

# Ionogram releváns területeinek meghatározása és elemzésének automatikus megvalósítása

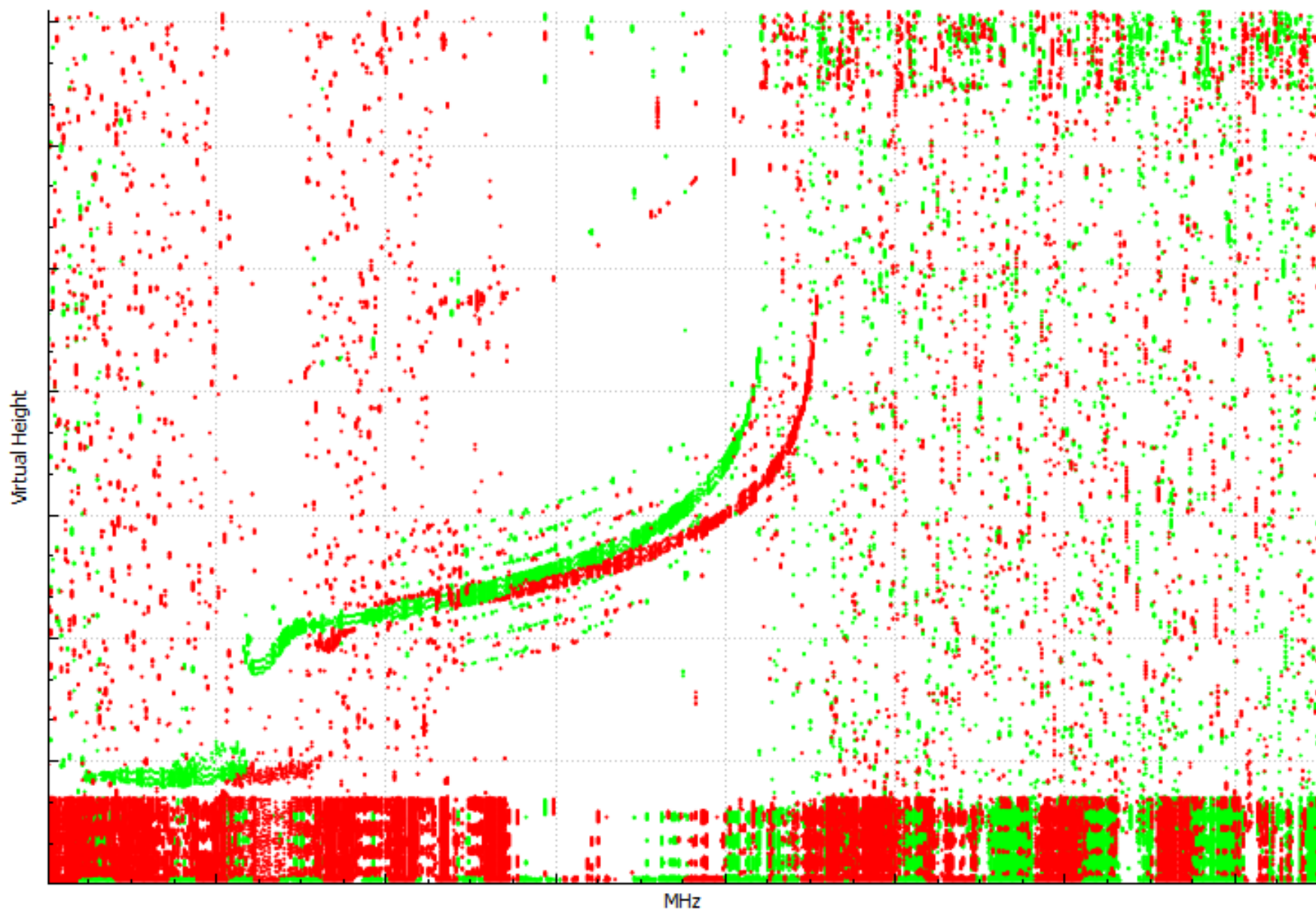
Előadó: Pieler Gergely, MSc hallgató, Nyugat-magyarországi Egyetem

Konzulens: Bencsik Gergely, PhD hallgató, Nyugat-magyarországi Egyetem

# Ionosféra, ionszonda és ionogram

- Ionosféra: Egy szabad elektronokból és ionokból álló héj a Föld körül.
- Az ionszondák az ionosféra rétegeit szondázzák magas hullámú rádiójelekkel és a különböző magasságokból visszatérő jelek kibocsájtási és beérkezési idődifferenciálját dolgozzák fel.
- A feldolgozott szöveges adatokból hozható létre az ionogram, amely egy olyan bináris kép, ami a visszaverődési helyek látszólagos magasságát jelöli, az adott frekvencia függvényében.
- Az ionosféra ezáltal jelentősen befolyásolja a rádióhullámok terjedését.

# Példa ionogram



# Probléma bemutatása

- Képek kb. 70%-a zaj
- Releváns területek nehezen szeparálhatóak
- Összefüggő görbeszerű foltok egyesítése kérdéses
- Melyek azok a foltok, amik még relevánsak lehetnek?
- Ionogramok sokfélesége
  
- Sok szervezet és egyetem foglalkozik automatikus kiértékeléssel
- Mai napig nincs tökéletes eljárás
- Csak a kézileg ellenőrzött és utókalibrált ionogramok a hivatalosan elfogadottak

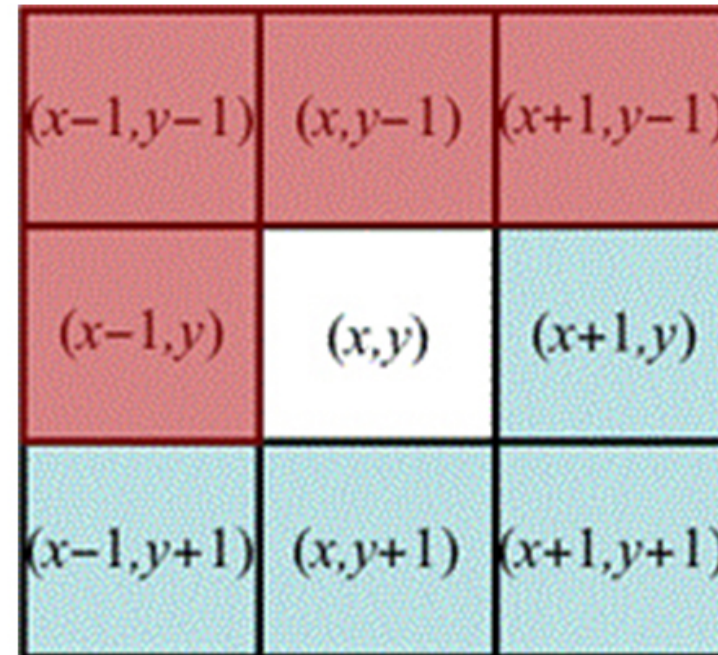
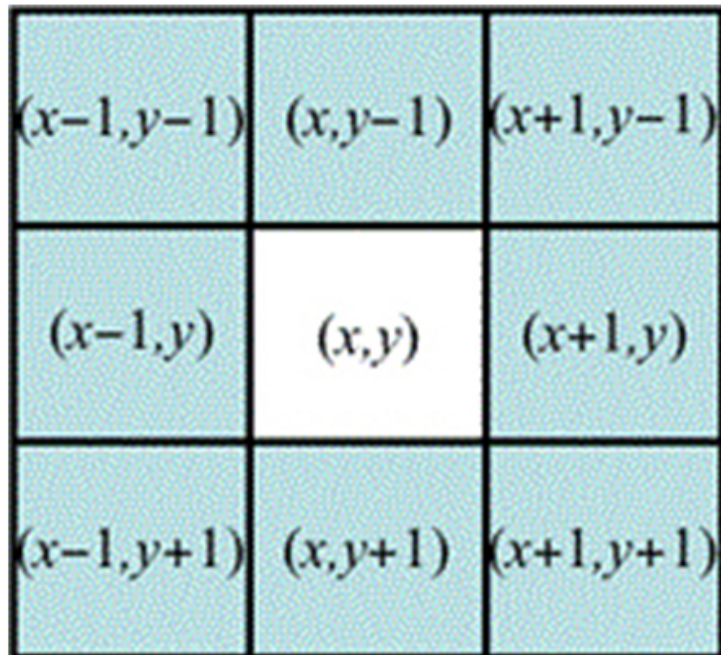
# Alapkonceptió

- Nagy mennyiségű zaj csökkentése
- Releváns területek meghatározása
- Összefüggő görbeszerű foltok megkeresése/megtartása
- Megoldás digitális képfeldolgozó algoritmussal
  
- Connected-Component Labeling algoritmus (CCL)
  - Képosztályozó algoritmus
  - Kapcsolódó komponenseket egy foltba sorolja

# Kétfázisú CCL algoritmus (1)

- I. Fázis: Végighalad a képen, ha a pixel az általunk megadott értékű, akkor megvizsgálja a szomszédságában lévő 8 pixelt.

