

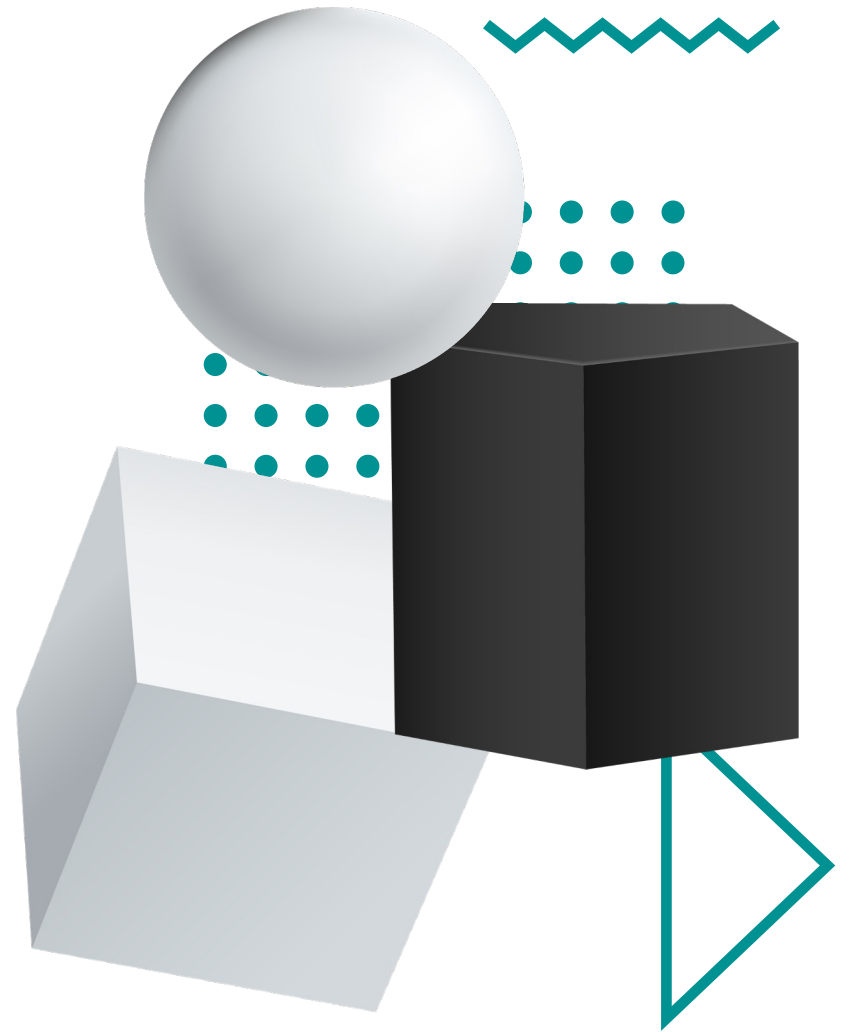
3D rekonštrukcia scény zo záberov dronu DJI

Lukáš Bujňák

Školiteľ: doc. RNDr. Andrej Ferko, PhD.

Konzultant: RNDr. Martin Bujňák, PhD.

Oponent: doc. RNDr. Martin Madaras, PhD.



01 Základné pojmy

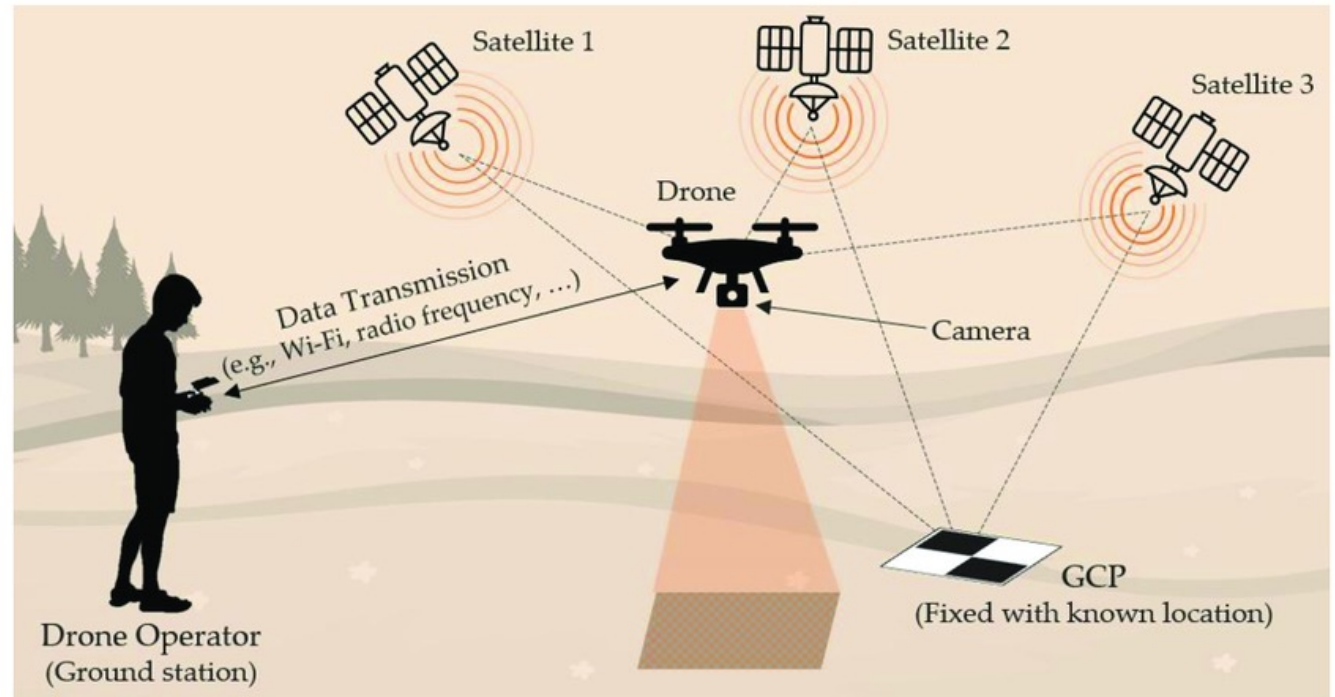
- **3D Rekonštrukcia** – proces vytvárania presných 3D modelov skutočných objektov.
 - Zrekonštruované modely verne kopírujú ich geometrické a texturálne vlastnosti.
- **Fotogrametria** – inžinierska disciplína,
 - získava spoľahlivé dáta o povrchoch a objektoch pomocou obrázkov.
 - Tvorba moderných máp a digitálnej dokumentácie, vykonávanie geodetických meraní a pod.



