



Politechnika
Wrocławska

ULOPOLIS PASIEKA MONITOROWANA ON-LINE

ANDRZEJ SZCZUREK
MONIKA MACIEJEWSKA

23.10.2025

WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA

CEL WYSTĄPIENIA

Celem prezentacji jest przedstawienie projektu ULOPOLIS, którego zasadniczym elementem jest pasieka monitorowana on-line.

Podczas wystąpienia skoncentrujemy się, przede wszystkim, na informacjach dotyczących pasieki i systemie przeznaczonym do:

- pomiaru parametrów jakości powietrza wewnątrz i na zewnątrz uli;
- gromadzenia, przetwarzania i transmisji danych;
- udostępniania informacji.

GENEZA PROJEKTU ULOPOLIS

Koncepcja monitorowanej pasieki pszczelej narodziła się w 2020 roku, po pomyślnym zakończeniu projektu:

„Opracowanie innowacyjnych, inteligentnych narzędzi monitorujących występowanie zgnilca złośliwego (amerykańskiego) oraz podwyższonego poziomu porażenia Varroa destructor w rodzinach pszczoły miodnej”,

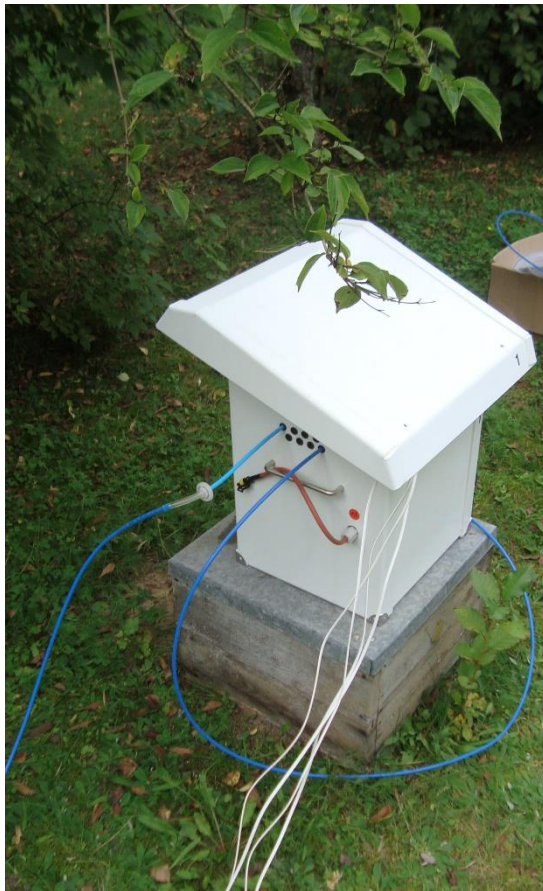
który był finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG.

GENEZA PROJEKTU ULOPOLIS

Projekt ten zaowocował prototypami detektorów: warrozy i zgnilca amerykańskiego.

Porażenie rodziny pszczelej tymi chorobami wykrywano na podstawie zmian jakości powietrza wewnątrz ula, która była wyznaczana za pomocą czujników i zaawansowanych metod analizy danych.

PROTOTYPY DETEKTORÓW: WARROZY I ZGNILCA AMERYKAŃSKIEGO



PROTOTYPY DETEKTORÓW: WARROZY I ZGNILCA AMERYKAŃSKIEGO



PROTOTYPY DETEKTORÓW: WARROZY I ZGNILCA AMERYKAŃSKIEGO



CHARAKTERYSTYKA PROJEKTU ULOPOLIS

Zdobyte doświadczenie stanowiło inspirację do opracowania koncepcji systemu monitorującego warunki, w jakich żyją pszczoły w ulu, który ponadto umożliwia zdalną obserwację tych owadów w ich środowisku.

Zaproponowana koncepcja jest praktycznie realizowana w ramach projektu ULOPOLIS, który funkcjonuje na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej od 2020 roku, przy wydatnej pomocy Wrocławskiego Centrum Sieciowo-Superkomputerowego (WCSS) i Fundacji „Ambasada Pszczół”.

Do założenia rabaty kwiatowej wykorzystano dotację pozyskaną z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.

CHARAKTERYSTYKA PROJEKTU ULOPOLIS

Nadzór nad całym projektem sprawuje Wydział Inżynierii Środowiska.

Pasieką opiekuje się dwóch pszczelarzy - wolontariuszy.

Za urządzenia pomiarowe i infrastrukturę techniczną odpowiada Wydział Inżynierii Środowiska.

W przesyłaniu danych, ich wizualizacji i udostępnianiu informacji pomaga Wrocławskie Centrum Sieciowo-Komputerowe.

Posiadane środki techniczne umożliwiły wykonanie prototypowych urządzeń pomiarowych i infrastruktury technicznej, która od czterech lat jest testowana w warunkach terenowych, a następnie modyfikowana i doskonalona.

CEL PROJEKTU ULOPOLIS

Projekt ULOPOLIS koncentruje się na tworzeniu koncepcji, projektowaniu a następnie wykonaniu prototypów urządzeń, które pozwolą monitorować w sposób ciągły jakość powietrza wewnątrz i na zewnątrz ula, a także obserwować zachowanie pszczół w ich środowisku wewnętrznym.

Zakłada się, że wytworzona aparatura pomiarowa i infrastruktura techniczna będzie poddawana długotrwałym testom w warunkach terenowych.

Pozwoli to zweryfikować jej niezawodność i określić zakres przydatności.

