



Vizuálna kontrola bočných posunov pôdy na brehi jazera po zemetrsení pomocou dronov

FLIGHT RESOURCE CENTER

Gebze Technical University



Obsah

Obsah	1
1. 4	
Stručný opis – Vizuálna kontrola bočných posunov pôdy po zemetrasení	2
2. 4	
3. 5	
4. 5	
5. 5	
6. 5	
7. 5	
8. 6	
1. Komunikácia a jazyky	4
2. Matematické, vedecké, technické a odborné zručnosti	4
3. Digitálne kompetencie	4
4. Osobné, sociálne a profesijné kompetencie	4
5. Bezpečnosť, kvalita a udržateľnosť	4
6. Občianske a kultúrne kompetencie	4
7. Tvorivosť, riešenie problémov a podnikavosť	4
8. Pracovné učenie a integrácia do pracovného prostredia	4
9. 7	
10. 7	
Fáza 1 – Úvod (Zaujať a zasadiť do kontextu)	5
Fáza 2 – Skúmanie (Analyzovať a porovnávať)	8
Fáza 3 – Aplikácia (Praktické precvičovanie)	10
Fáza 4 – Reflexia a zhrnutie (Prezentovať a prepájať poznatky)	13

- 11. 19
- 12. 21
- 13. 22
- 14. 22

1. STRUČNÝ OPIS

V tejto praktickej vzdelávacej aktivite žiaci skúmajú bočné posuny pôdy pozdĺž brehu jazera, ktoré vznikli v dôsledku zemetrasenia, pomocou dronu a následnej analýzy fotografií a videozáznamov získaných počas letu. Po silných seizmických otrasoch, najmä v oblastiach s mäkkými a vodou nasýtenými pôdami, môže dochádzať k pohybu podložia prejavujúcim sa vznikom povrchových trhlín, nerovnomerným sadaním terénu a zosuvom pôdnych hmôt smerom k jazeru. Takéto územia sa často stávajú nestabilnými a nebezpečnými, čo sťažuje alebo znemožňuje ich bezpečnú kontrolu priamo v teréne.

Technológia dronov umožňuje vykonať bezpečnú, bezkontaktnú vizuálnu kontrolu postihnutej oblasti z nadhľadu. Počas aktivity sa žiaci naučia pripraviť dron na let, bezpečne ho ovládať, naplánovať vhodnú letovú misiu, zvoliť optimálnu letovú výšku a uhol snímania a získať kvalitný obrazový materiál. Získané fotografie a videozáznamy následne analyzujú, systematicky usporiadajú a zdokumentujú vo forme jednoduchšej správy z vizuálnej kontroly. Tento proces rozvíja ich schopnosť pozorovania, dokumentovania zistení a odbornej komunikácie.

Snímky s vysokým rozlíšením umožňujú žiakom efektívne a detailne pozorovať prejavy deformácií terénu. Patria medzi ne najmä povrchové trhliny, nerovnomerné sadanie pôdy, ústup brehovej línie, zaplavené oblasti a poškodenie chodníkov alebo iných stavebných objektov v blízkosti jazera. Jedným z hlavných cieľov aktivity je naučiť žiakov rozpoznávať viditeľné prejavy pohybov pôdy spôsobených zemetrasením a zaznamenávať ich jasným, prehľadným a systematickým spôsobom. Aktivita zároveň ukazuje, že vizuálna kontrola pomocou dronov môže byť účinná aj bez využitia pokročilého softvéru alebo zložitých metód spracovania údajov.

Okrem rozvoja technických zručností sa vzdelávacia aktivita zameriava na bezpečnosť, kvalitu a udržateľnosť, pričom podporuje rozvoj digitálnych kompetencií, tímovej spolupráce, zodpovednosti a samostatného rozhodovania. Prostredníctvom simulácie podmienok po zemetrasení sa žiaci oboznámia s významom technológie dronov pri dokumentovaní geologických rizík a rýchlom hodnotení poškodenia územia. Celkovo ich aktivita pripravuje na reálnu odbornú prax a ukazuje, ako môžu moderné digitálne technológie prispieť k rýchlejšiemu, bezpečnejšiemu a kvalifikovanejšiemu hodnoteniu nestability svahov a ďalších environmentálnych rizík po zemetraseniach.