Ez leszorítható 4 pixelre, mivel a többi pixel csak a következő iteráció során kerül felcímkezésre.



# Kétfázisú CCL algoritmus (2)

- I. Fázis: Végighalad a képen, ha a pixel az általunk megadott értékű, akkor megvizsgálja a szomszédságában lévő 8 pixelt:
  1. Ha nincs címkézett szomszéd, akkor új címkeszám
  2. Ha van címkézett szomszéd:
    - A. Ha csak egy van, annak címkeszámát kapja meg
    - B. Ha több van, akkor az egyedi címkéket növekvő számsorrendbe rakja:
      - a. Ha egy marad, akkor annak címkeszámát kapja meg.
      - b. Ha több van, akkor a legkisebb címkével rendelkező szomszéd címkéjét kapja meg és az összes többi szomszéd szülőjévé teszi a legkisebb címkét. → **Megvalósítás Unió-Holvan adatszerkezettel!**
- II. Fázis: Végigmegy újra a képen és az Unió-Holvan adatszerkezetben kikeresi az összes címkéhez tartozó szülőcímkét, majd ez alapján újracímkezi az egész képet.

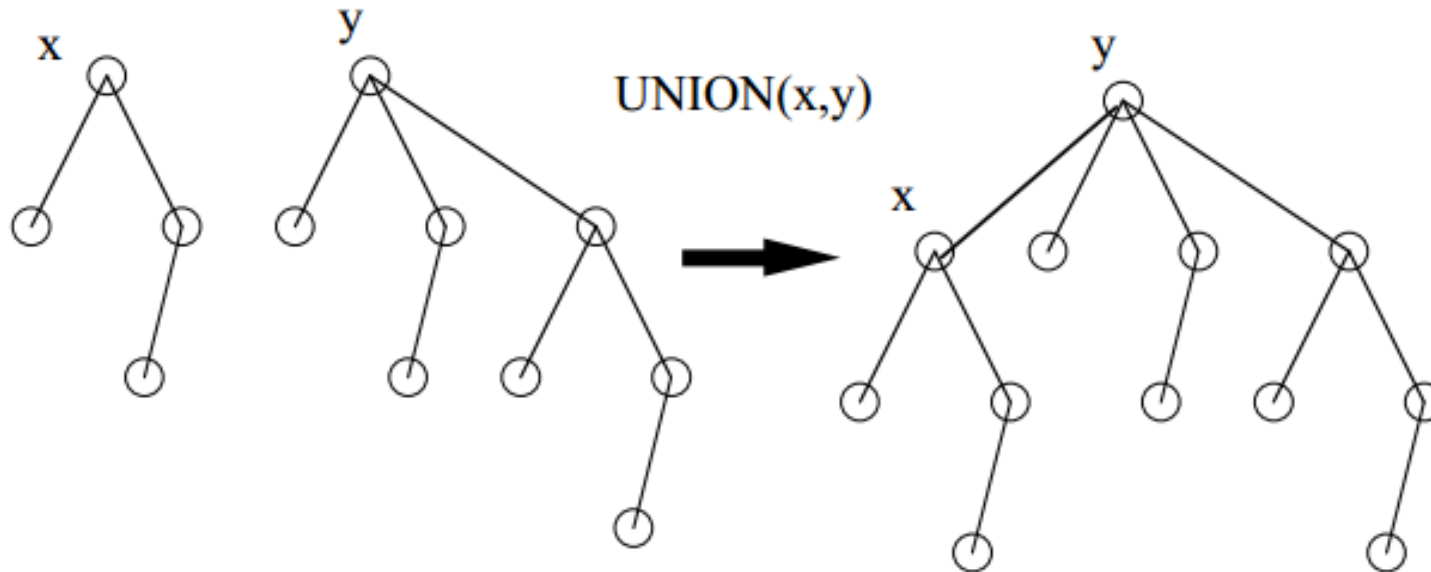
# Unió-Holvan adatszerkezet

- Gráfelméletből jól ismert
- Feladat: Véges  $S$  halmaz partícióit (egymással diszjunkt, de összegezve  $S$ -t kiadó halmazok) tárolja.
- Címkék tárolása Unió-Holvan adatszerkezettel
  - Adott halmaz egy gyökérrel rendelkező, felfelé irányított fa
  - A fa csúcsai szülőmutatóval a felettük lévő elemre hivatkoznak
    - Fa gyökere saját magára mutat
  - Unió művelet  $O(1)$ , Holvan művelet  $O(\log n)$



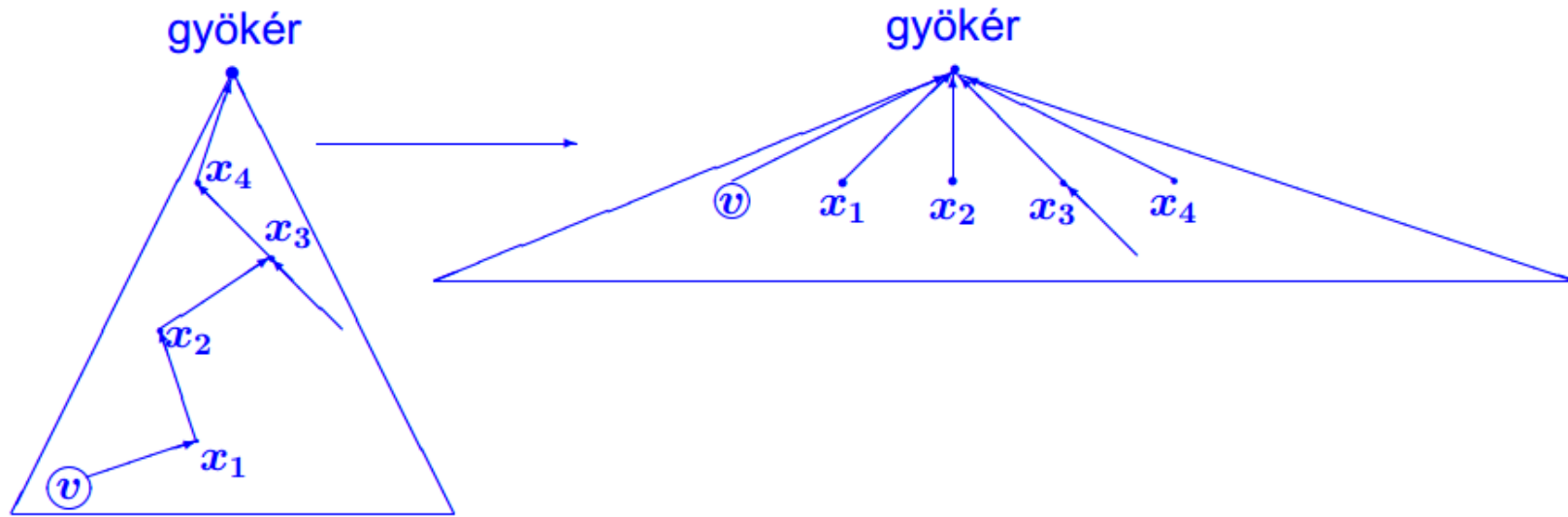
# Union-by-rank heurisztika

1. Union-by-rank: Mindig a kisebb mélységű (*rank*) fa lesz a nagyobb mélységű gyökeréhez kapcsolva
  - a. Fák csúcsainak mélységét tárolni kell, valamint Unió műveletben vizsgálni a mélységeket
  - b. Worst case:  $O(\log n)$



# Útösszenyomás

1. Útösszenyomás: A gyökérbe vezető utak összenyomása
  - a. Unió műveletnél egyből a gyökérelemhez kapcsolja a másik elemet