CEL PROJEKTU ULOPOLIS

W projekcie ULOPOLIS nie prowadzi się:

- działalności komercyjnej, np. produkcji miodu i innych produktów, hodowli matek pszczelich;
- doradztwa dotyczącego gospodarki pasiecznej;
- badań podstawowych, w dziedzinie apidologii i entomologii (udostępnianie danych do interdyscyplinarnej współpracy jest oczywiście możliwe).

CEL PROJEKTU ULOPOLIS

Cel projektu nie został wybrany przypadkowo.

Jakość powietrza wewnątrz i na zewnątrz ula to cenne źródło danych o kondycji rodzin pszczelich a także o warunkach, w jakich żyją.

Informacje uzyskane na tej podstawie mogą być przydatne nie tylko dla naukowców, ale również dla pszczelarzy.

CEL PROJEKTU ULOPOLIS

Współczesna technika pomiarowa oferuje szeroką gamę przyrządów umożliwiających dokładną analizę powietrza, z jakim kontaktują się pszczoły.

Niestety urządzenia te są drogie i skomplikowane w użyciu i dlatego zakres ich zastosowań w pszczelarstwie jest mocno ograniczony.

Z tego powodu warto opracować urządzenia alternatywne, które dostarczą informacji o pszczołach i warunkach, w jakich żyją te owady, w sposób prosty, poprawny i względnie tani.

STRUKTURA PROJEKTU ULOPOLIS

Na projekt ULOPOLIS składają się:

- pasieka miejska;
- czujnikowy układ pomiarowy;
- zestawy kamer wideo do zdalnej obserwacji pszczół wewnątrz i na zewnątrz uli;
- wagi do mierzenia ciężaru uli;
- zestaw mikrofonów;
- zestaw urządzeń do gromadzenia, wstępnego przetwarzania, wizualizacji i transmisji danych (wyników pomiarów i obrazów);
- system udostępniania uzyskanych informacji;
- rabata kwiatowa.

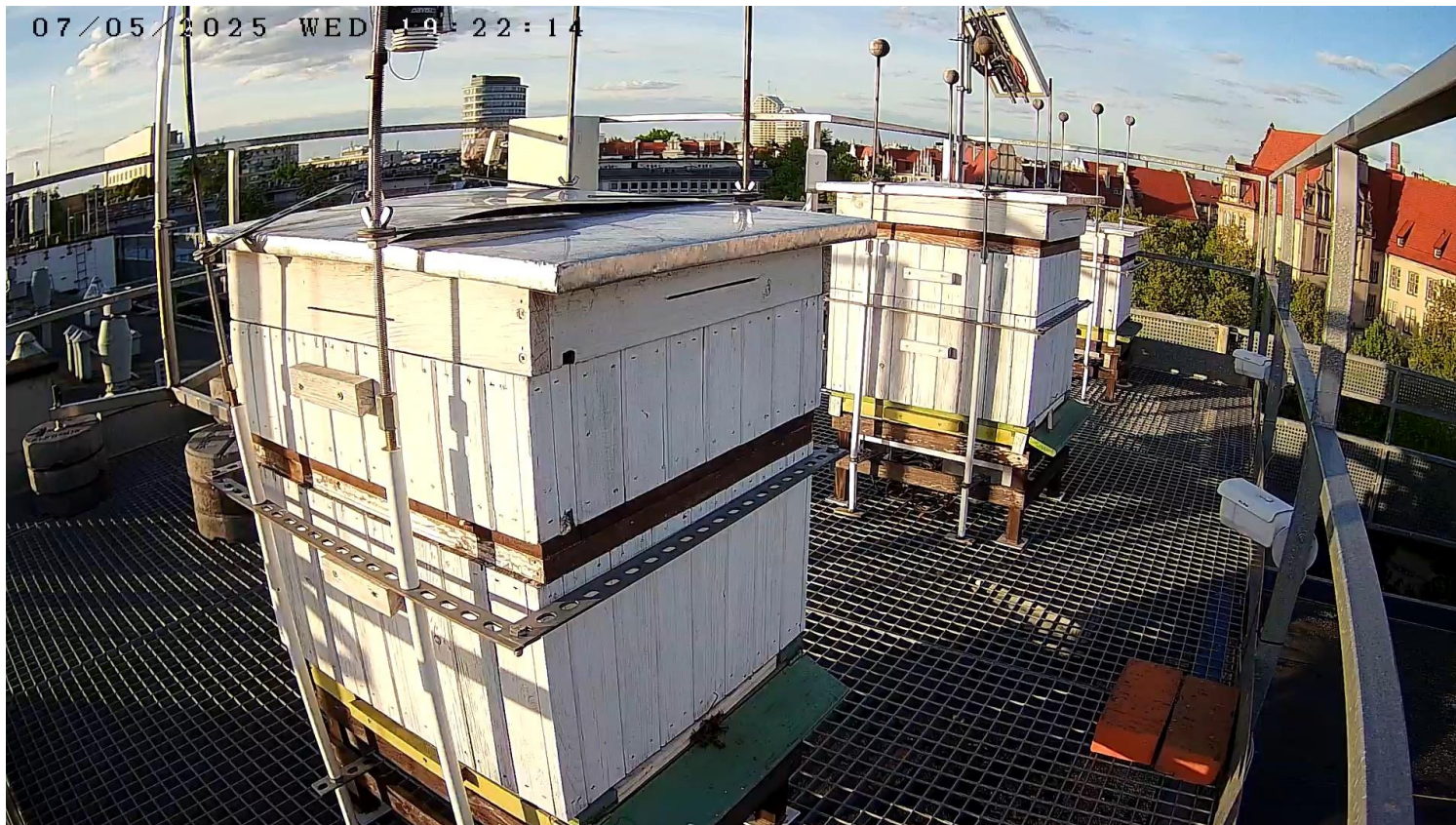
CHARAKTERYSTYKA PASIEKI

Pasieka składa się z trzech uli typu wielkopolskiego, które zamontowano na ogrodzonej, podwyższonej, ażurowej platformie technicznej.

