

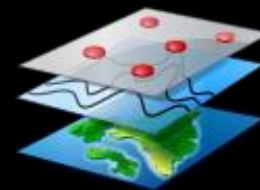
# Légi lézeres letapogatások és erdészeti felhasználásuk



Király Géza<sup>1,2</sup>, Barton Iván<sup>1,2</sup>, Brolly Gábor<sup>1</sup>,  
Czimer Kornél<sup>1</sup>, Burai Péter<sup>2</sup>, Enyedi Péter<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NYME, Erdőmérnöki Kar, GEVI, Sopron  
Földmérési és Távérzékelési Tanszék

<sup>2</sup>Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös





- Innovatív módszerek a Dunamenti ártéri erdők leltározására és monitorozására 3D-s távérzékelési eljárásokkal
- HUSK/1101/1.2.1/0141
- Futamidő: 28 (24) hónap
  - Kezdet: 2012.09.01.
  - Vége: 2014.12.31. (2014.08.31.)
- Partnerek:
  - Zólyomi Erdészeti Központ – Vezető Partner
  - ERTI – magyar Partner
  - NYME – Partner2

# Módszertan 1.



- A légifelmérés tervezése és engedélyeztetése
- A felmérés megvalósulása
- Elő-feldolgozás
  - Szűrés
  - Relatív tájékozás
  - Abszolút tájékozás
- Feldolgozás
  - Borított felszínmodell előállítása (DSM)
  - Digitális domborzatmodell előállítása (DTM)
  - Normalizált borított felszínmodell (nDSM)

# Módszertan 2.



- Erdészeti paraméterek meghatározása
  - Terület-alapú módszerek
    - Faállomány magasság
    - Záródás
    - Fatérfogat
  - Egyesfa-alapú módszerek
    - Törzsszám
    - Egyesfa magassága
    - Koronavetület
    - Egyesfa-térfogat
- Referencia-adatok
  - Üzemterv (2013-as repülés területére)
  - TLS
  - FieldMap-es mérések (ERTI)

# Légifelmérések



## Tervek

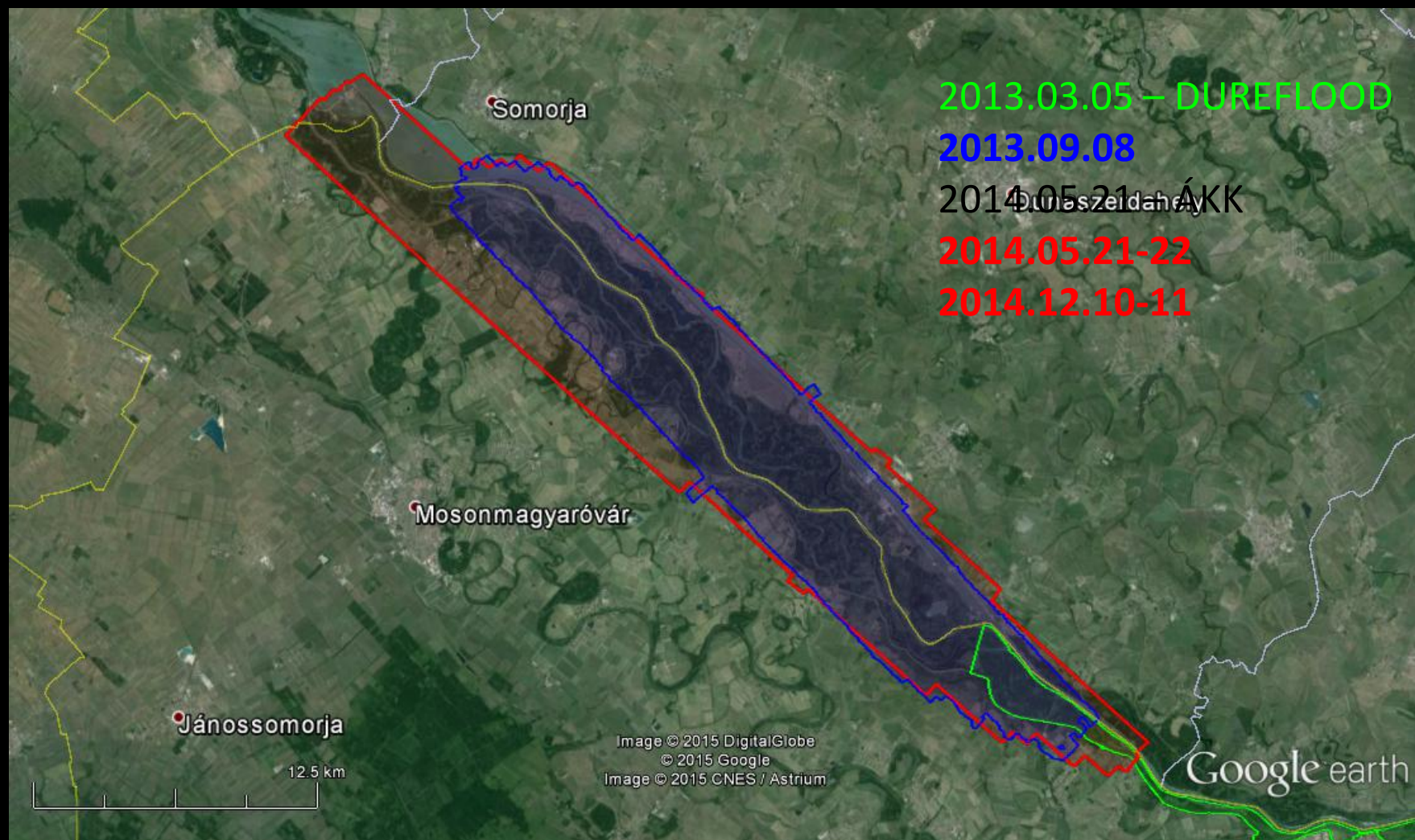
- Lézeres és képi adatok **együttes** készítése
- Magyar – szlovák területet egyben
- Repülések tervezett ideje:
  - Lombtalan, 2013 koratavas
  - Lombos, 2013 nyár
- 399/2012. (XII. 20.) Korm. Rendelet
- Közbeszerzés a szlovák partnernél
- Engedély 2013.09.02-án

## Megvalósulások

- 2013.03.05 – DUREFLOOD
- **2013.09.08**
- 2014.05.21 – ÁKK
- **2014.05.21-22**
- **2014.12.10-11**



# Légifelmérések Megvalósulások

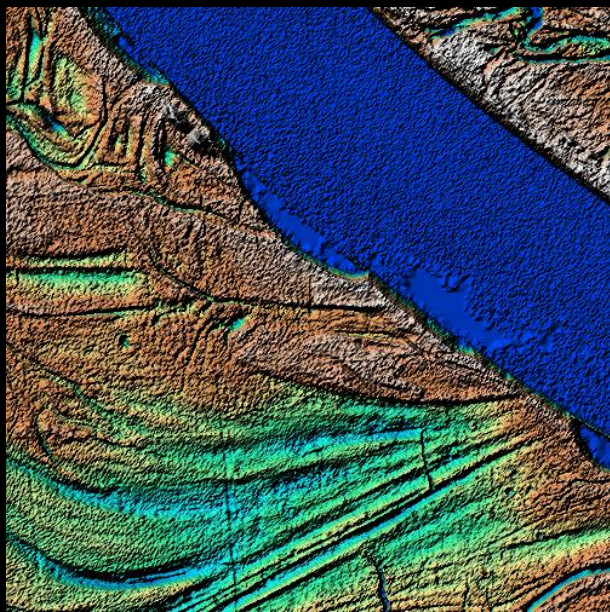




# A digitális felületmodellek

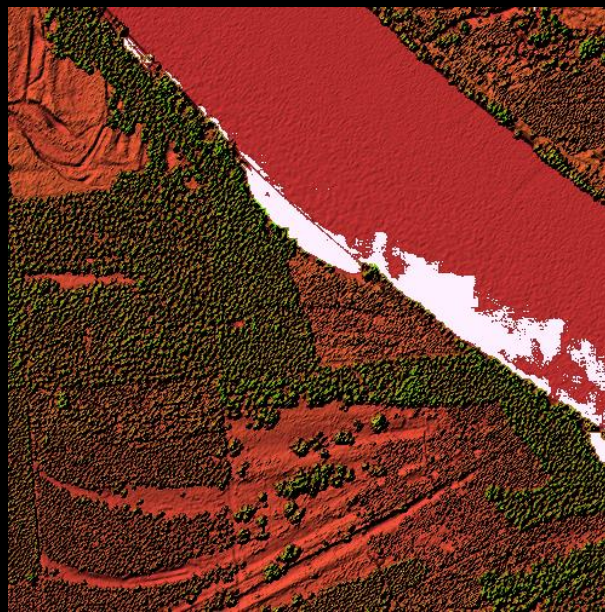


**Digitális Domborzatmodell  
DDM – DTM**



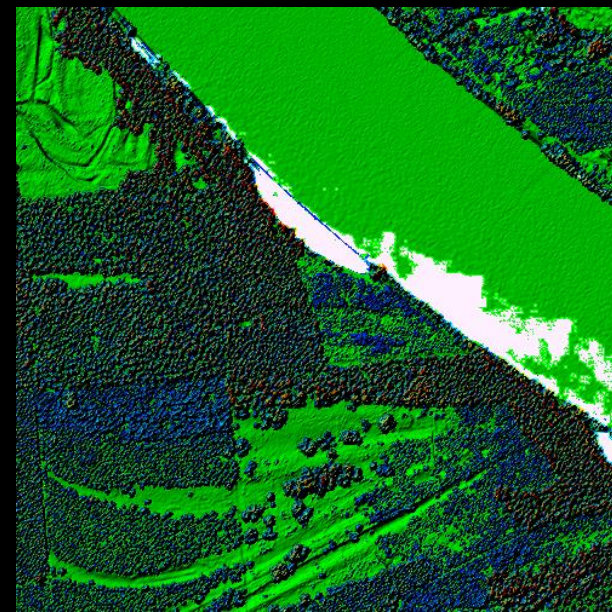
■ Adaptív TIN  
módszer

**Borított felszínmodell  
BFM – DSM**



■ Parabola-illesztés  
módszere

**Normalizált borított  
felszínmodell nDSM**

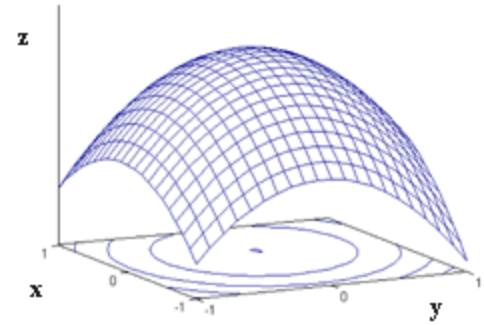


nDSM = DSM-DTM

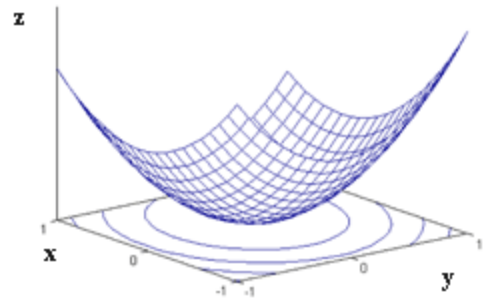
# Borított felszínmodell (DSM)



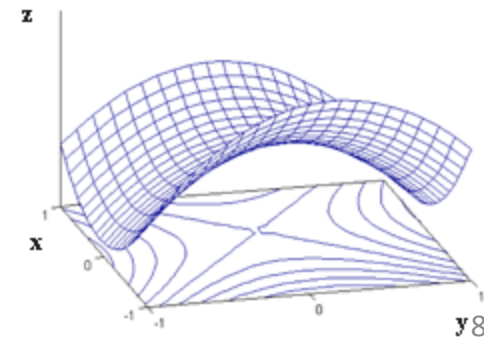
- Funkcionális modell
  - Famagasság
  - Egyedek koronája
  - folytonos
- Tulajdonságai
  - A koronák legmagasabb pontjai
  - Sima felület a koronán belül
  - A koronák között lemegy a talajra
- Polinomiális közelítés
  - Approximáció
  - Lokális pontszűrés
  - Legfeljebb 2-od fokú felület



(a)



