

Sprawozdanie (poprawione)
Podstawy teledetekcji i fotogrametrii
Osiadanie gruntów Mexico City - projekt - Sentinel -1
Natalia Gadocha 304165
WGGiOŚ Geoinformatyka II

----- Część pierwsza - InSAR -----

InSAR (SAR Interferometry) wykorzystuje się tą metodę do badania zmian ukształtowania powierzchni Ziemi. Wykorzystuje wzajemne przesunięcia fazy sygnału dwóch obrazowań SAR tego samego obiektu w podobnych pozycjach. Dzięki różnicom faz uzyskuje się informację o powierzchni terenu, jej zmianach w czasie.

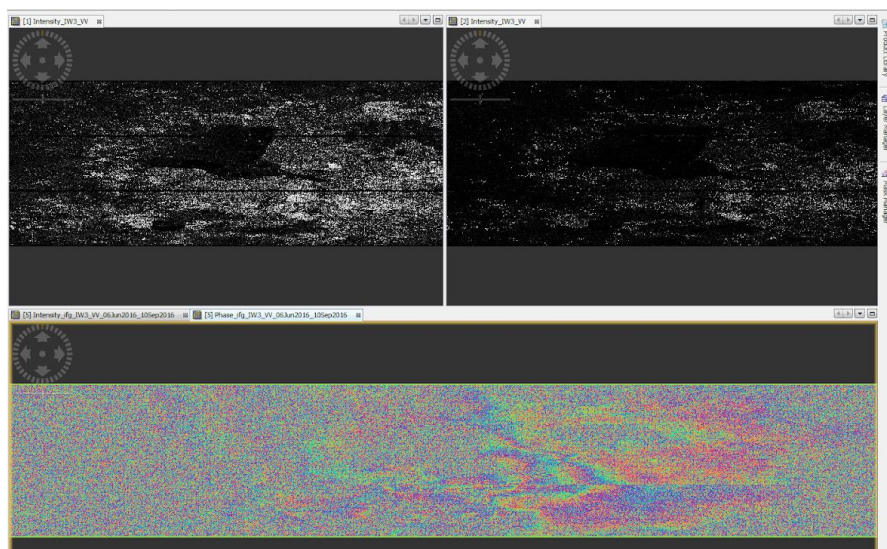
Przebieg:

Korzystamy z danych dotyczących osiadania gruntu na terenie miasta Meksyk. Projekt został rozpoczęty od załadowaniu plików do programu SNAP. Po wyświetleniu Intensity_IW3_VV dla obu dat użyto opcji Tile Horizontally, która służy do wyświetlania dwóch obrazowań jednocześnie.

Następnie należało przejść do tworzenia grafu (Graph Builder). Za jego pomocą można wykonywać kilka poleceń jednocześnie. Do obszaru roboczego dodano kolejno dla obu produktów takie opcje jak: Read (wczytanie plików - pierwszy to master image, a drugi slave image) -> Apply-Orbit-File (pobieramy informacje o orbitach) -> Back-Geocoding (jest konieczne do połączenia uzyskanych informacji z danych SAR z danymi in-situ.) -> Enhanced-Spectral-Diversity -> Interferogram (budowanie interferogramu) -> TOPSAR-Deburst (operator pozwalający na debursting - łączenie burstów) -> Write

W ustawieniach pod Grafem, ustawiono parametry tak, jak we wcześniejszym projekcie (Read1 - [1] S1A, Read2 - [2] S1A, Apply-Orbit-File - zaznaczono opcję "Do not fail if new orbit file is not found", Back-Geocoding: Ustawiono DEM Resampling Method jako BICUBIC_INTERPOLATION, a Resampling Type jako: BISINIC_5_POINT_INT).

Po powyższych obliczeniach uzyskano:



W górnej części można dostrzec mapy koherencji dla pomiarów wykonanych w dwóch różnych dniach. Na dole natomiast widać interferogram uzyskany poprzez wcześniejsze przekształcenia.

- Jaka jest rozdzielczość czasowa wykorzystanych zobrażeń?

Pomiędzy wykonaniem owych dwóch zdjęć minęły 3 miesiące i taka jest właśnie owa rozdzielczość czasowa. Zdjęcia ukazują te różnice jakie dokonały się w tym czasie i na tym terenie. Oba zdjęcia przedstawiają tą samą powierzchnię dzięki czemu jesteśmy w stanie dokonać odpowiednich analiz.

- Dlaczego możemy się spodziewać, że osiadanie gruntu będzie możliwe do wykrycia przy użyciu SAR?

W obrazie radarowym każdy piksel zawiera informacje o amplitudzie i fazie sygnału powracającego do anteny. I właśnie analiza amplitudy obrazów obejmujących ten sam obszar, ale wykonanych w różnym czasie pozwala na badanie zmian zachodzących w obserwowanym terenie.

- Dlaczego wykonujemy koregistrację?

Koregistracja odgrywa kluczową rolę w procesach przetwarzania obrazów SAR metodą InSAR. Polega ona bowiem na dopasowaniu geometrii slave image do geometrii master image. Określa ona bezpośrednio stopień zgodności fazy sygnałów SAR.

- Czym jest master a czym slave ?

Są to obrazy SAR wykorzystywane do tworzenia interferogramu jak i związane są z koherencją. Jedno (przyjmuje się najczęściej, że jest to master image) wykonywane wcześniej i służy jako obraz główny, a późniejsze jako obraz podrzędny (slave image - tzn. "niewolnik").

- Czym tak właściwie jest interferogram?

