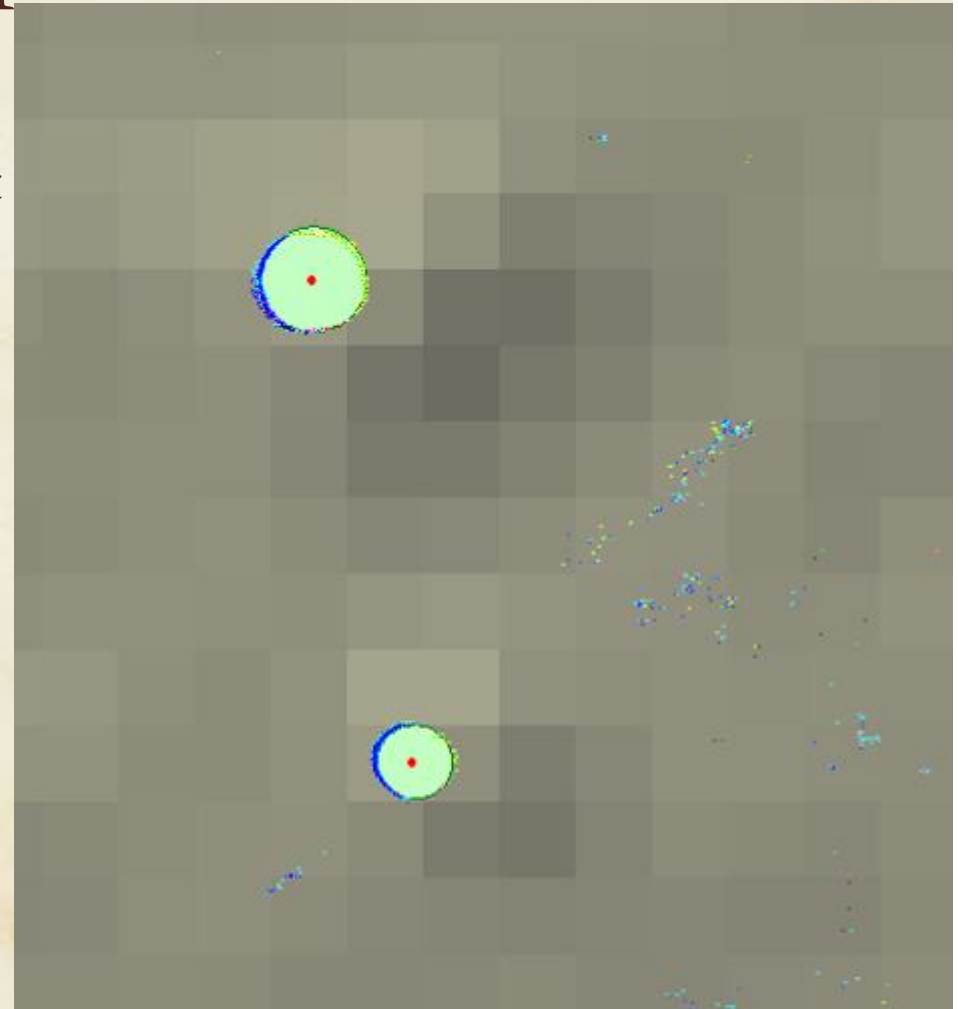


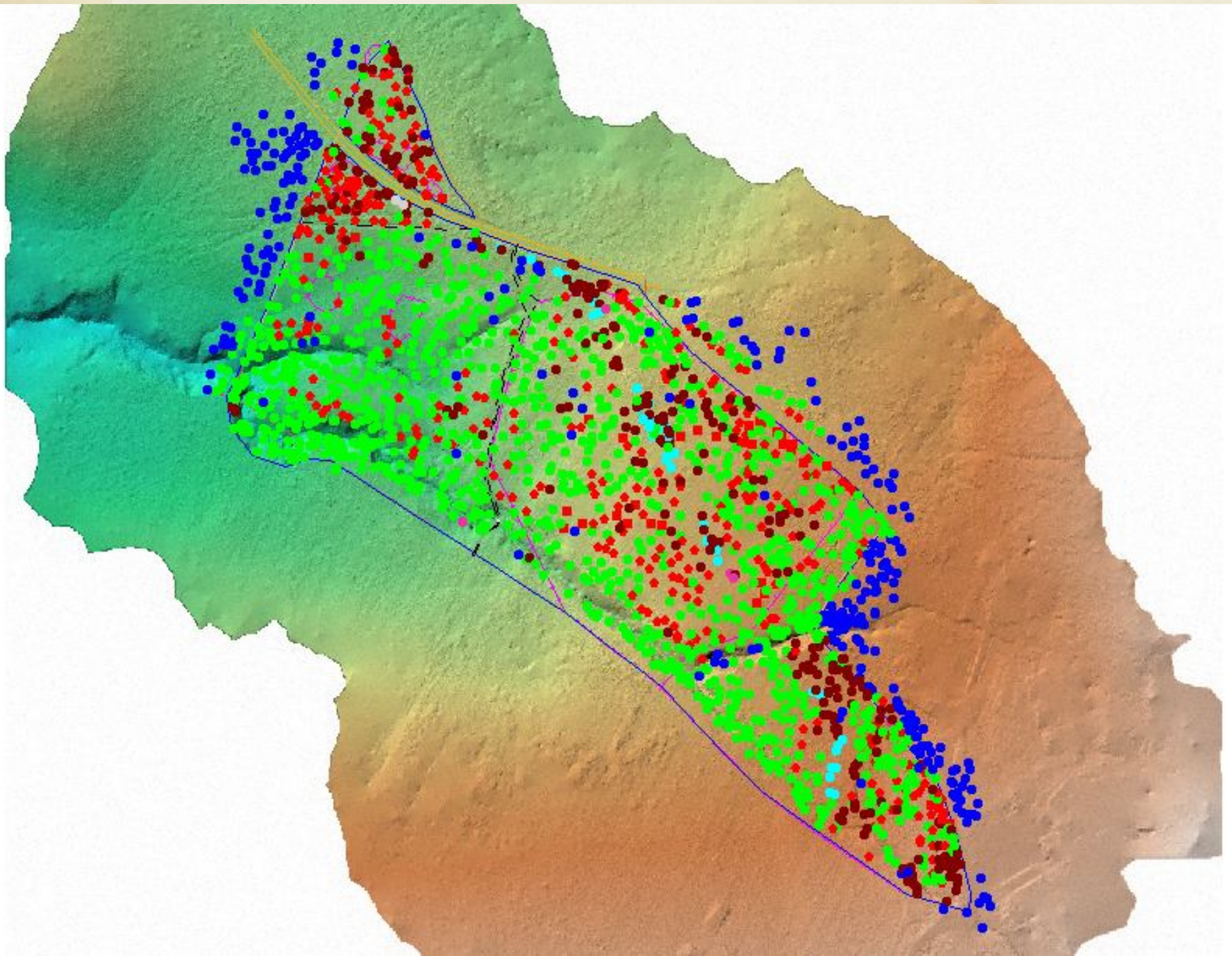