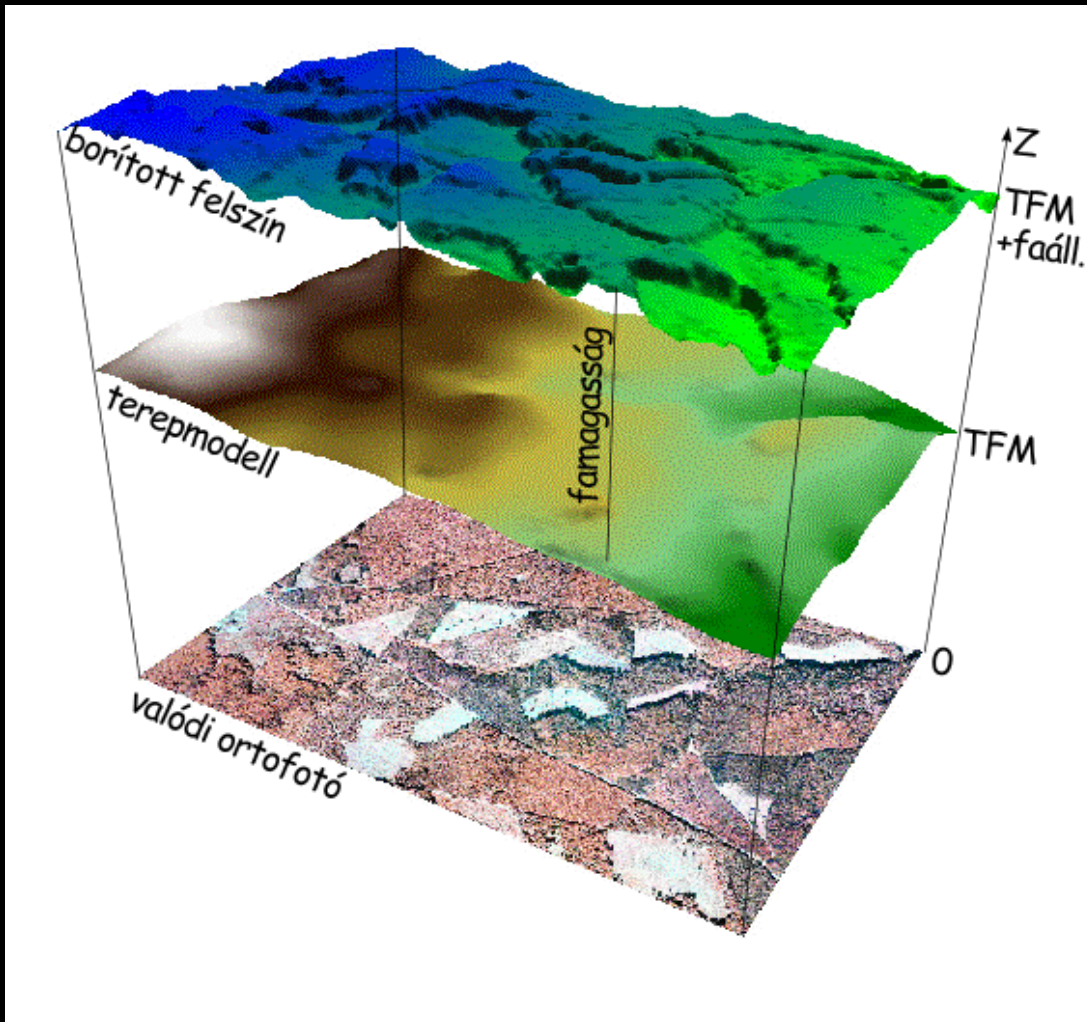
(b)



(c)



# Normalizált borított-felszínmodell, Famagasság modellje (nDSM – CHM)



$$nDSM = DSM - DTM$$

$$V = F_K \cdot G_K \cdot H$$

ahol:

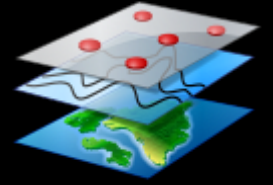
V: Faállomány fatérfogata (m<sup>3</sup>)

F<sub>K</sub>: Koronavetületi alakszám

G<sub>K</sub>: Koronavetületek összege (m<sup>2</sup>)

H: Átlagos faállomány-magasság(m)

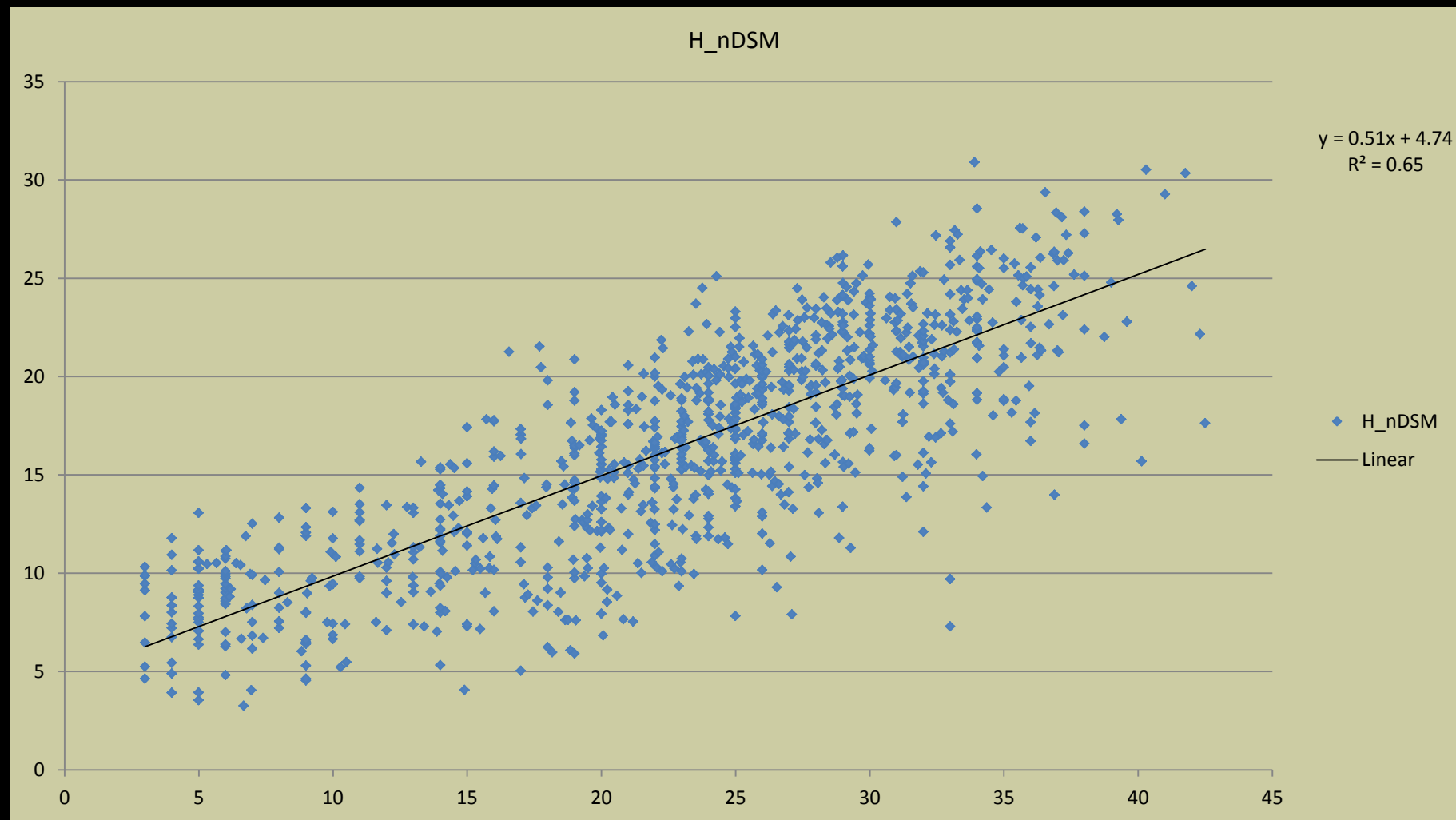
# Üzemtervi adatok



- Törzsszám:  $N$  (db/ha)
- Záródás:  $Z$
- Faállomány-magassága:  $H$  (m) terület és  $G$  alapján súlyozott
- Fatérfogat:  $V$  (m<sup>3</sup>/ha)

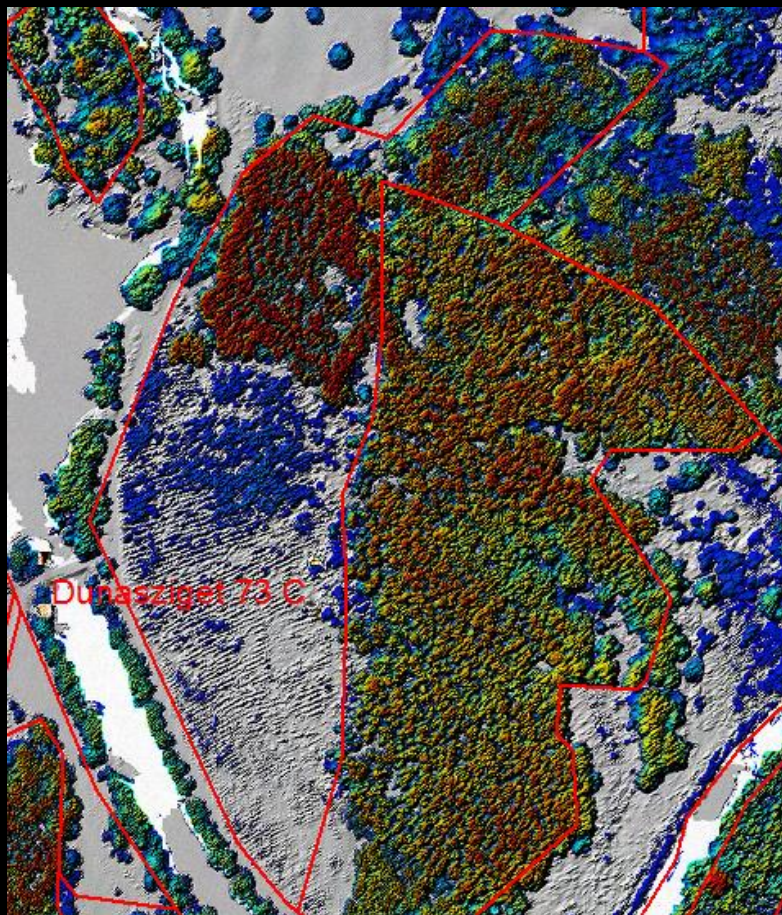
# Eredmények

## Faállomány-magasság



# Eredmények

## Faállomány-magasság

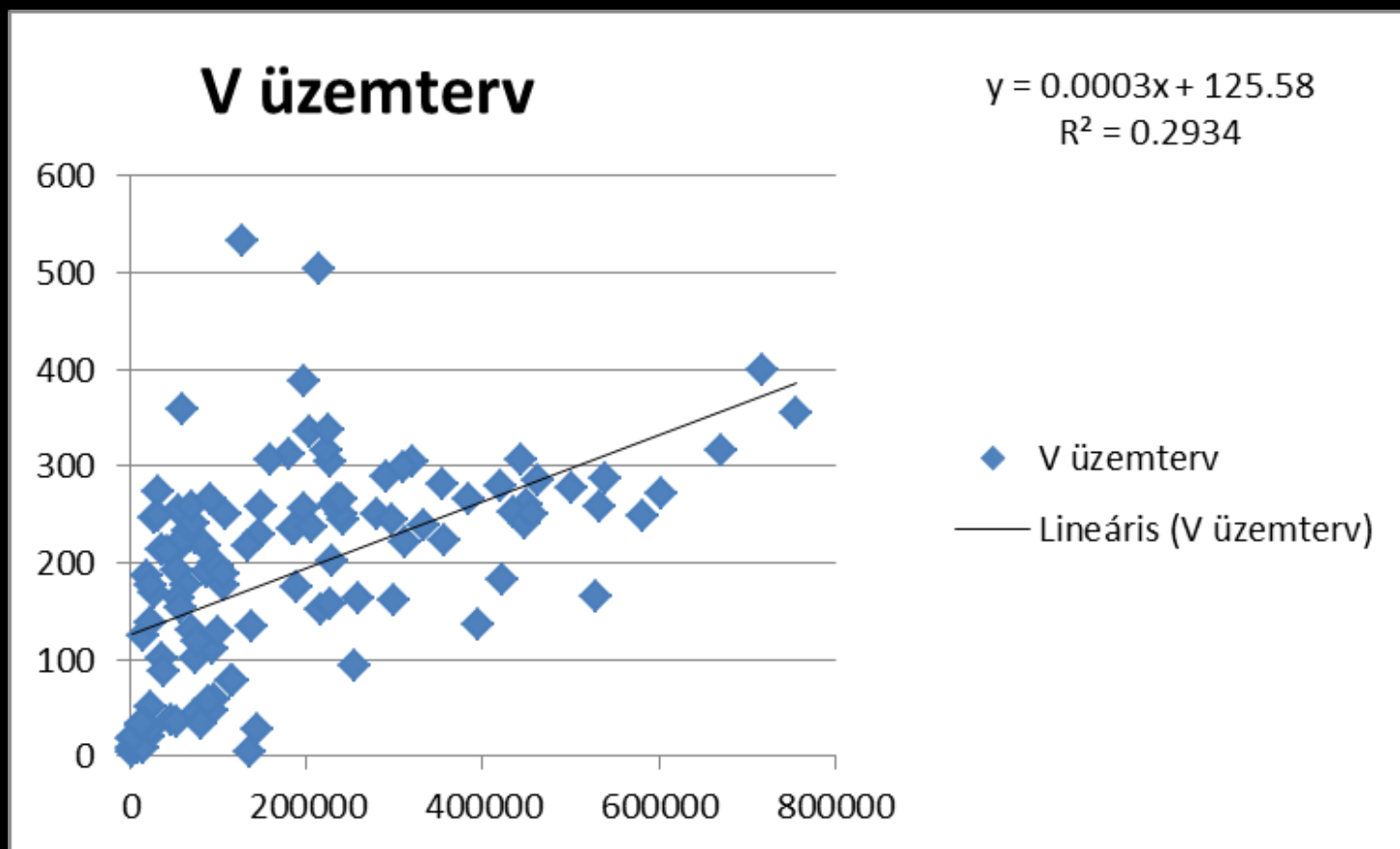


- Dunasziget 73 C
- $Z = 55\%$  (20%)
- $H = 16,0\text{ m}$  (42,5 m)



