INŻYNIEROWIE PRZYSZŁOŚCI

Materiały Konferencyjne

KSIĘGA ABSTRAKTÓW

III Ogólnopolska Konferencja Naukowa Szkół Ponadpodstawowych

9–10 czerwca 2026 r.
Warszawa

ORLEN
FUNDACJA
IM. I. ŁUKASIEWICZA

Materiały Konferencyjne

KSIĘGA ABSTRAKTÓW

III Ogólnopolska Konferencja
Naukowa Szkół Ponadpodstawowych
Inżynierowie Przyszłości

ORLEN
FUNDACJA
IM. I. ŁUKASIEWICZA

Warszawa 2026

Recenzenci:
dr. hab. inż. Aleksandra Mielewczyk-Gryń, Politechnika Gdańska
dr. Anna Plis, ORLEN S.A.
dr inż. Rafał Wróblewski, Politechnika Warszawska
dr inż. Grzegorz Michta, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
mgr inż. Mateusz Kleszcz, ORLEN S.A.

Redakcja:
Teresa Klochowicz
Tomasz Kmita-Skarsgård

Korekta:
Agnieszka Jasik

Projekt okładki:
Agata Ziemecka

Skład:
Aleksandra Koleśniak

Publikacja została przygotowana na podstawie materiałów nadesłanych
przez uczestników III edycji programu Inżynierowie Przyszłości.
Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za ich treść.

Copyright by Fundacja ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza
i autorzy abstraktów

Wersja drukowana: ISBN 978-83-981594-0-1
Wersja elektroniczna: ISBN 978-83-981594-1-8

Wydawca:
Fundacja ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza
ul. Marcina Kasprzaka 25
01-224 Warszawa

WSTĘP

Program Inżynierowie Przyszłości zajmuje szczególne miejsce wśród działań edukacyjnych Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza. Jest dla nas nie tylko inicjatywą wspierającą młodych ludzi w rozwijaniu pasji naukowych, ale także ważnym wyrazem misji ORLENU – odpowiedzialnego inwestowania w wiedzę, kompetencje inżynierskie i przyszłość polskiej gospodarki.

Patron naszej Fundacji, Ignacy Łukasiewicz, był człowiekiem nauki. Łączył ciekawość badacza z myśleniem o realnych potrzebach społecznych i gospodarczych. Nie zrażał się swoimi początkowymi niepowodzeniami badawczymi. To właśnie one dodawały mu odwagi i pewności w poszukiwaniu innych rozwiązań - innych niż te, które nie sprawdziły się podczas pierwszych prób. Właśnie do tej postawy nawiązuje nasz Program. Chcemy wspierać młodych ludzi, którzy nie tylko zadają pytania, ale próbują samodzielnie stawiać hipotezy, szukać odpowiedzi, prowadzić badania, testować rozwiązania i myśleć o ich praktycznym zastosowaniu.

Wierzymy, że udział w Programie jest dla uczestników wyjątkową szansą, której często nie mogą otrzymać na tym etapie edukacji. Mogą pracować pod opieką ekspertów, rozwijać własne projekty badawcze i przekonać się, czym naprawdę jest praca naukowa i inżynierska. Z dumą obserwujemy ich zaangażowanie, dojrzałość i odwagę w podejmowaniu ambitnych tematów.

Jesteśmy pewni, że wśród uczestników Programu są przyszli inżynierowie, naukowcy, innowatorzy, a być może także przyszli pracownicy GK ORLEN. To oni będą współtworzyć rozwiązania, które zdecydują o kierunkach rozwoju technologii, energetyki i przemysłu w kolejnych dekadach.

Paweł Kurcz,
Katarzyna Uroda-Lenartowicz,
Mirosław Karaszewski
Zarząd Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza

Zakończenie III edycji Programu Inżynierowie Przyszłości jest dla nas momentem szczególnej satysfakcji. Po raz kolejny przekonaliśmy się, jak wielki potencjał, pomysłowość i naukowa odwaga kryją się w młodych ludziach.

Program powstał z myślą o uczniach szkół ponadpodstawowych, którzy chcą rozwijać swoje zainteresowania w obszarze nauk ścisłych, technicznych i inżynierskich. Dla wielu z nich udział w projekcie jest pierwszym tak poważnym spotkaniem z badaniami naukowymi: od sformułowania problemu, przez zaplanowanie eksperymentu, aż po analizę wyników i przedstawienie wniosków. To wymagające doświadczenie, ale właśnie dzięki temu tak wartościowe.

W tegorocznej edycji programu z ogromnym uznaniem obserwowaliśmy zrealizowane koncepcje badawcze uczniów. Projekty uczestników były nie tylko ciekawe i zaskakujące, lecz także dojrzałe pod względem koncepcyjnym. W wielu z nich widać realny potencjał inżynierski, badawczy i wdrożeniowy. Podobne opinie słyszymy od ekspertów współpracujących z Programem – doświadczonych naukowców i praktyków, którzy podkreślają innowacyjność, samodzielność i świeżość spojrzenia młodych autorów.

Cieszymy się, że jako Fundacja możemy towarzyszyć młodzieży w pierwszych krokach na drodze naukowych odkryć. Wierzymy, że zdobyte doświadczenia, spotkania z ekspertami oraz praca nad własnymi projektami pomogą uczestnikom odważniej planować dalszą edukację, wybór studiów i przyszłą karierę. Program Inżynierowie Przyszłości pokazuje, że młoda nauka ma ogromną energię – trzeba tylko stworzyć jej przestrzeń do rozwoju!

Teresa Klochowicz
Koordynatorka projektów edukacyjnych
w Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza

SPIS TREŚCI

Michał Błaszczykowski 7
Sebastian Bogucki 8
Szymon Bogus 9
Mateusz Buczkowski 10
Miłosz Burek 11
Krystian Cywiński 12
Jakub Domański 13
Kacper Dzięgielewski 14
Aleksandra Gałecka 15
Maksymilian Głuszak 16
Agata Gozdalik 17
Szymon Jagiełło 18
Antonina Jarecka 20
Kacper Kacprzak 22
Krystian Kamiński 23
Adrian Kloch 24
Michał Kołek 25
Szymon Konarski 26
Piotr Konopacki 27
Igor Kosiński 29
Karol Kosior 30
Olga Kownacka 31
Mikołaj Koziej 32
Stanisław Krasuski 33
Aleksander Kretkiewicz 34
Kewin Krokowski 35
Adam Krypczyk 36
Hubert Krystek 37
Jakub Kubera 39
Mikołaj Kurowski 40
Fabian Kuś 41
Tymoteusz Lorek 42
Remigiusz Łukasik 43
Jan Maciejowski 44
Szymon Macierzyński 46
Michał Madej 47
Antonina Makowska 48
Daniel Mańkowski 49
Teresa Matusiewicz 50
Maksymilian Mazur 51
Jan Michałek 52
Krystian Michalski 54
Piotr Michalski 55
Tomasz Michniewicz 56
Wiktor Mioduszewski 57
Korneliusz Miszczak 59
Karolina Mizia 60
Brajan Mlotek 61
Adam Motyl 62
Oliwier Mrowiec 64
Wojciech Musiał 65
Maksymilian Musioł 66
Henryk Muzyka 67
Szymon Myszograj 68
Małgorzata Narożnik 69
Ksawery Nisiobędzki 70
Sebastian Noga 71
Marceli Nowak 72
Szymon Nyderek 73
Oskar Okoń 74
Kajetan Olbracht 75
Jakub Olek 76
Jakub Olszewski 77
Izabela Ortyl 78
Piotr Ostrowski 80
Aleksander Pabian 81
Antonina Pajek 82
Weronika Pawłowska 83
Kacper Pietralczyk 84
Adam Piszczałka 85
Martyna Płoszyńska 86
Andrii Polataiko 87
Konrad Popek 88
Dawid Przewoźnik 89
Wojciech Puchnia 90
Bartosz Pyszno 91
Damian Radowski 93
Jakub Reszka 94
Kacper Romuk 95
Zofia Rządkowska 97
Pola Rzepka 98
Adrian Siedlecki 100
Bartłomiej Siemczuk 101
Arkadiusz Sikorski 102
Marek Skrzypiciel 103
Szymon Sławinski 104
Jakub Sokół 105
Ignacy Szczęsny 106
Oliwier Szweda 107
Filip Tomczyk 108
Gabriela Tomera 109
Grzegorz Tworek 110
Michał Ufniarski 111
Aleksander Witkowski 112
Witold Wojdyła 113
Gabriela Zdrojewska 114
Adrian Żabiński 115

ROBOTYCZNY MANIPULATOR Z PASYWNYM SYSTEMEM KOMPENSACJI GRAWITACJI (PKG)

Michał Błaszczykowski

Słowa kluczowe: kompensacja grawitacji (PKG), manipulator robotyczny, efektywność energetyczna, serwonapędy.

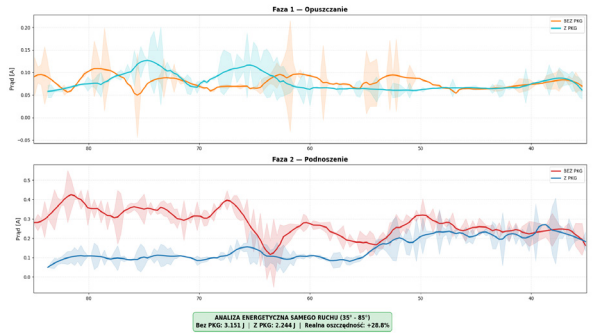
Opiekun: Wojciech Hermanowski | Technikum Elektroniczne nr 7 im Wojska Polskiego w Bydgoszczy, ul. Mieczysława Karłowicza 20, 85-092 Bydgoszcz, misza1357@gmail.com

ABSTRAKT

Współczesne manipulatory robotyczne zużywają znaczną ilość energii nawet wtedy, gdy się nie poruszają, ponieważ silniki muszą stale walczyć z siłą grawitacji, aby utrzymać ramię w danej pozycji. Taka praca statyczna prowadzi do szybkiego wyczerpywania akumulatorów oraz przegrzewania się serwonapędów, co skraca ich żywotność i ogranicza stabilność sterowania. Celem niniejszego projektu było udowodnienie, że problem ten można rozwiązać metodami mechanicznymi. Opracowałem system Pasywnej Kompensacji Grawitacji (PKG), który dzięki odpowiedniej konstrukcji przejmuje ciężar ramienia, zmniejszając potrzebę zasilania silników w celu podtrzymania masy.

Prototyp manipulatora został zaprojektowany w środowisku CAD, co pozwoliło na dokładną analizę rozkładu sił i wyznaczenie środka ciężkości. Konstrukcję wykonano w technologii druku 3D: elementy obudowy powstały z lekkiego PLA, natomiast części poddawane dużym naprężeniom wydrukowano z wytrzymałego materiału PETG. Sercem innowacji jest autorski mechanizm PKG wykorzystujący zestaw sprężyn oraz nylonowych linek połączonych z krzywką w osi barkowej (Fot. 1). Geometria krzywki została zaprojektowana tak, aby generować nieliniowy moment siły, który precyzyjnie kontruje grawitację niezależnie od kąta nachylenia ramienia. Dzięki temu serwonapędy pracują głównie podczas dynamicznej zmiany pozycji, pokonując jedynie bezwładność i opory ruchu, a nie statyczny ciężar konstrukcji.

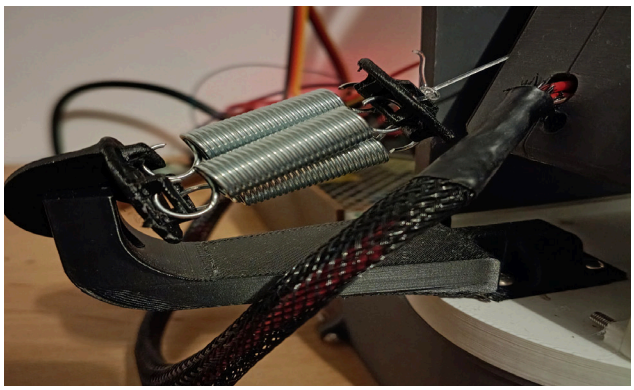
Za zarządzanie ruchem odpowiada komputer Raspberry Pi 5, współpracujący poprzez magistralę I2C z 12-bitowym sterownikiem PWM PCA9685. Aby uzyskać precyzyjne dane do analizy, ramię wyposażono w magnetyczne enkodery AS5600, które pozwalają na bezstykowy odczyt pozycji w czasie rzeczywistym. Kluczowym elementem stanowiska badawczego był cyfrowy czujnik INA226, który umożliwił gromadzenie danych o poborze prądu z wysoką częstotliwością. Tak skonfigurowany system pozwolił na przeprowadzenie rzetelnych testów porównawczych w fazie podnoszenia i opuszczania, których wyniki stały się fundamentem do oceny efektywności energetycznej całego rozwiązania.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający natężenie prądu przy badaniu ruchu ramienia z i bez PKG*

Badania porównawcze efektywności układu przeprowadzono w precyzyjnie zdefiniowanym zakresie kątowym od 35° do 85°, co pozwoliło na odwzorowanie najbardziej obciążających faz pracy manipulatora. Aby zapewnić rzetelność, prezentowane wyniki stanowią uśrednienie z serii 5 pełnych cykli pomiarowych, a na wykresach naniesiono pasma odchylenia standardowego obrazujące powtarzalność pracy mechanizmu (Rys. 1). W pierwszej fazie ruchu, obejmującej opuszczanie ramienia, zaobserwowano, że system PKG pełni funkcję stabilizatora kinetycznego. Przejmuje on energię potencjalną, co skutkuje wygładzeniem przebiegów prądowych i ograniczeniem gwałtownych skoków natężenia, które w standardowym układzie są wynikiem walki napędu z bezwładnością masy własnej.

Szczegółowa analiza zużycia energii, oparta na całkowaniu mocy pobieranej w czasie rzeczywistym, potwierdziła wysoką sprawność rozwiązania. Układ pozbawiony kompensacji zużył średnio 3,151 J energii na cykl, podczas gdy ramię z systemem PKG potrzebowało jedynie 2,244 J. Przekłada się to na realną oszczędność energetyczną na poziomie 28,8% w pełnym cyklu dynamicznym. Dodatkowo, w skrajnych pozycjach spoczynkowych, gdzie ramię musi statycznie utrzymywać swój ciężar, system pozwala na redukcję poboru prądu o ponad 70%. Tak znaczne obniżenie parametrów elektrycznych bezpośrednio ogranicza emisję ciepła przez uzwojenia silników i układ sterujący PCA9685, co w dłuższej perspektywie wydłuża żywotność elektroniki. Mechanizm ten może również znaleźć zastosowanie w zwiększaniu całkowitej długości ramienia bez konieczności wymiany serwonapędów.



Fot. 1. *Mechanizm kompensacji*

HYBRYDOWY SILNIK RAKIETOWY H.E.A.T

Sebastian Bogucki

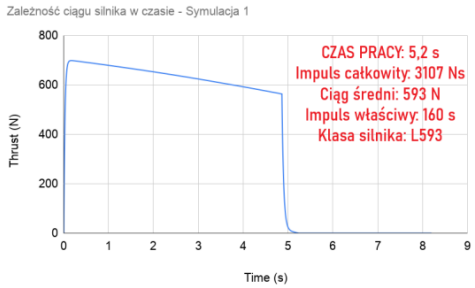
Słowa kluczowe: podtlenek azotu, ABS, komora spalania, zbiornik, impuls całkowity.

