



Monitorovanie kvality ovzdušia v blízkosti prírodného ložiska síry

FLIGHT RESOURCE CENTER

Training 2000



This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union

Obsah

Obsah

- **STRUČNÝ OPIS**
- **CIEĽOVÁ SKUPINA**
- **OBLASŤ PREDMETU**
- **TYP**
- **POUŽITÝ DRON**
- **TRVANIE**
- **VZDELÁVACIE CIELE**
- **ROZVÍJANÉ KLÚČOVÉ KOMPETENCIE**
 1. Komunikácia a jazyky
 2. Matematické, prírodovedné, technické a odborné zručnosti
 3. Digitálne kompetencie
 4. Osobné, sociálne a profesijné kompetencie
 5. Bezpečnosť, kvalita a udržateľnosť
 6. Občianska a kultúrna kompetencia
 7. Tvorivosť, riešenie problémov a podnikavosť
 8. Učenie sa prácou a integrácia na pracovisku
- **Predchádzajúce vedomosti**
- **Osnova projektu**
 - Fáza 1 – Úvod (zapojenie a uvedenie do kontextu)
 - Fáza 2 – Skúmanie (preskúmaj a porovnaj)
 - Fáza 3 – Aplikácia (praktická činnosť)
 - Fáza 4 – Reflexia a upevnenie (prezentuj a prepájaj)
- **Kritériá hodnotenia**
- **Učebné materiály**
- **Externé zdroje**
- **Referencie**

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**

• STRUČNÝ OPIS

Tento projekt vedie žiakov k pochopeniu, že drony môžu byť dôležitým nástrojom na zber údajov. V tomto konkrétnom prípade bol na získavanie údajov použitý vlastný dron s cieľom skúmať a porovnávať kvalitu ovzdušia v geotermálnych zónach.

Geotermálne oblasti sú aktívne zóny, v ktorých zemská kôra uvoľňuje zmes tepla a rôznych plynov. Na rozdiel od továrne, ktorá môže vypúšťať jednu konkrétnu chemickú látku, geotermálna oblasť uvoľňuje „koktail“ atmosférických zložiek. Keďže bez laboratória nemožno vždy presne rozlíšiť, ktorá konkrétna prchavá organická zlúčenina (VOC) na báze síry je prítomná, zameriavame sa na **celkovú kvalitu ovzdušia**.

Meranie kvality ovzdušia pomocou pozemných senzorov si často vyžaduje mnoho návštev lokality a dlhý čas práce v nebezpečnom teréne (nestabilný povrch alebo vysoké teploty). Tieto pozemné metódy sú pomalé a môžu pokryť iba malé, bezpečné oblasti.

Žiaci pripravujú záznamník kvality ovzdušia s GPS, pripedia ho k dronu, naplánujú jednoduchú letovú trasu a dron ovládajú. Proces dokumentujú fotografiami a krátkymi videami, ktoré sa neskôr stanú učebnými materiálmi. Bezpečnostné aspekty je potrebné priebežne zdôrazňovať. Tento proces umožňuje žiakovi vizualizovať „environmentálnu stopu“ vlastnej energie Zeme.

• CIEĽOVÁ SKUPINA

15

16

17

18

Nad 18 rokov

• OBLASŤ PREDMETU

Poľnohospodárstvo

Reakcia na katastrofy

Stavebníctvo

Vodné hospodárstvo

Ochrana životného prostredia

Iné

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union

● TYP

Plán vyučovacej hodiny

Projekt

Aktivita

● POUŽITÝ DRON

Vlastný dron

Komerčný dron (DJI)

● TRVANIE

- 1 × 45-minútová vyučovacia hodina
- 1 × 60-minútová vyučovacia hodina
- 1 × 90-minútový blok
- 2 × 45-minútové vyučovacie hodiny
- 2 × 60-minútové vyučovacie hodiny
- Dvojhodinový blok (2 × 60 minút); voliteľná domáca úloha založená na projektovom vyučovaní.

● VZDELÁVACIE CIELE

O1: Identifikovať a porovnať rozdiely v celkovej kvalite ovzdušia v geotermálnych zónach. Žiaci rozpoznávajú, ako geotermálna aktivita a vietor ovplyvňujú koncentráciu prchavých organických zlúčenín (VOC) vo všeobecnosti. Pochopia, že pokles odporu senzora signalizuje vyššiu koncentráciu plynov, čo im umožní zmapovať celkový vplyv geotermálnej oblasti na okolité prostredie.