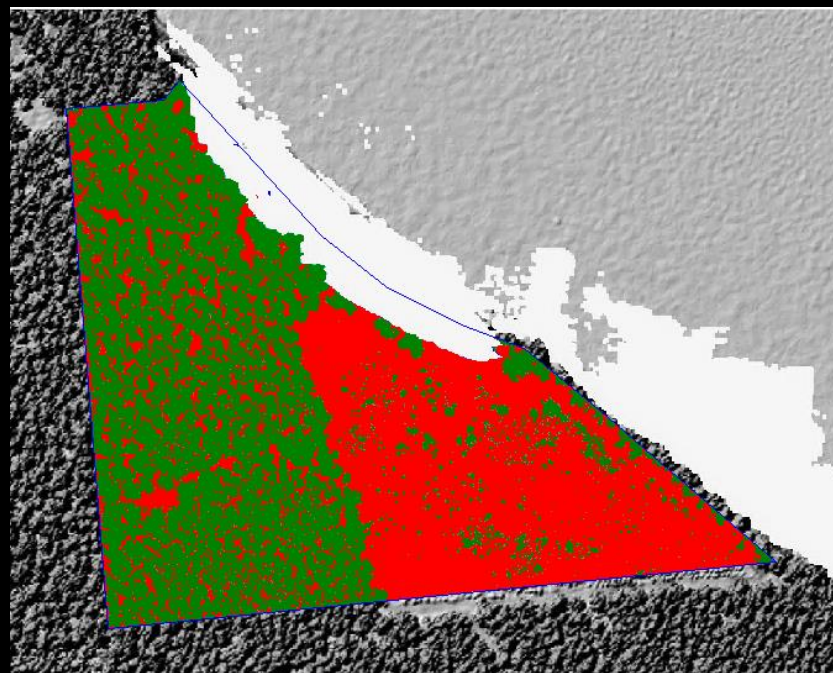
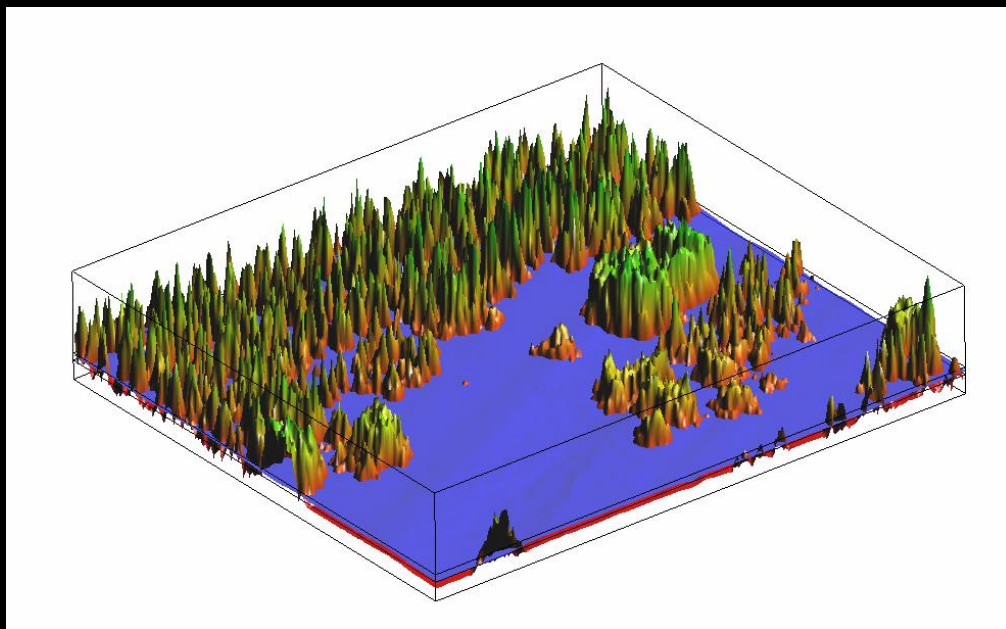
# Eredmények

## Fatérfogat



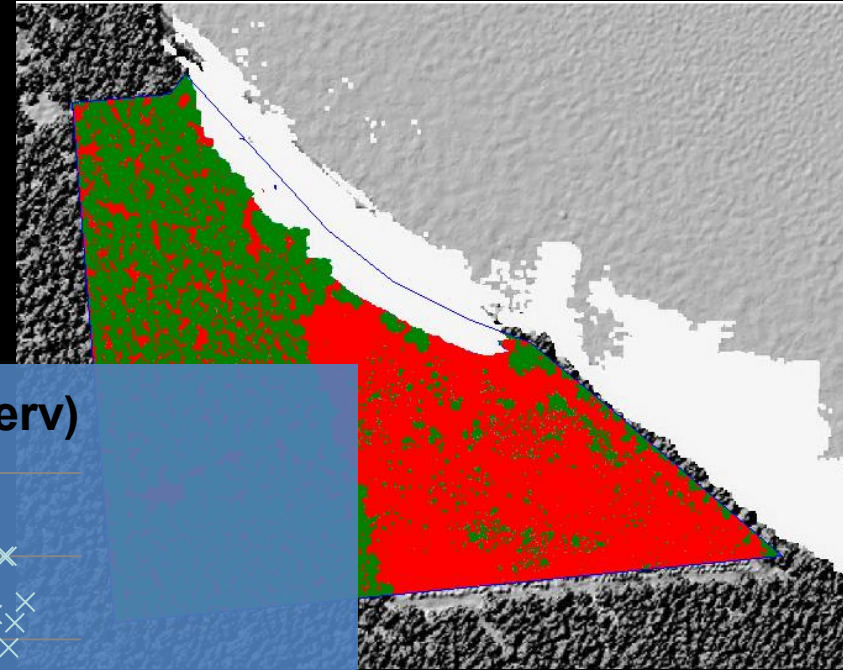
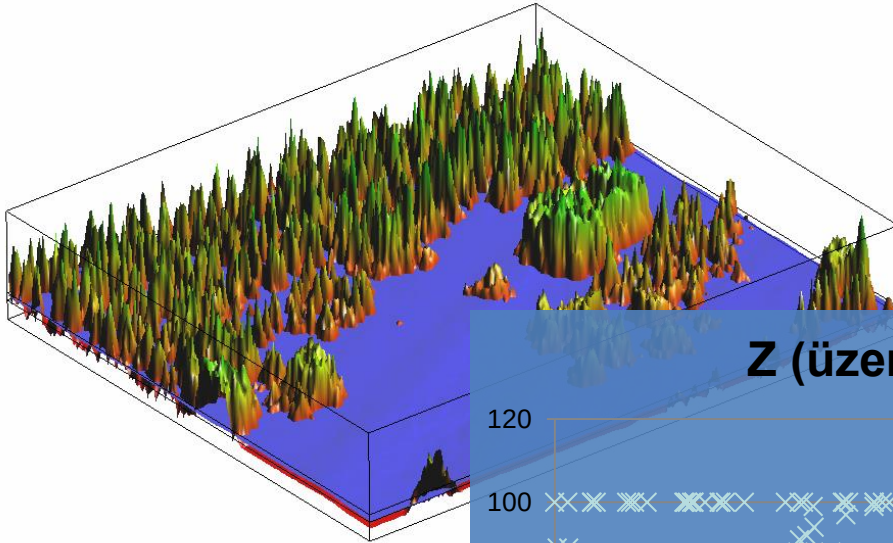
# Eredmények

## Záródás

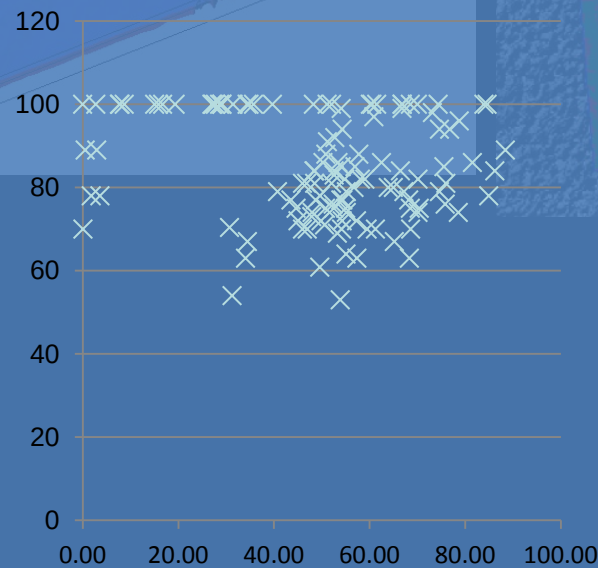


# Eredmények

## Záródás



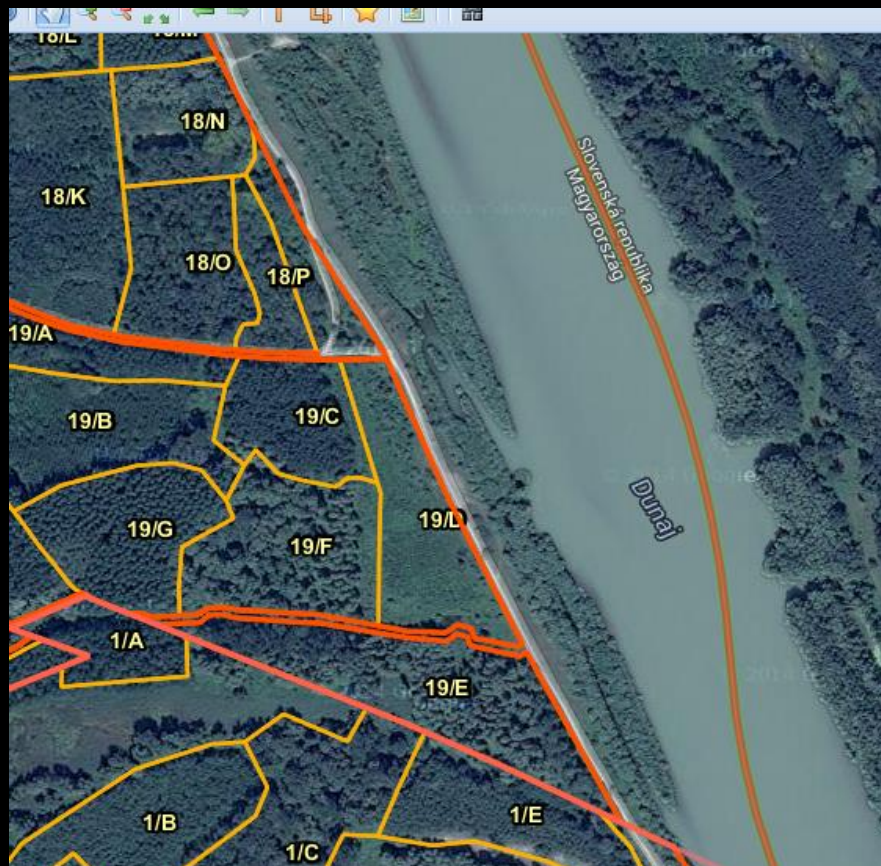
**Z (üzemterv)**



x Z (üzemterv)