(Zdroj: [ChatGPT 4](#))

02 Fotogrametria pomocou dronov

- Umožňuje rekonštruovať väčšie plochy rýchlejšie.
- Prístup na ťažko dosiahnuteľné miesta zo zemského povrchu
 - v zalesnenej oblasti,
 - rozsiahlych oblasti.
- Presnosť s výškou klesá.



(Zdroj: [ResearchGate](#))

03 Ciele práce a motivácia

- Špecifikácia a vývoj mobilnej aplikácie.
 - Dátové prepojenie s RealityCapture.
 - Otestovanie možnosti manuálneho snímania objektu.
 - Vykonanie experimentov a overenie adaptívnosti procesov snímania a rekonštrukcie.
 - Vyhodnotenie prototypového riešenia s ohľadom na očakávaný vývoj technológií.
- **Motivácia (účel):** napr. historická dokumentácia, inžinierstvo, stavebníctvo a vyšetovanie nehôd.

04 Podobné projekty

DroneDeploy

- Generácia 3D modelu prebieha na cloude.
- Ponúkajú aplikačné programové rozhranie (API) iba vybraným klientom.

PIX4D

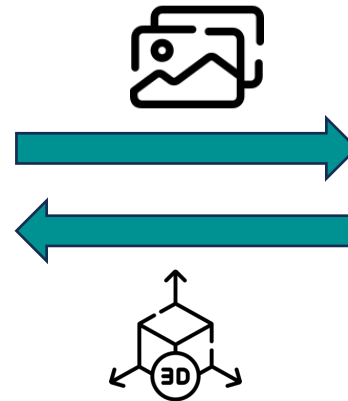
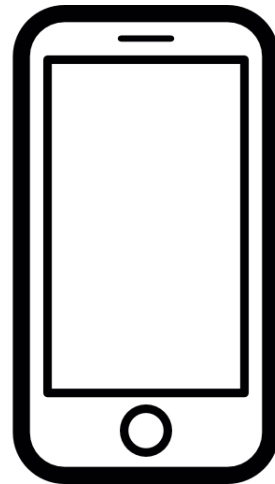
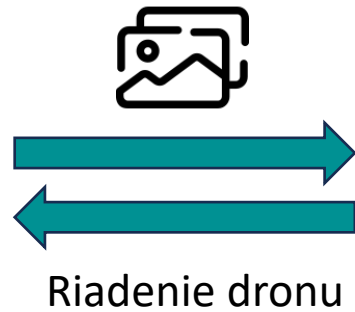
- Zameriava sa na cloud aj na samotný vývoj počítačových aplikácií.
 - API v cene licencie produktu.
- **Výhody:** rôzne výukové kurzy, webináre, knihy a videá.
- **Nevýhody:** cena, dostupnosť, spätná väzba, rýchlosť a závislosť na hardvéri.

05 Naše riešenie

- Nezávislé prepojenie medzi dronom a rekonštrukčným softvérom.
- Modulárnosť, rozširiteľnosť a nezávislosť od internetu.
- Automatizácia obojsmerného prenosu dát medzi dronom a RealityCapture.
 - Odosielanie snímok a náhľad rekonštrukcie počas letu.
 - Manuálny prenos je neefektívny.
- Zber dát a ich centralizácia na mobilnom zariadení.
 - Umožnenie rozšírenia o autonómnosť procesu snímania a rekonštrukcie.



DJI



**Rekonštrukčný
softvér**

RealityCapture

06 Aplikácia „CR Fly“

- Určená pre zariadenia s iOS (Swift).
- Rozdelená na 3 komponenty (moduly):
 - jadro, dron, 3D scéna.
- Intuitívne používateľské rozhranie (UI).
- Architektúra **Model-View-Controller (MVC)** a **klient-server**.
- Návrhový vzor **Command**.

07 Jadro

- Definuje spôsob komunikácie pomocou rozhraní.
- Implementuje:
 - štruktúru dát,
 - základné pohľady a ich interakciu s užívateľom,
 - spravovanie a vykonávanie príkazov (Command),
 - inicializáciu aplikácie.
- Dátové objekty – protokol **ObservableObject** a anotácia **@ObservedObject**.

08 Komunikácia s DJI dronmi

- Prebieha pomocou DJI iOS SDK cez delegované metódy a objekty.
- Zvyšok komunikácie cez implementáciu protokolu **Command**.
- Pohľad z kamery dronu – vychádza zo základného pohľadu vytvoreného v SDK.
- Prehrávanie videí, náhľad fotografií a sťahovanie médií.

09 Komunikácia s RealityCapture

- RealityCapture API cez HTTP protokol.
- Vlastný modul schopný detekcie uzavretia spojenia (používa TCP spojenie).
- Aktualizácia vzhľadom na stav otvoreného projektu v RealityCapture.
- Nahrávanie fotografií -> nahrávanie videí bude dostupné až po aktualizácii API.
- Spúšťanie rekonštrukcie a sťahovanie dát pre zobrazenie.

