

Głębokie sieci neuronowe w ocenie stanu technicznego obiektów budowlanych

Jakub Niemiec

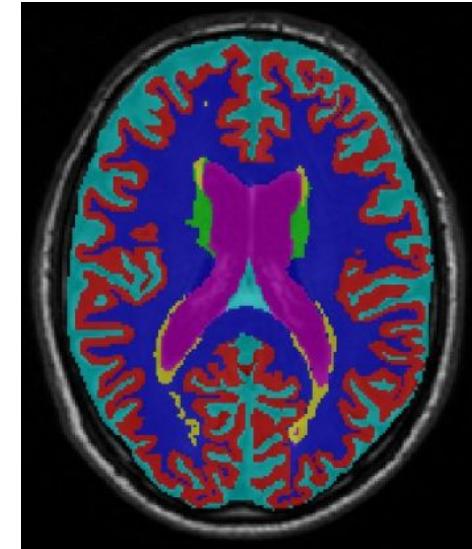
kod pracy: 5432

Cel i zakres pracy

- Analiza modeli – Unet, Attention Unet, TransUnet
- Stworzenie zbioru danych do realizacji zadania
- Stworzenie modelu pozwalającego na wykrywanie pęknięć w elementach betonowych
- Stworzenie algorytmu pozwalającego na określenie szerokości pęknięć

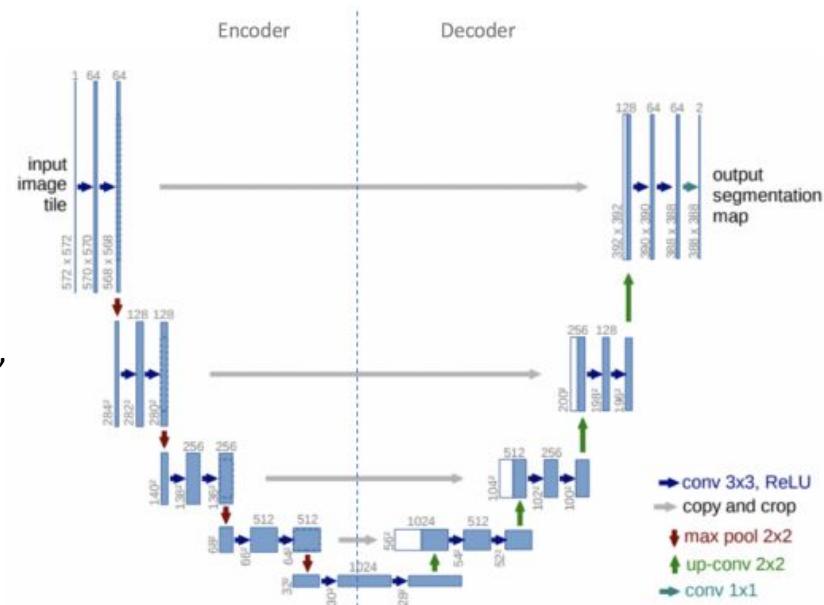
Segmentacja obrazu

- podział obrazu na obszary odpowiadające poszczególnym obiektom
- zastosowanie np: w autonomicznych pojazdach, analizie obrazów medycznych



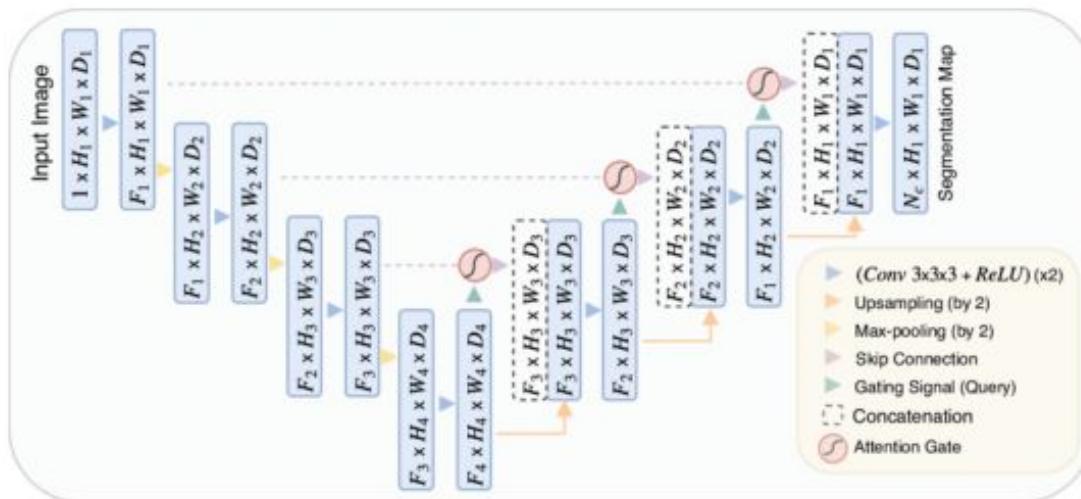
Unet

- Uczenie nadzorowane
- Podział na enkoder oraz dekoder
- Warstwy modelu :
 - warstwa wejściowa/wyjściowa,
 - warstwa konwolucyjna – wyodrębnianie cech,
 - warstwa łącząca – stopniowe zmniejszanie rozmiaru obrazu,
 - odwrócona konwolucja – stopniowe zwiększanie rozmiaru obrazu
- Wprowadzenie "skip connections" –
 - dostarczanie informacji przestrzennych do dekodera



Attention Unet

- wprowadzenie „attention gate” – nadanie wag obrszarom obrazu – dostarczenie informacji przestrzennych z warstw wyższych do warstw niższych na Ścieżce dekodera



TransUnet

- Wprowadzenie architektury Vision Transformer w ścieżce enkodera
- Podział obrazu na części zawierające informacje w kontekście globalnym