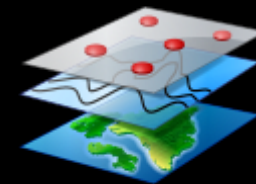
# Referencia mérések



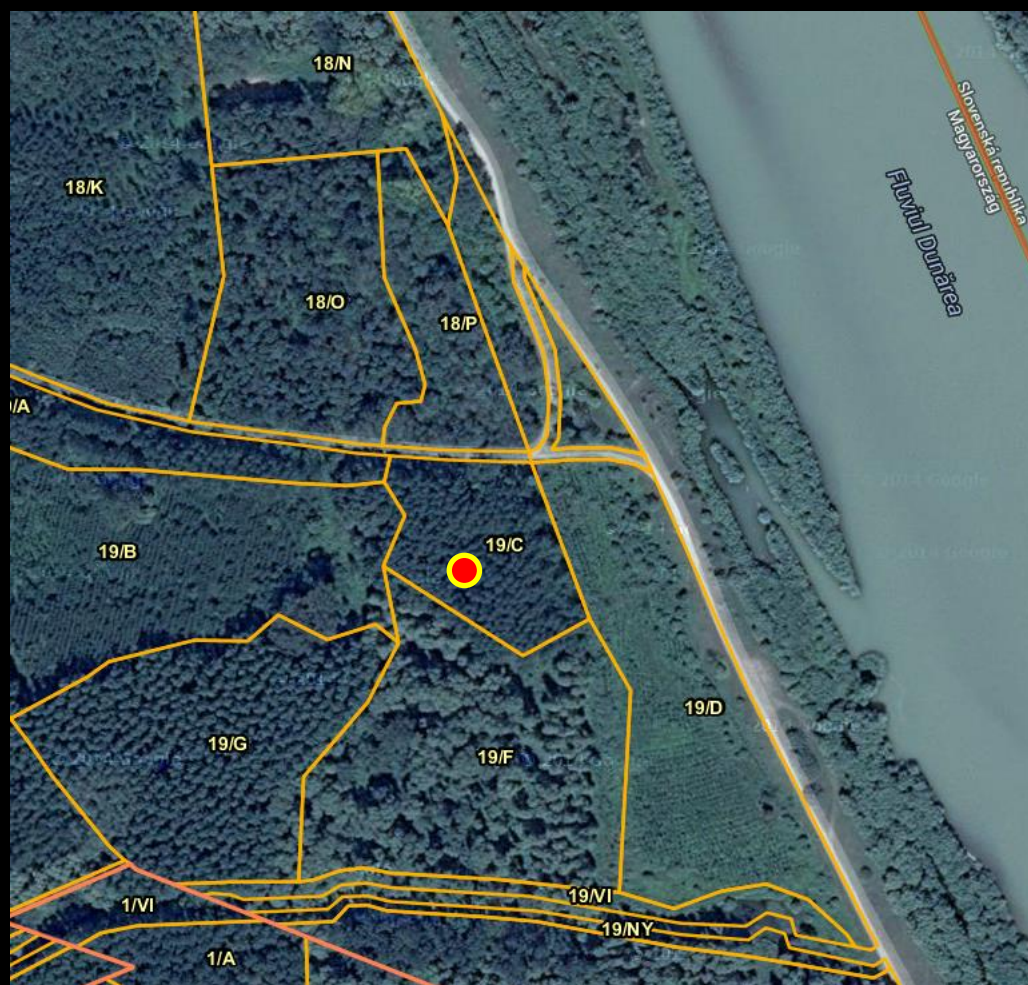
- 2014.04.03
- Kisbodak
  - 18P
  - 19C
  - 19E
- Erdőtervezés
- Földi lézeres letapogatás
- FieldMap-es felmérés (ERTI)



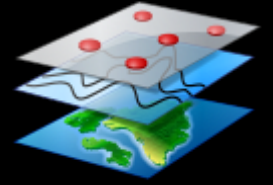
# Földi lézeres letapogatás



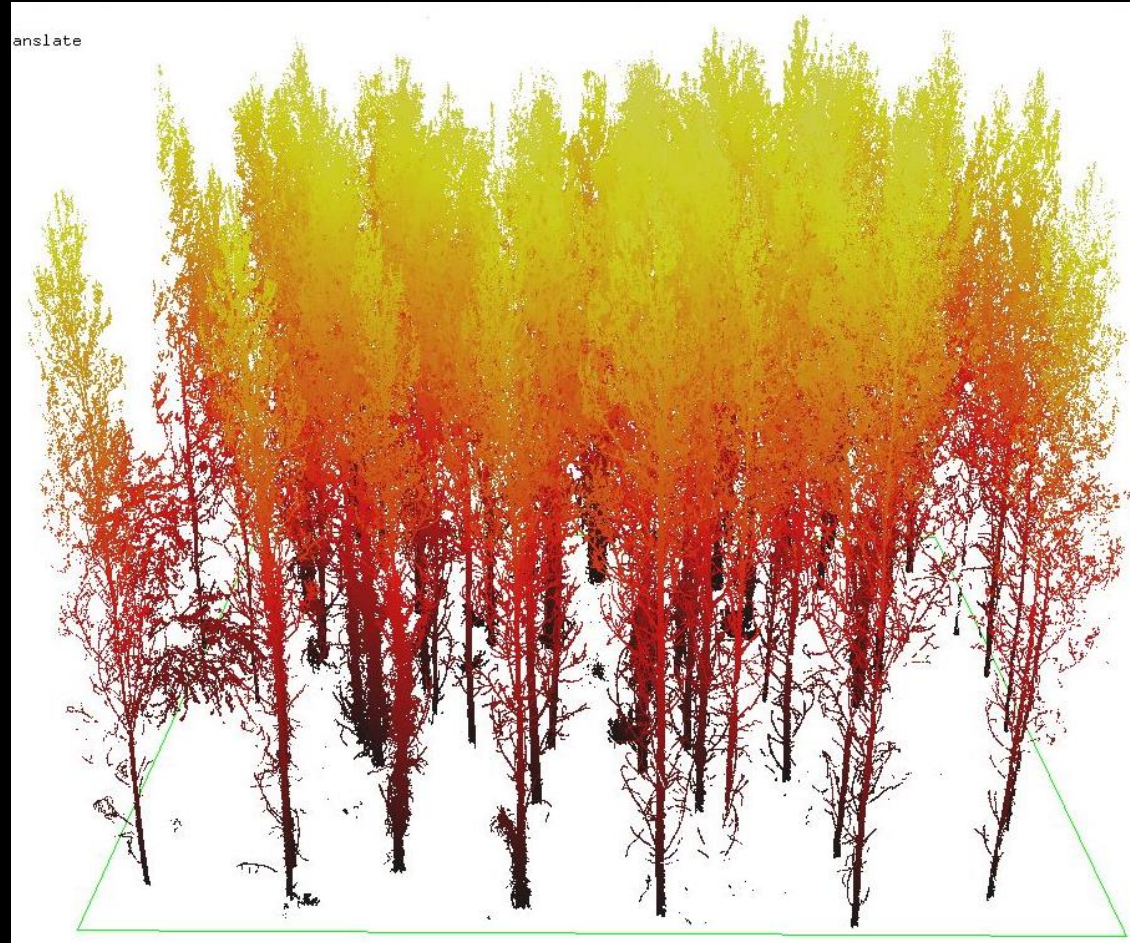
- Kisbodak, 19C
- 2014.04.03.
- Leica Scan Station 10
- Zöld lézer ( $\lambda=532$  nm)
- 50 KHz
- Ponttávolság: 1 cm@ 10 m



# Állománykép

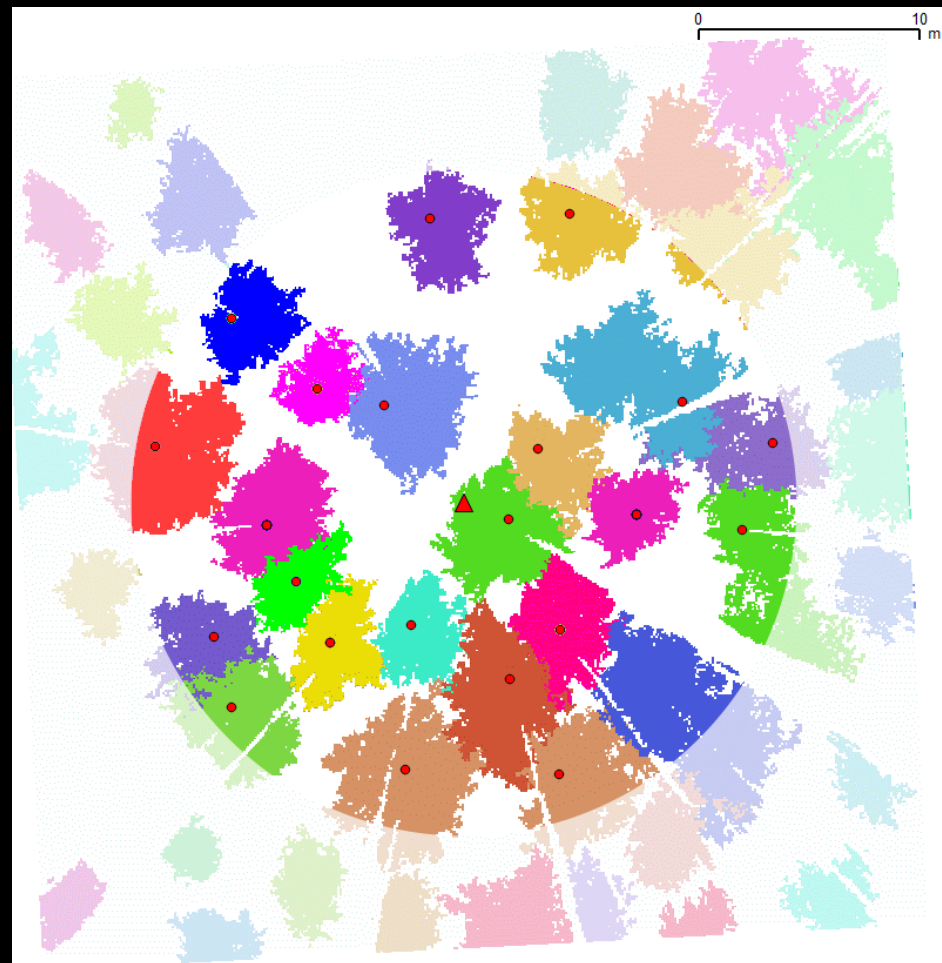
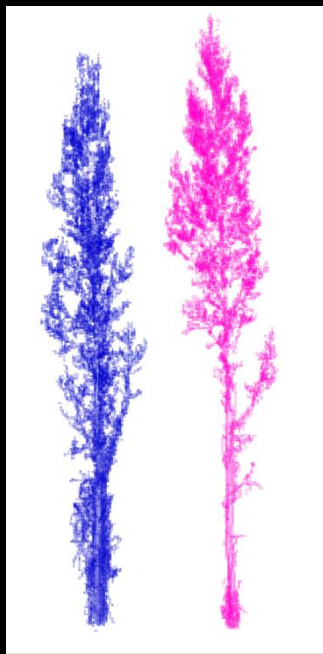
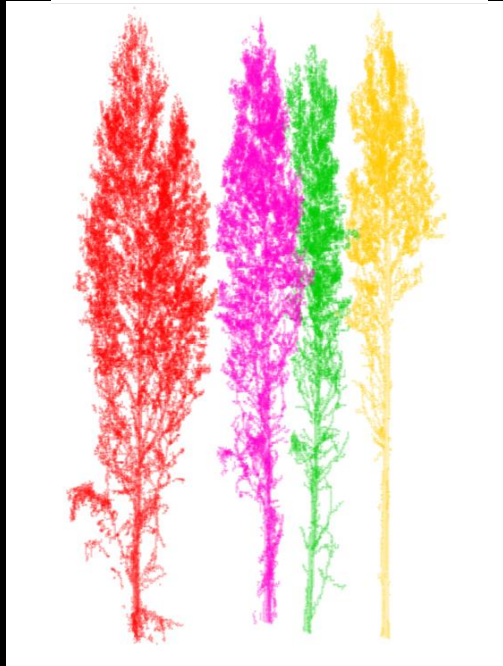


- Pannónia nyár (ültetvény)
- Szabálytalan hálózatban
- Egy lombkoronaszint
- Lombtalan állapot
- Egyenes törzsek
- Sűrű oldalágak a törzsön

