



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



“Підтримка прозорого землекористування в Україні”

Використання супутникового
зондування землі в потребах
сільського господарства у Львівській
області

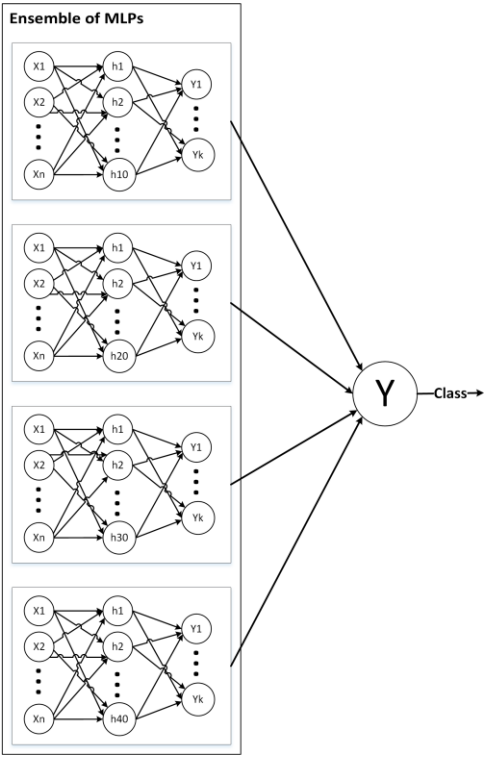
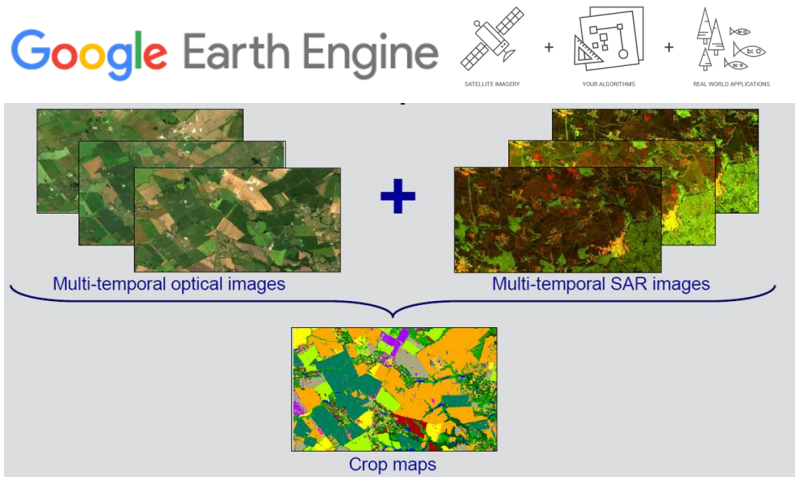
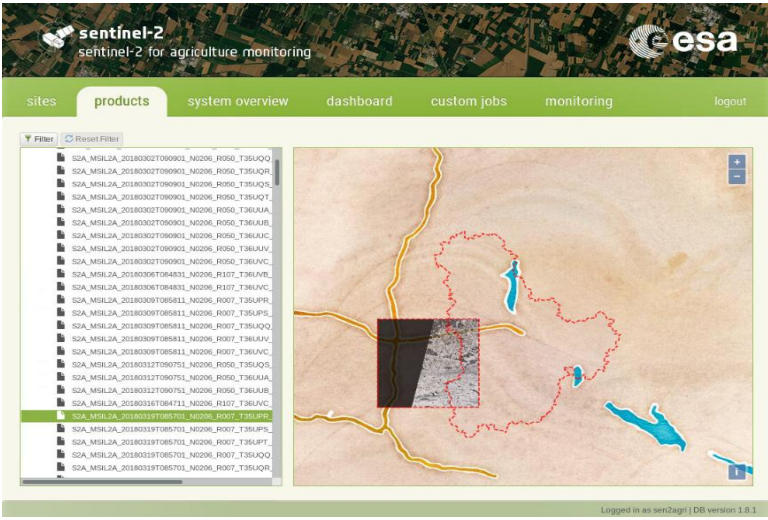
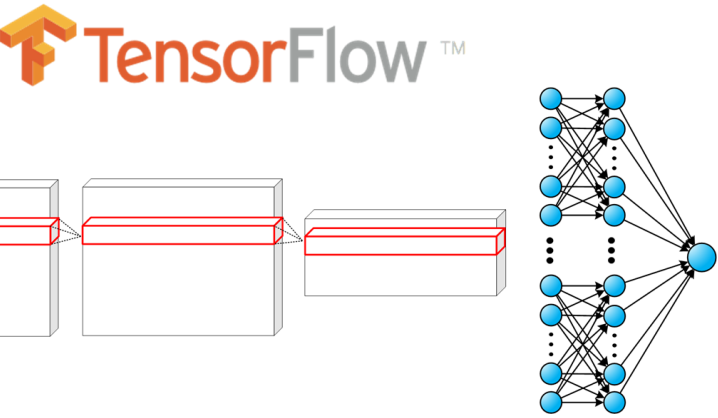
Результати та подальші кроки

Задачі проекту (2018)

- **Класифікація земного покриву.** Оцінка результатів за 2017 рік та збір наземних даних для побудови карти земного покриву для Київської, Миколаївської та Львівської областей за 2018 рік.
- **Обробка супутникових даних** (Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat-8) для отримання інформації про фактичне використання земель у Київській, Миколаївській та Львівській областях.
- **Формування растрової карти** з шарами типу земного покриву для Київської, Миколаївської та Львівської областей, оцінка NDVI та зрошуваних земель.
- **Порівняння методів класифікації** та розробка детальної покрокової інструкції для послідовного відтворення та розширення методології.

