

Radarová interferometrie – tvorba interferogramu

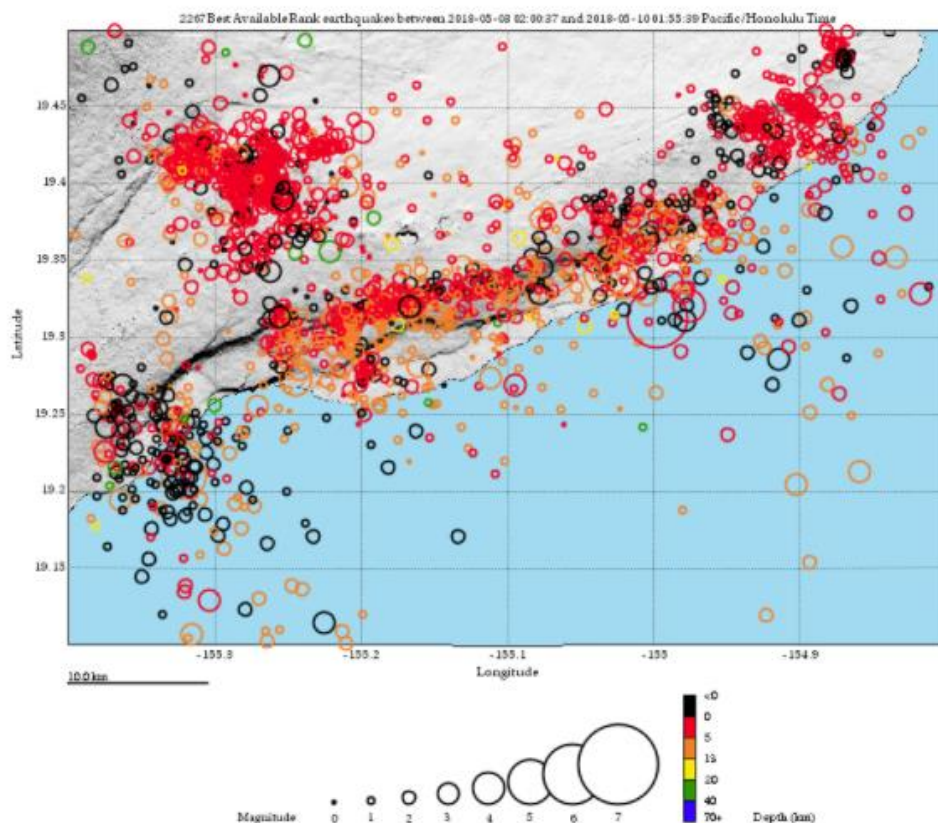
Datové sady:

S1B_IW_SLC__1SDV_20180423T161524_20180423T161551_010613_0135DD_33F0.zip

S1B_IW_SLC__1SDV_20180505T161525_20180505T161552_010788_013B7D_25D2.zip

Zájmové území:

Dne 5.5.2018 na jihovýchodě ostrova Hawaii proběhlo zemětřesení o magnitudu 6.9, které mělo za následek jednak velké sesuvy v oblasti, tak i menší vlnu tsunami a bylo doprovázeno erupcí sopky Kilauea. Jejými hlavními projevy byly výrony lávy podél několik set metrů dlouhých trhlin a úniky sopečných plynů s vysokým obsahem kysličníků síry. Rozsah a charakter sopečné činnosti vedly místní úřady k evakuaci více než 1000 obyvatel postižené části ostrova.



Obr.1: Mapa epicenter zemětřesení, k nimž došlo v oblasti kolem sopky Kilauea v týdnu 4.-10.5.2018 (Zdroj: USGS, Volcano Hazard Program)

Stručný úvod do radarové interferometrie

Technika radarové interferometrie spočívá ve zpracování minimálně dvou SAR snímků téže části zemského povrchu, ze kterých jeden je vždy hlavní (master) a druhý, resp. všechny ostatní, vedlejší (slave).

