

SOPEČNÁ ČINNOST

Znáte odpovědi na tyto otázky?

- ☐ K čemu lze využívat družicové snímky během přírodních katastrof?
- ☐ Jak vytvořit syntézy v pravých a nepravých barvách (pomocí specializovaných kamer) a k čemu nám mohou sloužit?

Významnou úlohou dálkového průzkumu Země (DPZ) hraje jeho využití při záchranných akcích během přírodních katastrof, jako jsou například sopečné erupce. Celkový pohled na aktuálně zasaženou oblast je velmi důležitý. Při sopečné erupci často dochází k výlevu magmatu na povrch v podobě lávy. Při erupci je také možné sledovat a dále zkoumat deformace zemského povrchu nebo tok lávového proudu. Nebezpečná je také tvorba pyroklastického oblaku, ten ohrožuje nejen lidské zdraví, ale také například leteckou dopravu, neboť nasátí pyroklastického materiálu motory letadla představuje značné riziko nehody. Družice dálkového průzkumu mají v takových situacích značné využití a data z družic jsou využívána například ve střediscích řídicí letový provoz.

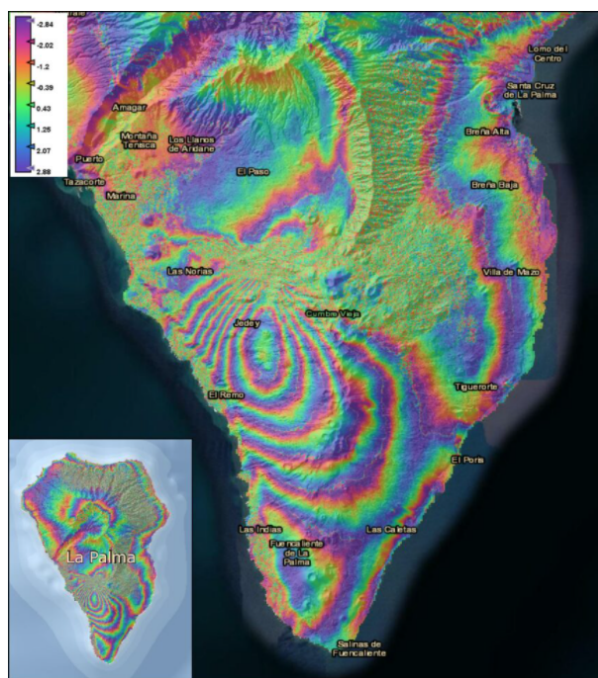
Je možné sopečnou činnost předpovídat?

Často se můžeme setkat s pravděpodobností erupce určité sopky vypočtené na základě historických dat četnosti výbuchů a otřesů. Taková předpověď je možná i na konkrétní rok. Pokud se ovšem zabýváme předpovědí na daný den či dokonce hodinu, je to v současné době téměř nemožné.

Vlastní předpověď sopečné činnosti vychází z řady měření prováděných v blízkosti vulkánu. Těmito ukazateli je zemětřesná aktivita, geochemické monitorování, deformace povrchu a tepelné monitorování. Právě v případě deformace povrchu v okolí vulkánu a tepelného monitorování se využívají technologie DPZ a geoinformačních systémů (GIS). Monitorovány jsou poklesy a vzestupy v terénu, které mohou značit hromadění materiálu pod povrchem, čímž se zvyšuje potenciál erupce. Přítomnost magmatické směsi dokážou odhalit družicové snímky, pořízené v infračervené části spektra.