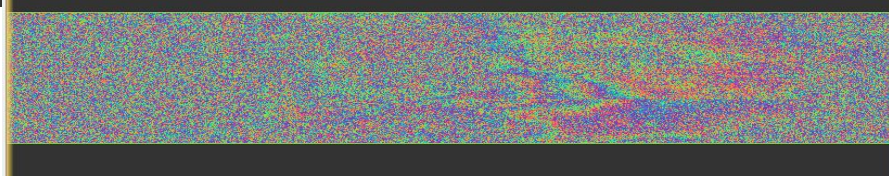
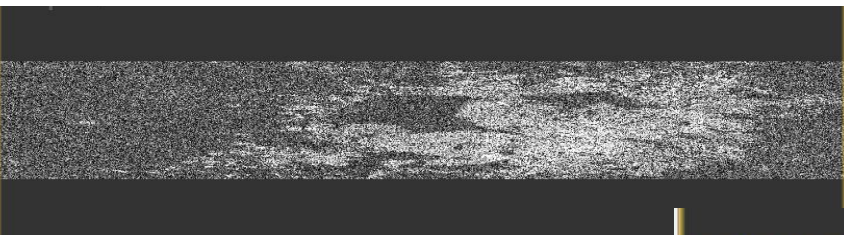
Obliczany na podstawie zdjęć. Jest on wzorem utworzonym przez interferencję fal; przedstawiony na zdjęciu lub schemacie. Składa się z prążków interferometrycznych; przedstawia różnice faz pomiędzy dwoma rejestracjami SAR.

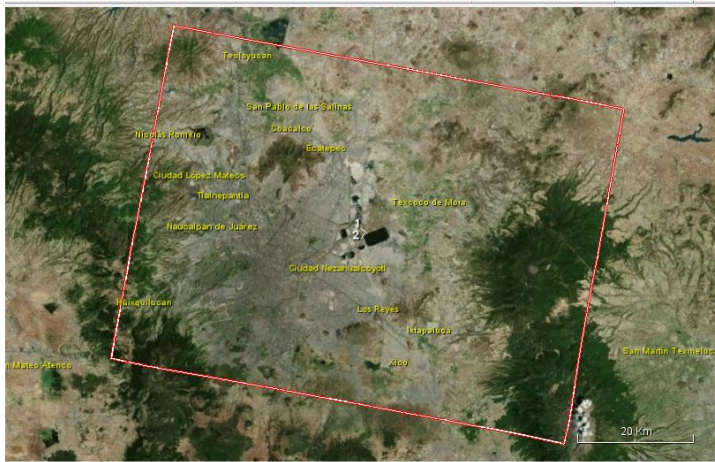
Analiza wygenerowanego pliku

- Czym jest i jak wygląda mapa koherencji?

Mapa koherencji jest to obraz, który przedstawia wartość koherencji w odcieniach szarości dla poszczególnych pikseli. Brak koherencji jest oznaczany jako 0, a pełna koherencja to 1 (lub 255 w zależności od zapisu). Koherencja ogólnie przedstawia wielkości zmian jakie dokonały się pomiędzy wykonaniem kolejnych zdjęć.

- Jak rozkładają się wartości koherencji dla analizowanego obszaru? Dla jakich obszarów wartość koherencji jest niska a dla jakich wysoka?





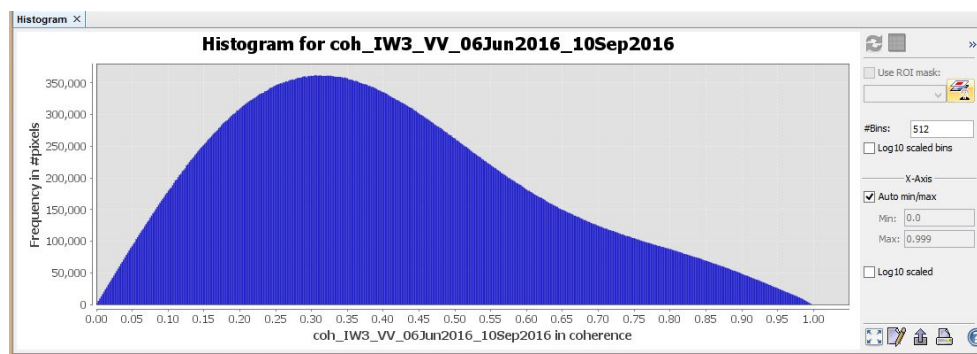
Wartości koherencji rozkładają się różnorodnie, choć można dostrzec analogie w stosunku do ukształtowania terenu i danych obiektów. Na środku, po lewej stronie i delikatnie z prawej można zauważyć ciemniejszy obszar, który wskazuje na brak lub niskie wartości koherencji. Porównując mapę koherencji wraz z interferogramem dostrzegamy, że w tych miejscach nie jesteśmy w stanie w dokładny sposób dokonać analiz i interpretacji. Na mapie ogólnej

można dostrzec, że w tym miejscu znajdują się głównie obszary wodne lub pokryte roślinnością. Roślinność wpływa na koherencję negatywnie - zwłaszcza jeżeli chodzi o korony drzew, które (w większości) uniemożliwiają przejście dalej fali.