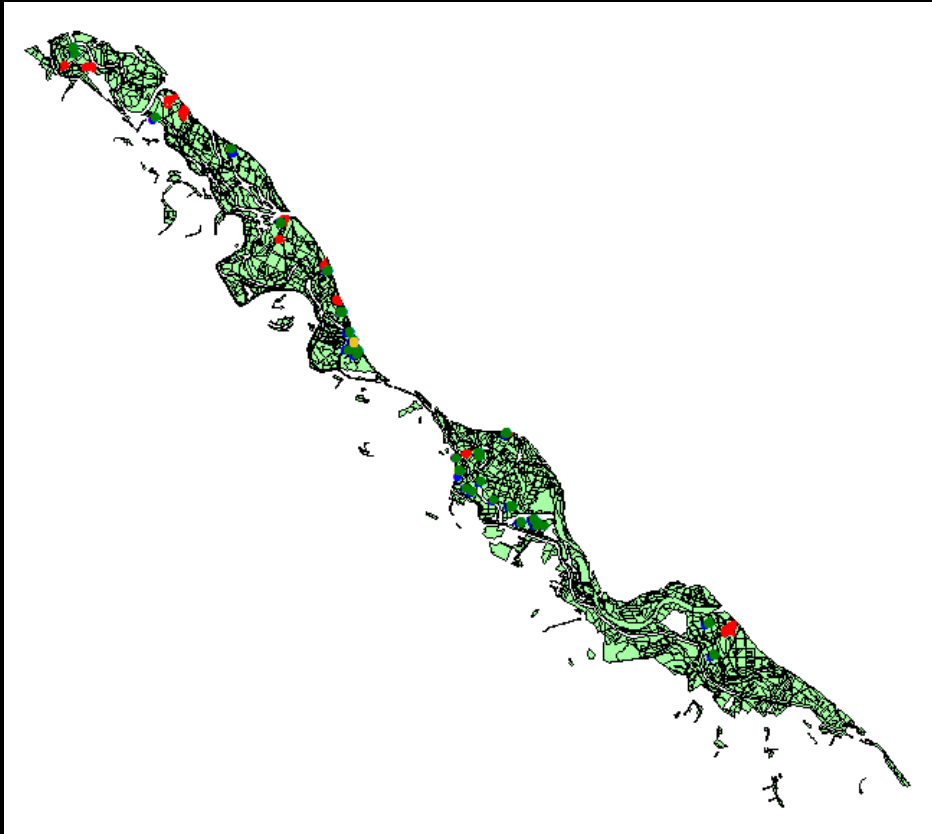
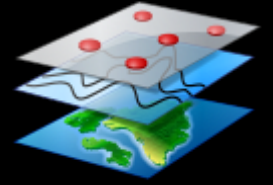




# Eredmények



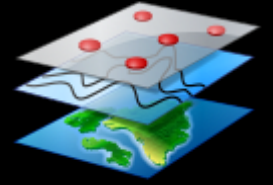
# FieldMap-es felmérések (ERTI)



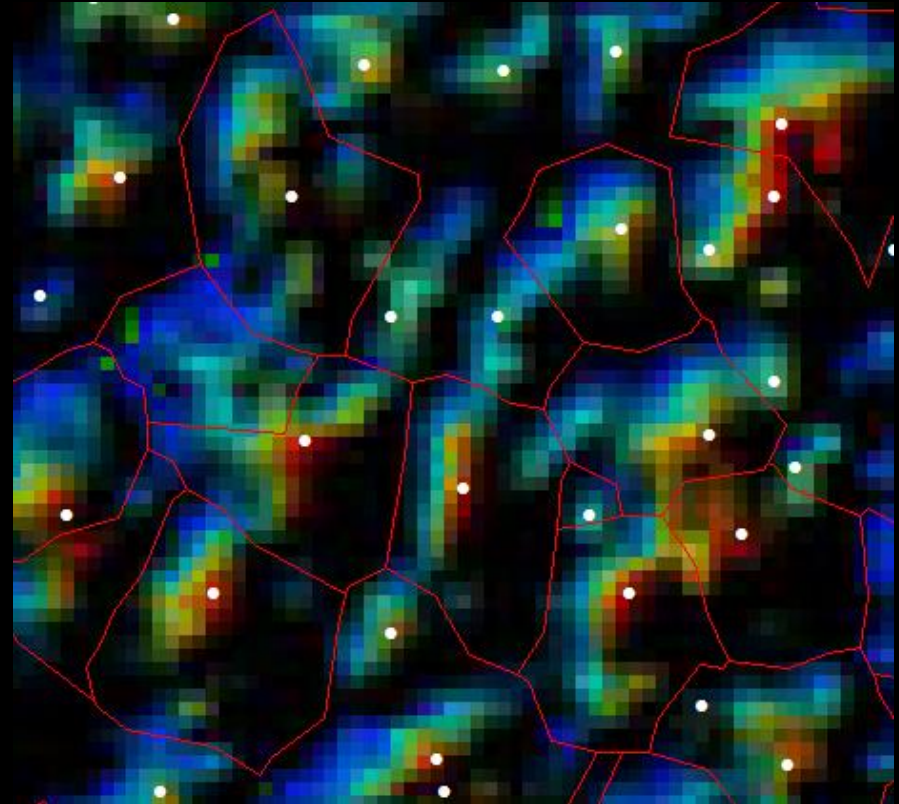
- 43 mintavételi ponton
- Különböző faállomány-típusokból
- Részletes terepi felmérések



# Egyesfák szegmentálása



- Inverz vízgyűjtő-modellezés
  - Jenson és Domingue 1988
  - Gougeon 1995
  - Hyypä, Inkinen 1999
- Kifolyási pontok -> facsúcsok
- Vízgyűjtő -> fakorona



# GeolQ – DigiTerra fejlesztés





# GeolQ – DigiTerra fejlesztés





# Eredmények

## Egyesfák magassága



- Szisztematikus alábecslés
- Jó regresszió ( $R^2 = 82\%$ )
- Referencia adatok geometriai pontatlansága
- Magasságmérés megbízhatósága

# Következtetések



## Erősségek

- Faállomány-magassági adatok „aktualizálása”
- Záródás
- Egyesfák magassága (megfelelő pontsűrűség esetén)

## Nehézségek

- Adatmennyiség
- Adatfeldolgozás jelenleg nem automatikus
- Faállomány-paraméterek meghatározása jelenleg nem automatikus
- További paraméterek meghatározása

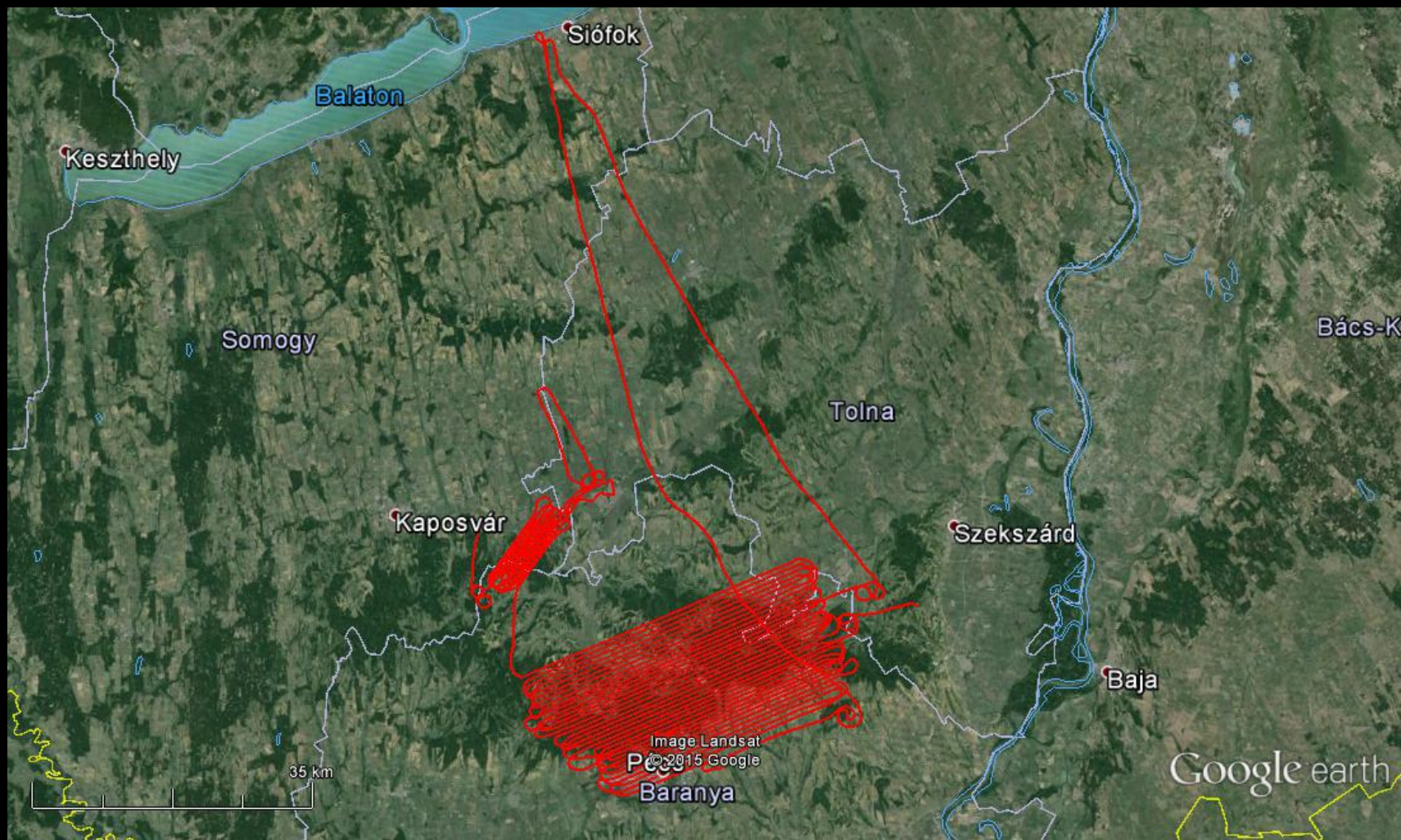


- Régészeti és erdészeti felhasználás
- ~17 km<sup>2</sup>
- Két pontsűrűség:
  - 20 pont/m<sup>2</sup>
    - 14 pont/m<sup>2</sup> sávonként
    - ~70% átfedés a sávok között
    - 31.63 pont/m<sup>2</sup> a teljes területre
    - 27,4 km<sup>2</sup>
  - 8 pont/m<sup>2</sup>