10 Testovanie

- Komponent jadra – automatické unit a integračné testy.
 - Pomocou knižnice **XCTest**.
- Komponent dronu a 3D scény – manuálne testy:
 - podľa scenárov (scenario-based testing),
 - hraničné prípady.
- Experimenty

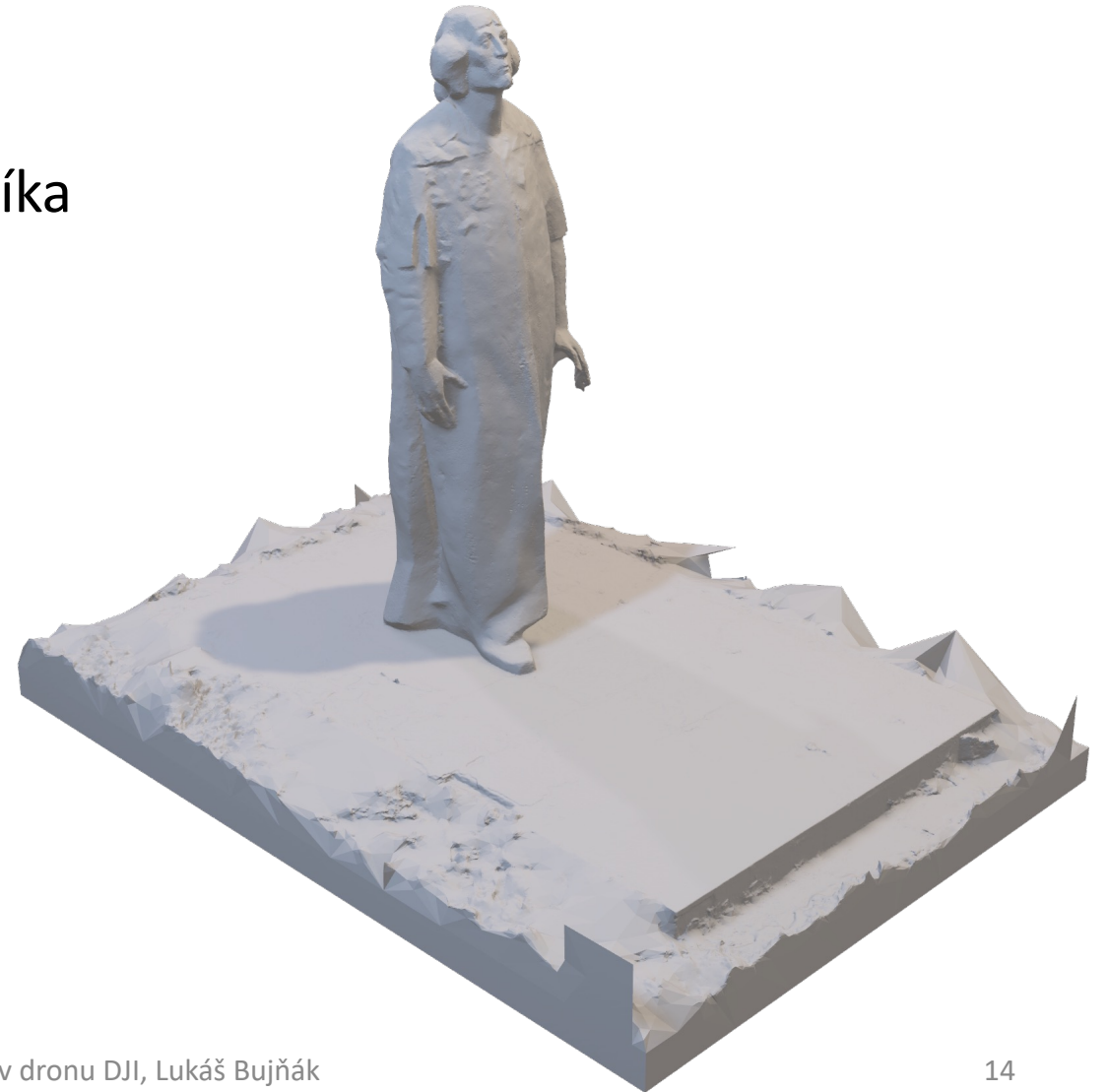
11 Rozšíriteľnosť aplikácie

- Podpora pre:
 - drony od rôznych výrobcov,
 - rôzne rekonštrukčné softvéry.
- Efektívnejšie zobrazovanie 3D modelov (LoD).
- Schopnosť autonómneho letu a rekonštrukcie.

12 Experimenty

- Rekonštrukcia Pomníka Mikuláša Koperníka
- Úvodný experiment (jednoduchší)
- Nachádza sa pred budovou FMFI UK

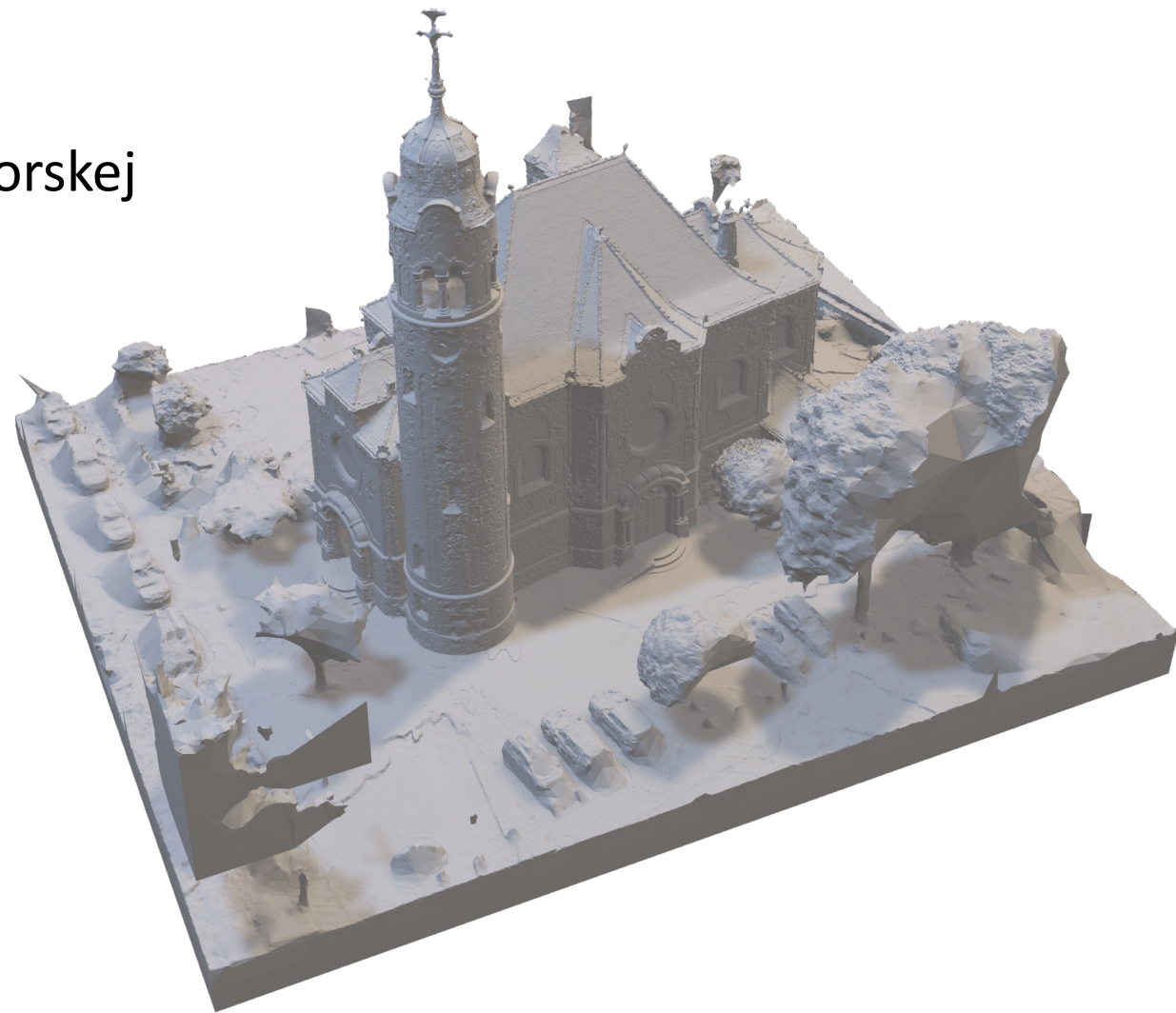
- Celkový čas: 30 min
- Počet fotografií: 115
- Počet trojuholníkov: 17.5 milióna