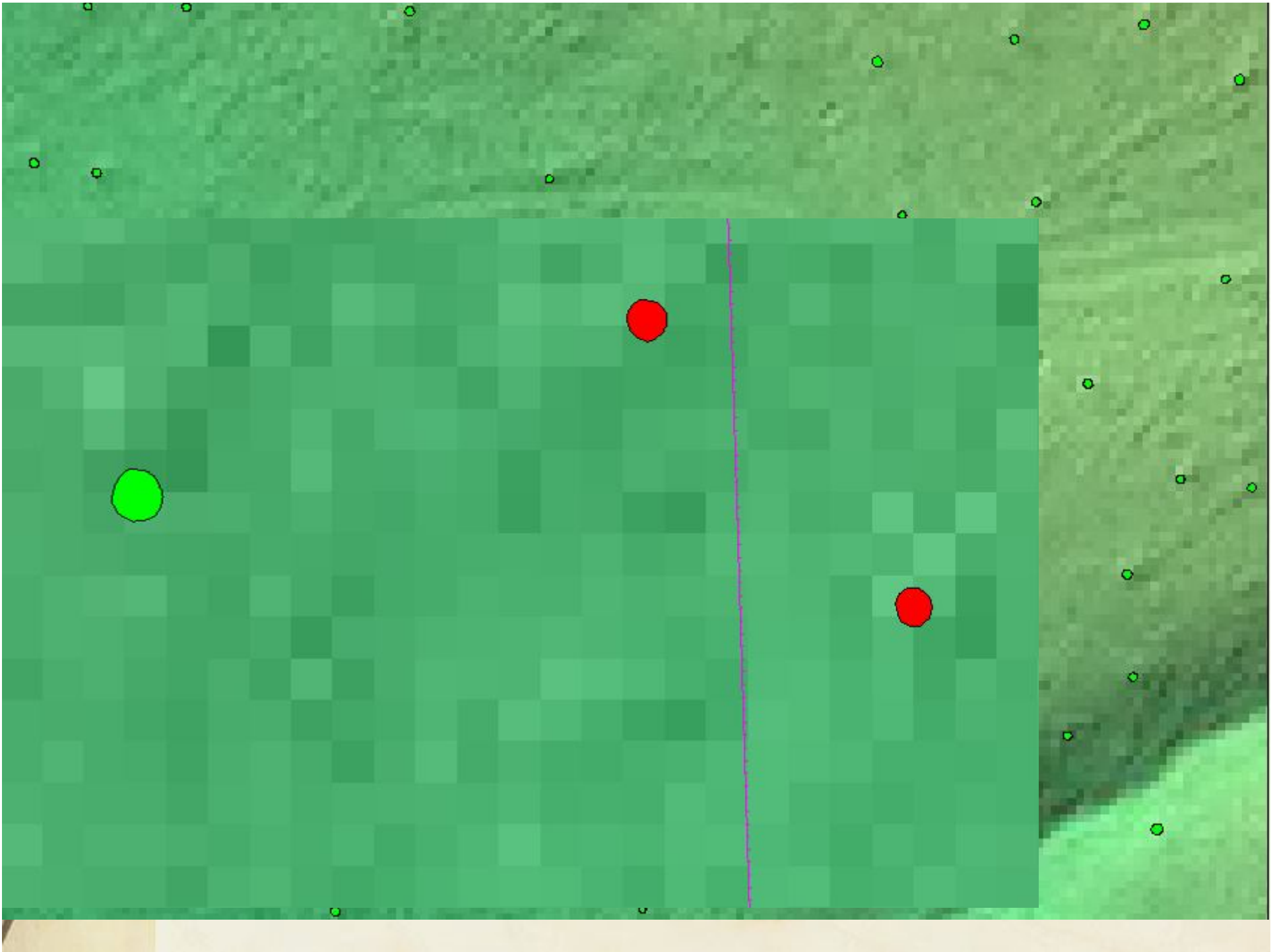
Törzstérképezés IV.