Opiekun: Andrzej Szulc | Zespół Szkół Elektrycznych im. Prof. Janusza Groszkowskiego w Białymstoku, Aleja Tysiąclecia Państwa Polskiego 14, 15-111, Białystok, boguckisebastian132@gmail.com

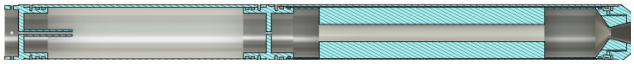
ABSTRAKT

Hybrydowe silniki rakietowe stanowią kompromis pomiędzy silnikami na paliwo stałe i ciekłe. Ze względu na ich zalety w zakresie bezpieczeństwa oraz mniejszą złożoność są często wybieranym typem napędu przez zespoły studenckie oraz niektóre prywatne firmy z sektora kosmicznego. W ramach projektu opracowano hybrydowy napęd rakietowy wykorzystujący podtlenek azotu jako utleniacz oraz ABS jako paliwo stałe. Plan obejmował trzy etapy: stworzenie projektu i wykonanie symulacji w programie HRAP, wykonanie modelu CAD w środowisku Autodesk Fusion 360 oraz budowę fizycznego prototypu silnika.

Do stworzenia projektu teoretycznego i wykonania symulacji (rys. 1) wykorzystano program Hybrid Rocket Analysis Program (HRAP). Dzięki niemu możliwe było poznanie przybliżonych parametrów pracy silnika i dokładne zaprojektowanie poszczególnych części w programie Autodesk Fusion 360 (rys. 2). Były one projektowane w sposób umożliwiający ich wielokrotne wykorzystanie, co pozwoli na zmniejszenie ilości generowanych odpadów oraz kosztów pojedyńczego startu.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność ciągu silnika w czasie, otrzymany w wyniku wykonanej symulacji*



Rys.2. *Rysunek przedstawiający przekrój poprzeczny silnika*

Części konstrukcyjne zostały wykonane z aluminium metodą skrawania. W przypadku dyszy wykonano dodatkowe wkładki z tekstolitu oraz grafitu. Niezbędne było również obliczenie wytrzymałości korpusu i liczby wymaganych śrub mocujących części silnika. Aluminiowy korpus komory spalania będzie wystawiony na działanie wysokiej temperatury i ciśnienia, dlatego konieczne jest zastosowanie izolacji termicznej wykonanej z papieru i żywicy fenolowej. Pozostałe części zostaną pokryte izolacją bazującą na żywicy epoksydowej i siarczanie magnezu. Jej skład bazuje na oryginalnej mieszance opracowanej przez zespół rakietowy Brazoswood Goddard[1]. W celu przetestowania izolacji przeprowadzono dwa testy polegające na intensywnym podgrzewaniu próbki przez 1 minutę.

Podczas drugiego testu (fot. 1) maksymalna temperatura na odwrotnej stronie izolacji wyniosła 100,7 °C, co potwierdza skuteczność przygotowanej mieszanki. Do pomiaru temperatury podczas drugiego testu wykorzystano termometr elektroniczny z sondą.

Z wykonanych symulacji wynika, że przewidywany impuls całkowity silnika jest o 1400 Ns niższy od zakładanego. Jest to spowodowane niską wydajnością wtryskiwacza utleniacza, który nie pozwala na jego odpowiednią atomizację i wymieszanie z paliwem. W celu zminimalizowania tego problemu przedłużono komorę spalania, co wpłynęło na poprawę parametrów i uzyskanie przewidywanego impulsu całkowitego wynoszącego 3,107 kNs. W następnej wersji silnika wtryskiwacz zostanie zmodyfikowany, aby zbliżyć się do impulsu całkowitego wynoszącego 4,5 kNs.



Fot. 1. *Zdjęcie wykonane podczas drugiego testu izolacji termicznej*

Wyniki symulacji wykazały, że wydajność układu wtryskowego ma kluczowy wpływ na osiągi silnika rakietowego. Po dokonaniu modyfikacji silnik H.E.A.T będzie mógł zostać zastosowany jako napęd obecnie powstającej naddźwiękowej rakiety Zenit. Przeprowadzone testy izolacji wykazały, że stworzona mieszanka może być z powodzeniem wykorzystywana, również w innych projektach. Na podstawie wyników symulacji oraz nadchodzącego testu statycznego, wprowadzone zostaną modyfikacje w budowie silnika w celu osiągnięcia zakładanej wydajności. Wyniki mogą również pomóc w zaprojektowaniu bardziej zaawansowanych napędów hybrydowych wielokrotnego użytku.





Fot. 2, 3. *Złożony silnik rakietowy oraz jego poszczególne części*

ŹRÓDŁA

1. Brazoswood Goddard. *Horizon I* – materiały prezentacyjne.

DOWNFORCELAB – WPŁYW MOCY TURBINY (DOCISKU) NA OSIĄGI, BEZPIECZEŃSTWO I EKOLOGICZNOŚĆ POJAZDU

Szymon Bogus

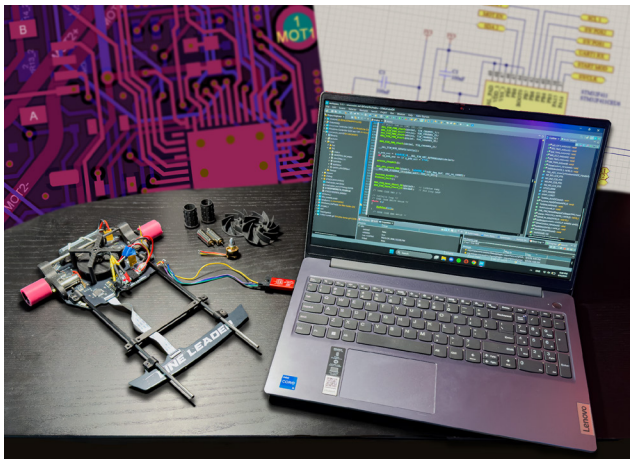
Słowa kluczowe: aerodynamika, robot, turbina, bezpieczeństwo, przyczepność.

Opiekun: Elżbieta Krupa-Grabowska | I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Gdańsku, ul. Wały piastowskie 6, 80-855 Gdańsk, szkola@ilo.gda.pl

ABSTRAKT

Celem mojego projektu było zbadanie wpływu turbiny generującej docisk aerodynamiczny na osiągi autonomicznego robota typu line-follower. Chciałem sprawdzić, czy dodatkowy docisk może poprawić przyczepność, stabilność i szybkość przejazdu oraz przy jakim poziomie mocy układ działa najefektywniej. Temat ten jest istotny nie tylko w przypadku małych robotów, ale również w motoryzacji, sporcie motorowym i projektowaniu szybkich pojazdów autonomicznych. W każdym z tych obszarów występuje ten sam problem inżynierski: większy docisk może poprawić prowadzenie, ale jego uzyskanie wymaga energii i dodatkowo obciąża napęd.

W ramach projektu samodzielnie zaprojektowałem i zbudowałem robota badawczego, przygotowałem jego mechanikę, napęd, turbinę dociskową, elektronikę oraz oprogramowanie sterujące. Ważną częścią prac było także wielokrotne udoskonalanie konstrukcji. W trakcie realizacji projektu musiałem rozwiązać rzeczywiste problemy inżynierskie, takie jak wytrzymałość wirnika przy wysokich obrotach, wyważenie turbiny, precyzja kół zębatych, płynność przekładni oraz integracja wszystkich modułów w jedną stabilnie działającą konstrukcję. Ostatecznie ukończyłem robota, napisałem program sterujący jego jazdą i pracą turbiny oraz zbudowałem tor testowy do wykonywania powtarzalnych prób.



Fot. 1 *Programowanie robota, w tle PCB oraz schematy*

Badania przeprowadziłem w formie serii przejazdów po tym samym torze, przy różnych poziomach mocy turbiny od 0% do 100%, ze zmianą co 10 punktów procentowych. Dla każdego ustawienia wykonywałem kilka testów i porównywałem czasy okrążeń. Czas przejazdu bez użycia turbiny wynosił około 3,1 s, a przy maksymalnej mocy turbina generowała docisk dochodzący do około 1 kg. Bez pracy turbiny robot miał ograniczoną przyczepność, dlatego przy większej mocy napędu zaczynał się ślizgać, co wymuszało ograniczenie mocy silników. Po zwiększeniu docisku poprawiała się trakcja, dzięki czemu mogłem stopniowo zwiększać moc napędu i uzyskiwać szybsze okrążenia. Najlepsze wyniki uzyskałem w okolicach 70% mocy turbiny, co wskazuje na optymalny punkt pracy układu. Powyżej tej wartości czasy przejazdu ponownie rosły, prawdopodobnie z powodu dodatkowych oporów aerodynamicznych, większego poboru energii i większego obciążenia napędu. W kolejnych seriach testów zaobserwowałem też niewielkie pogorszenie wyników, najpewniej związane ze stopniowym rozładowywaniem akumulatora.

Uzyskane wyniki pokazują, że aktywnie generowany docisk aerodynamiczny może wyraźnie poprawiać osiągi małego robota mobilnego, ale tylko do pewnej granicy, po przekroczeniu której straty zaczynają przewyższać korzyści. Jest to ważny wniosek nie tylko dla konstrukcji line-followerów, lecz także dla szerszej inżynierii pojazdów. Poprawiona przyczepność może przekładać się nie tylko na lepsze osiągi, ale również na zwiększenie bezpieczeństwa, które jest jednym z najważniejszych aspektów współczesnej motoryzacji. Lepszy kontakt pojazdu z podłożem może ograniczać ryzyko utraty kontroli, poprawiać stabilność ruchu i zwiększać pewność prowadzenia. Ma to także znaczenie z punktu widzenia ekologiczności, ponieważ wyznaczenie optymalnego poziomu mocy turbiny pozwala ograniczyć niepotrzebne zużycie energii i poprawić efektywność pracy układu. Projekt potwierdził więc, że nawet w małej skali można badać zjawiska istotne dla nowoczesnej motoryzacji, bezpieczeństwa, efektywności energetycznej i inżynierii transportu, a uzyskane wyniki mogą stanowić punkt wyjścia do dalszych prac nad optymalizacją tego typu rozwiązań.

ŹRÓDŁA

1. S. K. Roy, A. M. Sharma, *"Effects of Aerodynamic Downforce on Vehicle Control and Stability"*.

KAIOPTIK – GRA WSPOMAGAJĄCA REHABILITACJĘ WIDZENIA

Mateusz Buczkowski

Słowa kluczowe: rehabilitacja widzenia (VT), trening fiksacji, trening koordynacji oko-ręka, trening ruchów oczu, gra komputerowa, technologia.

Opiekun: Agata Matyjasek | Zespół Szkół Komunikacji im. Hipolita Cegielskiego w Poznaniu, ul. Fredry 13, 61-701 Poznań, buczkowskimateusz579@gmail.com

ABSTRAKT

Poza wadami wzroku istnieje wiele dysfunkcji widzenia, które istotnie wpływają na jakość życia człowieka i jego funkcjonowanie[1]. Przykładowo, zaburzenia ruchów oczu, fiksacji i koordynacji oko-ręka mogą powodować problemy w nauce, czytaniu i pisaniu[2]. Postępowanie w tego rodzaju dysfunkcjach często obejmuje rehabilitację widzenia (VT- ang. Vision Therapy), w szczególności trening wzrokowy. Niestety tradycyjne metody ćwiczeń wzrokowych nie zawsze są interesujące dla małych pacjentów. Wsparciem takiego postępowania mogą być narzędzia w postaci gier komputerowych.

Celem projektu było zaprogramowanie gry komputerowej, Kaioptik, w silniku Unity[3], która mogłaby efektywnie pomagać w rehabilitacji wzroku wybranych zaburzeń widzenia. Narzędzie ma wspomagać terapię wzroku poprzez interaktywne zadania angażujące percepcję wzrokową użytkownika, koordynację oko-ręka, fiksację oraz ruchy śledzące i sakkadowe.

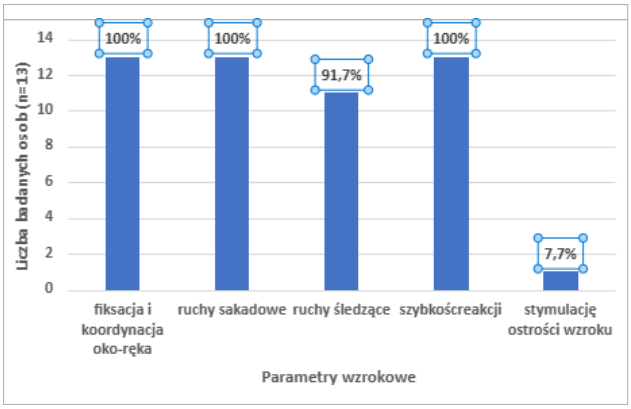
Kaioptik stworzono na sprzęcie komputerowym Dell Latitude 5330 z ekranem dotykowym (zakupionym w ramach projektu). Opracowano dwie minigry. Gra 1 umożliwia trening fiksacji, ruchów sakkadowych, koordynacji oko-ręka, stymuluje także ostrość wzroku i zdolność wyszukiwania bodźców wzrokowych ze względu na tło stymulacji. Gra 2 została zaprogramowana tak by trenować ruchy śledzące, koordynację oko - ręka i szybkość reakcji. Dodatkowo w obu grach zastosowano efekty dźwiękowe umożliwiające feedback słuchowy. Kaioptik zawiera menu główne oraz ekran ustawień. System logowania i rejestracji, zapis najlepszych wyników oraz możliwość zmiany parametrów zastosowanych bodźców wzrokowych zostały opracowane tak, by specjalista mógł personalizować grę do każdego pacjenta. Dodatkowo gra została wstępnie przetestowana przez optometrystów na 13 pacjentach (w wieku 6-13 lat) w gabinecie rehabilitacji widzenia.



Fot 1. *Zdjęcie przedstawiające pacjenta w trakcie rehabilitacji widzenia*

W celu oceny potencjalnej przydatności Kaioptik w treningu wzrokowym przeprowadzono ankietę wśród 3 optometrystów, zaś atrakcyjność narzędzia oceniło 13 pacjentów. W ankiecie zapytano specjalistów m.in o to "Czy gra może być użyteczna do rehabilitacji widzenia?", "Jakie parametry wzrokowe mogą być trenowane z użyciem minigier?", "Które funkcje parametryzacji bodźców były szczególnie użyteczne?" oraz "Czy poziomy trudności były odpowiednie?". Pacjentów zaś zapytano mi.in. o ogólny odbiór gry tj. "Czy gra była przyjemna?" i "Czy powodowała zmęczenie oczu?".

Wyniki ankiety wskazują, iż gra Kaioptik może być atrakcyjnym i wartościowym wsparciem tradycyjnych metod rehabilitacji widzenia. Specjaliści ocenili szczególne jej zastosowanie w treningu fiksacji i koordynacji oko-ręka, ruchów sakkadowych, ruchów śledzących, szybkości reakcji (Rys. 1). Optometryści wysoko ocenili możliwość parametryzacji minigier dla każdego pacjenta, w szczególności regulowanie prędkości poruszania się obiektu, jego rozmiaru i czasu trwania.



Rys. 1. *Wykres pokazujący jakiego rodzaju parametry wzrokowe mogą być trenowane z udziałem gry Kaioptik*

Pacjenci ocenili atrakcyjność gry w skali od 1-5 (gdzie 5 oznacza bardzo atrakcyjna) na 4,5.

Uzyskane wyniki wskazują, że projekt ma wysoki potencjał wdrożeniowy tej technologii na rynku medycznym. Badania mają charakter pilotażowych i warte są kontynuacji.

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękuję za pomoc mojej opiekunce Agacie Matyjasek, oraz dr n. med. Hannie Buczkowskiej za wsparcie meytoryczne. Ponadto dziękuję organizatorom programu "Inżynierowie przyszłości" za szansę uczestnictwa w programie.