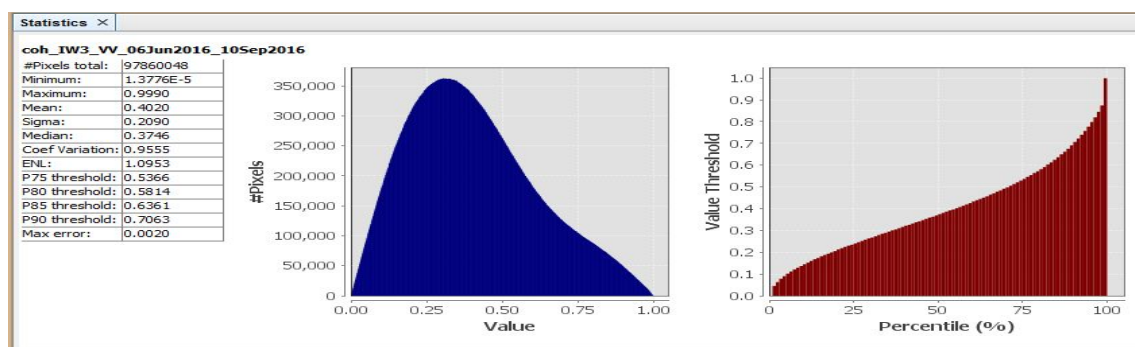
Można też dostrzec, iż dla terenów zurbanizowanych koherencja jest dobra i na jej podstawie można analizować teren.

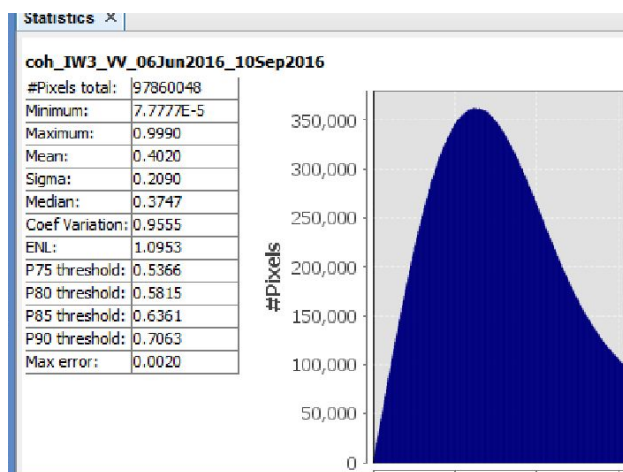
- Wygeneruj i skomentuj statystyki (w tym histogram) dla mapy koherencji

Wygenerowany histogram dla mapy koherencji to:



Na podstawie powyższego histogramu można zauważyć, że duża część pomiarów zalicza się do wartości o niskiej koherencji. Jest bardzo niewiele natomiast pomiarów, które są zbliżone do wartości 1. Rozkład tych wartości jest stosunkowo równomierny, nie zmienia się gwałtownie.





Natomiast ze statystyk dowiadujemy się m.in. że średnia wartość wynosi 0,4020 - wartość ta daje już nam większą możliwość do lepszych interpretacji. Nie ma jednak żadnego piksela, który miałby wartość równą 1, a wartość minimum jest bardzo zbliżona do 0.

Na podstawie powyższych statystyk można stwierdzić, że mapa koherencji jest w większości rzetelnym źródłem do dalszych interpretacji.

- **Jakie widzisz zależności między mapą koherencji a interferogramem?**

Wartość koherencji warunkuje czytelność wygenerowanego interferogramu. Można dostrzec, że w miejscach gdzie koherencja jest wysoka czytelność interferogramu jest znacznie większa. W pozostałych miejscach nie jesteśmy w stanie dokonać dokładniejszej interpretacji lub dana interpretacja byłaby błędna.

----- Część druga - DInSAR -----

Metoda DInSAR zajmuje się detekcją deformacji obrazu wykorzystując dwa zobrażenia radarowe, które tu wykorzystano. W metodzie tej wykorzystuje się też DEM, by móc wyeliminować składową odpowiedzialną za topografię. I właśnie naszym celem w tej części było stworzenie interferogramu zawierającego deformacje terenu. Aby to uzyskać ważnymi krokami były – koregistracja (dzięki której jesteśmy w stanie określić, dla których wartości możemy dokonywać analiz), generowanie interferogramu, łączenie burstów (dzięki czemu pozbywamy się burstów, które zmniejszają dokładność interferogramu), usuwanie topografii i filtracja.

