

Ābolu kraupja (*Venturia inaequalis*) diagnostika, izmantojot RGB attēlus un konvolūcijas neironu tīklu modeļu optimizāciju

Msc. biol. Toms Bartulsons
Ražas svētki Vecaucē - 2025
06.11.2025



00

Par mani



Par mani

- **Toms Bartulsons**
 - BSc. biol., MSc. Biol.
- Dārzkopības institūts
 - Ģenētika un selekcija;
 - Zinātniskais asistents;
 - Ģenētiķis.



Par mani

- Zinātniskā grāda kandidāts;
 - PhD informācijas tehnoloģijās
- ex Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija;
- Sociotehnisko sistēmu inženierijas doktorantūra.



01

Problēma



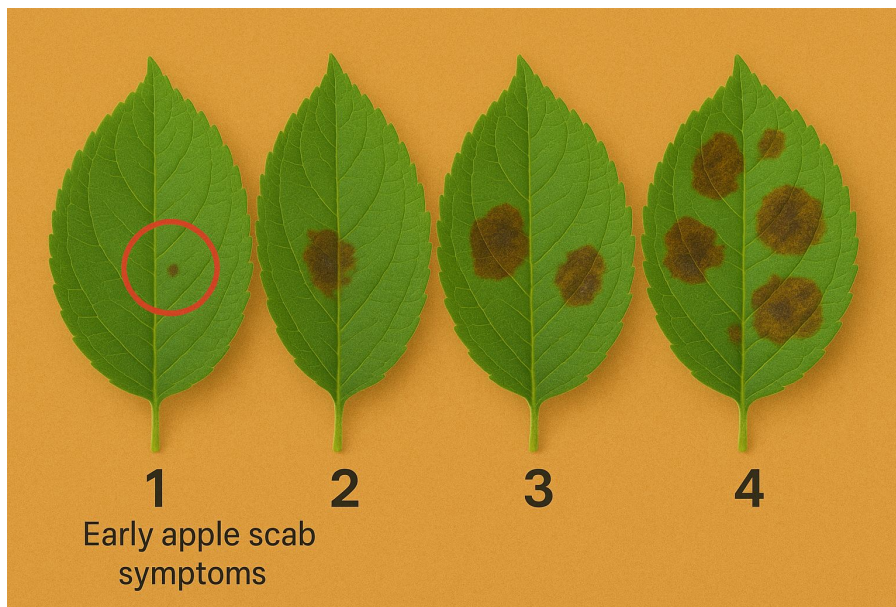
Problēma

- Patogēnu **meklēšana;**



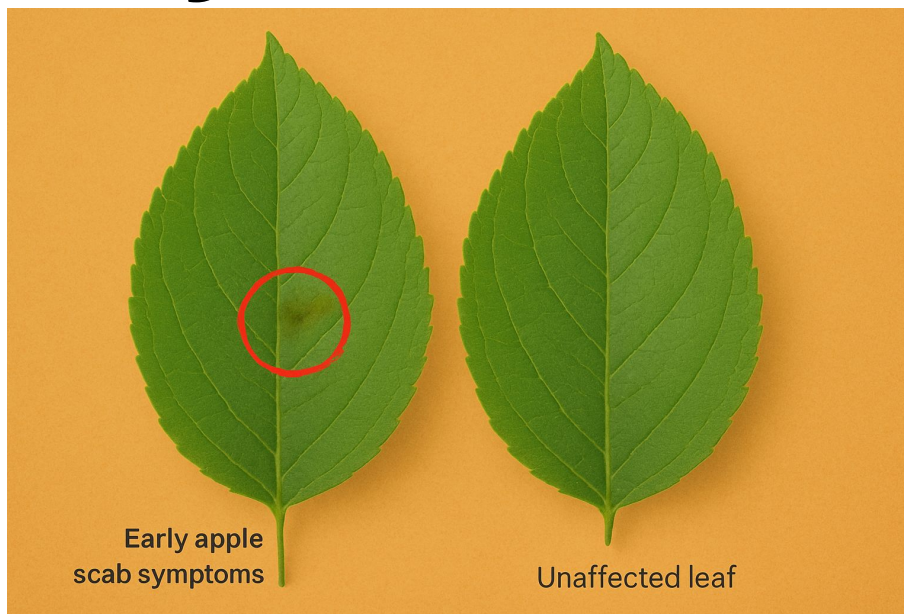
Problēma

- Patogēnu **meklēšana;**



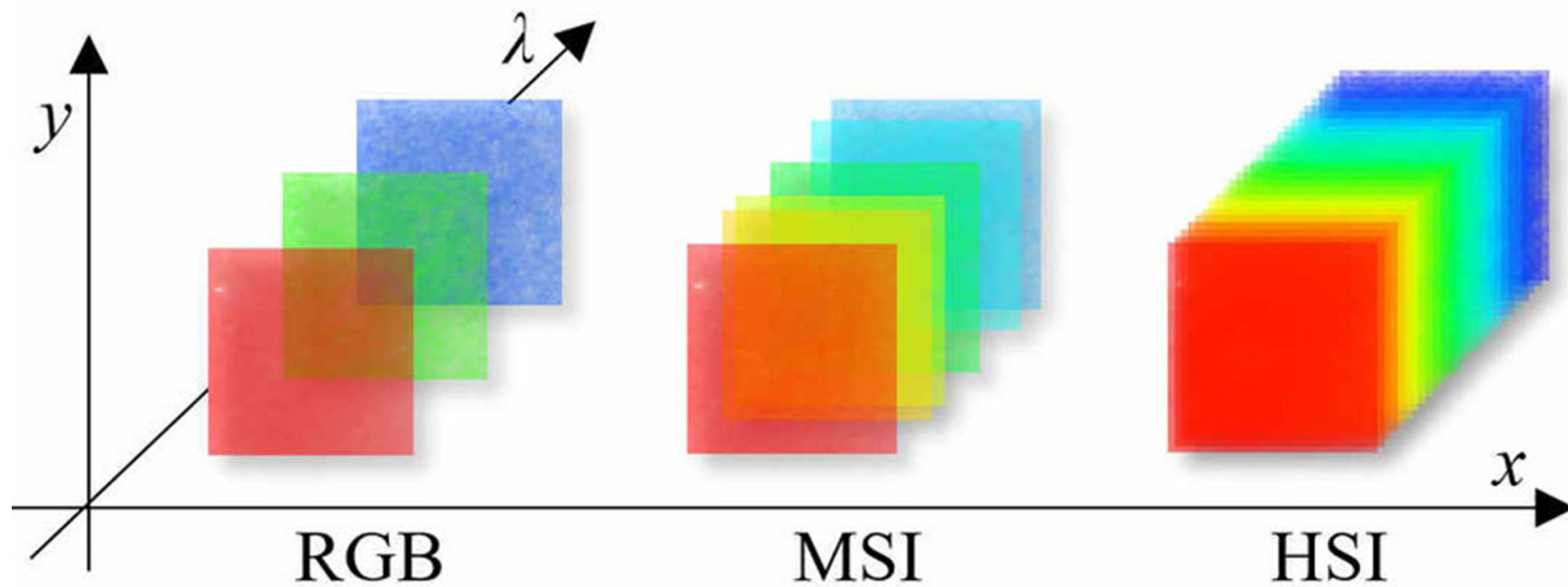
Problēma

- Patogēnu «**agrīna**» meklēšana



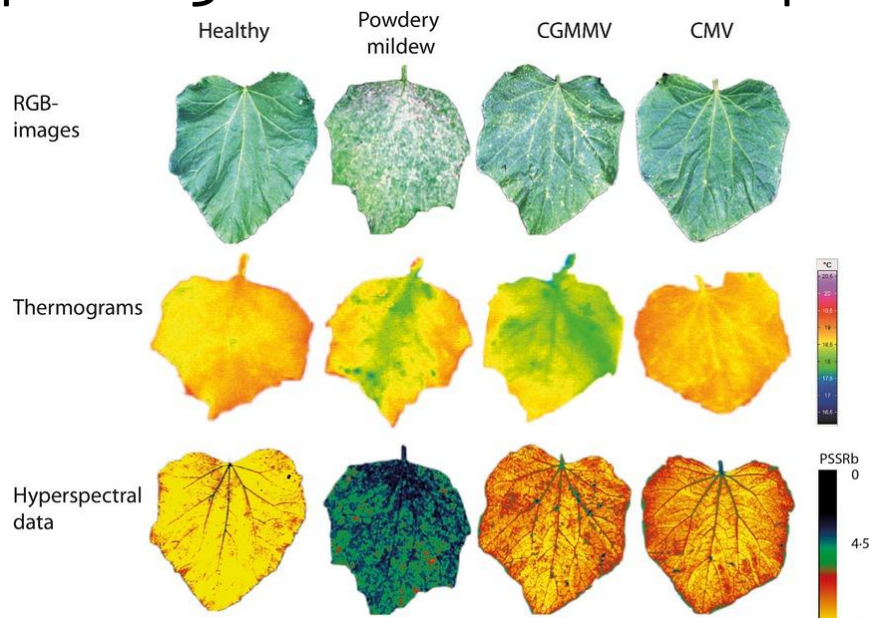
Problēma

- Attēlu **veidi**;



Problēma

- Augu patogēni **dažādos** spektors



02

Zinātniskā novitāte



Zinātniskā novitāte

Pētījuma mērķis:

Izstrādāt uz **mākslīgā intelekta** balstītu “precīzās dāzrkopības” **risinājumu** augu patogēnu **agrīnai** noteikšanai, izmantojot **dažādu** veidu **attēlus**.