Amplituda signálu je funkce skládající se z parametrů – frekvence, polarizace a úhel dopadu a dále ji ovlivňuje i drsnost povrchu v měřítku vlnové délky, geometrie povrchu a dielektrické vlastnosti povrchu. Čím větší je amplituda pixelu, tím lepší je kvalita signálu. Fáze je pak fázovým posunem mezi vlnou vyzářenou družicí a od povrchu odraženou vlnou. Fáze odraženého záření je stabilní a tuto vlastnost označujeme jako **koherenci** mezi snímky. S narůstající délkou časové základny narůstá šance změny odrazových charakteristik buňky. Tím klesá míra koherence signálu, až se signál stane úplně nekoherentním a dochází k časové dekorelaci signálu.

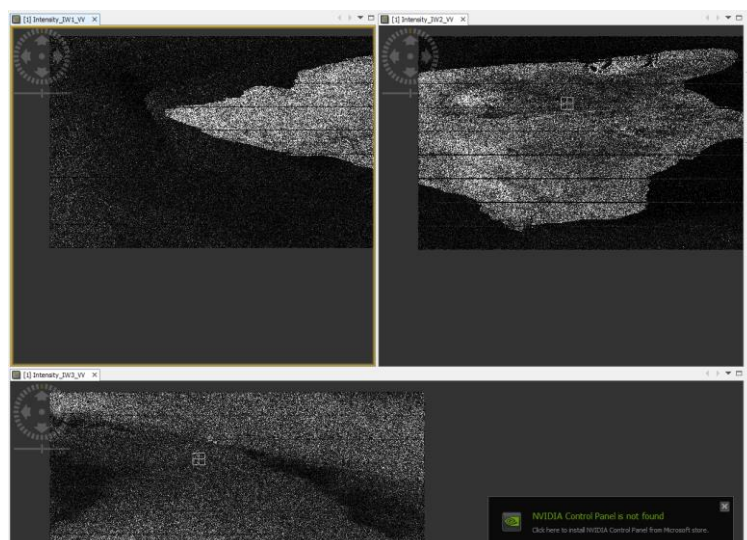
Metoda InSAR neboli radarová interferometrie umožňuje sledování deformací na územích o větších rozlohách. Tato metoda je vhodná pro dlouhodobé sledování, kdy je využíváno zpracování většího množství snímků. Nejčastěji se při používání této metody využívá sledování na sledovaném území trvalých bodů tzv. odražečů. Těmi bývají nejčastěji mosty, budovy nebo skály. Touto metodou lze stanovit deformační změny v terénu už od 1 mm. Výhodnější je ovšem použití co nejpřesnějšího digitálního modelu terénu. Výsledkem je pak interferogram, resp. mapa deformací daného území. Výsledný interferogram je tvořen barevnými proužky tzv. fringe, které znamenají změnu fáze o jeden cyklus. Tyto proužky mohou znázorňovat jak topografii, tak deformace ale i atmosférické vlivy.

Popis snímku

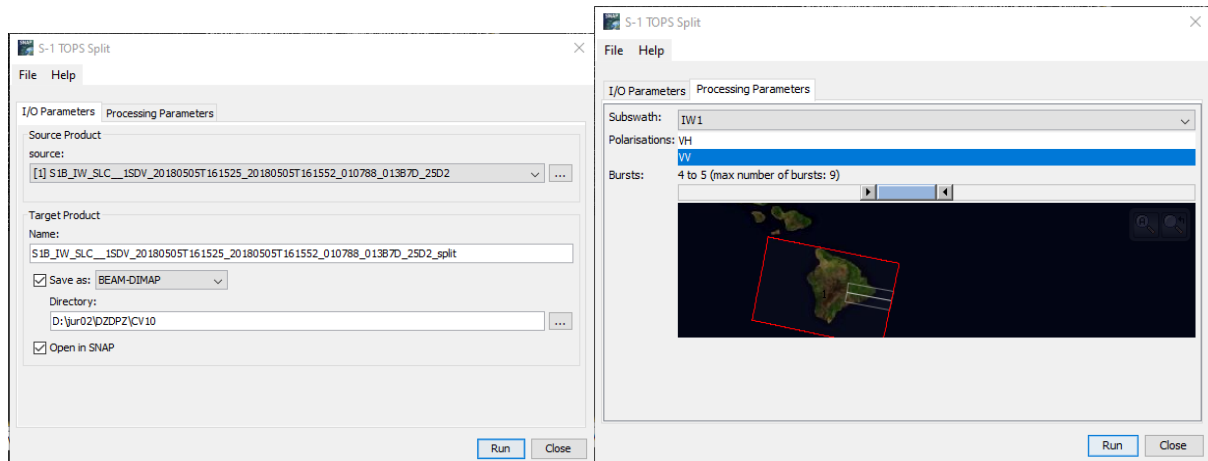
Území je snímáno pomocí tří snímků, které jsou následně spojeny do jednoho radarového snímku. Výsledný snímek (intensity) je tvořen dvěma snímky, z nichž první nese informace o fázi a druhý amplitudou. Každá buňka tohoto snímku nese informaci o odraženém mikrovlnném záření v podobě komplexního čísla. Snímky družice S-1A se skládají ze série 10 burstů. Kdy je každý burst zpracováván jako samostatný SLC obraz. Jednotlivé bursty jsou pak mezi sebou odděleny černou hranicí.