O2: Naplánovať a uskutočniť bezpečnú a zodpovednú letovú misiu dronu na zber geolokalizovaných údajov o kvalite ovzdušia nad simulovanou alebo reálnou záujmovou oblasťou v súlade so stanovenými predletovými bezpečnostnými postupmi.

O3: Analyzovať a vizualizovať zozbierané údaje zo senzorov vyčistením zaznamenaného súboru .csv a zmapovaním letovej trasy dronu spolu s príslušnými údajmi o kvalite ovzdušia v geotermálnej zóne.

O4: Interpretovať údaje, vyvodiť závery o vzorcoch kvality ovzdušia a diskutovať o úlohe dronových technológií pri monitorovaní environmentálnych parametrov.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union

● ROZVÍJANÉ KLÚČOVÉ KOMPETENCIE

1. Komunikácia a jazyky

- Kompetencia gramotnosti (porozumenie a tvorba písomných/ústnych textov)
- Komunikácia v odbornom kontexte
- Viacjazyčná kompetencia

2. Matematické, prírodovedné, technické a odborné zručnosti

- Matematická kompetencia
- Prírodovedná, technologická a inžinierska kompetencia (STEM)
- Numerická gramotnosť uplatňovaná pri pracovných úlohách
- Interpretácia technických informácií (manuály, schémy, normy)
- Odborné/technické zručnosti
- Realizácia praktických úloh

3. Digitálne kompetencie

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

4. Osobné, sociálne a profesijné kompetencie

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

5. Bezpečnosť, kvalita a udržateľnosť

- Uplatňovanie noriem bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP)
- Postupy kvality a normy na pracovisku
- Environmentálne povedomie a povedomie o udržateľnosti

6. Občianska a kultúrna kompetencia

- Občianska kompetencia
- Kultúrne povedomie a kompetencia vyjadrovania

7. Tvorivosť, riešenie problémov a podnikavosť

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

8. Učenie sa prácou a integrácia na pracovisku

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

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**

Tento kontrolný zoznam spája kľúčové kompetencie EÚ pre celoživotné vzdelávanie so základnými kompetenciami očakávanými v európskom odbornom vzdelávaní a príprave (OVP).

• Predchádzajúce vedomosti

Žiaci by mali mať základné znalosti bezpečnostných postupov pri pilotovaní dronov a základov elektroniky vrátane skúseností so zapájaním komponentov na kontaktnom poli. Pokročilé znalosti programovania nie sú pre tento projekt nevyhnutné, odporúča sa však praktická znalosť prostredia Arduino IDE. Žiaci by mali vedieť nastaviť IDE pre dosku ESP8266 a nahrať kód do mikrokontroléra podľa materiálov príručky FLIGHT KIT.

Základné povedomie o všeobecných environmentálnych problémoch pomôže žiakom zaradiť cieľ projektu do kontextu a zapojiť sa do diskusie o reálnych dôsledkoch ich zistení.

• Osnova projektu

Fáza 1 – Úvod (zapojenie a uvedenie do kontextu)

Vyučovacia jednotka sa začína skúmaním osobitnej atmosférickej chémie geotermálnych zón. Žiaci sa dozvedia, že v tomto geotermálnom prostredí je vzduch bohatý na prirodzené sopečné plyny, predovšetkým sýrovodík a oxid siričitý, známe charakteristickým zápachom „pokazených vajec“.

Pozornosť sa následne presúva na miestnu oblasť sírnych prameňov ako reálny príklad **prírodného znečistenia**. Žiaci sa dozvedia, že oblasti sírnych prameňov sú „ohniskami“ pre **prchavé organické zlúčeniny (VOC)** a plyny na báze síry. Tieto plyny nie sú známe iba zápachom „pokazených vajec“, vo vysokých koncentráciách môžu pôsobiť korozívne na infraštruktúru a dráždiť ľudský dýchací systém.

Žiaci sa oboznámia s vlastným dronom vybaveným špecializovaným senzorovým užitočným zaťažením – senzorom BME680 na monitorovanie environmentálnych parametrov, ako sú teplota (°C), vlhkosť (%), tlak (hPa), odpor plynového senzora (kΩ) a nadmorská výška (m).

