



**Vilnius  
universitetas**

**Vilnius  
universitetas**

---

**Algoritmų, leidžiančių  
nustatyti medžiagos  
cheminę sudėtį, iš hiper-  
spektrinių duomenų tyrimas**

Vytautas Paura

Darbo vadovas: Dr. Virginijus Marcinkevičius

Darbo konsultantas: Dr. Valdas Rapševičius

Doktorantūros pradžios ir pabaigos metai: 2020–2024

# Studijų planas

| Studijų metai   | Egzaminai |          | Dalyvavimas konferencijose |          | Publikacijos |                    |                 |
|-----------------|-----------|----------|----------------------------|----------|--------------|--------------------|-----------------|
|                 | Planas    | Įvykdyta | Planas                     | Įvykdyta | Planas       | Įvykdyta           | Būklė           |
| I (2020/2021)   | 2         | 2        | 1                          | 1        | 1            | 1 (konferencijoje) |                 |
| II (2021/2022)  | 2         | 2        | 1                          | 1        | 1            | 1 (konferencijoje) |                 |
| III (2022/2023) |           |          | 1                          | 0        | 1            | 1                  | Gauta recenzija |
| IV (2023/2024)  |           |          | 1                          | 0        | 1            | 0                  |                 |

# Pusmečio ataskaita

| Publikacijos                                 |                |               |
|--|----------------|---------------|
| Pavadinimas                                  | Pateikimo data | Būklė         |
| Hyperspectral Unmixing: Review and Benchmark | 2022-06-23     | Recenzuojama. |

| Dalyvavimas konferencijose   |   |  |
|--|---|--|
| Planas   | Įvykdyta                                  | Konferencijos tipas  |
| Image and Signal Processing for Remote Sensing XXIX, Amsterdamas, Olandija | Konferencija vyks 2023-09-03 - 2023-09-06 | Tarptautinė konferencija<br>Santrumpos pateikimas iki 2023-03-22 |

# Disertacijos rengimo etapai

**Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):**

1. Skirtingų algoritmų palyginimas.
2. Įgyvendintų algoritmų modifikacijos, ar naujų algoritmų kūrimas ir pritaikymas spektriniams duomenims, sprendžiant apibrėžtus uždavinius.
3. Sukurtų algoritmų ir modifikacijų eksperimentinis tyrimas.
4. Rezultatų apibendrinimas, esminių rezultatų išskyrimas bei išvadų parengimas.

# Tyrimo objektas

## **Tyrimo objektas:**

- Hiper-spektriniai vaizdai ir medžiagų cheminės sudėties iš hiper-spektrinių vaizdų nustatymo algoritmai.

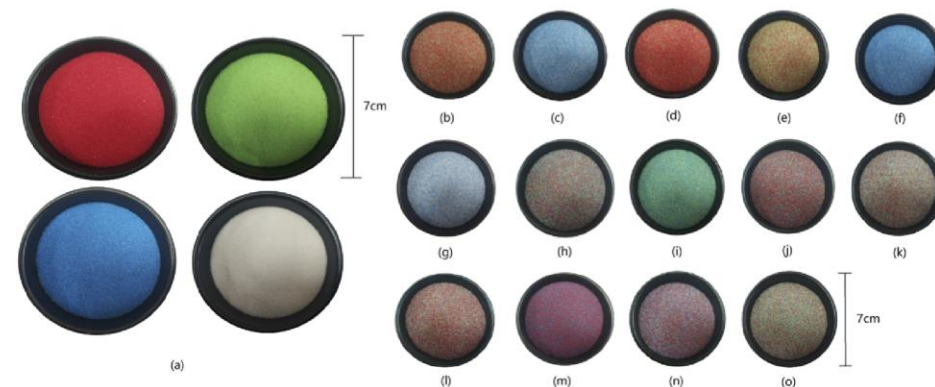
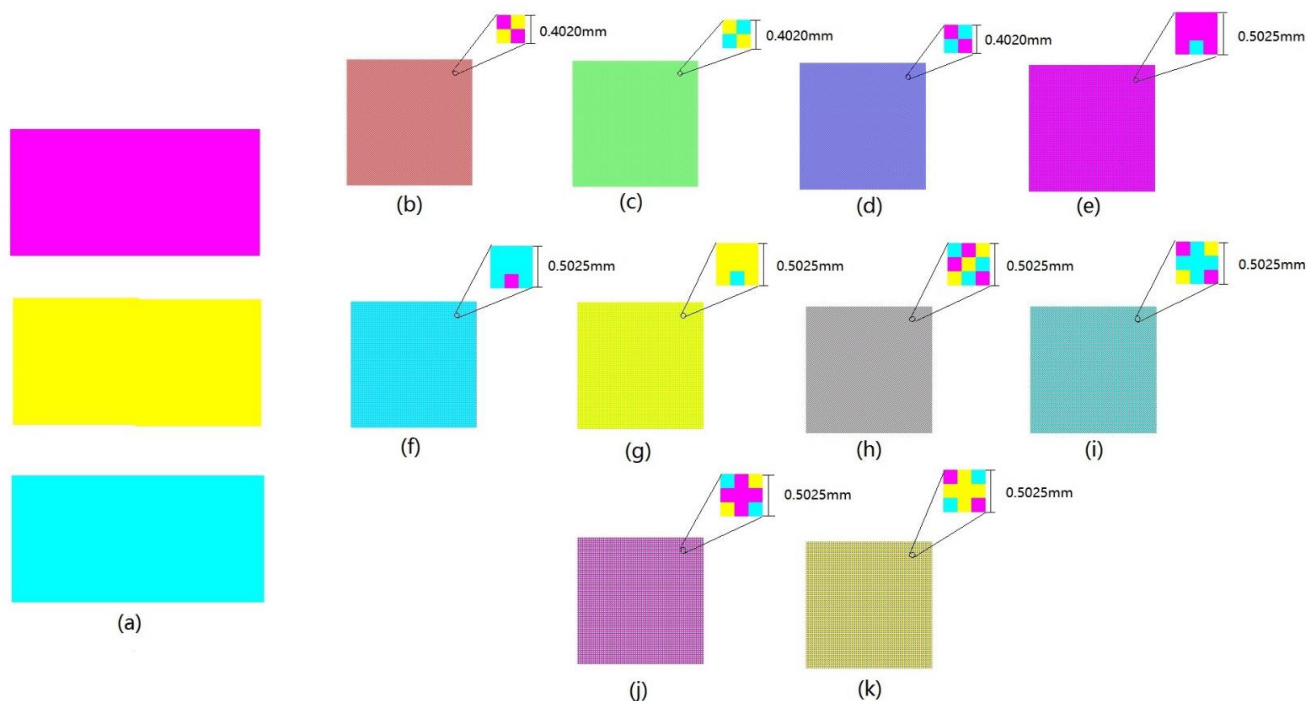
## **Sprendžiamos problemos:**