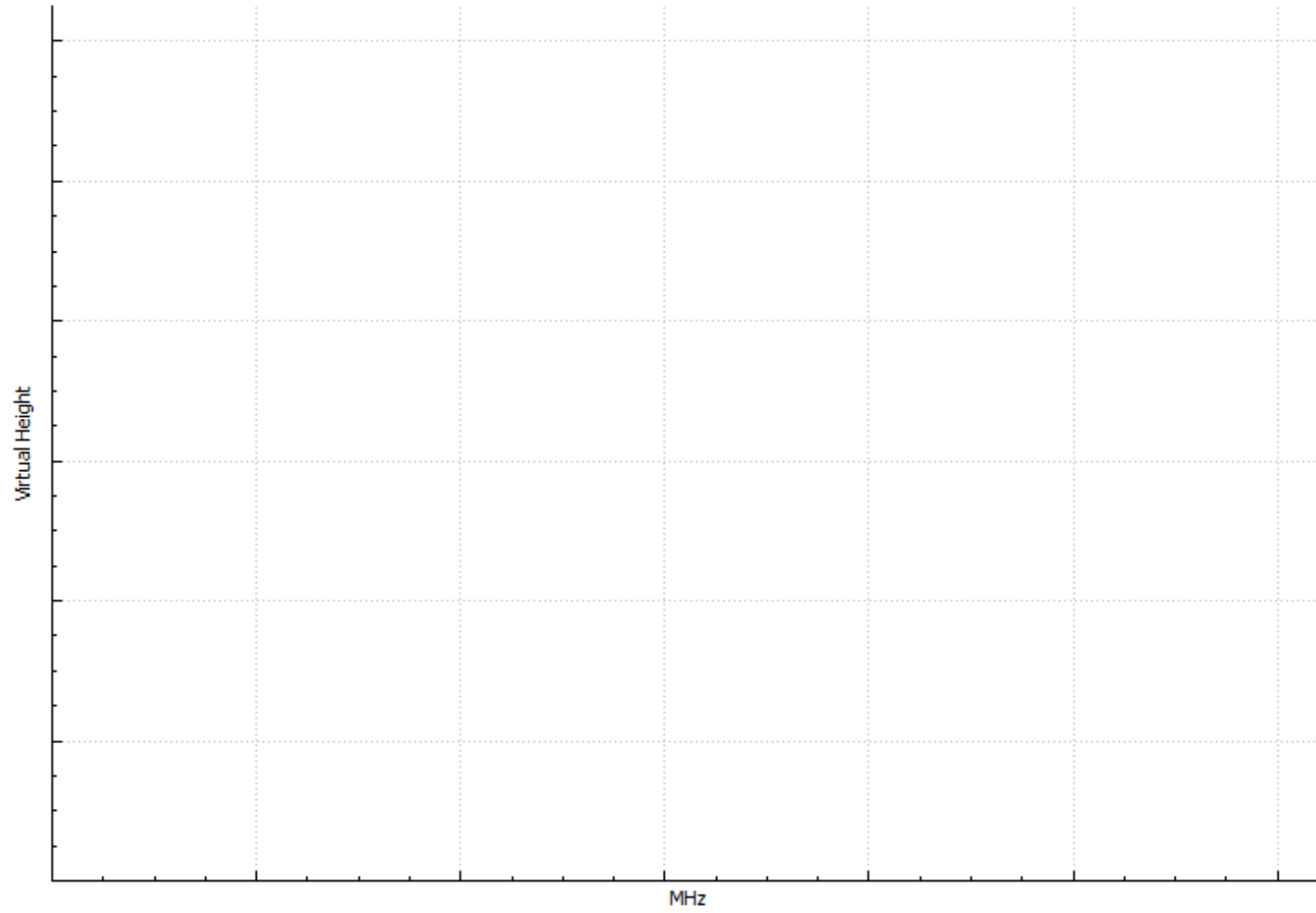
- Együttes hatás:
  - Költség lecsökken  $O(m \alpha(m))$ -re
  - Inverz Ackermann függvény
  - Például egy  $m < 2^{65536}$  esetén  $\alpha(m) \leq 4$

# Ionogram elemző rendszer implementálása

- Platformfüggetlen megoldás → Qt keretrendszer C++ nyelv
- Szoftver alappillérei:
  - 1) Ionogram adatstruktúra és betöltés
    - Egyszerű tárolás, módosítás és prezentációs réteg számára kezelhető
    - Ionogram: Képes az ionogram eltárolására, lekérdezésére és módosítására
    - Point: X, Y, Mérési érték, Címkeszám négyes
    - CsvParser osztály: ionoszonda szöveges adatainak beolvasása
  - 2) CCL algoritmus
    - Ionogram felcímkézése
    - Küszöbérték megadás a szűrésnek, hogy mekkora elem feletti foltokat tartson meg
  - 3) Kezelői felület
    - QCustomPlot megjelenítésre
    - Funkciók: ionogramok betöltése, szemléltetése és szűrése