Na ostrově La Palma, jednom z Kanárských ostrovů, na podzim roku 2021 vybuchla sopka Cumbre Vieja, která komplexně ovlivnila, nejen ostrovní, životní prostředí. Na

obr. 1 je zobrazen posun zemského povrchu pomocí radarových dat Sentinel-1 z období před a během erupce. Pokud vyšleme dva signály na stejné místo v rozmezí několika týdnů a výsledky měření ukazují odlišné charakteristiky, svědčí to o posunu zemského povrchu. Povrchové posuny jsou

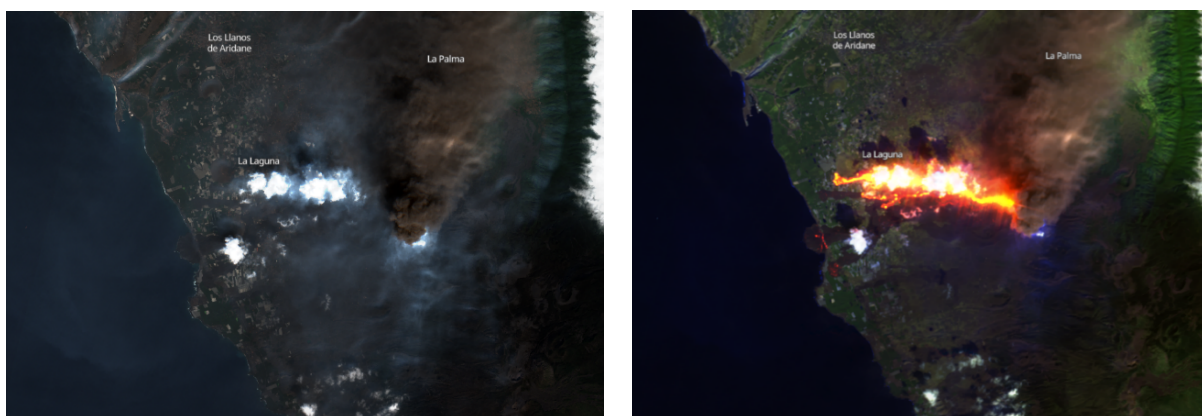


Obr. 1: posun zemského povrchu na ostrově La Palma před a po erupci, zdroj: Cenia (2021).

zobrazeny jako barevné pruhy a zjednodušeně lze říci, že čím četnější a hustější jsou duhové kruhy, tím byla deformace intenzivnější. Tomuto způsobu měření deformací povrchu se říká radarová interferometrie.

Jak nejlépe vizualizovat sopečnou činnost?

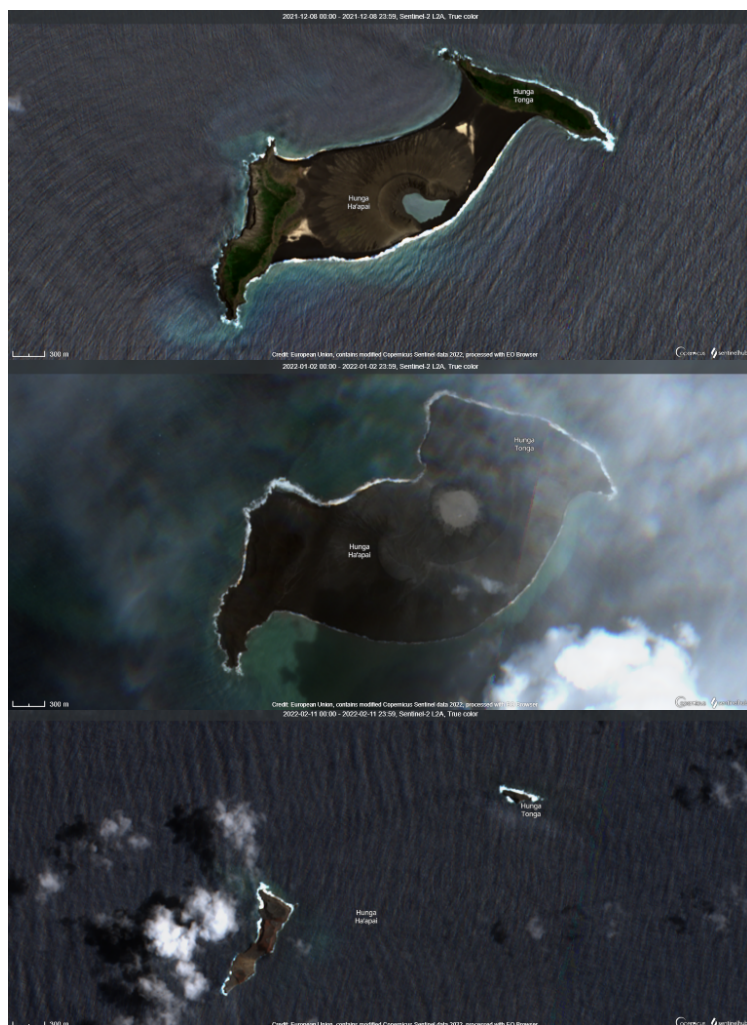
Opět tu máme případ sopky Cumbre Vieja na ostrově La Palma. Na obr. 2 lze v levé části vidět snímek v pravých barvách optických multispektrálních dat mise Sentinel-2. Snímek v pravých barvách si můžeme představit jako obrázek pořízený běžným fotoaparátem nebo též tak, jak naši Zemi vidí kosmonaut z Vesmíru. Na snímku je dobře viditelný pyroklastický materiál. Aby byla na snímku ještě lépe vidět i další sopečná činnost, především lávový tok, je vhodné využít barevnou syntézu RGB s využitím specializovaných kamer pořizujících snímky v oblasti infračerveného záření, tedy na delších vlnových délkách. Přesně takové snímky umožňují multispektrální kamery dnešních družic, které tvoří snímky i mimo viditelnou část spektra, tedy na kratších a delších vlnových délkách, než snímá naše oko.



