



Monitorovanie prchavých organických zlúčenín (VOC) v
záhradníckych plodinách vo vyvýšených záhonoch pomocou
dronov

FLIGHT RESOURCE CENTER

DSU RCSOO “Kiro Burnaz”



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

1. STRUČNÝ OPIS

(MAX. 3000 ZNAKOV)

2. CIEĽOVÁ SKUPINA

3. OBLASŤ PREDMETU

4. TYP

5. POUŽITÝ DRON

6. TRVANIE

7. VZDELÁVACIE CIELE

8. 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

9. Predchádzajúce vedomosti / predpoklady

10. Osnova vyučovacej hodiny/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)

11. Kritériá hodnotenia

12. Učebné materiály

13. Externé zdroje

14. 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

1. STRUČNÝ OPIS

Táto vyučovacia jednotka predstavuje žiakom pojem prchavé organické zlúčeniny (VOC), ktoré uvoľňujú rastliny, a ich význam pri zisťovaní stresu rastlín a možných ochorení. Žiaci budú používať vlastný dron vybavený senzormi na monitorovanie emisií VOC zo záhradníckych plodín – cibule a špenátu – pestovaných vo vyvýšených záhonoch. Vyučovacia jednotka kladie dôraz na praktické skúsenosti s lietaním s dronom, environmentálnym monitoringom, zberom údajov a ich interpretáciou. Žiaci sa naučia prepájať úrovne VOC s ukazovateľmi zdravotného stavu rastlín, ako sú rýchlosť rastu, farba listov a príznaky stresu. Budú skúmať aj environmentálne faktory, ktoré ovplyvňujú emisie VOC, vrátane teploty, vlhkosti a vystavenia UV žiareniu. Na konci vyučovacej jednotky budú schopní zbierať údaje VOC, interpretovať ich a diskutovať o ich význame pre udržateľné riadenie pestovania plodín.

CIEĽOVÁ SKUPINA

- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18
- ☐ Nad 18 rokov

2. OBLASŤ PREDMETU

- ☐ Poľnohospodárstvo
- ☐ Reakcia na katastrofy
- ☐ Stavebníctvo
- ☐ Vodné hospodárstvo
- ☐ Ochrana životného prostredia
- ☐ Iné

3. TYP

- ☐ Plán vyučovacej hodiny
- ☐ Projekt
- ☐ Aktivita

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

4. POUŽITÝ DRON

Vlastný dron

- ☐ Komerčný dron (DJI)

5. TRVANIE

- ☐ 1 × 45-minútová vyučovací hodina
- ☐ 1 × 60-minútová vyučovací 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.

6. VZDELÁVACIE CIELE

- Pochopiť úlohu VOC vo fyziológii rastlín a v reakcii na stres
- Naučiť sa obsluhovať drony vybavené environmentálnymi senzormi na monitorovanie VOC v plodinách pestovaných vo vyvýšených záhonoch
- Analyzovať a interpretovať údaje VOC s cieľom odhaliť stres alebo skoré príznaky ochorenia cibule a špenátu
- Uplatňovať stratégie založené na údajoch na zlepšenie riadenia pestovania plodín a environmentálneho povedomia

7. ROZVÍJANÉ KĹÚČOVÉ 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

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

- ☐ 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

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

8. Predchádzajúce vedomosti / predpoklady

Žiaci by mali mať základné vedomosti o fyziológii rastlín, najmä o tom, ako rastliny reagujú na stres a ochorenia. Užitočná je znalosť základných pojmov environmentálneho monitoringu vrátane teploty, vlhkosti a kvality ovzdušia. Žiaci by mali poznať základy ovládania dronu vrátane bezpečnostných pravidiel a jednoduchej navigácie. Predchádzajúce skúsenosti so zberom údajov alebo interpretáciou grafov sú výhodou, nie sú však nevyhnutné.