Megvalósítási lépések

1. lépcső
 - Továbbfejlesztett HS módszer
 - Félautomatikus
2. lépcső
 - SZFP módszere
 - A pozíció és a D1,3 javítása
3. lépcső
 - Fafajok azonosítása

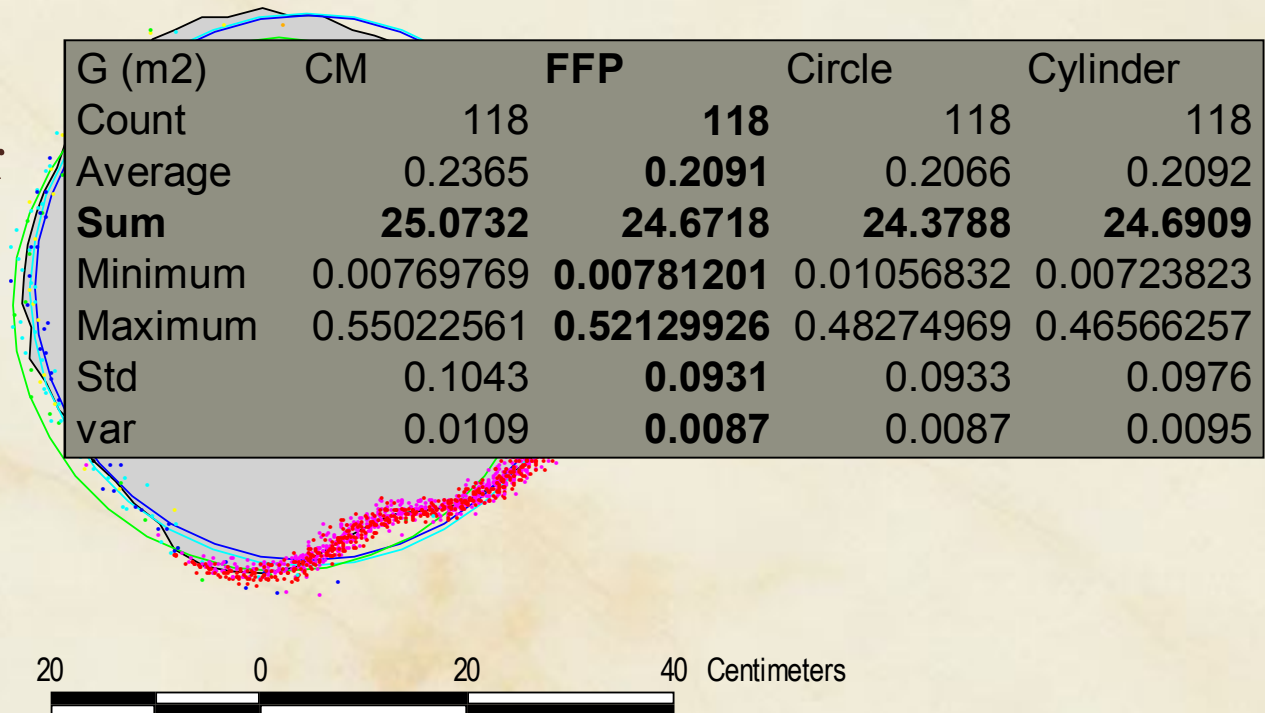






Átmérők összehasonlítása

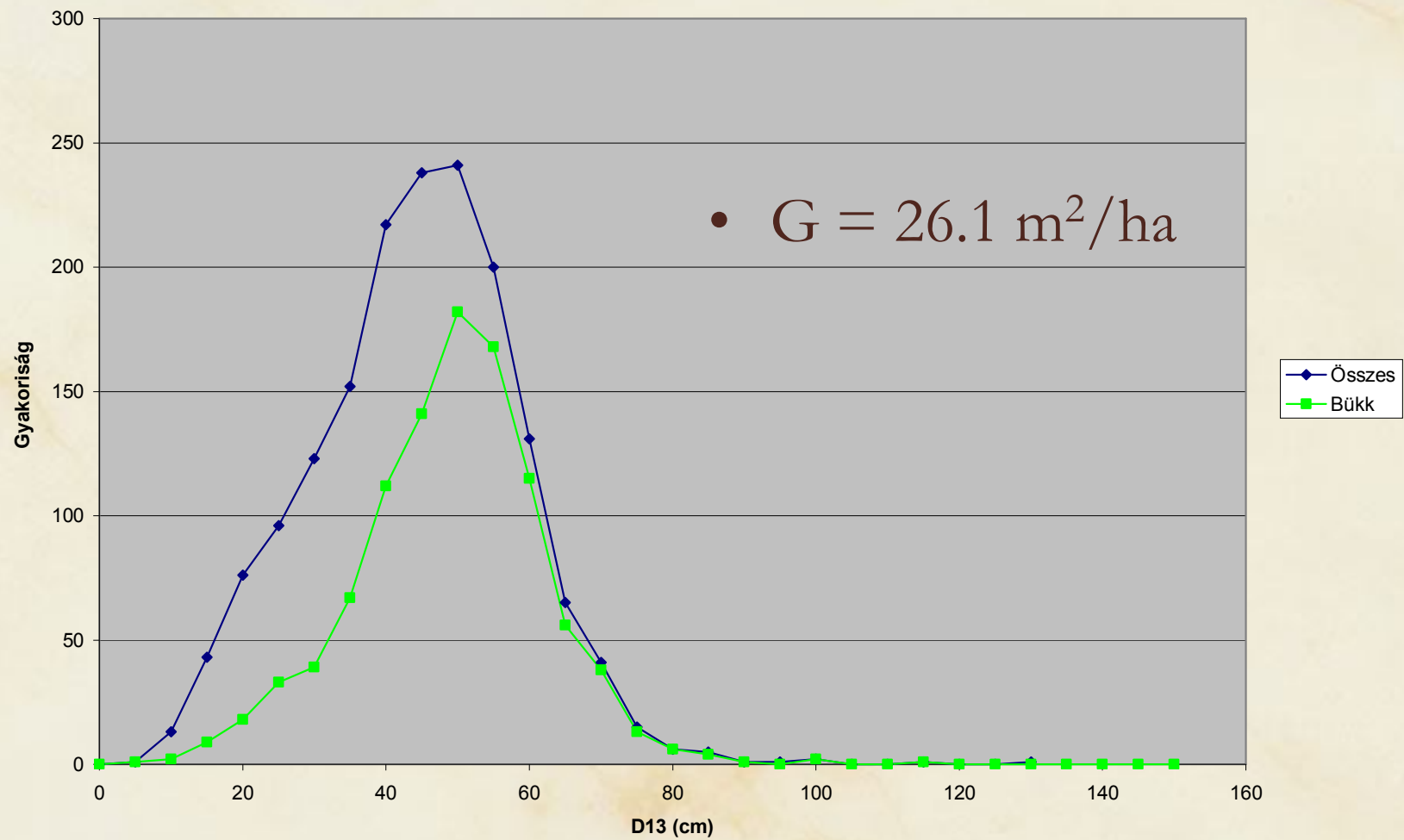
- CM – Holdsarló
- FFP - SZFP
- Kör
- Henger