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union



Pohľad na miestnu oblasť sírnych prameňov

Usmerňujúce otázky:

1. Aké typy látok znečisťujúcich ovzdušie sa môžu vyskytovať v blízkosti geotermálneho prostredia a aké sú ich zdroje?
2. Prečo je použitie dronu na túto úlohu efektívnejšie než meranie zo zeme?
3. S akými problémami sa môžeme stretnúť pri lete dronu a zbere údajov v reálnom prostredí?

Fáza 2 – Skúmanie (preskúmaj a porovnaj)

V tejto fáze žiaci prechádzajú od všeobecnej diskusie o kvalite ovzdušia k podrobnejšiemu skúmaniu toho, ako možno drony a senzory bezpečne a efektívne využívať na zber environmentálnych údajov v ťažko dostupných prírodných oblastiach. Cieľom je pochopiť možnosti a obmedzenia použitia vlastného dronu s vlastným systémom snímania kvality ovzdušia.

Žiaci sa najprv oboznámia s komponentmi záznamníka kvality ovzdušia. Lektor vysvetlí úlohu jednotlivých prvkov: senzor BME680 meria teplotu, vlhkosť, tlak a VOC, senzor MQ-7 meria úroveň oxidu uhoľnatého, mikrokontrolér ESP8266 riadi zber údajov a SD karta údaje ukladá. Na lepšie pochopenie sú vhodné tieto príručky:

- [2.2.1. Začíname s NodeMCU](#)
- [2.2.2. Moduly environmentálneho snímania](#)
- [2.2.3 Zber údajov, zaznamenávanie a prevádzka v teréne](#)

Lektor následne predstaví vlastný dron MayFly a jeho využitie pri ochrane životného prostredia.

Pozornosť sa potom venuje výzvam spojeným s pripevnením vlastného užitočného zaťaženia k dronu. Dôrazne sa zdôrazňuje potreba ponechať všetky bezpečnostné systémy zapnuté, čím sa podporuje zodpovedná a profesionálna prevádzka dronu.

Pomocou Google Maps si žiaci vyberú oblasť, v ktorej následne naplánujú let.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**



Panoramatický pohľad na park so sýrnymi prameňmi. Zdroj: Google Earth

Vo vybranom geotermálnom prostredí žiaci naplánujú strategickú letovú trasu na zachytenie gradientov kvality ovzdušia a VOC. Pomocou satelitného zobrazenia lokality skupiny určia konkrétne „ohniská“, kde sa očakávajú najvyššie koncentrácie plynov – sírovodíka a oxidu siričitého. V tomto prípade boli ako pozorovacie body vybrané bezprostredné atmosférické zóny, v ktorých pozdĺž brehu rieky vyvierajú sýrné pramene. Ide o kritickú oblasť skúmania, pretože pohyb vody a efekt „riečneho kaňonu“ môžu plyny buď zadržiavať pri povrchu, alebo ich odvádzať po prúde. Kontrolný bod proti smeru vetra slúži na meranie požadovej kvality ovzdušia pred ovplyvnením činnosťami v lokalite.



Pozorovacie body letového plánu. Zdroj: Google Earth

Skupiny diskutujú o výške letu, smere pohybu a miestach, kde môže byť potrebný pomalší let na zlepšenie kvality údajov a zníženie kývania užitočného