2. CIEĽOVÁ SKUPINA

- 15
- 16
- 17
- 18
- nad 18

3. PREDMET

- ☐ Poľnohospodárstvo
- Reakcia na prírodné katastrofy
- ☐ Stavebníctvo
- ☐ Vodohospodárstvo
- ☐ Ochrana životného prostredia
- ☐ iné

4. TYP

- ☐ Vyučovacia hodina
- Projekt

5. POUŽITÝ DRON

- ☐ Vlastný dron
- Komerčný dron (DJI)

6. TRVANIE

- ☐ 1 x 45-minutová hodina
- ☐ 1 x 60-minutová hodina
- ☐ 1 x 90-minutový blok
- 2 x 45-minutová hodina
- ☐ 2 x 60-minutová hodina
- ☐ Dvojhodinový blok (2x60 minút) s voliteľným projektovým zadaním.

7. VZDELÁVACIE CIELE

O1: Po ukončení aktivity budú žiaci schopní bezpečne využívať dron na vizuálnu kontrolu deformácií terénu spôsobených zemetrasením pozdĺž brehu jazera vrátane plánovania letovej misie a získavania obrazových údajov.

O2: Žiaci budú schopní identifikovať a opísať viditeľné prejavy bočných pohybov pôdy – napríklad povrchové trhliny, nerovnomerné sadenie terénu a zosúvanie pôdnych hmôt smerom k vodnej ploche – na základe analýzy fotografií a videozáznamov zhotovených dronom.

O3: Žiaci budú schopní usporiadať a zdokumentovať svoje vizuálne pozorovania jasným a štruktúrovaným spôsobom a vytvoriť jednoduché záznamy podporujúce komunikáciu a základné hodnotenie poškodenia terénu.

O4: Žiaci si rozvinú povedomie o bezpečnosti, tímovej spolupráci a zodpovednom rozhodovaní prostredníctvom vykonávania inšpekčných úloh pomocou dronu v nestabilnom prostredí po zemetrasení.

8. ROZVOJ KLÚČOVÝCH KOMPETENCIÍ

1. Komunikácia a jazyky

- Kompetencia v oblasti gramotnosti (porozumenie a tvorba textov)
- Komunikácia v odbornom a praovnom prostredí
- ☐ Viacjazyčná kompetencia

2. Matematické, prírodovedné, technické a odborné zručnosti

- ☐ Matematická kompetencia
- Kompetencia v oblasti prírodných vied, technológií a inžinierstva (STEM)
- ☐ Numerické zručnosti uplatňované pri pracovných úlohách
- Interpretácia technických informácií (návody, schémy, normy)
- Odborné a technické zručnosti
- Realizácia praktických úloh

3. Digitálne kompetencie

- Digitálna kompetencia (všeobecná digitálna gramotnosť)
- Používanie digitálnych nástrojov v praovnom prostredí

4. Osobné, sociálne a profejné kompetencie

- Osobná a sociálna kompetencia a schopnosť učiť sa
- Tímová oráca a spolupráca
- Samostatnosť zodpovednosť
- Pracovná etik a profesionálne správanie
- Prispôsobivosť a flexibilita
- Spolupráca s nadriadenými a kolegami

5. Bezpečnosť, kvalita a udržateľnosť

- Uplatňovanie zásad bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP)
- Dodržiavanie postupov zabezpečenia kvality a pracovných štandardov
- Environmentálne povedomie a povedomie o udržateľnosti

6. Občianske a kultúrne kompetencie

- ☐ Občianska kompetencia
- Kultúrne povedomie a kompetencia kultúrneho prejavu

7. Tvorivosť, riešenie problémov a podnikavosť

- Riešenie problémov a kritické myslenie
- ☐ Podnikateľská kompetencia
- Iniciatíva a tvorivosť
- ☐ Rozhodovanie v reálnych pracovných situáciách

8. Pracovné učenie a integrácia do pracovného prostredia

- Začlenenie do pracovných postupov a každodenných pracovných činností
- Dodržiavanie odborných pokynov a pracovných postupov
- Používanie pracovných nástrojov, zariadení a technológií

Tento kontrolný zoznam spája kľúčové kompetencie Európskej únie pre celoživotné vzdelávanie so základnými kompetenciami požadovanými v európskom odbornom vzdelávaní a príprave (VET).