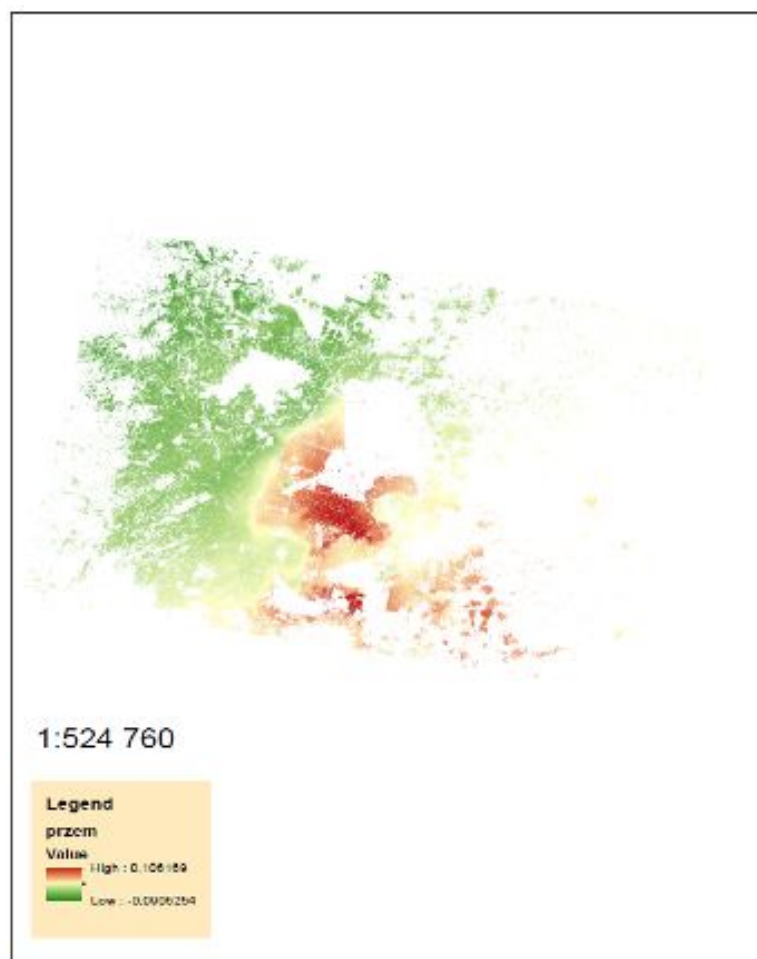
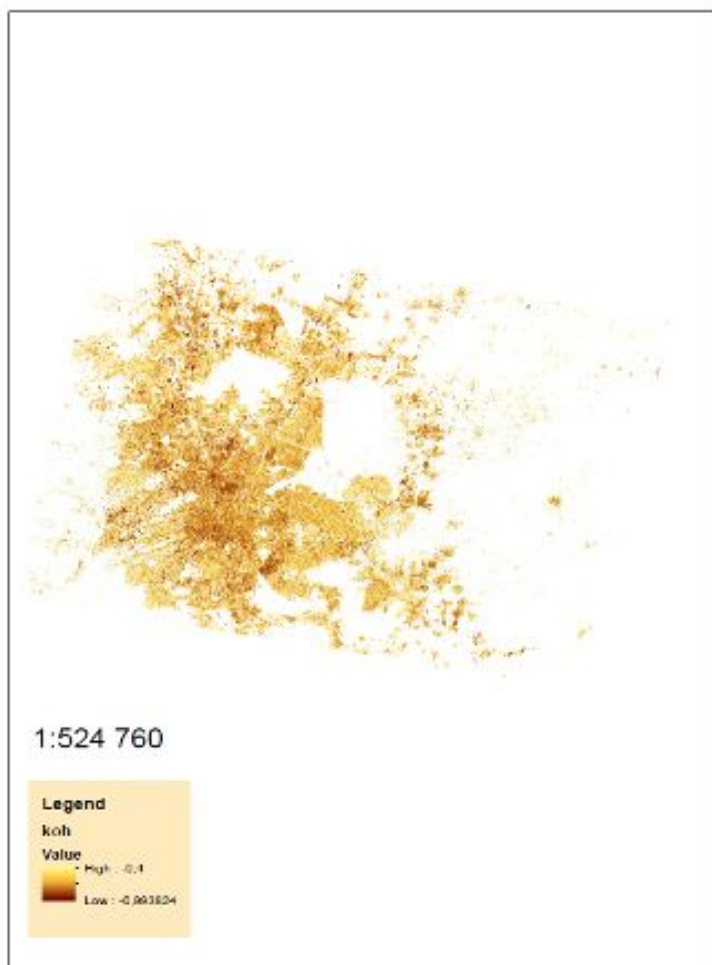
Kolejne czynności wraz z ich opisem:

- **TopoPhaseRemoval** - polega na usunięciu topografii (usuwa się składową wynikającą ze zróżnicowania wysokości terenu). W tym celu wykorzystuje się DEM (Numeryczny Model Terenu), który jest zamieniany na interferogram syntetyzowany i odejmowany od głównego interferogramu.
- **Multilooking** - Jest to proces ograniczający efekt plamkowania. Poprawia dzięki temu rozdzielczość radiometryczną danego obrazu, ale zniekształca rozdzielczość przestrzenną. Ułatwia on jednak interpretację zobrażenia.
- **Filtrowanie fazy interferogramu** - Głównym celem tej metody jest zredukowanie szumu fazy. Wykonuje się to po wyznaczeniu spłaszczonego interferogramu. Wpływa to też na polepszenie czytelności interferogramu. Najczęściej wybieraną metodą jest metoda Goldstein'a. Bazuje ona bowiem na określaniu poziomu szumu metodą dwufazowego rozkładu empirycznego.

- **Odwijanie fazy - snaphu unwrapping** - Ten etap stosuje się, by odtworzyć rzeczywiste wielkości fazy, a później dalszego przeliczenia na wartości deformacji. A ogólnym celem jest przeliczenie cykli na wartości proporcjonalne do wysokości rzeczywistych. Do tego właśnie używamy narzędzia snaphu-unwrapping.
- **Phase to Displacement** - służy nam do zamieniania fazy na mapę przemieszczeń. Natomiast Range Doppler Terrain Correction służy do zmniejszenia zniekształceń odległości, które spowodowane są nachyleniem sensorów satelitów i zróżnicowaniem topograficznym obszarów. Dzięki temu nasz obraz bardziej obrazuje rzeczywistość.
- **Range Doppler Terrain Correction** - Minimalizuje zniekształcenia odległości, które są spowodowane głównie nachyleniem satelitów. Koreluje się też zniekształcenia spowodowane przez topografię (np. zwężenie i cienie). Do korekcy położenia każdego piksela stosuje się cyfrowy model wysokości.