Poręcz platformy stanowi użyteczny element konstrukcyjny.

Wykorzystaliśmy ją do montażu elementów infrastruktury systemu monitoringu, takich jak np. skrzynka elektryczna, elementy systemu transmisji danych, a także do rozmieszczenia i ustawienia kamer zewnętrznych.

CHARAKTERYSTYKA PASIEKI



CHARAKTERYSTYKA PASIEKI

Ule wykonane są z drewna.

Materiał ten pozwolił wyeliminować emisję lotnych związków organicznych występującą w ulach poliuretanowych i styropianowych.

Usunięto w ten sposób ważne źródło interferencji w pomiarach chemicznej jakości powietrza ulowego.

Ważną cechą drewna jest zdolność do absorpcji pary wodnej.

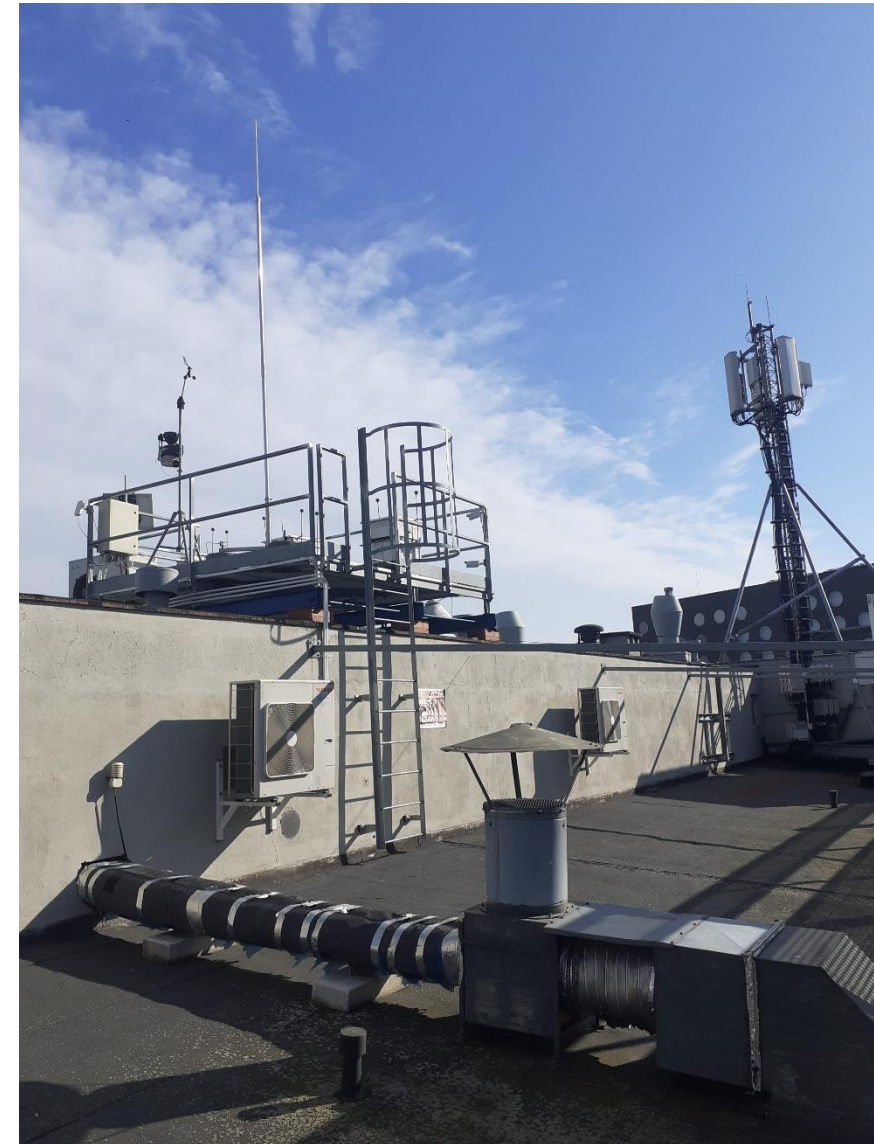
W odróżnieniu od tworzyw sztucznych, które są praktycznie nienasiąkliwe, ul drewniany jest w stanie pochłoniąć wilgoć, powstającą w procesie oddychania pszczół.

LOKALIZACJA PASIEKI

Pasiekę, w projekcie ULOPOLIS, postanowiono umieścić w środowisku miejskim, na terenie uczelni, zapewniając w ten sposób możliwość szybkiej obsługi i kontroli uli jak również wykorzystywanej infrastruktury technicznej.

Po uwzględnieniu różnych uwarunkowań i wymagań, pasiekę umieszczono na dachu budynku C-6 znajdującego się na terenie Kampusu Głównego PWr.

LOKALIZACJA PASIEKI



LOKALIZACJA PASIEKI

Przy wyborze lokalizacji pasieki wzięto pod uwagę:

- czynniki środowiskowe;
- konieczność zapewnienia bezpieczeństwa zarówno ludziom (w tym osobom, nieuczestniczącym w projekcie), jak i pszczołom;
- aspekty prawne związane z zakładaniem i umiejscowieniem uli;
- występującą bazę pokarmową;
- dostęp do pasieki (szczególnie uli);
- możliwość wykorzystania i kontroli działania niezbędnej infrastruktury technicznej.