ŹRÓDŁA

1. T.Grosvenor: *Optometria. Edra Urban & Partner, 2011.*
2. M. Scheiman, B Wick: *Clinical Management of Binocular Vision. Wolters Kluwer Health, 2020.*
3. C.Hardman: *Game Programming with Unity and C#: A Complete Beginner's Guide. 2023.*

FUNKCJONALNY MODEL TERENOWEGO WÓZKA INWALIDZKIEGO OPARTEGO O MORFICZNE KOŁA I ZAWIESZENIE TYPU ROCKER-BOOGIE, ZE STEROWANIEM TYPU ACKERMANNA

Miłosz Burek

Słowa kluczowe: druk 3D, koło morficzne, wózek inwalidzki, rocker-boogie, geometria Ackermanna.

Opiekun: Andrzej Pękala | X Liceum Ogólnokształcące im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, ul. Zygmunta Wróblewskiego 8, 31-148 Kraków, milosz.burek.official@gmail.com

ABSTRAKT

XXI wiek przynosi coraz większą dostępność przestrzeni publicznej dla osób z niepełnosprawnościami. Pomimo postępu technologicznego nadal jednak wiele miejsc, punktów medycznych, obiektów kultury czy instytucji publicznych pozostaje trudno dostępnych dla osób poruszających się na wózkach inwalidzkich. W odpowiedzi na ten problem opracowaliśmy funkcjonalny model pojazdu, którego celem jest ograniczenie barier komunikacyjnych oraz zwiększenie mobilności użytkowników w zróżnicowanych warunkach terenowych.

Podczas projektowania szczególną uwagę poświęciliśmy wszechstronności konstrukcji oraz komfortowi użytkowania. Kluczowym założeniem było umożliwienie pojazdowi pokonywania gwałtownych zmian wysokości podłoża, takich jak krawężniki, schody czy nierówności terenu. W tym celu wykorzystaliśmy układ zawieszenia rocker-boogie, znany z marsjańskich łazików, między innymi łazika Perseverance. System ten umożliwia stabilne przemieszczanie się po trudnym terenie typu off-road, a przeprowadzone testy potwierdziły jego wysoką skuteczność również w warunkach miejskich.

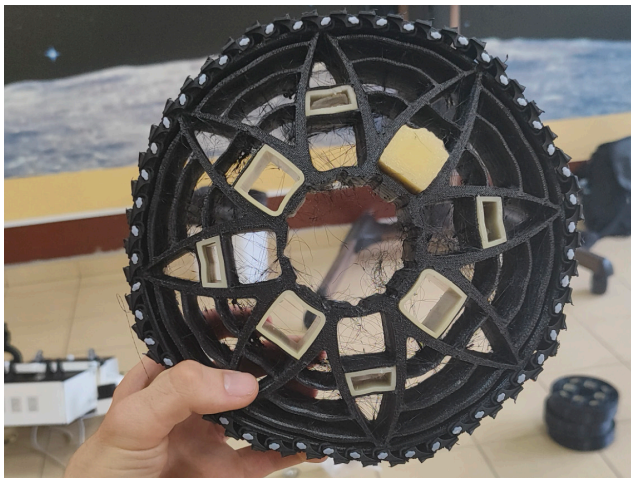
W celu zwiększenia możliwości terenowych oraz poprawy komfortu jazdy zastosowaliśmy autorskie koła morficzne. Ich elastyczna struktura wewnętrzna pozwala na odkształcanie się i dostosowywanie do nierówności podłoża, co zwiększa przyczepność oraz redukuje drgania. Inspiracją do opracowania tego rozwiązania była obserwacja kropli wody, zdolnej do zmiany kształtu pod wpływem nacisku, a następnie powrotu do formy pierwotnej. Koła zostały wykonane w technologii druku 3D z elastycznego filamentu TPU oraz wyposażone w bieżnik zwiększający trakcję pojazdu.

W celu poprawy bezpieczeństwa oraz komfortu użytkownika zastosowano również niezależną amortyzację siedziska. Mechanizm oparty na amortyzatorach sprężynowych i układzie łożysk skutecznie tłumi drgania powstające podczas jazdy po nierównym terenie, ograniczając obciążenia oddziałujące na organizm człowieka.

Istotnym elementem projektu była także zwrotność pojazdu. Spośród sześciu kół cztery posiadają możliwość skrętu o 90 stopni w każdą stronę. Zastosowanie geometrii Ackermanna w systemie sterowania zapewnia płynne, dynamiczne i stabilne manewrowanie nawet w ciasnych przestrzeniach.

Projekt stanowi platformę rozwojową pokazującą, że przy wykorzystaniu dostępnych technologii – takich jak druk 3D, elektronika sterowana mikrokontrolerami oraz nowoczesne rozwiązania mechaniczne – możliwe jest stworzenie pojazdu zdolnego sprostać wymagającym warunkom terenowym, przy jednoczesnym zachowaniu komfortu użytkowania. Choć prezentowana konstrukcja jest modelem wykonanym w skali, wiernie odwzorowuje zachowanie pełnowymiarowego pojazdu i wskazuje kierunek rozwoju nowoczesnych środków transportu wspomagających osoby z niepełnosprawnościami.

Możliwości tego typu konstrukcji obejmują nie tylko poprawę dostępu do infrastruktury publicznej i budynków mieszkalnych, lecz także otwierają perspektywy aktywnej turystyki oraz większej niezależności użytkowników.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające koło morficzne*



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające ucznia-laureata przy wózku*

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania składamy dyrekcji X Liceum Ogólnokształcące im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie za wsparcie projektu na wielu płaszczyznach, życzliwość oraz stworzenie warunków sprzyjających realizacji naszych działań badawczo-konstrukcyjnych.

UBIERALNY SYSTEM DO ANALIZY BIOMECHANICZNEJ POSTAWY CIAŁA

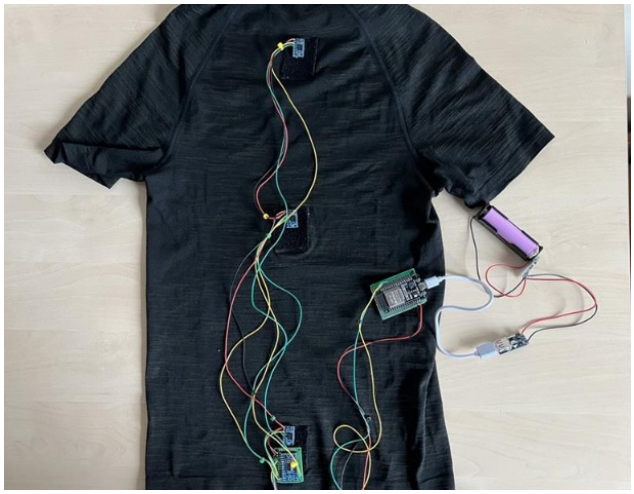
Krystian Cywiński

Słowa kluczowe: biomechanika, fizjoterapia, profilaktyka, czujniki inercyjne

Opiekun: Krzysztof Feja | Zespół Szkół Ponadpodstawowych w Kleszczowie, ul. Sportowa 8, 97-410 Kleszczów, k.cywinski@uczen.zspkleszczow.pl

ABSTRAKT

W dobie narastającego problemu siedzącego trybu życia, wady postawy stają się chorobą cywilizacyjną. Współczesne metody diagnostyczne często opierają się na subiektywnej ocenie wzrokowej, drogich urządzeniach takich jak Xsens czy Notch lub systemach analizy obrazu (np. MediaPipe), które wymagają odpowiedniego oświetlenia i przestrzeni na ustawienie kamery. Celem niniejszego projektu było stworzenie niskobudżetowego, ubieralnego systemu (wearable) do ciągłego monitorowania biomechaniki kręgosłupa. System ma wspierać fizjoterapeutów oraz trenerów personalnych w analizie techniki treningu siłowego (np. martwego ciągu) oraz w profilaktyce wad postawy.

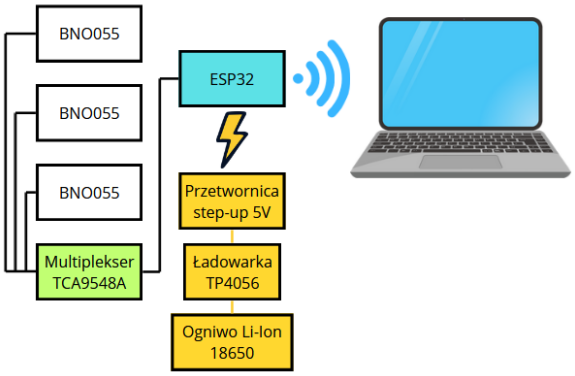


Fot. 1. *Gotowy prototyp urządzenia na koszulce kompresyjnej*

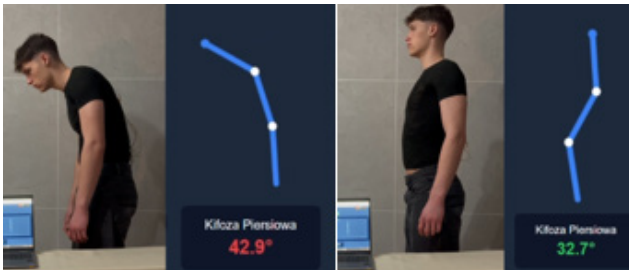
Sercem układu jest mikrokontroler ESP32, wykorzystujący łączność Bluetooth Low Energy (BLE) do bezprzewodowej i płynnej transmisji danych. Warstwę sprzętową zintegrowano z koszulką kompresyjną, w której zastosowano system rzepów do mocowania jednostek pomiarowych. Rozwiązanie to okazało się optymalnym kompromisem – zapewnia stabilne przyleganie czujników do ciała (kluczowe dla dokładności pomiaru), będąc jednocześnie najtańszą i najprostszą metodą montażu w porównaniu do systemów podskórnych czy drogich kombinezonów zintegrowanych.

W obecnej iteracji system wykorzystuje trzy czujniki inercyjne, co pozwala na precyzyjne odwzorowanie krzywizn kręgosłupa (odcinka szyjnego, piersiowego i lędźwiowego). Zastosowanie przewodów silikonowych zapewniło komfort użytkowania podczas dynamicznego treningu, nie ograniczając zakresu ruchów użytkownika.

Warstwa programistyczna obejmuje interfejs webowy zbudowany w HTML/JavaScript, hostowany na platformie GitHub Pages. Aplikacja pozwala na wizualizację danych w czasie rzeczywistym oraz ich ekstrakcję do formatu .csv. Zebrane dane mogą posłużyć do budowy tzw. cyfrowego bliźniaka (Digital Twin) kręgosłupa, co umożliwia profesjonalistom głęboką analizę biomechaniczną i tym samym profilaktykę wad postawy.



Rys. 1. *Schemat budowy prototypu*



Fot. 2. *Porównanie hiperkifozy z prawidłową postawą, zwizualizowane przez moją aplikację webową.*

Projekt potwierdził, że system trzech czujników to skuteczny i tani kompromis diagnostyczny. Pomimo prototypowych ograniczeń w komforcie, urządzenie pozwala na trafną, doraźną ocenę techniki siłowej i postawy. System demokratyzuje dostęp do analizy biomechanicznej, dotychczas zarezerwowanej dla drogich laboratoriów. Rozwiązanie stanowi bazę dla przyszłych, niskobudżetowych narzędzi samokontroli pacjenta w codziennej fizjoterapii i sporcie.

ŹRÓDŁA

1. Tang H-Y, Tan S-H, Su T-Y, Chiang C-J, Chen H-H, *Upper Body Posture Recognition Using Inertial Sensors and Recurrent Neural Networks*, Applied Sciences, vol. 11, no. 24, 12101, 2021.
2. Manon Kok, Jeroen D. Hol and Thomas B. Schön (2017), *Using Inertial Sensors for Position and Orientation Estimation*, Foundations and Trends in Signal Processing: Vol. 11: No. 1-2, pp 1-153. http://dx.doi.org/10.1561/2000000094

MODUŁOWY SYSTEM MIKROFLUIDYCZNY TYPU LAB-ON-A-CHIP Z CZUJNIKAMI DO ANALIZY REAKCJI CHEMICZNYCH I FIZYCZNYCH W OPROGRAMOWANIU

Jakub Domański

Słowa kluczowe: Lab-on-a-Chip, mikrofluidyka, modułowość, czujniki C4D, prototypowanie 3D

Opiekun: Stanisław Szulc | I Liceum Ogólnokształcące im. Zygmunta Krasińskiego w Ciechanowie, ul. 17 Stycznia 66, 06-400 Ciechanów, stanislaw.szulc@krasiniak.pl

ABSTRAKT

Współczesna analityka chemiczna i medyczna coraz częściej opiera się na systemach mikrofluidycznych typu Lab-on-a-Chip (LoC). Mimo ich licznych zalet, technologie te pozostają domeną wysokobudżetowych laboratoriów badawczych, będąc praktycznie nieobecnymi w edukacji szkolnej. Niniejsza praca prezentuje autorskie rozwiązanie problemu wysokich kosztów i stopnia skomplikowania aparatury poprzez zaprojektowanie oraz budowę w pełni modułowego, niskobudżetowego systemu mikrofluidycznego. Głównym celem projektu było stworzenie narzędzia, które nie tylko zwiększy precyzję pomiarów w warunkach szkolnych, ale również zminimalizuje negatywny wpływ na środowisko poprzez drastyczne ograniczenie zużycia odczynników (mikroskala) oraz eliminację jednorazowych materiałów eksploatacyjnych.

Sercem systemu są autorskie moduły o rozmiarach zbliżonych do telefonu komórkowego, zaprojektowane w środowisku Fusion 360 i wykonane w technologii druku 3D SLA (stereolitografia). Wybór tej metody pozwolił na uzyskanie wysokiej gładkości kanałów oraz szczelności układu, co jest kluczowe w mikrofluidyce. Innowacyjność konstrukcji polega na jej pełnej modułowości – użytkownik może dowolnie konfigurować zestaw w zależności od potrzeb badawczych. System obejmuje moduły pomiarowe wyposażone w czujniki temperatury, konduktometryczne elektrody C4D (do bezstykowego pomiaru przewodnictwa cieczy), spektrometr oraz kamerę wysokiej rozdzielczości przeznaczoną do detekcji fluktuacji i zanieczyszczeń w badanej próbce. Proces podawania cieczy zautomatyzowano za pomocą miniaturowych pomp perystaltycznych.

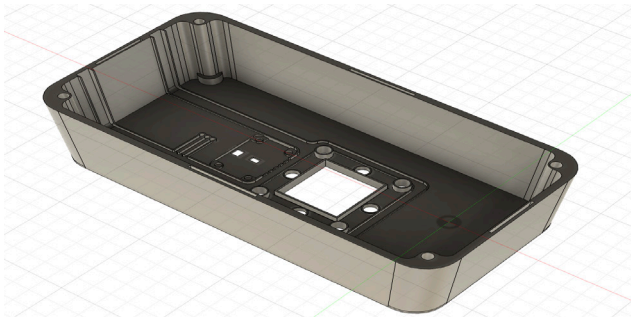
W ramach prac nad systemem opracowano architekturę integrującą podzespoły elektroniczne, w tym mikrokontrolery sterujące przepływem i akwizycją danych. Logika systemu zakłada przesyłanie parametrów w czasie rzeczywistym do aplikacji analitycznej, co pozwala na wizualizację procesów niewidocznych gołym okiem, takich jak subtelne zmiany barwy (przy użyciu diod LED i UV 365 nm) czy zmiany właściwości fizykochemicznych roztworów. Dzięki integracji wielu czujników w małych, mobilnych obudowach, wyeliminowano konieczność stosowania tradycyjnego, nieporęcznego szkła laboratoryjnego (kolb, pipet, szalek).

Weryfikacja prototypu potwierdziła założenia projektowe dotyczące miniaturyzacji i mobilności. Udało się zintegrować zaawansowaną elektronikę sterującą oraz system pomp w modułach o wysokiej gęstości upakowania komponentów. Testy funkcjonalne wykazały poprawność działania układu hydraulicznego oraz czułość sensorów na zmiany parametrów środowiskowych.