12 Experimenty

- Rekonštrukcia kostola sv. Alžbety Uhorskej (tzv. Modrý kostolík)
- Zložitý design
- Rozsiahlosť a výška objektu

- Celkový čas: 2 h 30 min
- Počet fotografií: 526
- Počet trojuholníkov: 169.5 milióna

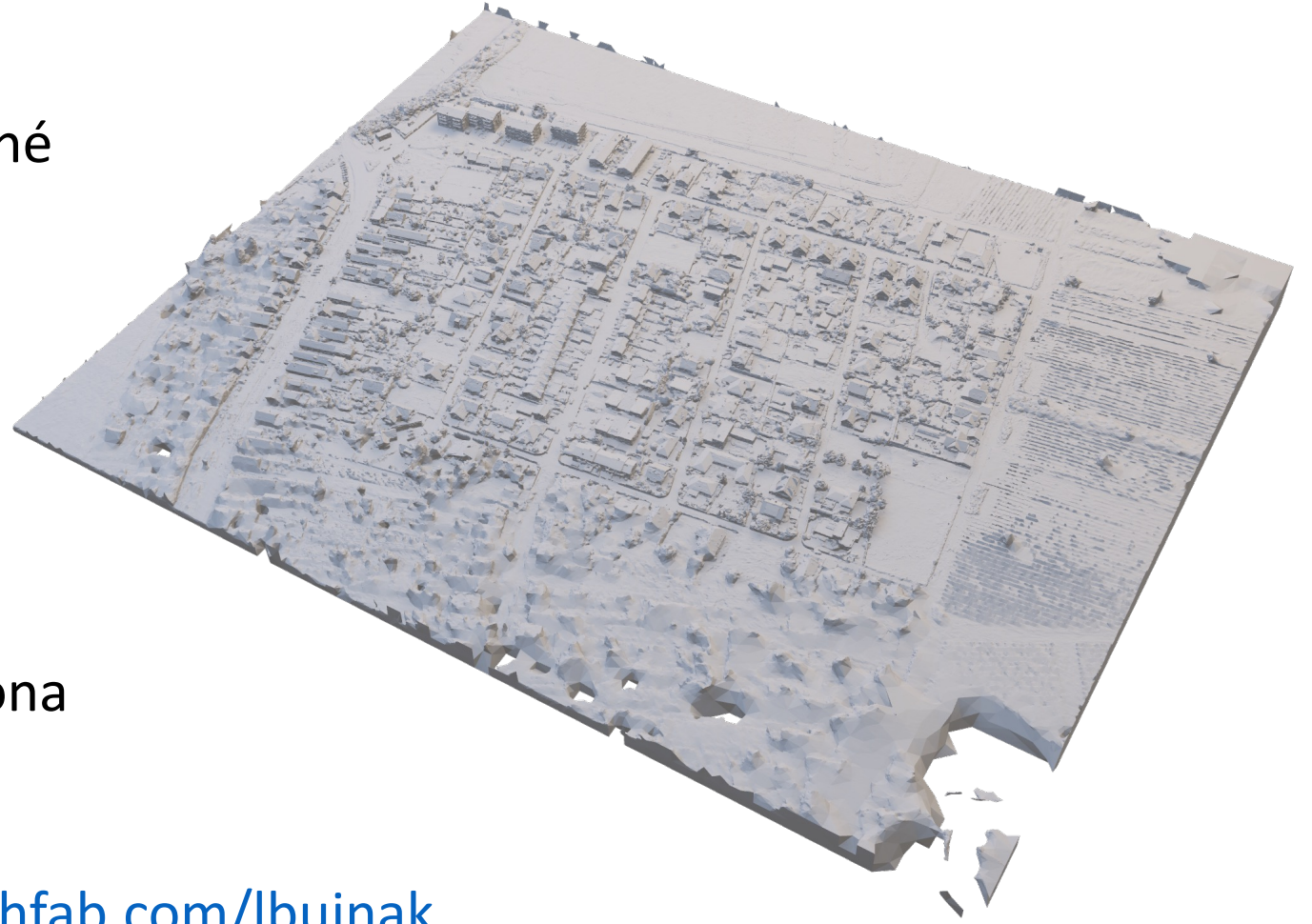


12 Experimenty

- Rekonštrukcia časti obce Viničné
- Rozsiahlosť objektu

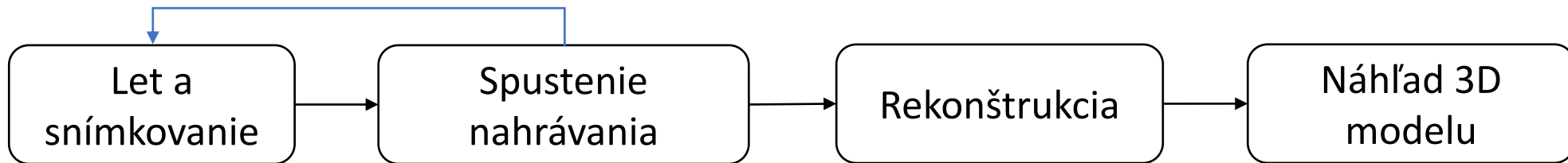
- Celkový čas: 1 h
- Počet fotografií: 139
- Počet trojuholníkov: 69.6 milióna