File

Ionogram



Filter

Settings

Components

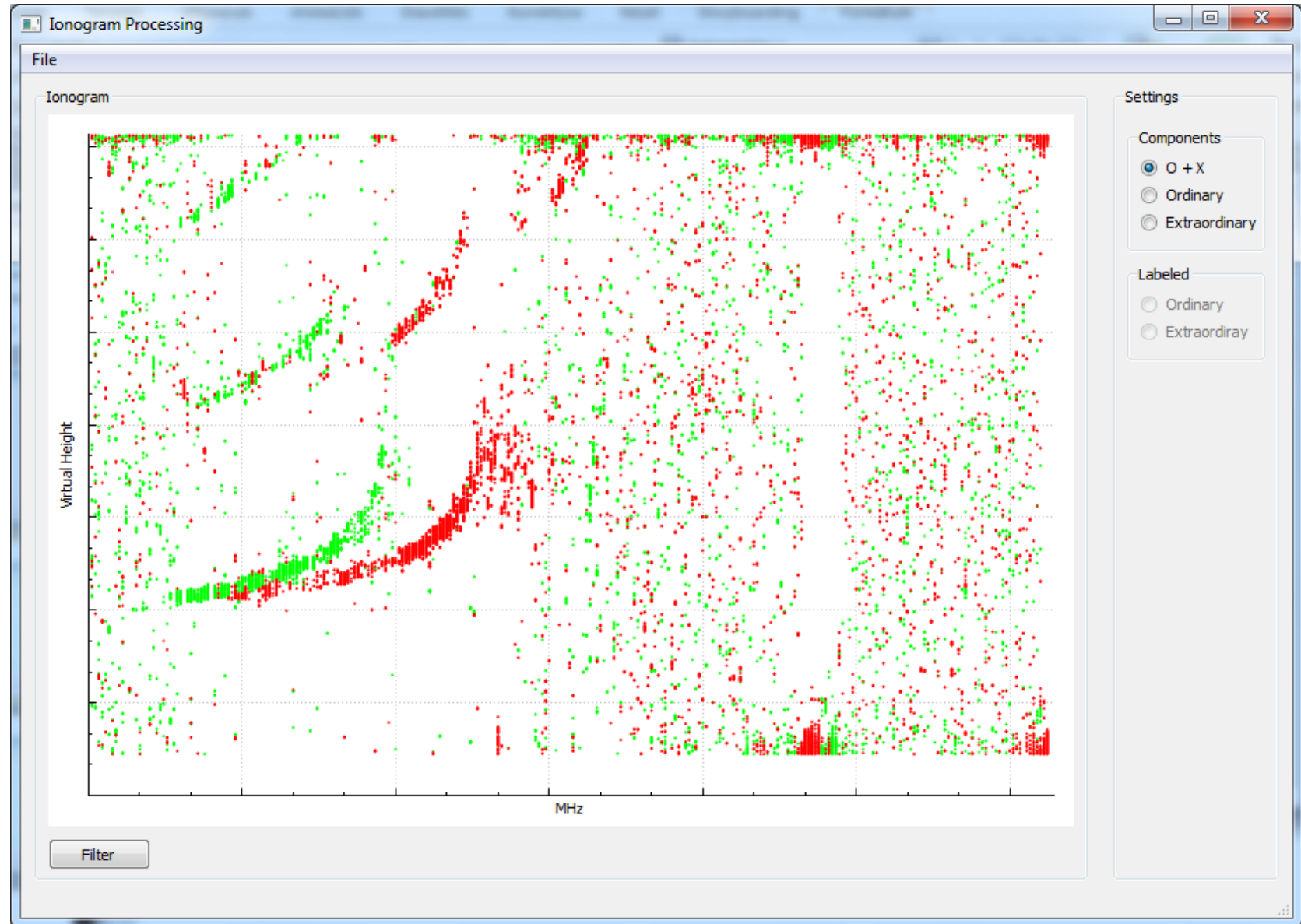
- O + X
- Ordinary
- Extraordinary

Labeled

- Ordinary
- Extraordiray

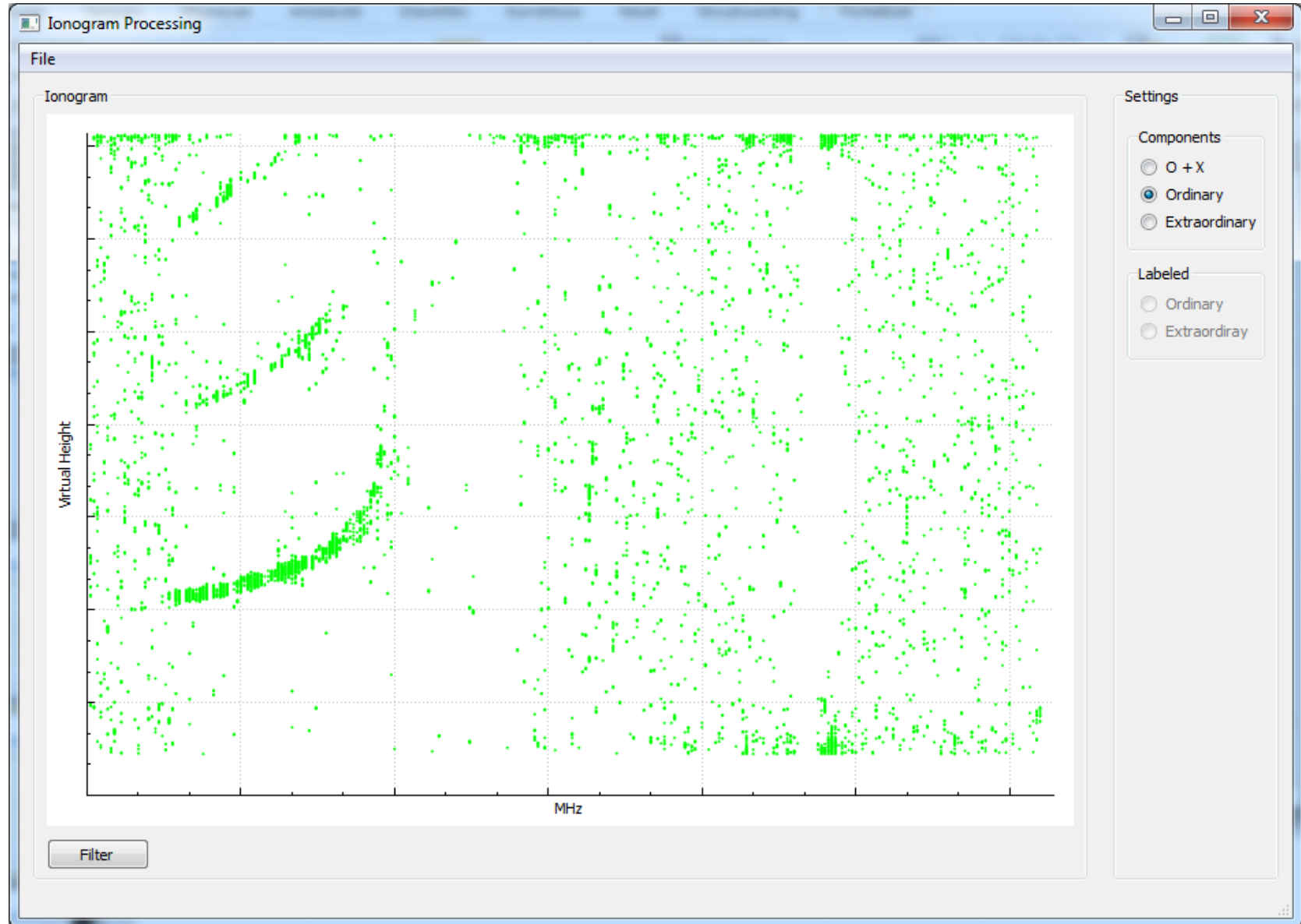
# Eredmények – Ionogram1 (1)

- Teljes ionogram



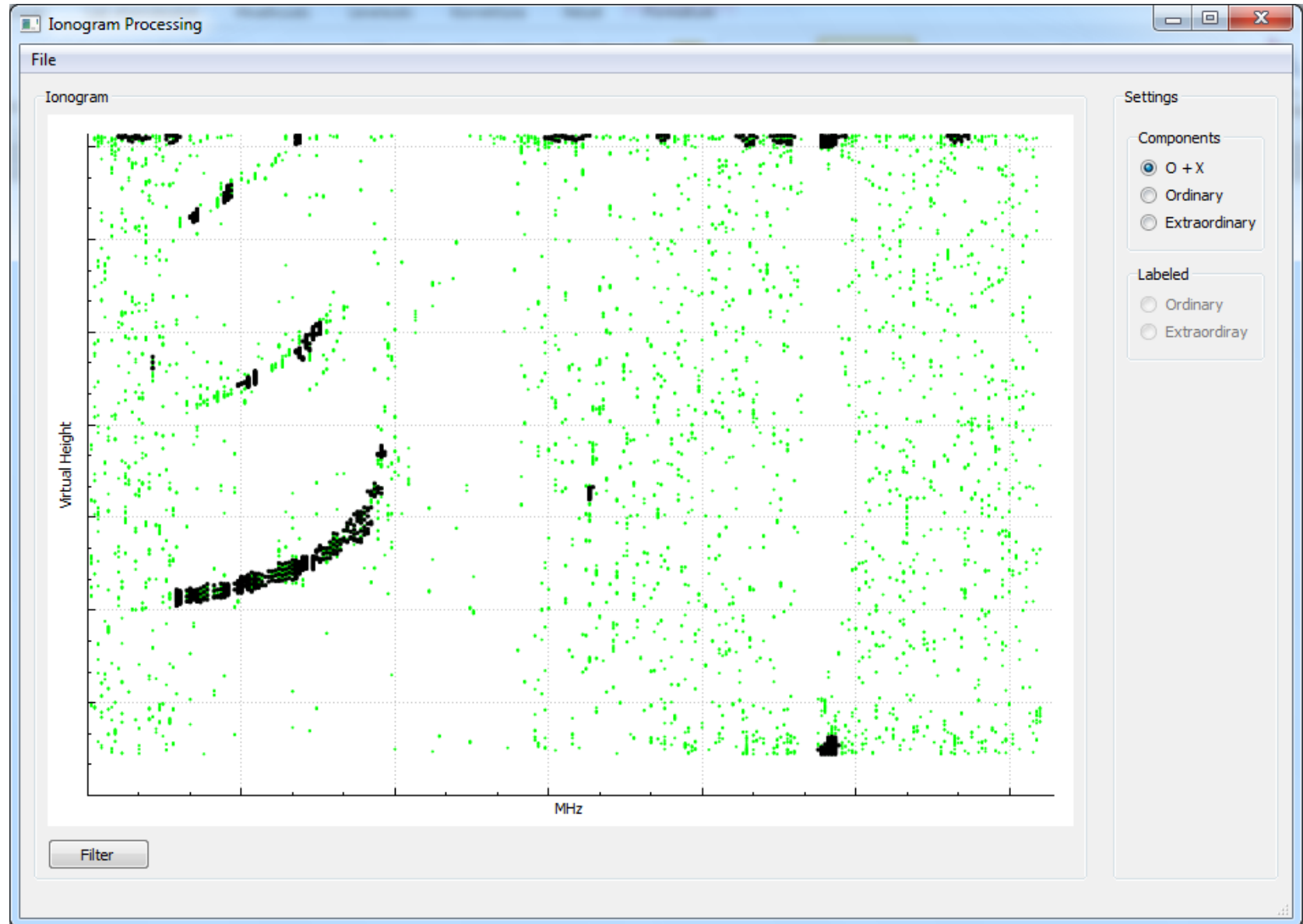
# Eredmények – Ionogram1 (2)