Fot. 1. *Jeden z elementów modułu pomiarowego, wyposażony w kamerę i komputer*

Podsumowując, opracowany system stanowi efektywną alternatywę dla drogich urządzeń laboratoryjnych. Jego wdrożenie w proces dydaktyczny pozwala na bezpieczne, ekologiczne i atrakcyjne wizualnie przeprowadzanie doświadczeń – od prostych reakcji kwas-zasada po zaawansowane analizy fizykochemiczne. Projekt wykazuje również wysoki potencjał wdrożeniowy w dziedzinie taniej diagnostyki medycznej oraz monitoringu środowiska w terenie, gdzie kluczową rolę odgrywa mobilność i szybkość uzyskania wyniku.



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające element modułu pomiarowego wyposażonego w spektrometr, diody i elektrody. Widok z programu Fusion 360*

ŹRÓDŁA

1. Dziuban J.: *Technologia mikrosystemów krzemowych i szklanych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
2. Brzózka Z. (red.): *Mikrosystemy analityczne*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.

AUTONOMICZNY SYSTEM RAKIETA-SONDA WIRNIKOWA DO BADAŃ ATMOSFERY

Kacper Dzięgielewski

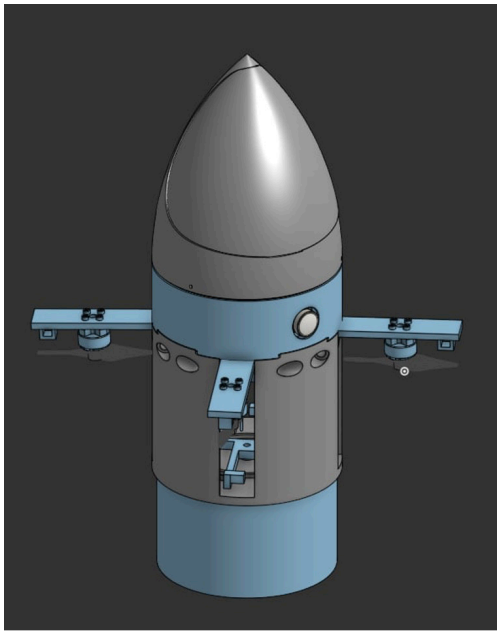
Słowa kluczowe: cansat, rakieta, autonomia, powietrze, LoRa.

Opiekun: Anna Fidural | Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Grajewie, ul. Adama Mickiewicza 3, 19 – 200 Grajewo, dz.kacper.09@gmail.com, aniafidura@gmail.com

ABSTRAKT

Rozwój autonomicznych systemów lotniczych zdolnych do operowania w trudno dostępnych lub ekstremalnych środowiskach atmosferycznych stanowi jeden z kluczowych kierunków współczesnej inżynierii kosmicznej i lotniczej. Dotychczas koncepcja wynoszenia autonomicznego pojazdu wirnikowego za pomocą rakiety nośnej, a następnie jego samodzielnej operacji po separacji, była realizowana wyłącznie przez organizacje kosmiczne dysponujące ogromnymi zasobami – czego emblematycznym przykładem jest śmigłowiec Ingenuity, wyniesiony na Marsa w ramach misji NASA Mars 2020. Niniejszy projekt stawia tezę, że kluczowe elementy tej architektury – separacja od nośnika w apogeum, autonomiczna stabilizacja lotu oraz telemetria w czasie rzeczywistym – mogą zostać opracowane, zbudowane i zweryfikowane w warunkach ziemskich przy użyciu ogólnodostępnych komponentów elektronicznych i mechanicznych. Jako środowisko testowe i źródło mierzalnych, weryfikowalnych danych wybrano pionowe profilowanie jakości powietrza w warstwie przyziemnej atmosfery (0–100 m n.p.g.).

Celem projektu jest zaprojektowanie, budowa oraz weryfikacja dwustopniowego, autonomicznego systemu badawczego składającego się z rakiety nośnej oraz uwalnianego w apogeum autonomicznego pojazdu wirnikowego APL (Autonomous Profiling Lifter). Postawiono hipotezę, iż rozkład stężeń pyłów zawieszonych (PM2.5, PM10), lotnych związków organicznych (VOC) oraz dwutlenku węgla (CO_2) wykazuje istotną nieliniowość w funkcji wysokości, a jej pomiar stanowi jednocześnie praktyczny scenariusz weryfikacji działania systemu w warunkach rzeczywistych.



Rys. 1. *Projekt 3D APL w programie OnShape*

System składa się z dwóch współpracujących podsystemów. Pierwszy stanowi rakieta nośna wyposażona w autorski mechanizm separacji aktywowanej wykryciem apogeum w oparciu o fuzję danych barometrycznych (BMP280) oraz inercjalnych (MPU6500). W przypadku nieprawidłowego działania systemu separacji lub utraty stabilności lotu aktywowany jest awaryjny system odzysku oparty na spadochronie, zapewniający bezpieczny powrót pojazdu wirnikowego na ziemię. Drugi podsystem – APL – po uwolnieniu z rakiety autonomicznie stabilizuje lot i wykonuje serię pomiarów w trybie zawisu na kolejnych, z góry zdefiniowanych wysokościach. Na pokładzie APL zainstalowano moduł pomiarowy oparty o mikrokontroler ESP32, wyposażony w czujniki: PMS5003 (PM1.0/PM2.5/PM10), SGP40 (VOC) oraz SCD41 (CO_2, temperatura, wilgotność względna). Dane telemetryczne przesyłane są w czasie rzeczywistym za pośrednictwem łącza radiowego LoRa 433 MHz do naziemnej stacji odbiorczej z graficznym interfejsem wizualizacji oraz możliwością eksportu danych.

Projekt demonstruje, że architektura systemu rakietowo-wirnikowego – dotychczas zarezerwowana dla misji prowadzonych przez największe agencje kosmiczne świata – może zostać z powodzeniem zrealizowana na poziomie projektu uczniowskiego przy użyciu komponentów dostępnych na rynku konsumenckim. Uzyskane wyniki stanowią dowód koncepcji (proof-of-concept) dla szerszej klasy autonomicznych platform badawczych wynoszonych rakietami, których zastosowanie może obejmować eksplorację atmosfer innych planet, monitoring środowiskowy w strefach niedostępnych dla konwencjonalnych platform pomiarowych oraz wczesne misje rozpoznawcze poprzedzające lądowanie załogowe.

STATYSTYKI SESJI

	MIN	MAX	ŚRED
Alt (m)	-24.9	251.2	150.8
Temp (°C)	20.2	22.2	21.0
RH (%)	50.5	59.9	54.8
CO_2 (ppm)	572	1040	808
PM2.5	7	19	11
Pres (hPa)	983.4	1016.3	994.3

ŁĄCZE

Pakiety	0
Błędy CRC	0
Skuteczność	–
Czas sesji	00:03:29

Tab. 1. *Przykładowe statystyki ze stacji naziemne*

ŹRÓDŁA

1. Seinfeld J.H., Pandis S.N. (2016). *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. Wiley.*
2. Balaram J. et al. (2021). *Ingenuity, the Mars helicopter: From concept to reality. AIAA SciTech Forum.*
3. WHO (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10).* World Health Organization.

WPŁYW TEMPERATURY NA BIODEGRADACJĘ TWORZYW PET PRZEZ ENZYMY BAKTERYJNE

Aleksandra Gałecka

Słowa kluczowe: ideonella sakaiensis, politereftalan etylu (PET), biodegradacja, recykling, mikroplastik.

Opiekun: Agnieszka Chojęta | Niepubliczne Liceum Ogólnokształcące ALTUM w Lublinie, Aleje Racławickie 8/II piętro, 20-037 Lublin, aleksandra.galeckaa@o2.pl

ABSTRAKT

Nagromadzenie makro-, mikro- i nanoplastiku stanowi istotne wyzwanie środowiskowe ze względu na ich dużą odporność na rozkład. Zdolność do degradacji takich materiałów wykazują jednak niektóre mikroorganizmy, w tym Ideonella sakaiensis, która może wykorzystywać PET jako źródło węgla.

Celem pracy badawczej było określenie optymalnych warunków temperaturowych biodegradacji PET pochodzącego z butelek na wodę mineralną. Fragmenty tworzywa o jednakowej krystaliczności inkubowano z bakteriami przez pięć tygodni. Analizowano spadek masy materiału oraz ilość wydzielonego CO_2.

Od momentu wprowadzenia w 1941 roku politereftalan etylu (PET) stał się jednym z najpowszechniej stosowanych polimerów na świecie, z produkcją przekraczającą 400 mln ton rocznie. Mimo, że PET podlega recyklingowi, duża część odpadów z tworzyw sztucznych nadal gromadzi się w środowisku, stanowiąc istotne obciążenie ekologiczne. W związku z tym poszukiwanie skutecznych metod ich degradacji jest kluczowym kierunkiem badań.

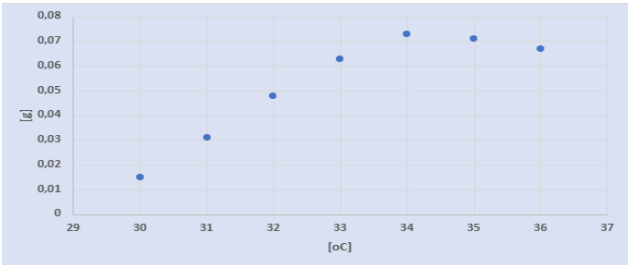
W 2016 roku odkryto bakterię Ideonella sakaiensis zdolną do wykorzystywania PET jako jedynego źródła węgla, co czyni ją potencjalnie użyteczną w biodegradacji tego polimeru. Proces rozkładu PET zachodzi dzięki dwóm enzymom: PET-azie, która rozkłada PET do MHET, oraz MHET-azie, która przekształca ten związek do glikolu etylenowego oraz kwasu tereftalowego. Produkty te wykorzystywane są w dalszym metabolizmie komórkowym bakterii.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające próbę badawczą i kontrolną w temperaturze 33°C*

W badaniu oceniono zdolność Ideonella sakaiensis do biodegradacji PET pochodzącego z opakowań wody mineralnej. Eksperyment trwał 5 tygodni i prowadzono go w 6 różnych temperaturach. Do każdej próby użyto 4 fragmentów PET o wymiarach 2x1 cm i łącznej masie 0,332 g. Część właściwą badań przeprowadzono na podłożu minimalnym M9(pH 7,2), zawierającym sole: 64 g/l Na_2HPO_4, 15 g/l KH_2PO_4, 2,5 g/l NaCl oraz 5 g/l NH_4Cl. Podłoże to zapewniało warunki do wykorzystania PET jako źródła węgla przez bakterie. W trakcie doświadczenia analizowano ilość wydzielonego CO_2 związanego w postaci $BaCO_3$, a także końcowy ubytek masy PET po zakończeniu inkubacji. Na podstawie wyników określono temperaturę, w której bakterie Ideonella sakaiensis wykazują najwyższą aktywność degradacji PET.

Analiza uzyskanych wyników (Rys. 2.) pozwoliła określić optymalną temperaturę aktywności Ideonella sakaiensis na poziomie 34°C. W tej temperaturze odnotowano najwyższą masę wytrąconego osadu $BaCO_3$, na podstawie którego wyliczono ilość wydzielonego dwutlenku węgla. Jednocześnie zaobserwowano wyraźny spadek aktywności bakterii w temp. wyższych niż 34°C, co wskazuje na ograniczenie efektywności procesu enzymatycznego. Dodatkowo analiza ubytku masy PET potwierdziła, że warunki te są najbardziej sprzyjające degradacji tworzywa. Zestawienie danych dotyczących ubytku masy oraz ilości wydzielonego CO_2, wykazało, że maksymalnie około 22% PET zostało przekształcone do CO_2. Pozostała część materiału uległa przekształceniu m.in. w biomasę bakterii.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność wydzielonego CO_2 od temperatury*

Nr próbki	Temperatura [oC]	masa $BaCO_3$ [g]	masa CO_2[g]	masa wyjściowa PET [g]	masa końcowa PET [g]	ubytek masy PET [g]	% ubytku masy PET [%]	masa PET na CO_2	% masy PET na CO_2
1	30	0,1322	0,0268	0,332	0,317	0,015	4,52	0,0117	78,0
2	31	0,2450	0,0546	0,332	0,301	0,031	9,34	0,0238	76,9
3	32	0,4203	0,0854	0,332	0,284	0,048	14,46	0,0373	77,7
4	33	0,5070	0,1131	0,332	0,269	0,063	18,98	0,0494	78,4
5	34	0,6407	0,1299	0,332	0,259	0,073	21,99	0,0567	77,7
6	35	0,6017	0,1220	0,332	0,261	0,071	21,39	0,0533	75,0
7	36	0,5869	0,1190	0,332	0,265	0,067	20,18	0,0520	77,6

Rys. 2. *Tabela przedstawiająca wpływ temperatury na aktywność bakterii Ideonella sakaiensis oraz zmiany masy PET i wydzielanie CO_2*

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują Uniwersytetowi Przyrodniczemu w Lublinie za udostępnienie przestrzeni laboratoryjnej oraz wsparcie merytoryczne.

ŹRÓDŁA

1. *Biodegradation of different PET variants from food containers by Ideonella sakaiensis,* Andreas Walter1 · Laura Sopracolle[1] · Mira Mutschlechner[1] Received: 16 August 2022 / Revised: 29 September 2022 / Accepted: 26 October 2022 / Published online: 16 November 2022 © The Author(s) 2022

NEUROSENSE RĘKAWICA ODCZYTUJĄCA LUDZKIE EMOCJE. INTELIGENTNY SYSTEM ANALIZY EMOCJI W CZASIE RZECZYWISTYM

Maksymilian Głuszak

Słowa kluczowe: wearables, AAC (Augmentative and Alternative Communication), Realtime-Analytics, biometryka, emocje.

Opiekun: Agnieszka Dobrek | Liceum Ogólnokształcące z Oddziałem Dwujęzycznym im. P. Michałowskiego TSSP w Krakowie, ul. Piotra Michałowskiego 4, 31-126 Kraków, maksymilian.gluszak@tssp.krakow.pl

ABSTRAKT

"Wyobraź sobie, że Twoje ciało to elektrownia, która podczas stresu wysyła sygnały różnymi kanałami. Jeden czujnik to za mało, by zrozumieć emocje, dlatego sensory mojej rękawicy współpracują ze sobą."

- Autor projektu

Celem projektu „NeuroSense" jest ocena stanów emocjonalnych i poziomu stresu poprzez budowę autonomicznej, dwuwarstwowej rękawicy sensorycznej, monitorującej stan psychofizjologiczny użytkownika w czasie rzeczywistym. Problem badawczy sprowadza się do odróżnienia faktycznego pobudzenia emocjonalnego od zmian fizjologicznych wywołanych zwykłym ruchem fizycznym. Inspiracją do stworzenia Projektu "Neurosense" był fakt, iż często trudno jest przekazać emocje albo zrozumieć je u innych. Sensoryczna rękawica może znajdować zastosowanie w próbach alternatywnej komunikacji np z osobami w spektrum autyzmu, afazją czy np w śpiączce, badaniach psychologicznych oraz biofeedbacku. Rękawica może również stanowić detektor pozwalający wykryć zagrożenie atakiem padaczki, udarem czy zawałem serca. Może też stanowić funkcje wariografu.

Jak działa „System Wykrywania Emocji" w rękawicy?

Organizm można uprościć do „fabryki", w której różne czujniki sprawdzają, co się dzieje. **GSR** (pot na dłoniach) – główny wskaźnik. Gdy się stresujesz, skóra na palcach lekko wilgotnieje. Czujnik wykrywa wzrost przewodnictwa. Dwa punkty pomiaru (kciuk + palce) pomagają odróżnić prawdziwy stres od zwykłego potarcia rękawicy. **Puls** (serce) – „silnik emocji".

