

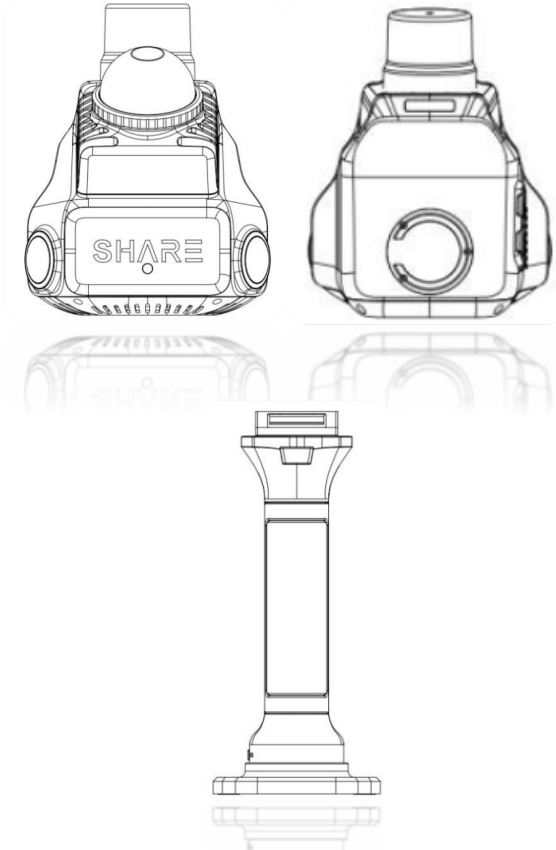
Fás területeken készült SLAM pontfelhő  
feldolgozása dotXpert szoftverrel

Miszori Krisztián

- Hardver:
  - Share S20 SLAM szkennер
- Szoftver:
  - PointClouds Studio
  - dotXpert@topoLynx
    - Funkció
    - Módszer
    - Eredmények



- 700+379 = 1079 gramm
- WiFi / Bluetooth
- 256 GB TF tároló
- 200.000 pt/sec
- Látószög:  $\Leftrightarrow 360^\circ \updownarrow 52^\circ$
- RTK (cm)
- Kamera: 2x16 Mpx
- Akku: 2.5 óra / markolat



- Tulajdonságok
  - Livox (nincs mozgó alk.)
  - SLAM
  - MID-360 szenzor
  - 200.000 pont/mp
- Tapasztalatok
  - Jó ár/érték arány
  - Könnyű



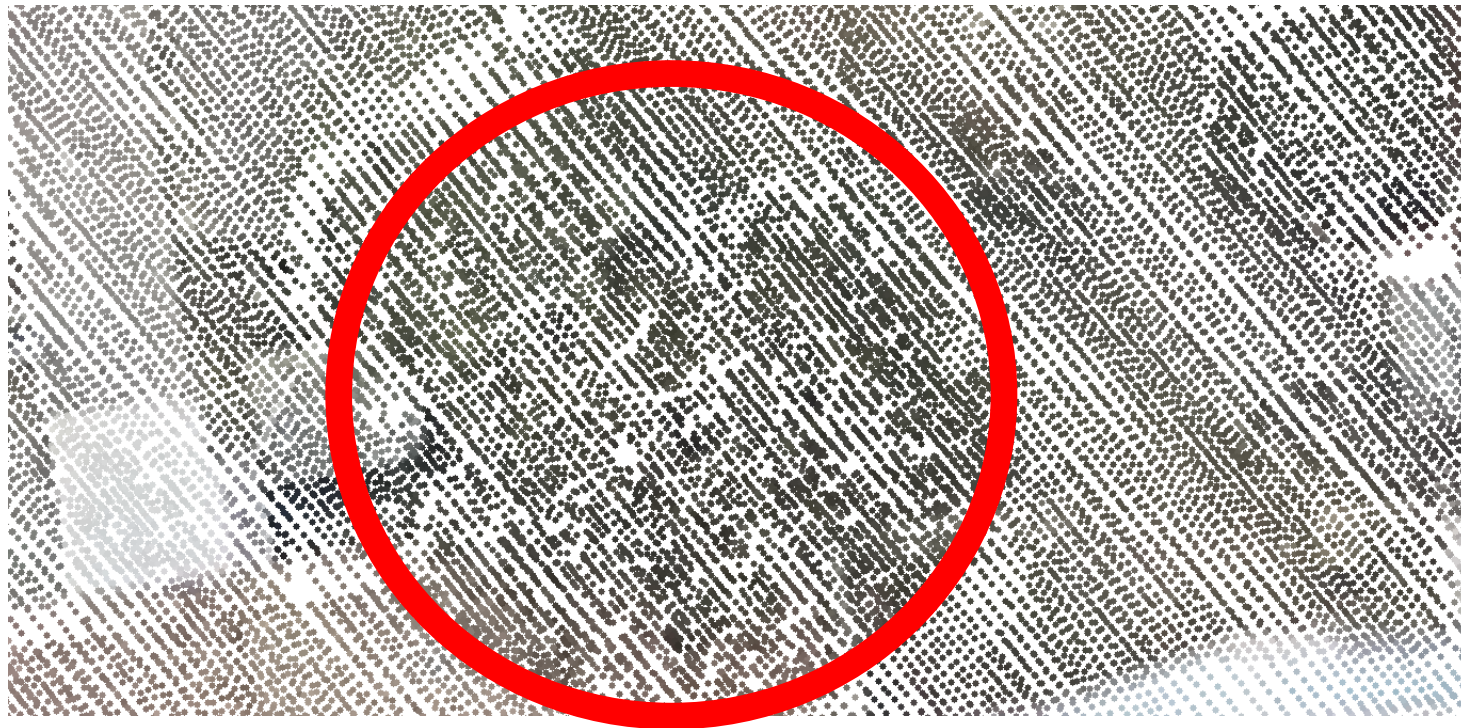
## Lidar szenzor: sávos letapogatás



## Lidar szenzor: sávos letapogatás



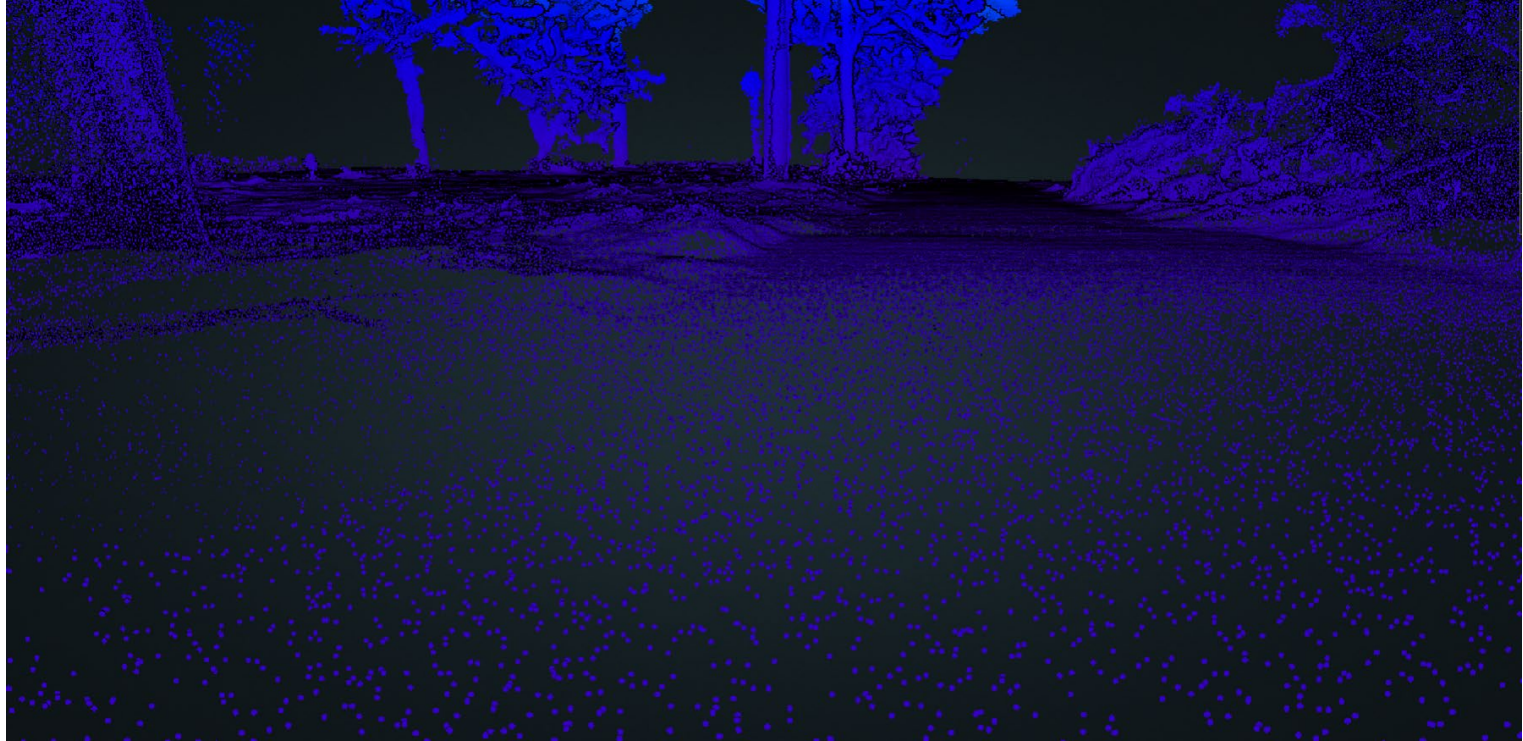
Lidar szenzor: sávos letapogatás



## Mid-360 Livox szenzor: véletlenszerű letapogatás



## Mid-360 Livox szenzor: véletlenszerű letapogatás



- **Használata**
  - Szkennelő bekapcsolás
  - Tartó: telefon / WiFi-n
  - Saját kontroller szoftverrel indítható  
Projektek / RTK / fotó
  - TF kártyára rögzít
- **PC-n SLAM előhívás**