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

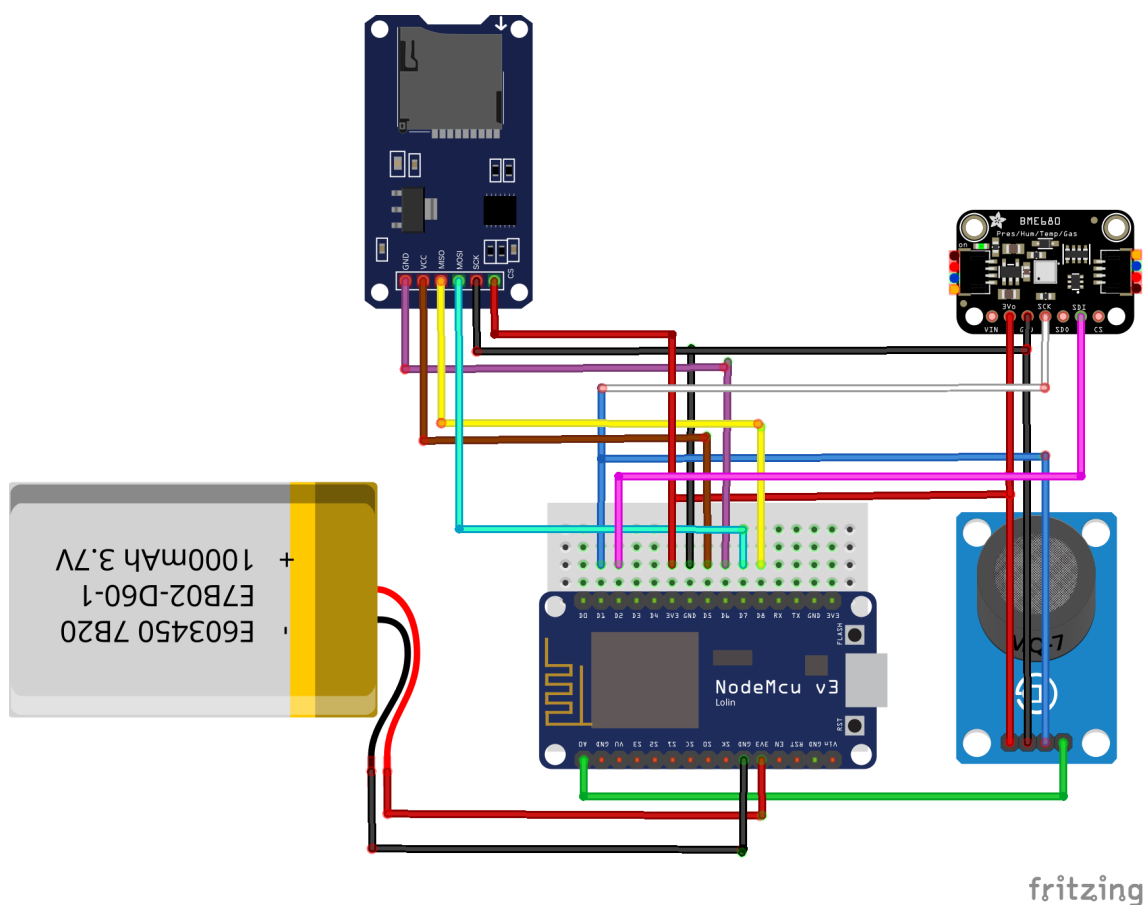


Co-funded by
the European Union

zaťaženia. Pred začatím úlohy treba žiakom zdôrazniť ohľadupnosť a zákaz lietania nad ľuďmi alebo budovami bez povolenia.

Fáza 3 – Aplikácia (praktická činnosť)

Vyučovacia jednotka sa začína krátkym predstavením technických príručiek, ktoré žiakov prevedú nastavením ESP8266, základným testovaním senzorov a prípravou SD karty. Pomocou dodanej schémy zapojenia a zdrojového kódu lektor vysvetlí, ako sa ESP8266 pripája k senzoru BME680, senzoru MQ-7 a SD karte, pričom sa zameria na účel jednotlivých komponentov. Žiaci nahrajú kód a pred integráciou systému s dronom overia, či sa údaje správne zaznamenávajú.