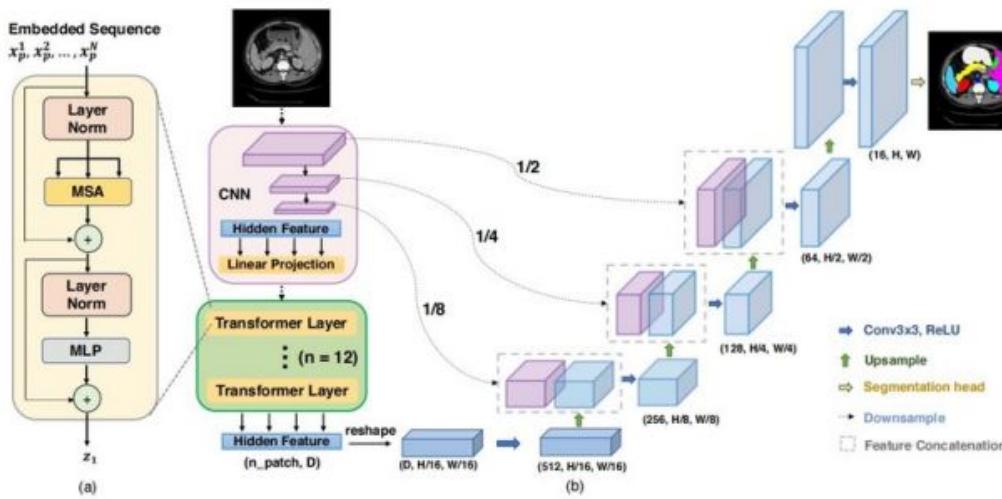
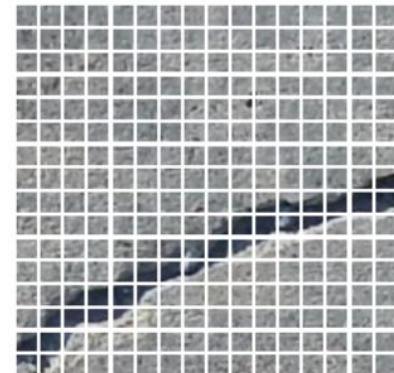
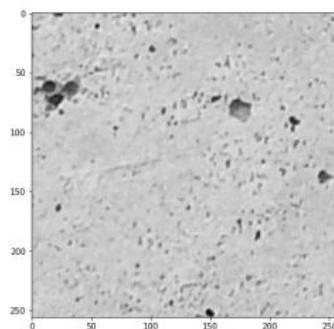
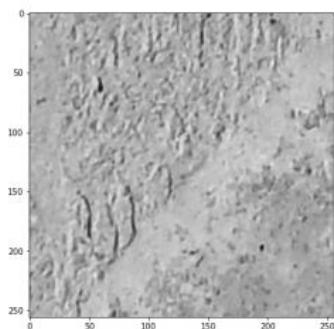
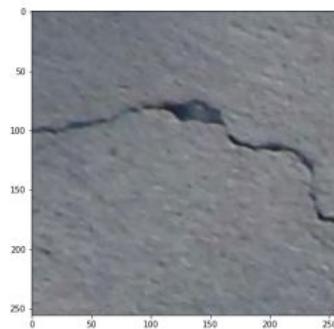
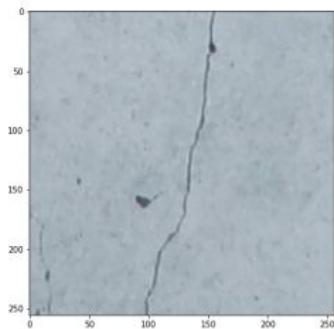


Image size: 256 X 256
Patch size: 16 X 16
Patches per image: 256
Elements per patch: 768



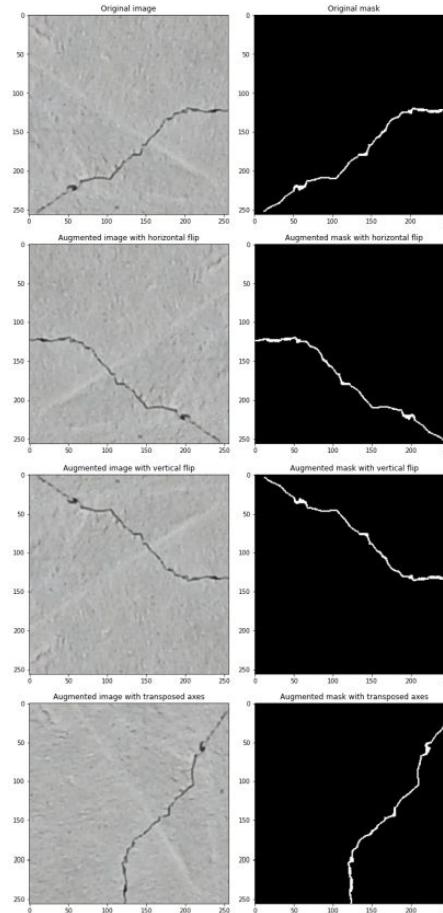
Bazowy zbiór danych

SDNET2018 – dostępny zbiór zdjęć elementów betonowych przeznaczony do zadania klasyfikacji obrazu



Opis i rozszerzenie zbioru danych

- Adnotacja zdjęć (800)
- Rozszerzenie obrazu:
 - odbicie według osi X,
 - odbicie według osi Y,
 - transpozycja osi X i Y
- W rezultacie 3200 obrazów



<https://www.kaggle.com/datasets/jakubniemiec/concrete-crack-images>

Proces trenowania modelu

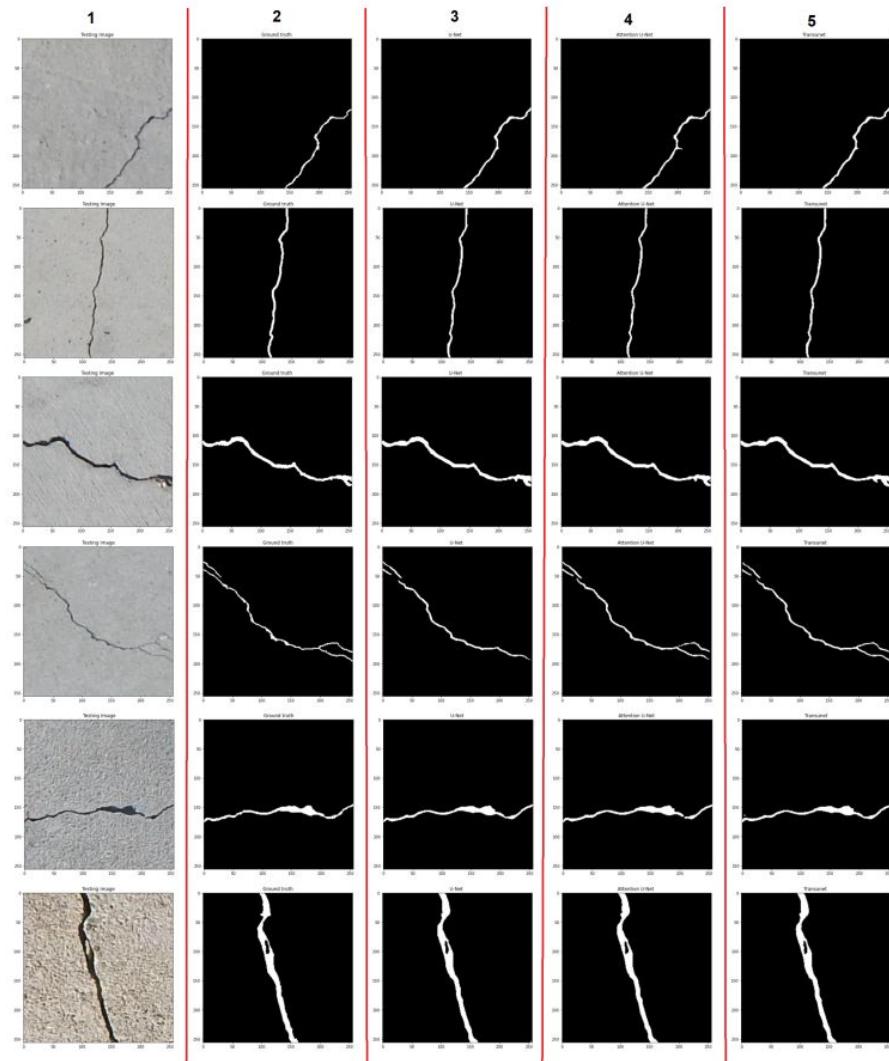
- Środowisko obliczeniowe: Google Colab
- Podział zbioru w proporcji 80/20 (2560/640 obrazów)
- Rozpoczęcie uczenia z losowymi wagami
- Warunki zakończenia: wyczerpanie epok/brak polepszenia wyników na zbiorze walidacyjnym
- Metryka oceny: IoU (Intersection Over Union)
skala 0-1, gdzie: 1 oznacza całkowite dopasowanie