## Tájékozás

Nincs

Lokális, relatív koordináták

Control Point

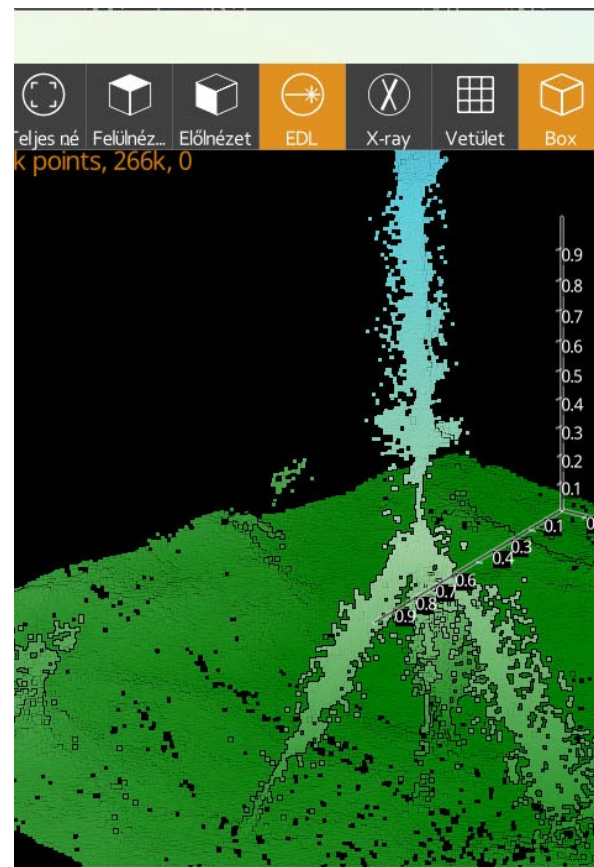
Külön mérem meg az illesztőpontot

Minimum 4 db, több jobb

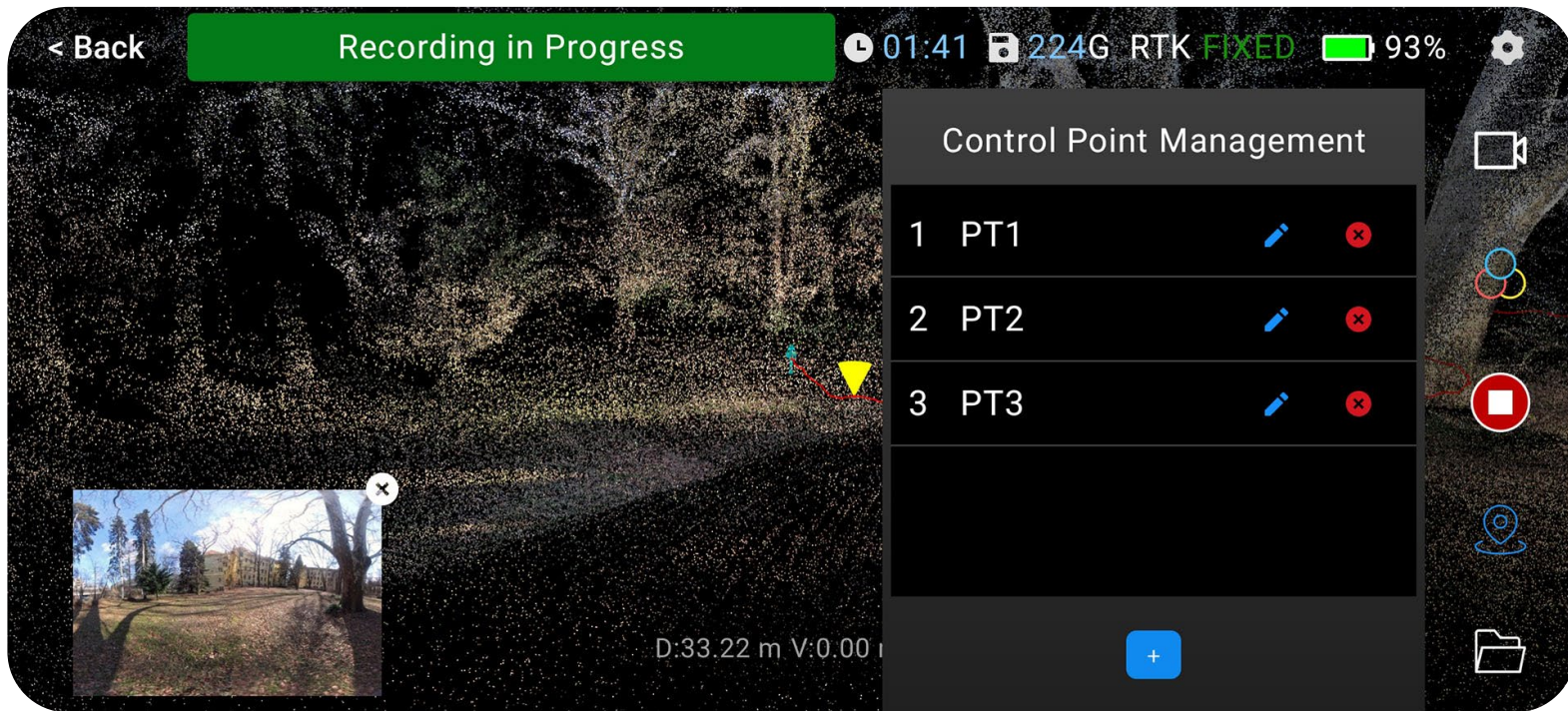
RTK

Minimum 3 pont

Eszköz SIM használata

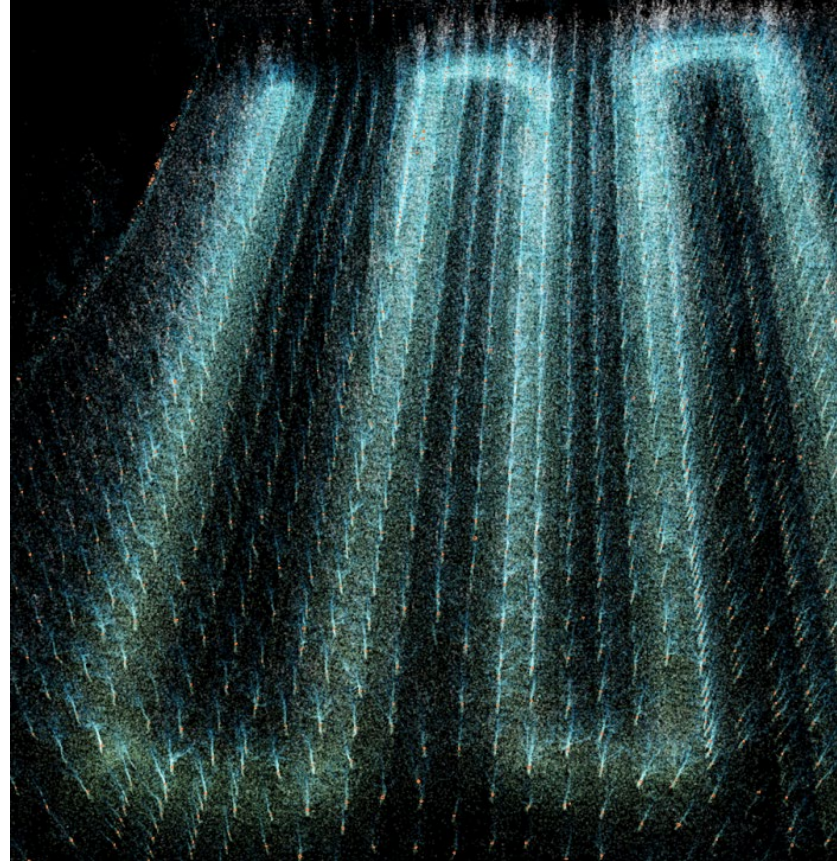


## Tájékozás - RTK



## Tapasztalatok

- **Mozgás**  
Hurkok + RTK-hoz szalamander  
Merev csukló, törzsből fordulni  
Távolság: 20-25 m/pászta
- **Mérési idő/menet:**  
1+ órás mérés is oké  
– feldolgozási idő nő  
Jobb szétbontani, ha lehet
- **Fényképezés:**  
SLAM-hez használja
- **File méret:**  
~ 1GB/perc (durva becslés)
- **Telefon tartó:**  
mágnesesen is stabil



## A SLAM általánosan:

A lényege, hogy előállítsuk az eredeti „nyomvonalat” a trajektóriát

Nem kell hozzá semmi, csak IMU adat illesztőpont!