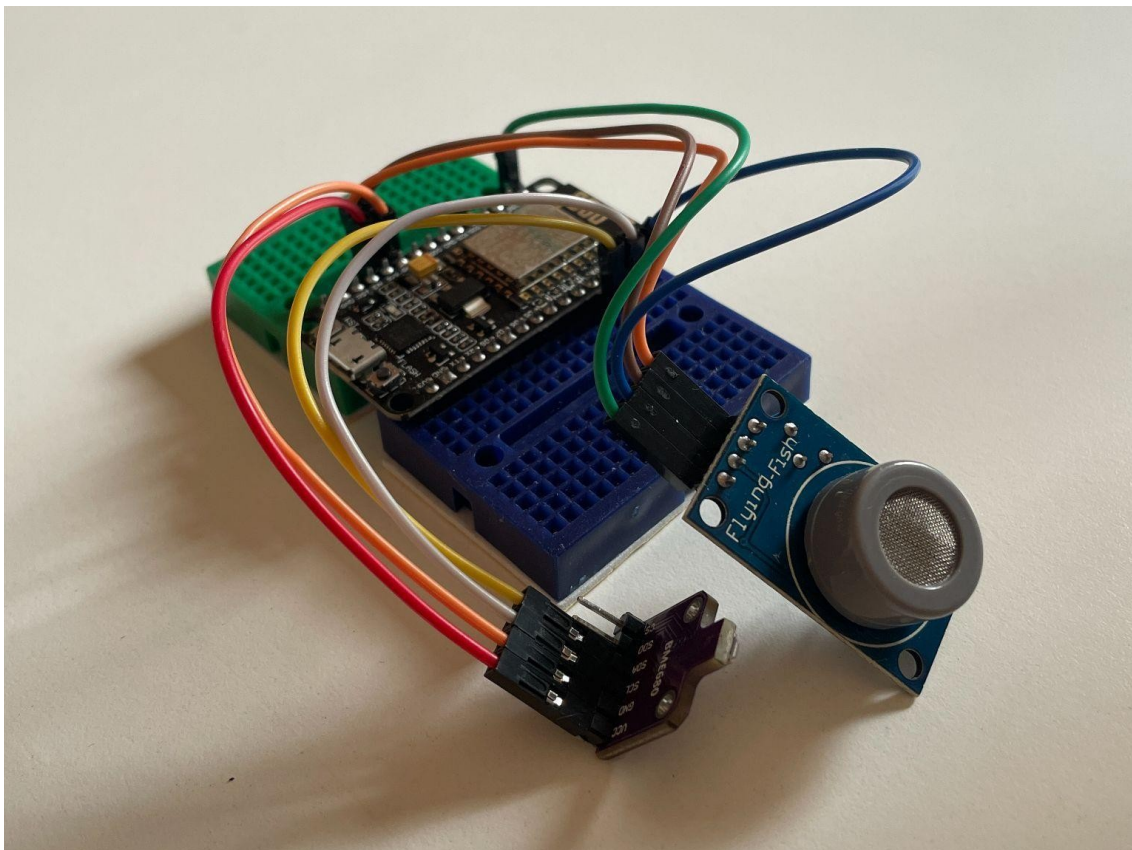
Uvedená schéma zapojenia slúži na ilustračné účely. Vzhľadom na dostupnosť na trhu a rôznych výrobcov sa fyzické komponenty vo vašej súprave môžu v porovnaní s obrázkami mierne líšiť farbou, tvarom alebo usporiadaním pinov.

Nespoliehajte sa iba na vizuálnu zhodu; pre správne zapojenie vždy skontrolujte označenia vytlačené priamo na vašich moduloch.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union



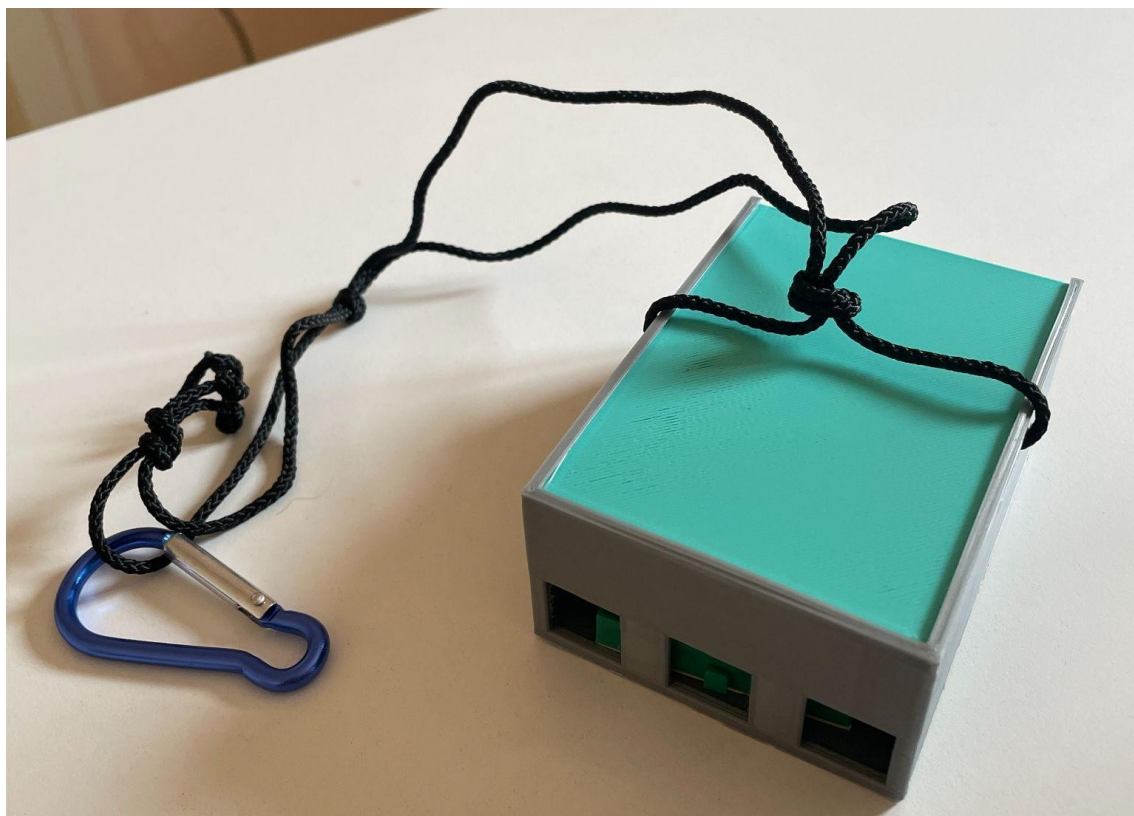
Integrácia senzora BME680 a plynového senzora MQ7