9. PREDCHÁDZJÚCE VEDOMOSTI/PREDPOKLADY

Od žiakov sa očakáva základné povedomie o typoch zmien terénu, ktoré môžu vzniknúť po prírodných udalostiach, ako sú zemetrasenia. Zahŕňa to všeobecnú schopnosť rozpoznať viditeľné prejavy, napríklad povrchové trhliny, nerovnomerné sadanie terénu, deformácie povrchu a pohyb pôdy smerom k nižšie položeným oblastiam, ako je breh jazera. Podrobné geotechnické znalosti sa nevyžadujú, žiaci by však mali byť schopní prostredníctvom vizuálneho pozorovania identifikovať nezvyčajné podmienky terénu.

Žiaci by mali poznať základné bezpečnostné zásady súvisiace s pohybom v okolí nestabilného alebo poškodeného terénu po zemetrasení. Patrí sem porozumenie významu dodržiavania bezpečných vzdialeností, vyhýbania sa viditeľne nestabilným oblastiam a zodpovedného správania počas inšpekčných činností vykonávaných pomocou dronu. Základná znalosť pravidiel bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci je nevyhnutná.

Na efektívne vykonanie úlohy by mali mať žiaci základné digitálne zručnosti. Patrí sem istota pri používaní ovládacieho rozhrania dronu, práci s kamerou a správe digitálnych fotografií a videozáznamov. Výhodou je schopnosť prehliadať, organizovať a vyhodnocovať obrazový materiál pomocou jednoduchých digitálnych nástrojov, pokročilý softvér ani analytické zručnosti sa však nevyžadujú.

Keďže sa aktivita realizuje v skupinách, žiaci by mali vedieť jasne komunikovať, spolupracovať so spolužiakmi a aktívne sa podieľať na spoločných úlohách. Podporuje sa praktický a samostatný prístup k riešeniu problémov, ako aj schopnosť reflektovať vlastné pozorovania, identifikovať rizikové miesta v obrazovom zázname a navrhnúť primerané a bezpečné opatrenia na základe zistených skutočností.

Celkovo sa medzi požadované vstupné vedomosti a zručnosti zaraďuje základné povedomie o podmienkach terénu po zemetrasení, znalosť základných bezpečnostných zásad, digitálne zručnosti, schopnosť tímovej spolupráce a komunikácie, ako aj schopnosť pozorovania, kritického myslenia a riešenia problémov.

10. Vyučovacia hodina

Fáza 1 – Úvod (Zaujať a zasadiť do kontextu)

V tejto fáze sa žiaci oboznámia s tým, ako môžu zemetrasenia ovplyvniť povrch terénu a prečo môžu byť ich následky výraznejšie v oblastiach nachádzajúcich sa v blízkosti vodných plôch, napríklad pri brehoch jazier. Prostredníctvom jednoduchých vysvetlení sa dozvedia, že zemetrasenia môžu spôsobiť vznik povrchových trhlín, nerovnomerné sadanie terénu a pohyb pôdy smerom k vodnej ploche. Zdôrazňuje sa, že takéto zmeny môžu viesť k nestabilite terénu a zvýšenému riziku, v dôsledku čoho môže byť kontrola priamo v teréne nebezpečná.

Žiakom je predstavená technológia dronov ako bezpečný a bezkontaktný nástroj na pozorovanie poškodenia terénu po zemetrasení. Dozvedia sa, že drony umožňujú vykonávať vizuálnu kontrolu z bezpečnej vzdialenosti bez potreby pohybu po nestabilnom alebo klzkom podloží. Súčasťou úvodu sú aj základné informácie o podmienkach po zemetrasení, vrátane možnosti následných otrasov, výskytu nestabilného terénu a potreby zvýšenej opatrnosti pri práci v blízkosti vodných plôch a poškodených oblastí.

Učiteľ predstaví krátke ukážky fotografií alebo videozáznamov demonštrujúcich vizuálnu kontrolu poškodenia terénu pozdĺž brehu jazera pomocou dronu. Žiaci spoločne analyzujú typické prejavy deformácií spôsobených zemetrasením, ako sú povrchové trhliny, nerovný terén, zaplavené miesta alebo posunuté chodníky, a diskutujú o tom, čo môžu tieto prejavy naznačovať.