- 3D modely dostupné na: sketchfab.com/lbujnak



13 Používanie aplikácie

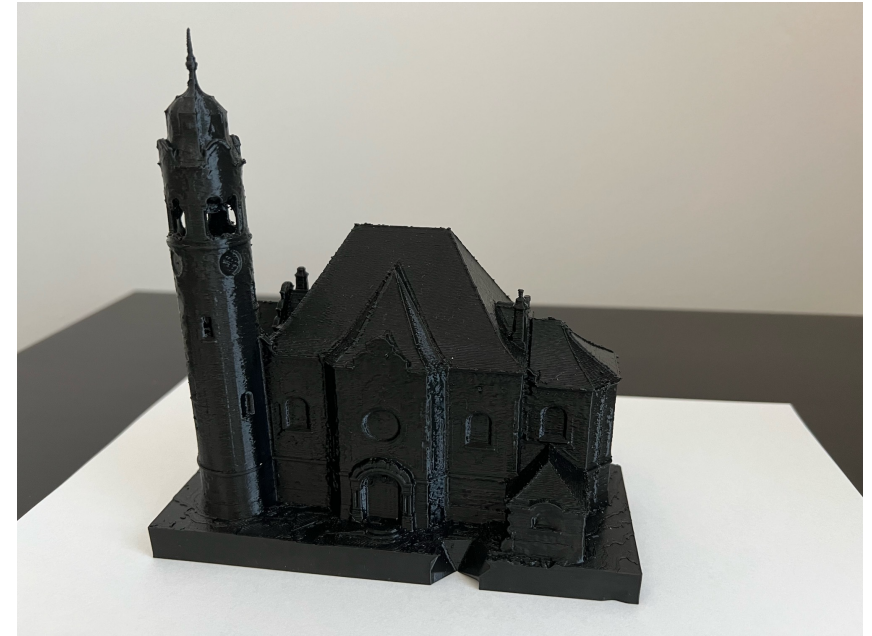
- Kompilácia a použitie v README.md v prílohe
- Po pripojení dronu a nadviazaní spojenia s RealityCapture:



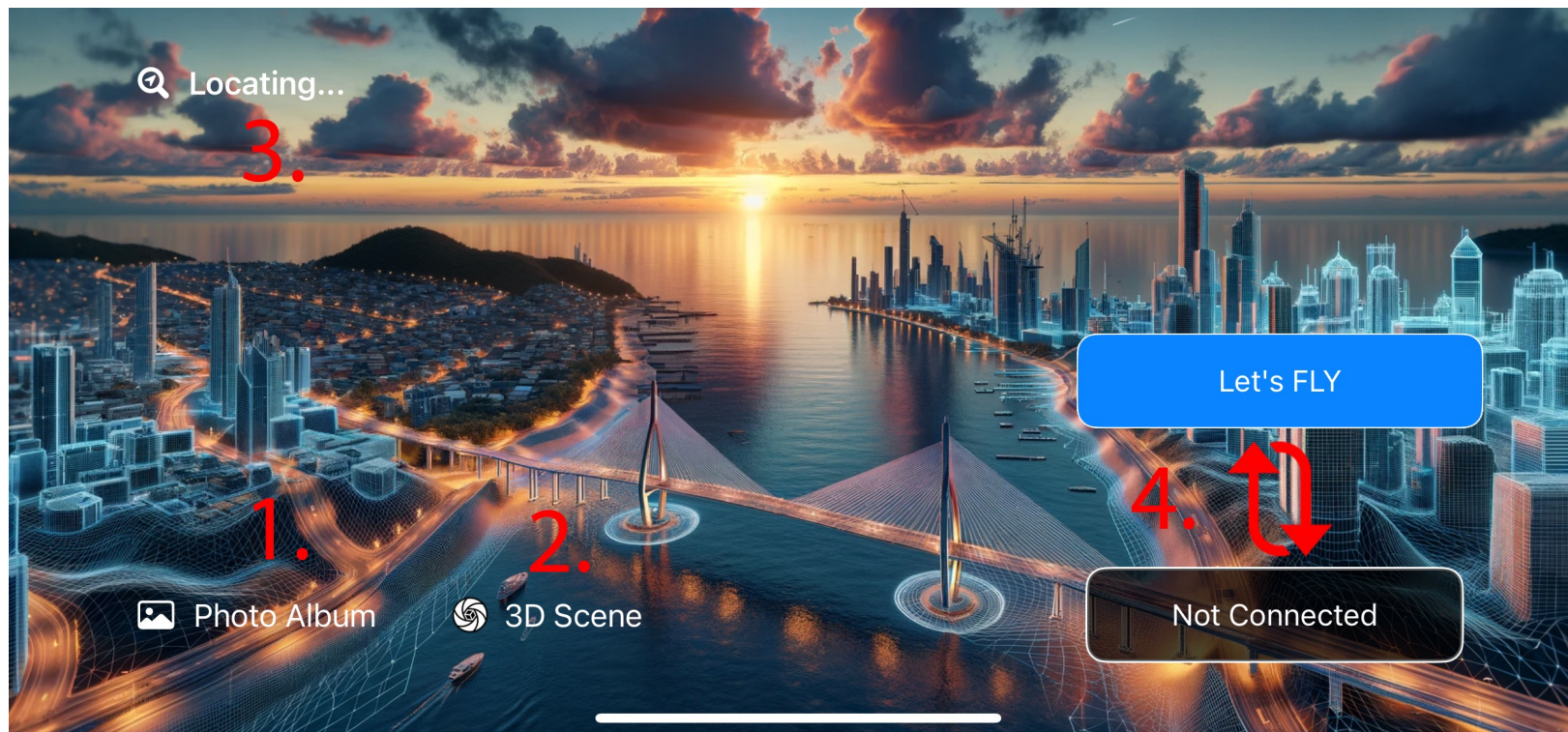
- Bez pripojenia k dronu:



Ďakujem za pozornosť!