### Fénykép - RTK:

Fénykép: opcionálisan használható, de nem szükséges

### Futásidő:

Erős géppel csökkenthető az ideje („gamer” kategória)

Egy jó gép ára sem elhanyagolható

Min 64 GB RAM / 16 GB VRAM – RTX

Processzor: magok száma fontos (i7 - i9 +)

(A SALM szoftvert általában tartalmazza az eszközök ára, de a vektorizálót nem.)

## SHARE PointClouds Studio

- RTK fusion

PI EOVS / HD 72-be

- Vagy -

- Control Point Calibration

(szöveg file alapon koordináták)

- Colorization

Pontfelhő színeztése

- Dynamic Object Filtering

Mozgó dolgok kiszűrése, pl sétáló emberek

- Distortion removing

Halszem torzítás eltávolítása a képekről

### Mapping parameters

RTK Fusion



Known coordinate system

Level Setting

HD72 / EOVS



Control Point Calibration



Point Cloud Colorization



Dynamic Object Filtering



Distortion-removed photo output



Output format

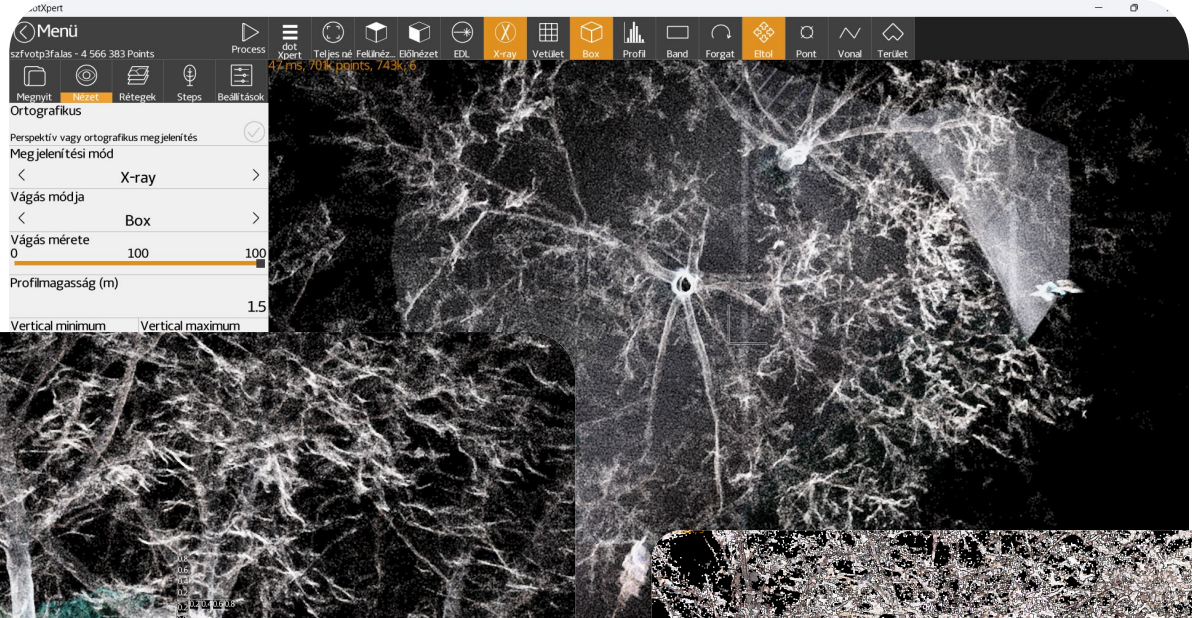
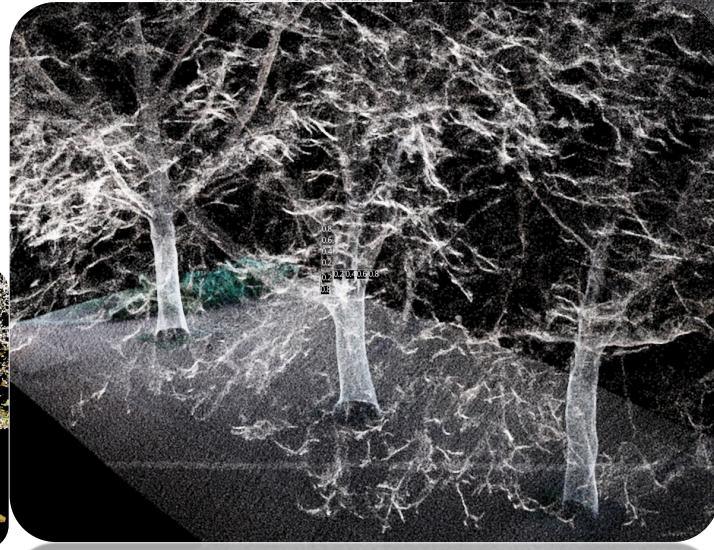
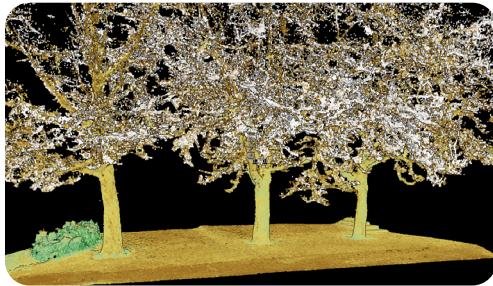
LAS