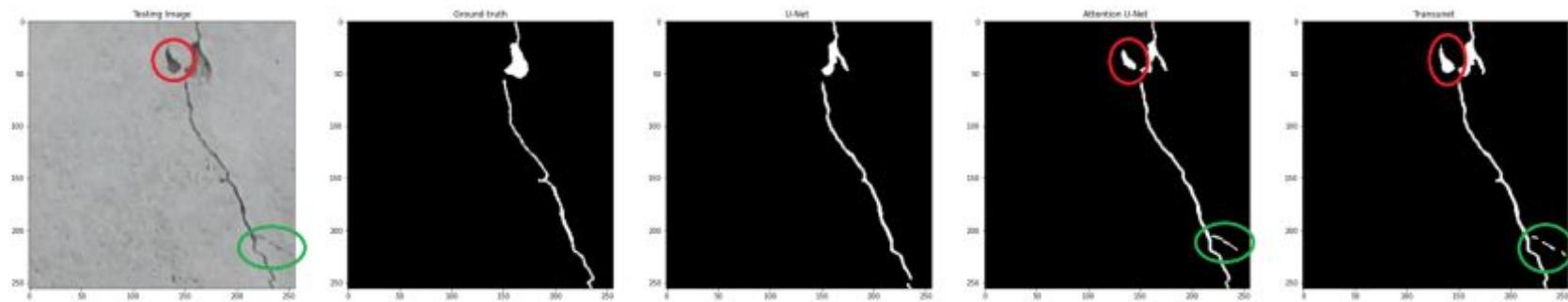
$$IoU = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Porównanie modeli oraz przykładowe wyniki

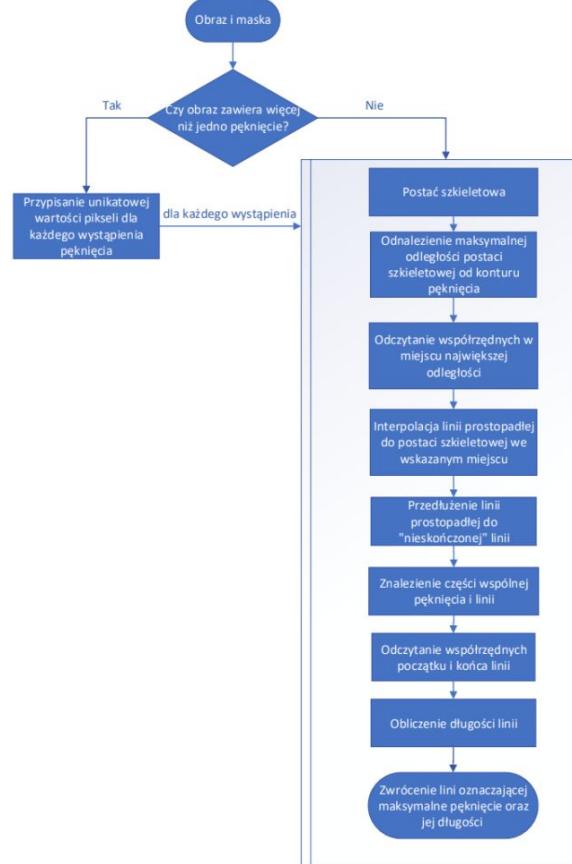
Model	liczba parametrów	czas trenowania
Unet	31.5M	1h31m
Attention-Unet	37.3M	1h58m
TransUnet	72.8M	2h42m