OTOCZENIE PASIEKI

Umieszczenie uli na dachu wysokiego budynku ma swoje zalety i wady.

Otoczenie pasieki ma typowo wielkomiejski charakter i z pewnością odbiega od naturalnego środowiska pszczoły miodnej.

W bliskiej odległości od pasieki miejskiej znajdują się wyrzutnie i centrale wentylacyjne a także przekaźniki telekomunikacyjne.

Nieosłonięty dach narażony jest na podmuchy wiatru, ponadto może być mocno nagrzany miejscem.

OTOCZENIE PASIEKI

Wysokie temperatury w najbliższym otoczeniu uli wymagają aktywnego chłodzenia gniazda przez pszczoły.

W takich warunkach rodzina pszczela ma utrudnione warunki bytowe wpływające na jej kondycję fizyczną i zdrowotną, a w konsekwencji nawet na przeżycie.

Dodatkowo na dobrostan pszczół może wpływać negatywnie hałas wielkomiejski i wibracje generowane przez znajdujące się w pobliżu urządzenia mechaniczne i poruszające się ulicami liczne środki transportu.

LOKALIZACJA PASIEKI



LOKALIZACJA PASIEKI



LOKALIZACJA PASIEKI

W przypadku projektu ULOPOLIS lokalizacja pasieki jest rozwiązaniem kompromisowym, które okazało się słuszne.

W ciągu trzech lat nie odnotowano pożądleń ludzi przechodzących w pobliżu budynku C-6, ani innych agresywnych zachowań pszczół.

Nie stwierdzono też zwiększonej śmiertelności tych owadów w pobliżu pasieki.

PSZCZOŁY

W wydziałowej pasiece przebywają trzy rodziny.

Liczba ta oznacza, że przepszczelenie w przypadku ULOPOLIS jest niemożliwe.

Zasadniczo przyjmuje się, że optymalna liczba rodzin pszczelich na 1 km² to około 5.

PSZCZOŁY

Pszczoły miodne mogą posiadać różne cechy behawioralne.

W projekcie ULOPOLIS wybrano pszczoły rasy kraińskiej (łac. *Apis mellifera carnica*).

Krainka to podgatunek pszczoły miodnej ceniony przez pszczelarzy ze względu na żywotność i brak agresywności.

Charakteryzuje się dobrą odpornością na niektóre choroby i pasożyty.

Nadaje się na tereny z wczesnymi pożytkami, może być hodowana w środowisku zurbanizowanym.

CZUJNIKOWY UKŁAD POMIAROWY

Do monitoringu jakości powietrza ulowego wykorzystano czujniki wielkości fizycznych i chemicznych.

- temperatury;
- wilgotności względnej;
- stężenia CO₂;
- sumarycznego stężenia pyłu zawieszonego w podziale na frakcje, PM10, PM2.5, PM1;
- sumarycznego stężenie lotnych związków organicznych (zastosowano dwa rodzaje czujników: fotojonizacyjny i półprzewodnikowy).

CZUJNIKI

- Temperatura i wilgotność względna - SHT25 (Sensirion AG, Stäfa, Switzerland);
- Stężenie dwutlenku węgla - SCD30 (Sensirion AG, Stäfa, Switzerland);
- Sumarycznego stężenie pyłu zawieszonego - SPS30 (Sensirion AG, Stäfa, Switzerland);
- Sumaryczne stężenie lotnych związków organicznych (czujnik PID z potencjałem jonizacji < 10.6 eV) - PIDAH2 (Alphasense, Skyfall, United Kingdom);
- Sumaryczne stężenie lotnych związków organicznych (czujnik półprzewodnikowy) - SGP41 (Sensirion AG, Stäfa, Switzerland).

CZUJNIKOWY UKŁAD POMIAROWY

Wybrane czujniki charakteryzują się:

- wysoką czułością;
- dobrą granicą oznaczalności;
- szerokim zakresem pomiarowym (przedziałem mierzalnych wartości);
- akceptowalnym czasem odpowiedzi nieprzekraczającym zazwyczaj 1 min.;
- długim czasem użytkowania (często jest on wieloletni);
- relatywnie niską ceną;
- małymi wymaganiami eksploatacyjnymi;
- prostym sposobem montażu;
- nieskomplikowaną obsługą;
- łatwą dostępnością;
- niewielkim ciężarem i małymi wymiarami, co ułatwia miniaturyzację układu pomiarowego.

CZUJNIKOWY UKŁAD POMIAROWY

Dla stabilnej pracy układu pomiarowego bardzo istotny jest sposób jego montażu w ulu.

Urządzenie czujnikowe jest umieszczone w ramce.

Z ramki pomiarowej wyprowadzone są przewody sygnałowe i zasilające.

Zainstalowany w ramce układ wieloczujnikowy jest zabezpieczony siatką ochronną umożliwiającą przepływ gazów.

Nie stwierdzono uszkodzeń układu pomiarowego, a szczególnie czujników!