Przy strachu lub ekscytacji serce bije szybciej. Jeśli puls rośnie razem z potliwością, oznacza to silne pobudzenie organizmu. **Temperatura** – „termometr stresu".

W stresie krew odpływa z palców, więc robią się chłodniejsze. Jeśli palec stygnie mimo ciepłego otoczenia, to znak silnych emocji. **Akcelerometr** (ruch i drżenie) – „filtr ruchu". Odróżnia zwykłe ruchy dłoni od nerwowego drżenia. Autorska metodologia badań opiera się na fuzji danych z wielu podwojonych, zintegrowanych czujników biometrycznych: pulsu, temperatury, przewodnictwo skóry i inercyjnych (mikrodrgania). Sensory zostały zamontowane w różnych miejscach dłoni w celu jak największej eliminacji zakłóceń pomiarów. Czujniki zgrupowano wokół jednostki centralnej - Arduino Nano 33 BLE Sense Rev2, wykorzystującej technologię Bluetooth Low Energy (BLE) do bezprzewodowej transmisji danych. W celu zapewnienia wysokiej wiarygodności wyników, analizy danych w czasie rzeczywistym wygenerowano kod w C++ za pomocą AI pod autorski algorytm. A następnie udoskonalono go ze wsparciem AGH.

Projekt NeuroSense wykazuje wysoki potencjał wdrożeniowy do dalszych badań psychologicznych.



Fot. 1. NeuroSense - rękawica oczytująca ludzkie emocje

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania Zarządowi Dyrekcji szkoły, nauczycielom LO im. P. Michałowskiego TSSP za wsparcie, mojej mentorce Agnieszce Dobrek za pomoc w realizacji projektu Szczególne podziękowania kieruje do Prodziekana ds. kształcenia i studenckich Dr inż. Grzegorza Machowskiego, za pomoc w optymalizacji kodu, oraz studenta robotyki Politechniki Krakowskiej Arkadiusza Baniowskiego za pomoc w precyzyjnym lutowaniu czujników.

ŹRÓDŁA

1. Microchip Technology Inc., *MCP9808 +-0.5°C Maximum Accuracy Digital Temperature Sensor,* Datasheet, 2011.
2. Adafruit Industries, *Dokumentacja techniczna bibliotek i układów komunikacji I2C.*

EKOLOGICZNY STIUK BOTANICZNY

Agata Gozdalik

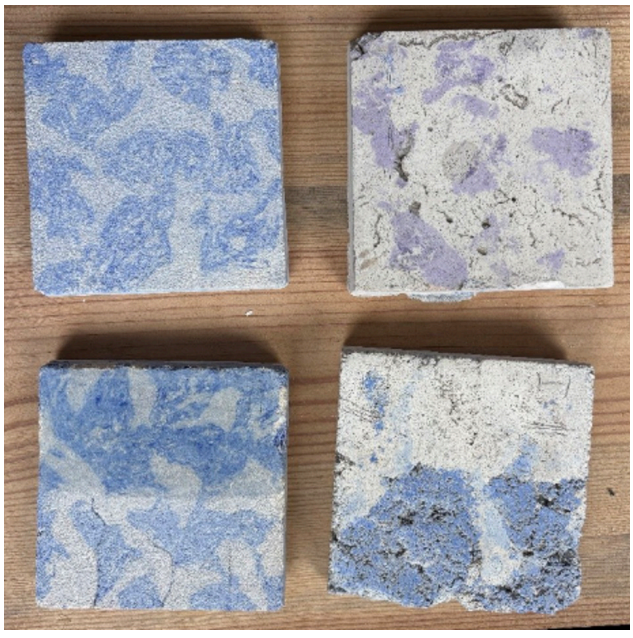
Słowa kluczowe: stiuk, żelatyna, zamienniki, mączka marmurowa, budownictwo.

Opiekun: Natalia Gwiazdowska | Państwowe Szkoły Budownictwa im. Mariana Osińskiego w Gdańsku, Aleja Grunwaldzka 238, 80-266 Gdańsk, sekretariat@psb.edu.gdansk.pl

ABSTRAKT

Stiuk to dekoracyjna technika wykończeniowa stosowana w budownictwie. Są to szlachetne wyprawy o twardej, gładkiej i lśniącej powierzchni imitującej polerowany kamień, najczęściej marmur. Jest mieszanką gipsową lub wapienną stosowaną do wykończenia sufitów oraz ścian. Może być także barwiony i modelowany, co pozwala na tworzenie złożonych i trójwymiarowych dekoracji. Na zastosowanie stiuku najczęściej stawia się przy renowacji oraz dekoracji wnętrz w stylu klasycznym, barokowym czy renesansowym. Przykłady zastosowania stiuku to: ozdobne listwy i ramy na ścianach, imitacje kolumn i pilastrów, sklepienia i rozety na sufitach, elementy sztukaterii takie jak gzymsy czy ornamenty.

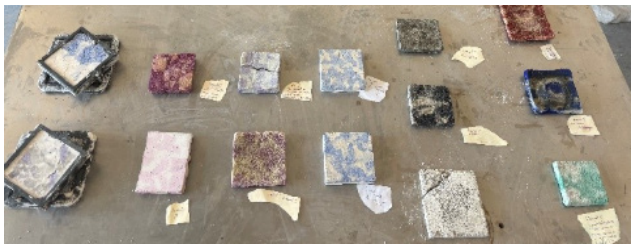
Do wykonania tradycyjnego stiuku potrzebna jest żelatyna pochodzenia zwierzęcego. Postanowiłam więc zbadać, czy możliwe jest wykonanie stiuku poprzez zastąpienie żelatyny składnikami pochodzenia roślinnego i mineralnego. Użyłam pektyny, dekstryny, gipsu alabastrowego, celulozy, kaolinu, gumy arabskiej, wapna hydratyzowanego. Wykonałam szesnaście próbek, wykorzystując każdy z wymienionych powyżej składników, stosując przy tym różną gramaturę produktów. Najbardziej estetycznymi stiukami okazały się „WARIANT A", do którego użyłam kaolinu, mączki marmurowej, pektyny oraz wody i „WARIANT B" - wykorzystałam do niego kaolin, celulozę, mączkę marmurową, pektynę i wodę. Jedyną różnicę stanowiły niewielkie spękania oraz kruszenie się próbki w górnej powierzchni WARIANTU B.



Fot. 1. *Cztery najbardziej udane próbki*

Kolejnymi trzema najbardziej udanymi próbkami były „WARIANT O", „WARIANT P" oraz „WARIANT M". Każdy z nich miał ten skład, z wyjątkiem dodatku innego rodzaju mączki marmurowej. „WARIANT O" zawierał mączkę „Verde Alpi MK00" o granulacji 0,7mm-1,2mm, „WARIANT P"„Bianco Cararara" o granulacji 0,7mm-1,2mm. Ostatni z nich, czyli „WARIANT O", zawierał „Grigo MK000" o granulacji 0,0mm-0,7mm. Każda z wymienionych prac poza mączką marmurową posiadała dekstrynę, gips alabastrowy, pigment oraz wodę. Dzięki użyciu gipsu stiuk zrobił się bardzo solidny oraz stwardniał w krótkim czasie, co jest zaletą. Pozostałe próbki niestety okazały się niezdatne do wykorzystywania, ponieważ po związaniu stiuku, zaczęły się kurczyć oraz pleśnieć. Przypuszczam, że jest to wynik dodania zbyt dużej ilości pektyny, ponieważ jest ona produktem spożywczym i z czasem zaczęła pleśnieć, co jest naturalnym efektem.

Podsumowując, przeprowadzone badania, wykazały, iż możliwe jest wykonanie dekoracyjnej techniki, jaką jest stiuk z wykorzystaniem spoiw roślinnych. Pomimo długiego czasu poświęconego na przedstawione badania, wskazane jest jednak poświęcenie większej ilości czasu na opracowywanie próbek przed wykorzystaniem w budownictwie, ze względu na ich trwałość, a w konsekwencji konieczność zapewnienia jakości i bezpieczeństwa użytkownikom.



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające większość stiuków, które stworzyłam*

PODZIĘKOWANIA

Bardzo dziękuję mojej opiekunce, a zarazem wychowawczyni Pani Natalii Gwiazdowskiej za pomoc i wsparcie w doskonaleniu wiedzy oraz warsztatu w powyższym projekcie.

ŹRÓDŁA

1. A. Sieniewska-Kuras, P. Potocki: *RENOWACJA elementów architektury*. Wydawnictwo i Handel Książkami „KaBe" Krosno 2012, s.305. Z. Wolski: Sztukatorstwo, Warszawa 1988, s.361-374.

STRATO-BALANS – SYSTEM STABILIZACJI KAPSUŁY STRATOSFERYCZNEJ

Szymon Jagiełło

Słowa kluczowe: loty stratosferyczne, balon meteorologiczny.

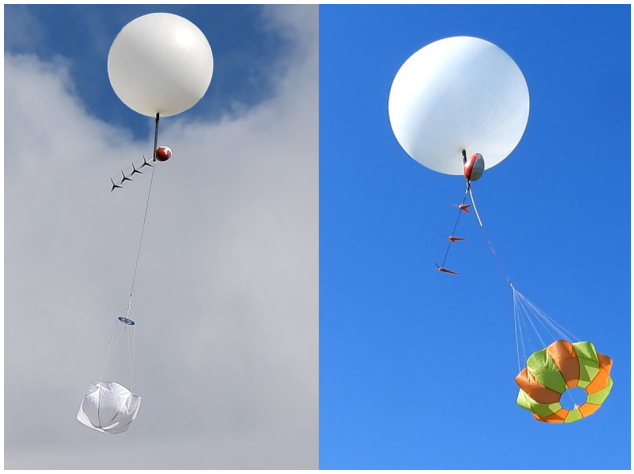
Opiekun: Marek Braun | Zespół Szkół Nr 2 im. Eugeniusza Kwiatkowskiego w Dębicy, ul. Ignacego Lisa 2, 39-200 Dębica, marek.braun@kwiatek365.pl

ABSTRAKT

Cel i założenia eksperymentu

Celem eksperymentu było przetestowanie innowacyjnego, pasywnego systemu stabilizacji kapsuły podczas fazy wznoszenia balonu stratosferycznego. Założeniem projektu było stworzenie układu wykorzystującego wyłącznie naturalne zjawiska fizyczne towarzyszące lotowi, bez stosowania zewnętrznego zasilania ani aktywnych elementów sterujących.

System stabilizacji oparto na aerodynamicznym hamulcu w postaci zestawu śmigieł umieszczonych za kapsułą i ustawionych pod kątem 45° względem osi balonu. Konfiguracja ta miała generować momenty przeciwdziałające oscylacjom i rotacjom, poprawiając ogólną stabilność kapsuły podczas wznoszenia.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające dwie wersje systemu Strato-Balans*

Metodyka i wykonanie

Konstrukcja systemu stabilizacji została opracowana w środowisku projektowym Fusion 360, poprzedzona wstępnymi analizami aerodynamicznymi umożliwiającymi określenie kształtu oraz rozmieszczenia elementów wpływających na przepływ powietrza wokół kapsuły. Na tej podstawie zaprojektowano układ śmigieł odpowiadający wymaganiom misji stratosferycznej.

Śmigła wykonano metodą druku 3D FDM z materiału ASA. Wybór ten podyktowany był właściwościami materiału, takimi jak odporność na promieniowanie UV oraz zachowanie stabilności mechanicznej w niskich temperaturach panujących na dużych wysokościach. Dzięki temu elementy napędu zachowały odpowiednią sztywność oraz nie uległy degradacji podczas lotu.

Wewnątrz kapsuły zainstalowano zestaw czujników oraz system rejestracji danych, umożliwiający bieżące monitorowanie parametrów lotu oraz późniejszą szczegółową analizę. Stabilizację kapsuły oceniano dwutorowo:

- na podstawie pełnego nagrania wideo z lotu, które pozwoliło na wizualne śledzenie zachowania kapsuły w kolejnych fazach misji oraz identyfikację momentów krytycznych, takich jak zaburzenia podczas wznoszenia czy pęknięcie powłoki balonu,
- w oparciu o dane telemetryczne z czujników, obejmujące przyspieszenia liniowe i kątowe, temperaturę oraz ciśnienie atmosferyczne. Informacje te umożliwiły ocenę skuteczności systemu stabilizacji, a także odtworzenie profilu wysokościowego misji.

Tak przygotowany system pozwolił nie tylko na weryfikację działania układu stabilizującego w warunkach rzeczywistych, ale również na zebranie wartościowych danych do dalszych analiz jakości pracy kapsuły podczas lotu stratosferycznego.

Cel pomiarów

Celem zbieranych danych jest ocena skuteczności opracowanego pasywnego systemu stabilizacji oraz weryfikacja, czy aerodynamiczne rozwiązanie może w zauważalny sposób ograniczyć oscylacje i rotacje kapsuły podczas wznoszenia balonu stratosferycznego. Analiza danych pozwoli określić, czy zaprojektowana konstrukcja spełnia swoje założenia oraz w jakim stopniu wpływa na stabilność platformy badawczej.

Przeprowadzone misje zakończyła się osiągnięciem wysokości około 18 km, co umożliwiło weryfikację działania układu w rzeczywistych warunkach stratosferycznych. Głównym problemem badawczym był brak stabilizacji gondoli podczas lotu. Swobodna rotacja wokół osi prowadziła do pogorszenia jakości rejestrowanego obrazu oraz utrudniała analizę danych pomiarowych. Ze względu na ograniczenia kategorii balonów wolnych konieczne było zastosowanie rozwiązania w pełni pasywnego, niewymagającego użycia układów aktywnych, takich jak silniki czy serwomechanizmy.

Założenia projektowe obejmowały opracowanie systemu o niskiej masie, wysokiej niezawodności oraz odporności na ekstremalne warunki środowiskowe, w tym niską temperaturę, obniżone ciśnienie oraz zmienną gęstość powietrza. Szczególnym wyzwaniem była malejąca wraz z wysokością skuteczność klasycznych rozwiązań aerodynamicznych. Opracowany system „Strato-Balans" wykorzystuje zjawisko efektu żyroskopowego oraz zwiększonego momentu bezwładności. Kluczowym elementem konstrukcji są śmigła, które podczas wznoszenia balonu są wprawiane w ruch obrotowy przez przepływ powietrza wynikający z prędkości pionowej układu. Śmigła zostały zamontowane pod kątem 45°, co umożliwia generowanie momentu przeciwdziałającego rotacji gondoli.

Działanie systemu ma charakter dynamicznej stabilizacji pasywnej – wzrost prędkości kątowej gondoli powoduje zwiększenie momentu przeciwdziałającego dzięki efektowi żyroskopowemu oraz oporowi aerodynamicznemu. Dodatkowo odpowiedni dobór masy i promienia śmigieł pozwala na zwiększenie momentu bezwładności, co skutecznie tłumi szybkie zmiany orientacji. Proces projektowy miał charakter iteracyjny. W pierwszej wersji systemu potwierdzono poprawność koncepcji, jednak jego skuteczność była

ograniczona do ok. 20%. W kolejnych iteracjach zoptymalizowano geometrię łopat, zwiększono ich rozmiar oraz zastosowano łożyska o niższych oporach tarcia. Redukcja strat energii wynikających z tarcia okazała się kluczowa ze względu na niską gęstość powietrza na dużych wysokościach. Analiza danych została przeprowadzona w środowisku MATLAB na podstawie odczytów z czujników inercyjnych oraz modułu GPS. Wyniki uzyskane z testów drugiej wersji systemu wskazują na istotne zmniejszenie amplitudy drgań oraz prędkości kątowej gondoli po zastosowaniu systemu stabilizacji – ok. 57%. Dodatkowo przeanalizowano przebieg temperatury i ciśnienia w funkcji wysokości, co umożliwiło odtworzenie profilu lotu. Na podstawie danych GPS wyznaczono trajektorię lotu oraz przeprowadzono jej analizę. Zidentyfikowano charakterystyczne błędy pomiarowe związane z czujnikiem ciśnienia, które wpływały na dokładność estymacji wysokości.