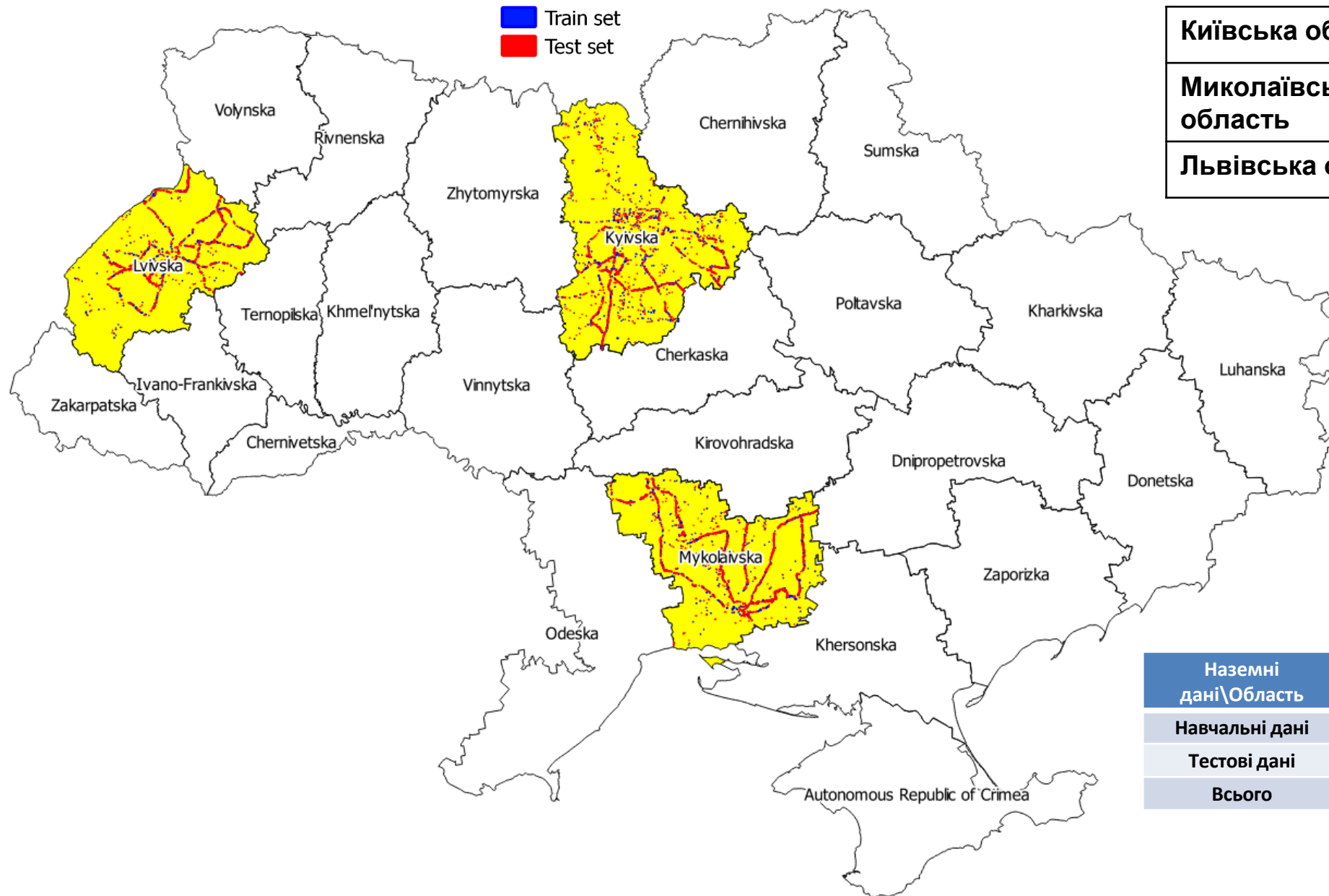
Методології обробки даних

- Tensor Flow
- Google Earth Engine
- Sen2Agri
- Neural Network Ensemble



World Bank project - Збір наземних даних

■ Train set
■ Test set



Київська область	1359 km
Миколаївська область	1289 km
Львівська область	1009 km

Sentinel-1 - 129 знімків
Sentinel-2 - 24 знімків

	S1, images	S2, images
Київська область	31	7
Миколаївська область	31	8
Львівська область	67	9

Наземні дані\Область	Київська область	Миколаївська область	Львівська область
Навчальні дані	938	1027	652
Тестові дані	910	1009	650
Всього	1848	2036	1302

World Bank project – методологія збору наземних даних

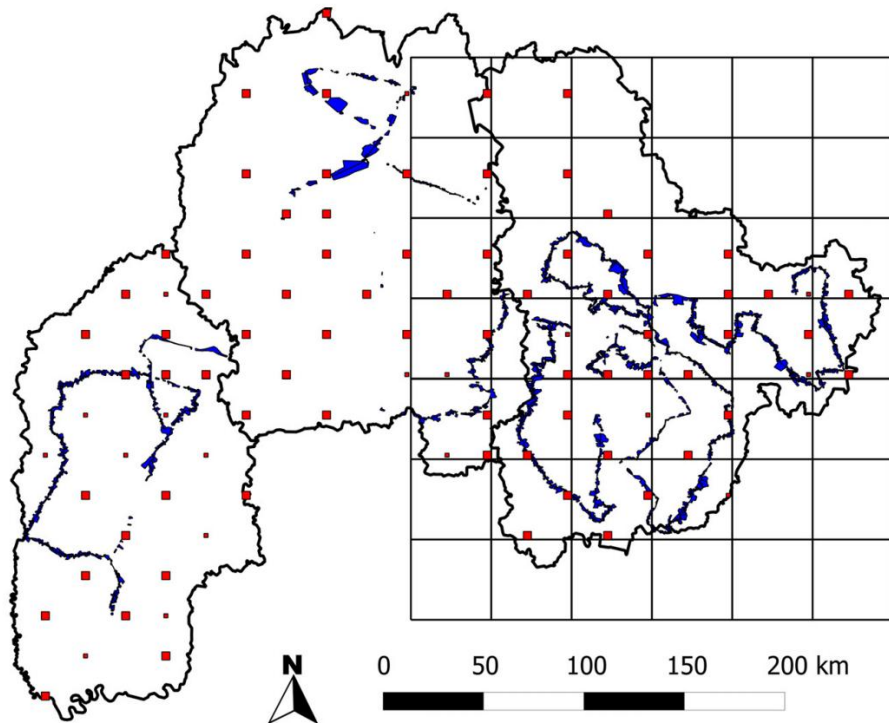
Результати досліджень методологій опубліковані в статті:

Gallego, F. J., Kussul, N., Skakun, S., Kravchenko, O., Shelestov, A., & Kussul, O. (2014). Efficiency assessment of using satellite data for crop area estimation in Ukraine. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 29, 22-30.

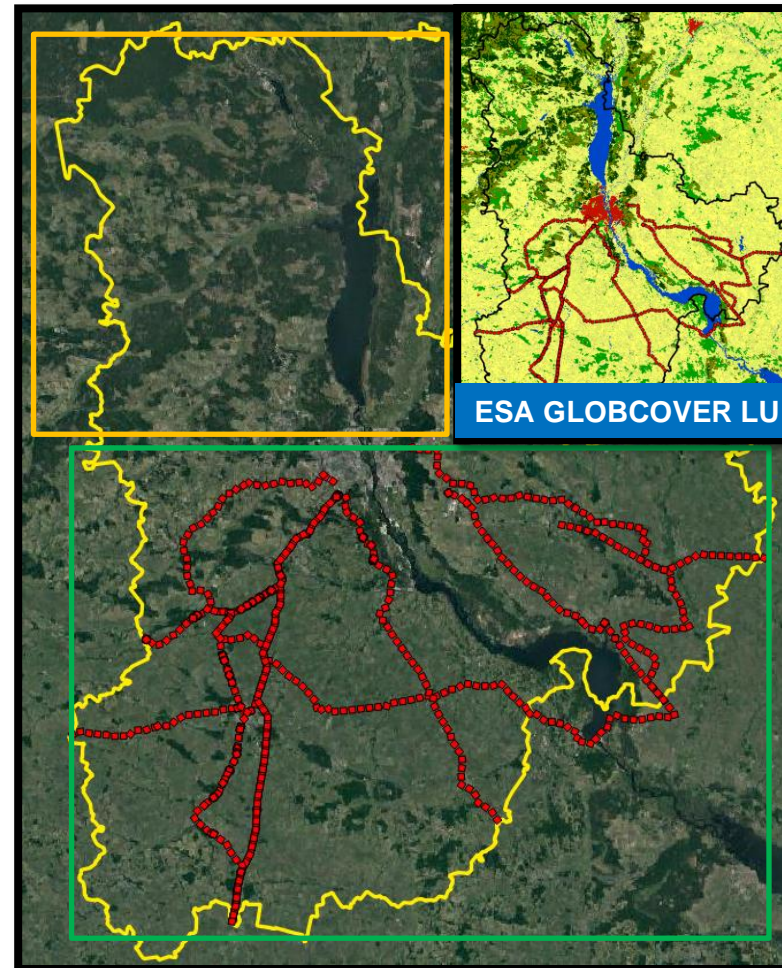
Методи збору наземних даних:

- Вздовж доріг
- Обстеження в межах квадратних сегментів

JRC Contract no. 255189 - "Crop area estimation with satellite images in Ukraine" (2010)