Model	mIoU[%]
Unet	87.35
Attention-Unet	87.59
TransUnet	88.21

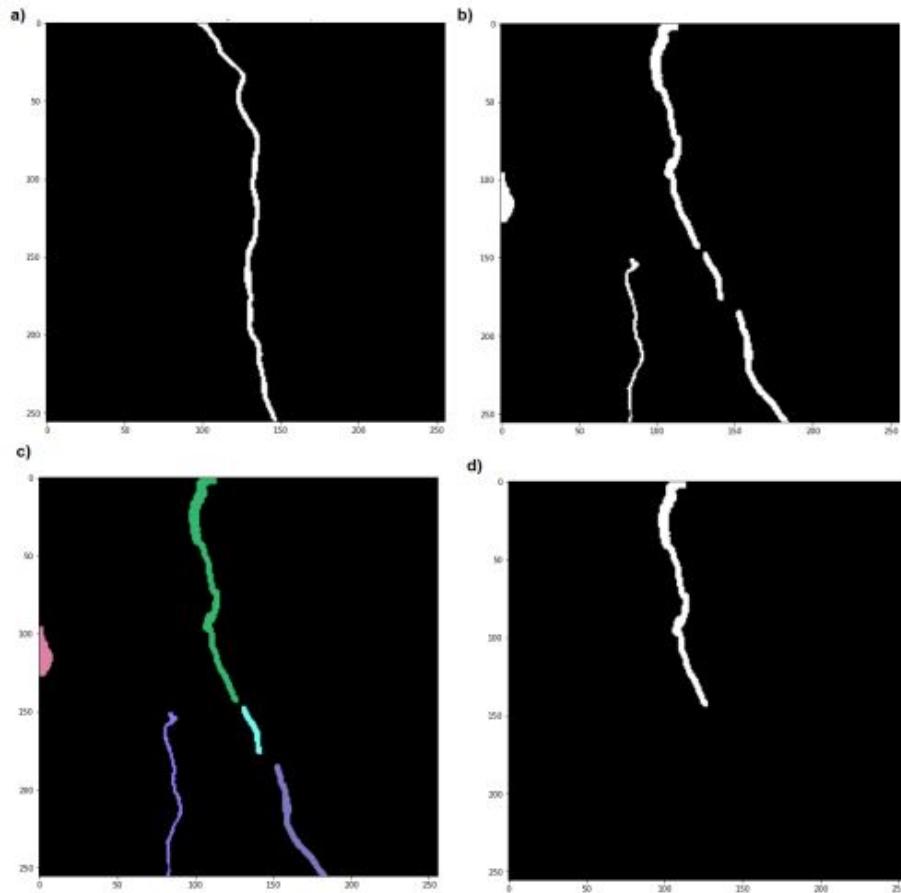




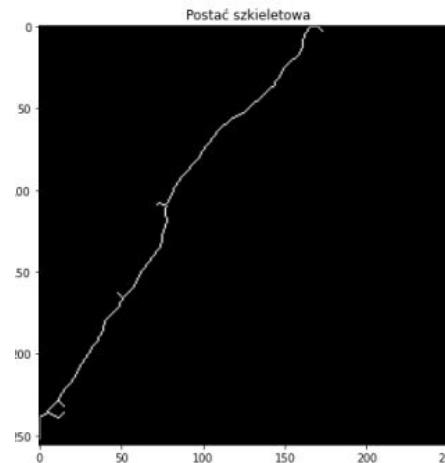
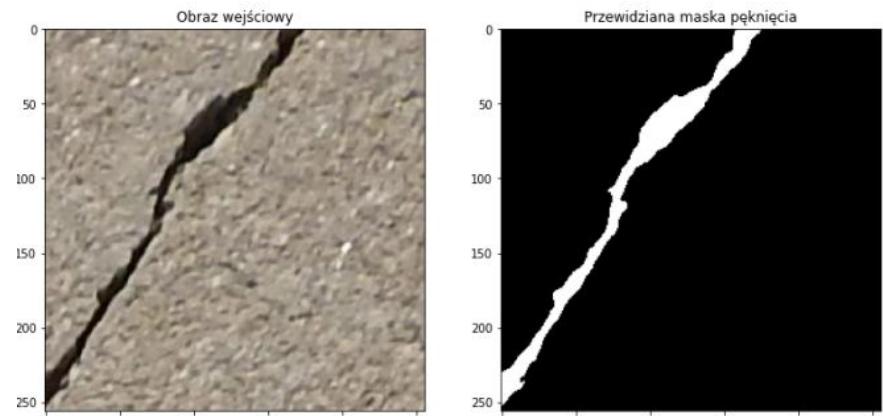
Algorytm pomiaru pęknięć



Algorytm pomiaru pęknięć



Algorytm pomiaru pęknięć

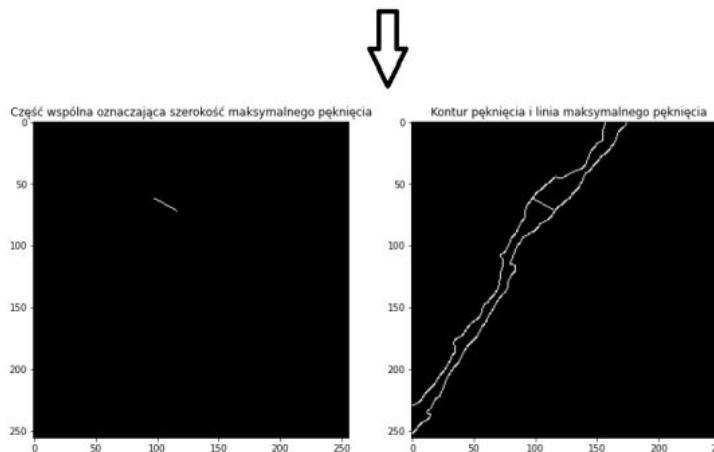
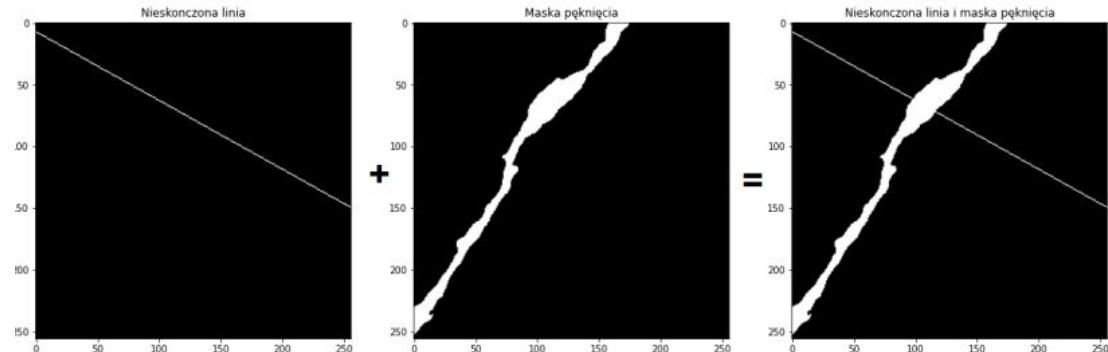


Algorytm pomiaru pęknięć

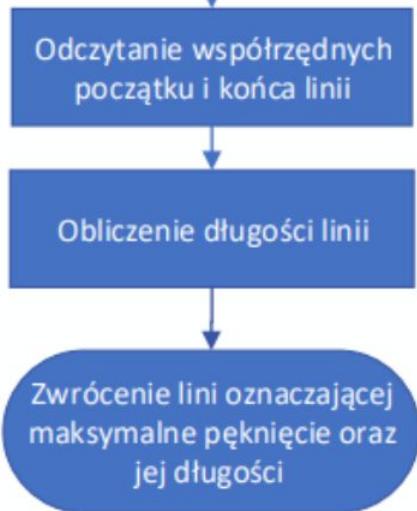
▼
Interpolacja linii prostopadłej
do postaci szkieletowej we
wskażanym miejscu

↓
Przedłużenie linii
prostopadłej do
"nieskończonej" linii

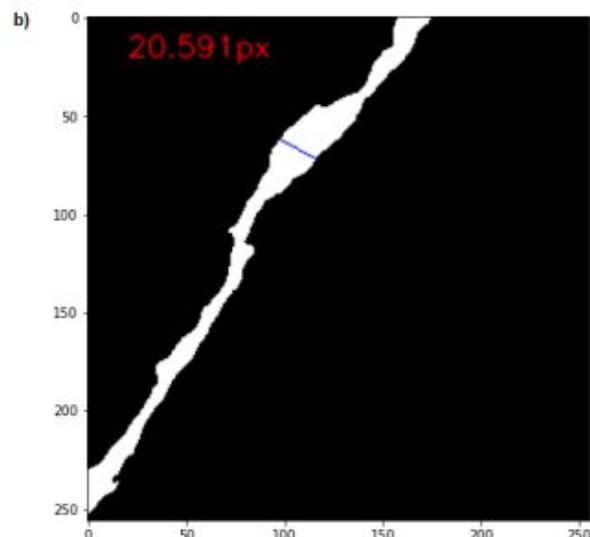
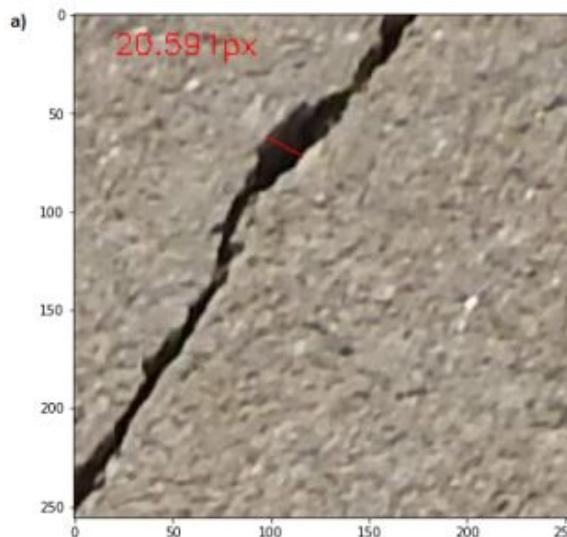
↓
Znalezienie części wspólnej
pęknięcia i linii