Wyniki te podkreślają znaczenie jakości danych pomiarowych oraz ich właściwej interpretacji w eksperymentach stratosferycznych. Zastosowanie systemu Strato-Balans pozwoliło na znaczącą poprawę stabilności gondoli, co bezpośrednio przełożyło się na jakość rejestrowanych danych oraz materiału wizyjnego. Skuteczność rozwiązania została potwierdzona w rzeczywistych warunkach lotu, co stanowi istotną przewagę nad rozwiązaniami testowanymi wyłącznie w warunkach laboratoryjnych.

BIOSHIELD: BIOPOLIMERY NOWEJ GENERACJI – ZINTEGROWANY SYSTEM OCHRONY RADIACYJNEJ, ANTYOKSYDACYJNEJ I BAKTERIOSTATYCZNEJ

Antonina Jarecka

Słowa kluczowe: melanina, radioprotekcja, antyoksydacja, bakteriostatyczność, biokompozyty.

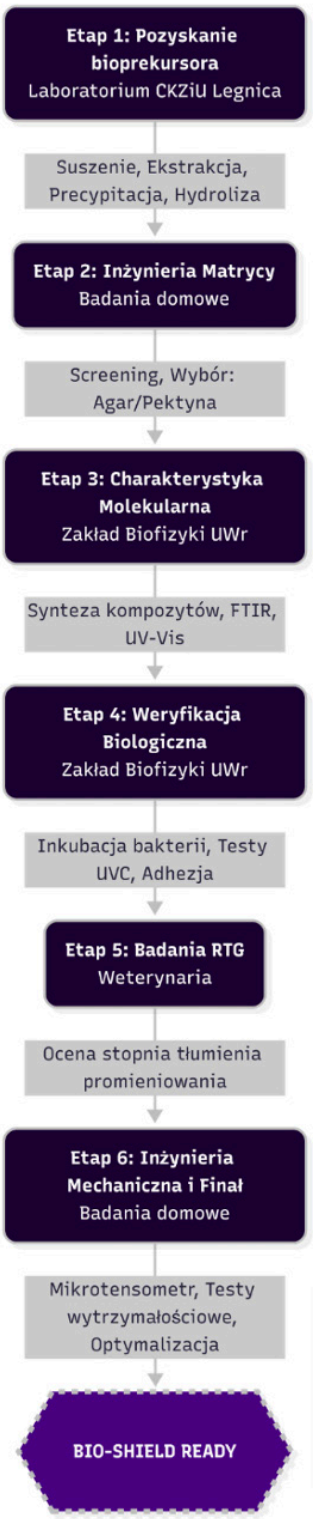
Opiekun: Michał Szpyrka | II Liceum Ogólnokształcące im. Stanisława Wyspiańskiego w Legnicy, ul. Zielona 17, 59-220 Legnica, antoninajarecka07@gmail.com

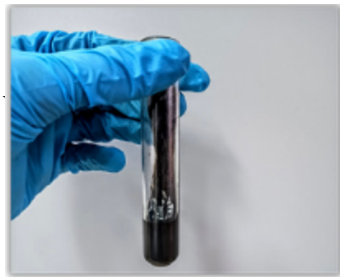
ABSTRAKT

W obliczu kryzysu surowcowego i ekspansji kosmicznej, projekt BioShield redefiniuje odpady organiczne jako komponenty ekologicznych matryc barierowych. Punktem wyjścia była ekstrakcja melaniny z *Agaricus bisporus*, stanowiącej bazowy biopolimer ochronny[1]. Celem pracy była analiza porównawcza wpływu komponentów funkcyjnych na właściwości kompozytów polimerowych. Badaniom poddano melaninę, polifenole (kwercetyna, rutyna, kwasy: kawowy i chlorogenowy), kofaktor FAD oraz nanowęgle (CNT, GO)[2]. Analiza skupiła się na korelacji między architekturą molekularną tych substancji a ich zdolnością do absorpcji promieniowania X/UVC, antyoksydacji i kontroli adhezji mikrobiologicznej. Wyniki otwierają nową drogę w projektowaniu nowoczesnych materiałów dla sektora kosmicznego, medycznych opatrunków nowej generacji oraz precyzyjnych systemów dostarczania leków[3].

Szeroko zakrojony screening molekularny kilkunastu wariantów biokompozytów pozwolił na sformułowanie kluczowych wniosków badawczych:

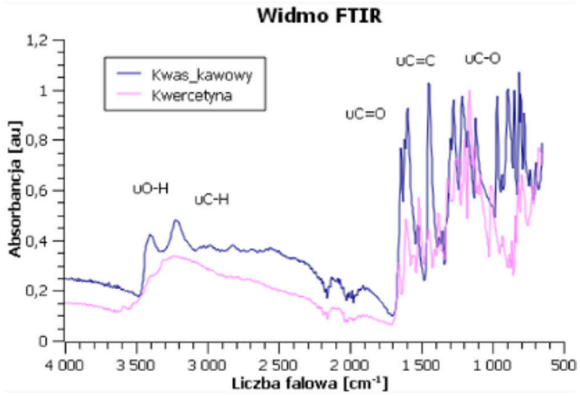
- **Fundament radioprotekcyjny (Melanina):** Opracowano autorski, wysokowydajny protokół izolacji melaniny z *A. bisporus*, charakteryzujący się niskim kosztem i prostotą implementacji (Rys.1). Analiza densytometryczna (RTG) potwierdziła, że 1 mm warstwa substancji zapewnia **30% skuteczności tłumienia** względem wzorca ołowianego (Rys. 6).
- **Selektywność filtracji (UVC/Antyoksydacja):** Wykazano, że **CNT, kwas kawowy i melanina** znacznie redukują transmisję UVC, chroniąc kolonie bakterii przed śmiercią komórkową (Rys. 4). Ponadto **kwas kawowy i kwercetyna** wykazują najwyższy potencjał antyoksydacyjny (Rys.3), natomiast **kwas chlorogenowy** został wykluczony z aplikacji z powodu indukowania fotodegradacji matrycy (Rys.4).
- **Innowacja bakteriostatyczna (FAD):** Zidentyfikowano unikalną cechę kofaktora FAD, który redukuje adhezję drobnoustrojów o **53%** (Rys.5). Mechanizm opiera się na modyfikacji fizykochemii powierzchni, co stanowi alternatywę dla toksycznych środków bakteriobiobójczych.
- **Analiza mechaniczna:** W celu obiektywizacji badań zaprojektowano **maszynę tensometryczną** sterowaną numerycznie. Urządzenie pozwala na standaryzację pomiarów w oparciu o wytyczne normy ASTM. Finalna charakterystyka wytrzymałościowa próbek zostanie zaprezentowana podczas finału (Rys. 7).



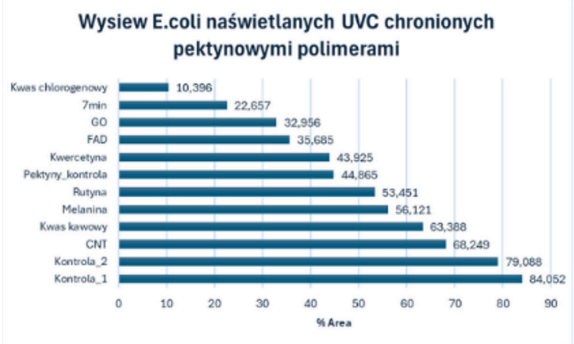




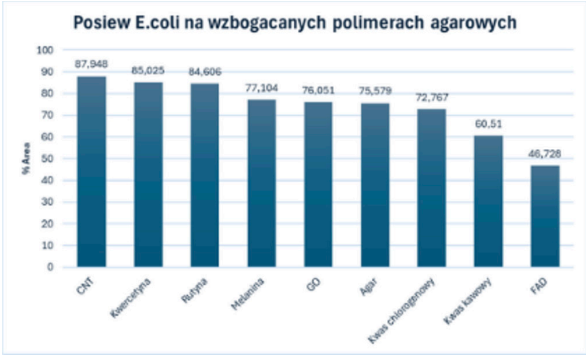
Fot. 1. *Melanina po ekstrakcji*
Fot. 2. *Matryce polimerowe*



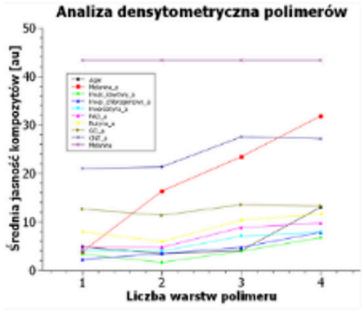
Rys. 1. *Widmo FTIR kwasu kawowego i kwercetyny opracowane w SciDAVis*

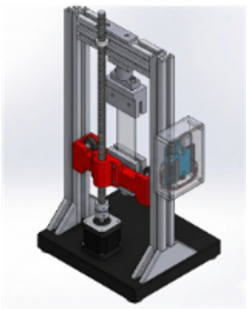


Rys. 2. *Wykres słupkowy procentu powierzchni zajmowanej przez kolonie E.coli po naświetlaniu UVC*



Rys. 3. *Wykres kolumnowy procentu powierzchni zajmowanej przez kolonie E.coli wysianych na polimerach*





Rys.4. *Badanie RTG, wykres zależności jasności kompozytu od warstw polimeru*
Rys. 5. *Projekt maszyny tensometrycznej*

ŹRÓDŁA

1. Salgado-Castillo, S. N., et al. (2023). *Fungal melanins and their potential applications: A Review*, *BioResources* 18(4), 8688-8706.
2. Brito, J., et al. (2021). *Integrating Antioxidant Functionality into Polymer Materials, ACS Appl. Mater. Interfaces* 13(35), 41372–41395.
3. Zhang, D., et al. (2024). *A Paintable Small-Molecule Hydrogel...*, *Gels* 10(10), 621.

INTELIGENTNA APTECZKA SALUS NA PLATFORMIE ESP32-S3-LCD-4.3

Kacper Kacprzak

Słowa kluczowe: inteligentna apteczka, ESP32-S3-LCD-4.3, przypomnienia o lekach, pierwsza pomoc, IoT.

Opiekun: Stanisław Krawczyk | Zespół Szkół Ponadpodstawowych nr 1 im. Tadeusza Kościuszki w Tomaszowie Mazowieckim, ul. Świętego Antoniego 29, 97-200 Tomaszów Mazowiecki, kacprzakk402@gmail.com

ABSTRAKT

Projekt Inteligentna apteczka SALUS stanowi próbę połączenia klasycznej apteczki z systemem elektronicznym wspierającym profilaktykę zdrowotną, organizację farmakoterapii oraz edukację z zakresu pierwszej pomocy. Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie prototypu urządzenia, które nie tylko przechowuje leki, ale również aktywnie wspiera użytkownika w sytuacjach codziennych i nagłych. Nazwa SALUS odwołuje się do rzymskiej bogini zdrowia, pomyślności, bezpieczeństwa publicznego i dobrostanu, co odpowiada głównym założeniom projektu.

Prototyp został zbudowany na platformie ESP32-S3-LCD-4.3 i jest programowany w środowisku PlatformIO w Visual Studio Code. Dla urządzenia zaprojektowano i wydrukowano w technologii 3D obudowę, a następnie przygotowano interfejs graficzny dostosowany do pracy na ekranie. Opracowane rozwiązanie przypomina o godzinach przyjmowania leków za pomocą sygnału dźwiękowego, umożliwia komunikację przez Wi-Fi i Bluetooth, współpracuje z aplikacją mobilną oraz wyświetla instrukcje dotyczące resuscytacji krążeniowo-oddechowej i tamowania krwotoków. Dodatkowo system pozwala monitorować temperaturę i wilgotność wewnątrz apteczki, co może ułatwić kontrolę warunków przechowywania wybranych preparatów.

W trakcie realizacji projektu zastosowano metodę projektowo-konstrukcyjną obejmującą opracowanie koncepcji, wykonanie prototypu, programowanie poszczególnych funkcji oraz testowanie działania urządzenia. Uzyskane efekty potwierdziły możliwość połączenia w jednym rozwiązaniu funkcji alarmowych, informacyjnych i edukacyjnych. Część modułów nadal znajduje się w fazie programowania i rozwijania, jednak już obecna wersja SALUS pokazuje potencjał praktycznego zastosowania w domu, szkole lub miejscu pracy jako narzędzie zwiększające bezpieczeństwo, porządek w przyjmowaniu leków oraz dostęp do podstawowych procedur ratowniczych.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania dla opiekuna projektu oraz osób wspierających wykonanie prototypu i obudowy drukowanej w 3D.

Podziękowania dla Tomasza Karbownika, Szkolna 9, 26-300 Opoczno „Auto-Gaz. Montaż, naprawa. Karbownik S.” za pomoc w programowaniu i przygotowaniu projektu

ŹRÓDŁA

1. Dokumentacja techniczna modułu ESP32-S3-LCD-4.3. [https://kamami.pl/esp32/1188451-esp32-s3-4-3inch-capacitive-touch-display-development-board-800-480-5-point-touch-32-bit-lx7-dual-5906623428182.html]
2. Dokumentacja środowiska PlatformIO oraz frameworków użytych w projekcie.[https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/stable/esp32s3/third-party-tools/platformio.html]
3. Materiały edukacyjne dotyczące RKO i tamowania krwotoków wykorzystane przy opracowaniu funkcji instruktażowych.
4. [https://www.youtube.com/watch?v=xvIO9t0MxIM&t=3s, https://www.youtube.com/watch?v=YX9478FiAtI]

URZĄDZENIE DO POZYSKIWANIA WODY Z MGŁY

Krystian Kamiński

Słowa kluczowe: elektrohydrodynamika, pozyskiwanie wody, wiatr jonowy, dostęp do wody pitnej, wyładowanie koronowe.

Opiekun: Wojciech Kaczmarek | Technikum nr 4 w Zespole Szkół Elektrycznych we Włocławku, ul. Toruńska 77/83, 87-800 Włocławek, zsel@edukacja.wloclawek.eu

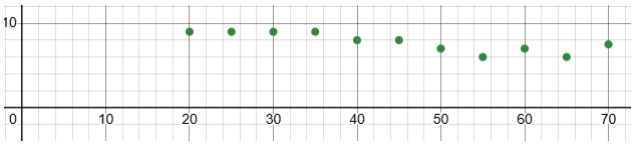
ABSTRAKT

Zbieranie mgły może być rozwiązaniem problemu niedoboru wody w wielu regionach świata. Większość kolektorów to siatki, które wykorzystują bezwładnościowe zderzenia do wychwytywania kropel i są z natury ograniczone przez aerodynamikę. Proponuje więc nowe podejście, w którym wytwarzane są siły elektryczne, które mogą pokonać siły oporu aerodynamicznego. Za pomocą emitera jonów wprowadzany jest ładunek przestrzenny do mgły, aby nadać ładunek wypadkowy napływającym kropelkom mgły i skierować je w stronę kolektora za pomocą narzuconego pola elektrycznego.

Najczęściej spotykaną konstrukcją kolektorów mgły jest siatka ustawiona prostopadle do wiatru przesyconego mgłą. W momencie uderzenia krople przyklejają się do siatki i rosną, łącząc się z innymi napływającymi kroplami. Po osiągnięciu krytycznego rozmiaru, pod wpływem grawitacji, opadają do pojemnika. Badania wykazały, że te siatki charakteryzują się zazwyczaj bardzo niską wydajnością. Głównym ograniczeniem jest odchylenie aerodynamiczne kropel mgły.