CZUJNIKOWY UKŁAD POMIAROWY



CZUJNIKOWY UKŁAD POMIAROWY

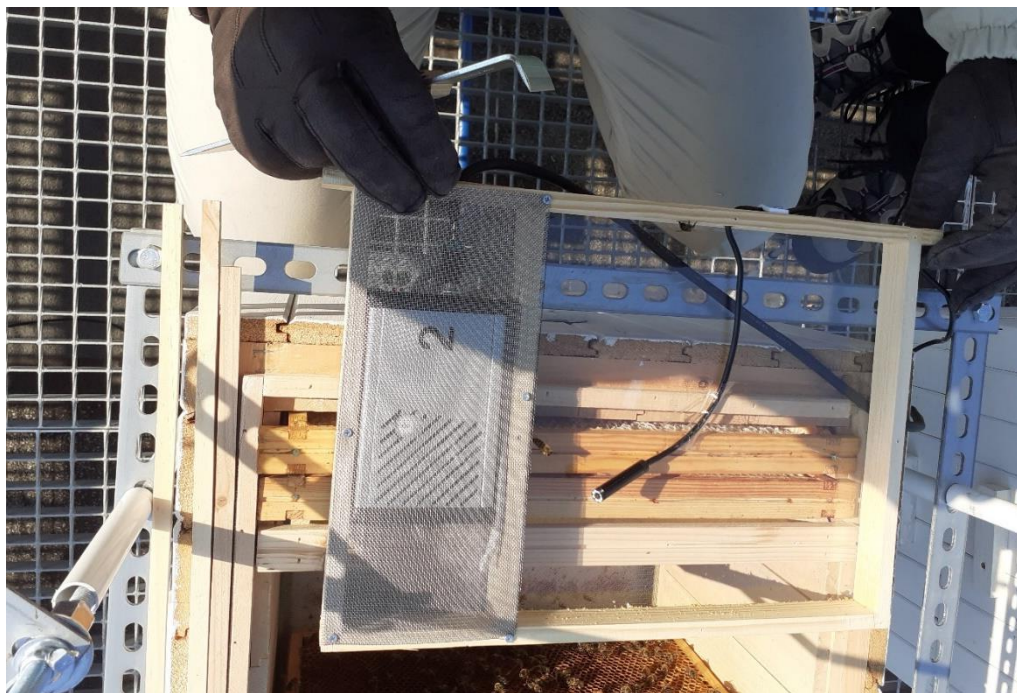


ZESTAW KAMER WIDEO

W projekcie przyjęto zasadę minimalnego bezpośredniego kontaktu człowieka z rodziną pszczelą.

Dlatego, podstawę dla obserwacji owadów, poza rutynowymi przeglądami, stanowią obrazy zarejestrowane automatycznie przez kamery wideo.

ZESTAW KAMER WIDEO



ZESTAW KAMER WIDEO

Takie podejście ma swoje zalety i wady.

Zaletą jest niewątpliwie brak ingerencji w środowisko wewnętrzne pszczół.

Plusem jest również możliwość obserwacji kontaktów między owadami.

Takie obrazy wzbudzają duże zainteresowanie, nawet wśród doświadczonych pszczelarzy, ponieważ stosując tradycyjne metody obserwacji trudno śledzić interakcje pszczół, szczególnie przy małym dostępie światła.

ZESTAW KAMER WIDEO

Do wad należy zaliczyć stosunkowo wąską przestrzeń obserwacji.

Obejmuje ona najczęściej najbliższe otoczenie kamery.

Niemożliwe jest obserwowanie ruchu większej grupy owadów np. ich przemieszczania.

ZESTAW KAMER WIDEO



WAGI DO MIERZENIA WAGI ULI

W projekcie ULOPOLIS waga uli monitorowana jest w sposób ciągły z dużą rozdzielczością czasową.

Dokładność pomiaru masy wynosi 0.1 g.

Waga jest zamontowana pod ulem.

Taki sposób monitorowania wagi wymagał zastosowania nowego typu urządzenia pomiarowego.



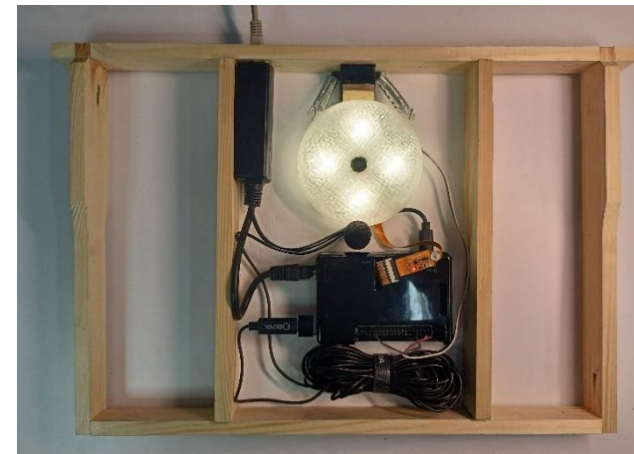
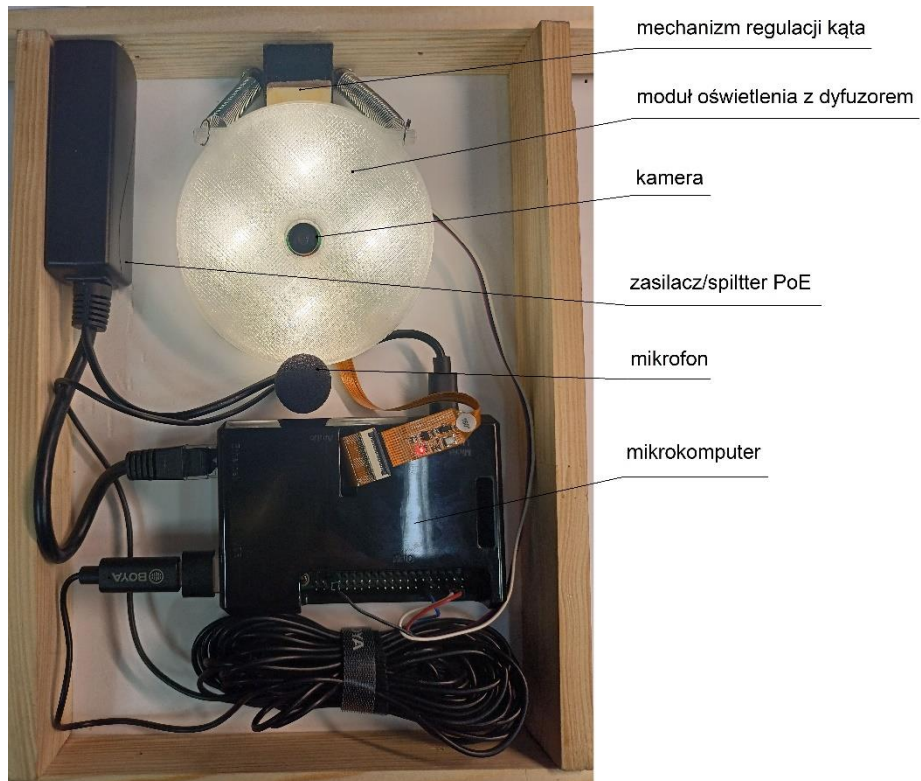
MONITORING AKUSTYCZNY