Cieľom úvodnej fázy je pomôcť žiakom pochopiť význam tejto úlohy, uvedomiť si riziká spojené s poškodeným a nestabilným terénom po zemetrasení a oboznámiť sa so základnými bezpečnostnými pravidlami a vzdelávacími cieľmi. Aktivita pripravuje žiakov na praktickú časť výučby a vedie ich k zodpovednému a profesionálnemu prístupu pri vykonávaní vizuálnych kontrol pomocou dronov.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=17kBvfGjI8c>
<https://www.youtube.com/watch?v=Q8ILQMrDmPM&t=6s>
<https://www.youtube.com/watch?v=2kLedQOI0vQ>

Fotografia/schéma:



Obrázok 1. Celkový záber z dronu zobrazujúci bočné rozšírenie a posun pôdy pozdĺž brehu jazera po zemetrasení.

Usmerňujúce otázky / Diskusia v triede:

- Ako môžu zemetrasenia ovplyvniť povrch terénu?
- Prečo môže byť poškodenie terénu v blízkosti vodných plôch obzvlášť nebezpečné?
- Aké bezpečnostné riziká si musíme uvedomovať pri pohybe v teréne po zemetrasení?
- Ako môžu drony prispieť k bezpečnejšej kontrole nestabilného terénu po zemetrasení?

Fáza 2 – Skúmanie (Analyzovať a porovnávať)

V tejto fáze žiaci pracujú v malých skupinách a plánujú spôsob vykonania vizuálnej kontroly oblasti pri brehu jazera postihnutej zemetrasením pomocou dronu. Najskôr posudzujú celkový vzhľad územia a pripomínajú si typické prejavy poškodenia terénu spôsobené zemetrasením, o ktorých sa učili v predchádzajúcej časti. Cieľom je zabezpečiť, aby bola vizuálne pokrytá celá sledovaná oblasť a aby boli rizikové miesta jasne identifikované.

Následne žiaci analyzujú dostupné fotografie a videozáznamy zhotovené dronom a porovnávajú stav jednotlivých častí brehu jazera. Identifikujú viditeľné prejavy poškodenia, ako sú povrchové trhliny, nerovnomerné sadanie terénu, pohyb pôdy smerom k vodnej ploche a zaplavené úseky. Zároveň sa učia systematicky organizovať obrazový materiál, označovať rizikové oblasti a zaznamenávať svoje pozorovania jasným, prehľadným a systematickým spôsobom.

Dôležitou súčasťou tejto fázy je skupinová diskusia, počas ktorej žiaci spoločne rozhodujú, ktoré časti územia sa javia ako najkritickejšie a vyžadujú podrobnejšiu kontrolu. Počas celej aktivity uplatňujú základné zásady bezpečnosti práce a rozvíjajú svoje digitálne zručnosti pri práci s obrazovými údajmi získanými pomocou dronu.

Fotografia/schéma:



Obrázok 2. Pohľad zhora z dronu zobrazujúci počiatočné povrchové trhliny a nerovnomerné sadanie terénu pozdĺž spevnenej plochy pri brehu jazera po zemetrasení.



Obrázok 3. Záber z dronu zobrazujúci prechodovú zónu medzi nepoškodeným terénom a oblasťou brehu jazera zasiahnutou zemetrasením.



Obrázok 4. Záber z dronu zobrazujúci popraskaný peší chodník v susedstve vodou nasýteného terénu po zemetrasení.



Obrázok 5. Záber z dronu zobrazujúci začínajúci bočný posun pôdy a čiastočné zaplavenie spevnenej plochy pozdĺž brehu jazera po zemetrasení.



Obrázok 6. Záber z dronu zobrazujúci deformáciu vegetačného pokryvu a terénu postupujúcu smerom k brehu jazera po zemetrasení.



Obrázok 7. Záber z dronu zobrazujúci nahromadené trosky poukazujúce na zrútenie pôvodných konštrukcií po zemetrasení.



Obrázok 8. Šikmý záber z dronu zobrazujúci zónu zmiešaného posunu pôdy a vegetačného pokryvu po zemetrasení.



Obrázok 9. Záber z dronu zobrazujúci zrútenú spevnenú plochu pri brehu jazera s viditeľnou rotáciou povrchu po zemetrasení.



Obrázok 10. Celkový záber z dronu zobrazujúci posunutý terén za zónou porušenia brehu jazera, naznačujúci smer bočného rozširovania pôdy a nahromadené zvyšky po zemetrasení.



Obrázok 11. Naklonená vegetácia a erózia brehovej línie naznačujúce bočný pohyb pôdy smerom k jazeru.