Zinātniskā novitāte

Pētījuma uzdevumi:

- Datu ieguve un anotēšana
 - Izstrādāt protokolu dažādu attēlu (RGB, hiperspektrālo) iegūšanai un veikt reprezentatīvas datu kopas izveidi ar precīzu anotāciju.

Zinātniskā novitāte

Pētījuma uzdevumi:

- Datu priekšapstrāde un integrācija
 - Attīstīt datu priekšapstrādes un daudzmodālas informācijas integrācijas metodes, nodrošinot datu kvalitāti un salāgojamību analīzei.

Zinātniskā novitāte

Pētījuma uzdevumi:

- Mākslīgā intelekta modelu izstrāde
 - Izstrādāt un pielāgot mākslīgā intelekta arhitektūras, kas spēj apvienot dažādu attēlu tipu informāciju augu patogēnu agrīnai noteikšanai.

Zinātniskā novitāte

Pētījuma uzdevumi:

- Modeļu validācija un testēšana
 - Veikt modeļu precizitātes un uzticamības izvērtējumu, izmantojot validācijas kopas un lauka pārbaudes scenārijus.

Zinātniskā novitāte

Pētījuma uzdevumi:

- Prototipa izstrāde un integrācija
 - Izstrādāt darba prototipu preventīvai slimību diagnostikai un novērtēt tā piemērotību precīzās dārzkopības praksē.

03

Praktiskā nozīme



Praktiskā nozīme

- Piedāvātā pieeja **uzlabo** augu patogēnu agrīnās diagnostikas iespējas, izmantojot dziļās mācīšanās algoritmus dažādu veidu attēlu analīzei.

Praktiskā nozīme

- Veicina **precīzāku** augu slimību identifikāciju, ļaujot **savlaicīgi** veikt iejaukšanos, un samazināt pesticīdu izmantošanas.

Praktiskā nozīme

- Rezultātā šī metode veicina **ilgtspējīgu** lauksaimniecības praksi un stiprina pārtikas **drošību**, nodrošinot **precīzu** dārzkopību.

05

Materiāli un metodes



Materiāli un metodes

- **AppleScabFDs** – āboli ar kraupi



Dataset

AppleScabFDs

Apples infected by scab

Project Izp-2019/1-0094 • updated 8 months ago

[Data](#) [Code](#) [Discussion](#) [Activity](#) [Metadata](#)

[Download \(762 MB\)](#) [New Notebook](#)

Materiāli un metodes

- **AppleScabLDs** – ābolu lapas ar kraupi



Dataset

AppleScabLDs

Leaves of apples infected by scab

Project Izp-2019/1-0094 • updated 8 months ago

[Data](#) [Code](#) [Discussion](#) [Activity](#) [Metadata](#)

[Download \(3 GB\)](#) [New Notebook](#) ⋮

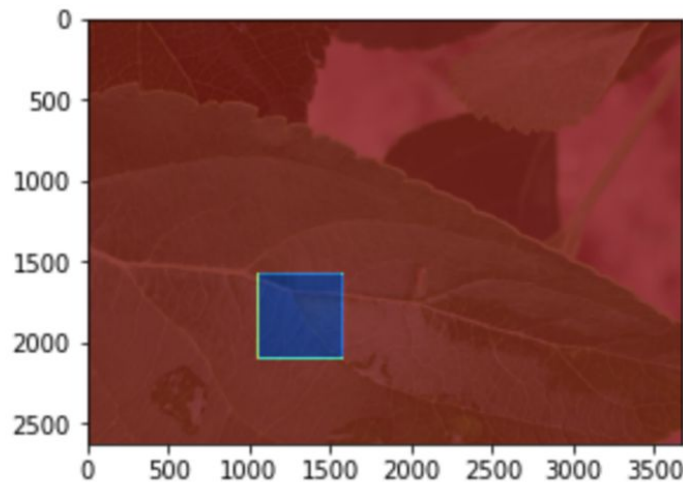
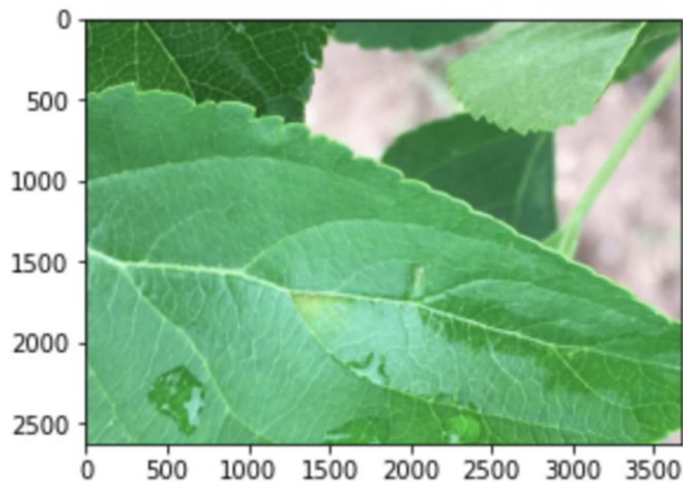