Postup v prostředí SNAP

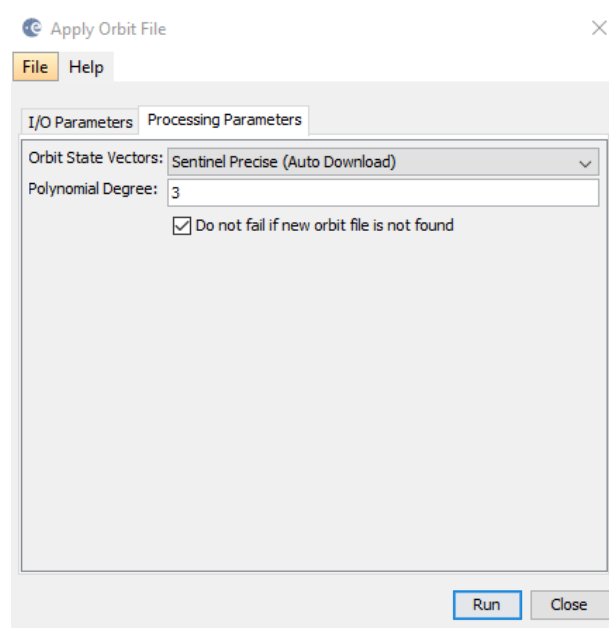
1. Přidání obou snímků do prostředí SNAP. Pro tvorbu interferogramu využijeme pásma s polarizací VV. Naše zájmová oblast je zobrazena v pásnu IW1.



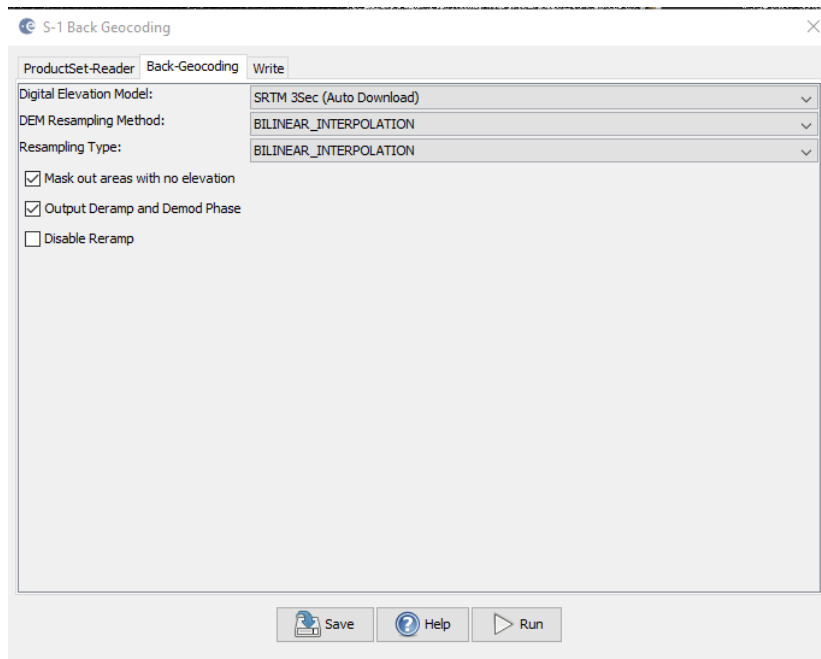
2. Prvním krokem předzpracování je využití funkce Split. Tu naleznete v menu **Radar – Sentinel 1 TOPS – S1 TOPS Split**. Tato funkce umožní vybrat ze snímku pouze vhodné interferometrické pásmo a z něj pásy, pro rychlejší zpracování. Vstupem budou oba radarové snímky – před a po zemětřesení. Jako parametry nastavíme pásmo IW1, polarizaci VV a vybereme pásy 4-5 (posuvníkem).