# Szalacska

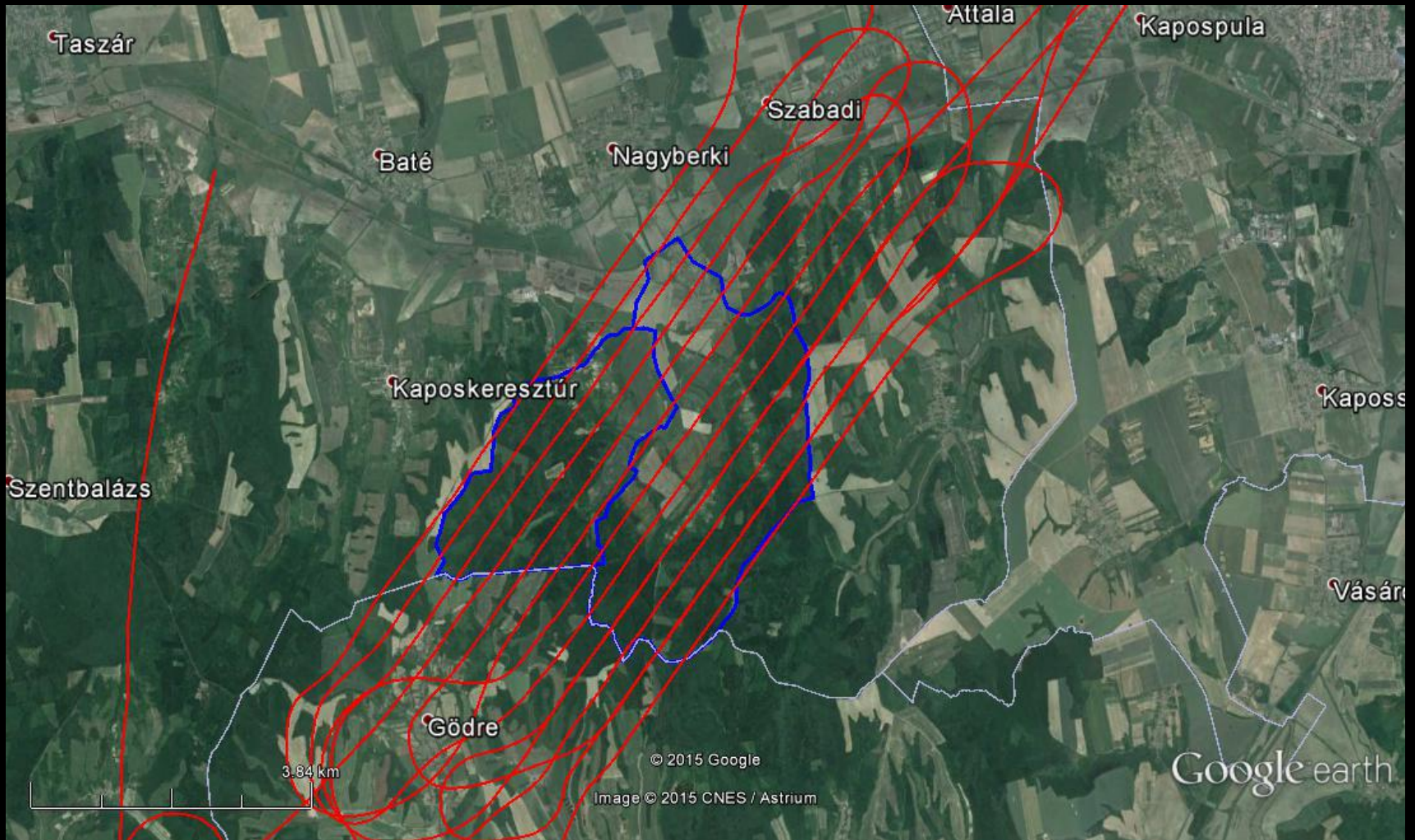
## Tervezés és megvalósulás



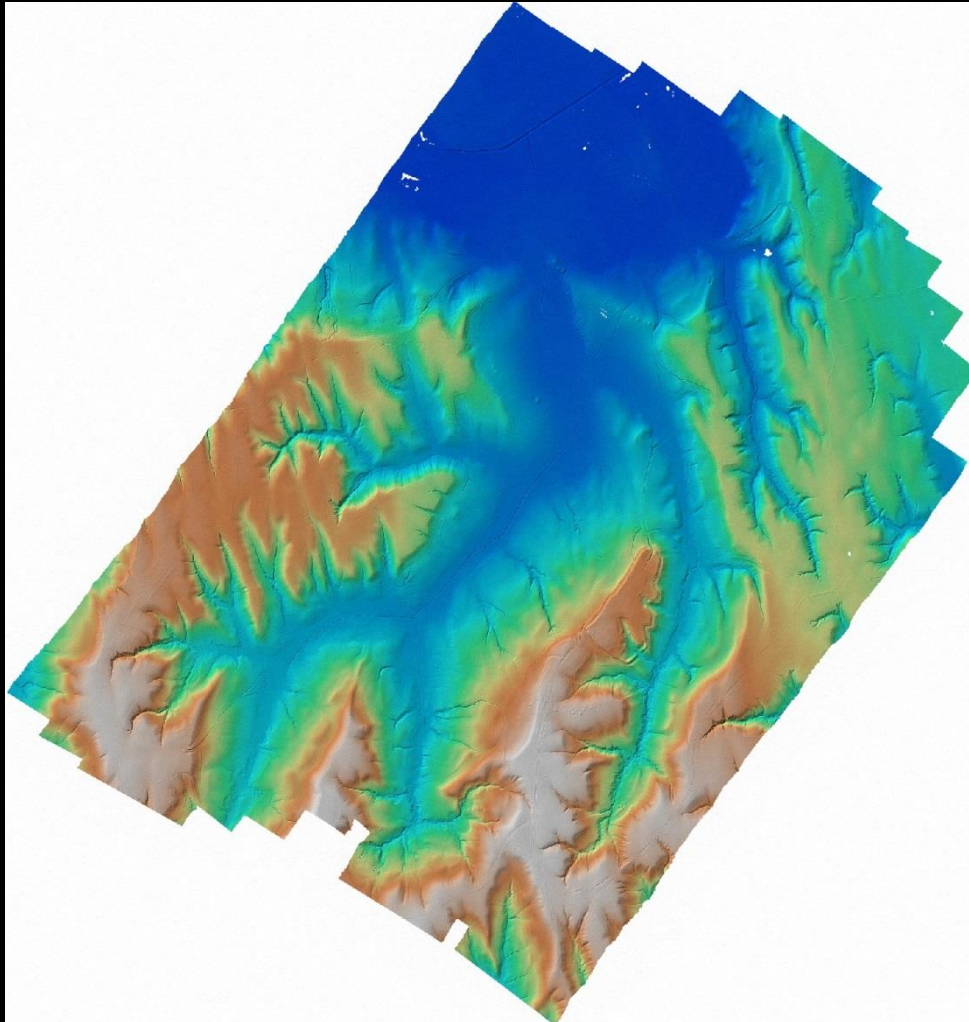
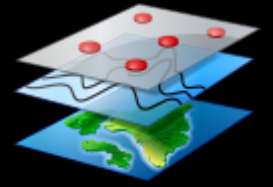


# Szalacska

Tervezés és megvalósulás, 2015.03.10.

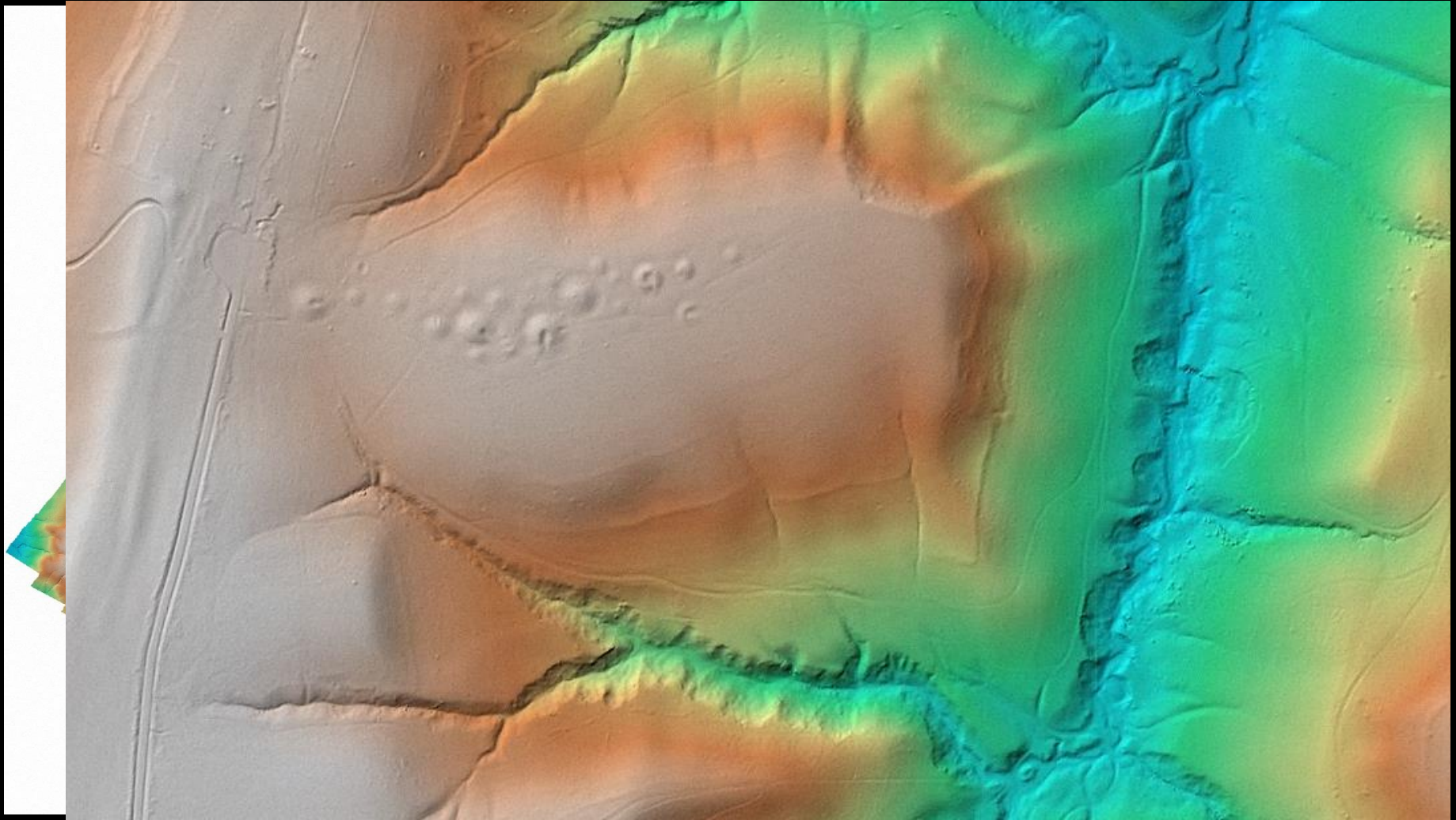
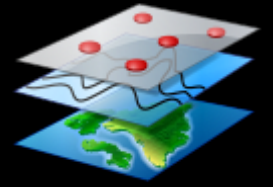


# Szalacska DDM – 0,5 m

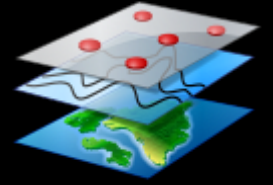




# Szalacska DDM – 0,5 m



# Ipoly Erdő Tervezés



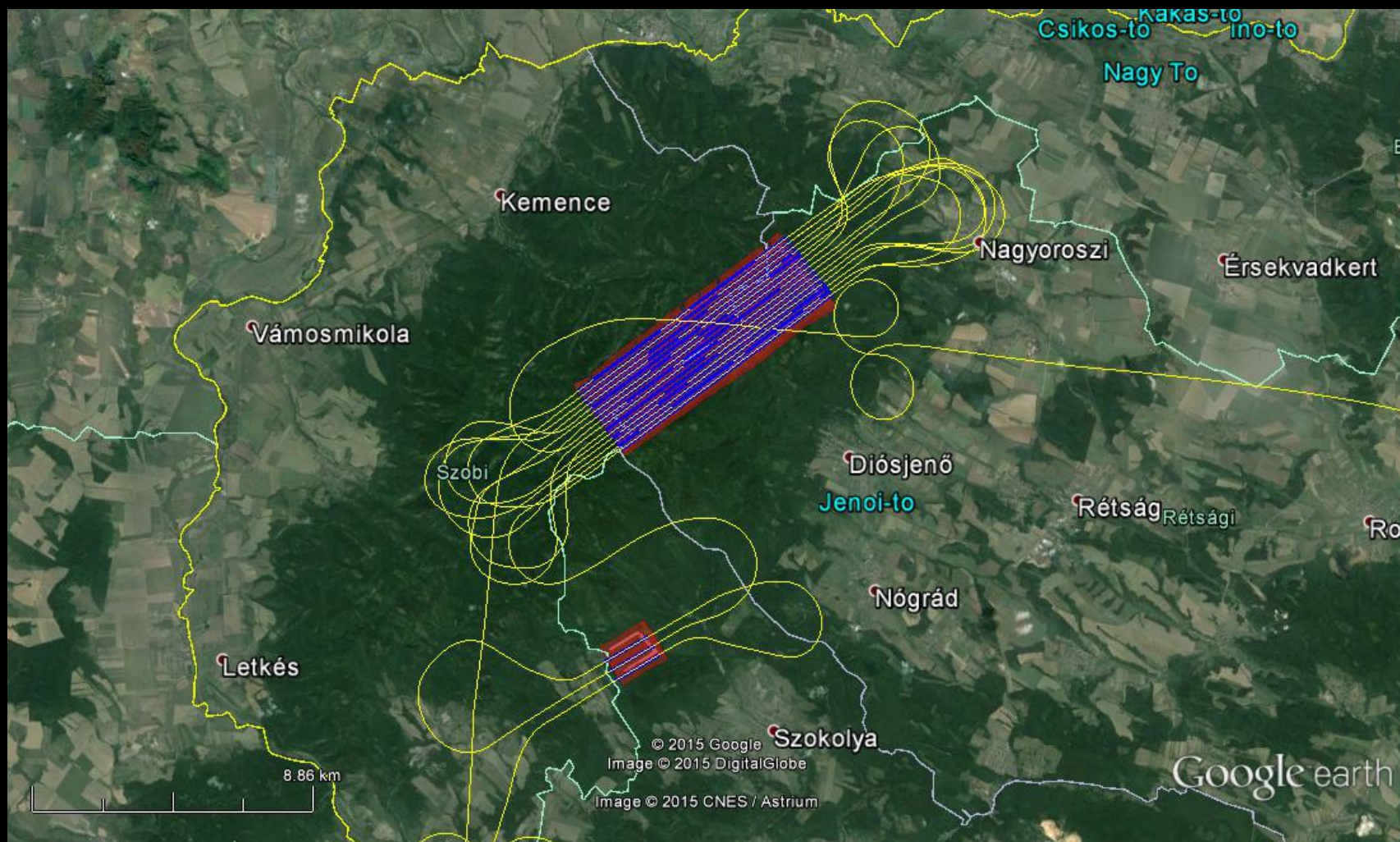
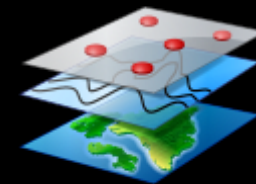
- Jégkár, 2014.12.1-2.
- Börzsöny, ~10'000 ha
- Rakottyás-völgy
- ~17 km<sup>2</sup>
- ~30 pont/m<sup>2</sup>
- ~10 cm RGBNIR képanyag