Usmerňujúce otázky / Diskusia v triede:

- Ako môžeme zabezpečiť, aby vizuálna kontrola pokryla celý úsek brehu jazera?
- Ktoré viditeľné prejavy naznačujú pohyb pôdy po zemetrasení?
- Ktoré oblasti sa javia ako najrizikovejšie alebo najnaliehavejšie na kontrolu a prečo?
- Ako môžeme počas tejto úlohy efektívne spolupracovať v skupine?

Skupinová aktivita:

- V skupinách žiaci analyzujú fotografie alebo videozáznamy brehu jazera zhotovené pomocou dronu.
- Identifikujú poškodené alebo rizikové oblasti a určia ich prioritu podľa závažnosti.
- Každá skupina pripraví stručné zhrnutie, jednoduchú schému alebo krátku prezentáciu svojich zistení.

Fáza 3 – Aplikácia (Praktická činnosť)

Praktická aktivita:

Praktická činnosť (Aplikovať a vytvárať)

V tejto fáze žiaci uplatnia získané vedomosti pri vizuálnej kontrole brehu jazera postihnutého pohybmi pôdy spôsobenými zemetrasením pomocou dronu. Cieľom je precvičiť systematický zber obrazových údajov, rozpoznávanie prejavov poškodenia terénu a jasné dokumentovanie pozorovaní. Prostredníctvom praktickej činnosti si žiaci rozvíjajú digitálne zručnosti, schopnosť riešiť problémy a tímovú spoluprácu.

Príprava pred vykonaním úlohy

Žiaci pracujú v skupinách a skontrolujú, či je dron pripravený na bezpečnú prevádzku a či je miesto vzletu stabilné a vhodné. Zopakujú si bezpečnostné pravidlá so zameraním na riziká, ako sú nestabilný terén, blízkosť vodnej plochy a nerovný povrch.

Zhotovenie a vyhodnotenie obrazového materiálu

Žiaci sa striedajú pri ovládaní dronu a zhotovujú fotografie a videozáznamy jednotlivých častí brehu jazera. Osobitnú pozornosť venujú oblastiam s viditeľnými trhlinami, sadaním terénu alebo pohybom pôdy smerom k vodnej ploche. Po ukončení letu spoločne analyzujú získaný obrazový materiál a zaznamenajú najdôležitejšie pozorovania.

Dokumentácia a odporúčania

Každá skupina usporiada svoje pozorovania do jednoduchej dokumentácie, napríklad vo forme stručnej správy, tabuľky alebo súboru označených fotografií. Žiaci diskutujú o tom, ktoré oblasti by mali byť považované za prioritné, a na základe vizuálnych dôkazov navrhnu primerané a bezpečné následné opatrenia.

Bezpečnosť, ochrana zdravia a etické zásady

Počas celej aktivity sa kladie dôraz na bezpečnosť a zodpovedné správanie. Žiaci dodržiavajú pravidlá prevádzky dronov, neustále sledujú svoje okolie a zabezpečia, aby vykonávaná kontrola neohrozovala osoby ani životné prostredie.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=D1hIHhadTqc>

Fotografia/Schéma:



Obrázok 12. Detailný záber z dronu zobrazujúci popraskané betónové dosky v blízkosti brehovej línie, poukazujúce na lokálne porušenie spôsobené bočným posunom pôdy.



Obrázok 13. Záber z dronu zobrazujúci zrútenú konštrukciu na brehu jazera čiastočne zaplavenú vodou v dôsledku bočného rozširovania a posunu pôdy.



Obrázok 14. Nahromadené trosky zrútených konštrukcií a deformovaný povrch svahu pri brehu jazera, poukazujúce na výrazný pohyb pôdy smerom k vodnej ploche po zemetrasení.



Obrázok 15. Detailný záber z dronu zobrazujúci zrútenú železobetónovú konštrukciu čiastočne zaplavenú pri brehu jazera, s viditeľnými prejavmi výrazného bočného pohybu pôdy a porušenia základovej konštrukcie.



Obrázok 16. Zaplavená parková konštrukcia viditeľná pod hladinou jazera.



Obrázok 17. Posunutý oporný múr a vychýlené rady stromov naznačujúce bočné rozširovanie pôdy a nerovnomerný pohyb terénu smerom k brehu jazera.