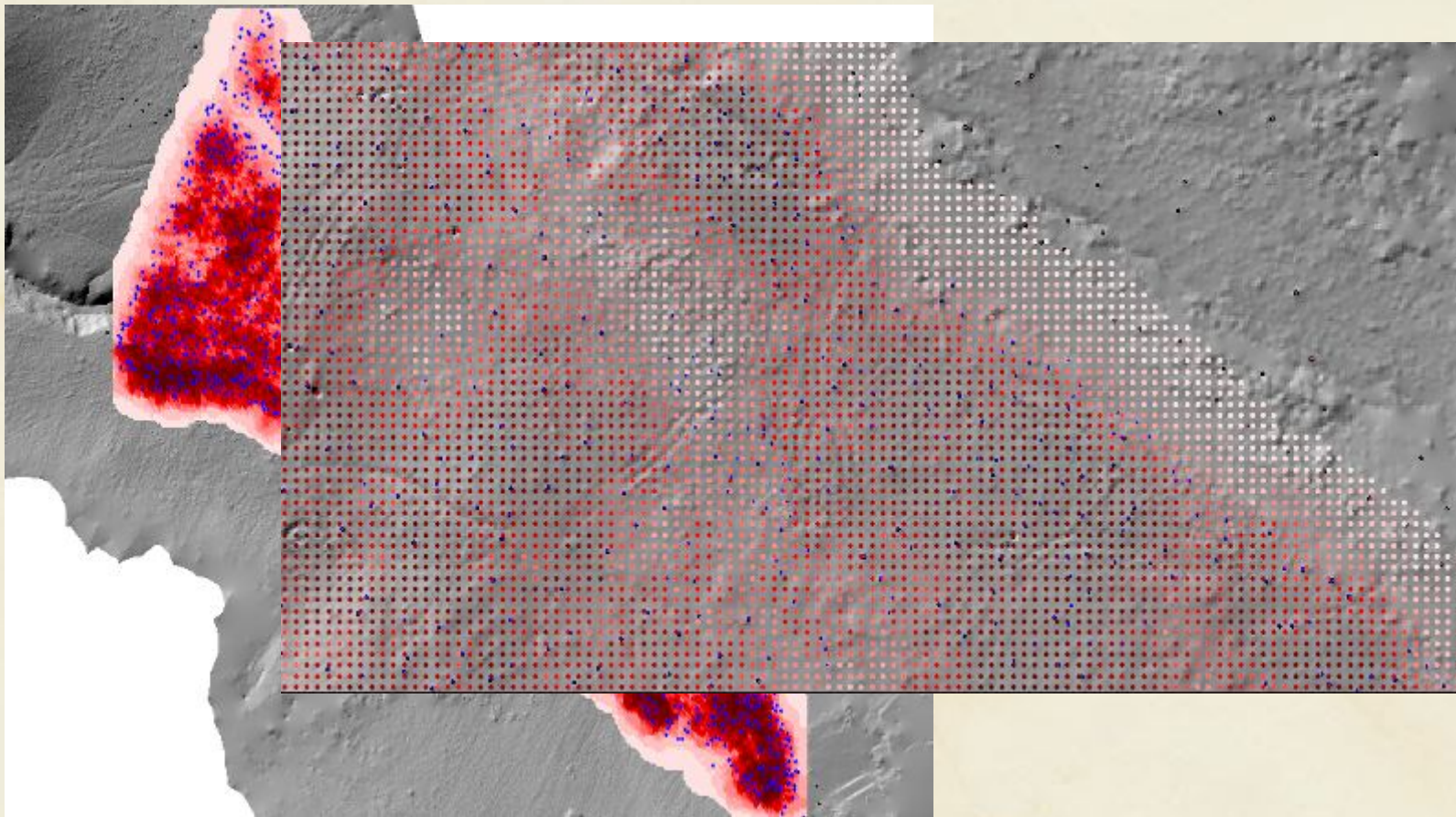
Elegyarányok

FAFAJ	N	EA (N)	G	EA (G)	G
	db	%	m2	%	m2/ha
Ism	41	2.5%	7.98	3.1%	0.82
KST	41	2.5%	7.00	2.7%	0.72
KTT	301	18.1%	42.19	16.6%	4.33
B	965	57.9%	176.92	69.4%	18.15
GY	273	16.4%	15.70	6.2%	1.61
MK	39	2.3%	4.20	1.6%	0.43
CSNY	4	0.2%	0.75	0.3%	0.08
KFÜ	2	0.1%	0.10	0.0%	0.01
Összesen	1666	100.0%	254.84	100.0%	26.14
			97489.84		