PLY

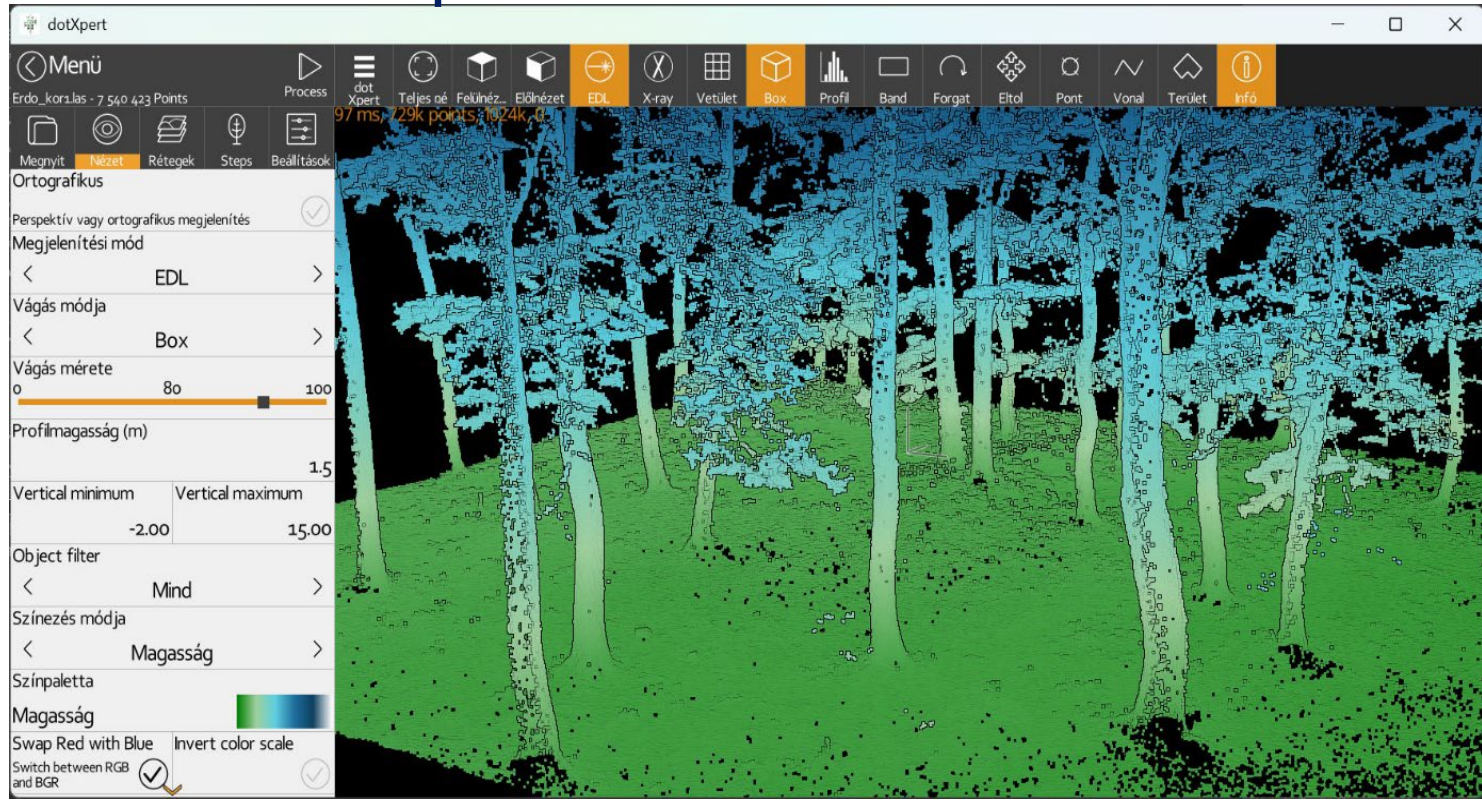
Apply parameters to all tasks

Apply

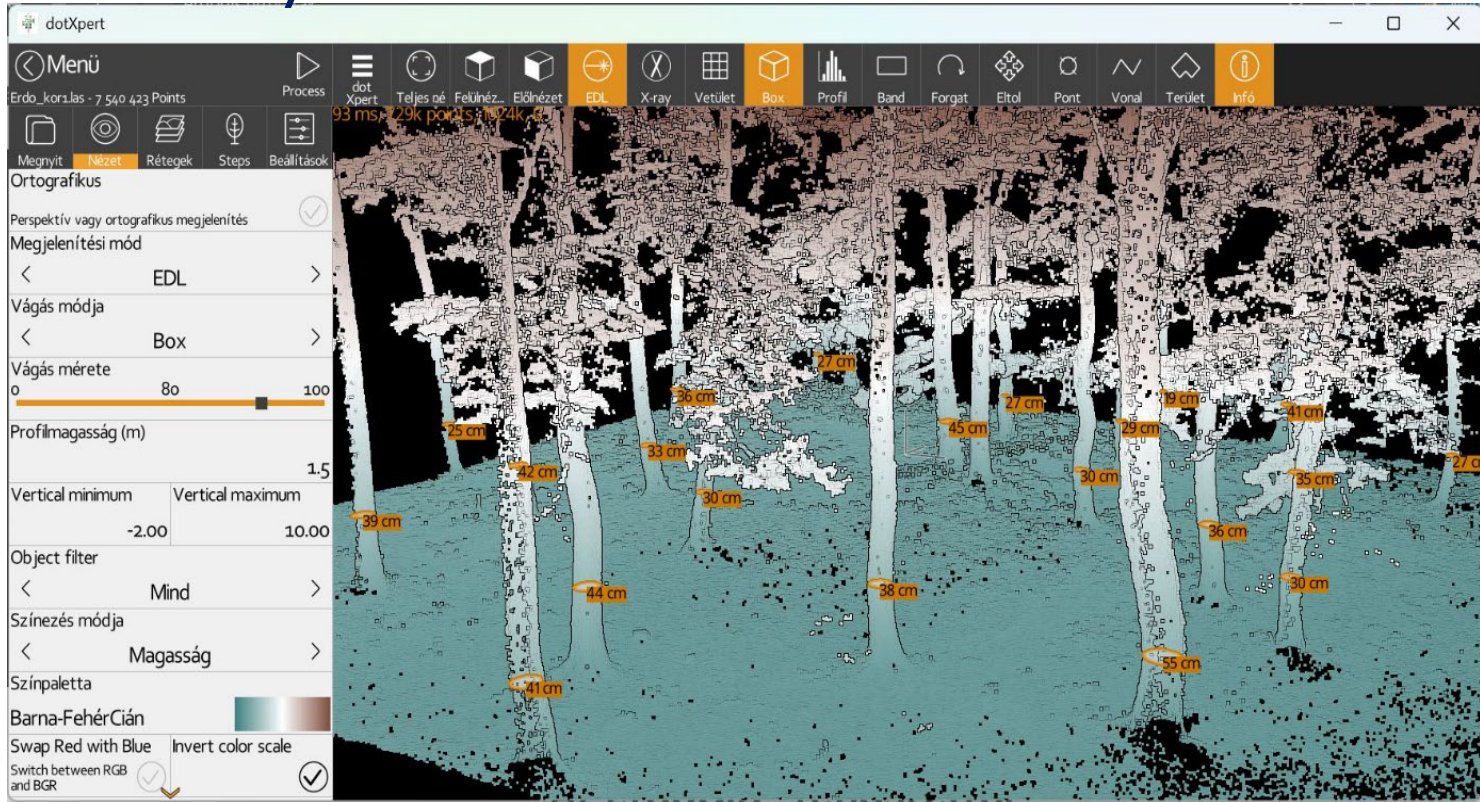
- LAS file megjelenítés
- C++ kód
- X-ray / EDL
- Színezések



- Pontfelhő - input

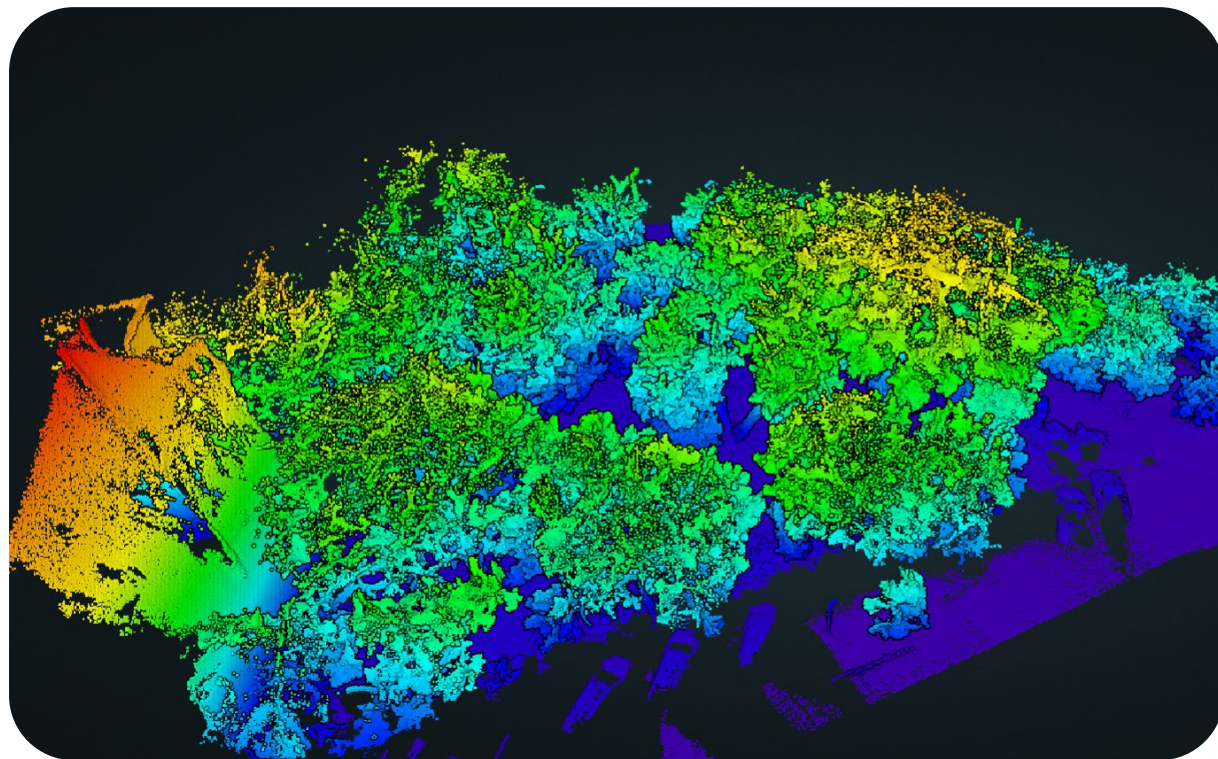


- Eredmények



- Lépések
  - DFM (földfelszín)
  - DSM (borított felszín)
  - nDSM (magasságok)
  - Törzs detektálás
  - Egyesfa szegmentálás
- Szűrők (opcionális)
  - Voxel
  - Zaj  
(sűrűség és domborzat alatti szűrés)
- **Eredmények** (shp)
  - Pontok
  - Törzs térkép
  - Korona vetület