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**

9. Osnova vyučovacej hodiny/projektu

Fáza 1 – Úvod (zapojenie a uvedenie do kontextu)

V tejto fáze sa žiaci oboznámia s **prchavými organickými zlúčeninami (VOC)** a ich úlohou vo fyziológii rastlín. VOC sú prirodzené chemické látky, ktoré rastliny uvoľňujú v reakcii na environmentálne podmienky, stres alebo možné patogény. Žiaci sa naučia, že monitorovanie VOC poskytuje **včasnú ukazovateľ stresu alebo ochorenia rastlín**, často ešte pred objavením sa viditeľných príznakov.

Učiteľ predstaví koncept vyvíšených záhonov a vysvetlí environmentálne faktory, ktoré môžu ovplyvňovať emisie VOC, ako sú teplota, vlhkosť, UV žiarenie, kvalita ovzdušia a pôdne podmienky. Žiaci pochopia, prečo boli ako príklady záhradníckych plodín zvolené cibuľa a špenát a ako sa ich emisie VOC líšia v závislosti od úrovne stresu a typu rastliny.

Táto fáza sa bude venovať aj tomu, ako môžu drony vybavené senzormi (BME680 pre VOC, senzor PM2,5, senzor CO a UV senzor) zbierať environmentálne údaje a údaje o zdravotnom stave rastlín v reálnom čase. Žiaci sa oboznámia s pracovným postupom: plánovanie letu dronu, umiestnenie senzorov, zaznamenávanie VOC a prepájanie údajov s ukazovateľmi zdravotného stavu rastlín.

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



Usmerňujúce otázky / diskusia v triede:

1. Čo sú VOC a prečo ich rastliny uvoľňujú?
2. Ako nám môžu VOC pomôcť odhaliť stres alebo ochorenie rastlín skôr, než sa objavia viditeľné príznaky?
3. Ktoré environmentálne faktory môžu zvýšiť alebo znížiť emisie VOC v plodinách pestovaných vo vyvýšených záhonoch?
4. Ako môžu technológie, ako sú drony a senzory, zlepšiť naše poznatky o zdravotnom stave plodín?

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**

5. Prečo môže cibuľa za podobných podmienok uvoľňovať viac VOC než špenát?

Fáza 2 – Skúmanie (preskúmaj a porovnaj)

V tejto fáze sa žiaci zameriavajú výlučne na **prchavé organické zlúčeniny (VOC)** ako ukazovatele fyziologickej aktivity a stresu záhradníckych plodín pestovaných vo vyvýšených záhonoch.

Pomocou dronu vybaveného **senzorom BME680 (iba funkcia VOC)**, žiaci zbierajú hodnoty VOC nad rôznymi časťami vyvýšených záhonov. Cieľom je sledovať, ako sa úrovne VOC líšia medzi jednotlivými plochami rastlín a v čase, a interpretovať, čo môžu tieto rozdiely naznačovať o stave rastlín.

Učiteľ vysvetlí, že rastliny prirodzene uvoľňujú VOC ako súčasť:

- Normálnych metabolických procesov
- Obranných mechanizmov proti škodcom alebo patogénom
- Reakcií na stres (vodný stres, mechanické poškodenie, ochorenie)

Žiaci sa naučia, že:

- Vyššie hodnoty VOC môžu naznačovať zvýšenú aktivitu rastliny alebo reakciu na stres.
- Postupný nárast môže naznačovať mierny alebo rozvíjajúci sa stres.
- Náhle výkyvy môžu naznačovať akútny stres alebo poškodenie rastliny.
- Stabilné úrovne VOC môžu odrážať zdravý a vyvážený stav rastlín.