- Grynujų pikselių skaičius nustatytas iš pateikto hiper-spektrinio vaizdo ar duomenų rinkinio.
- Randant grynujų medžiagų spektrines žymes (angl. signatures).
- Suskaičiuojant atrastų grynujų medžiagų sumaišymo proporcijas visame hiper-spektriniame vaizde.

# 2022/2023 m. m. darbo planas

- Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):
  - Įgyvendintų algoritmų modifikacijos, ar naujų algoritmų kūrimas ir pritaikymas spektriniams duomenims, sprendžiant apibrėžtus uždavinius.
  - Sukurtų algoritmų ir modifikacijų eksperimentinis tyrimas.
  - Empirinio tyrimo apibendrinimas.
  - Teorinio tyrimo apibendrinimas.
  - Rezultatų apibendrinimas, esminių rezultatų išskyrimas bei išvadų parengimas.
- Publikacijų rengimas:
  - Algoritmų palyginimo tyrimo rezultatų publikavimas (recenzuojamame leidinyje, CA WoS su Impact Factor).
  - Hiper-spektrinių duomenų rinkinio sudarymas, tyrimas ir publikacijos kūrimas iš šių duomenų.
  - Hiper-spektrinių duomenų analizės algoritmo kūrimas.

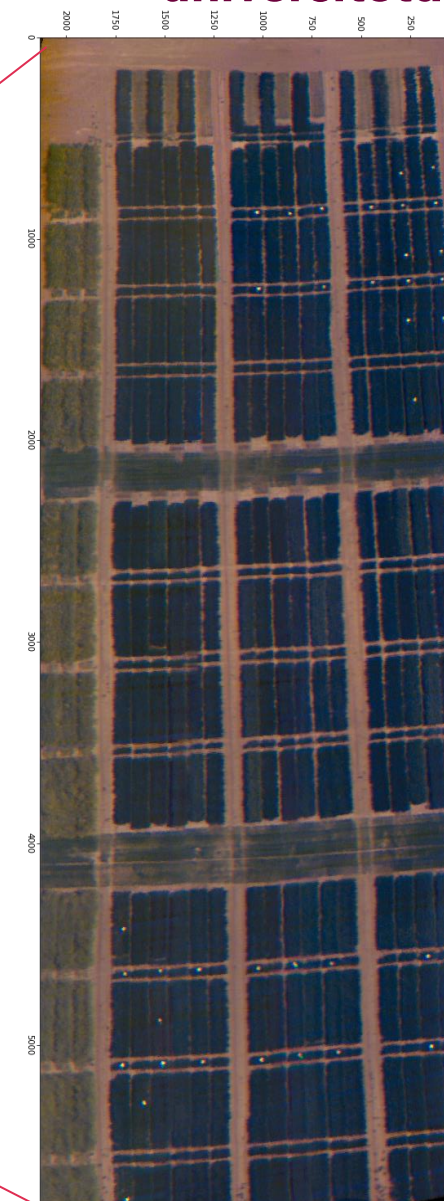
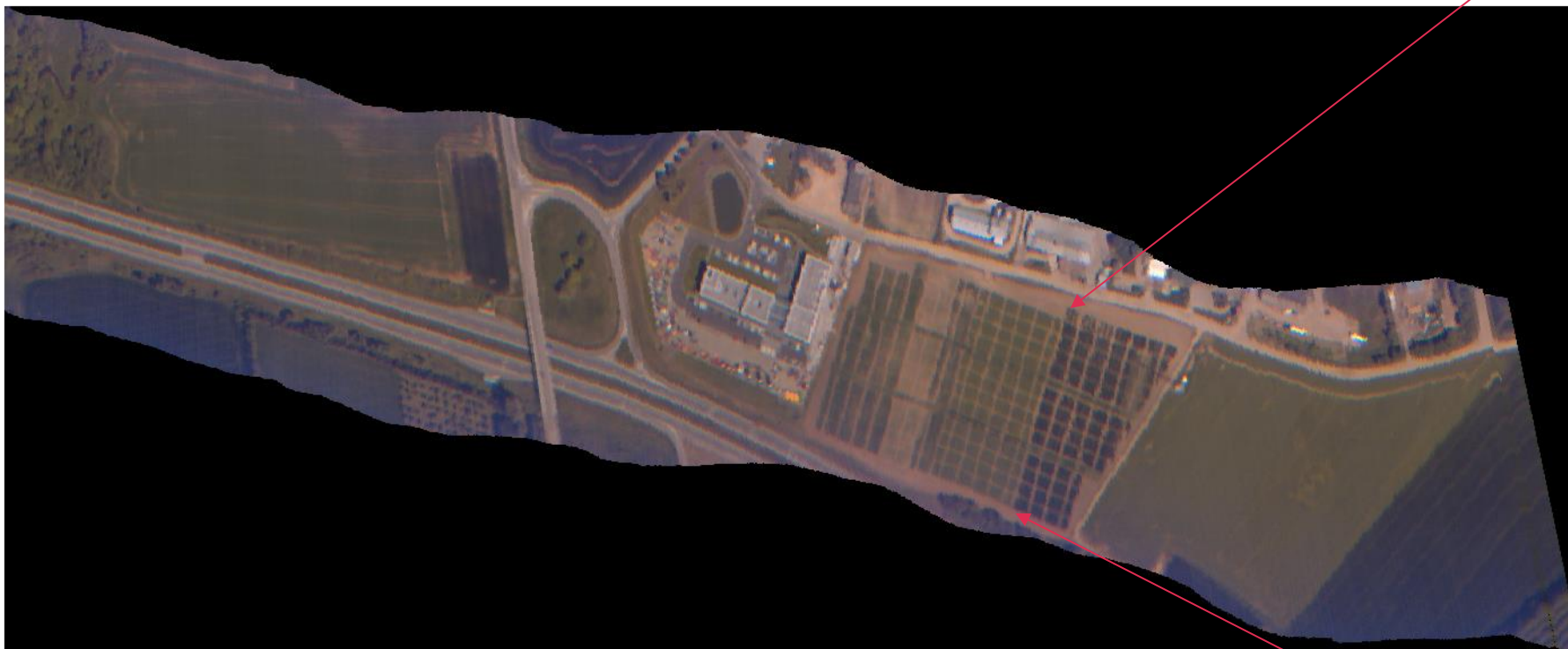
# Esami duomenų rinkiniai