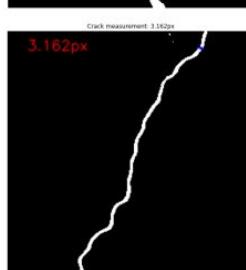
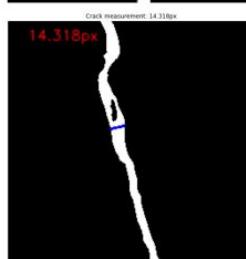
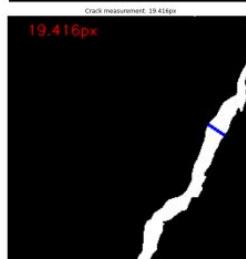
Algorytm pomiaru pęknięć



$$distance = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$



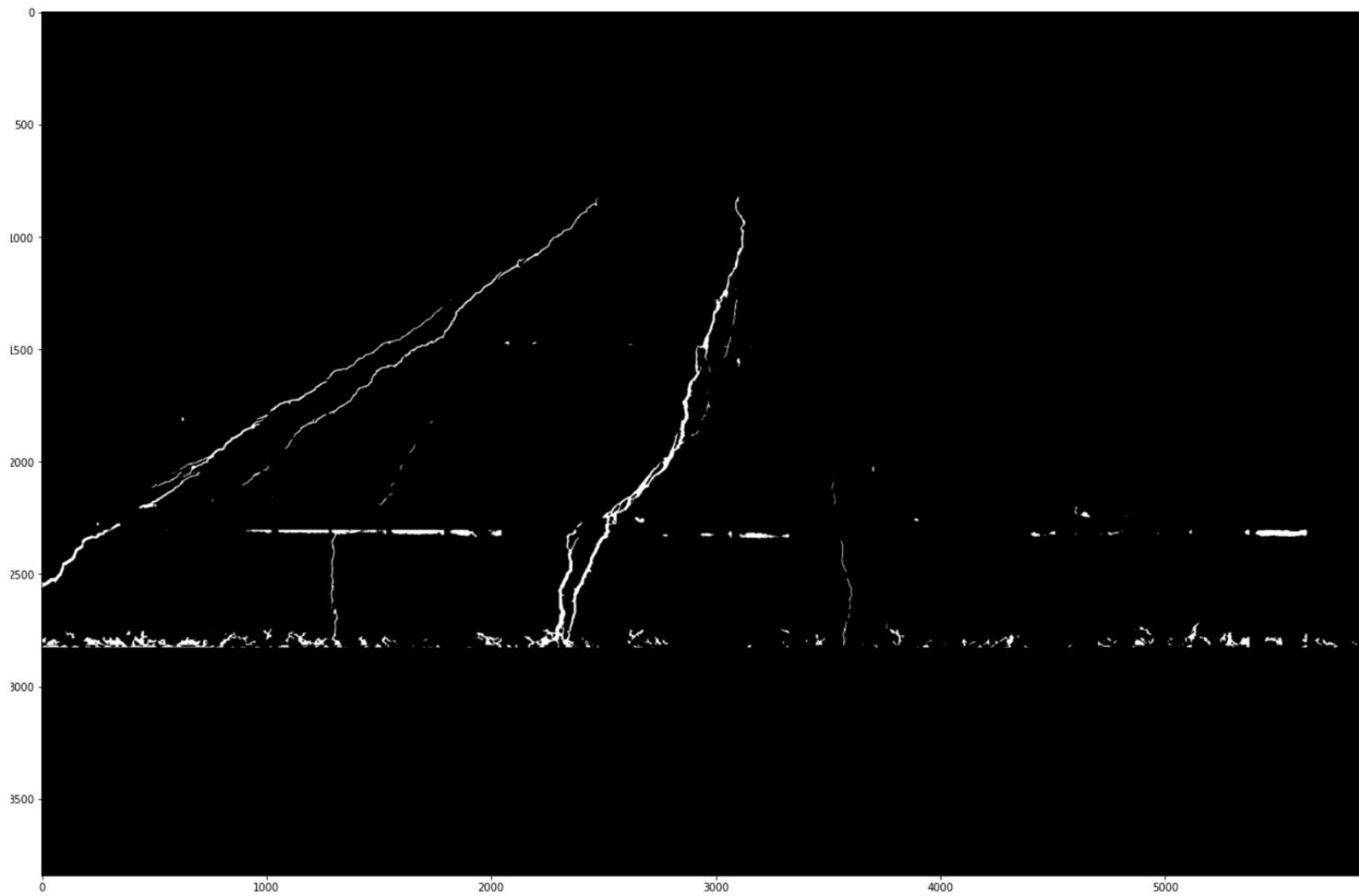
Przykładowe wyniki

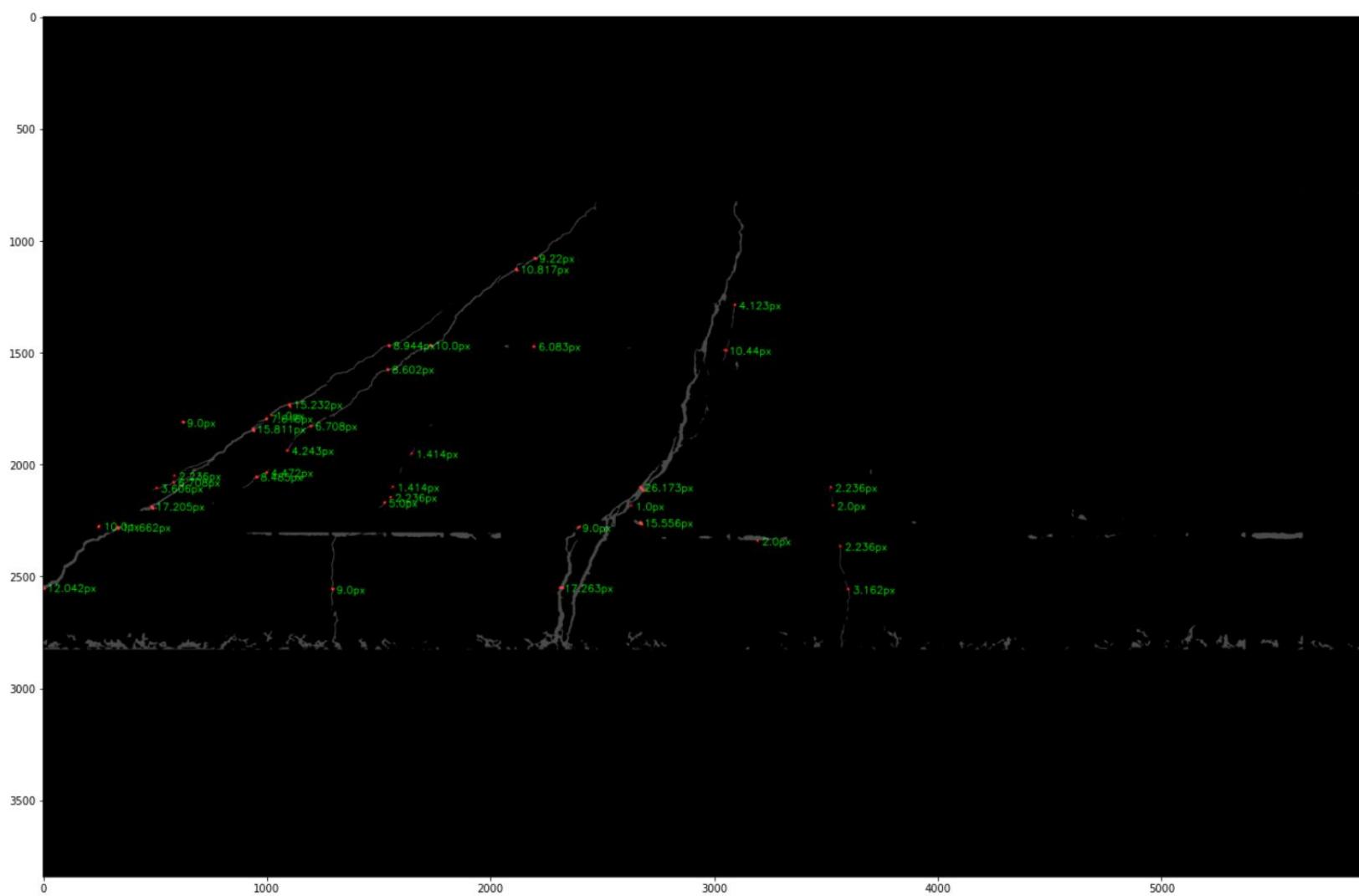