Monitoring akustyczny zrealizowano z użyciem mikrofonów.

W celu monitorowania dźwięków wydawanych przez pszczoły, mikrofony zamontowano wewnątrz uli, w ramkach, obok kamer.

Otoczenie akustyczne uli jest monitorowane z użyciem jednego mikrofonu, który znajduje się w pasiece, na zewnątrz uli.

MONITORING AKUSTYCZNY



ZESTAW URZĄDZEŃ DO GROMADZENIA, WSTĘPNEGO PRZETWARZANIA, WIZUALIZACJI I TRANSMISJI DANYCH

Do transmisji danych, z urządzeń multiczujnikowych oraz wag, w obrębie pasieki zastosowano lokalną sieć WiFi.

Transmisja obrazu i dźwięku w obrębie pasieki jest realizowana z użyciem sieci Ethernet.

Jako backup, dane pomiarowe są gromadzone w urządzeniach, na wbudowanych kartach microSD.

Do przesyłania wszystkich danych z pasieki oraz zapewnienia streamingu obrazu i dźwięku zastosowano moduł transmisji radiowej.

SYSTEM UDOSTĘPNIANIA UZYSKANYCH INFORMACJI

System udostępniania uzyskanych danych i informacji jest typu „opensource”.

Dane są dostępne przez Internet w czasie rzeczywistym.

Wyniki monitoringu powietrza ulowego są prezentowane w postaci 24h szeregów czasowych różnych parametrów powietrza ulowego, z odświeżaniem dynamicznym, o zadanym kroku czasowym.

[HTTPS://ULOPOLIS.PWR.EDU.PL/](https://ulopolis.pwr.edu.pl/)



[Politechnika Wrocławska](#)

[O Nas](#)

[Kamery](#)

[Pomiary](#)

[Wydarzenia](#)

[Rabata](#)

[Gry i zabawy](#)

[Kontakt](#)

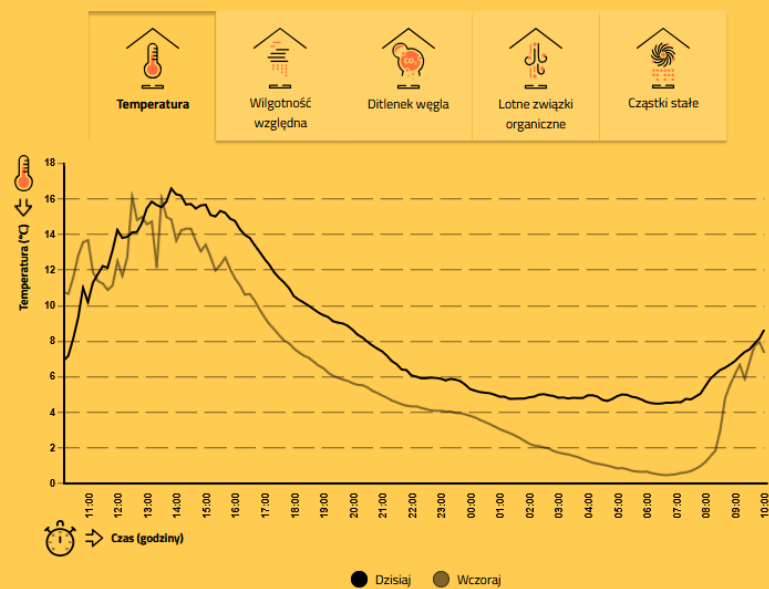
[PL](#) [EN](#)