----- Część 3 DInSAR -----

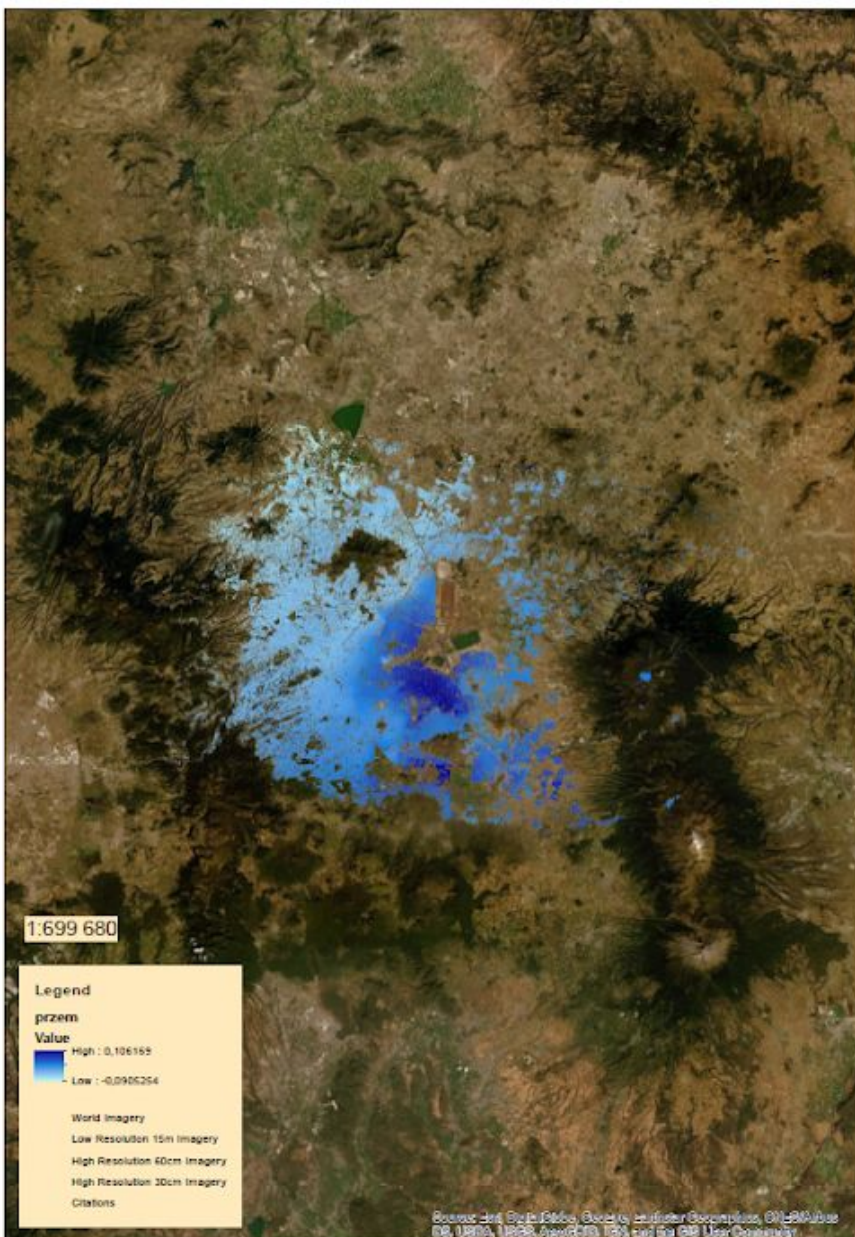
Korzystne wartości koherencji są to te bliższe wartości 1. Przyjęłam więc próg jako 0.4 i na jej podstawie dokonałam selekcji niedokładnych danych. Przy tej wartości jesteśmy odczytać prążki interferencyjne (na interferogramie) i odpowiednio je zinterpretować. Z wcześniejszych analiz wiemy też, że wartość ta jest średnią w naszej mapie koherencji. Za maskę i podstawę do mapy osiadań wykorzystałam obszar koherentny wyznaczony wcześniej. Oto otrzymane wyniki (po lewej obszar koherentny, po prawej już przycięta mapa osiadań):