Умовна стратифікація

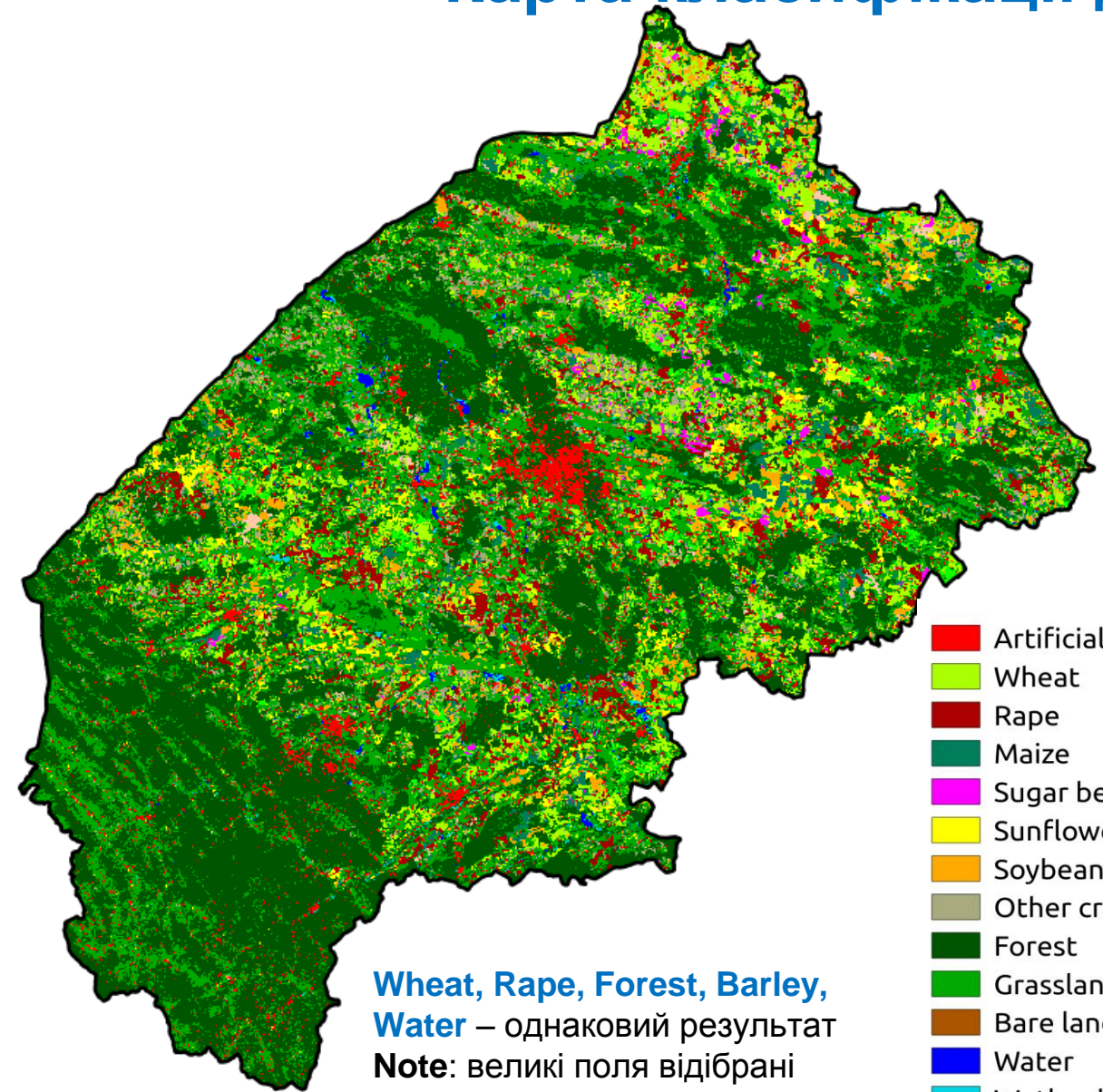


• 3rd stratum — Не сільськогосподарські землі (відсоток оброблюваних земель близько 0%)

• 2nd stratum — Напів-сільськогосподарські землі (відсоток оброблюваних земель більше 0% і менше 50%),

• 1st stratum — Сільськогосподарські землі (відсоток оброблюваних земель більше 50%)

Карта класифікації для Львівської області



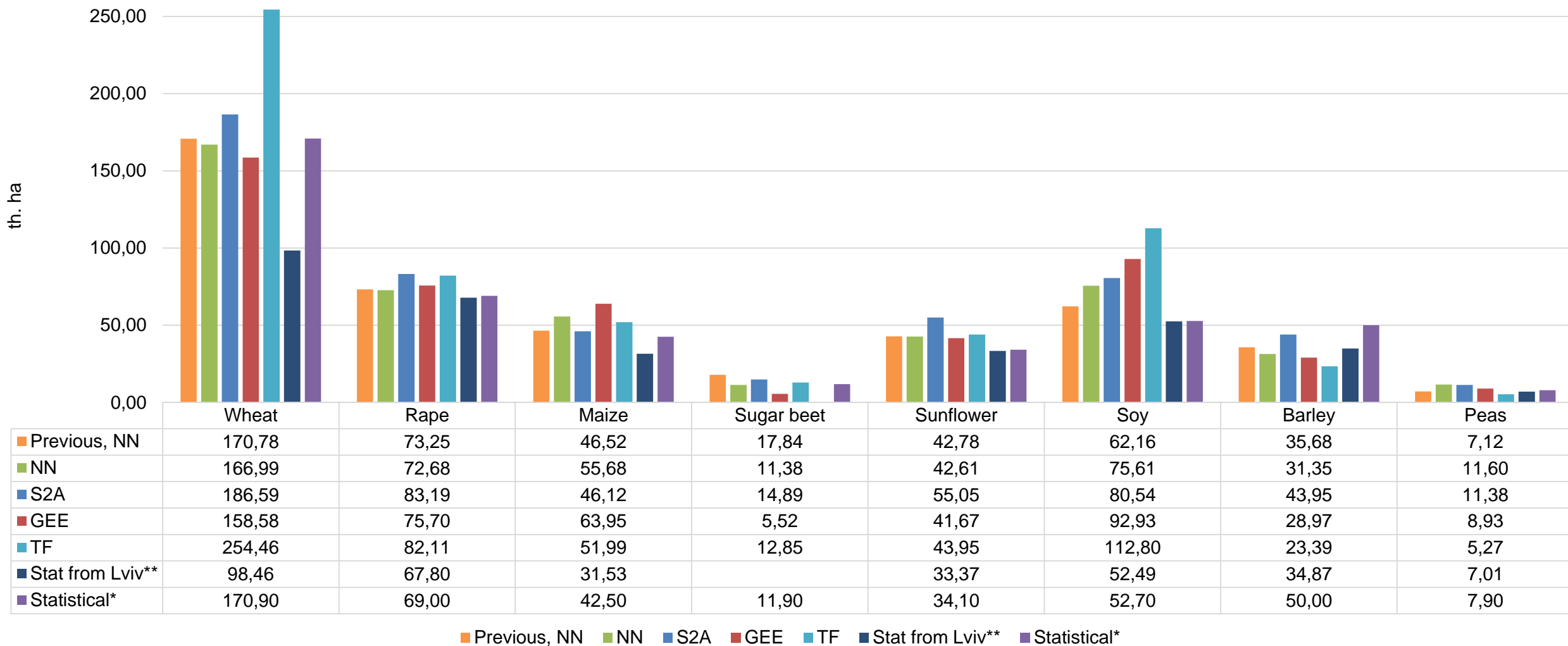
- Artificial
- Wheat
- Rape
- Maize
- Sugar beet
- Sunflower
- Soybeans
- Other crops
- Forest
- Grassland
- Bare land
- Water
- Wetland
- Barley
- Peas

Wheat, Rape, Forest, Barley, Water – однаковий результат
Note: великі поля відібрані для наземних даних