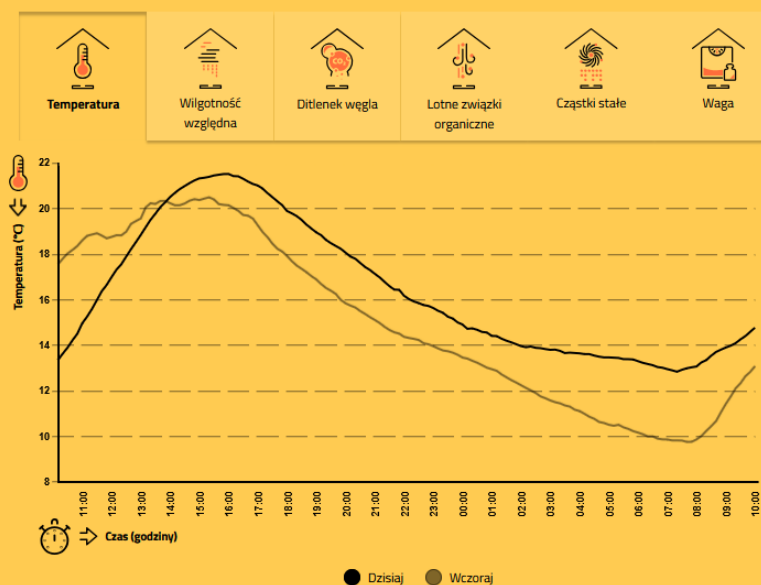
ULOPOLIS

TEMPERATURA

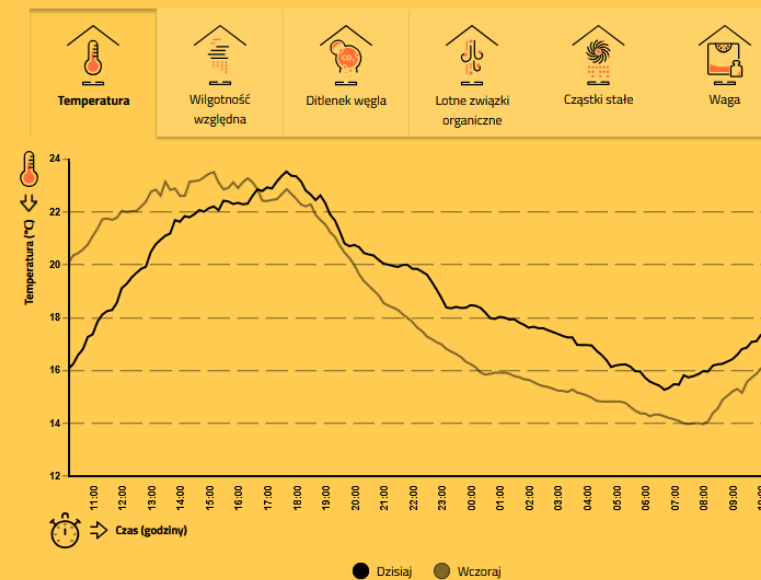
Pomiary na zewnątrz



UI 1 - Pomiary

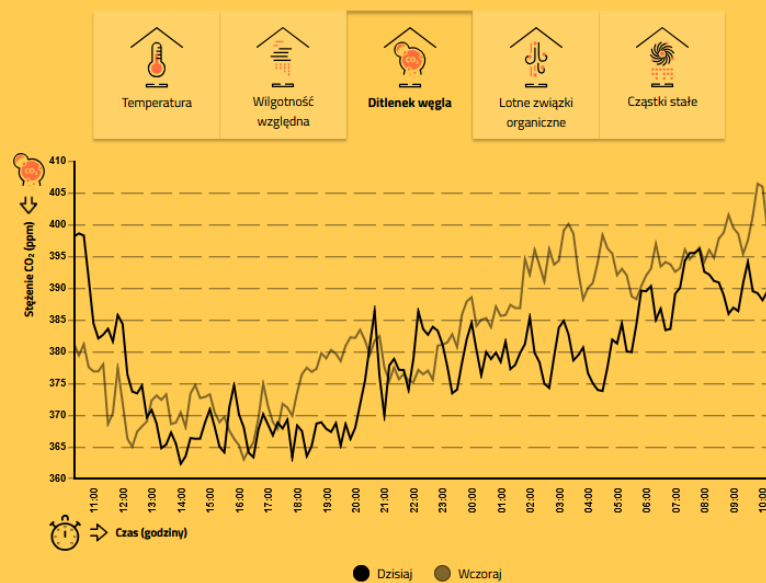


UI 3 - Pomiary

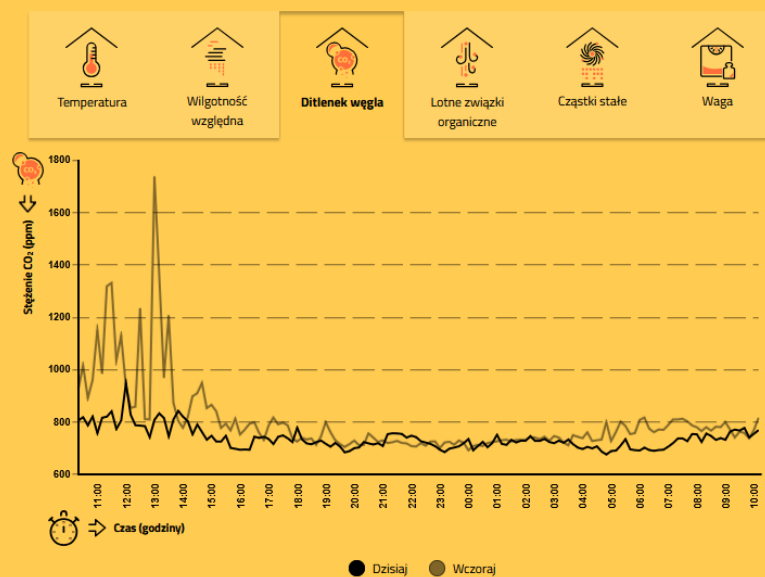


STĘŻENIE CO₂

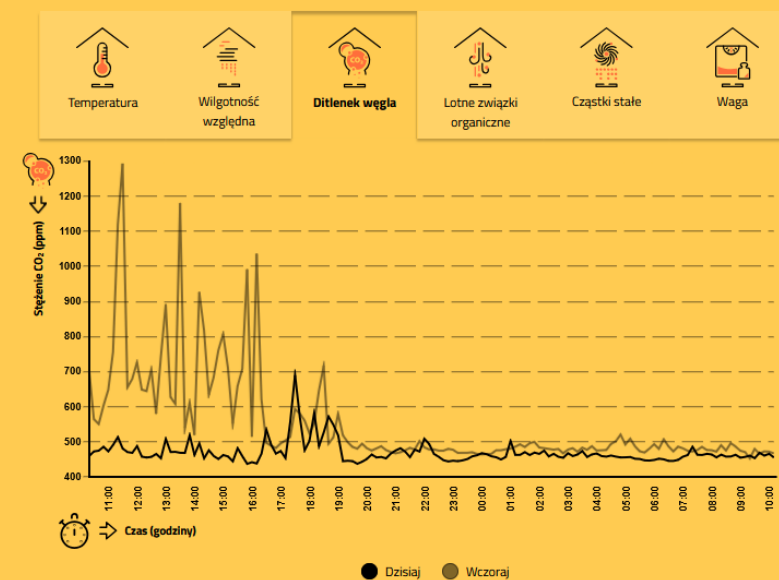
Pomiary na zewnątrz



UI 1 - Pomiary



UI 3 - Pomiary



ZASILANIE

Dla zapewnienia bezawaryjnej pracy ciągłej przyjęto dostępność do zasilania sieciowego.

Urządzenia pomiarowe i wagi są zasilane napięciem stałym 12V.

W przypadku kamer i mikrofonów zastosowano zasilanie PoE.

Zasilanie PoE (Power over Ethernet) to technologia, która umożliwia jednoczesne przesyłanie danych i zasilania przez jeden kabel sieciowy Ethernet, co eliminuje potrzebę osobnych przewodów zasilających.

Rozwiązanie to ułatwia instalację i redukuje koszty.

INFRASTRUKTURA TECHNICZNA

System monitoringu zastosowany w ULOPOLIS wymaga okablowania, które jest niezbędne do zasilania urządzeń oraz do przewodowej transmisji danych.

Kable poprowadzone pod platformą są łatwo dostępne i zabezpieczone przed potencjalnymi uszkodzeniami podczas prac pszczelarskich.

RABATA KWIATOWA

Integralną częścią ULOPOLIS jest rabata kwiatowa.

Została usytuowana na Kampusie Głównym PWr, wzdłuż Alei Profesorów.

Zajmuje powierzchnię ok. 400 m².

Na rabacie posadzono rośliny będące źródłem pokarmu dla pszczół przez cały rok.

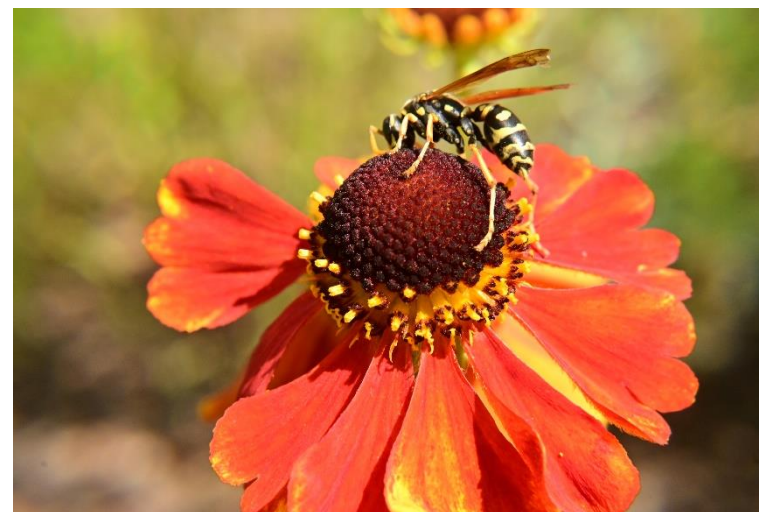
Jest bardzo chętnie odwiedzana przez dzikie zapylacze.