Žiaci porovnávajú:

- Úrovne VOC v rôznych vyvýšených záhonoch
- Hodnoty VOC z rôznych dní
- Oblasti s viditeľnými rozdielmi medzi rastlinami (ak sa vyskytujú)

Fotografia/schéma:

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



Usmerňujúce otázky / diskusia v triede:

- Ktorý vyvýšený záhon vykazuje najvyššie emisie VOC?
- Sú úrovne VOC stabilné, postupne sa zvyšujú alebo prudko rastú?
- Čo by mohlo vysvetľovať rozdiely medzi záhonmi?
- Môžu vyššie úrovne VOC signalizovať stres rastlín? Prečo?
- Ako môže monitorovanie VOC pomôcť včas odhaliť problémy?

Krátky text alebo infografika:

Infografika znázorňujúca VOC ako ukazovatele stresu rastlín

Skupinová aktivita:

Žiaci pracujú v malých skupinách a:

1. Analyzujú údaje VOC zozbierané dronom.
2. Určia, ktorý vyvýšený záhon môže byť vystavený stresu.
3. Vytvoria jednoduchý graf zobrazujúci vývoj VOC v čase.
4. Stručne vysvetlia svoju interpretáciu.

Každá skupina pripraví krátke zhrnutie na prezentáciu vo Fáze 4.

Fáza 3 – Aplikácia (praktická činnosť)

Praktická aktivita:

Žiaci lietajú s dronom nad vyvýšenými záhonmi podľa vopred stanovenej mriežky. Pomocou senzora BME680 zbierajú údaje VOC a pomocou ďalších senzorov environmentálne údaje (teplota, vlhkosť).

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

Údaje zaznamenávají a analyzují v malých skupinách a porovnávají výsledky mezi plodinami a jednotlivými částmi záhonů.

Video:

[DJI_20260206103756_0149_D.MP4](#)

Fotografia/schéma:



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.



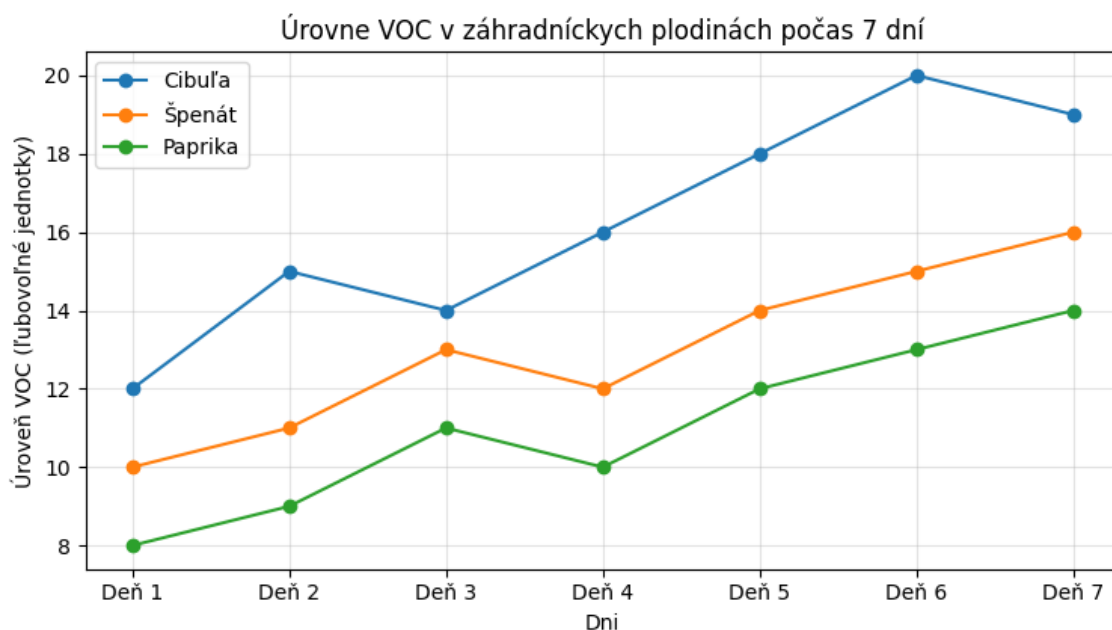
Co-funded by
the European Union

Fáza 4 – Reflexia a upevnenie (prezentuj a prepájaj)

Skupiny prezentujú zistenia o úrovniach VOC, možných oblastiach stresu a návrhy na zlepšenie riadenia pestovania plodín.