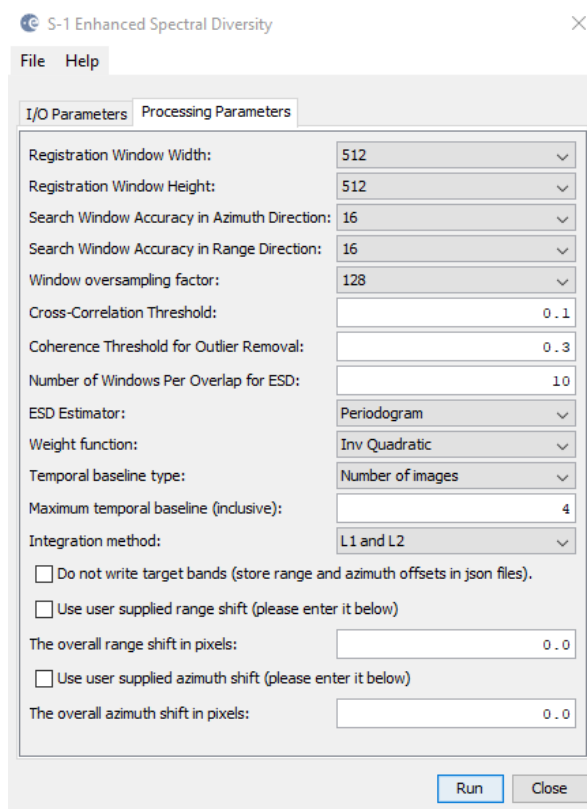
3. V záložce **Radar – Apply Orbit File** je pak nastaveno automatické stahování hodnot orbit pro jednotlivé snímky, které do výpočtu vstupují. Nutno provést opět pro oba snímky.



4. Prvním důležitým krokem pro zpracování radarových snímků je koregistrace nebo tzv. ztotožnění snímků pomocí stejného digitálního modelu terénu pomocí funkce Back Geocoding (Radar – Coregistration – Sentinel-1 TOPS Coregistration). Pomocí tohoto operátoru jsou koregistrovány dva snímky tvořící interferometrický pár – master a slave. Nejprve jsou snímky rozděleny na jednotlivé beamy. Do výpočtu vstupují hodnoty orbit pro jednotlivé snímky, které jsou při procesu koregistrace automaticky stahovány, a digitální model terénu. Pomocí koregistrace jsou pixely vedlejšího snímku posunuty podle pixelů hlavního snímku se sub-pixelovou přesností (0,05 pixelu v případě SLC). Tak zajištěn stejný rozsah a azimut pro oba snímky.