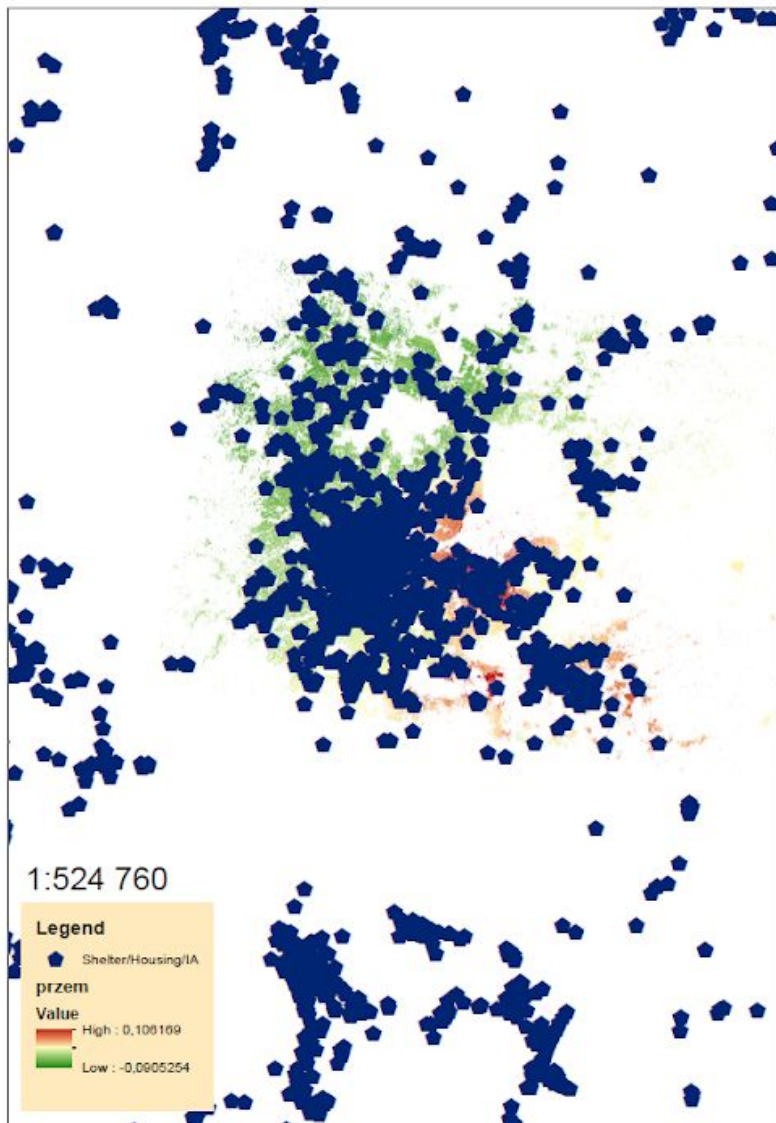


Na powyższej mapie po prawej ukazane jest w jakiej wielkości były to osiadania. Obszary czerwone są to miejsca o największej wartości – tam podłoże osiadało najbardziej. Znajdują się one głównie w środkowej części badanego obszaru. Kolorem żółtym oznaczone są miejsca, gdzie wartości są zbliżone do zera; w tych miejscach nie dokonały się większe przemieszczenia. Kolorem zielonym oznaczone zostały natomiast przemieszczenia dodatnie. Można je zaobserwować na północno-zachodniej części badanego obszaru.

Dalsza analiza, na której się skupiałam opierała się na porównaniu wielkości osiadań w zależności od różnych czynników. Zaczęłam od przedstawienia wyników na dwóch mapach satelitarnych.

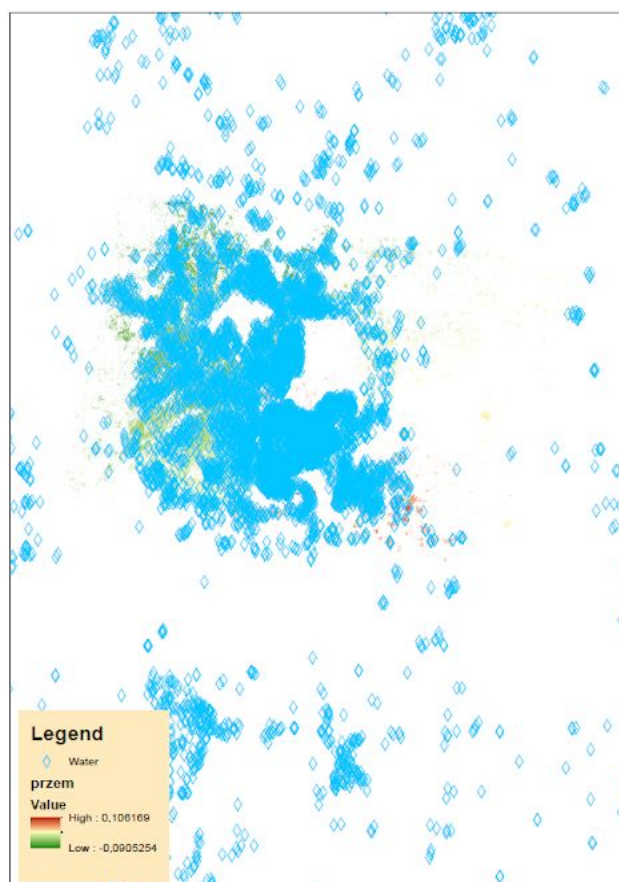
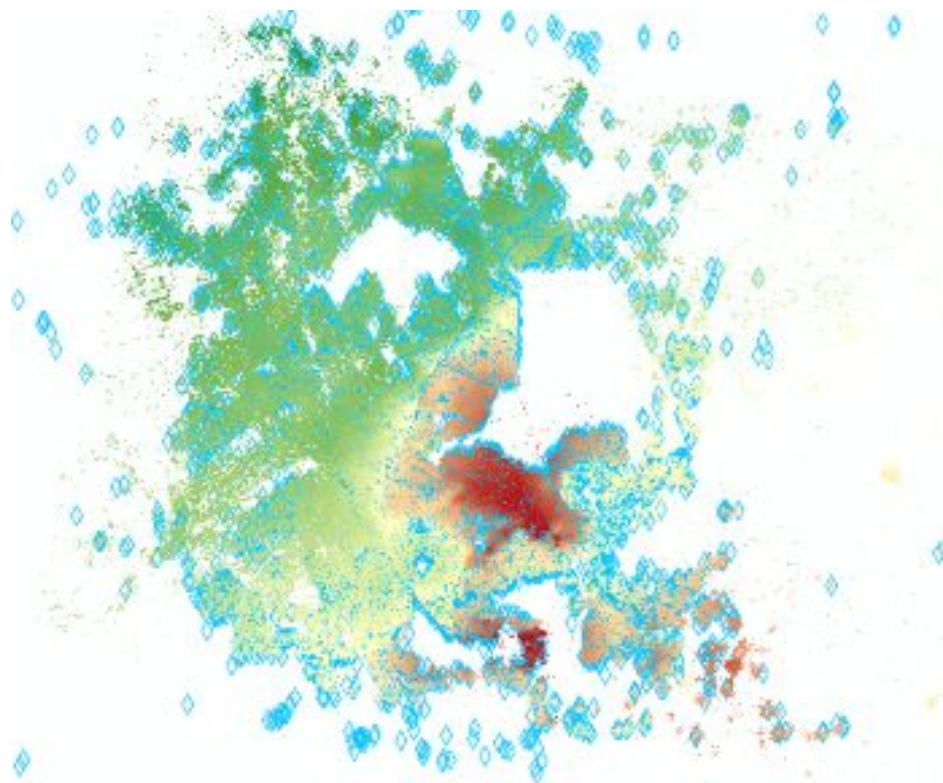
Miejscu o największym osiadaniu odpowiada teren zurbanizowany. Sprawdzając dokładniej jeszcze dane miejsce w Google Earth dostrzegłam gęste zabudowania i dobrze rozwiniętą sieć dróg. Średnia gęstość zaludnienia dla obszaru osiadania wynosi 17,5 os/km². Teren ten więc jest dość mocno obciążony i eksploatowany, co dość znacząco wraz z innymi czynnikami może wpływać na osiadanie.