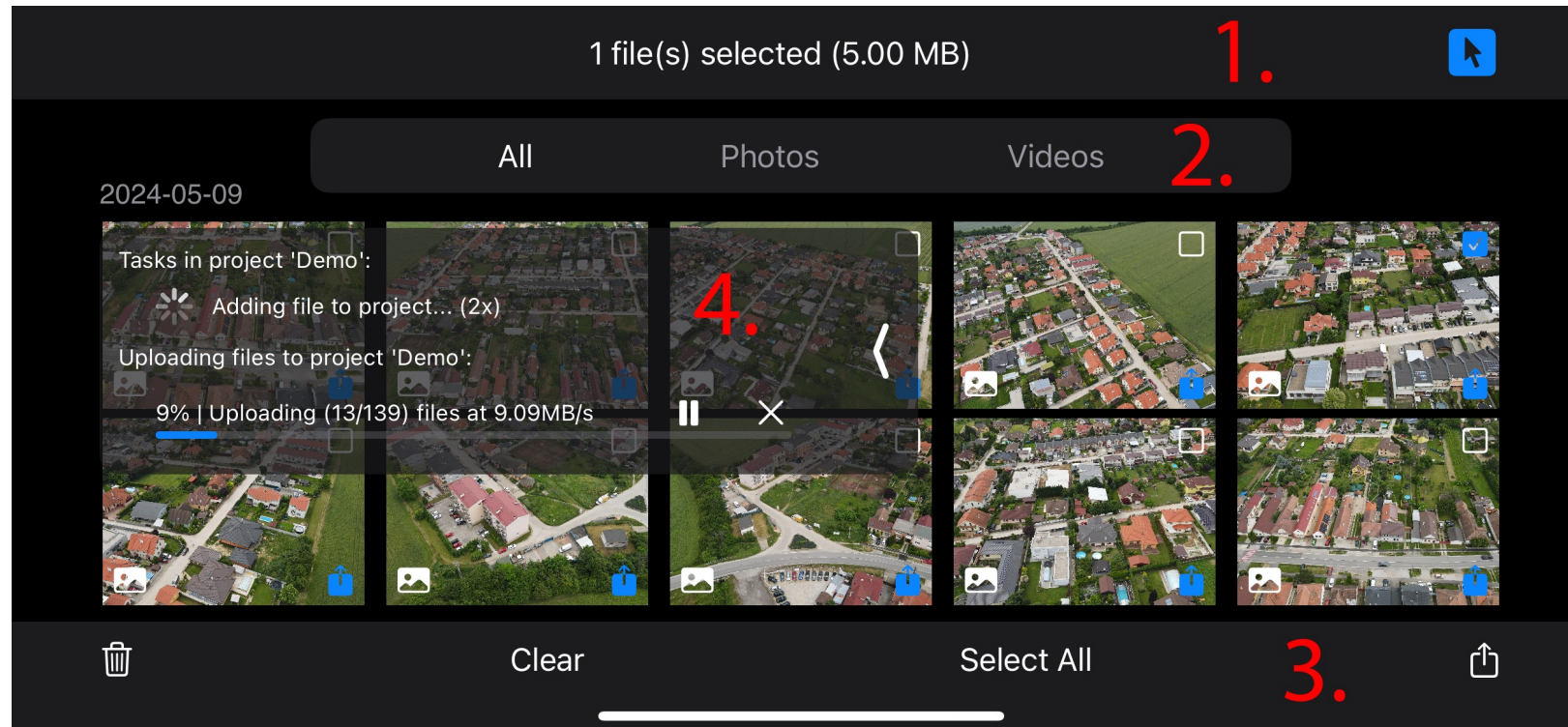
20 Používateľské rozhranie



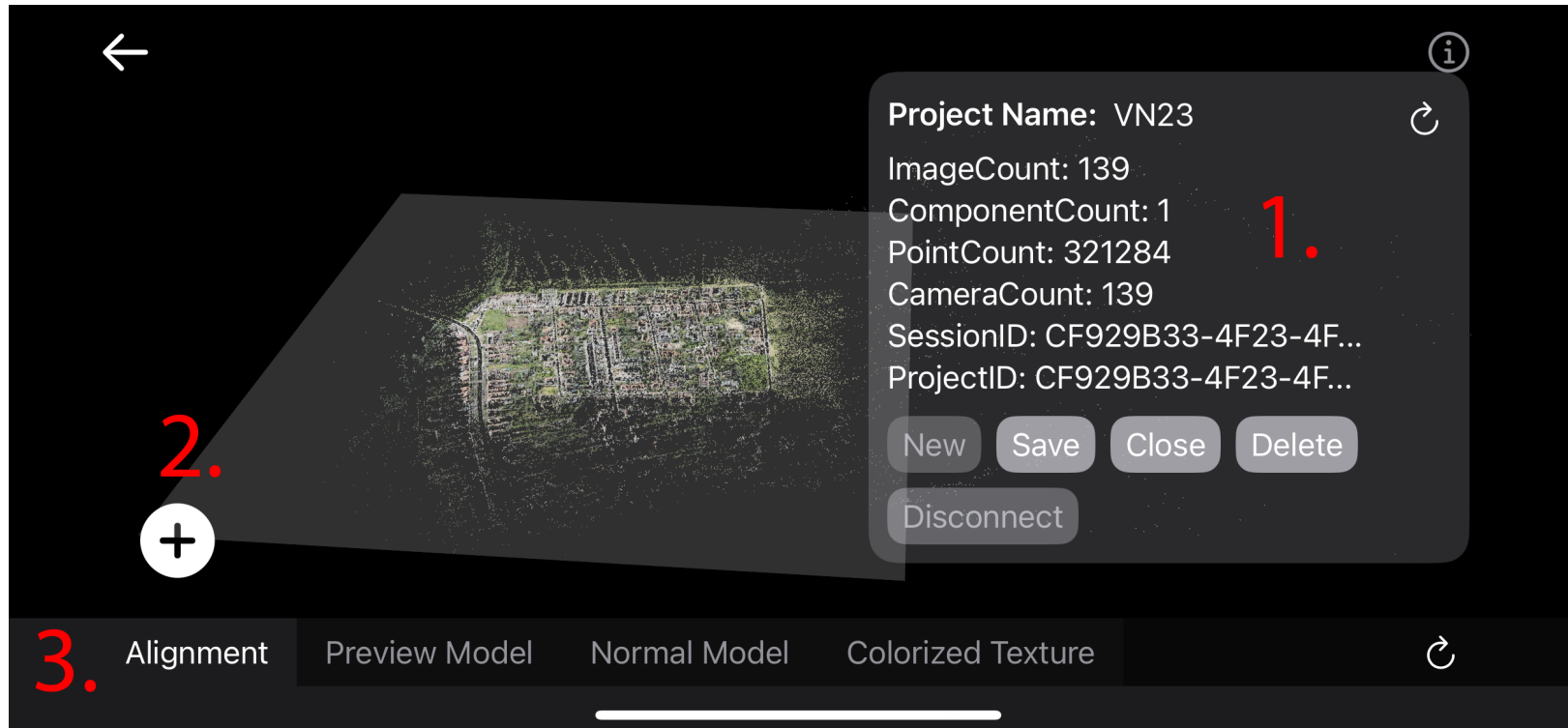
20 Používateľské rozhranie