- Csak ordinary komponens



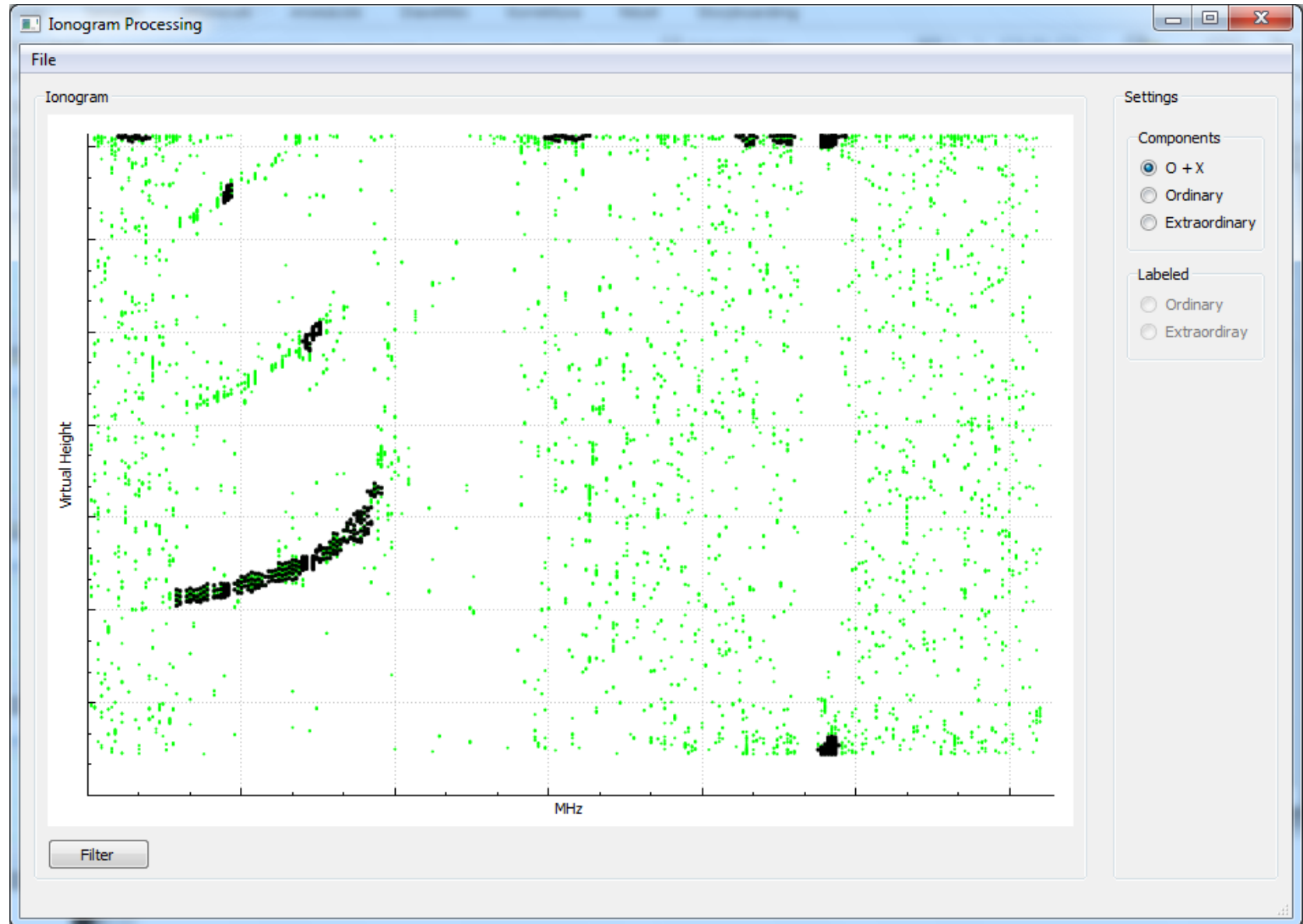
# Eredmények – Ionogram1 (3)

- Szűrés 20-as küszöbértékkal



# Eredmények – Ionogram1 (4)

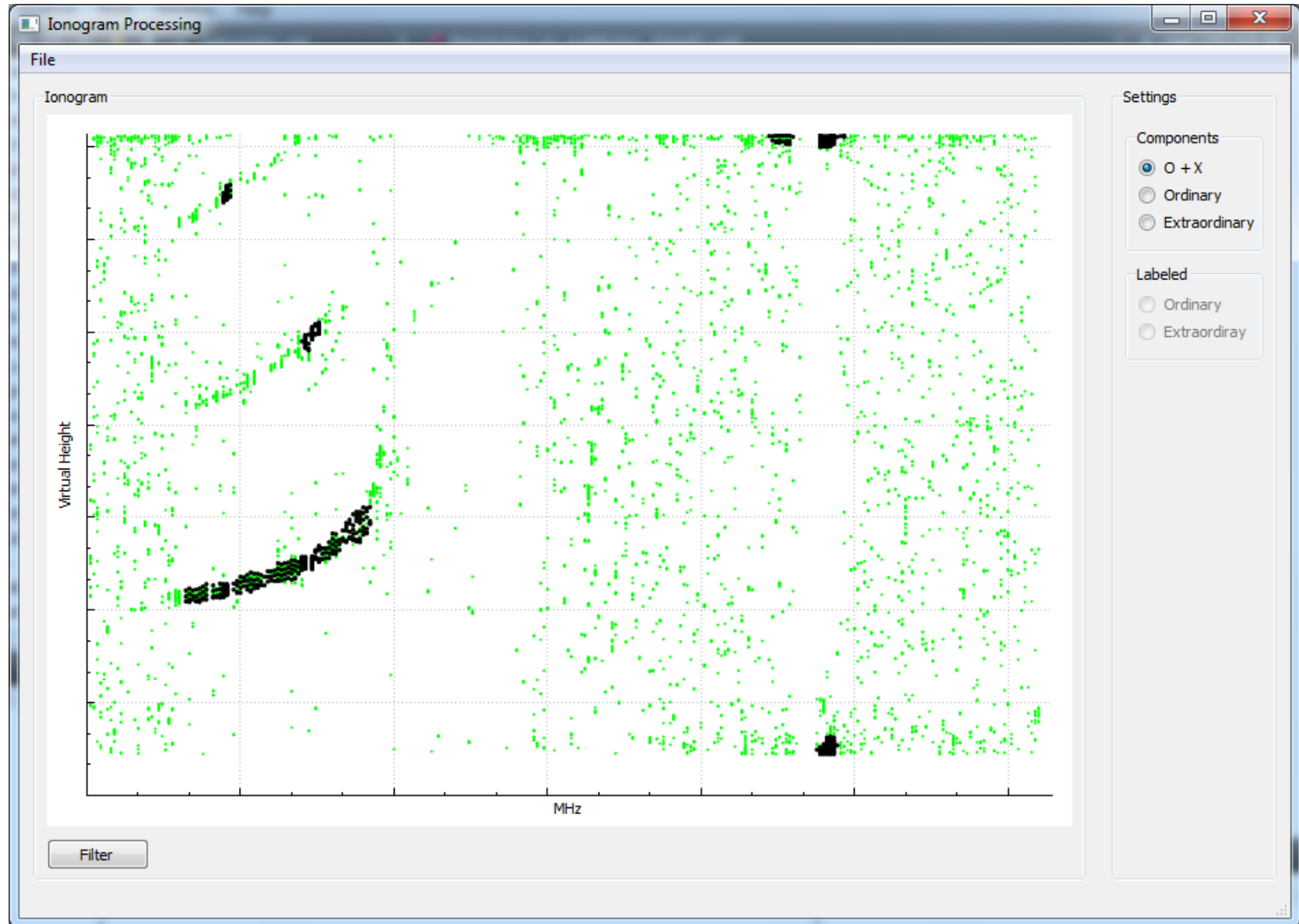
- Szűrés 40-es küszöbértékkal





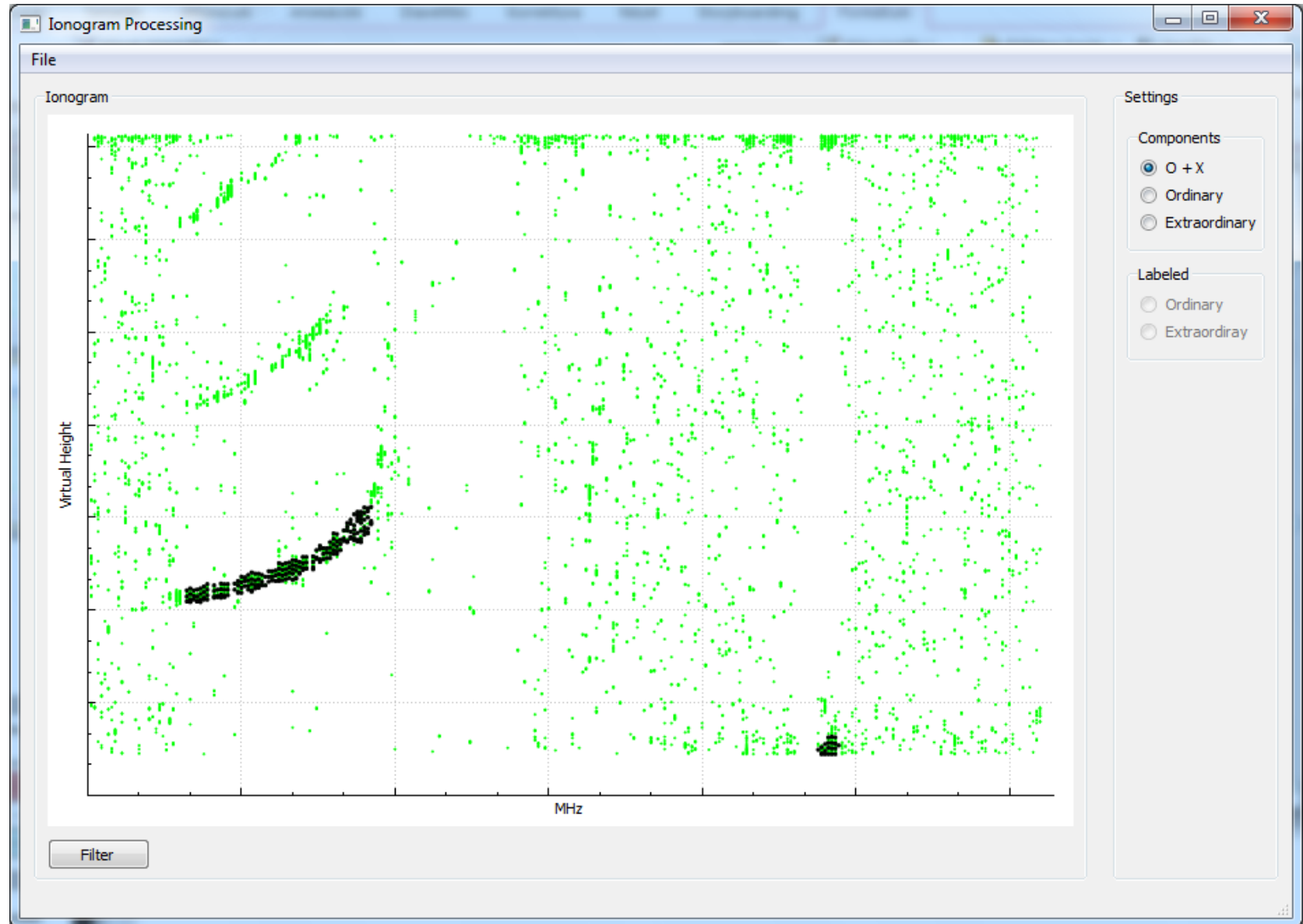
# Eredmények – Ionogram1 (5)