Analýza údajov VOC - cibuľa a špenát

Deň	VOC cibule (a.u.)	VOC špenátu (a.u.)
1	12	10
2	15	11
3	14	13
4	16	12
5	18	14
6	20	15
7	19	16



Skupinové prezentácie

Každá skupina prezentuje zistenia o úrovniach VOC, možných oblastiach stresu a návrhy na zlepšenie riadenia pestovania plodín.

Diskusia v triede:

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

Porovnajte namerané hodnoty VOC s očakávanými výsledkami.

Diskutujte o možných zásahoch na zníženie stresu a zlepšenie zdravotného stavu plodín.

1. **Nárast VOC v čase:** Obe plodiny vykazujú počas 7 dní rastúce úrovne VOC; cibuľa má vo všeobecnosti vyššie hodnoty než špenát.
2. **Porovnanie plodín:** Cibuľa uvoľňuje viac VOC, čo naznačuje, že je citlivejšia na environmentálny stres.
3. **Kolísanie hodnôt:** Menšie odchýlky sú bežné a pravdepodobne súvisia so zmenami teploty, vlhkosti alebo UV žiarenia.
4. **Zdravotný stav rastlín:** Vyššie hodnoty VOC môžu naznačovať stres alebo obranné reakcie. Postupný nárast naznačuje mierny stres; náhle výkyvy môžu signalizovať silný stres alebo ochorenie.

Záver: Cibuľa vykazuje silnejšiu stresovú reakciu než špenát. Monitorovanie VOC pomáha odhaliť stres alebo možné problémy **pred objavením sa viditeľných príznakov**.

Reflexná aktivita:

Žiaci napíšu krátku reflexiu o tom, ako môže monitorovanie VOC zlepšiť postupy udržateľného poľnohospodárstva.

Kritériá hodnotenia

Kvízy s uzavretými alebo otvorenými otázkami:

Kvízy (overenie vedomostí):

- Krátke kvízy s otvorenými a uzavretými otázkami zameranými na:
 - Čo sú VOC a akú úlohu zohrávajú v rastlinách
 - Vplyv stresových faktorov (teplota, vlhkosť, UV) na emisie VOC
 - Základy obsluhy dronu a senzorov
- Overenie individuálneho porozumenia teórii aj praktickému využitiu

Nástroje sebahodnotenia pre individuálnu reflexiu:

Žiaci vyplnia krátke sebahodnotenie zamerané na:

- Schopnosť obsluhovať dron a senzory
- Spôsob, akým analyzovali a interpretovali údaje VOC
- To, čo sa naučili o zdravotnom stave rastlín a riadení pestovania plodín

**Protokoly vzájomného
hodnotenia pre spoločné
hodnotenie:**

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**

Skupiny hodnotia prezentácie a analýzy ostatných skupín.
Diskusia zahŕňa tieto body:

- Zrozumiteľnosť prezentácie údajov
- Logická interpretácia výsledkov
- Návrhy na zlepšenie zberu údajov alebo prezentácie

Portfóliá s vybranými výstupmi alebo dokumentáciou procesu učenia:

Zahŕňajú všetky údaje, grafy, fotografie z letov, skupinové prezentácie a reflexné aktivity.
Hodnotenie vychádza z úplnosti a kvality dokumentácie.

Resource	Link
Drone with FLIGHT kit sensors (BME680)	
PowerPoint presentation and sensor diagrams	
Field data collection worksheets	
Safety guidelines for drone operation	
Internet access and basic classroom supplies (flipchart, markers)	

10. Učebné materiály

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**