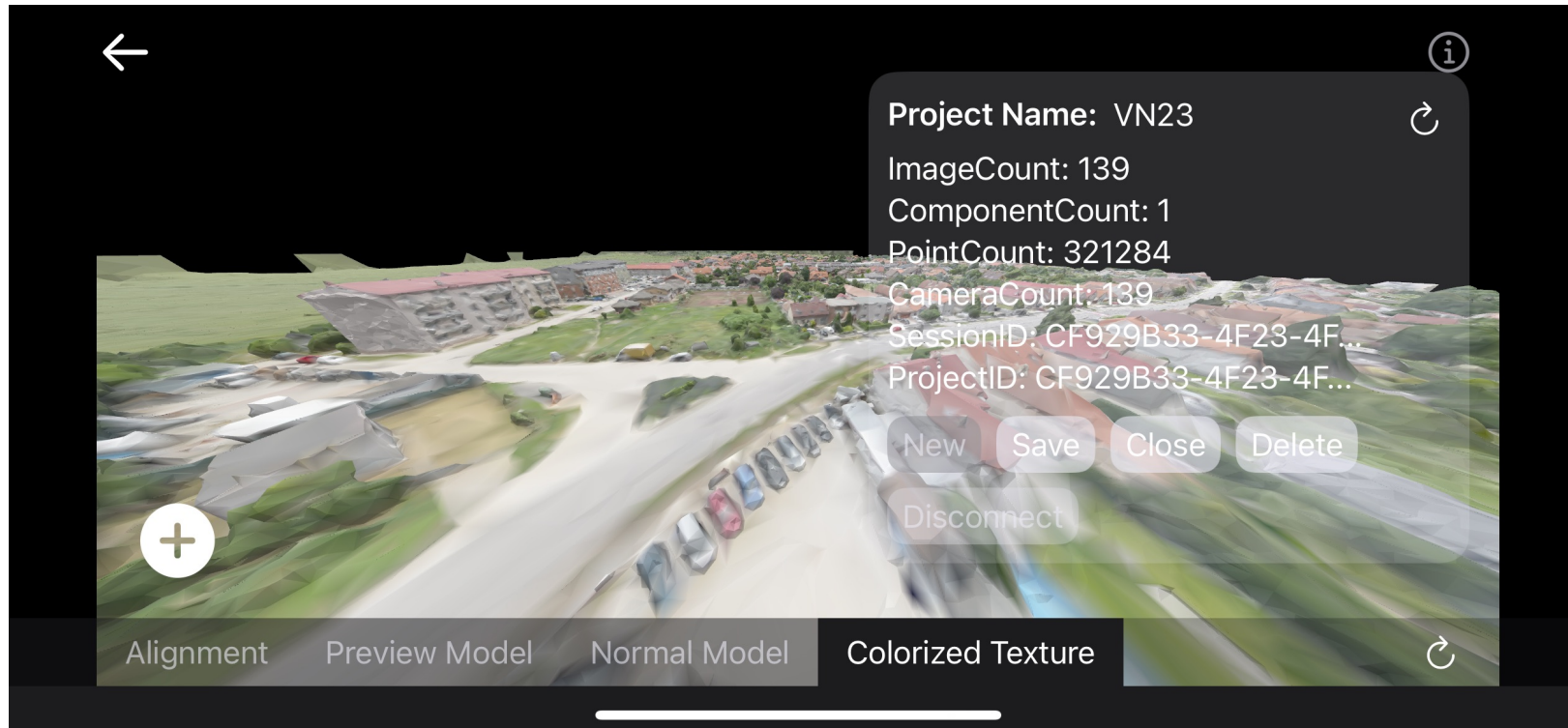
20 Používateľské rozhranie



20 Používateľské rozhranie



20 Používateľské rozhranie



21 Základné pojmy

➤ Väzbové body (Tie points):