Materiāli un metodes

- **DatasetScabImages525x525;**
 - Samazināts izmērs no 3024x4032 px uz 2625x3675 px (dalās ar 512);
 - Ekspertu validēti attēli;
 - Sagrupēti 3 klasēs: Veselas, Slimas, Fons.

Materiāli un metodes

- 5x7 attēlu režģis (Sliding window), 512 x 512 pixels;



Materiāli un metodes

Slima



Vesela



Fons



Materiāli un metodes



Scab (729).jpg



Scab (731).jpg



Scab (732).jpg



Scab (733).JPG



Scab (735).JPG



Scab (737).JPG



Scab (738).JPG



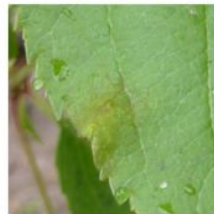
Scab (739).JPG



Scab (740).JPG



Scab (743).JPG



Scab (744).JPG



Scab (745).JPG



Scab (746).JPG



Scab (747).JPG



Scab (748).JPG



Scab (749).JPG



Scab (750).JPG



Scab (751).JPG

Materiāli un metodes



Healty (207).JPG



Healty (208).JPG



Healty (209).JPG



Healty (213).JPG



Healty (215).JPG



Healty (216).JPG



Healty (218).JPG



Healty (221).JPG



Healty (222).JPG



Healty (238).JPG



Healty (239).JPG



Healty (240).JPG



Healty (241).JPG



Healty (242).JPG



Healty (243).JPG



Healty (244).JPG



Healty (245).JPG