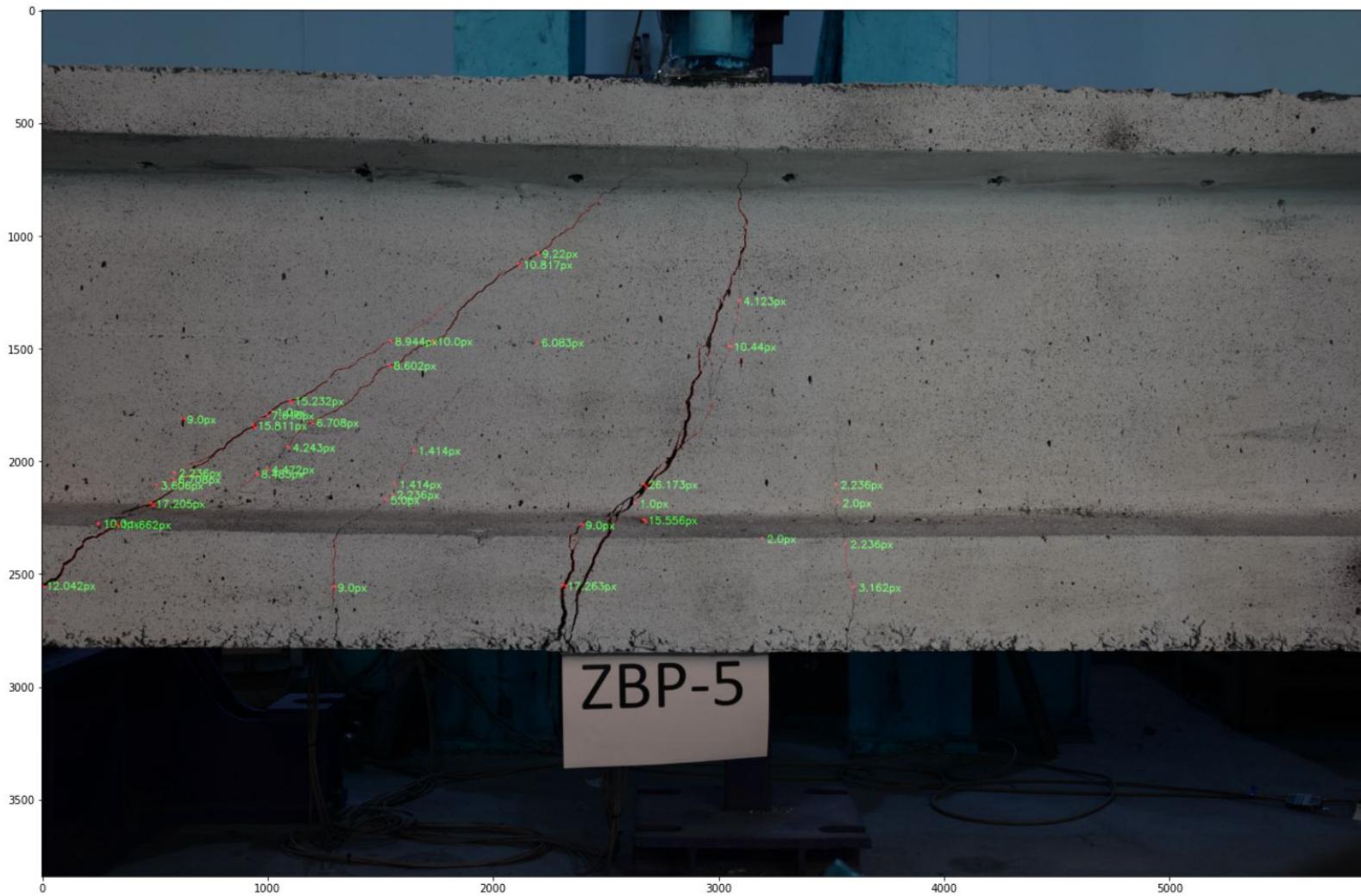
Analiza obrazu wysokiej rozdzielczości

- Oryginalny rozmiar: 4000 x 6000px
- Przeskalowany rozmiar: 3840 x 5888px









Szacowanie wymiaru rzeczywistego

- Umieszczenie obiektu referencyjnego o znanym wymiarze
- Szachownica 9x13 o długości pola 20mm