Kezdetben vala a pontfelhő - megnyitás



## DTM

Digitális terepmodell

## DSM

Digitális felszínmodell

## nDSM

Magassági modell

## CHM

Koronafelszín modell



## DTM

Digitális terepmodell

## DSM

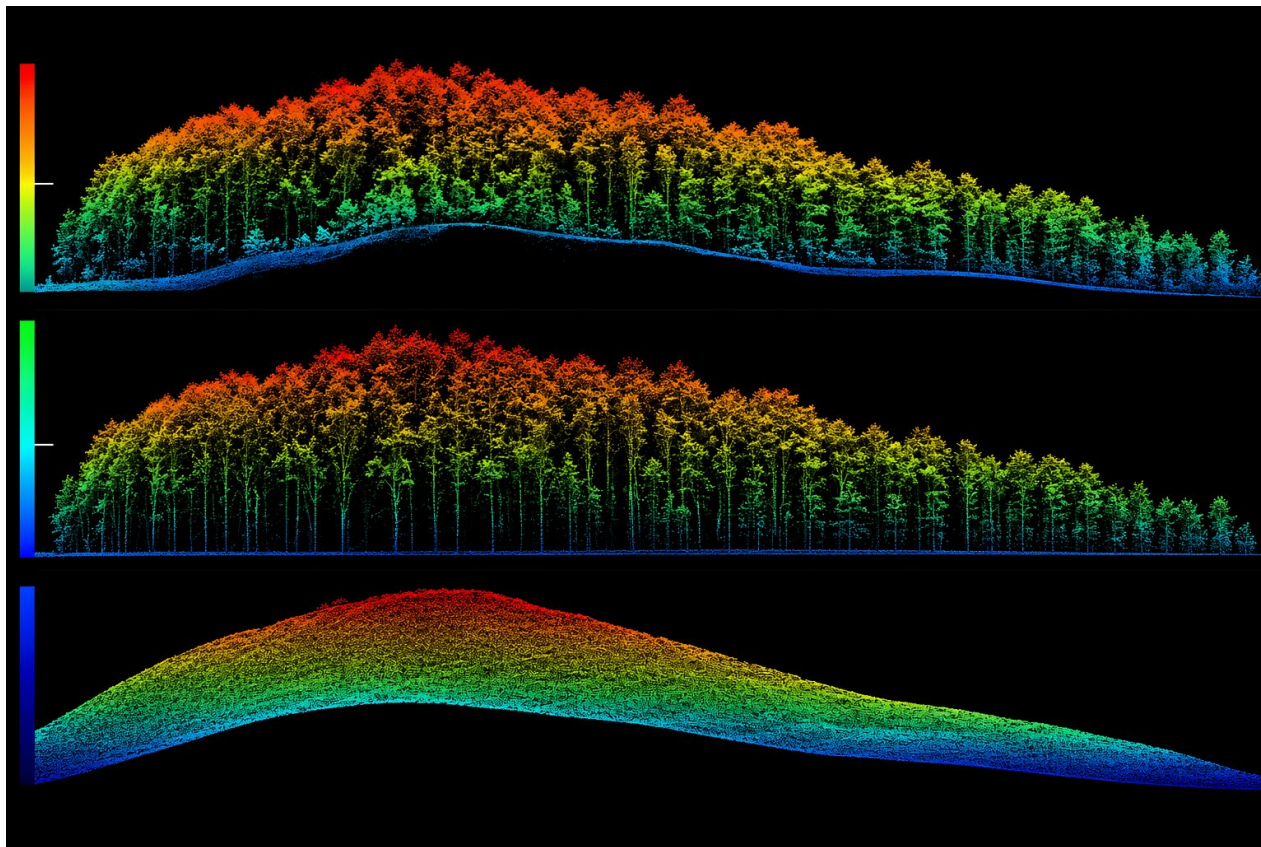
Digitális felszínmodell

## nDSM

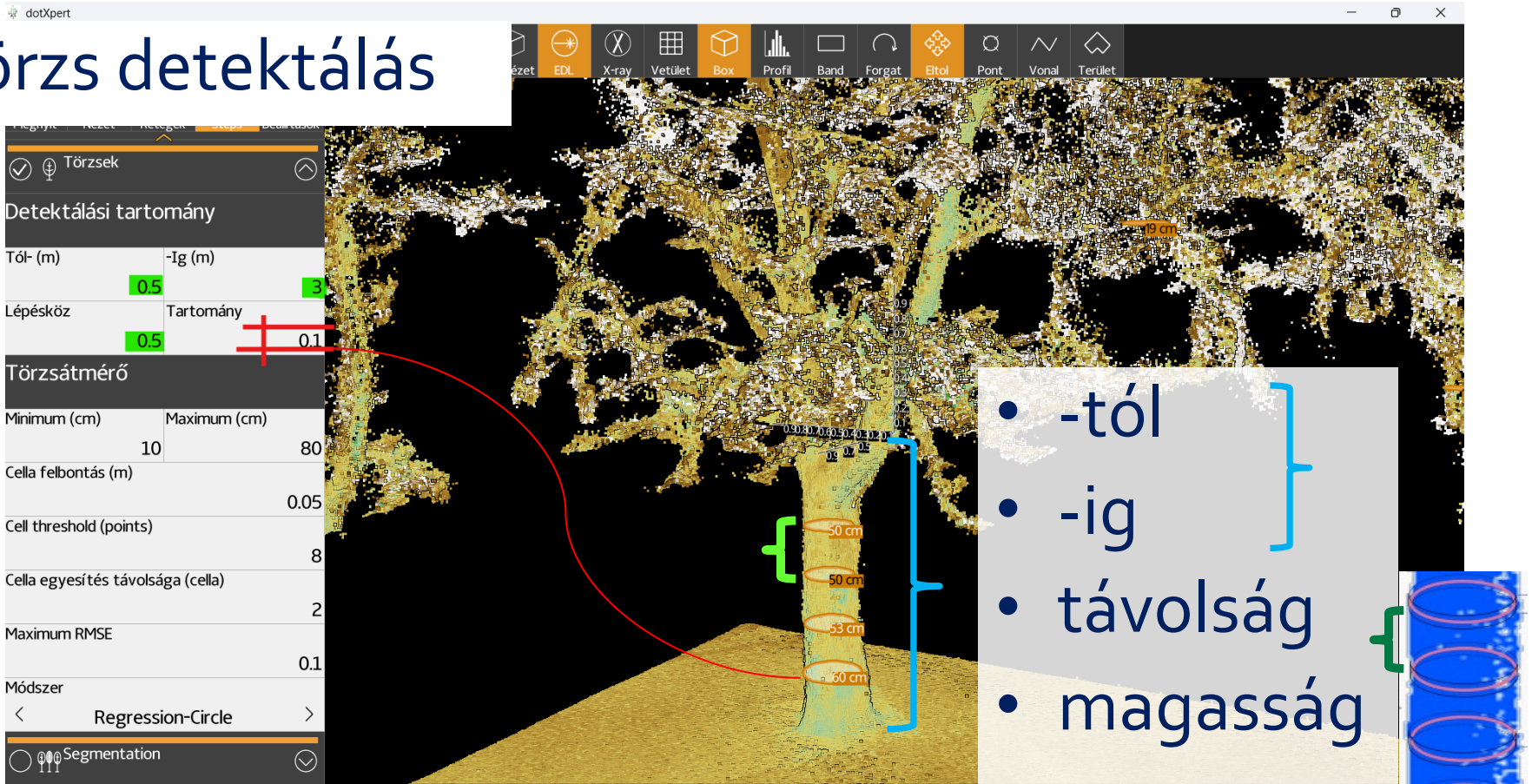
Magassági modell

## CHM

Korona magasságok



## Törzs detektálás



The screenshot shows the dotXpert software interface for tree trunk detection. The left sidebar contains the following settings:

- Törzsek** (checked)
- Detektálási tartomány**
  - Tól (m): -1g (m)
  - Lépésköz: 0.5
  - Tartomány: 0.1
- Törzsátmérő**
  - Minimum (cm): 10
  - Maximum (cm): 80
  - Cella felbontás (m): 0.05
  - Cell threshold (points): 8
  - Cella egyesítés távolsága (cella): 2
  - Maximum RMSE: 0.1
  - Módszer: Regression-Circle
- Segmentation** (checked)