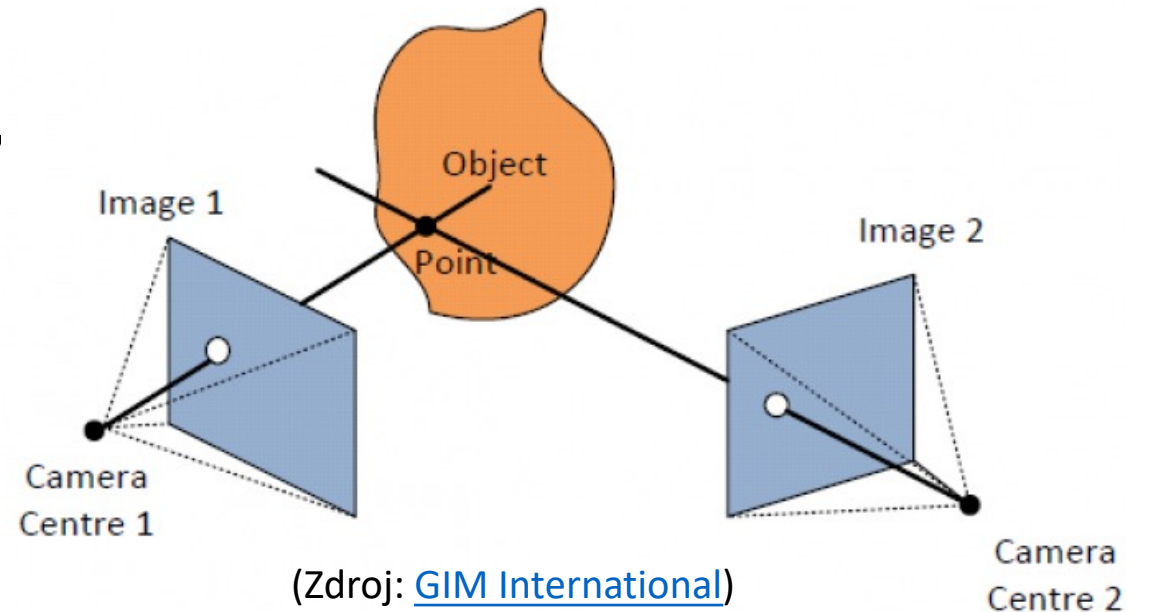
- Reprezentujú fyzické body objektov.
- Používajú sa na určenie priestorovej polohy bodov a na 3D rekonštrukciu scény.

➤ Triangulácia:

- Výpočet presnej polohy objektov v trojrozmernom priestore.

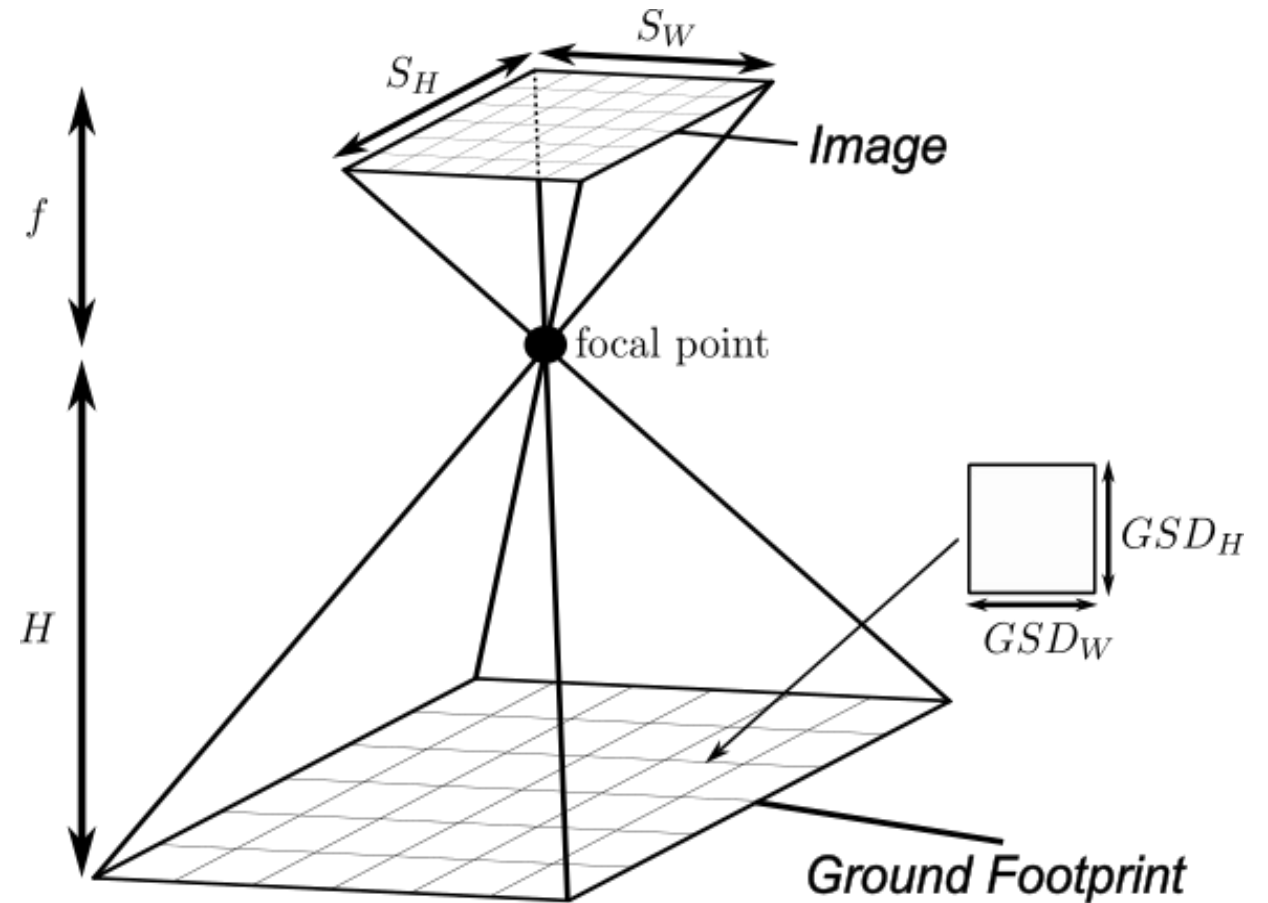
➤ Využitie:

- Sledovanie a rozpoznávanie objektov, spájanie obrázkov a 3D rekonštrukcia (trojuholníky).



22 Letecká fotogrametria

- Umožňuje rekonštruovať väčšie plochy rýchlejšie.
- Prístup na ťažko dosiahnuteľné miesta zo zemského povrchu.
- Presnosť s výškou klesá.



(Zdroj: Vlastné spracovanie)

23 Swift -> Android

- Aplikácia primárne navrhnutá pre použitie na iOS.
- Bezpečnosť a miera fragmentácie.
- Prísna kontrola nad ekosystémom Apple (HW a SW).
- Monetizácia, dizajn a používateľský zážitok (UX).

- Framework Skip, Scade, Mutata