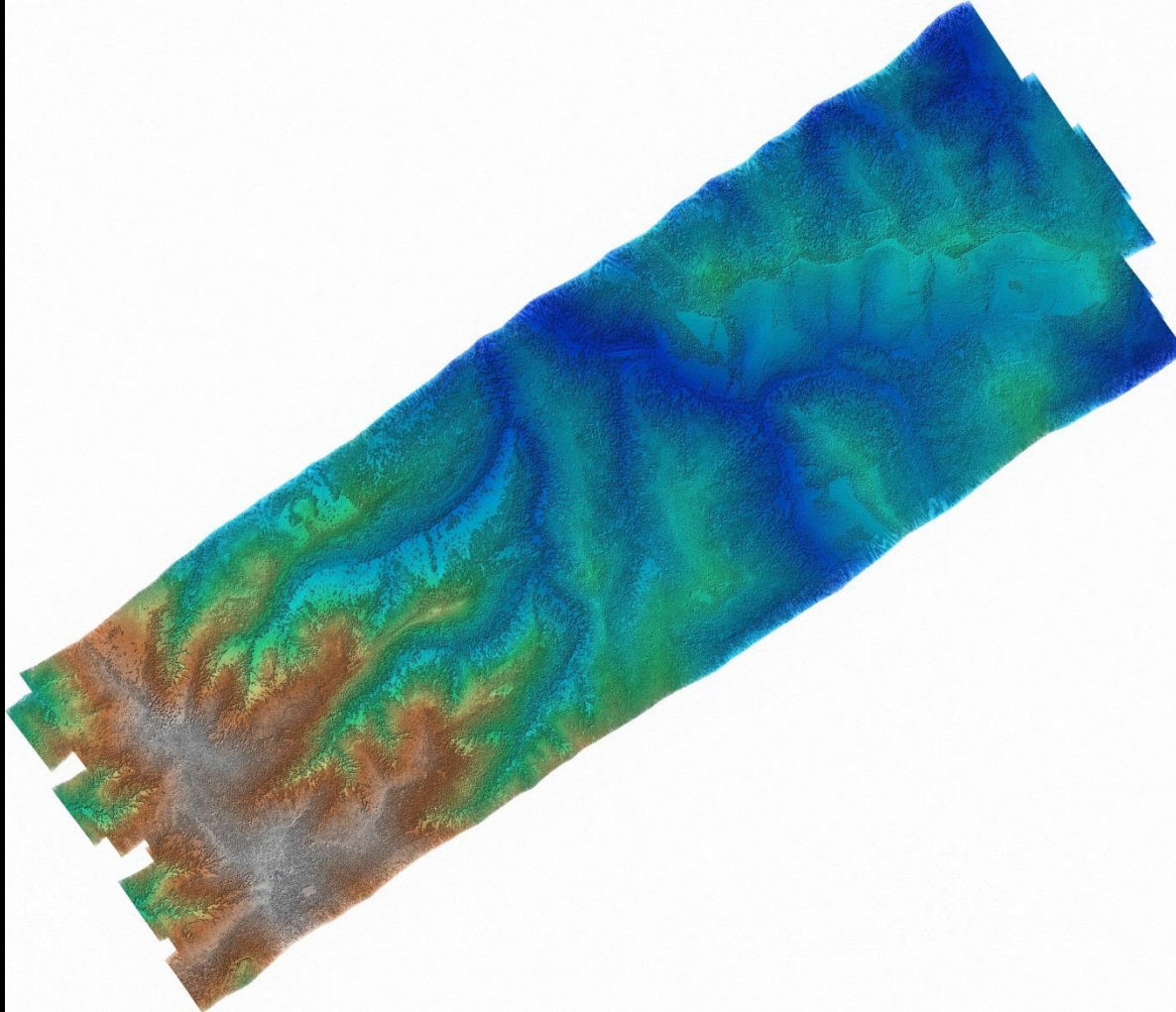
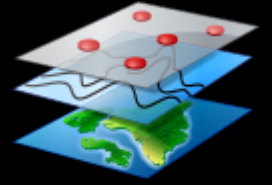
# Ipoly Erdő

## Megvalósulás: 2015.08.29.



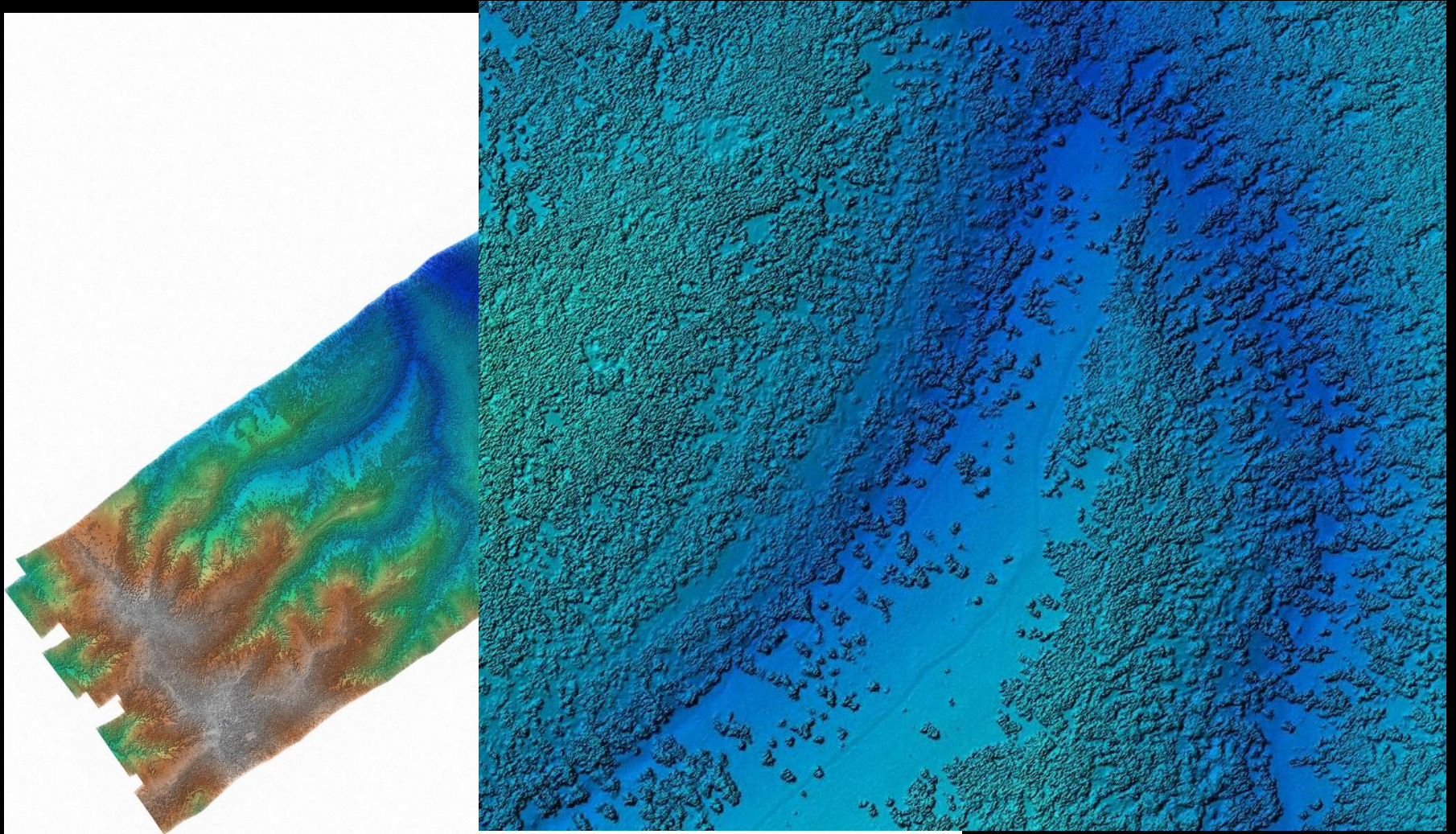
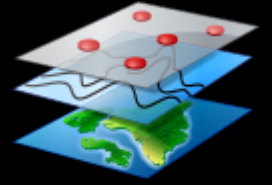


# Borított Felszínmodell (DSM)





# Borított Felszínmodell (DSM)



# Egyes fákhöz modellezéséhez szükséges adatok

Mellmagassági átmérő

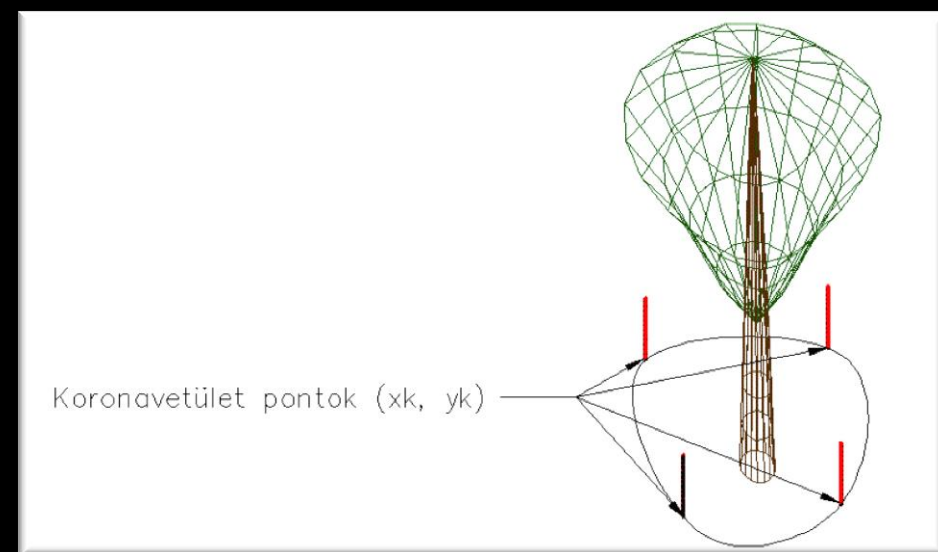
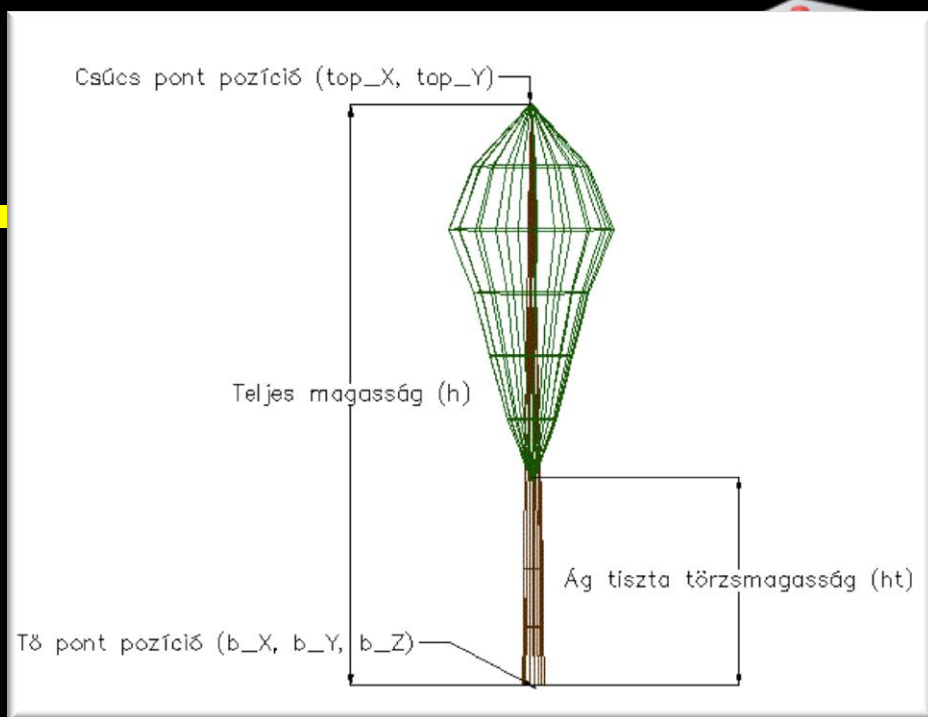
Korona vetület mérete