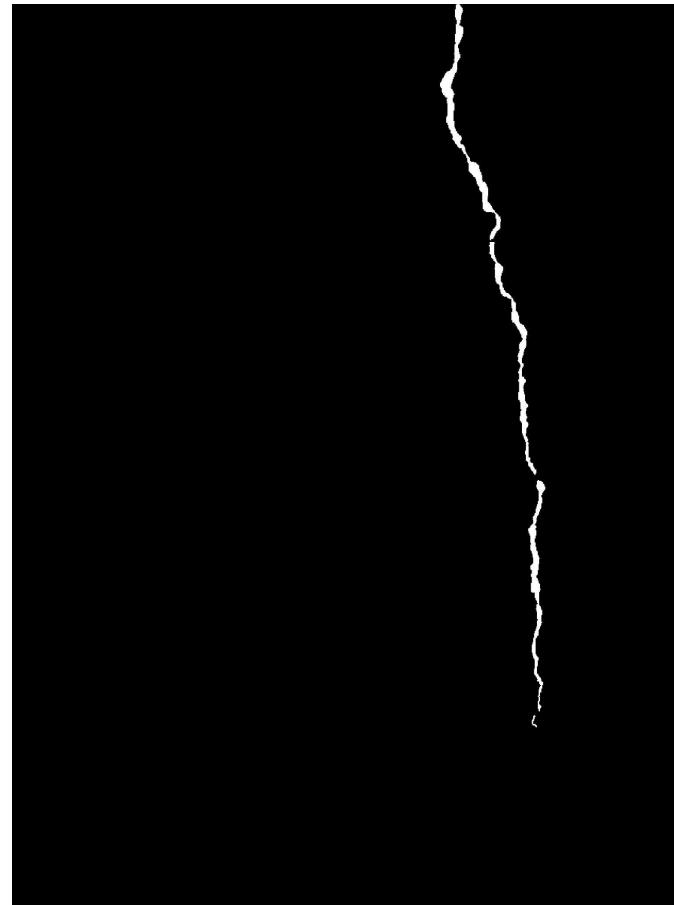


- Odnalezienie współrzędnych punktów przecięcia na szachownicy

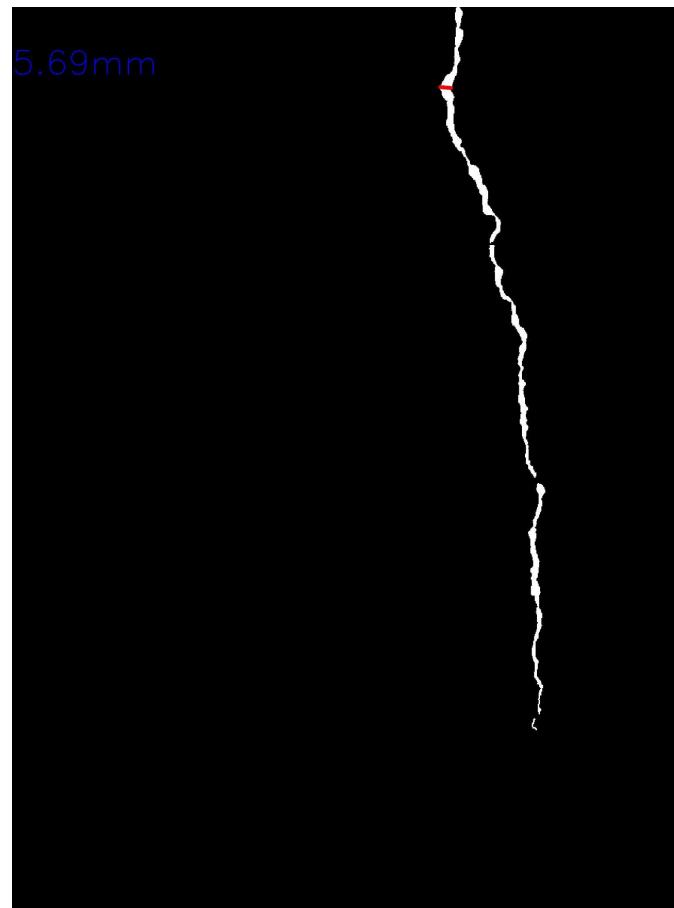
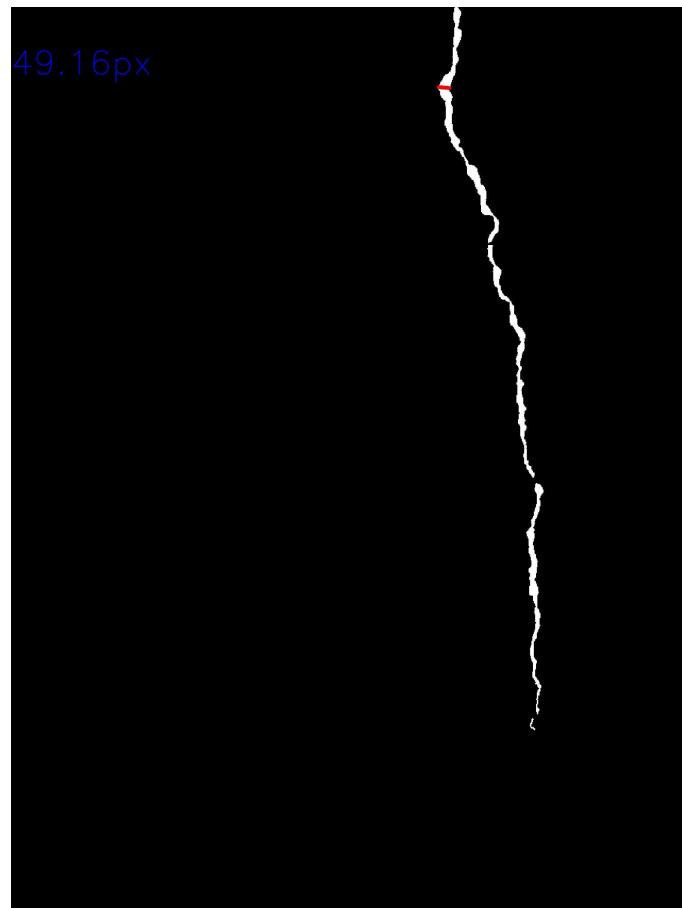


Rzeczywisty wymiar: 20 mm
Wymiar na obrazie: 172.71062354293792 px
Stosunek px/mm: 8.635531177146897 px/mm