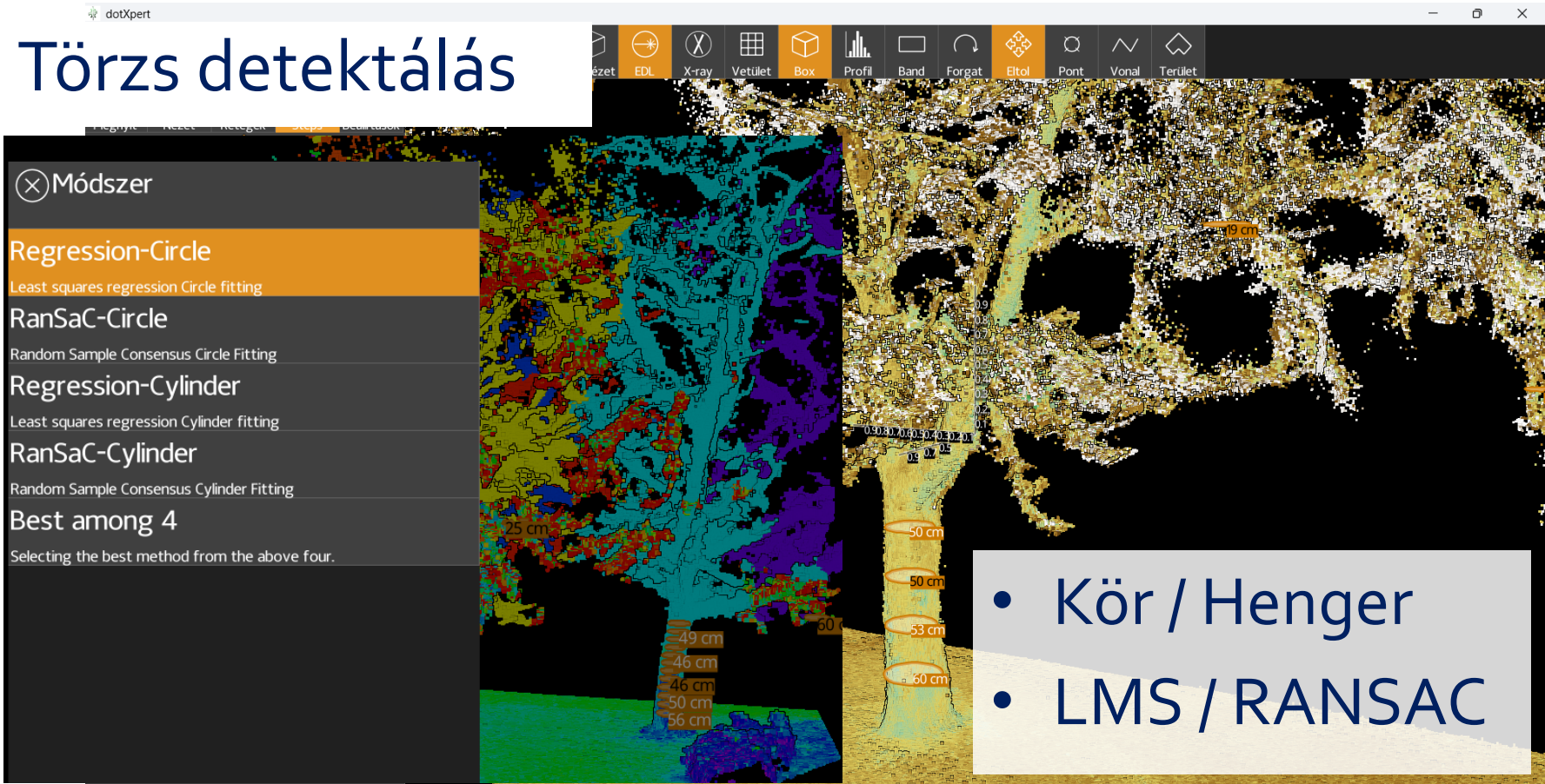
The main 3D view shows a tree trunk with several horizontal measurement lines and their corresponding diameters:

- 50 cm
- 50 cm
- 53 cm
- 60 cm

A red line connects the 'Tartomány' parameter (0.1) in the settings to the vertical extent of the trunk measurements. A blue bracket on the right indicates the vertical range of the trunk. A green bracket on the left indicates the diameter of the trunk at a specific height. A blue inset image shows a cross-section of a tree trunk with red circles representing the measurement points.

- -tól
- -ig
- távolság
- magasság

## Törzs detektálás



dotXpert

Érzet FDL X-ray Vetület Box Profil Band Forgat Eltol Pont Vonal Terület

Módszer

**Regression-Circle**  
Least squares regression Circle fitting

RanSaC-Circle  
Random Sample Consensus Circle Fitting

Regression-Cylinder  
Least squares regression Cylinder fitting

RanSaC-Cylinder  
Random Sample Consensus Cylinder Fitting

**Best among 4**  
Selecting the best method from the above four.

25 cm  
49 cm  
46 cm  
46 cm  
50 cm  
56 cm

49 cm  
50 cm  
50 cm  
53 cm  
60 cm

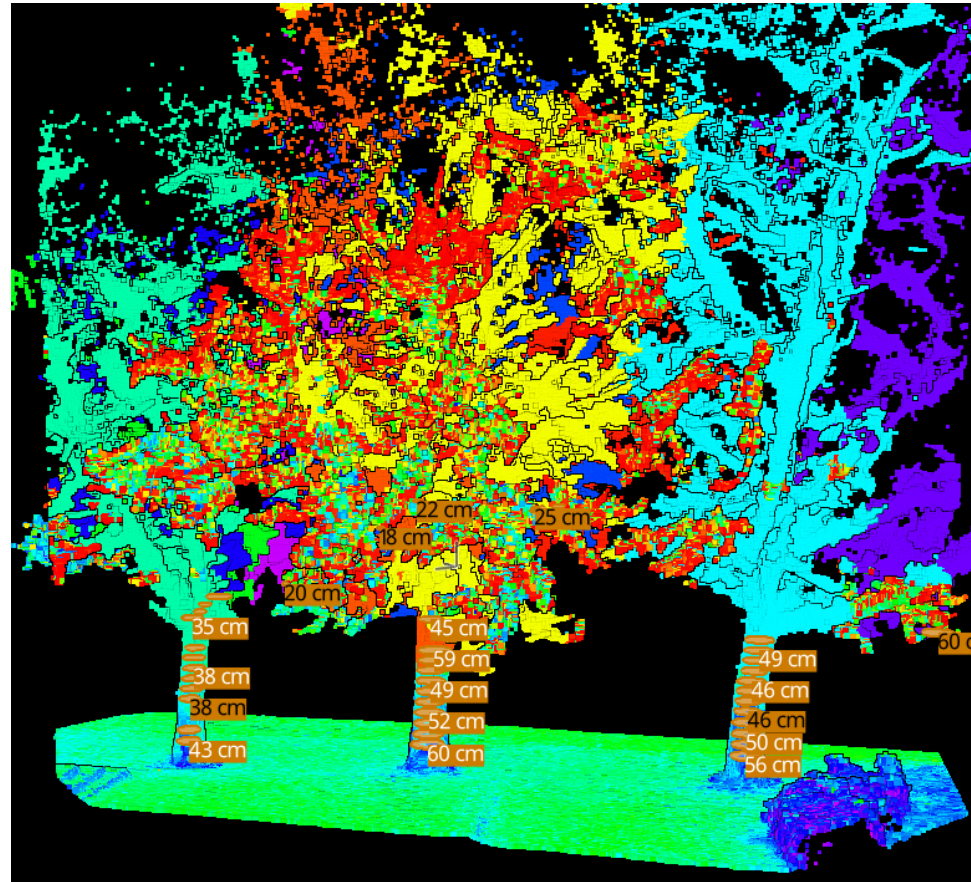
- Kör / Henger
- LMS / RANSAC

- Lentről felfelé történik

PI, ekkor jön létre a törzs görbülete, korona kiterjedése több irányban, ágtiszta törzsmagasság, famagasság.

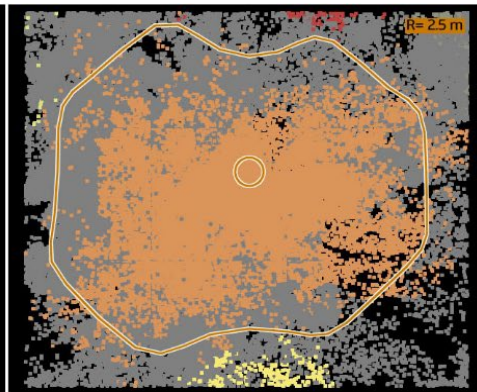
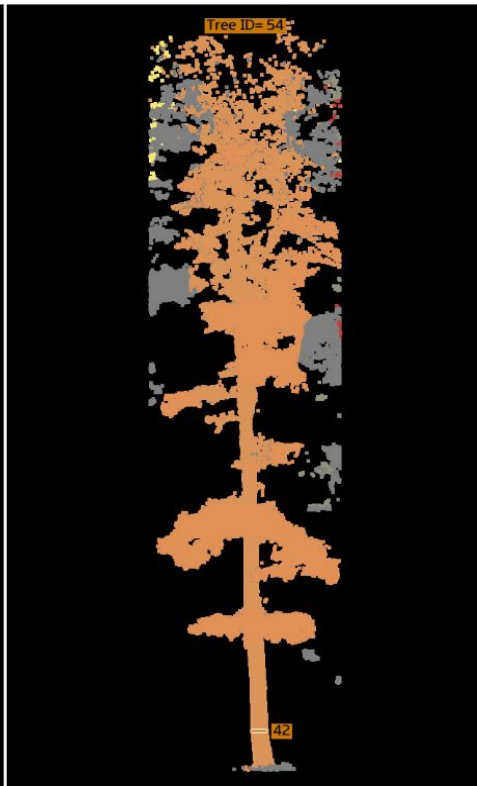
- Fafajhoz

A legújabb fejlesztés a törzs mélységi és textúra paraméereit is számolja, amely alapján a fafajok is meghatározhatók.