Átmérő-eloszlás



Körlap-eloszlás

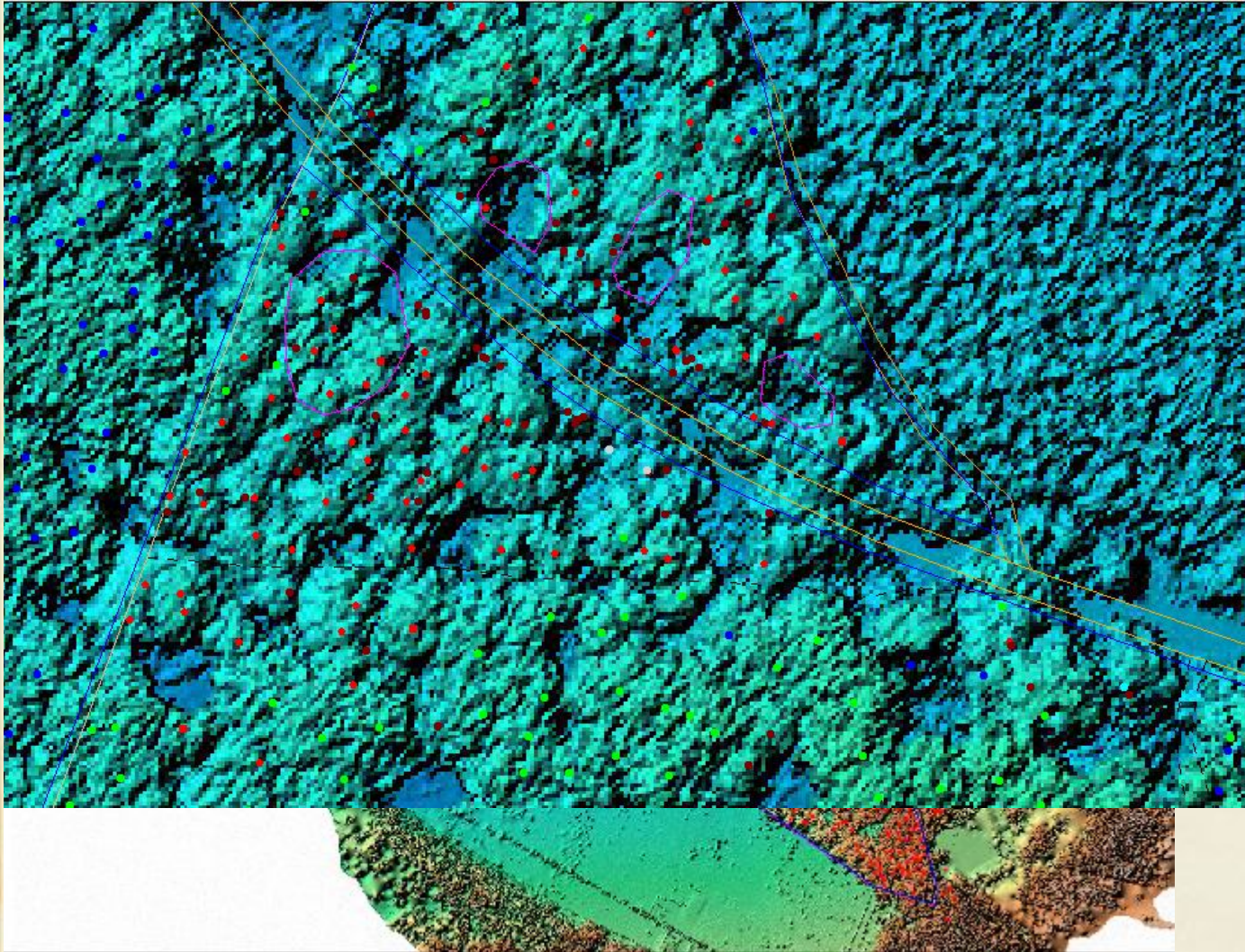


2011.06.09

Kutatás-fejlesztések a Pilisben, EIK

38

Borított felszín modellje

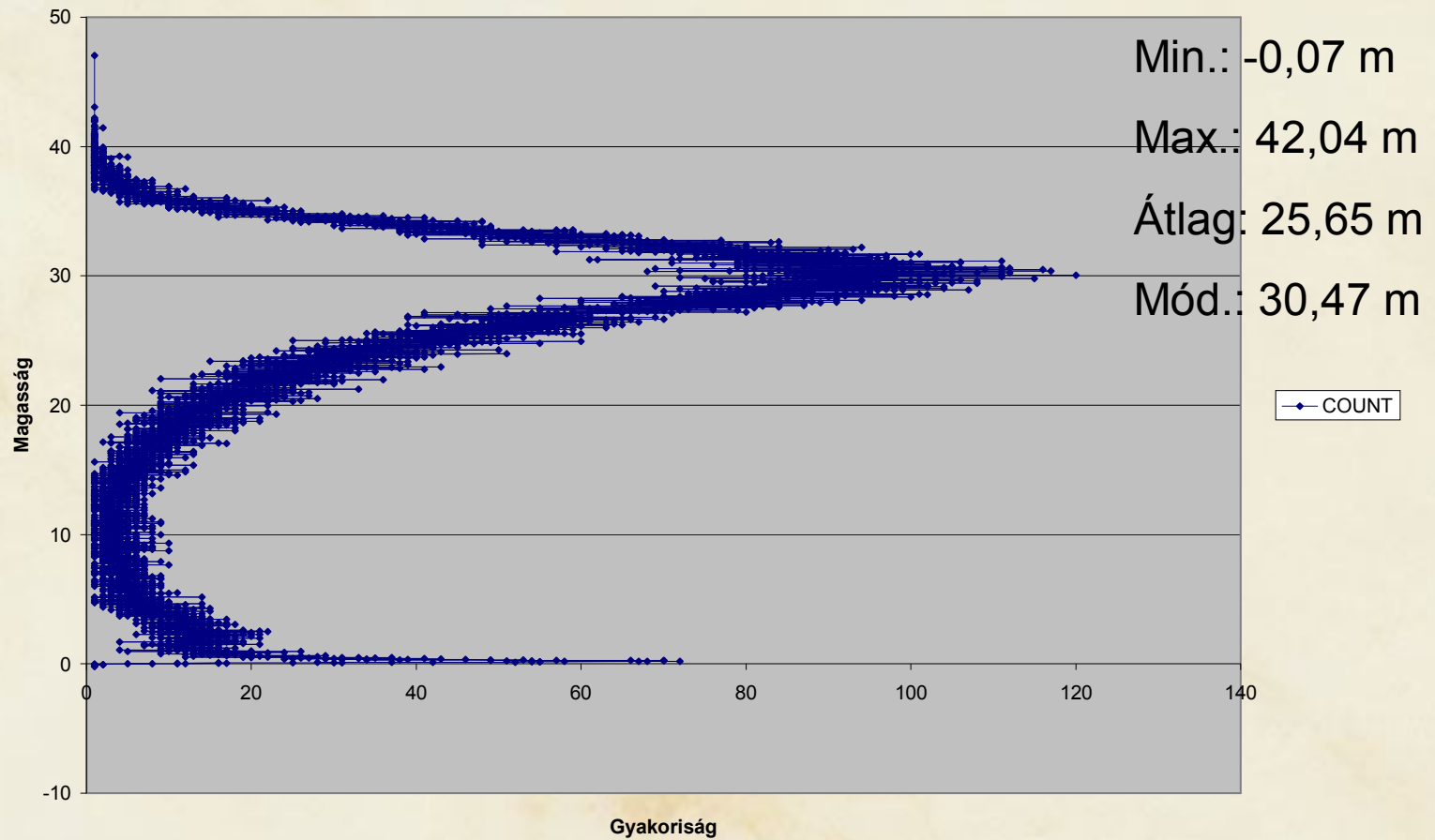


2011.06.09

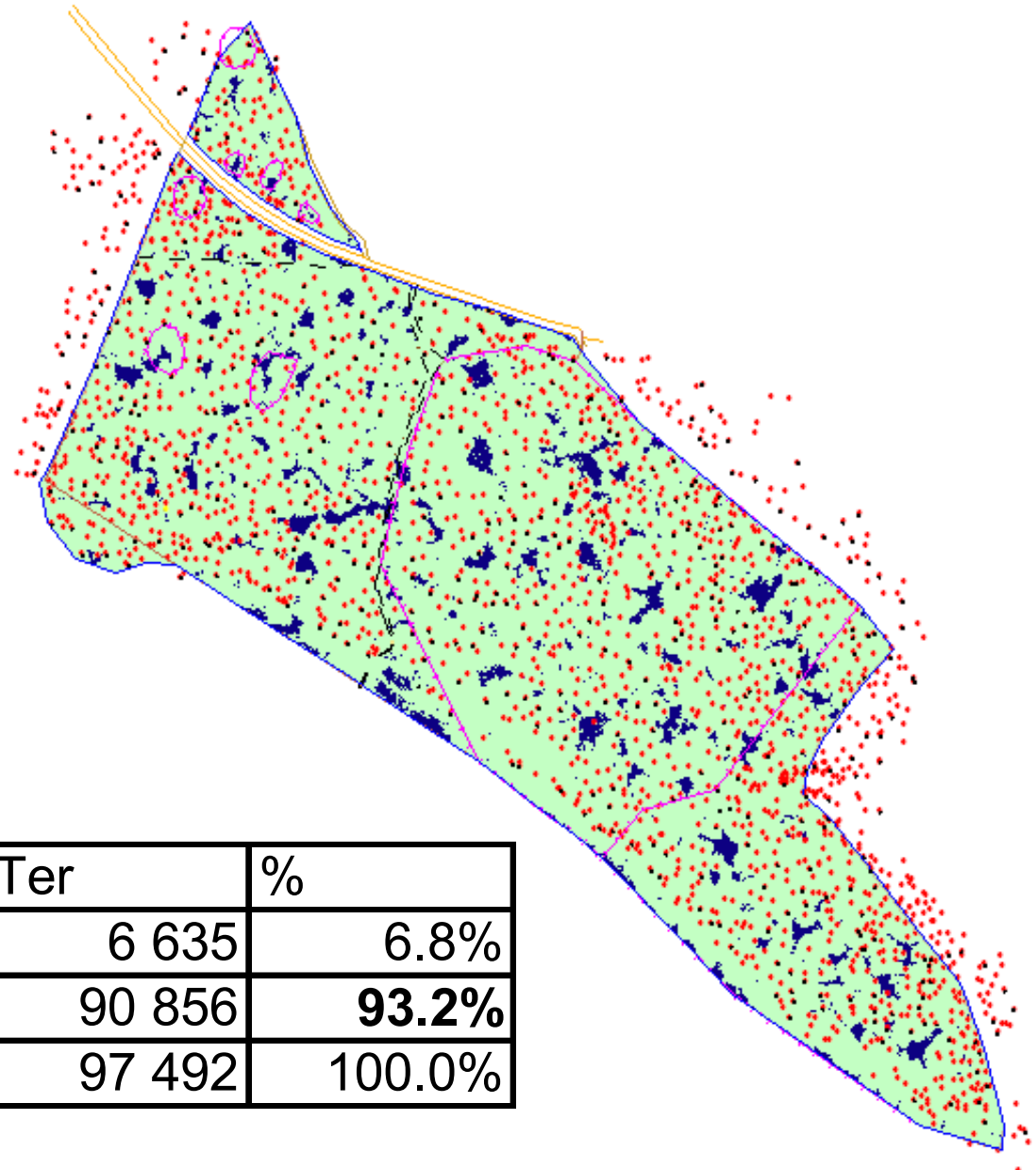
Kutatás-fejlesztések a Pilisben, EIK

39

Faállomány-magasság



Záródás




H	Ter	%
- 4m	6 635	6.8%
4m -	90 856	93.2%
Teljes	97 492	100.0%



További lehetőségek

- Törzstérképezés sűrű aljnövényzet esetében