Obr. 2: Sopečná erupce sopky Cumbre Vieja zobrazena pomocí syntézy RGB v pravých barvách (vlevo) a v nepravých barvách (vpravo), zdroj: Sentinel Hub.

Možnost shromažďovat a vyhodnocovat snímky stejného místa v různých časových intervalech je jedním z důležitých předpokladů pro využití dat DPZ. Spektrální charakteristiky (odraz záření povrchem Země) se mohou v čase měnit. Tyto změny mohou být přirozené a pravidelné (například vegetační období v průběhu roku), mohou být dlouhodobé v řádu několika let, nebo mohou být náhlé například ze dne na den. Pomocí časových řad vytvořených ze snímků nebo jejich analýz můžeme monitorovat změny zemského povrchu a například určit, zda jsou přirozené (v pravidelných cyklech), nebo způsobené člověkem či příčinou nějaké katastrofy.

Erupce podmořského vulkánu Hunga Tonga (také Hunga Ha'apai) 15. ledna 2022 vyvolala obrovské vlny tsunami a vychrlila do atmosféry oblak sopečného materiálu až do výšky čtyřiceti kilometrů. Ostrovní království s přibližně sto tisíci obyvateli pokryla vrstvou jedovatého popela, otrávil pitnou vodu a zničila úrodu. Na družicovém snímku z 8. 12. 2021 (obr. 3, nahoře) je vidět ostrov Tonga před sopečnou erupcí. Na dalších družicových snímcích z období těsně před erupcí a po erupci je dobře patrná kompletní změna tvaru ostrova.



Obr. 3: Povrchové změny ostrova Tonga těsně před a po erupci podmořského vulkánu Hunga Tonga, zdroj: Sentinel Hub.

Úkol

1. Pomocí Sentinel Hub EO Browser vyhledejte družicové snímky Sentinel-2 zachycující erupci sopky Cumbre Vieja. Dejte pozor na pokrytí snímků (zájmové oblasti) oblačností, pokuste se vybrat co nejméně oblačné snímky.
2. Vybraný snímek si zobrazte v pravých barvách a popište, co na něm vidíte:
3. Zobrazte družicový snímek v nepravých barvách (pomocí volby vlastního nastavení barev), tak aby důsledky erupce (lávový tok, oblak pyroklastického materiálu) byly lépe viditelné na snímku. Jaká spektrální pásma (a v jaké části spektra) jste využili pro zobrazení RGB?
4. Vyhledejte snímky Sentinel-2 z období měsíc před a měsíc po erupci sopky a vytvořte z nich časovou řadu (nemusíte využít všechny dostupné snímky podle pokrytí zájmové oblasti oblačností). Časovou řadu vyexportujte z aplikace jako video či gif a na jeho základě popište, jaké změny pozorujete před erupcí, během a po erupci sopky v jejím okolí.