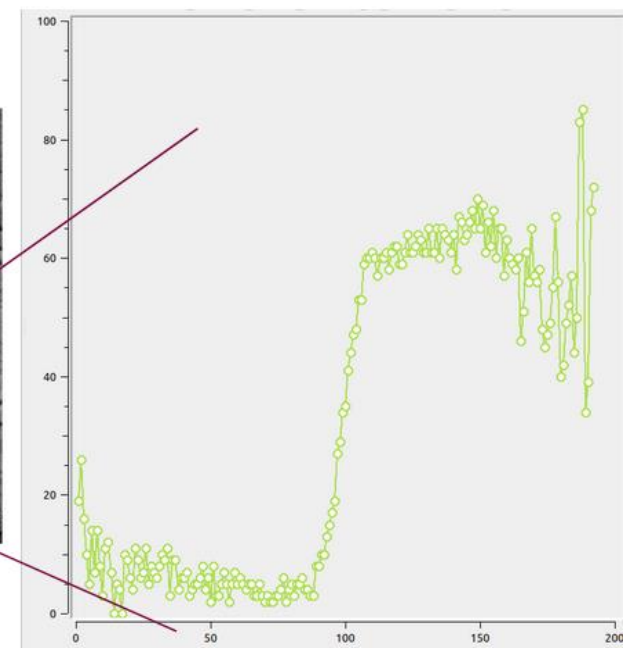
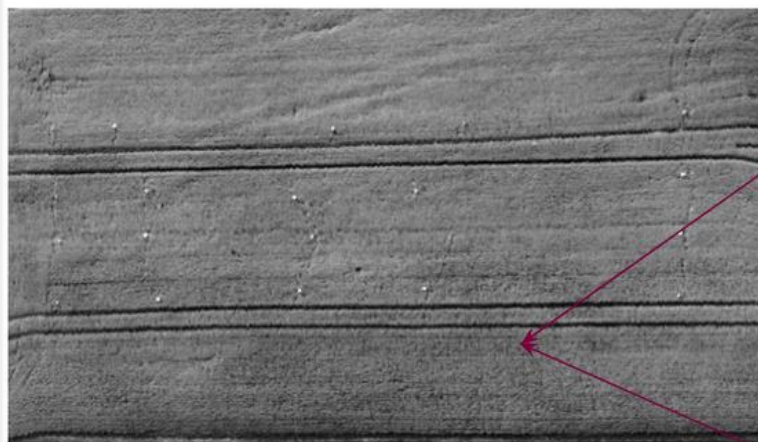
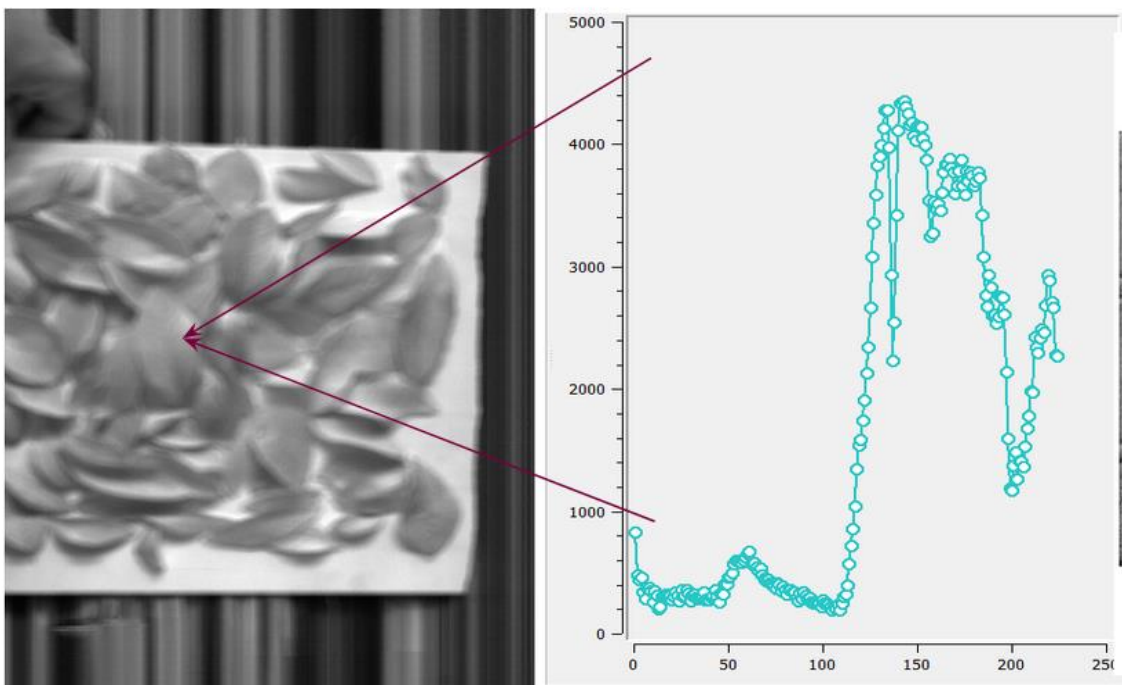
Šaltinis:  
M. Zhao, J. Chen, and Z. He, "A laboratory-created dataset with ground-truth for hyperspectral unmixing evaluation," CoRR, vol. abs/1902.08347, 2019. [Online].