	NN			GEE			TF			S2A		
	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1
Artificial	<u>95,9</u>	<u>99,1</u>	<u>97,5</u>	85,2	99,2	91,7	93	99,4	96,1			
Wheat	<u>95,5</u>	<u>94,3</u>	<u>94,9</u>	<u>94,1</u>	<u>95,3</u>	<u>94,7</u>	<u>94,3</u>	<u>95,4</u>	<u>94,9</u>	<u>95,7</u>	<u>92,8</u>	<u>94,3</u>
Rape	<u>99,7</u>	<u>96,4</u>	<u>98</u>	<u>99,7</u>	<u>97,6</u>	<u>98,6</u>	<u>97</u>	<u>96,4</u>	<u>96,7</u>	<u>95,7</u>	<u>95,4</u>	<u>95,6</u>
Maize	91,1	93,2	92,2	<u>96,8</u>	<u>95</u>	<u>95,9</u>	91	90,3	90,7	77,1	77,2	77,1
Sugar beet	75,1	98,5	85,2	86,1	69	76,6	70,9	90,9	79,7	<u>87,5</u>	<u>99</u>	<u>92,9</u>
Sunflower	<u>89,4</u>	<u>93,1</u>	<u>91,3</u>	87,2	92,5	89,8	<u>88,2</u>	<u>91,8</u>	<u>90</u>	84,5	86,5	85,5
Soy	92,9	83,3	87,9	<u>89,2</u>	<u>91,3</u>	<u>90,2</u>	89,2	87,9	88,5	81,8	83,1	82,4
Other crops	49,2	36,5	41,9	48,1	29,6	36,7	46,5	26,7	33,9	26,4	28,3	27,4
Forest	<u>99,9</u>	<u>99,9</u>	<u>99,9</u>	<u>100</u>	<u>99,8</u>	<u>99,9</u>	<u>99,9</u>	<u>99,1</u>	<u>99,5</u>			
Grassland	81,1	95,4	87,7	83	95,6	88,8	<u>88,7</u>	<u>93,1</u>	<u>90,9</u>			
Bareland	83,4	98,3	90,3	<u>100</u>	<u>95,6</u>	<u>97,8</u>	77,5	98,3	86,7			
Water	<u>100</u>	<u>99,8</u>	<u>99,9</u>	<u>100</u>	<u>99,4</u>	<u>99,7</u>	<u>100</u>	<u>99,8</u>	<u>99,9</u>			
Wetland	92,7	96,7	94,7	97,8	94,6	96,1	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>			
Barley	<u>95,3</u>	<u>89,7</u>	<u>92,4</u>	<u>95,4</u>	<u>89,3</u>	<u>92,3</u>	<u>95,3</u>	<u>89,6</u>	<u>92,4</u>	78,6	90,7	84,2
Peas	<u>99,4</u>	<u>100</u>	<u>99,7</u>	<u>100</u>	<u>96,5</u>	<u>98,2</u>	100	59	74,2	8,8	3,4	4,9
OA	93,6			93,9			92,8			89,1		

Порівняння площ із даними статистики

Львівська область

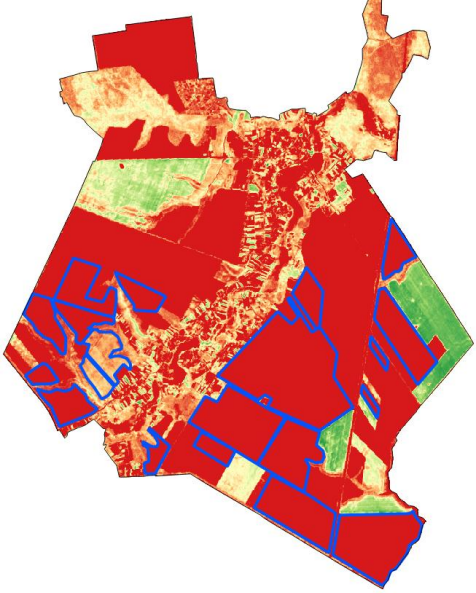


* <http://www.ukrstat.gov.ua/>

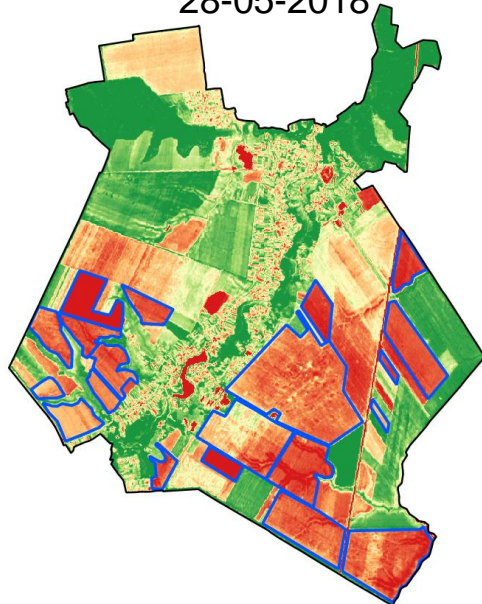
** Статистичні дані були отримані через Головне Управління Статистики Львова

Моніторинг стану полів кукурудзи на основі вегетаційних індексів NDVI використовуючи оптичні дані на рівні рад