Teljes magasság

Ág tiszta magasság

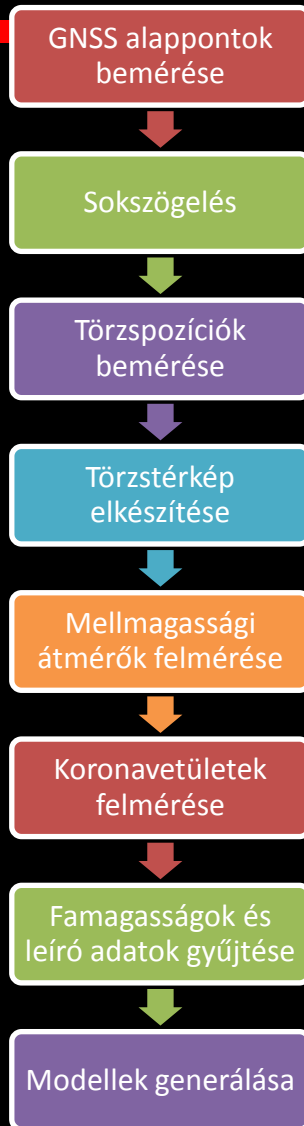
Fafaj

Korona állapota

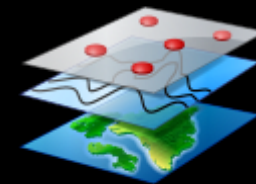




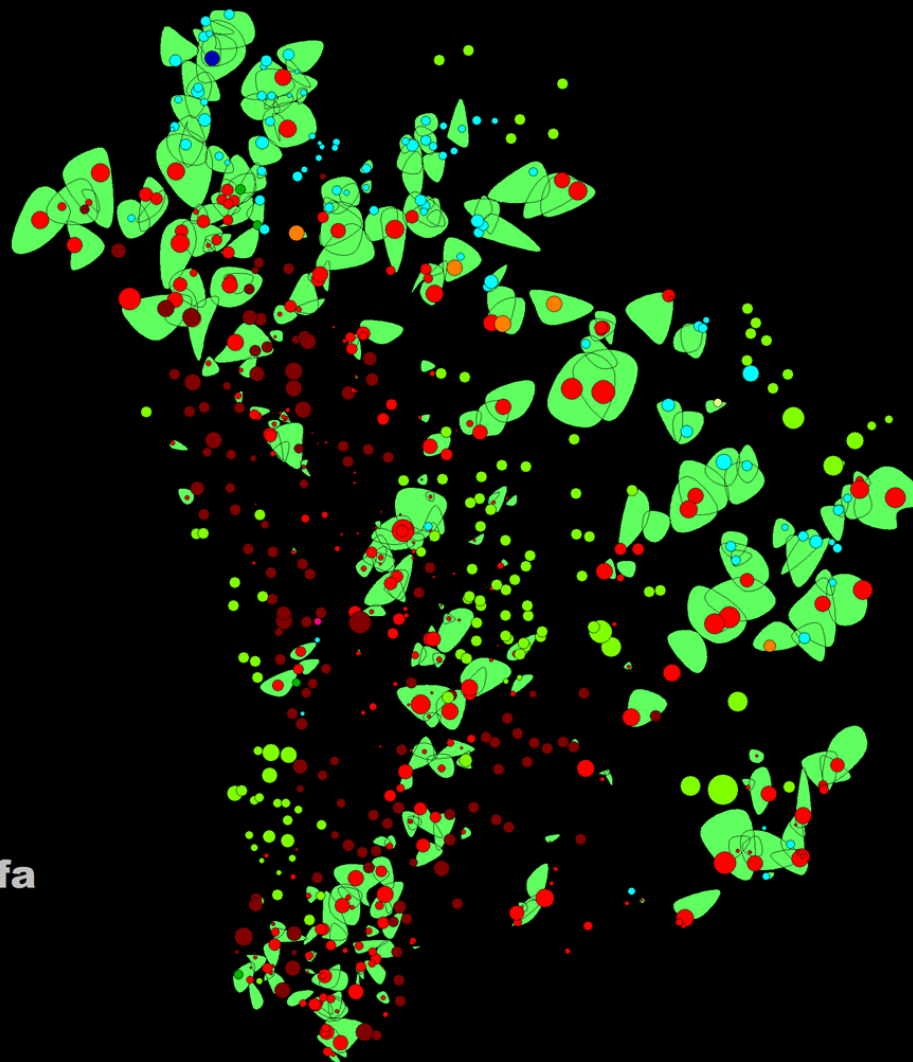
# Referencia adatok gyűjtésének folyamata



# Korona és törzstérkép



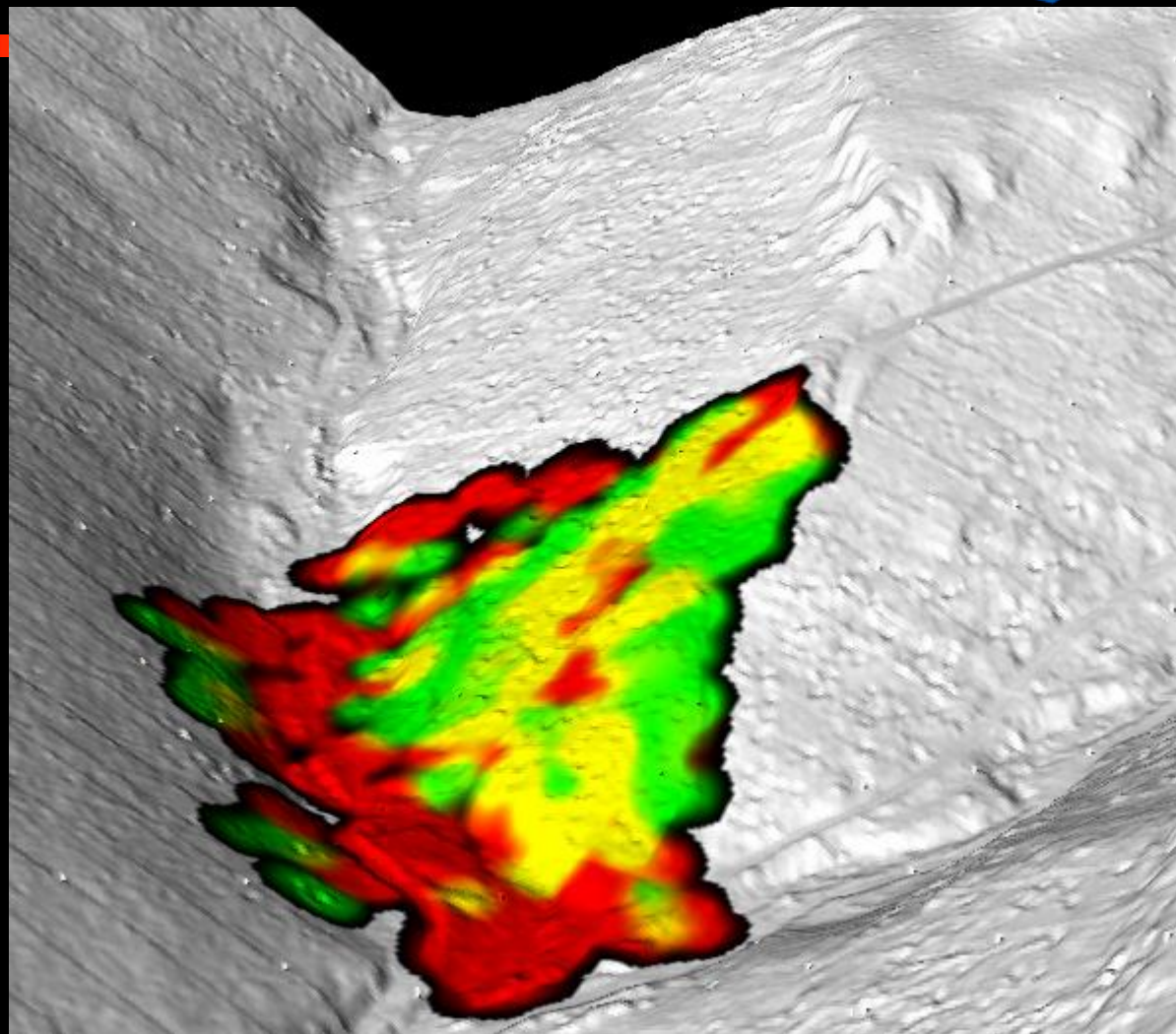
- B
- GY
- HJ
- KTT
- MJ
- RNY
- Kidőlt fa
- Tuskó



# Állományrészek domborzaton

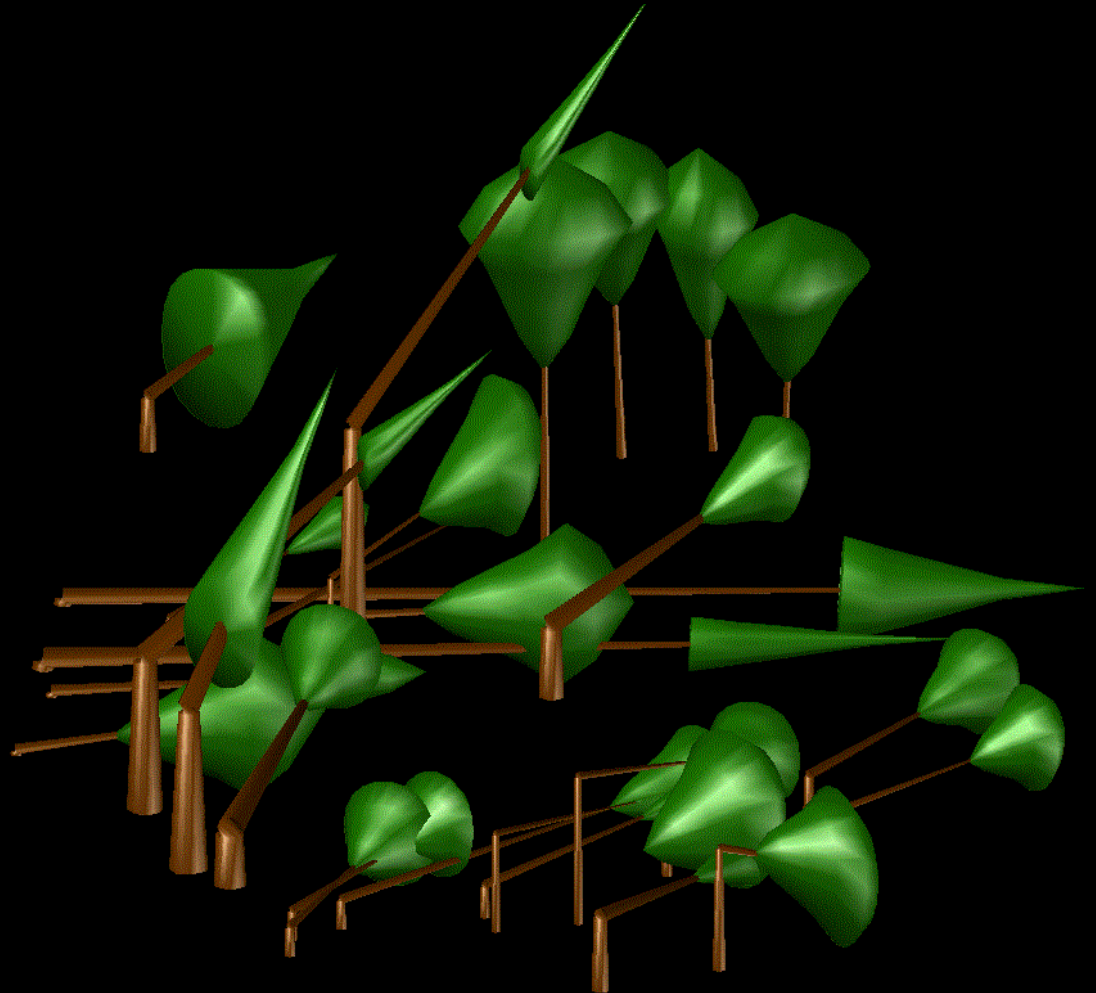
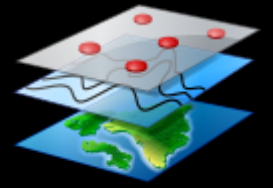


-  **Álló fák**
-  **Fekvő fák**
-  **Vegyes**





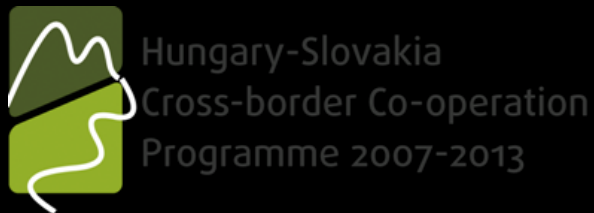
# Terepi referencia-adatok



Támogatók:

INMEIN - HUSK/1101/1.2.1/0141

TÁMOP 4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0010



European Union  
European Regional Development Fund



# KÖSZÖNJÜK A FIGYELMET!

<http://www.inmein.nlcsk.sk/>

[kiraly.geza@emk.nyme.hu](mailto:kiraly.geza@emk.nyme.hu)



2015.10.30.

Fény - Tér - Kép 2015, Gyöngyös



40