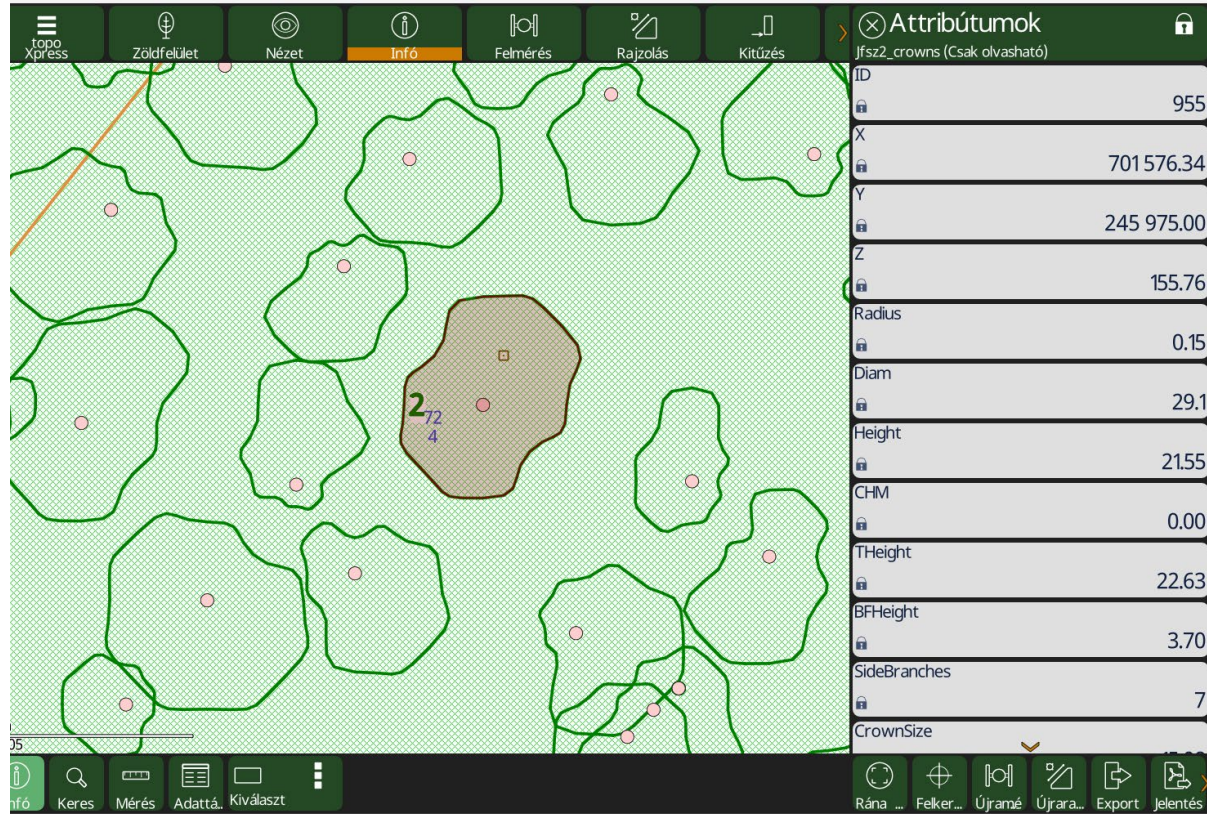
Elől- és oldalnézet

Koronavetület és törzs metszet



Minden adat GIS formátumban:

- domborzat és felszínmodell,
- törzstérkép,
- koronapoligonok,
- pontok a detektálási tartományban,
- faegyenként elől-, oldal- és felülnézeti képek.



ID – X Y Z

Radius: törzs sugár méterben

**Diam: törzs átmérő centiméterben**

**Height: fmagasság méterben**

CHM: koronafelszínmodell magassági a törzs középpont alatt

THeight: átmérő-magasság összefüggésből becsült fmagasság

BFHeight: ágtszta törzsmagasság

SideBranches: oldalágak száma

CrownSize: lombkorona magasság

**Volume: fatérfogat**

Carbon: szénkészlet

## Statistika

Num: pontok száma, amelyre a törzsillesztés történt

Inside: törzsillesztés után a törzsön belüli pontok száma

Outside: törzsillesztés a törzsön kívüli pontok száma

AngleSweep: törzsillesztésnél lefedett vízszintes szögtartomány /

RMS: négyzetes középhiba méterben

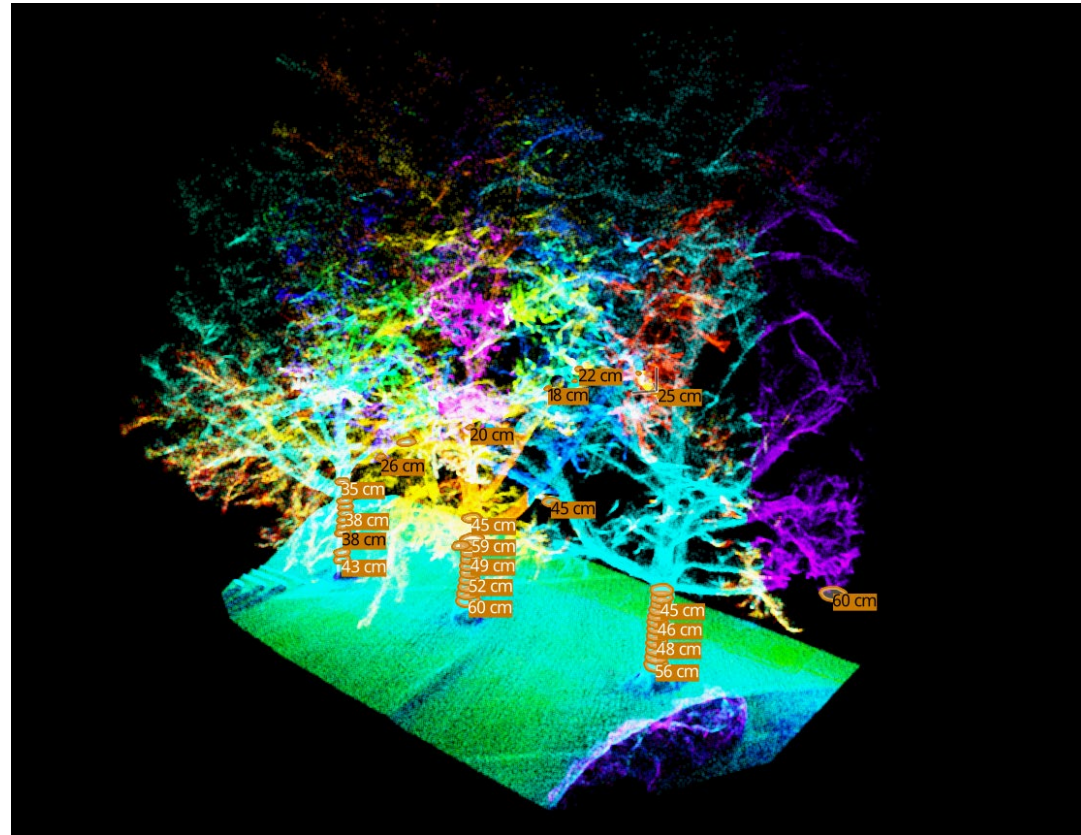
Method: módszer (1=reg. kör, 2=RanSaC kör, 3=reg. henger, 4=RanSaC henger)

DetectNum: sikeres törzs illesztések száma a faegyedre

StemEigen: törzs körüli pontfelhő első sajátértéke

StemRad: törzs körüli pontfelhő sugara

Crown5-10: 5 és 10 m közötti korona pontfelhő sugara, stb.