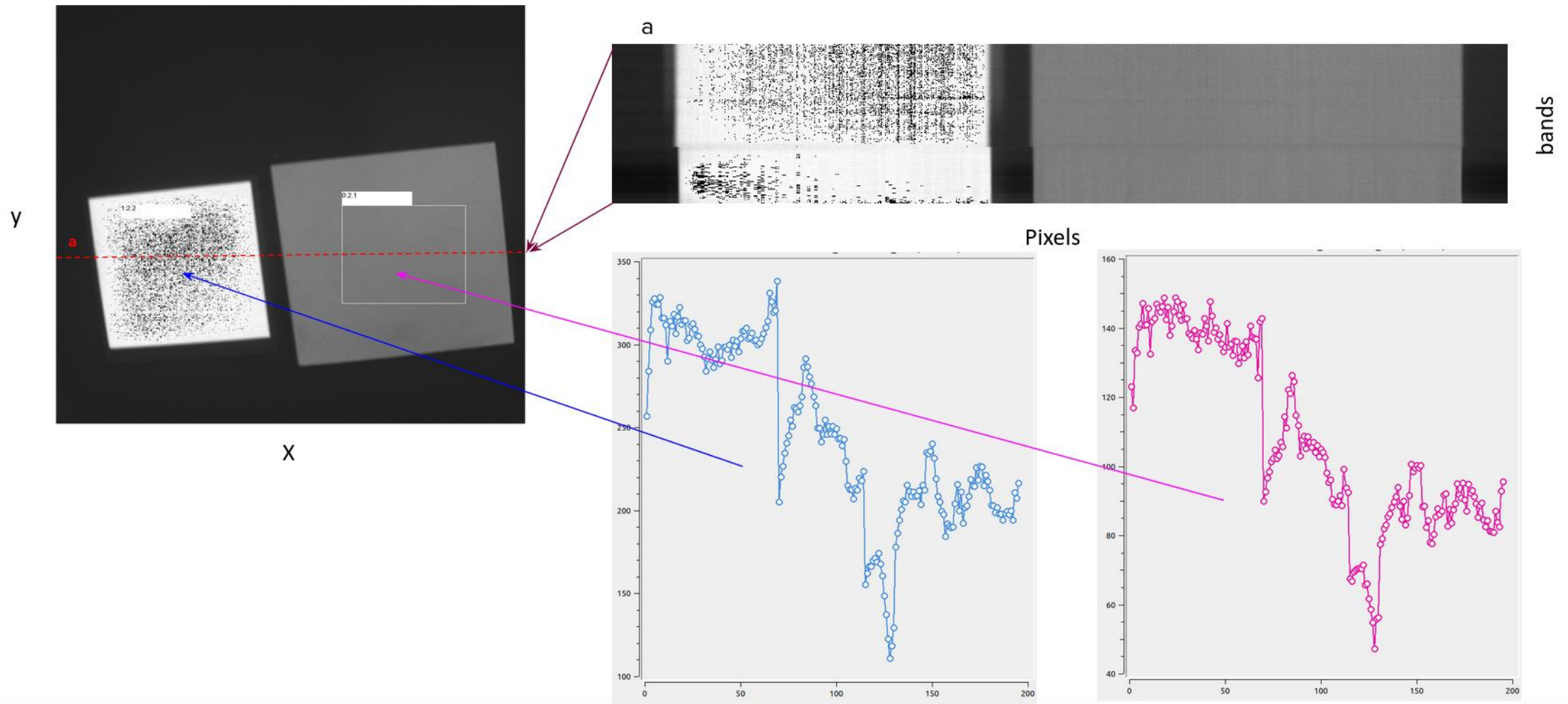
# Hiper-spektrinių duomenų rinkiniai



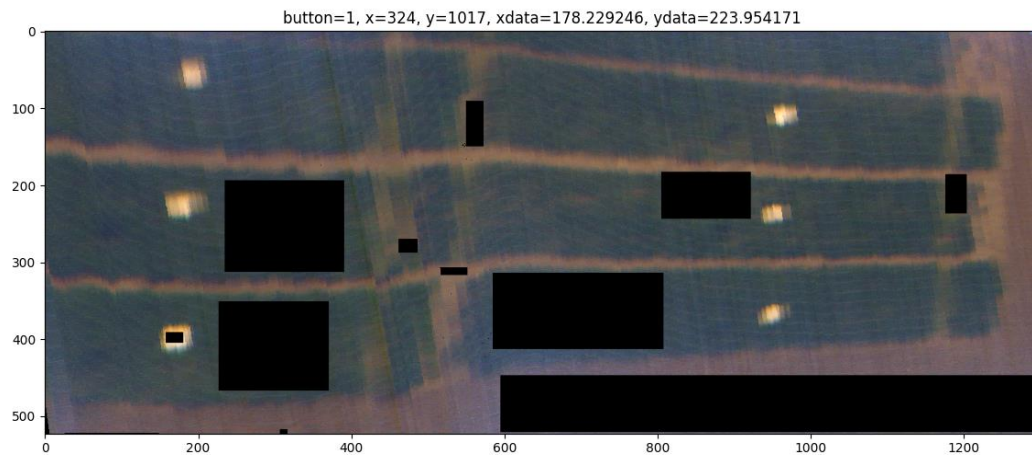
# Hiper-spektrinių duomenų rinkiniai



# Hiper-spektrinių duomenų kalibravimas



# Duomenų rinkinio sudarymas



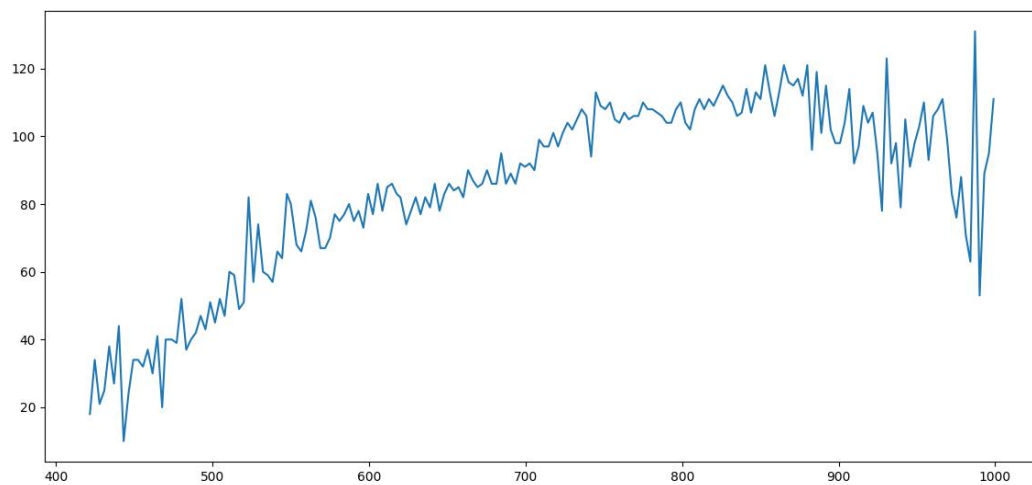
Zeme

Dirva

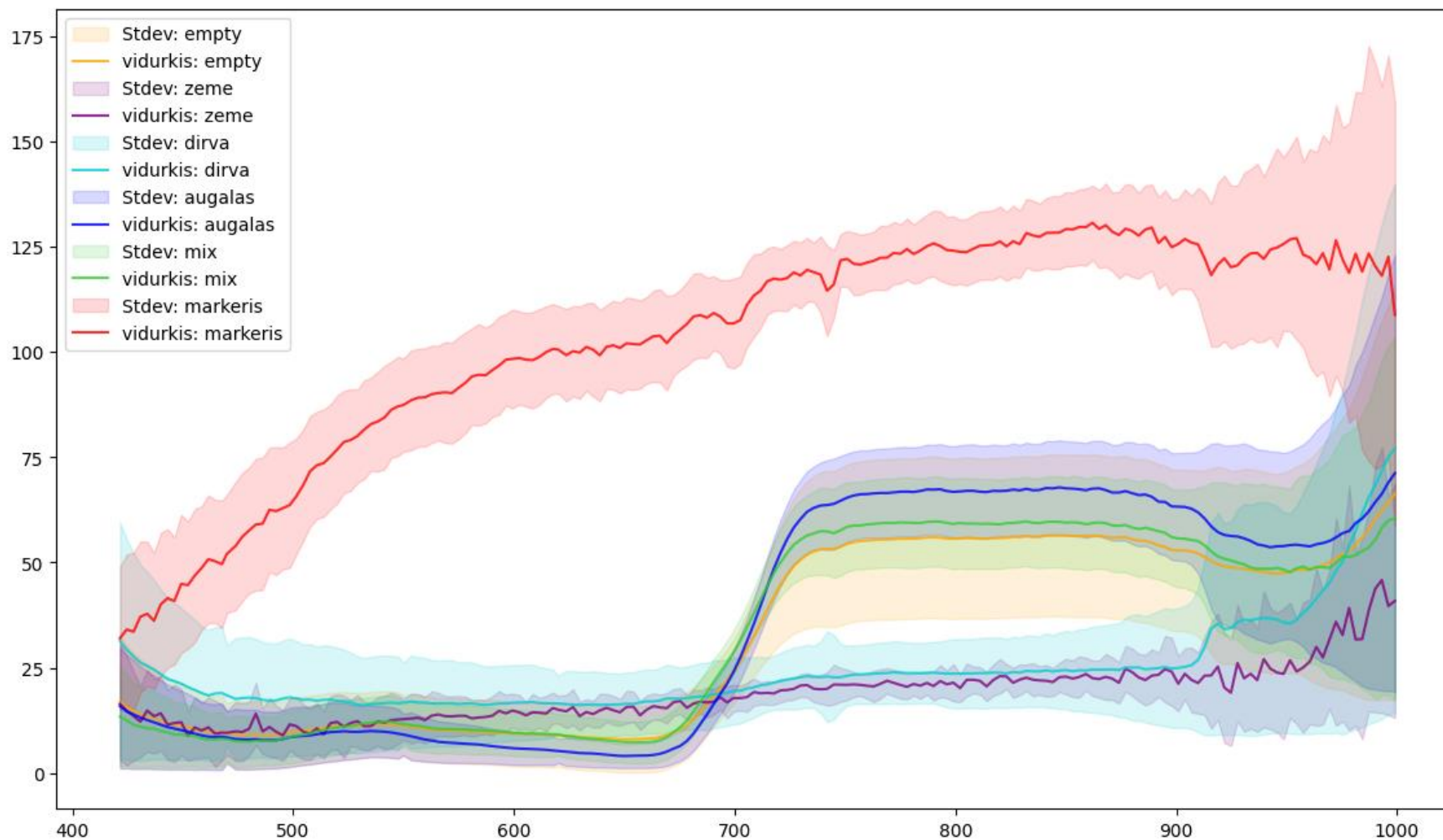