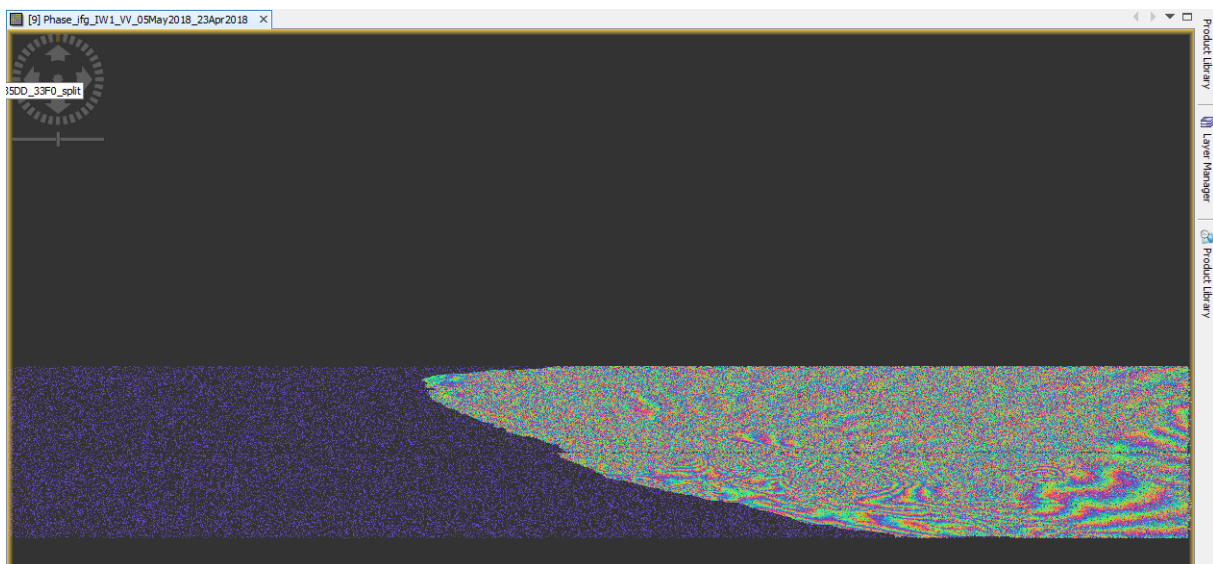
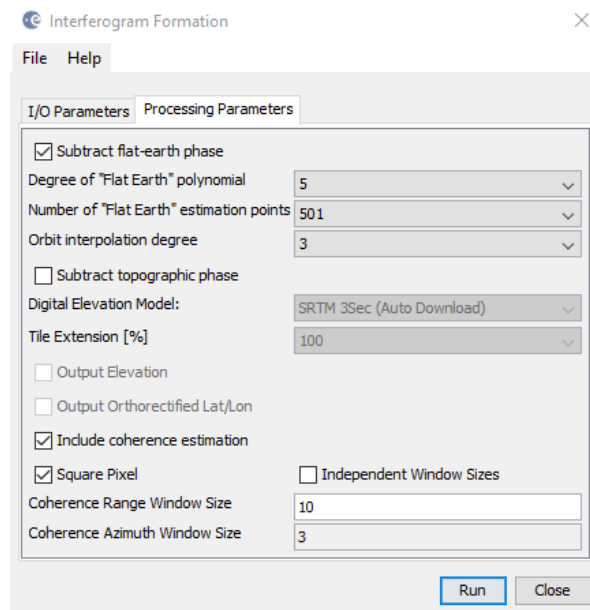


5. Pro vylepšení koregistrovaného snímku je dále nutné použít **Radar – Coregistration – Sentinel-1 TOPS Coregistration – Enhanced Spectral Diversity**. Funkce aplikuje opravy rozsahu a azimutu na slave snímek. Zde ponecháme všechny defaultní hodnoty.



6. Po tomto předzpracování je možné nechat vypočítat interferogram **Radar – Interferometric – Product – Interferogram Formation**. Opět ponecháme pro tyto účely původní hodnoty. Do tvorby interferogramu, ačkoliv se jedná o radarová data, vstupuje pět základních vlivů, kterou mohou ovlivnit fázový rozdíl a tím i celý výsledný interferogram. Patří mezi ně – zakřivení země, vliv topografie, deformace povrchu, vliv atmosféry (změna vlhkosti, teploty a

změna tlaku mezi dvěma snímky tvořícími interferometrický pár) a vliv šumu. Proto je možné vliv zakřivení země odfiltrovat. Pro tento proces se používají hodnoty orbit a metadata snímku. Referenční fáze je odstraněna pomocí 2D-polynomu, který je v tomto operátoru automaticky nastaven. Tato fáze představuje fázi, která je obsažena v signálu odraženém od zemského povrchu. Pokud jsou pro interferometrický pár známy hodnoty orbit, referenční fáze je stanovena pomocí hodnot orbit a informací z metadat. V případě, že by bylo referenční těleso bez topografie, interferogram by byl tvořen z interferometrických proužků, které by byly kolmé na směr letu družice. V tomto případě je u interferometrie jako geometrický souřadnicový systém použit ten, který je souřadnicovým systémem pro hodnoty orbit družice, což je v tomto případě WGS84.



7. Proluky mezi jednotlivými pásy je možné odstranit pomocí nástroje Deburst. Nástroj Deburst se nachází pod záložkou Radar - Sentinel-1 TOPS - S1 TOPS Deburst.
8. Výsledný interferogram vyexportujte do KMZ a zobrazte si v prostředí Google Earth.