- Törzsmodellezés
 - Alakszám, fatérfogat
 - Minőség



Algoritmus fejlesztése törzsek kimutatására aljnövényzet jelenlétében

- **Célok**
 - Megoldani a törzsek automatikus térképezését (pozíció és mellmagassági átmérő) *aljnövényzettel fedett* területeken is
 - Minden felmérési álláspont adatának *egyesített feldolgozása*
- **Működés, jellemzők**
 - Aljnövényzet pontjainak hatékony szűrése
 - Mérési zajok mellett is megbízható törzsfelismerési eljárás
 - Objektum-orientált megközelítés
- **Eredmény**
 - A módszer jelenlegi állapotában a ProSilva mintaterületen található, 10 cm átmérő feletti törzsek $\sim 2/3$ -át tudja automatikusan kimutatni

Brolly G., Király G. (2010)

Brolly G., Király G. (2011)

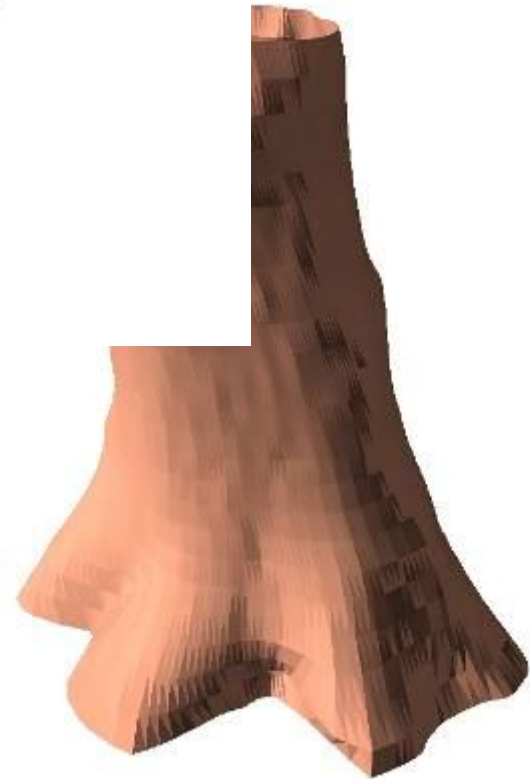
Törzsmodellezés

Egyesfák fatérfogata



9.5 m

8.4 m

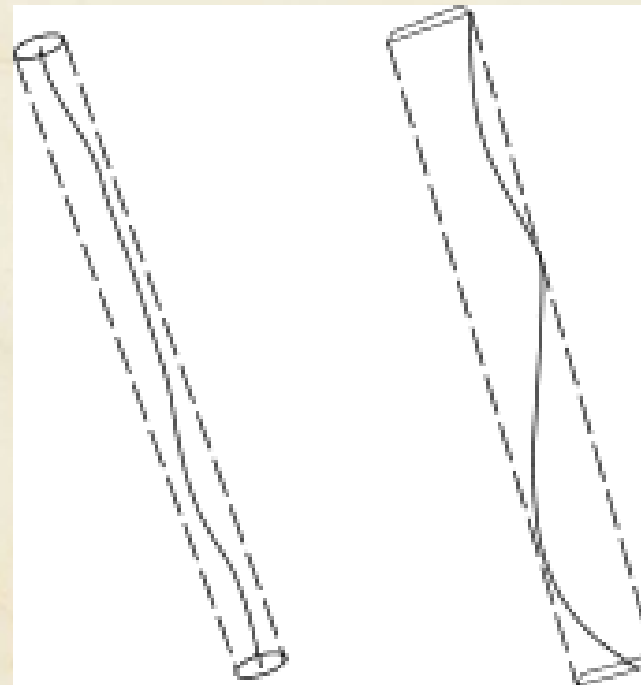


$v(0.1-10m) = 1.59926 \text{ m}^3$
 $v(\text{cylinder } 1.3) = 1.71462 \text{ m}^3$
 $f1.3 = 0.9327$