Žiaci následne zostavia systém zaveseného užitočného zaťaženia na vlastný dron. Užitočné zaťaženie je pod dronom zaistené suchým zipsom. Ďalšou možnosťou je použiť plastové lanko s karabínou na pripevnenie užitočného zaťaženia k vlastnému dronu. Pred letom sa vykoná kontrola, ktorá overí bezpečné upevnenie závesu užitočného zaťaženia a aktívne zaznamenávanie údajov.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**



Užitočné zataženie vlastného dronu

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**



Vlastný dron s užitočným zatažením

Let sa vykonáva pomaly a plynulo po naplánovanej trase s jemnými pohybmi, aby sa znížilo kývanie užitočného zataženia.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**



Rieka so sírnymi prameňmi (pozorovací bod 1)

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**



Rozhranie rieky a sírneho prameňa (pozorovací bod 5)

Po lete sa užitočné zaťaženie odpojí, dron bezpečne pristane a SD karta sa vyberie. Žiaci prenesú zaznamenané údaje do počítača.

Nasledujúca tabuľka zobrazuje výsledky monitorovania zaznamenané v určenom čase (22. decembra 2026). Údaje zaznamenané senzormi BME680 a MQ7 zahŕňajú teplotu, vlhkosť, odpor plynového senzora, nadmorskú výšku a úroveň CO a slúžia ako podklad na vytvorenie pracovného listu, ktorý môžu lektori používať so žiakmi.

Teplota (°C)	Vlhkosť (%)	Tlak (hPa)	Odpor plynového senzora (kΩ)	Nadmorská výška (m)	Úroveň CO (ppm/analógová hodnota)
15.32	68.93	992.71	5.65	172.26	244
15.17	68.34	992.72	7.64	172.43	321
14.99	68.02	992.70	10.98	172.60	394
14.89	68.07	992.70	14.42	172.51	459
14.85	68.67	992.70	17.86	172.51	509
14.84	69.00	992.71	21.47	172.51	560
14.82	69.20	992.70	25.13	172.43	579
14.80	69.23	992.70	28.71	172.51	618
14.76	69.10	992.70	32.10	172.51	640
14.71	68.76				

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



992.71

35.13

172.35

655

Tieto výsledky podporili hlavný cieľ misie (O4) tým, že preukázali účinnosť environmentálneho monitorovania pomocou dronov. Letový plán, vedený najmä medzi očakávanými ohniskami v miestach, kde pozdĺž brehu rieky vyvierajú sírne pramene, umožnil zber údajov o kvalite ovzdušia v blízkosti hlavných zdrojov emisií z prírodného ložiska síry. Misia názorne ukázala, ako možno dronovú technológiu vybavenú senzormi BME680 a MQ7 využiť ako nástroj, pomocou ktorého žiaci analyzujú vzorce kvality ovzdušia, interpretujú environmentálne údaje a diskutujú o úlohe diaľkového prieskumu pri detekcii kľúčových znečisťujúcich látok (VOC a CO) relevantných pre emisie v tejto prírodnej oblasti.

Fáza 4 – Reflexia a upevnenie (prezentuj a prepájaj)

Skupinové prezentácie

Každá skupina pripraví krátku prezentáciu, v ktorej zhrnie hlavné fázy projektu. Žiaci vysvetlia naplánovanú letovú trasu a predstavia údaje zozbierané v jednotlivých pozorovacích bodoch. Opíšu aj vzorce, ktoré zaznamenali v údajoch o kvalite ovzdušia, a diskutujú o možných príčinách rozdielov medzi lokalitami. Dôraz zostáva na interpretácii environmentálnych údajov, nie na vyvodzovaní definitívnych záverov.