- Szűrés 50-es küszöbértékkal



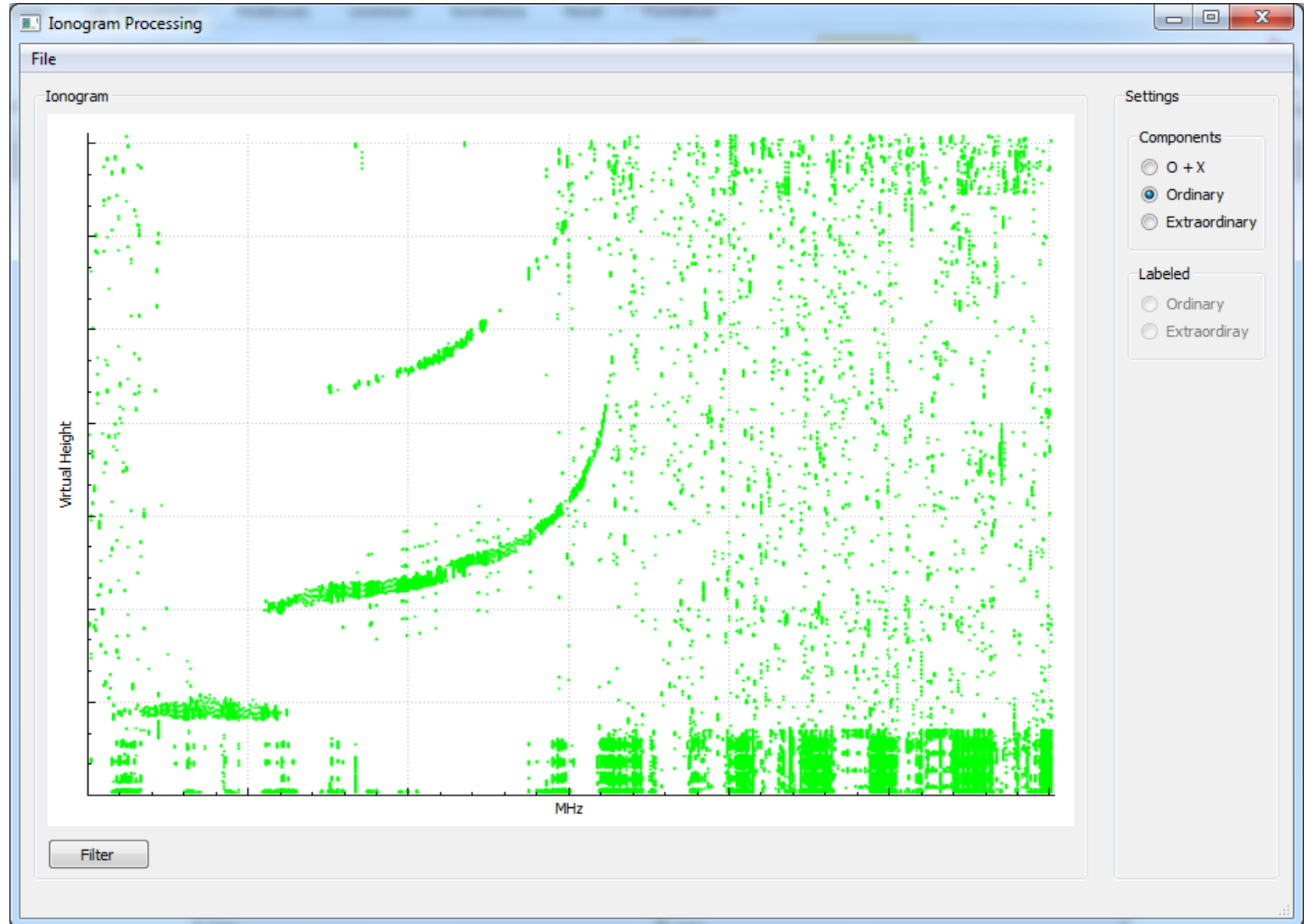
# Eredmények – Ionogram1 (6)

- Szűrés 80-as küszöbértékkal



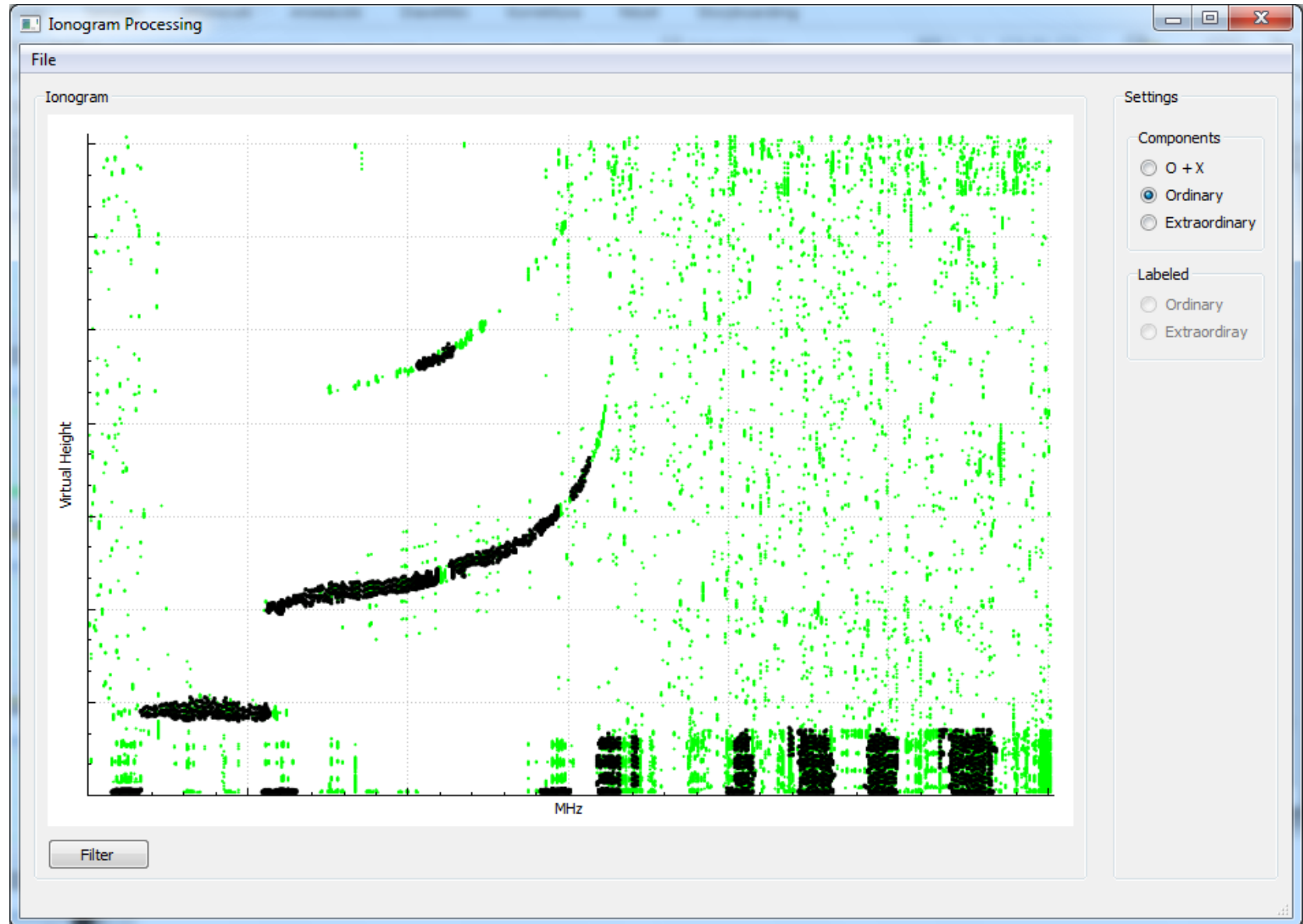
# Eredmények – Ionogram2 (1)