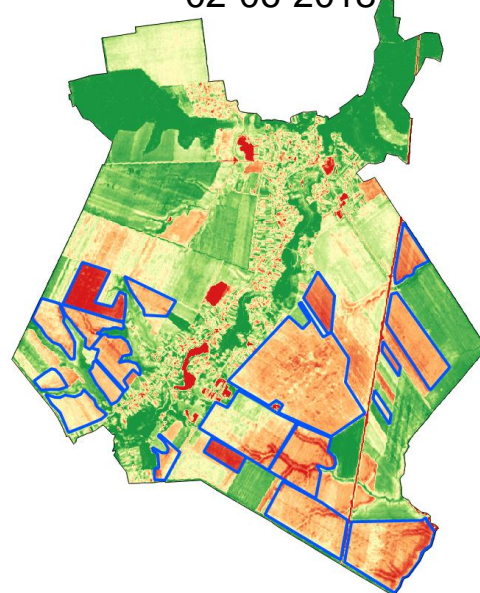
18-04-2018



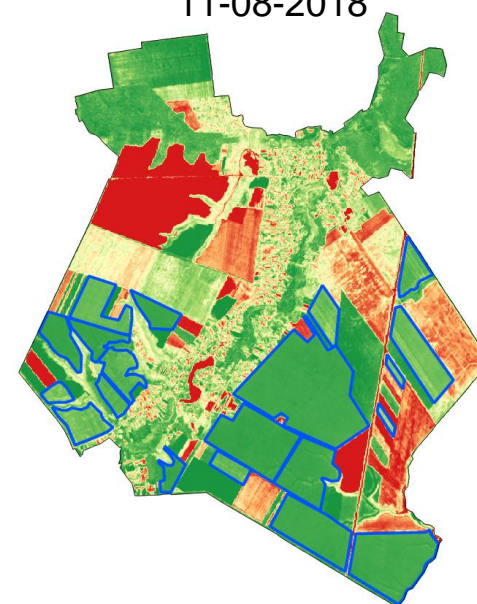
28-05-2018



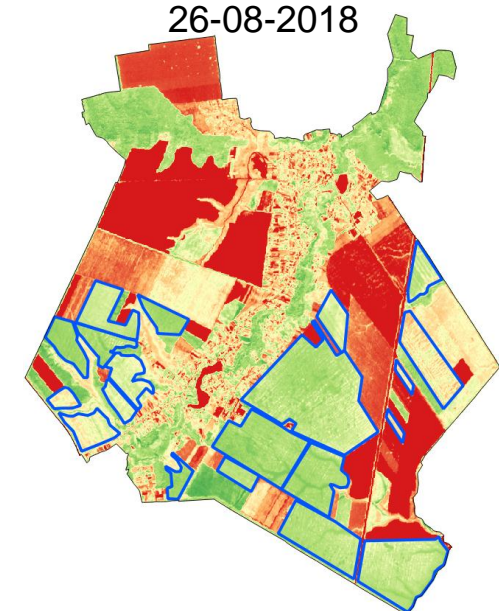
02-06-2018



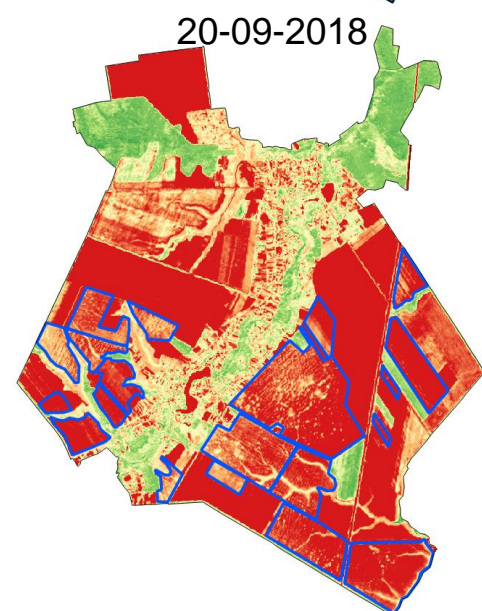
11-08-2018



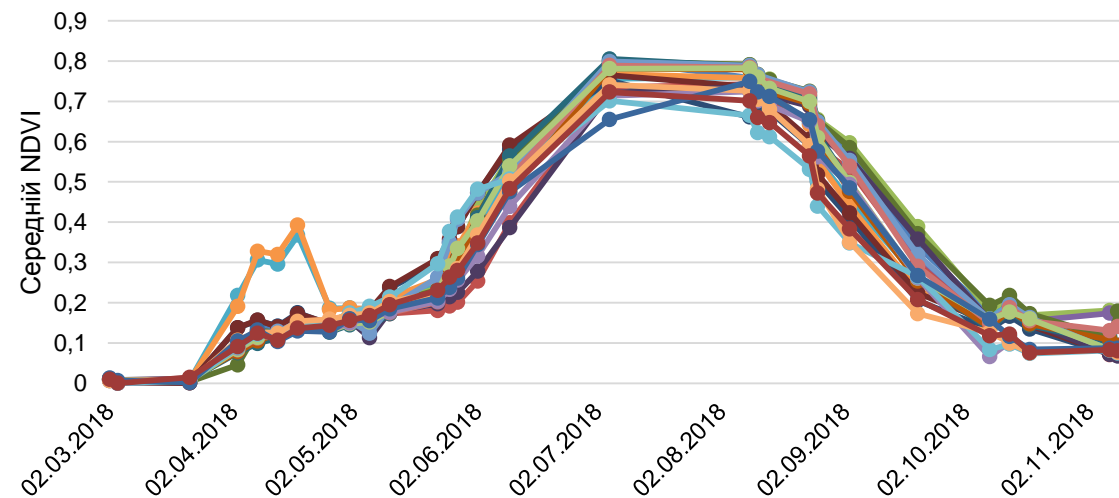
26-08-2018



20-09-2018

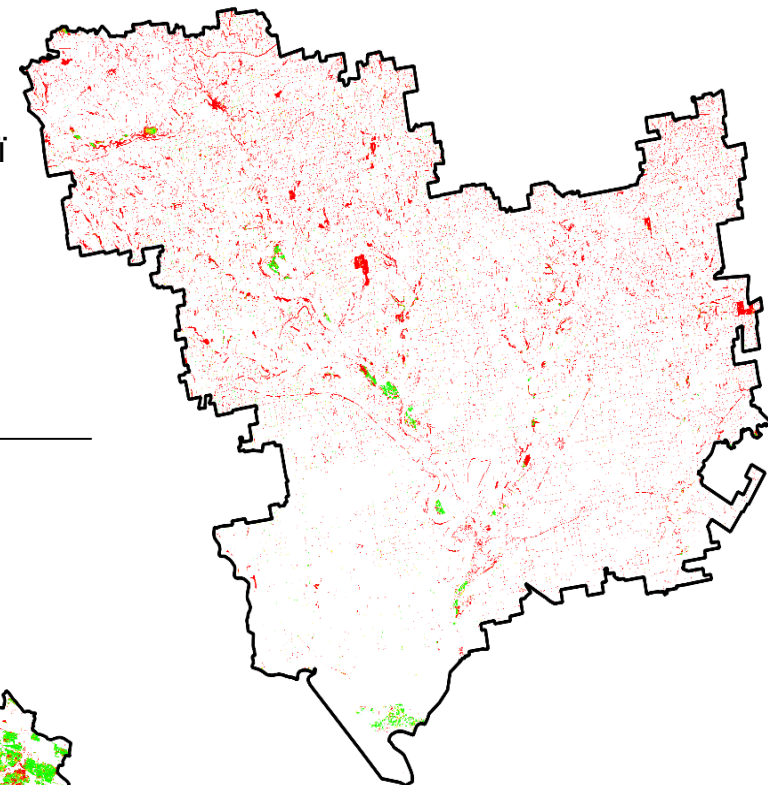
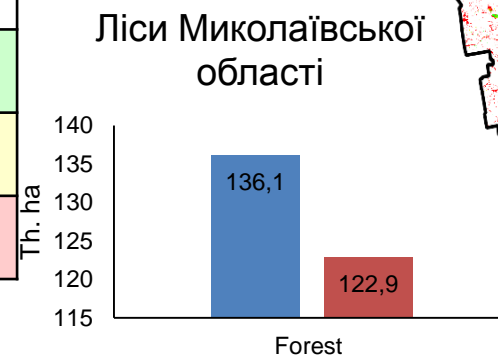


NDVI індекс для полів кукурудзи

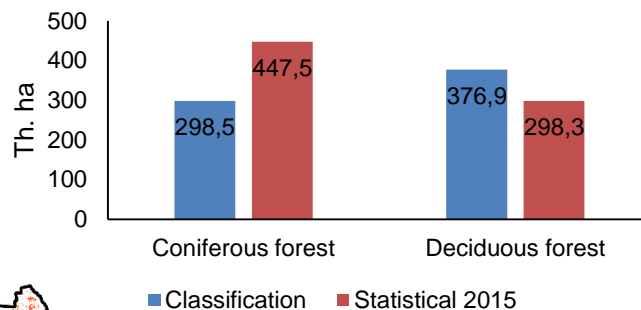


Класифікація лісів

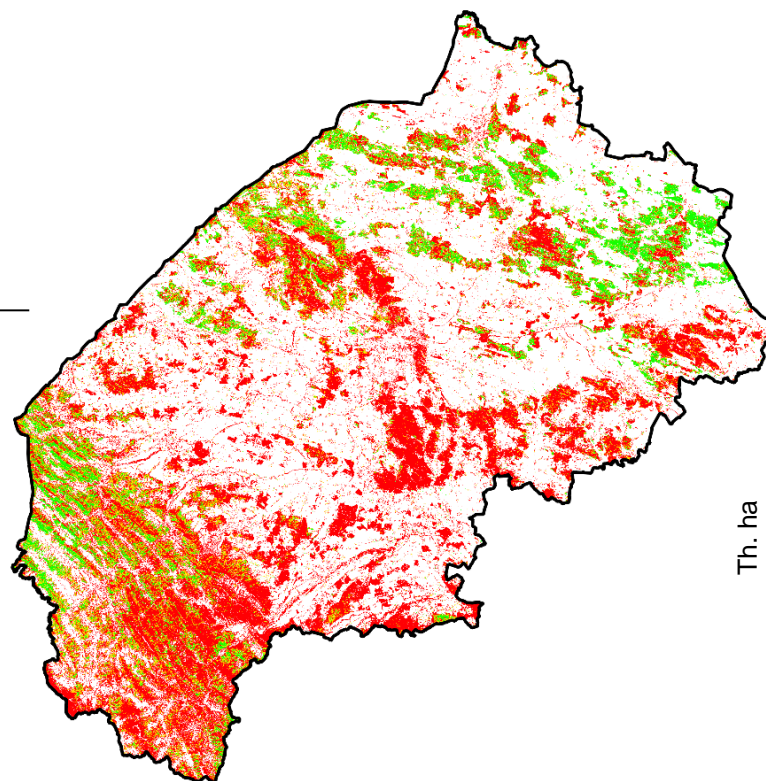
Київська область	Миколаївська область	Львівська область	Тип лісу/ площа (th. Ha)
298,5	10,5	133,1	Хвойні ліси
182,6	116,8	172,4	Мішані ліси
376,9	8,8	565,2	Листяні ліси