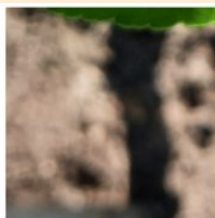


Healty (246).JPG

Materiāli un metodes



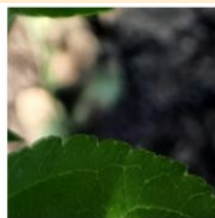
BG (61).jpg



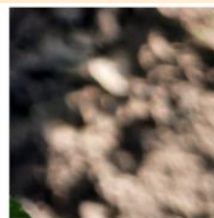
BG (62).jpg



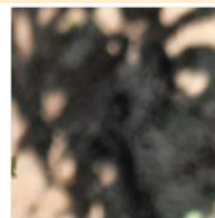
BG (63).jpg



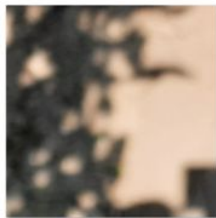
BG (64).jpg



BG (65).jpg



BG (66).jpg



BG (67).jpg



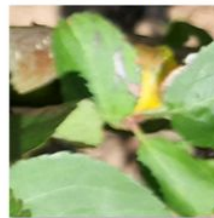
BG (68).jpg



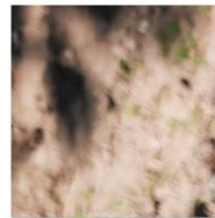
BG (69).jpg



BG (70).jpg



BG (71).jpg



BG (72).jpg



BG (73).jpg



BG (74).jpg



BG (75).jpg



BG (76).jpg



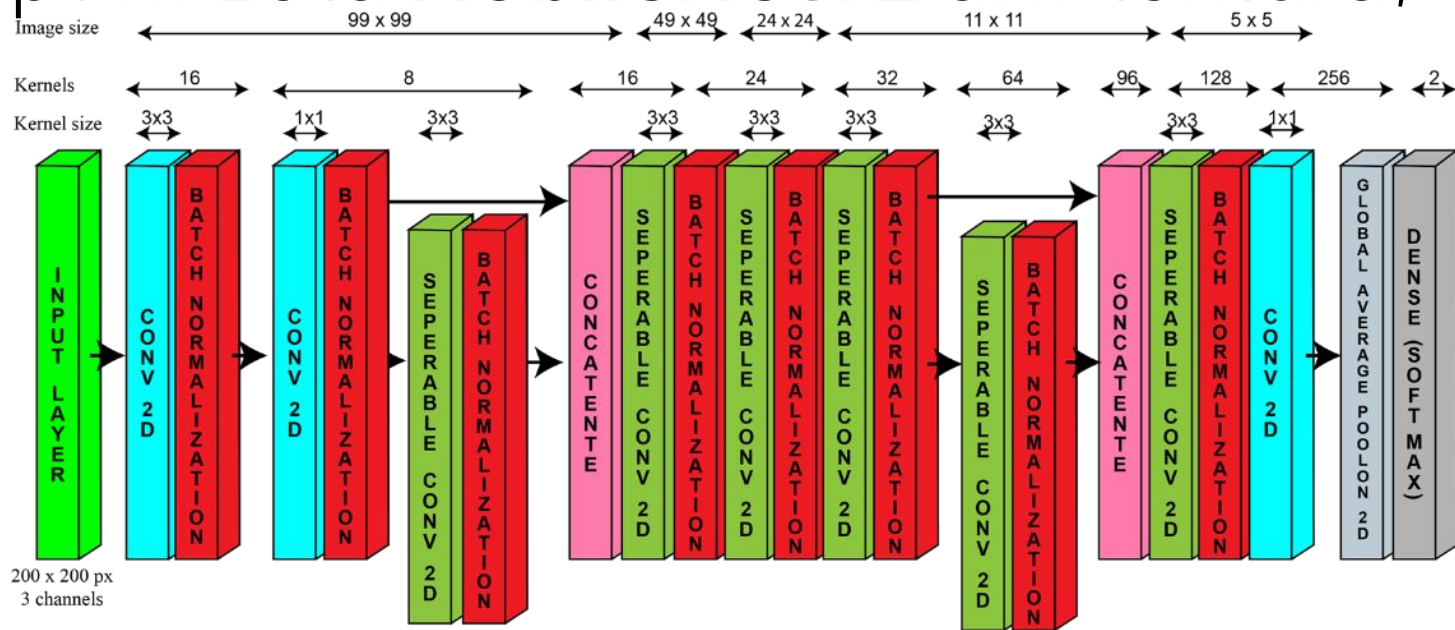
BG (77).jpg



BG (78).jpg

Materiāli un metodes

- Optimizēta **MobileNetv2** arhitektūra;

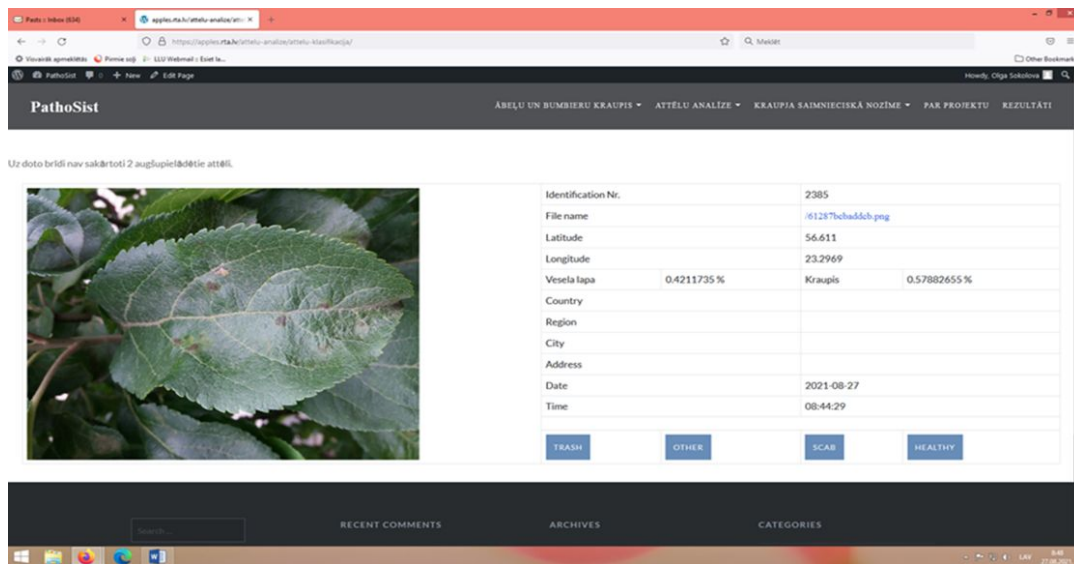


Materiāli un metodes

- Convolution Neural Network **prototips**:
 - Piemērotākās datukopas izvēle:
 - Earth's Mover Distance method;
 - Transfer Learning;
 - iFood251X -> Flowers -> Plant Pathology 2020 -> eScab

Materiāli un metodes

- **Ekspertu validācija**



06

Rezultāti



Rezultāti I

- AppleScabLDs:



Dataset

AppleScabLDs

Leaves of apples infected by scab

Project Izp-2019/1-0094 • updated 8 months ago

[Data](#) [Code](#) [Discussion](#) [Activity](#) [Metadata](#)

[Download \(3 GB\)](#) [New Notebook](#) [⋮](#)

Rezultāti I

- AppleScabLDs:
 - Veselas lapas
 - **207** attēli
 - Kraupja inficētas lapas
 - **983** attēli

Rezultāti I

- AppleScabLDs:
 - +
 - **Ekspertu** klasificēti attēli;
 - Dažādas kraupja **stadijas**;
 - Dažādi **apstākļi**;

Rezultāti I

- AppleScabLDs:
 - –
 - **Vairāk** attēlu;
 - **Nav** vienmērīga izkliede;
 - **Nav** nodalītas kraupja stadijas.

Rezultāti II

- DatasetScabImages525x525:

Scab



Healthy



Background



Rezultāti II

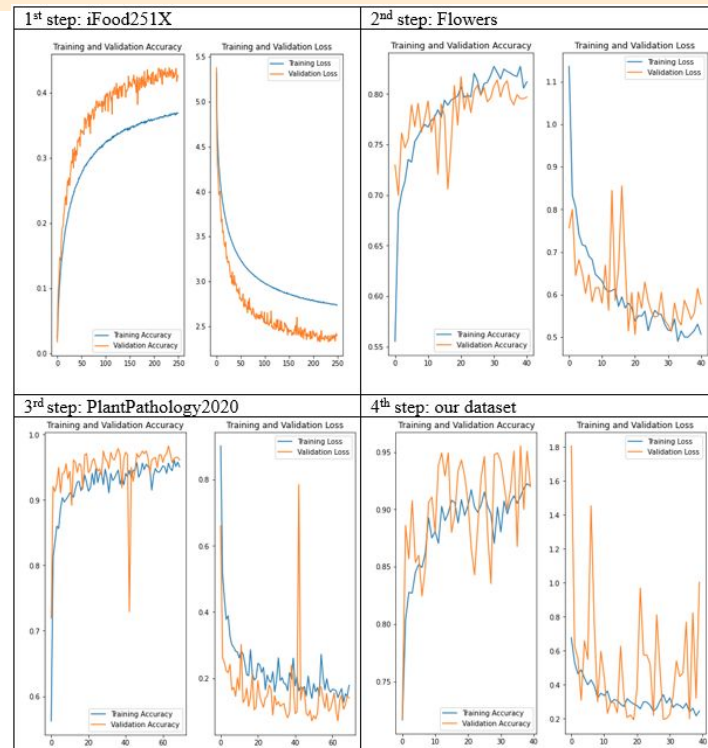
- DatasetScabImages525x525:
 - Attēli klasificēti **3** klasēs;
 - **Izdalītas** dažādas stadijas;
 - **Samazināts** failu izmērs;
 - Samazināts fona **troksnis**;
 - Vēl **papildina** attēlus;

Rezultāti II

- DatasetScabImages525x525:
 - **Lielāka** datu kopa;
 - Fons (1,513 attēli);
 - Veselas (768 attēli);
 - Kraupis (700 attēli);
 - Līdzīgs **sadalījums**;