Diskusia v triede:

Po prezentáciách lektor vedie diskusiu. Žiaci porovnajú výsledky jednotlivých skupín a identifikujú podobnosti a rozdiely vo vzorcoch znečistenia v skúmanej oblasti. Diskusia podporuje kritické myslenie o interpretácii údajov a obmedzeniach meraní pomocou dronov. Medzi kľúčové témy diskusie patria:

- Ako zmapované údaje zo senzorov pomáhajú identifikovať vzorce kvality ovzdušia v blízkosti geotermálnych lokalít.
- Aké obmedzenia má používanie krátkodobých meraní pomocou dronov.
- Ako premenné, napríklad aktuálna rýchlosť a smer vetra, ovplyvňujú koncentráciu a pohyb znečisťujúcich látok.
- Prečo sú bezpečnosť a zodpovedná prevádzka dronu nevyhnutné v každom prostredí.
- Ako môže tento typ údajov podporiť environmentálne povedomie alebo rozhodovanie.

Reflexná aktivita:

Na záver projektu žiaci vypracujú krátku individuálnu reflexiu podporenú usmerňujúcimi otázkami alebo písomnými podnetmi. Zamyslia sa nad technickým aj environmentálnym učením vrátane:

- Toho, čo sa naučili o zbere údajov o kvalite ovzdušia pomocou dronov.
- Toho, ako pilotovanie so zaveseným užitočným zaťažením ovplyvnilo rozhodovanie.
- Úlohy plánovania, bezpečnosti a tímovej práce pri úspešnej práci v teréne.
- Toho, ako môže znečistenie ovzdušia ovplyvniť mestský život a ľudské zdravie.

Kvíz

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by
the European Union

1. Ktorý z nasledujúcich plynov je silný skleníkový plyn bežne emitovaný v geotermálnej lokalite?
 - a) Oxid uhoľnatý (CO)
 - b) Sírovodík (H₂S)
 - c) Dusík (N₂)
 - d) Kyslík (O₂)
2. Použitie dronu na meranie kvality ovzdušia je efektívnejšie než meranie zo zeme, pretože dokáže pokryť väčšiu oblasť a dostať sa na ťažko dostupné miesta.
- Pravda/Nepravda
3. Uveďte dve možné výzvy pri lietaní s dronom na zber environmentálnych údajov v prírodnej geotermálnej lokalite.
4. Senzor BME680 dokáže merať všetky nasledujúce veličiny okrem:
 - a) Teploty
 - b) Priameho merania oxidu uhoľnatého (CO)
 - c) Vlhkosti
 - d) Odporu plynového senzora (VOC)
5. Ktorý typ látky znečisťujúcej ovzdušie deteguje senzor MQ-7?
 - a) Metán (CH₄)
 - b) Oxid uhoľnatý (CO)
 - c) Prchavé organické zlúčeniny (VOC)
 - d) Oxid dusičitý (NO₂)
6. Ktoré hlavné prirodzené sopečné plyny sa podľa textu vyskytujú v tomto geotermálnom prostredí?
 - a) Oxid uhoľnatý a kyslík
 - b) Sírovodík a oxid siričitý
 - c) Dusík a hélium
 - d) Čistý metán
7. Prečo sa „riečny kaňon“ (pozorovací bod 5) považuje za kritickú oblasť pre monitorovanie pomocou dronu?
 - a) Pretože je to jediné miesto, kde môže dron bezpečne pristáť.
 - b) Pretože pohyb vody a efekt kaňonu môžu zadržiavať plyny pri povrchu alebo ich odvádzať po prúde.
 - c) Pretože drony lietajú nad vodou rýchlejšie.
 - d) Pretože senzory potrebujú na zapnutie vysokú vlhkosť.
8. Ako ľudia zvyčajne vnímajú prítomnosť plynov na báze síry uvoľňovaných z týchto oblastí bez použitia elektronických senzorov?

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



- a) Silný zápach „pokazených vajec“
- b) Sladká ovocná vôňa
- c) Hustý čierny dym
- d) Hlasný syčivý zvuk

9. Pravda alebo nepravda: Prírodná geotermálna oblasť zvyčajne emituje iba jednu konkrétnu chemickú látku, takže presné určenie znečisťujúcej látky bez laboratória je veľmi jednoduché.