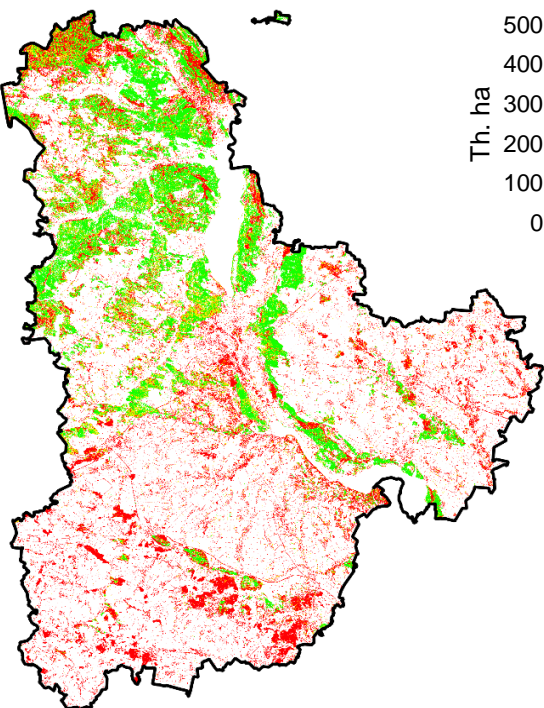
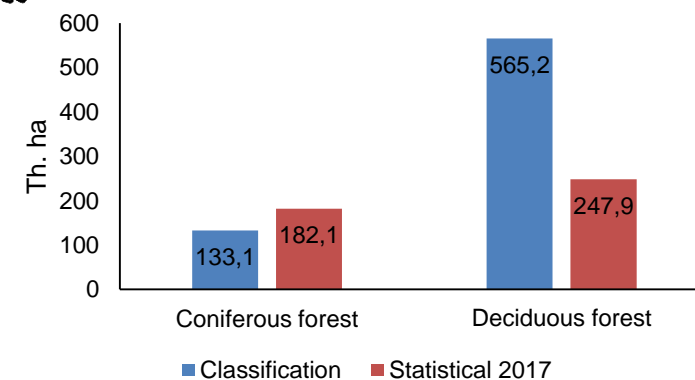
Ліси Київської області



- Хвойні ліси
- Мішані ліси
- Листяні ліси



Ліси Львівської області

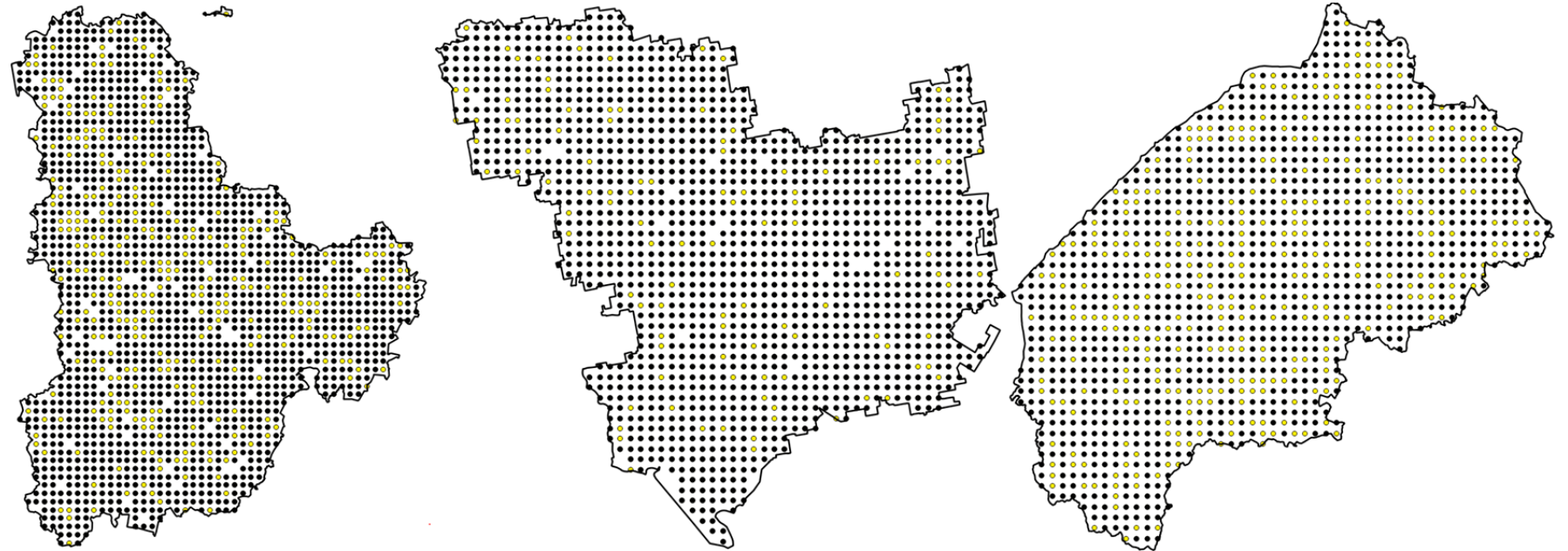


Валідація карт земного покриття на основі регулярних точок

	Київська область									Миколаївська область									Львівська область								
	NN			GEE			TF			NN			GEE			TF			NN			GEE			TF		
	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1	UA	PA	F1
Штучні об'єкти	<u>87,8</u>	<u>94,7</u>	<u>91,1</u>	74,5	100	85,4	54,7	92,1	68,6	82,4	82,4	82,4	81,2	76,5	78,8	<u>88,2</u>	<u>88,2</u>	<u>88,2</u>	<u>96,2</u>	<u>96,2</u>	<u>96,2</u>	83,3	96,2	89,3	75	92,3	82,8
Сільськогосподарські землі	99,3	92,3	95,7	99	89,6	94,1	<u>96,5</u>	<u>95,9</u>	<u>96,2</u>	<u>99,1</u>	<u>96,2</u>	<u>97,7</u>	98,6	91	94,6	<u>96,4</u>	<u>96,8</u>	<u>96,6</u>	<u>99,6</u>	<u>94</u>	<u>96,7</u>	97,4	83,2	89,7	<u>92,3</u>	<u>97,8</u>	<u>94,9</u>
Ліс	<u>97,2</u>	<u>98</u>	<u>97,6</u>	<u>96</u>	<u>98</u>	<u>97</u>	95,6	94,4	95	<u>89,1</u>	<u>87,5</u>	<u>88,3</u>	84,9	80,4	82,6	85,4	73,2	78,8	<u>98,9</u>	<u>98,6</u>	<u>98,8</u>	96,2	98,4	97,3	94,5	93,9	94,2
Необроблені землі	<u>82,9</u>	<u>93,2</u>	<u>87,7</u>	78,6	91,7	84,7	90,3	84,5	87,3	81,9	93,2	87,2	64,8	90,9	75,7	82	77,2	79,5	<u>93,6</u>	<u>98</u>	<u>95,7</u>	84,9	92,6	88,6	91,7	85,9	88,7
Вода	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	100	96,3	98,1	<u>98,3</u>	<u>98,3</u>	<u>98,3</u>	<u>100</u>	<u>98,3</u>	<u>99,1</u>	96,7	100	98,3	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	100	87,5	93,3	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
Болото	42,9	60	50	0	0	0	27,3	60	37,5	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>66,7</u>	57,1	50	53,3	17,4	50	25,8	50	100	66,7	50	50	50	50	50	50
ОА	94,4			92,8			93			95,1			90,4			92,5			97,2			92,5			92,5		