Co jsme se naučili?

- ☐ Jak je možné předvídat sopečnou činnost pomocí radarových dat DPZ.
- ☐ Jak vytvořit barevnou syntézu v pravých a nepravých barvách a též jak zvýraznit na snímku sopečnou činnost (lávový tok).

SOPEČNÁ ČINNOST – METODICKÝ MATERIÁL PRO UČITELE

DPZ je významným prostředkem umožňující monitorování přírodních katastrof, mezi které patří také sopečná činnost. Pomocí DPZ dokážeme monitorovat sopečnou činnost i její důsledky, aniž bychom byli bezprostředně ohroženi. Významná je také úloha družic, které poskytují data střediskům řídicí letový provoz, jelikož letadla mohou být ohrožena pyroklastickým materiálem. DPZ je také jedním z prostředků pomocí kterého lze také předpovídat zvýšenou vulkanickou činnost v dané lokalitě.

tematický celek	DPZ, přírodní katastrofy, sopečná činnost
Cíle	Žák vysvětlí možnosti využití DPZ související se sopečnou činností. Žák rozpozná změny krajinného pokryvu, na základě satelitních snímků. Žák dokáže interpretovat satelitní snímky, rozpoznat využití krajiny na satelitním snímku pomocí barevných syntéz a porovnat dva snímky. Žák vysvětlí pojem časová řada a jaké možnosti nám časové řady přinášejí. Žák ovládá aplikaci Sentinel Hub EO Browser, dokáže vyhledat, analyzovat a interpretovat změny související s vulkanickou činností ze satelitních snímků.
Vstupní požadavky na žáky	Základní povědomí o fyzikálních principech DPZ. Desková tektonika a základní geologické pochody.
Časová dotace	2–3 vyučovací hodiny

Očekávané výstupy úkolů a klíč správných odpovědí:

1)

Cílem tohoto úkolu je samotné nalezení zájmové lokality a výběr snímku. Je důležité si uvědomit kdy došlo k erupci sopky a nalézt snímky datem pořízení blížíci se k datu erupce. Důležité je ovšem co nejmenší pokrytí snímku oblačností, tak aby byla vulkanická činnost dobře viditelná.

2)

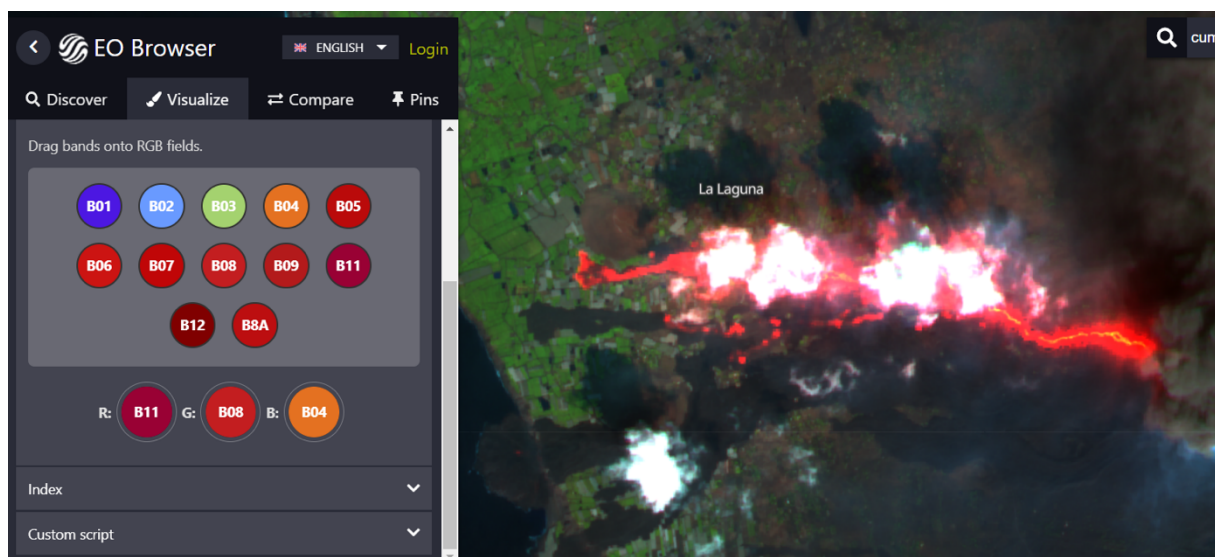
Zobrazení snímku v pravých barvách znamená, že jej uvidíme stejně jako když se díváme na krajinu vlastníma očima. V tomto případě je za složku obrazu R vloženo pásmo červené, za složku G zelené a za složku B modré.