Fáza 4 – Reflexia a upevnenie poznatkov (Prezentovať a prepájať súvislosti)

Skupinové prezentácie: V tejto fáze každá skupina prezentuje výsledky svojej vizuálnej kontroly brehu jazera vykonanej pomocou dronu. Žiaci opíšu zistené prejavy poškodenia terénu, určia miesta ich výskytu a vysvetlia, akým spôsobom stanovili priority jednotlivých oblastí. Na zrozumiteľnú prezentáciu priebehu kontroly a hlavných zistení využívajú fotografie a krátke videozáznamy zhotovené dronom.

Diskusia v triede

Pod vedením učiteľa žiaci diskutujú o nasledujúcich témach:

- Ktoré typy poškodenia terénu boli najvýraznejšie a prečo sú dôležité pri hodnotení následkov zemetrasenia?

- Ako využitie dronu prispelo k bezpečnej vizuálnej kontrole nestabilného terénu po zemetrasení?
- Ktoré zásady bezpečnosti je nevyhnutné vždy dodržiavať pri práci v prostredí postihnutom zemetrasením?
- Ako by bolo možné proces vizuálnej kontroly pomocou dronu zlepšiť pri budúcich aktivitách?

Reflexívna aktivita

Žiaci vypracujú krátku individuálnu alebo skupinovú reflexiu. Zamyslia sa nad tým, čo sa naučili o zemetraseniach, poškodení terénu a možnostiach využitia dronov pri vizuálnej kontrole. Zároveň zhodnotia svoj prínos pre skupinovú prácu a identifikujú zručnosti, ktoré počas aktivity rozvíjali, napríklad schopnosť pozorovania, tímovej spolupráce, rozhodovania a digitálnej gramotnosti.

Cieľom záverečnej fázy je prehĺbiť získané poznatky, prepojiť teoretické vedomosti s praktickými skúsenosťami a pomôcť žiakom uvedomiť si vlastný pokrok, ako aj oblasti, v ktorých sa môžu ďalej rozvíjať.

11. Hodnotiace kritériá

Kvízy s uzavretými alebo otvorenými otázkami

Žiaci vyplnia kvíz zameraný na overenie ich teoretického a praktického porozumenia vizuálnej kontrole pomocou dronu, rozpoznávaniu poškodenia terénu po zemetrasení a bezpečnostným požiadavkám pri práci v rizikových oblastiach, napríklad pri brehoch jazier. Otázky môžu mať formu výberu z možností, tvrdení pravda/nepravda alebo krátkych otvorených odpovedí.

1. Úloha:

Prečo je použitie dronu bezpečnou metódou na kontrolu poškodenia terénu pozdĺž brehu jazera po zemetrasení?

2. Aká je hlavná výhoda vizuálnej kontroly pomocou dronu v porovnaní s kontrolou brehu jazera zasiahnutého zemetrasením z bezprostrednej blízkosti?

Vyber správnu odpoveď.

- a) Je rýchlejšia.
- b) Je bezpečnejšia.
- c) Umožňuje pozorovať rizikové alebo ťažko dostupné oblasti.
- d) Všetky uvedené možnosti.

3. Ktorá z nasledujúcich situácií NIE JE vhodná na vykonanie kontroly pomocou dronu pozdĺž brehu jazera po zemetrasení?

Vyber správnu odpoveď.

- a) Slabý vietor.
- b) Preplnený priestor s veľkým počtom osôb v blízkosti.

- c) Jasné a pokojné počasie.
d) Bezpečné miesto na vzlet a pristátie.

4. Úloha:

Identifikuj hlavné prvky terénu, ktoré by sa mali skontrolovať počas vizuálnej kontroly brehu jazera po zemetrasení, a stručne vysvetli, prečo je každý z nich dôležitý.

5. Uveď dve oblasti pozdĺž brehu jazera, ktoré môžu byť po zemetrasení obzvlášť rizikové.

6. Aké opatrenie je potrebné prijať, ak je na zázname z dronu viditeľný pohyb pôdy alebo nestabilná oblasť postupujúca smerom k vodnej ploche?

Nástroje sebahodnotenia na individuálnu reflexiu

Každý žiak vyplní sebahodnotiaci formulár, v ktorom zhodnotí svoj výkon počas praktickej aktivity. Sebahodnotenie sa zameriava najmä na:

- ako bezpečne a zodpovedne používal dron,
- ako presne identifikoval poškodenia terénu,
- ako jasne a systematicky dokumentoval svoje pozorovania,
- ako efektívne prispieval k tímovej spolupráci.