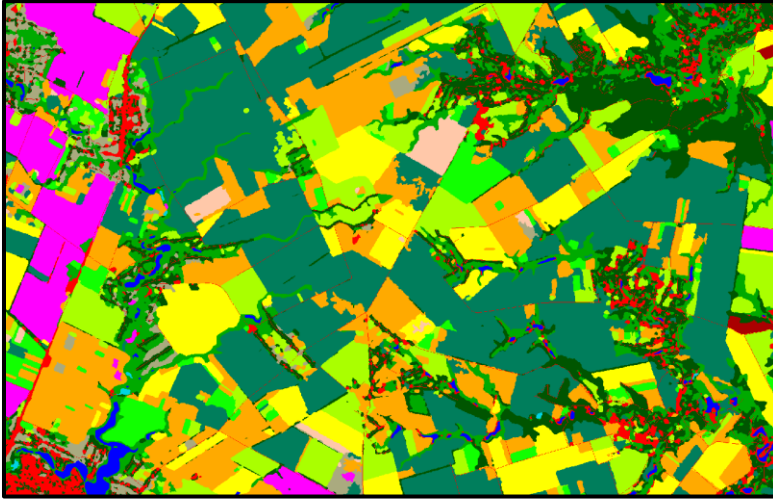
Регулярні точки на відстані 4 км (на основі фотоінтерпретації по ортофотоплану)

Кількість валідаційних точок	
Київська область	1424
Миколаївська область	1399
Львівська область	1044