Můžeme zvolit RGB kompozit přímo v hlavní nabídce.

3)

V tomto případě si v záložce Custom navolíme vlastní kombinaci pásem, která nám pomůže k vizualizaci vulkanické činnosti.

Ideální je využít pásma infračervené části spektra, díky kterým bude lépe rozlišitelný lávový proud. Na následujícím obrázku je příklad kombinace středního infračerveného pásma vloženého za složku R, blízkého infračerveného pásma za složku G a červeného pásma za složku B (viz obr. 4).



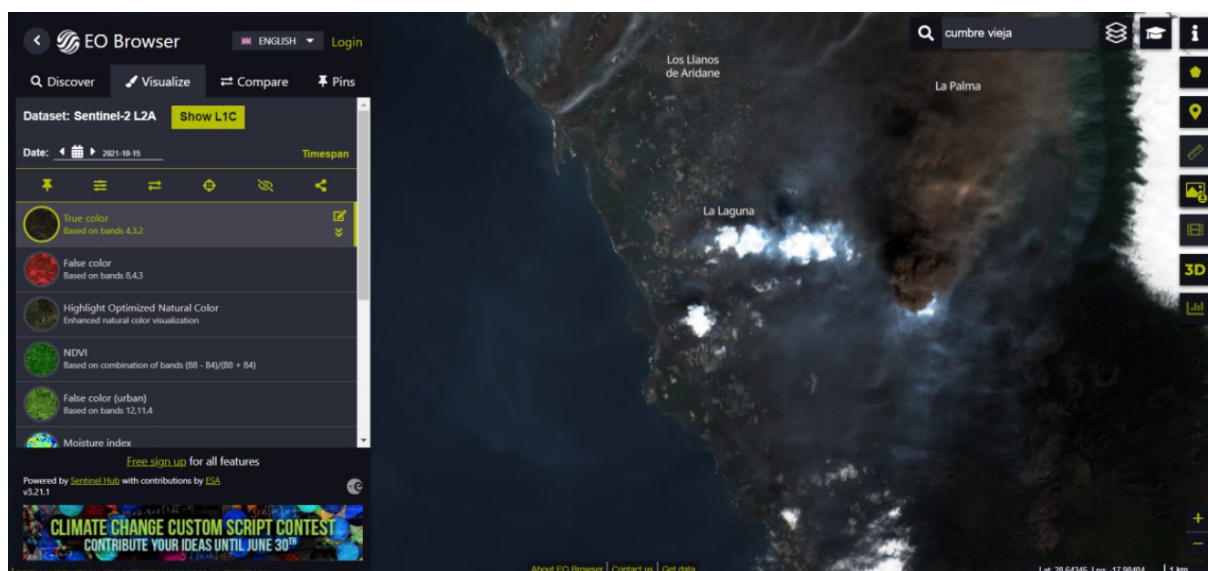
Obr. 4: vizualizace zájmového území v nepravých barvách.

4)

Cílem tohoto úkolu je vytvořit časovou řadu, která nám poskytne více informací o vulkanické činnosti v dané lokalitě v delším časovém horizontu. Na základě časových řad je dále možné identifikovat důsledky sopečné činnosti z hlediska například zásahů do krajiny. Výstupem je video či gif.