- Ordinary komponens



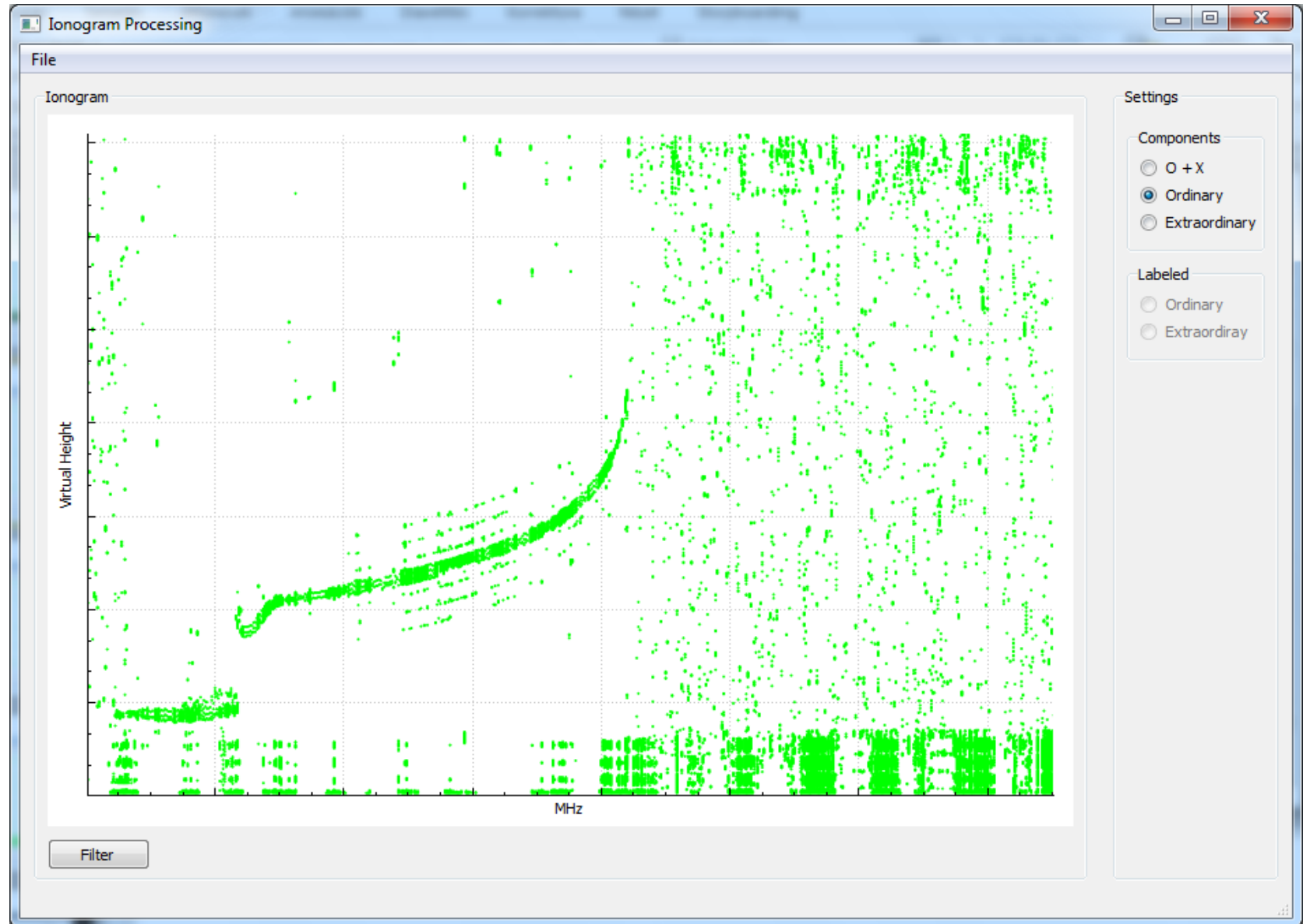
# Eredmények – Ionogram2 (2)

- Szűrés 80-as küszöbértékekkel



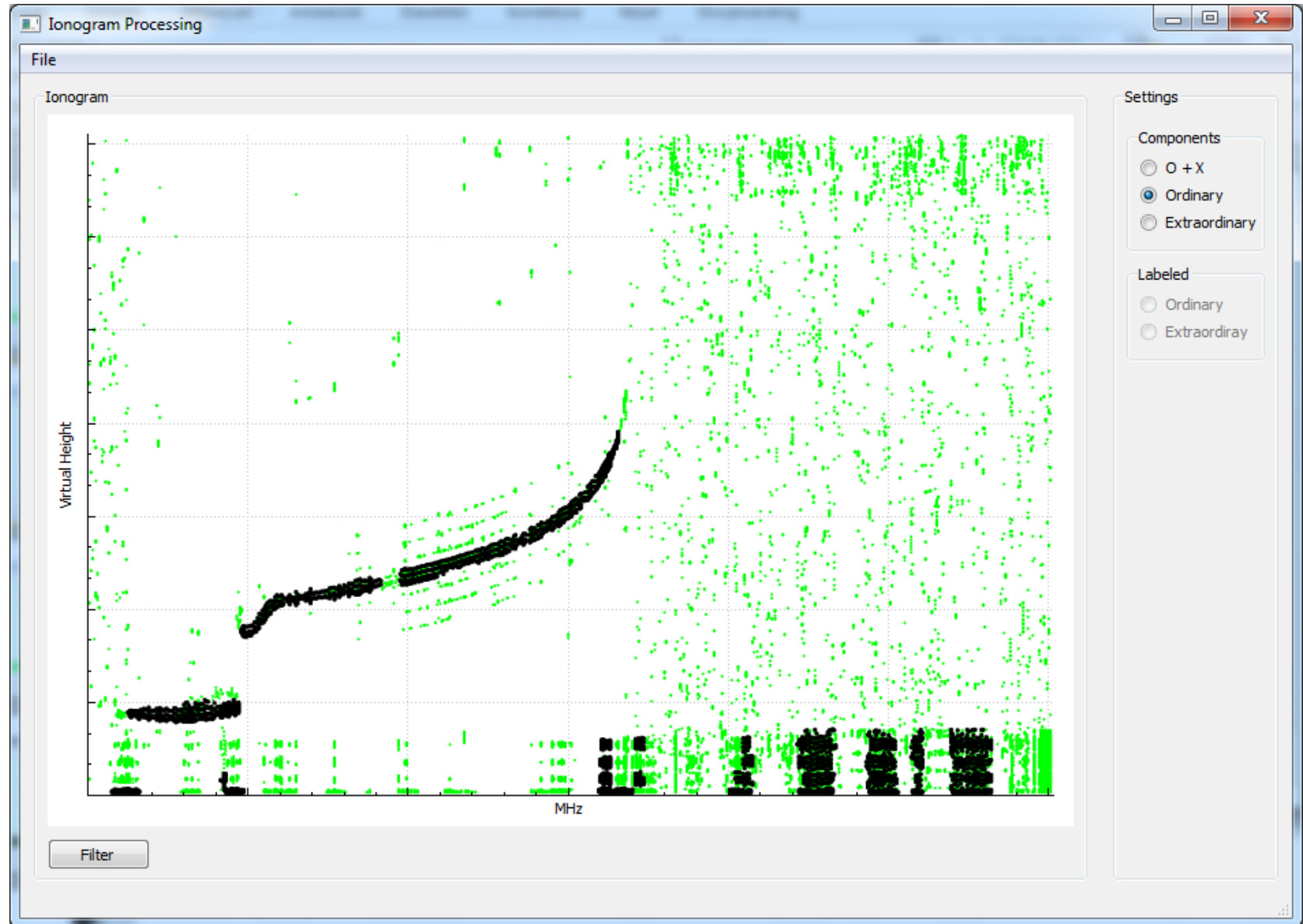
# Eredmények – Ionogram3 (1)