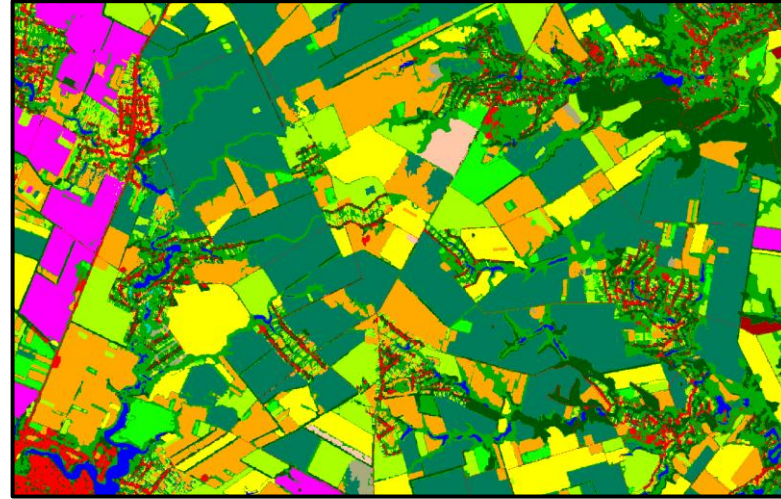


Поєднання результатів класифікації

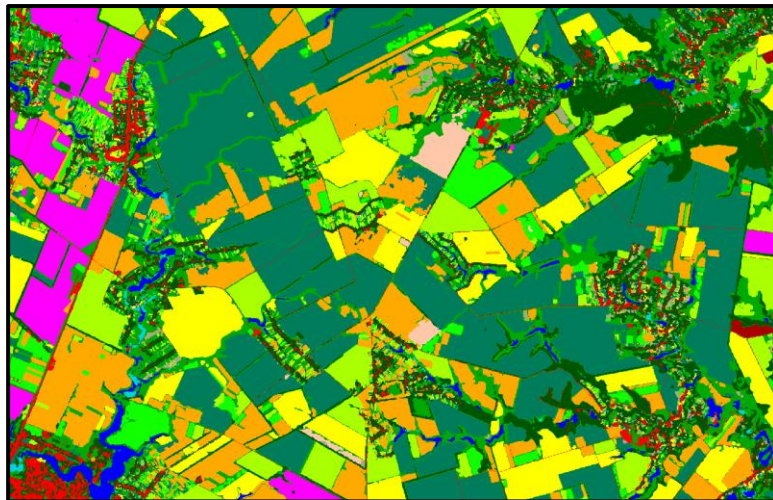
TF



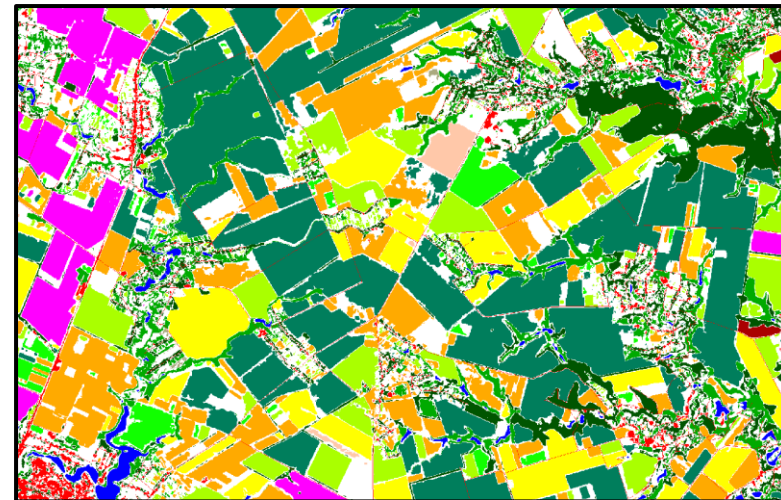
GEE



NN

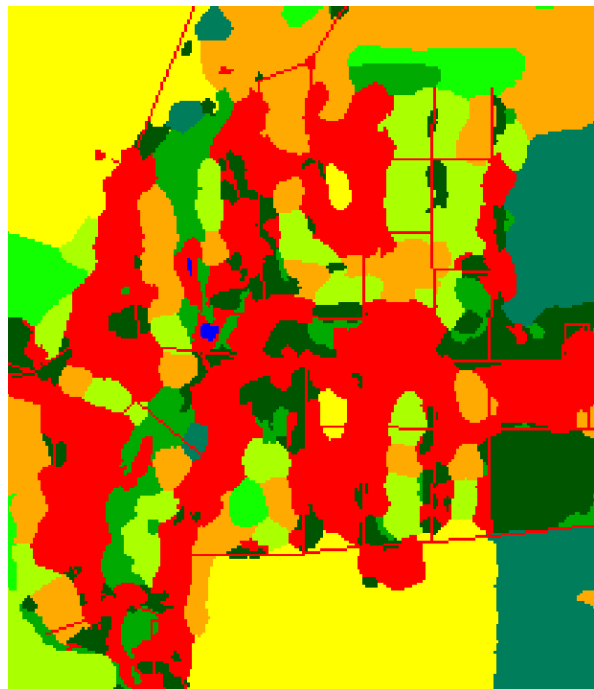


Fusion

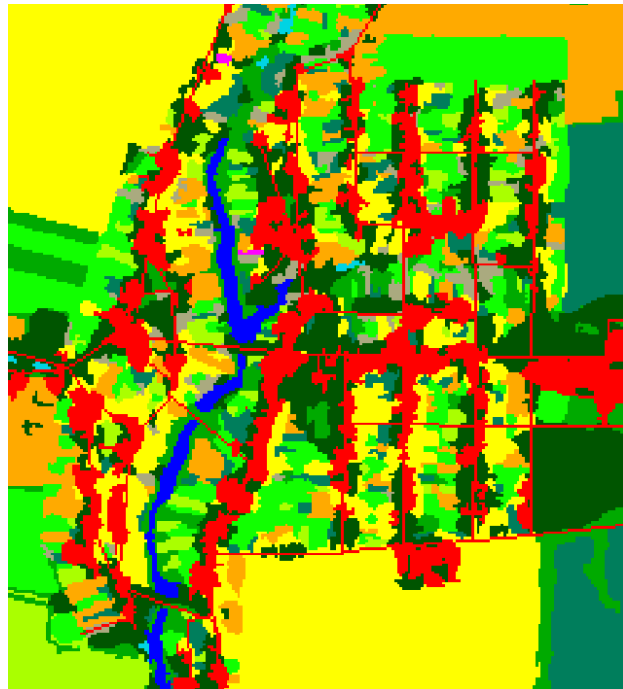


Висновки

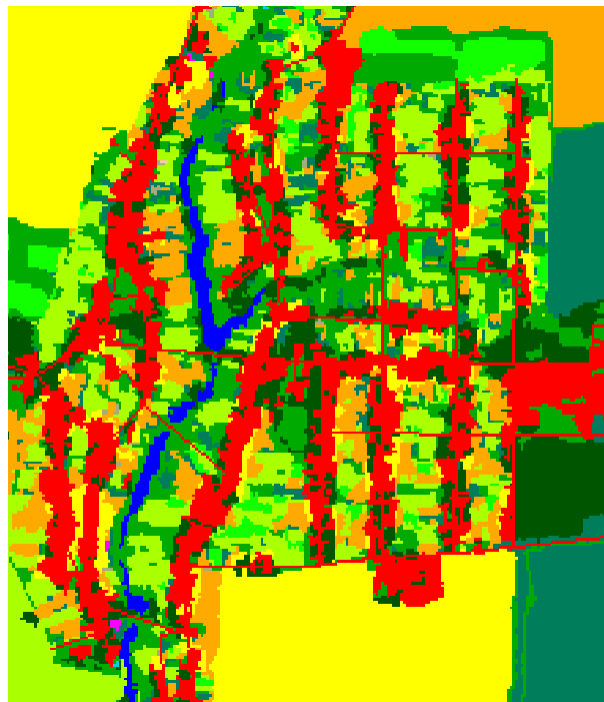
- TensorFlow не дозволяє ідентифікувати невеликі поля в селах (Львів)
- В системі Sen2Agri можна отримати лише сільськогосподарські землі. Відсутні безхмарні супутникові дані для середини літа 2018 року. Оскільки вони є дуже інформативними в задачі розпізнавання літніх культур, може виникати похибка.
- Sen2Agri не дозволяє розробляти власні нейронні мережі networks (лише вбудовані методи)



TF



NN



GEE



S2A

Наземні дані для всієї України – досвід Sen2-Agri National Demo

Покриття всієї території (~603.6 км²);

Збір два рази на рік:

- ✓ Озимі культури (весною);
- ✓ Літні культури (влітку)

Навчальні дані – 5526 полігонів;

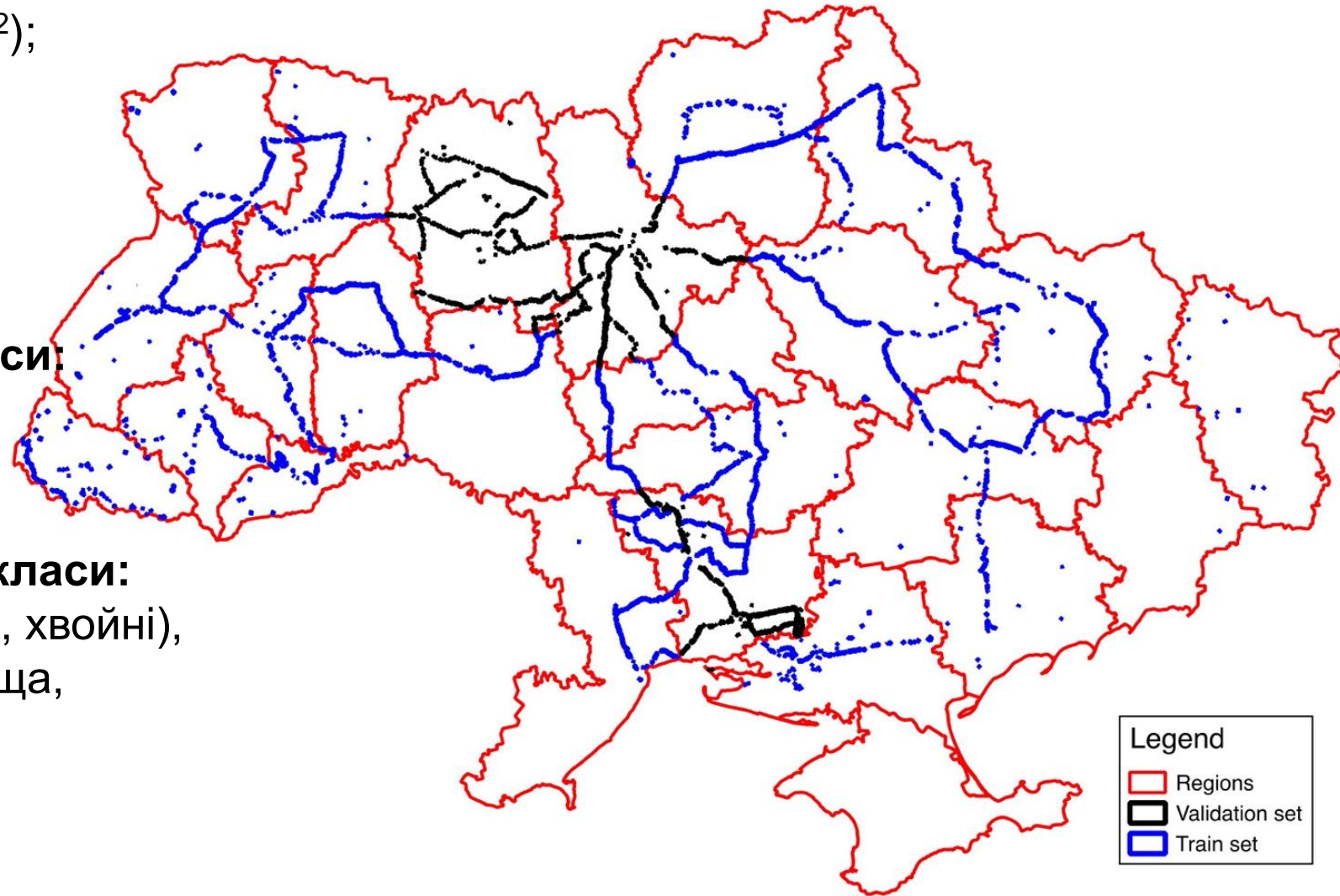
Валідаційні дані – 2154 полігонів;

Основні сільськогосподарські класи:

Кукурудза, Пшениця, Ячмінь,
Інші зернові, Ріпак, Соя,
Цукровий буряк, Соняшник

Основні не сільськогосподарські класи:

Відкритий ґрунт, ліси (мішані, листяні, хвойні),
Штучні об'єкти, сади, луки та пасовища,
водні об'єкти, болота



Подальші плани: оптимізація збору наземних даних

- **Ми готові до розширення технології для всієї України**
- Автоматизоване формування набору даних з використанням безкоштовних даних (OSM, карта лісу з Університету Меріленда тощо) для не сільськогосподарських класів
- Збір наземних даних двічі за вегетаційних сезон (озимі та літні культури)
- Автоматизація контролю якості наземних даних з використанням технологій пошуку аномалій (невідповідність між класом земного покриву і мітками на полігоні, помилками в наслідок людського фактору)
- Адаптація технології збору наземних даних для України спільно з JRC
- Отримання даних для класифікації за допомогою краудсорсингу та / або у місцевих територіальних представників

Подальші плани: модифікація обробки супутникових даних та методології класифікації

- Дослідження сегментації оптичних даних для покращення результатів класифікації
- Розробка методології композитування оптичних даних
- Класифікація у два підходи: карта земного покриву із подальшим розподілом сільськогосподарських культур на певні класи
- Ансамблевий підхід для агрегації карт класифікацій, що отримані різними класифікаторами

Вдосконалення збору наземних даних спільно з JRC

- Використання відео камер для збору даних



- Розробка методології автоматичного розпізнавання культур за допомогою фото з камери.
- Використання відкритих даних інших користувачів.



Дякую за увагу!