Návod

Jako první vyhledáme satelitní snímek Sentinel-2 zájmové oblasti. Sopka Cumbre Vieja vybuchla 19. září 2021. Můžeme tedy hledat snímky od září 2021. Jako ideální se například jeví snímek z 15. 10., ale můžete vybrat i jiný (viz obr. 5). Jen pozor na zakrytí zájmové oblasti oblačností.



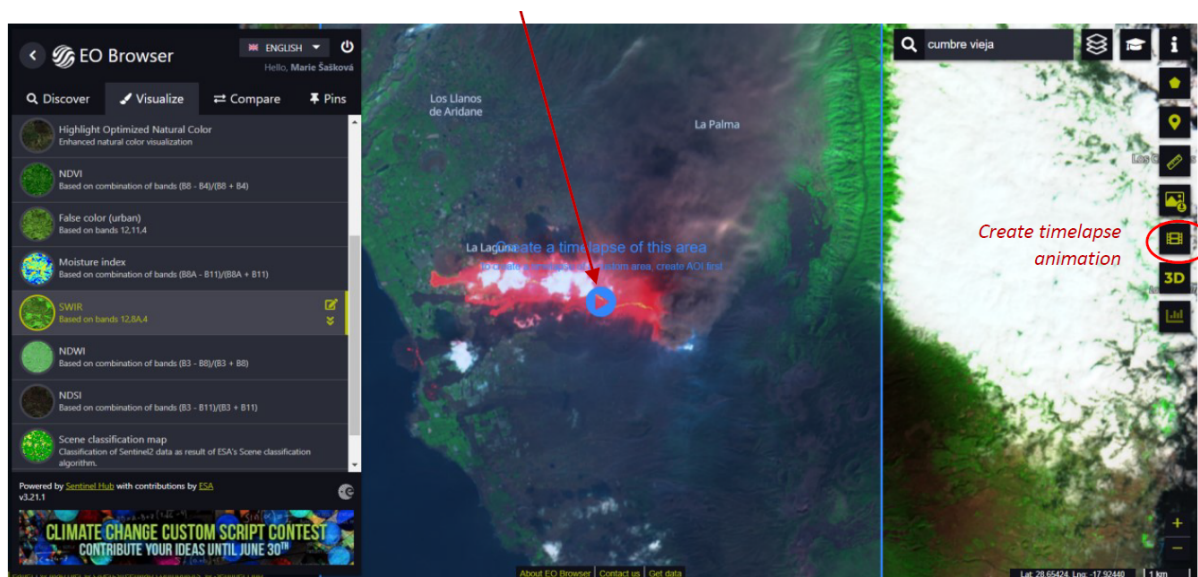
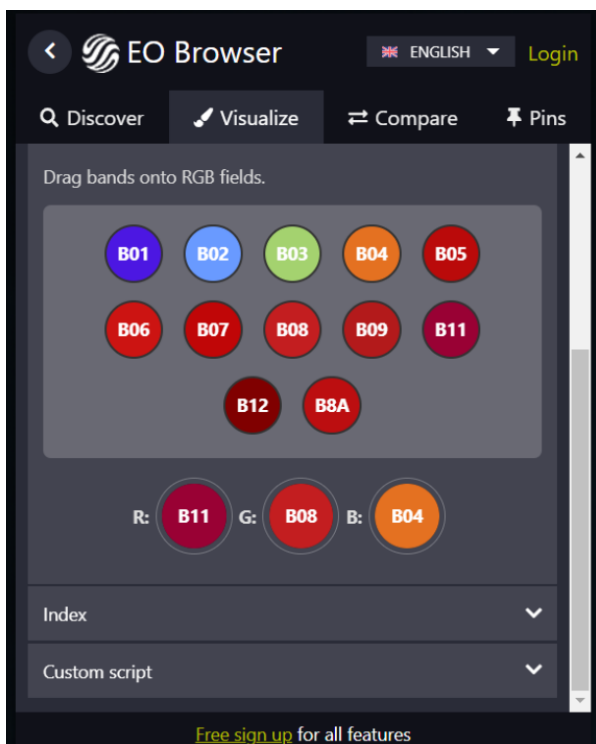
Obr. 5: Zájmové území – část ostrova La Palma, snímek Sentinel-2 z 15. 10. 2021, vizualizace v pravých barvách.