Augalas

Mix

Marker



# Duomenų rinkinio sudarymas



# Duomenų rinkinio sudarymo metodika

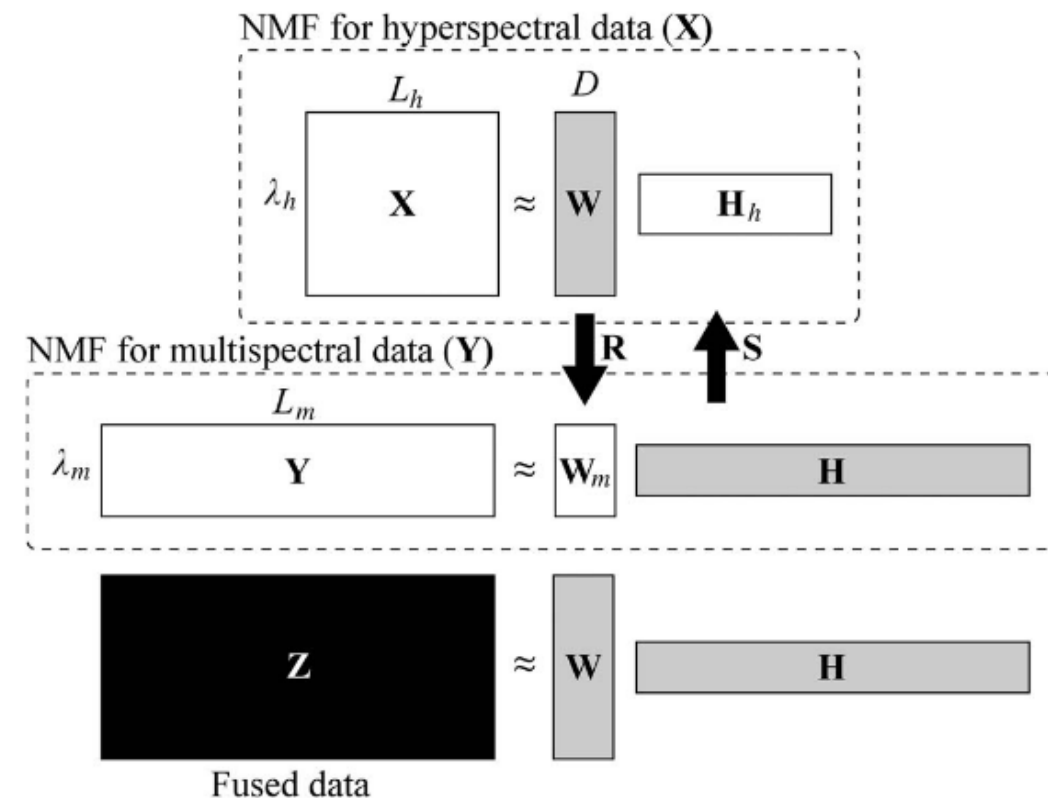
1. Atrenkami medžiagų įvairovę turintys duomenų kubai iš skirtingų skrydžių ir skenuotų skirtingų pasėlių.
2. Kubo dalis yra žymima rankomis pagal matomą visą spektrinį ruožą tame pikselyje.
3. Pažymėjus dalį pikselių kuriamas klasifikavimo algoritmas, kurio pagalba bandoma kuo tiksliau pažymėti likusias kubo dalis.
4. Panaudojant vegetacijos indeksus klasės patikslinamos, pašalinamos ekstremalios reikšmės.
5. Išgryninami etaloniniai pikseliai iš kiekvienos klasės naudojant triukšmo šalinimo metodus (SavGol) ir skaičiuojant vidurkius.