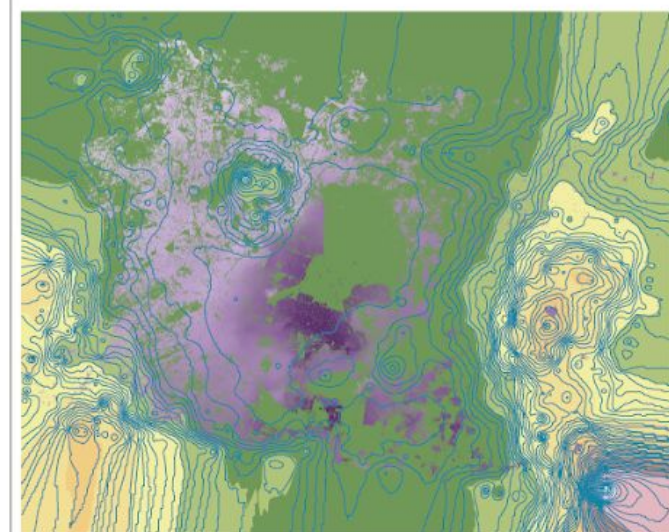
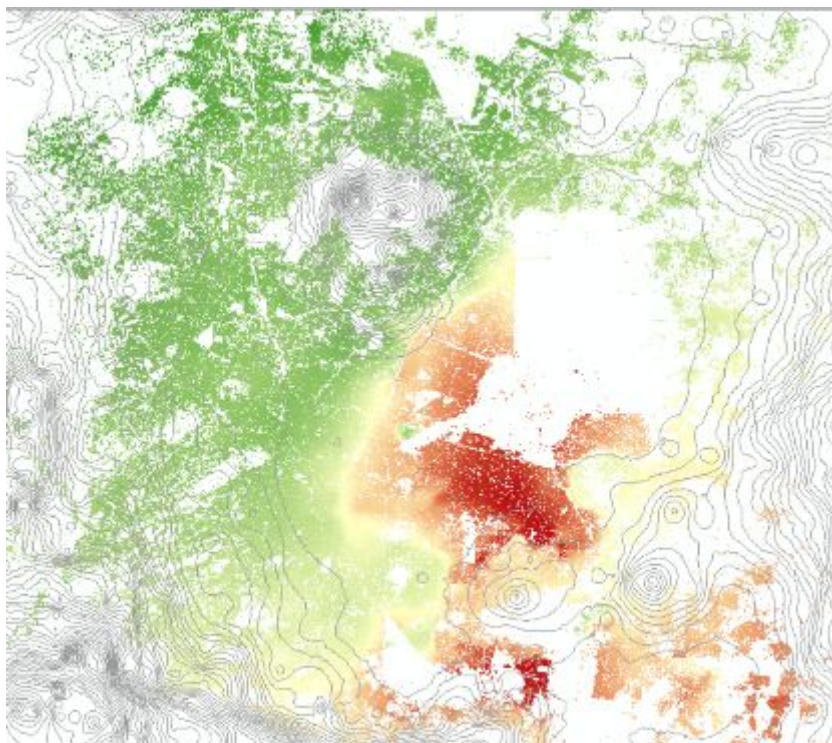
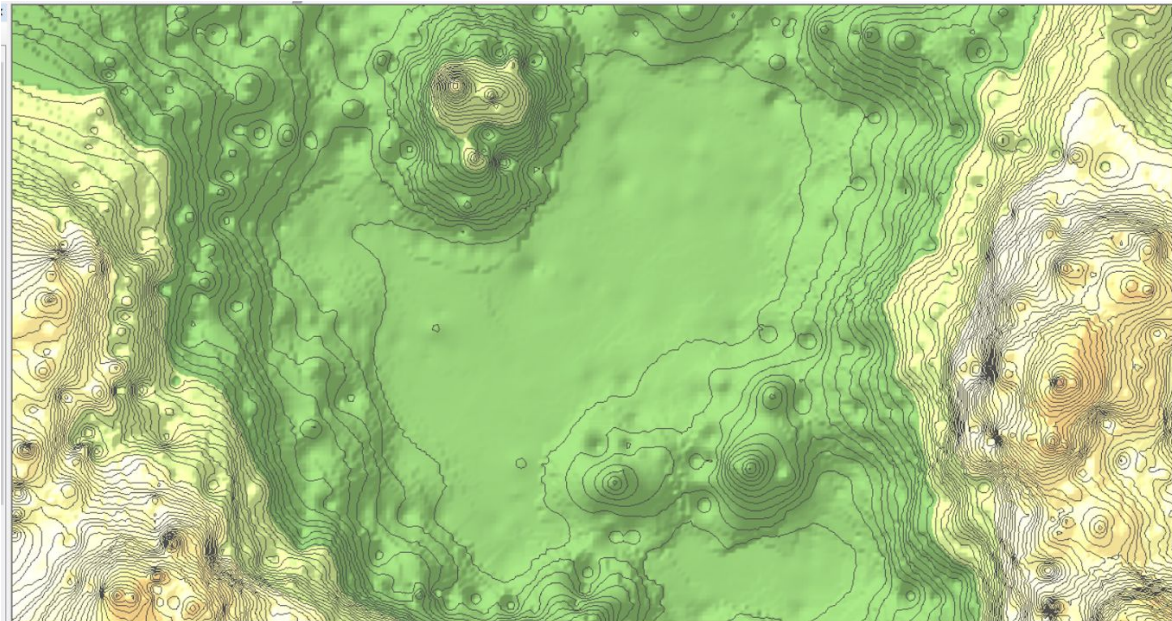