- Obliczenie wielkości jednego piksela oraz stosunku px/mm

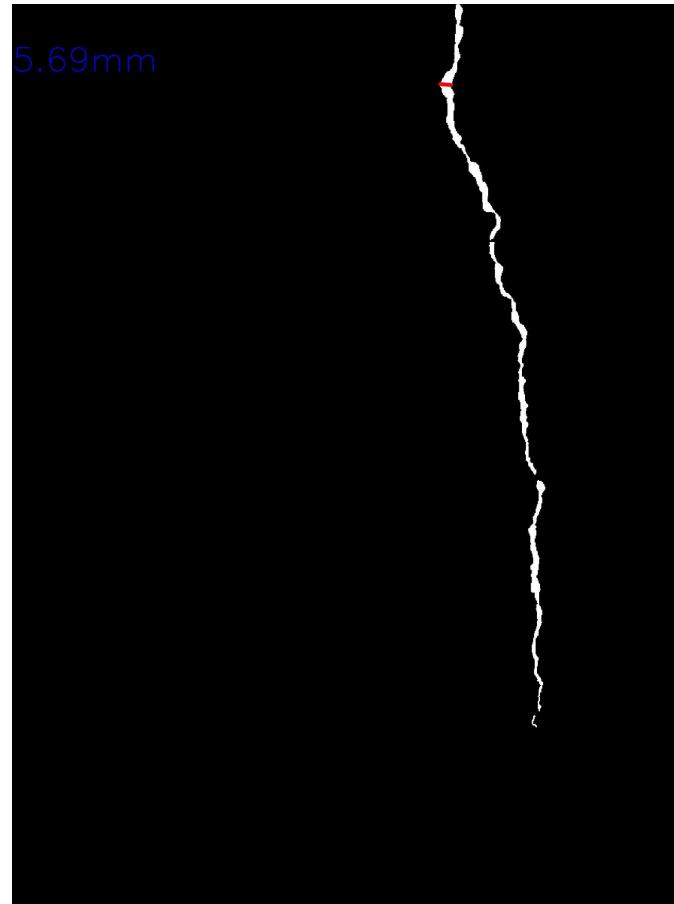


- Wprowadzenie do modelu analizowanego zdjęcia w celu uzyskania maski pęknięcia

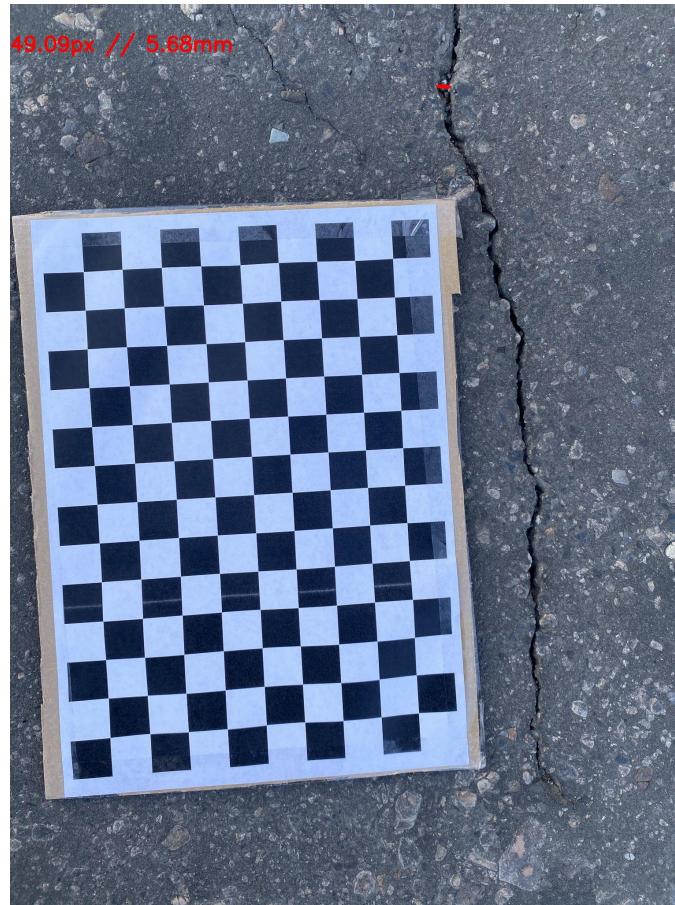
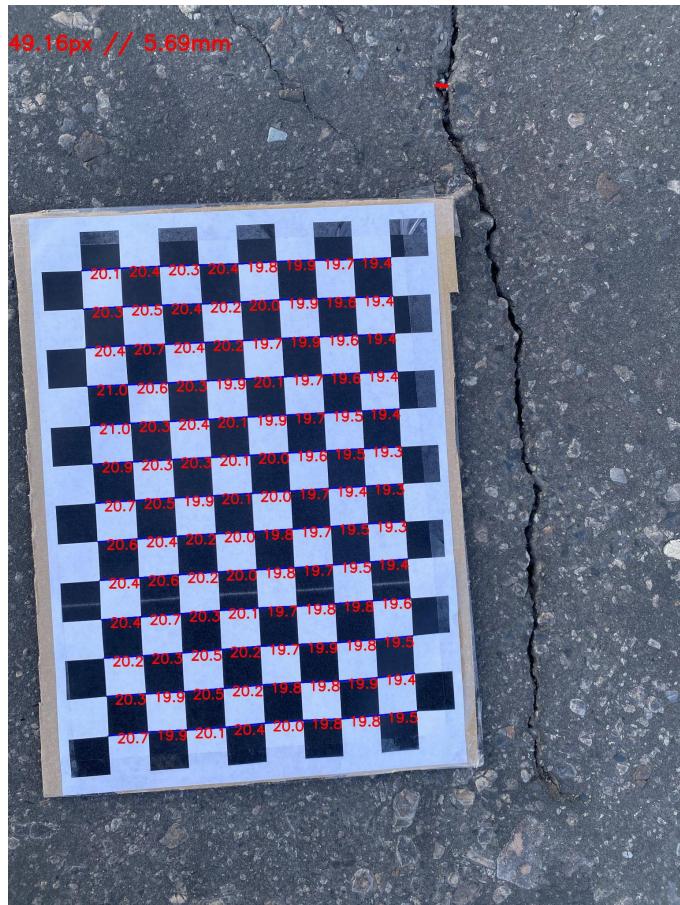


- Obliczenie wielkości pęknięcia z wykorzystaniem algorytmu

49.16px // 5.69mm

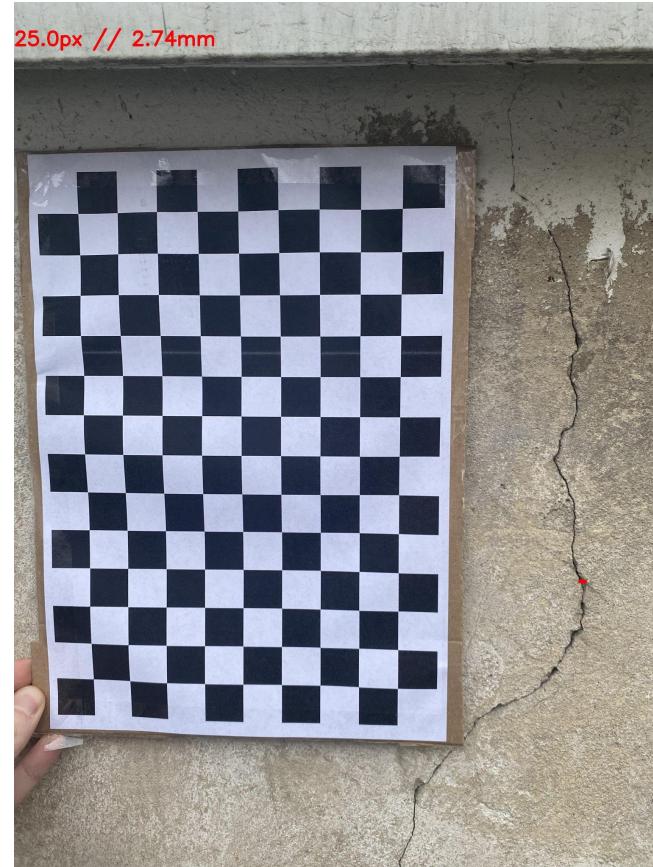


- Przedstawienie wyniku na obrazie wejściowym



- Przedstawienie wyniku na obrazie wejściowym

Przykładowe wyniki



Dziękuje za uwagę