- Valós kép



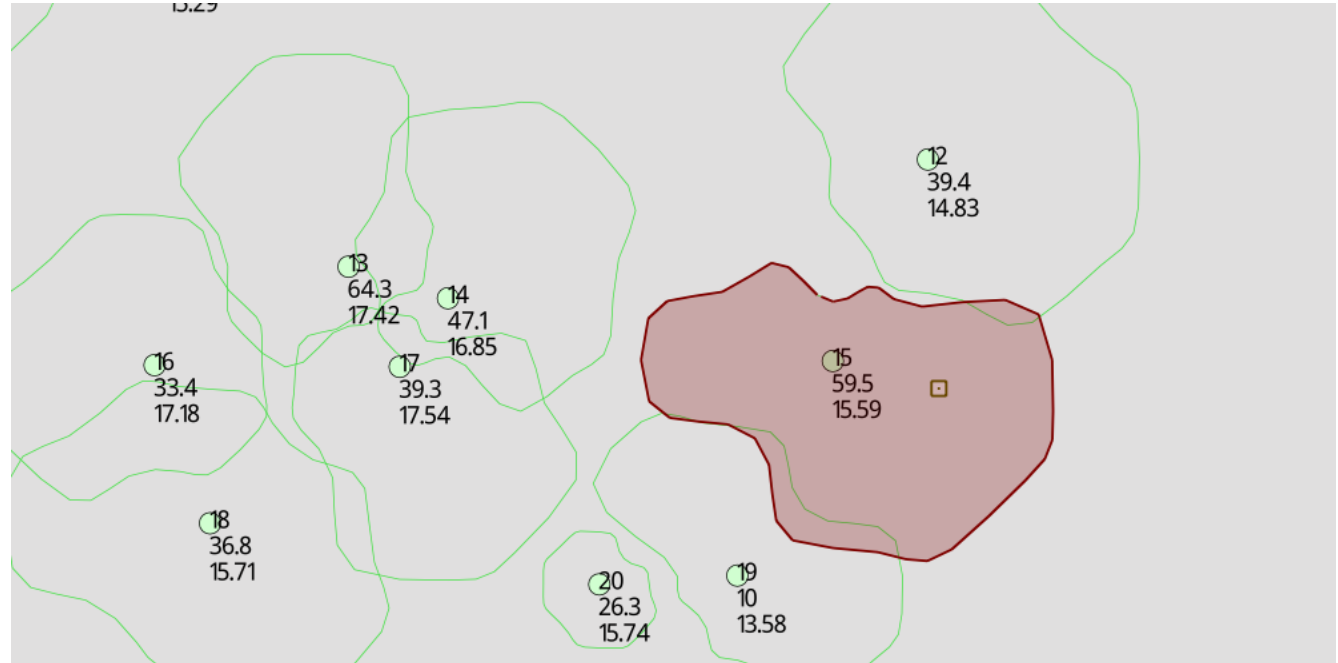
- Pontfelhő



- Detektálás



- Térkép (EOV)



- Táblázat

Mező	Érték	Leírás
ID	15	A fa egyedi azonosítója.
X, Y, Z	801997,21; 206055,70; 158,15	A törzs pozíciója (EOV koordináták) és a talajszint magassága.
Radius	0,3	A törzs becsült sugara méterben.
Diam	59,5	A fa mellmagassági átmérője (DBH) cm-ben.
Height	11,9	A mért fa teljes magassága (méter).
CHM	8,41	<i>Canopy Height Model – a korona legmagasabb pontja a talajhoz képest.</i>
THeight	12,49	A teljes fa magassága (eltér a Height-tól a modellezés miatt).
<u>BFHeight</u>	2,43	<i>Branch Free Height – az <u>ágmentes</u> törzsrész magassága.</i>
<u>SideBranches</u>	2	Detektált oldalágak száma a törzsön.
<u>CrownSize</u>	8,33	A koronavetület kiterjedése (méter).
Volume	0,526	A fa törzsének becsült köbtartalma (köbméter).
Carbon	154,6	Becsült megkötött <u>szénmennyiség</u> (kg).
Num	2180	A <u>törzsmodellezéshez</u> használt pontok száma a pontfelhőből.
RMS	0,031	<i>Root Mean Square Error – a modell illeszt. pontossága (itt 3,1 cm hiba).</i>
Method	2	A detektálási algoritmus típusa (itt: RANSAC körillesztés).

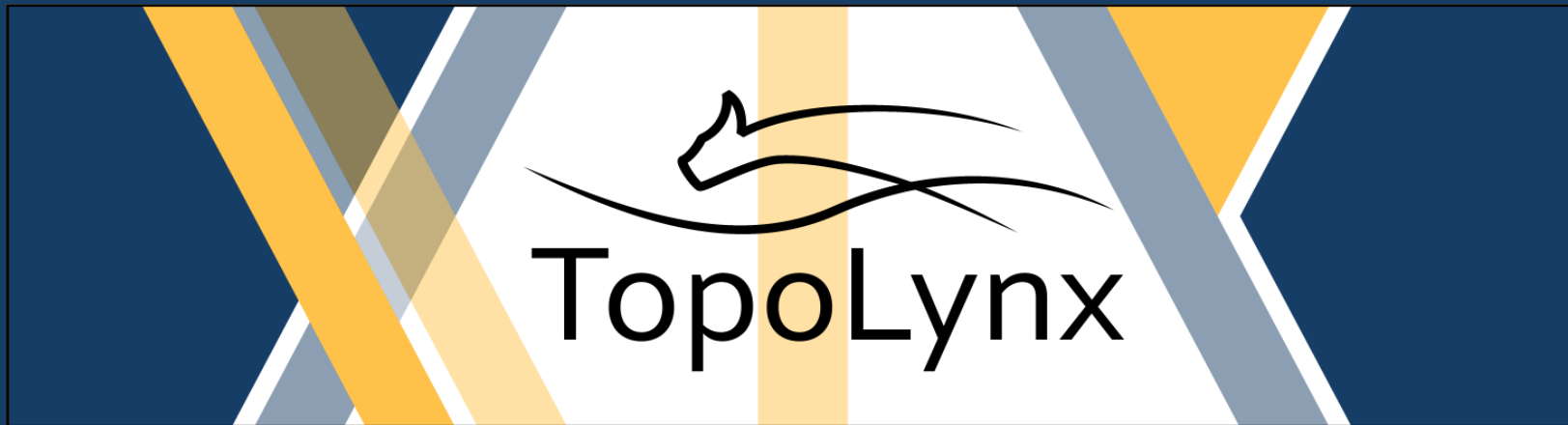
## • Szövegesen

A fenti 15-ös azonosítójú fa egy **59,5 cm mellmagassági átmérőjű (DBH)**, **11,9 m teljes magasságú** fa, mely nagy koronájú és valószínűleg szabadon álló. A törzsmodell illesztési pontossága kiemelkedőnek tekinthető, emiatt nagyfokú megbízhatóságú a fatömeg-becslés - **0,53 m<sup>3</sup>**.

### Morfológiai és erdészeti jellemzők:

- Törzsmínőség:** Az ágmentes törzsmagasság (*BFHeight*) 2,43 m, ami a kifejlett, vastag törzsátmérőhöz viszonyítva viszonylag alacsonyan elhelyezkedő koronát mutat. A 0,90 érték alapján **a becsült törzs alakja** - ami alacsony görbeségi indexre utal, szabályos – **egyenes** - ugyanakkor ferde fa.
- Koronaszerkezet:** A **8,33 m-es koronaátmérő** a **11,9 m-es teljes magassággal** összevetve robusztus, jól fejlett koronát jelent, amely a fényigényes, **szabad állású** vagy **szegélyben** lévő egyedekre jellemző. A korona vertikális megoszlása (a legtöbb pont a 10–15 m-es tartományban koncentrálnak) alátámasztja a fa **vitalitását**.
- Biometria - fatérfogat:** A becsült **0,526 m<sup>3</sup>** törzstérfogat és a hozzárendelt 154,6 kg szénkészlet (*Carbon*) alapján az egyed jelentős ökológiai súllyal bír az állományon belül.
- Az egyes fa Lidar adatainak értékelése:** Az *RMS = 0,031 (3,1 cm)* érték kifejezetten jó. Erdészeti LiDAR felméréseknél ez az érték azt jelzi, hogy a szoftver által illesztett hengermodell jól illeszkedik a tényleges törzsponthoz, így az adat megbízható. A **350°-os körbepásztázási szög (*AngleSweep*)** és a nagy pontszámú detektált pont (*Num: 2180*) garantálja, hogy a törzsalak meghatározása pontos volt, a modell nem „zajból” építkezett. Ez az egyed az állományszerkezet vizsgálatához és a fatömegbecsléshez megbízható referenciaként használható.

# We're open @ the GIS Open



**Boldog születésnapot  
a 30. GISOpen-nek!  
[www.topolynx.hu](http://www.topolynx.hu)**