# Algoritmų rezultatai: CNMF

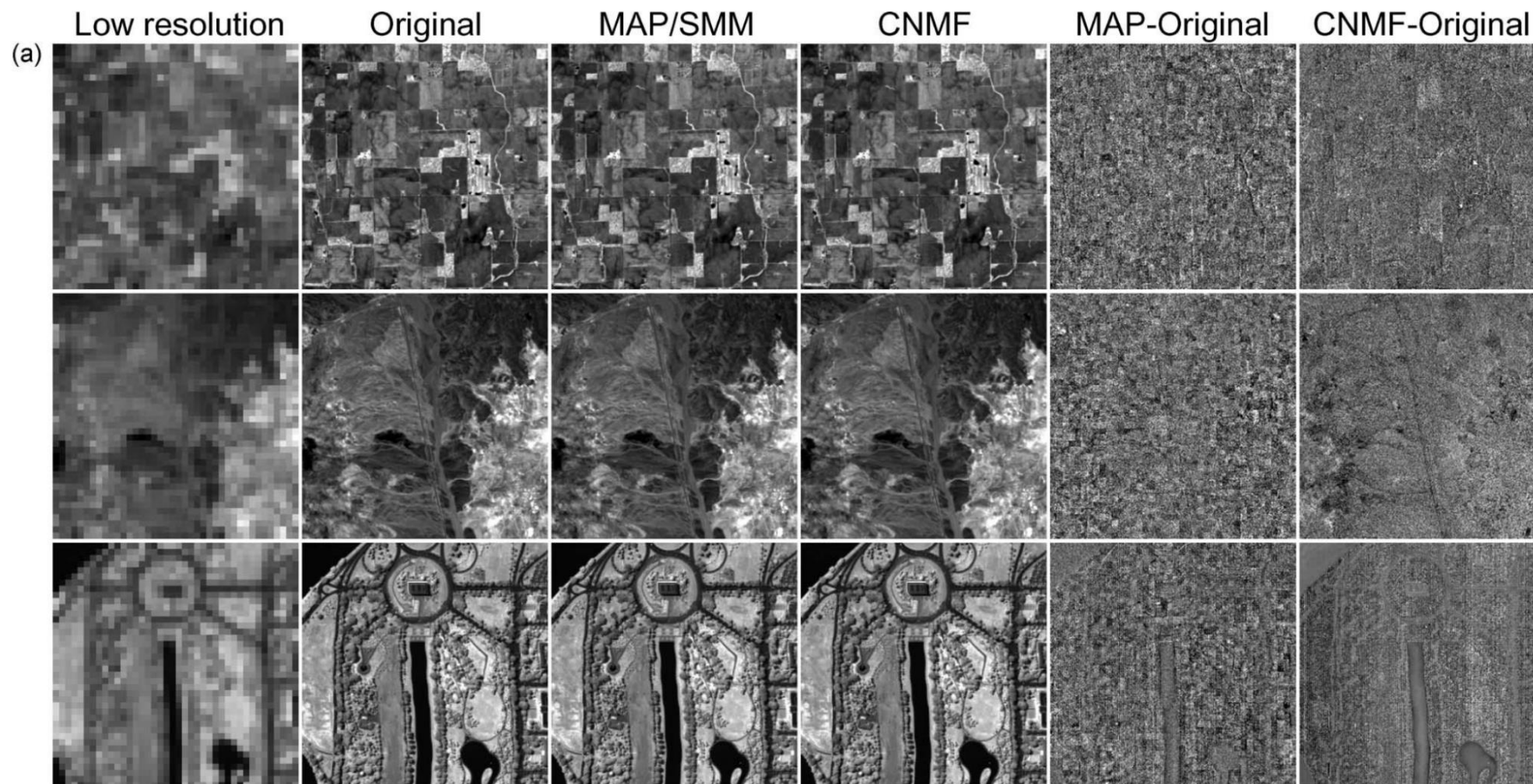
“Coupled Nonnegative Matrix Factorization Unmixing for Hyperspectral and Multispectral Data Fusion”

Algoritmas:

1. Pradinis hiper-spektrinio vaizdo (X) faktorizavimas
2. Multi-spektrinio vaizdo (Y) faktorizavimas
3. Hiper-spektrinio vaizdo (X) faktorizavimas
4. Kartojami 2 - 3 žingsniai.



# Algoritmų rezultatai: CNMF





# Išvados

- Pagal atliktus algoritmų tyrimus nustatytas didelis RMSE metrikos reikšmių pasiskirstymas.
- Algoritmų atsparumas įvesties duomenų dydžiui turėjo mažiausią įtaką iš visų eksperimentų.
- Tuo tarpu dirbtinio triukšmo eksperimentas parodė algoritmų trūkumus kai yra per didelis triukšmas duomenyse (pvz SUnSAL algoritmas).
- Yra didelis atvirai prieinamų hiper-spektrinių duomenų trūkumas, ypač medžiagų nustatymui skirtų duomenų rinkinių.
- Straipsniuose naudojami keli tie patys arba sintetiniai duomenų rinkiniai.
- Hiper-spektriniai duomenys ir jautrūs apšvietimui ir kitiems triukšmams.
- Hiper-spektrinių duomenų apdorojimui reikalingi modifikuoti klasterizavimo algoritmai, kurie atsižvelgtų į daugiadimensinius duomenis.

# Kito pusmečio planas

1. Kuriamas hiper-spektrinių duomenų rinkinys skirtas medžiagų nustatymo algoritmams tirti.
2. Pirmajame etape tirtų algoritmų patikrinimas naudojant naujai sukurtą duomenų rinkinį.
3. Hiper-spektrinių duomenų analizės algoritmo kūrimas, remiantis tirtų algoritmų rezultatais.
4. Dalyvavimas tarptautinėje konferencijoje pristatant cheminių medžiagų algoritmų analizės etaloninį eksperimentą.
5. Sukurto duomenų rinkinio ir jo analizės publikavimas (recenzuojamame leidinyje, CA WoS su Impact Factor).



**Vilnius  
universitetas**

# Kontaktai

Akademijos g. 4

LT-08663 Vilnius

+370 6 256 79560

[vytautas.paura@mif.stud.vu.lt](mailto:vytautas.paura@mif.stud.vu.lt)