- Ordinary komponens



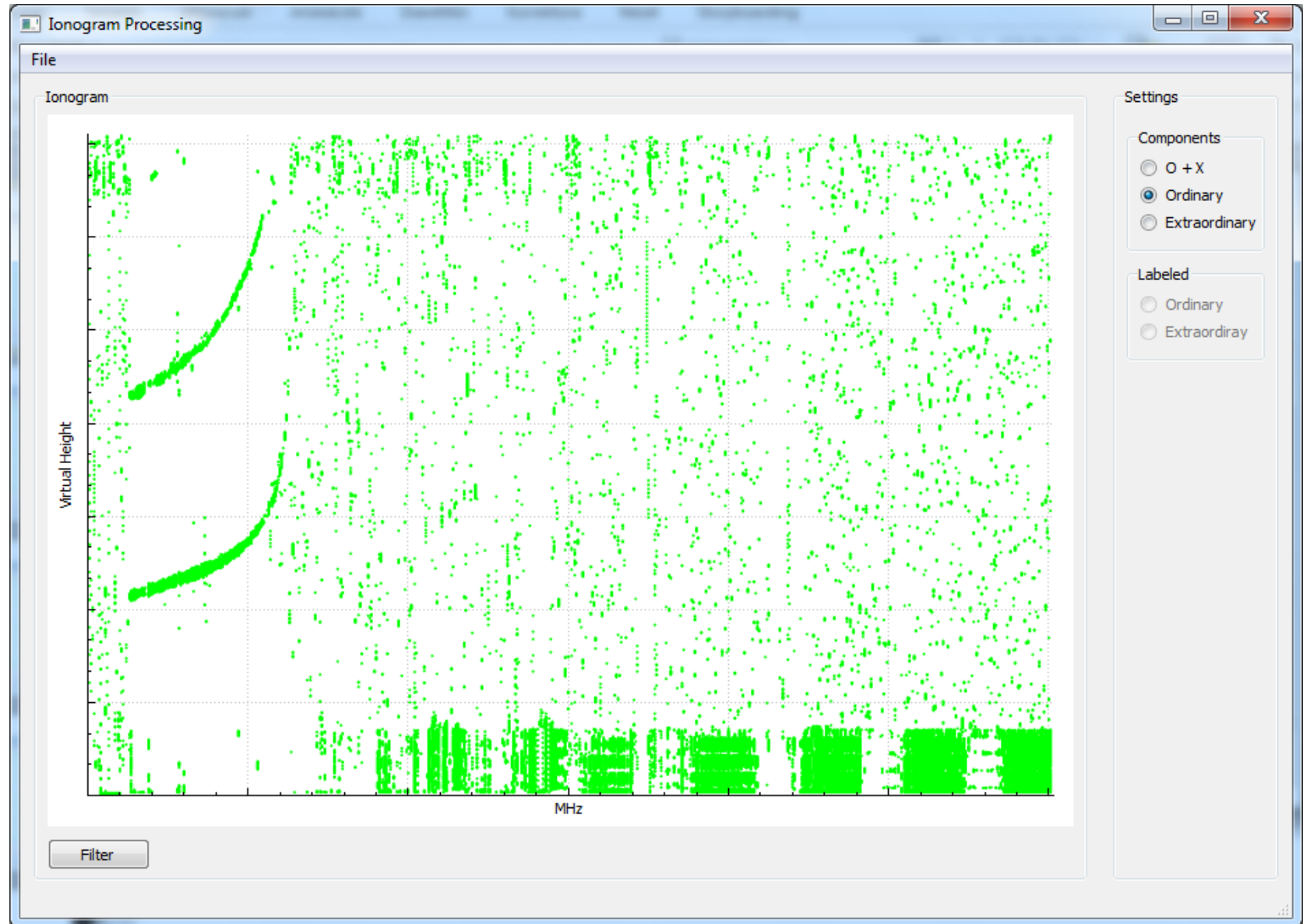
# Eredmények – Ionogram3 (2)

- Szűrés 80-as küszöbértékkal



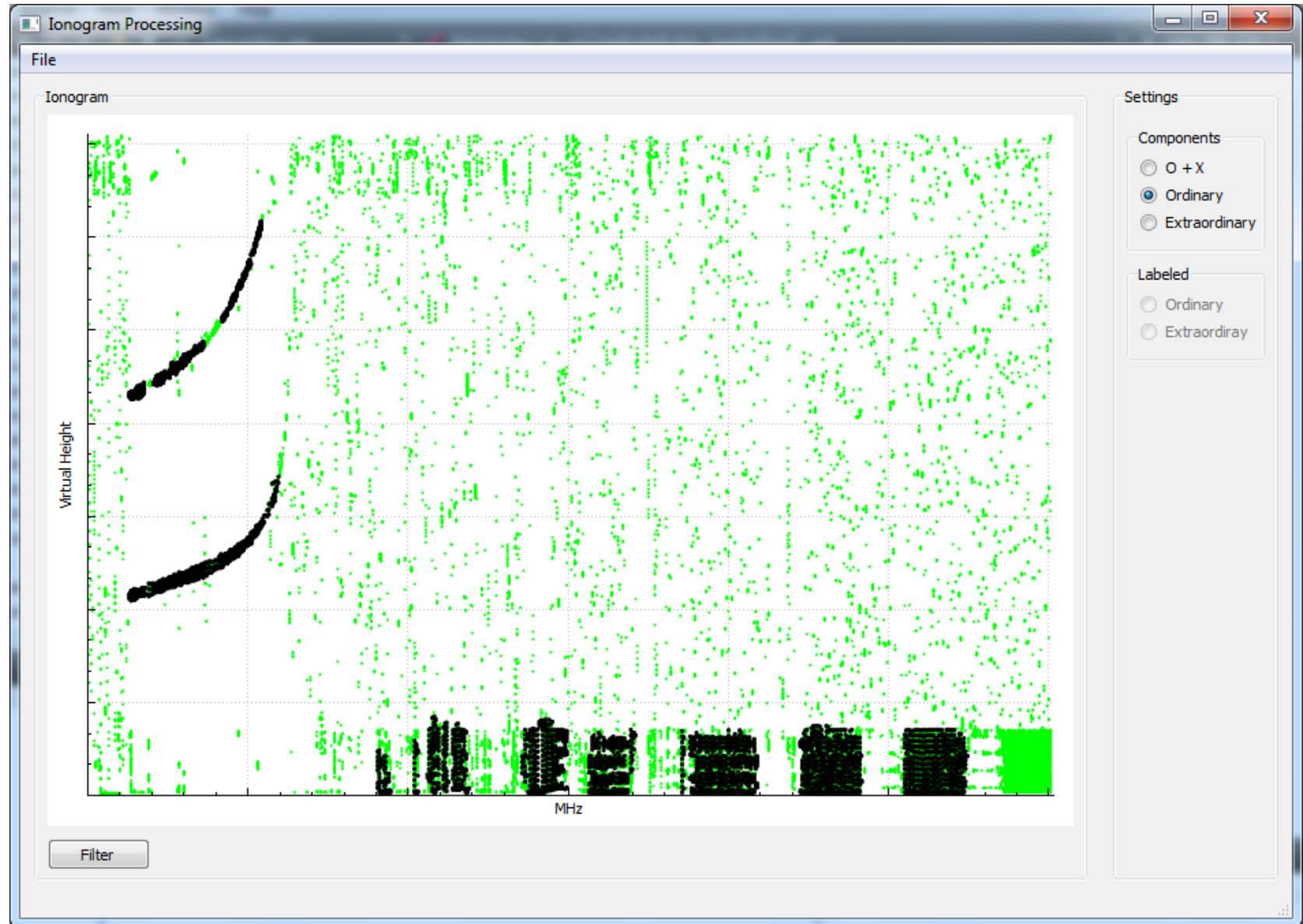
# Eredmények – Ionogram4 (1)

- Ordinary komponens



# Eredmények – Ionogram4 (2)

- Szűrés 80-as küszöbértékekkel





# Konklúzió

- Általunk implementált eljárással:
  - Csökkentettük az ionogramok zajszintjét
  - Ezáltal megmaradt a releváns területek nagy része
- További elemzéshez felhasználható
- Szükség merült fel egy távolságalapú foltegyesítő algoritmusra
- Biztos alapot hoztunk létre a további fejlesztésekhez

Köszönöm a  
figyelmet!

Várom a kérdéseket!