Sebahodnotenie pomáha žiakom rozpoznať vlastné silné stránky a identifikovať oblasti, v ktorých sa môžu ďalej zlepšovať.

Kritérium	1	2	3	4	5
Dokázal/-a som rozpoznať poškodenie terénu spôsobené zemetrasením.					
Dron som použil bezpečne a zodpovedne					
Svoje zistenia som zdokumentoval/-a jasne a zrozumiteľne.					
Aktívne som prispel k skupinovej práci					

Protokol rovesníckeho hodnotenia na spoločné hodnotenie práce

Žiaci počas skupinovej práce vzájomne hodnotia prínos svojich spolužiakov. Rovesnícke hodnotenie sa zameriava na:

- efektívnosť plnenia zverených úloh,
- kvalitu komunikácie v tíme,
- spoluprácu a tímovú prácu,
- spoločné rozhodovanie pri riešení úloh.

Rovesnícke hodnotenie pomáha žiakom porozumieť rôznym pohľadom na riešenie úloh a využívať konštruktívnu spätnú väzbu na zlepšovanie vlastnej práce aj tímovej spolupráce.

Kritérium	1	2	3	4	5
Spolupráca a tímová práca					
Presnosť identifikácie poškodenia terénu					
Komunikácia a participácia					

Portfólio s vybranými výstupmi a dokumentáciou procesu učenia

Žiaci vytvoria vzdelávacie portfólio, ktoré dokumentuje ich prácu a pokrok počas vizuálnej kontroly brehu jazera postihnutého zemetrasením pomocou dronu. Portfólio poskytuje dôkazy o získaných vedomostiach, reflexii a rozvoji zručností v jednotlivých fázach aktivity.

Portfólio môže obsahovať najmä:

- snímky obrazovky alebo vybrané fotografie z videozáznamov z dronu zobrazujúce zistené poškodenia terénu,
- stručné písomné opisy identifikovaných poškodení a rizikových oblastí,
- poznámky o bezpečnostných opatreniach a rozhodnutiach prijatých počas vizuálnej kontroly,
- jednoduché tabuľky alebo označené fotografie sumarizujúce zistenia a stanovené priority,
- skupinové prezentačné snímky alebo vizuálne zhrnutia výsledkov.

Súčasťou portfólia sú aj krátke reflexie procesu učenia, napríklad:

- čo sa žiak naučil o správaní terénu po zemetrasení v blízkosti vodných plôch,
- ako využitie dronu prispelo k bezpečnej a efektívnej vizuálnej kontrole,
- s akými problémami sa počas aktivity stretol a ako ich riešil,
- ktoré zručnosti rozvíjal, napríklad pozorovanie, tímovú spoluprácu, rozhodovanie a digitálnu gramotnosť.

Portfólio umožňuje žiakovi preukázať nielen konečné výsledky práce, ale aj svoje porozumenie problematike, spôsob uvažovania a osobný pokrok počas celej vzdelávacej aktivity. Zároveň podporuje reflexívne učenie a poskytuje prehľadný záznam individuálneho prínosu aj skupinovej spolupráce.

12. Učebné materiály

1-

Resource	Link

2- FLIGHT Kit (komponenty vlastného dronu):

- ☐ BME680 – teplota, vlhkosť, tlak, prchavé organické zlúčeniny
- ☐ Laser PM2.5 senzor – pevné častice
- ☐ MQ7 plynový senzor – CO detekcia
- ☐ GUVA-S12SD – UV intenzita

13. Externé zdroje

Resource	Link

14. Referencie

Bray, J. D., & Dashti, S. (2014). Liquefaction-induced building movements. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 12(3), 1129-1156.

Educational resources on drone-based visual inspections

Karamitros, D. K., Bouckovalas, G. D., & Chaloulos, Y. K. (2013). Insight into the seismic liquefaction performance of shallow foundations. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 139(4), 599-607.

Occupational Health and Safety guidelines for post-disaster inspections

Rathje, E. M., & Franke, K. (2016). Remote sensing for geotechnical earthquake reconnaissance. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 91, 304-316.

Youd, T. L., & Idriss, I. M. (2001). Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 127(4), 297-313.