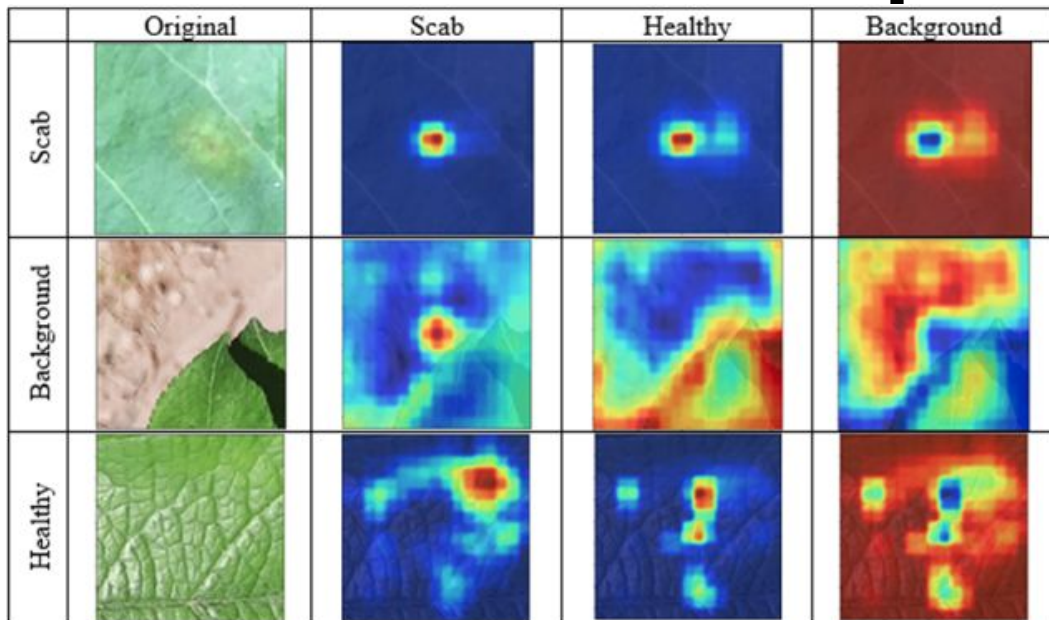
Rezultāti III

- Convolution Neural Network **prototips**:
 - Total accuracy - **96** %
 - Cohen's Kappa - **91** %



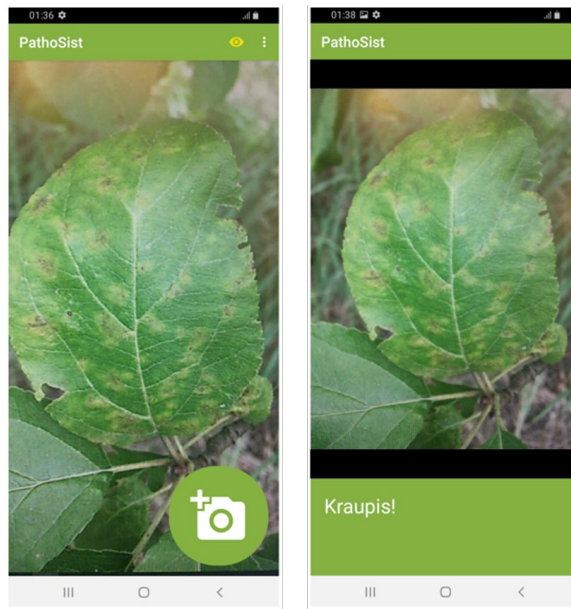
Rezultāti III

- Convolution Neural Network **prototips**:



Rezultāti IV

- **PathoSist** v0.5.0.1 app

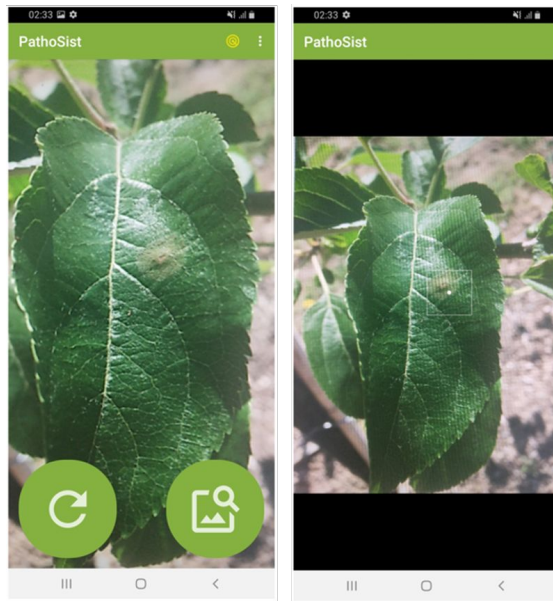


Total accuracy: 96%

Cohen's Kappa: 91%

Rezultāti IV

- **PathoSist** v0.5.0.1 app

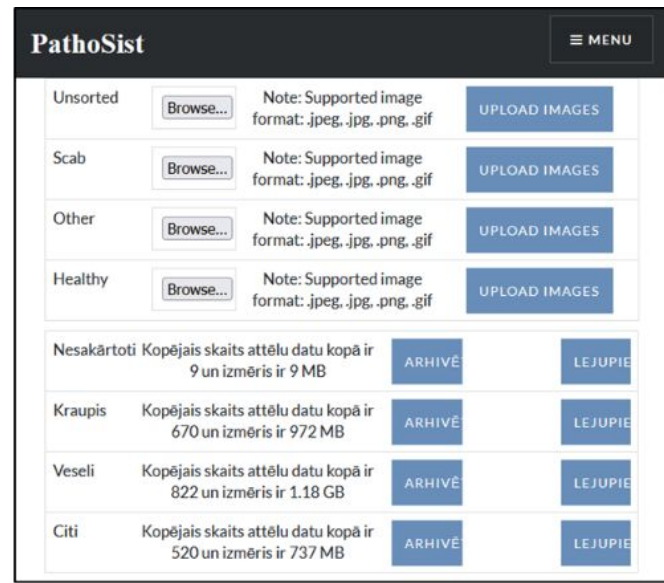
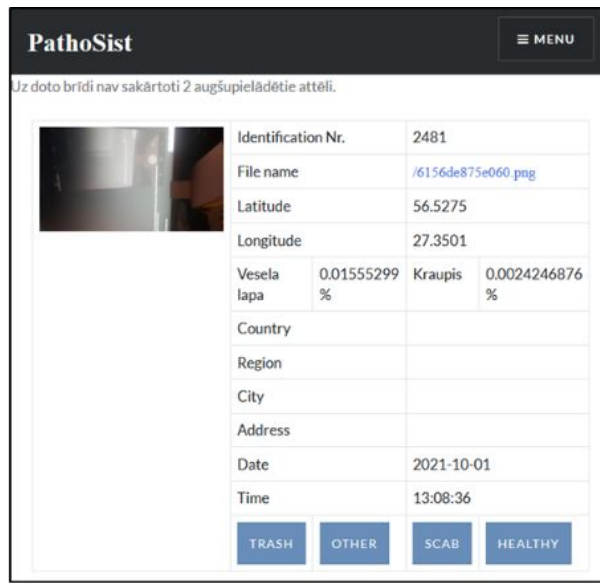
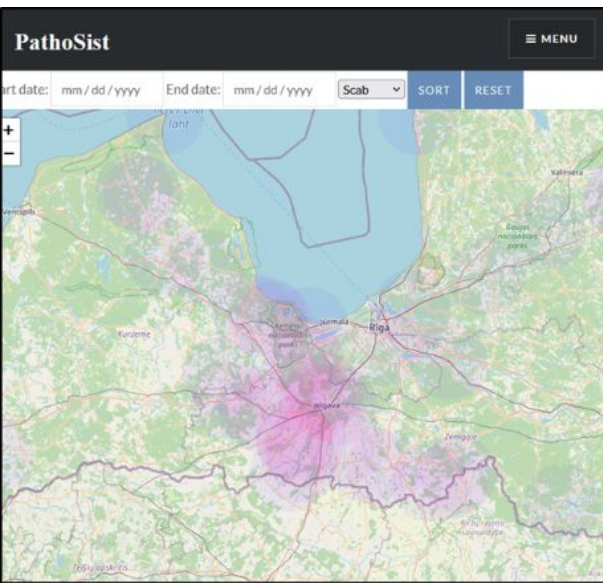


Total accuracy: 96%

Cohen's Kappa: 94%

Rezultāti V

● Sabiedriskās zinātnes sistēma



Rezultāti V

● Sabiedriskās zinātnes sistēma

PathoSist

ABEĻU UN BUMBIERU KRAUPIS ▾ ATTĒLU ANALĪZE ▾ KRAUPJA SAIMNIECISKĀ NOZĪME ▾ PAR PROJEKTU REZULTĀTI

Uz doto brīdi nav sakārtoti 4 augšupielādētie attēli.



Identification Nr.		2383	
File name		/61287ba75e4b0.png	
Latitude		56.611	
Longitude		23.2969	
Vesela lapa	0.34937486 %	Kraupis	0.65062505 %
Country			
Region			
City			
Address			
Date		2021-08-27	
Time		08:43:51	
TRASH		OTHER	
		SCAB	
		HEALTHY	

Rezultāti V

- **Sabiedriskās zinātnes** sistēma

PathoSist ĀBEĻU UN BUMBIERU KRAUPIS ▾ ATTĒLU ANALĪZE ▾ KRAUPJA SAIMNIECISKĀ NOZĪME ▾ PAR PROJEKTU REZULTĀTI

Uz doto brīdi nav sakārtoti 2 augšupielādētie attēli.



Identification Nr.	2385		
File name	/61287bcbaddcb.png		
Latitude	56.611		
Longitude	23.2969		
Vesela lapa	0.4211735 %	Kraupis	0.57882655 %
Country			
Region			
City			
Address			
Date	2021-08-27		
Time	08:44:29		
TRASH OTHER SCAB HEALTHY			

07

Secinājumi



Secinājumi I

- CNN prototips **spēj** detektēt ābeļu kraupi **vēlīnās** stadijās **zemas** izšķirtspējas attēlos.
- **Klasifikācijas** tipa CNN arhitektūras **nav** piemērotas kraupja atpazīšanai **agrīnajā** stadijā.

Secinājumi II

- CNN ar slīdošo logu (**sliding windows**) pieeju ir piemērotākas agrīnās stadijas atpazīšanai **augstas** izšķirtspējas attēlos.
- Izveidot **jaunu** CNN prototipu, balstītu uz **YOLO, DeepLabV3** vai **(Faster) R-CNN** arhitektūrām.

08

Paldies par uzmanību!



09

Jautājumi vai ieteikumi?