Dla lepszego, bardziej dokładnego sprawdzenia owej zależności wykorzystałam mapę obrazującą rozmieszczenie budynków na tym terenie. Potwierdza ona powyższe założenia. Duże zagęszczenie widzimy w środkowej części, gdzie przemieszczenia były większe

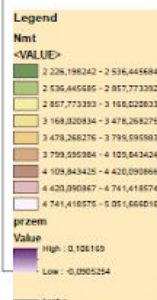
Kolejnym czynnikiem, który wzięłam pod uwagę było rozmieszczenie wody (Water Pionts of Interest). Obszar, na którym występują dane punkty pokrywa się z badanym przez nas terenem. Duże zagęszczenie widzimy w miejscu, gdzie przemieszczenia były duże. Ciekawą rzeczą jest też to, że w miejscu, gdzie koherencja była niska (dla badanego obszaru) nie zauważamy żadnego punktu wodnego.



Aspektem, nad którym jeszcze się zatrzymałam było ukształtowanie terenu, zwłaszcza jeżeli chodzi o wysokości. W tym celu zbudowałam Numeryczny Model Terenu przy pomocy Google Earth Pro. Wyniki przedstawione są na zdjęciach poniżej. Poziomice jakich użyłam są rozmieszczone na wysokości 50 m (po prawej) i 25 m (po lewej). Dzięki tym różnym wartościom jesteśmy w stanie zaobserwować w większym stopniu zróżnicowanie obszaru. A jak widzimy, na badanym terenie jest ono niewielkie. Wysokości nie są duże, zwłaszcza w środkowej części. Można powiedzieć, iż teren ten jest praktycznie równy. Był więc pewnie dlatego dobrym miejscem do osiedlenia się ludzi, co też wiąże się z wnioskami powyżej.



1:524 760



Podsumowanie:

Meksyk to miasto położone w Ameryce Północnej. Powstało na terenie kotliny śródgórskiej, która była rozległym jeziorem. Powstała po melioracji - gleba jest niebezpieczeństwem, zwłaszcza podczas trzęsień ziemi. Powoduje ona też stopniowe osiadanie najstarszych części miasta. Stolica rozwija się w szybkim tempie, a zapotrzebowanie na wodę wciąż rośnie. Tamtejsi ludzie zaopatrują się prawie wyłącznie w wody podziemne, co jest przyczyną problemów z osiadaniem tego miejsca. Poziom ten obniżył się o około 9 m.

(oparte na informacjach z [https://pl.wikipedia.org/wiki/Meksyk_\(miasto\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Meksyk_(miasto)))

Przy użyciu mapy koherencji jak i interferogramu (szerzej, i zobrazowań satelitarnych) jesteśmy w stanie np. (tak jak w powyższym przypadku) określić zmianę ukształtowania terenu. Rzeczy te jednak są ze sobą ściśle związane - bez jednego z tych czynników dobra analiza danych nie byłaby możliwa. Widzimy też jak wiele czynników ma na nie wpływ - powierzchnia terenu, warunki atmosferyczne, dany sprzęt (czy program) i wiele innych. I właśnie dzięki tej analizie jesteśmy w stanie zbadać osiadanie jakie występuje na terenie Mexico City. Według mnie, czynnikami które znacząco wpływają na przemieszczenia terenu są przede wszystkim ukształtowanie terenu wraz z rozmieszczeniem wody, jak i działalność człowieka. Teren ten był odpowiedni do urbanizacji, co mogło przyciągnąć ludzi w to miejsce. Przez to jednak pojawiły się problemy z wodą. Niestabilne podłoże jest stale wykorzystywane i jest też obciążone dużym ciężarem. Wszystko to mogło właśnie mieć znaczenie przy osiadaniu tego obszaru.

Użyte materiały:

<http://home.agh.edu.pl/~porzycka>

http://www.geol.agh.edu.pl/~popido/SARwOS/SARw_c4.pdf

http://www.powershow.com/view0/68039f-MjNmY/Radar_Remote_Sensing_SAR_Interferometry_Techniques_and_Applications_powerpoint_ppt_presentation

http://www.esa.int/esapub/tm/tm19/TM-19_ptB.pdf

<https://www.pgi.gov.pl/osuwiska/sopo-baza-wiedzy/6322-interferometria-radarowa.html>

http://geoinformatics.uw.edu.pl/wp-content/uploads/sites/26/2014/03/TS_v32_078_Perski_7