Törzsmodellezés

Minőség

- A SZFP középpontjai alapján
- Osztályok
 - Egyenes
 - Síkgörbe
 - Térgörbe



Törzsmodellezés

Minőségi osztályok fatérfogata

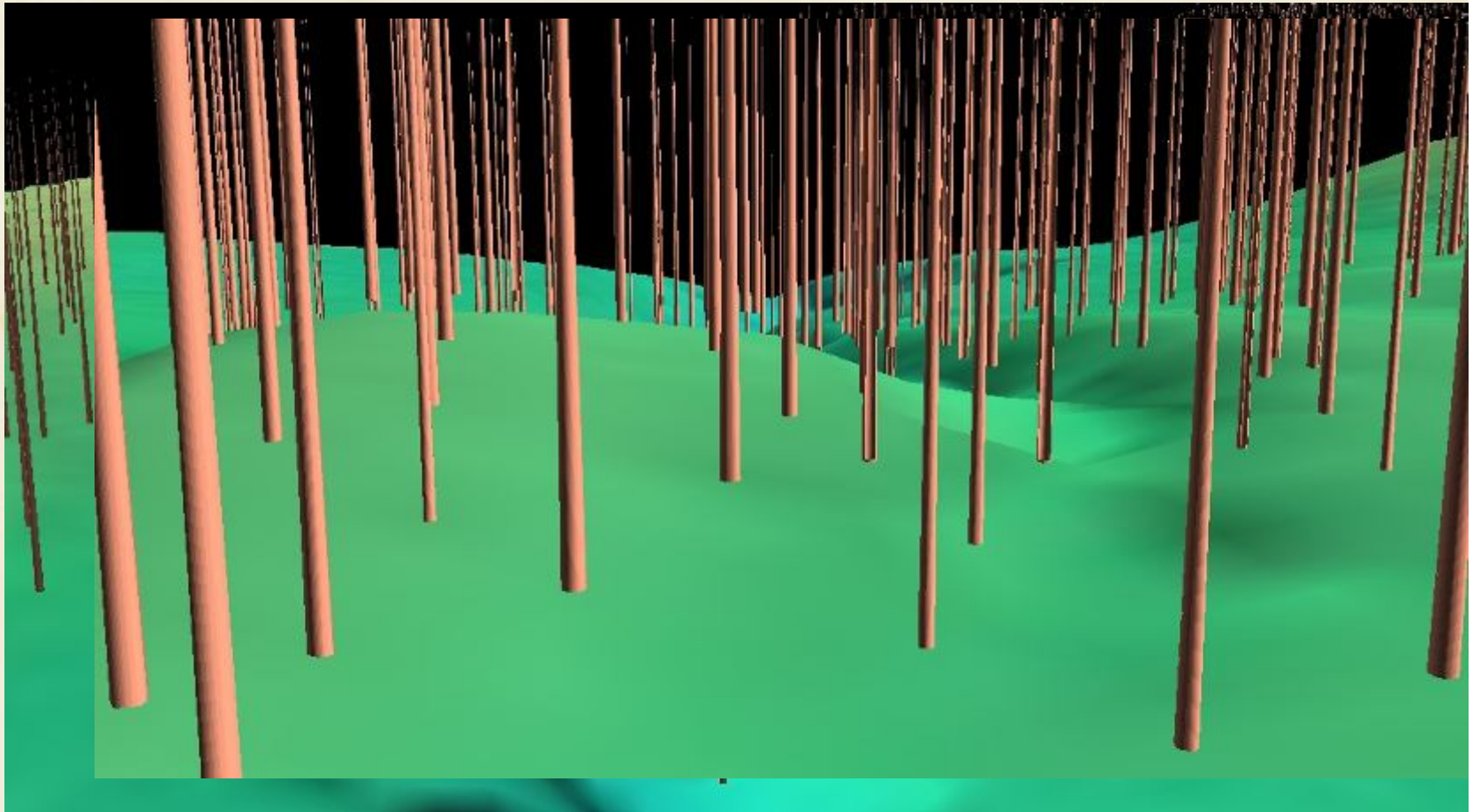
	n	v	
Straight	69	91 km ³	4.75%
2D curved	863	1401 km ³	73.08%
3D curved	351	425 km ³	22.17%
Sum	1283	1917 km ³	100.00%

2011.06.09

Kuta



Egyes fák magassága



2011.06.09

Kutatás-fejlesztések a Pilisben, EIK

47



További feladatok

- A feldolgozás automatizálása
 - Relatív tájékozás természetes környezetben
 - DDM előállítás
 - Faállomány-paraméterek előállítása
 - Modellezés
- Egyéb lehetőségek



Hivatkozások

- Márkus I. – Király G et al (2008): Digitális fotogrammetriai kutatások az erdészet területén. OTKA T 048999. Kutatási zárójelentés
- Király Géza – Brolly Gábor – Márkus István (2007): Földi lézerszkennelés alkalmazása egyes fák vizsgálatára. In Geomatikai Közlemények X. MTA GGKI, Sopron, 2007. pp. 241-250.
- G. Király – G. Brolly (2008): Modelling single trees from terrestrial laser scanning data in a forest reserve. In The Photogrammetric Journal of Finland. Vol. 21 No. 1. Helsinki, 2008. pp 37-50.
- G. Brolly – G. Király (2009): Algorithms for Stem Mapping by Means of Terrestrial Laser Scanning. In Acta Silvatica Et Lignaria Hungarica Vol 5. Sopron, 2009. pp 119-130
- Kiss Boglárka (2009): Geodéziai előkészítő munkálatok lézeres felméréshez a Pilisszentlélek 25A Pro Silva Bemutató Területen. Diplomaterv
- Király, G. – Brolly, G. (2010): Volume calculations of single trees based on terrestrial laser scanning. In Proceedings of SilviLaser 2010 Conference, Freiburg, 2010.09.14-17. p 12.
- Brolly, G. – Király, G. (2010): Algorithm for individual stem mapping from terrestrial laser scanning data. In Proceedings of SilviLaser 2010 Conference, Freiburg, 2010.09.14-17. p 16.
- Brolly G., Király G. (2011): Törzstérképezés földi lézerszkennelés adatainak objektum-orientált feldolgozásával. Elküldve: Geomatikai Közlemények

Köszönjük a figyelmet!

Kérdés???

kiraly.geza@emk.nyme.hu

gbrolly@emk.nyme.hu