K vytvoření kompozitu v nepravých barvách využijeme možnost vlastního nastavení barevné syntézy. V levé nabídce vybereme až poslední možnost: *Custom*. Zde si vyzkoušíte různé variace pásem v RGB kompozitu (viz obr. 6).

Obr. 6: Vizualizace snímku, pomocí vlastního nastavení pásem.

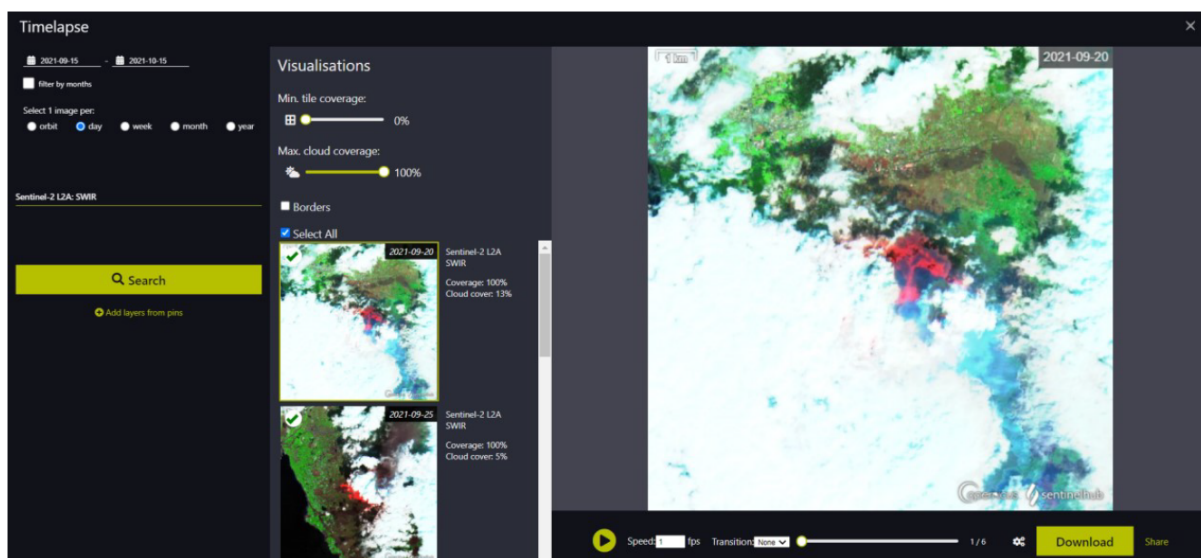
Popis dat Sentinel-2 najdete například na webu Sentinel Hub v záložce Explore > Data > Public Collections Catalogue.

Dalším krokem je vytvoření časové řady snímků. Abychom mohli vytvořit časové řady je nutné být přihlášení ke svému účtu. Nejprve je nutné mít satelitní snímek zobrazený, například jako RGB kompozit v nepravých barvách. Dále klikneme na ikonku filmu „Create timelapse animation“. Zobrazí se nám modře ohraničený polygon, který umístíme na území, které chceme do animace zahrnout. Následně klikneme doprostřed na ikonku play (viz obr. 7).



Obr. 7: Tvorba časové řady.

Dostaneme se do prostředí Timelapse, kde můžeme nastavit, jak naše animace bude vypadat (viz obr. 8). Vlevo nahoře nastavíme časové období, ze kterého se vyhledají snímky. Dále můžeme nastavit maximální pokrytí snímku oblačností a také sami vybrat, které snímky do animace zahrneme a které ne. Výslednou animaci si můžeme přehrát, nastavit také rychlost promítání jednotlivých snímků. Na závěr si animaci můžeme stáhnout ve formátu gif, nebo sdílet.



Obr. 8: Prostředí tvorby časové řady a její export.