- a) Pravda
- b) Nepravda

10. Čo pri vyhodnocovaní letových údajov znamená pokles odporu plynového senzora (meraného v ohmoch senzorom BME680) vo vzťahu ku geotermálnej aktivite?

- a) Dron letel príliš vysoko a stratil signál.
- b) Ovzdušie je úplne čisté a bez znečisťujúcich látok.
- c) V danej oblasti je vyššia koncentrácia prchavých organických zlúčenín (VOC) a plynov na báze síry.
- d) Teplota rieky klesá.

Odpovede

1. b Sírovodík.
2. Pravda (Drony pokrývajú väčšie oblasti a umožňujú bezpečný prístup do nebezpečného geotermálneho terénu).
3. Otvorená odpoveď. (Prijateľné odpovede: nestabilný povrch, vysoké teploty, lietanie v podmienkach „riečneho kaňonu“, kývanie užitočného zaťaženia, zabezpečenie užitočného zaťaženia).
4. b (BME680 meria teplotu, vlhkosť, tlak a VOC; CO priamo NEMERIA).
5. b (Senzor MQ-7 je určený na detekciu oxidu uhoľnatého).
6. b (Sírovodík a oxid siričitý sú uvedené ako hlavné prirodzené sopečné plyny).
7. b (Efekt kaňonu môže zadržiavať plyny pri povrchu alebo ich odvádzať po prúde).
8. a (Sú známe charakteristickým zápachom „pokazených vajec“).
9. Nepravda (Text uvádza, že zemská kôra uvoľňuje „koktail“ atmosférických zložiek, preto je bez laboratória ťažké rozlíšiť jednotlivé VOC).
10. c (Pokles odporu senzora signalizuje vyššiu koncentráciu plynov/VOC)

● Kritériá hodnotenia

Vzdelávacie výsledky žiakov sa hodnotia podľa nasledujúcich kritérií:

- Žiak preukazuje pochopenie, že BME680 meria odpor plynového senzora (ohmy) ako nepriamy ukazovateľ kvality ovzdušia. Dokáže vysvetliť, že pokles odporu zvyčajne signalizuje vyššiu koncentráciu prchavých zlúčenín (VOC) a úrovní oxidu uhoľnatého emitovaných z geotermálnych lokalít.

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**

- Žiak sa podieľa na plánovaní letu a vysvetľuje rozhodnutia týkajúce sa trasy, výšky a bezpečnosti.
- Žiak efektívne pracuje v skupine, rešpektuje pridelené úlohy a prispieva k spoločným činnostiam.
- Žiak prezentuje informácie zrozumiteľne a svoje vysvetlenia podporuje vizuálnymi údajmi.
- Žiak reflektuje možnosti aj obmedzenia environmentálneho monitorovania pomocou dronov a uvedomuje si význam bezpečného a zodpovedného používania technológií.

• Učebné materiály

Zdroj	Odkaz
1. Vlastný dron MayFly	https://docs.google.com/document/d/1fFlacOnKI3LNpETiJVghhQkoenCvt5ct/edit?usp=drive_link&oid=110204741178376447896&rtpof=true&sd=true
2.2.1. Začínáme s NodeMCU	https://docs.google.com/document/d/1kQglg533Jtssm3LG2PeQFb5h1b1OKwSLQl-dx8GvcHM/edit?usp=drive_link
2.2.2. Moduly environmentálneho snímania	https://docs.google.com/document/d/1TaEKu4fmXjR0nPVU_rB5BKxXWu_l-oj9cHaotPzbTBc/edit?usp=drive_link
2.2.3 Zber údajov, zaznamenávanie a prevádzka v teréne	https://docs.google.com/document/d/19S4BqSk_Rdi75qzwWkpkeVnbt9otIEB-O9kfYv9Ww/edit?usp=drive_link

2 – Použitý FLIGHT Kit (komponenty vlastného dronu):

- BME680 – teplota, vlhkosť, tlak, VOC
- Laserový senzor PM2,5 – pevné častice
- Plynový senzor MQ7 – detekcia CO
- GUVVA-S12SD – intenzita UV žiarenia

• Externé zdroje

Zdroj	Odkaz
Emisie látok znečisťujúcich ovzdušie z dopravy v Európe (publikované 21. októbra 2025)	https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/emissions-of-air-pollutants-from

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**

Normy EÚ pre kvalitu ovzdušia, Európska komisia

https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/eu-air-quality-standards_en

• Referencie

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



**Co-funded by
the European Union**