Zaprojektowano więc sposób pokonania tego ograniczenia aerodynamicznego odchylenia linii kolektora poprzez wprowadzenie dodatkowej siły elektrycznej, która pokona siłę oporu aerodynamicznego i wyrzuci krople mgły w kierunku kolektora. Opracowano nowe podejście do usprawnienia zbierania mgły, inspirowane zasadami działania elektrofiltrów, poprzez użycie emitera jonów do wstrzyknięcia ładunku do kropel i wykorzystania pola elektrycznego, aby skierować je w stronę kolektora. Linie pola elektrycznego biegną od emitera do uziemionego kolektora. Gdy siły elektryczne są znacznie większe niż siły oporu powietrza, krople mgły podążają za liniami pola i osadzają się po obu stronach przewodu kolektora.

Ostra elektroda, która służy jako emiter jonów, jest umieszczona w odległości L od poziomego cylindrycznego drutu o promieniu Rc, który służy jako kolektor. L » Rc » Rd (promień kropli). Kolektor jest uziemiony elektrycznie, a do elektrody emitera przyłożone jest wysokie napięcie V, tworząc w ten sposób pole elektryczne między nimi. Gdy V jest powyżej wartości krytycznej Vc, następuje wyładowanie koronowe, a powietrze otaczające emiter jest jonizowane i tworzy się obszar plazmy. Elektrony są przyspieszane i mają wystarczającą energię, aby jonizować atomy powietrza, gdy się z nimi zderzają. Wykazano, iż pierwotnie zastosowany generator wysokiego napięcia (3,6 V) charakteryzował się niedopasowaniem impedancyjnym, prowadzącym do zjawiska ucieczki termicznej. Wdrożenie nowoczesnego przetwornika (12 V DC) skutkowało poprawą sprawności energetycznej, stabilności wyładowania koronowego oraz wyeliminowaniem zjawiska przegrzewania się. Pozwoliło to na skrócenie czasu cyklu pomiarowego z 15 do zaledwie 5 minut. Badania obaliły uproszczony model zakładający wprost proporcjonalną zależność między dostarczaną mocą a wydajnością ekstrakcji. Wykazano, że powyżej określonego progu prądowego nadmiar energii nie ulega transferowi na stronę wtórną. Dowiedziono, że optymalnym punktem operacyjnym, jest wartość natężenia rzędu 0,3 A. Zidentyfikowano wpływ średnicy rury przesyłowej na efektywność kondensacji w funkcji odległości od źródła. Kanał o małym przekroju (28 mm) indukował zbyt wysoką prędkość liniową strugi. Zgodnie z równaniem ciągłości przepływu masowego, zastosowanie kanału o średnicy 82 mm znacząco zredukowało wektor prędkości strugi, co wydłużyło czas przebywania kropli w obrębie zjonizowanego wiatru. Sformułowano i pozytywnie zweryfikowano hipotezę o zastosowaniu dwóch równoległych emiterów (miedzianych drutów koronujących). Badania wykazały, że w celu uzyskania maksymalnej efektywności aerodynamicznej oraz uniknięcia efektu klatki Faradaya, optymalny dystans między emiterami wynosi dokładnie 30 mm.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność między odległością emiter-kolektor a zebraną wodą*



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające złożone i gotowe urządzenie*

ŹRÓDŁA

1. Maher Damak and Kripa K. Varanas, *Electrostatically driven fog collection using space charge injection*. Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

BAKTERIE PROBIOTYCZNE I DROŻDŻE SPOŻYWCZE JAKO BIODETEKTORY KOFEINY – ALTERNATYWA DLA TRADYCYJNYCH METOD ANALIZY CHEMICZNEJ

Adrian Kloch

Słowa kluczowe: kofeina, biodetektor, bakterie probiotyczne, drożdże spożywcze, analiza chemiczna.

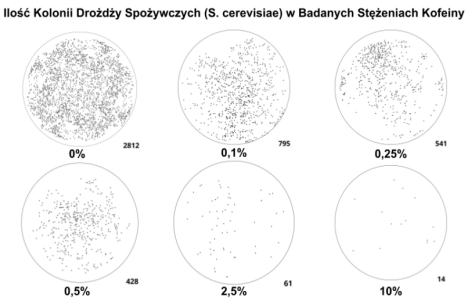
Opiekun: dr Magdalena Świądro-Piętoń | I Liceum Ogólnokształcące im. Kazimierza Brodzińskiego w Tarnowie, ul. Piłsudzkiego 4, 33-100 Tarnów, adrian.kloch84@gmail.com

ABSTRAKT

Obecnie szacuje się, że nawet 90% populacji dorosłych osób codziennie spożywa kofeinę[1]. Związek ten znalazł szerokie zastosowanie, począwszy od wzbogacania produktów spożywczych, poprzez wspomaganie działania leków, aż po monitorowanie stanu wód gruntowych i powierzchniowych[2]. Aktualne metody oceny poziomu kofeiny zawierają najczęściej skomplikowane procedury, które często wymagają trudno dostępnych i drogich aparatów chemicznych. W związku z tym poszukuje się alternatywnych, prostszych i bardziej dostępnych rozwiązań umożliwiających dokładne analizy ilościowe oraz jakościowe poziomu kofeiny.

Celem projektu było opracowanie metodologii detekcji kofeiny z wykorzystaniem ogólnodostępnych mikroorganizmów – drożdży spożywczych oraz bakterii probiotycznych – oraz ocena jej skuteczności poprzez porównanie z klasycznymi metodami analitycznymi. Podmiotem badań były próbki ogólnodostępnych produktów spożywczych – espresso, kawy parzonej, herbaty zielonej i czarnej, matchy oraz yerba mate.

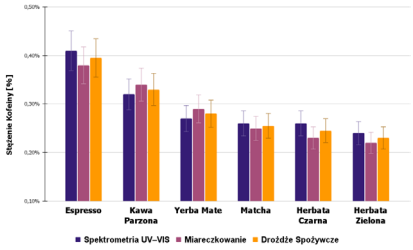
Badania zostały przeprowadzone w odpowiedniej kolejności, a każdy kolejny etap był zależny od uzyskanych wcześniej wyników. W pierwszej kolejności zadbano o hodowlę mikroorganizmów. Bakterie probiotyczne – Lactobacillus rhamnosus – oraz drożdże spożywcze – Saccharomyces cerevisiae – wysiano na szalki pokryte agarem, do których dodano odpowiednie stężenia kofeiny. Na tym etapie zauważono również problemy z hodowlą oraz denaturacje próbek zawierających bakterie probiotyczne. W związku z tym dalsze badania wykonywano tylko na drożdżach spożywczych. Po okresie inkubacji obliczono liczbę kolonii (Colony-Forming Unit) – **Rysunek 1.**



Rys. 1. *Porównanie ilości kolonii drożdży w różnych stężeniach kofeiny*

Drugi etap realizowanych badań obejmował analizę badanych próbek napojów, wykorzystując jodometryczne miareczkowanie wsteczne oraz spektrofotometrię UV-VIS[3] jako metodę referencyjną. Próbki przed wykorzystaniem w metodach analitycznych zostały poddane ekstrakcji ciecz-ciecz (z ang. liquid-liquid extraction) z wykorzystaniem chloroformu (TCM). Następnie ostatni etap obejmował analizę danych, konstrukcję krzywych oraz porównanie skuteczności badanych metod.

Wyniki badań pokazują potencjał kofeiny, jako inhibitor wzrostu drożdży spożywczych, tj. wzrost stężenia kofeiny zmniejsza liczbę kolonii drożdży spożywczych (zob. **Rysunek 1**). Przeciwne spostrzeżenia odnotowano w przypadku interakcji kofeiny z bakteriami probiotycznymi. Co więcej, oznaczone stężenia są porównywalne z wynikami otrzymanymi za pomocą spektrofotometrii oraz miareczkowania jodometrycznego, co wskazuje, iż drożdże stanowią miarodajną metodę określania stężenia – **Rysunek 2.**



Rys. 2. *Porównanie wyników metod ujętych w badaniu (stężenie kofeiny w % a rodzaj napoju)*

Wnioski z przeprowadzonych badań potwierdzają ogromny potencjał zastosowania mikroorganizmów. W szczególności drożdże spożywcze mogą stanowić obiecującą alternatywę dla tradycyjnych metod analizy chemicznej. Rozwiązanie to może znaleźć zastosowanie w prostych i niskokosztowych systemach detekcji kofeiny, jednak wymaga dalszej optymalizacji oraz zwiększenia czułości i powtarzalności pomiarów. Zastosowanie biodetektorów może przyczynić się do rozwoju prostych i łatwo dostępnych testów niewymagających użycia złożonych procedur chemicznych.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy pragną podziękować Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza za sfinansowanie grantu, który umożliwił przeprowadzenie badań oraz Akademii Tarnowskiej, a w szczególności Rektorowi uczelni dr hab. Rafałowi Kurczabowi, za udostępnienie pracowni chemicznej oraz nieocenione wsparcie w realizacji projektu.

ŹRÓDŁA

1. Wierzejska R. (2012). *Kofeina - powszechny składnik diety i jej wpływ na zdrowie*. Rocz. Państw. Zakł. Hig 63(2): 141–147.
2. Ferreira, A. P. (2005). *Caffeine as an environmental indicator for assessing urban aquatic ecosystems*. Cadernos De Saúde Pública, 21(6), 1884–1892.
3. Yazid, E. A. (2019). *Analysis Analysis Of Caffeine In Tablet Dosage Form With Spectrophotometric And Iodometric Back Titration Methods*. Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry, 4(6), 271–280.

INTELIGENTNY BUDYNEK – AKUMULATOR GRAWITACYJNY PRZYSZŁOŚCI

Michał Kołek

Słowa kluczowe: Energia, akumulator, grawitacyjny, gromadzenie, przechowywanie, odzyskiwanie.

Opiekun: Dariusz Maliszewski | III Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego w Piotrkowie Trybunalskim, Aleje Armii Krajowej 17, 97-300 Piotrków Trybunalski, dmalisz@o2.pl

ABSTRAKT

Geneza projektu

Akumulator grawitacyjny to rodzaj magazynu energii, działa on na bardzo prostej zasadzie. Energia jest gromadzona poprzez podnoszenie ciężaru, a odzyskiwana, gdy ciężar opada, napędzając generator. Rozwiązanie to należy do szerokiej kategorii tzw. gravity-based energy storage (GBES), jest to alternatywa dla standardowych magazynów bateryjnych czy elektrowni szczytowo-pompowych.

Wymyśliłem koncepcje „Inteligentnego Budynku Grawitacyjnego" - innowacyjnego rozwiązania problemu magazynowania energii na dużą skalę, integruje ono funkcje mieszkalne lub biurowe z zaawansowanym systemem przechowywania energii elektrycznej. Projekt zakłada transformację dużego wieżowca na trzonie (pierwszy wariant) lub na dużej platformie (drugi wariant) w ogromny akumulator grawitacyjny. Będzie on zdolny do przetrzymywania nadwyżki energii z źródeł odnawialnych (panele fotowoltaiczne jako fasada, oraz na dachu) i oddawania jej w godzinach szczytowego zapotrzebowania bądź braku produkcji energii w godzinach nocnych.

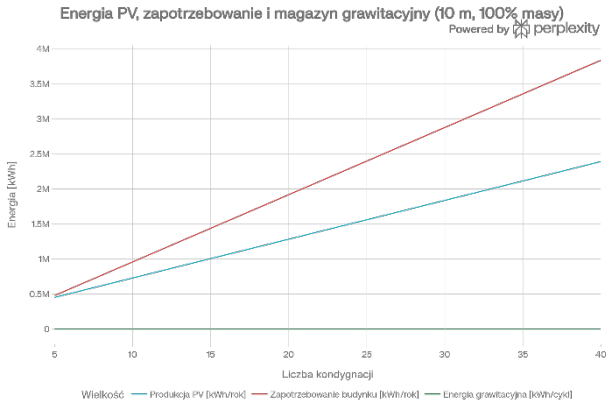
Zasada działania opiera się na konwersji energii elektrycznej w potencjalną. W czasie, gdy prąd produkowany jest przez panele lub jego cena jest niska, energia wykorzystywana jest do uniesienia budynku wzdłuż trzonu o kilka metrów. Gdy energia jest potrzebna, budynek jest opuszczany a energia potencjalna zawieszonego budynku zamieniana jest na prąd elektryczny.

W ramach projektu przeanalizowałem dwa różne warianty techniczne. Pierwszym wariantem jest podejście mechaniczne, proponuję rewolucyjną konstrukcje, gdzie nieruchomy trzon nośny budynku służy jako podstawa do systemu dźwigowego, który podnosi część zewnętrzną wokół trzonu. Trzon jest również szybem windy oraz kanałem technicznym dla wszystkich usług (woda, prąd, kanalizacja oraz łącze światłowodowe). Opcjonalnym rozwiązaniem byłoby podejście hydrauliczne. Zakłada ono umieszczenie całego budynku na platformie podnoszonej przez zsynchronizowaną sieć wielkich, potężnych siłowników napędzanych przez pompy hydrauliczne w podpiwniczeniu budynku.

Sercem systemu jest zaawansowany system sterowania oparty na AI (sztucznej inteligencji). Algorytm w czasie rzeczywistym analizuje dane z rynków energii, ale też informacje o prognozie pogody, aktualnym zapotrzebowaniu na energię oraz jej produkcji z integralnego systemu fotowoltaicznego, aby autonomicznie decydować o czasie ładowania oraz rozładowywania akumulatora.

Zakładając poniższe parametry

Przyspieszenie g [m/s^2] 9,81
Dni w roku 365,00
Zużycie energii [kWh/m2/rok] 120,00
Uzysk PV [kWh/m2/rok] 220,00
Wysokość kondygnacji [m] 3,50
Powierzchnia kondygnacji [m2] 800,00
Szerokość budynku [m] 40,00
Głębokość budynku [m] 20,00
Udział elewacji z PV 0,60
Masa na m2 [kg/m2] 600,00
Udział masy podnoszonej 1,00
Wysokość podnoszenia [m] 10,00



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność produkcji energii od zapotrzebowania i możliwości przechowania w grawitacji*

Z wykresu wynika, że najbardziej opłaca się zbudować niski (pięciokondygnacyjny) budynek, ponieważ prawie cała energia potrzebna do jego działania będzie produkowana z paneli fotowoltaicznych. Niestety zaledwie 5% energii będzie mogło zostać przechowane dzięki podniesieniu budynku. Wystarczy to na zasilenie go w momencie braku produkcji prądu lub przerwy w dostawie prądu z zewnątrz.

ŹRÓDŁA

1. https://pl.wikipedia.org/wiki/Akumulator_mechaniczny
2. https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/services/offices-specific-energy-and-electricity-consumption.html

MECHANICZNY MAGAZYN ENERGII

Szymon Konarski

Słowa kluczowe: energia, magazynowanie, materiałoznawstwo, sprężystość.

Opiekun: Kamil Łodygowski | Zespół Szkół nr. 18 we Wrocławiu, Wrocław ul. Młodych Techników 58, 53-645, szkola@zs18.wroc.pl

ABSTRAKT

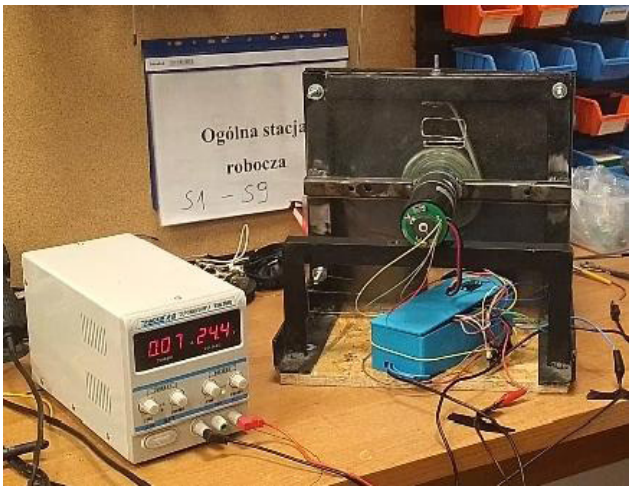
Celem pracy było zbadanie możliwości magazynowania energii mechanicznej w materiałach sprężystych oraz wybór materiału o najwyższym potencjale energetycznym i trwałości cyklicznej. Tematyka badań wynika z rosnącego zapotrzebowania na alternatywne metody magazynowania energii, które mogłyby stanowić uzupełnienie dla akumulatorów elektrochemicznych, charakteryzujących się ograniczoną żywotnością oraz problemami środowiskowymi związanymi z ich produkcją i utylizacją.