Miejsce to odsyła do pasieki i spełnia funkcję rekreacyjną.

RABATA KWIATOWA



RABATA KWIATOWA



PODSUMOWANIE

Projekt ULOPOLIS to złożone przedsięwzięcie zarówno pod względem realizowanych zadań jak i wykorzystywanych metod i technologii.

Wymiernym efektem wykonanych prac są projekty i prototypy urządzeń czujnikowych.

Pozwalają one pozyskiwać informacje o jakości powietrza ulowego i kondycji rodzin pszczelich względnie tanio i prosto.

Duże znaczenie ma opracowanie zdalnej metody ciągłej obserwacji pszczół wewnątrz ula, przy użyciu kamer wideo.

Cenny jest również system gromadzenia, wizualizacji i transmisji danych.

PODSUMOWANIE

Dużą wartość ma zgromadzony zestaw wyników pomiarów wielkości fizycznych i chemicznych charakteryzujących warunki wewnątrz i w najbliższym otoczeniu uli.

Ten zbiór danych może być wykorzystany do realizacji różnych, interdyscyplinarnych zadań.

PODSUMOWANIE

Projekt ULOPOLIS bardzo dobrze wpisuje się nie tylko w działalność badawczą, ale również edukacyjną szczególnie, gdy jest ona ukierunkowana na rozwijanie świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz postaw przyjaznych ochronie środowiska.

Opracowane w projekcie rozwiązania można z powodzeniem wykorzystywać do rozpowszechniania wiedzy o pszczołach i pszczelnictwie.

Umożliwia to opracowany system powszechnego udostępniania informacji o monitorowanych obiektach (tzn. ulach i pszczołach).

CYFROWE ROZPOZNAWANIE PSZCZÓŁ





DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