Zakres prac obejmował przygotowanie i przebadanie niemal 50 próbek materiałowych o zróżnicowanej budowie. Badane próbki obejmowały materiały jednorodne oraz kompozytowe, w tym struktury wzmacniane włóknem węglowym i szklanym, a także rozwiązania hybrydowe zawierające rdzeń ze stali sprężystej. Celem było porównanie właściwości sprężystych materiałów oraz identyfikacja rozwiązań umożliwiających magazynowanie możliwie największej ilości energii sprężystej przy zachowaniu wysokiej trwałości.

Na potrzeby badań zaprojektowano i wykonano autorskie stanowisko badawcze umożliwiające testy zginania oraz rozciągania próbek. W pierwszym etapie próbki poddawano zginaniu poprzez podparcie ich na dwóch swobodnych wałkach i obciążanie zadaną siłą. Mierzono ugięcie próbek, a następnie na podstawie uzyskanych danych obliczano moduł Younga oraz energię sprężystą magazynowaną w procesie zginania. W kolejnym etapie zmodyfikowano sposób montażu próbek, umożliwiając przeprowadzenie testów rozciągania i wykonanie analogicznych obliczeń. Analiza wyników wykazała, że badane materiały magazynują istotnie większą ilość energii podczas rozciągania niż podczas zginania, co zdeterminowało dalszy kierunek badań.

Po wyborze materiału o najbardziej obiecujących właściwościach przeprowadzono testy zmęczeniowe. W tym celu zaprojektowano drugie stanowisko badawcze umożliwiające cykliczne rozciąganie próbek. Urządzenie wykorzystuje silnik elektryczny z przekładnią planetarną, enkoder do zliczania cykli pracy oraz mikrokontroler sterujący procesem badawczym. Liczba cykli była monitorowana i prezentowana na wyświetlaczu OLED. Badania wykazały, że wybrany materiał magazynuje energię rzędu 1400kJ oraz przekracza założoną trwałość 15 000 cykli pracy.

Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość efektywnego magazynowania energii w materiałach sprężystych oraz wskazują na potencjał wykorzystania badanych rozwiązań w mechanicznych systemach magazynowania energii. Rezultaty pracy mogą znaleźć zastosowanie w rozwijaniu alternatywnych technologii magazynowania energii o wysokiej trwałości i niskim wpływie środowiskowym.



Fot. 1. *Urządzenie badawczo-pomiarowe*



Fot. 2. *Urządzenie badające maksymalną ilość naciągnięć danego materiału*

ŹRÓDŁA:

1. Zbigniew „HardeN" Brożbar, *„Arduino dla każdego"*.
2. Wojciech Pietraszkiewicz, *„Materiały Sprężyste"*.

POJAZDY LATAJĄCE O SKRZYDLE NIESYMETRYCZNYM OPARTE O KONCEPCJĘ BUMERANGU

Piotr Konopacki

Słowa kluczowe: bumerang, skrzydło, silnik.

Opiekun: Dariusz Maliszewski | III Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego w Piotrkowie Trybunalskim, Aleje Armii Krajowej 17, 97-300 Piotrków Trybunalski, dmalisz@o2.pl

ABSTRAKT

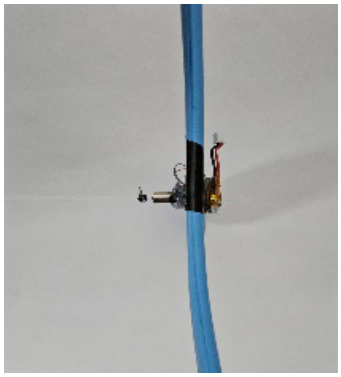
W moim projekcie celem było sprawdzenie hipotezy, czy pojazdy latające oparte na bumerangach z silnikami umiejscowionymi niesymetrycznie będą w stanie utrzymać się w powietrzu przez dłuższą chwilę. W tym celu użyłem różnych silniczków elektrycznych, które miały na celu stałe napędzanie konstrukcji.

Tak jak pisałem powyżej, w moich badaniach skupiłem się na szukaniu optymalnego ułożenia poszczególnych komponentów na bumerangach posiadających dwa oraz trzy skrzydła. Pierwsze próby podjąłem z bumerangiem dwuskrzydłowym, jednak żadnej z nich nie mogę uznać za udaną. Konstrukcja bardzo szybko spadała na ziemię, nie mogła utrzymać optymalnej pozycji w locie. Ten typ okazał się bardzo trudny do odpowiedniego wyważenia oraz poprawnego startu lotu. Dwuskrzydłowe bumerangi okazały się bardzo czułe na zmiany rozłożenia masy, dlatego stwierdziłem, że nie będę kontynuował badań z tym typem. Zamiast tego skupiłem się na wykorzystaniu trzyskrzydłowego bumerangu. Był to pierwszy raz, kiedy spotkałem się z tym typem. Podczas rzucania zauważyłem, że zatacza on mniejsze koła niż bumerangi dwuskrzydłowe podobnych rozmiarów i mas oraz leci on bardziej ku górze. Moim przewidywaniem było, że lepiej poradzi on sobie w locie z osprzętem. Silnik zamontowałem zarówno na końcu jednego ze skrzydeł, jak i na samym środku konstrukcji, kierując go ku dołowi. Jednak to drugie rozwiązanie nie sprawdziło się, gdyż efekt był podobny jak przy bumerangu dwuskrzydłowym. Natomiast zamontowanie silnika na końcu jednego ze skrzydeł spowodowało zmianę toru lotu względem prób przeprowadzonych bez zamontowanego silnika. Bumerang przestał zataczać okręgi, zamiast tego leciał prosto. Jednak dodatkowo umieszczona masa spowodowała że podczas lotu przechylił się na skrzydło z zamontowanym silnikiem i spadł. Konstrukcja leciała stosunkowo poziomo, aż do momentu, gdy przechył spowodował skręt, a następnie upadek. Nie zaobserwowałem wznoszenia, którego spodziewałem się na podstawie lotów przeprowadzonych bez silników.

1.

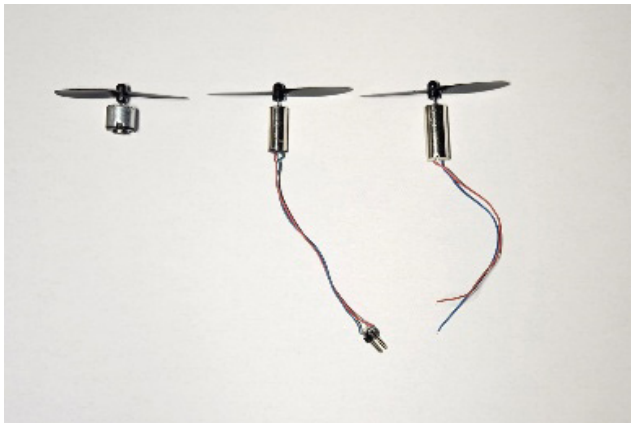


2.



Fot. 1. *Trzyskrzydłowy bumerang z silnikiem na skrzydle*
Fot. 2. *Trzyskrzydłowy bumerang z silnikiem na środku skierowany w dół*

Jako napędu użyłem różnych silniczków elektrycznych. W przypadku tych mniejszych i lżejszych bumerang bardzo szybko spadał na ziemię, ponieważ ich mała moc nie była w stanie ani utrzymać, ani zwiększyć prędkości obrotu. W efekcie nie wytworzyła się wystarczająca siła nośna. Można było też zaobserwować, że bumerang nie jest w stanie utrzymać swojej normalnej pozycji w locie. Najlepszy okazał się silniczek 45k rpm, który został zamontowany na bumerangu trzyskrzydłowym. Spowodował wyraźny wzrost prędkości, z jaką obracał się bumerang, oraz zwiększenie, choć już nie tak duże, jego prędkości lotu. Jako źródło energii elektrycznej do silnika użyłem baterii o pojemności 220 mAh i napięciu 3,7 V.



Fot. 3. *Różne silniki użyte dotychczas w badaniach*

W celu dokładniejszego zrozumienia zachowania bumerangu trzyskrzydłowego z silnikiem podjąłem próbę przywiązania konstrukcji do belki. W ten sposób chciałem zrozumieć oraz przyjrzeć się z bliska jak napęd wpływa na zachowanie bumerangu. Wbrew moim przypuszczeniom bumerang nie latał po okręgu, tylko ustabilizował się w jednej pozycji i zaczął wraz ze skręcaniem się liny unosić się ku górze. Ostatecznie uderzył w belkę, do której był przymocowany, co spowodowało zatrzymanie się silnika i unieruchomienie konstrukcji. Pokazało to, że bumerang trzyskrzydłowy z zamontowanym napędem ma tendencje do poruszania się po linii prostej zamiast lotu po okręgu, tak jak w przypadku bez zamontowanego silnika. Lina spowodowała, że bumerang ustabilizował się w powietrzu (nie przechylił się na skrzydło z zamontowanym silnikiem jak w próbach rzutu).



Fot. 4. *Bumerang zaczepiony na linie*

Mimo to nadal nie udało się znaleźć sposobu na utrzymanie tej konstrukcji w powietrzu przez więcej niż 5 sekund. Jednak nadal-będę próbował wraz z moim mentorem rozwijać tą koncepcję oraz dążyć do zamierzonego celu. Naszym pomysłem jest, aby spróbować wykonać konstrukcje bumerangu z modelarskim silnikiem rakietowym. Niestety nie udało nam się zrealizować tego na czas, ale silniki zostały już zakupione i czekają na próbę.

NAZIEMNY CIŚNIENIOWY SYSTEM MAKSYMALIZACJI OSIĄGÓW RAKIETY (NAR)

Igor Kosiński

Słowa kluczowe: rakiety, ciśnienie, wspomaganie.

Opiekun: Bożena Żywicka | I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Gdańsku, ul. Wały Piastowskie 6, 80-855 Gdańsk, bozena.zu.zywicka@gmail.com

ABSTRAKT

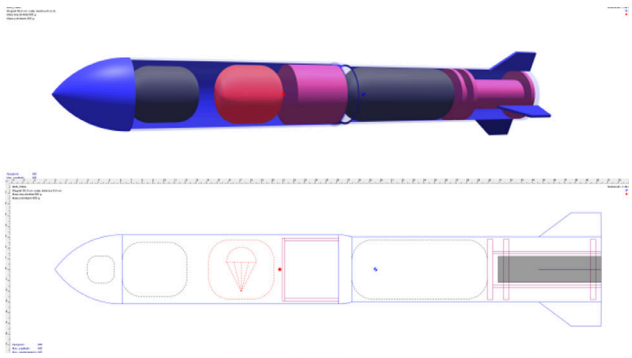
Wyobraźmy sobie możliwość wyniesienia na orbitę okołoziemską ładunku przy koszcie nawet o kilkanaście procent niższym. Wszystko to umożliwiłby naziemny system NAR. Rakietę ciężko jest „ruszyć", ale gdy już znajdzie się w ruchu, trzeba ją jedynie podtrzymywać. NAR umożliwia zaoszczędzenie nam kilku procent cennego paliwa rakietowego przeznaczonego właśnie na tę pierwszą fazę lotu. Jego zadaniem jest nadanie rakiecie prędkości z użyciem sprężonego powietrza. System składa się z rury, w której ciśnienie będzie zwiększane, oraz z ruchomych uszczelek (utrzymujących rakietę i naprowadzających ją wzdłuż rury).

Projekt rozbiłem na dwa etapy: zbudowania systemu oraz rakiety testowej. System NAR został ostatecznie złożony z szerokiej rury PVC, która jest zamykana od dołu szczelną plastikową zatyczką z silikonową uszczelką.

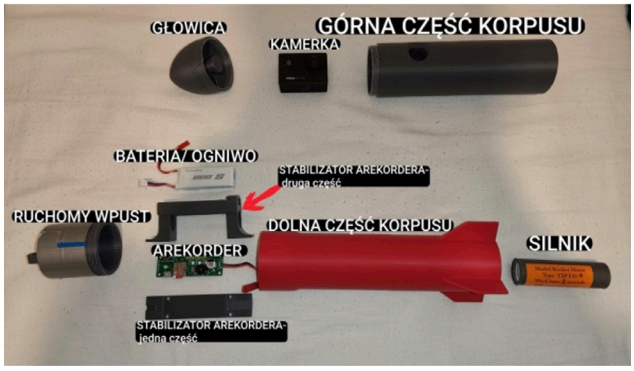
Pomaga to w utrzymaniu stałego ciśnienia. Na wysokości 10 cm (mierząc od dna) znajduje się wentyl rowerowy wraz z fragmentem dętki. Na wysokości 30 cm znajduje się blokada dla ruchomej części, której zadaniem jest poruszać rakietą w kierunku pionowym. Tuż po opuszczeniu rury ruchoma część samowładnie „odpada" od rakiety dzięki napiętym gumkom. Ciśnienie jest wytwarzane poprzez ręczne pompowanie podłogową pompką do roweru. Podczas pomiarów maksymalna wartość uzyskanego ciśnienia wyniosła 2 bary. Warunkiem użycia systemu było zbudowanie rakiety doświadczalnej oraz pozytywne przejście testów.

Rakieta została zaprojektowana w programie Fusion360, a symulację jej lotu przeprowadzono w programie Openrocket. Biorąc pod uwagę ryzyko związane z niepowodzeniem, rakieta została wydrukowana na drukarce Bambulab P1S, a do jej napędzenia użyty został silnik Tendery F35. Rakieta składa się z dwóch głównych części. W dolnej znajduje się Arekorder (komputer pokładowy) i silnik, zaś w górnej umieszczona jest kamerka. Rakieta ma długość 50 cm oraz średnicę 6 cm. Dnia 11 kwietnia o godzinie 13.00 (na terenie wyschniętego jeziora Zaspa w Gdańsku) przeprowadzony został lot próbny rakiety, który zakończył się niepowodzeniem.rakieta była zbyt mało stabilna ze względu na złe wywarzenie (środek ciężkości znalazł się zbyt nisko) oraz złe warunki pogodowe (silny wiatr). W efekcie wzbiła się na 5 metrów, po czym wpadła w niekontrolowane obroty w powietrzu i upadła na ziemię.

Przez niepowodzenie lotu testowego, rakieta nie mogła zostać użyta do próby generalnej.



Rys. 1. *Wizualizacje rakiety (3D i 2D) w programie Openrock*



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające budowę rakiety z opisami*

PODZIĘKOWANIA

Polskie Towarzystwo Rakietowe (PTR)

ŹRÓDŁA

1. Halliday, Resnick, Walker – *Podstawy Fizyki 1*
2. Halliday, Resnick, Walker – P*odstawy Fizyki 2*

BEZINWAZYJNY POMIAR ZAWARTOŚCI CUKRU WE KRWI – PROJEKT I BUDOWA PROTOTYPU URZĄDZENIA TYPU "WEARABLE"

Karol Kosior

Słowa kluczowe: spektroskopia NIR, Tiny ML, Wearable, glikemia, Hardware.

Opiekun: Jolanta Arendalska | Technikum nr 7 w Zespole Szkół im. inż. Stanisława Wysockiego w Warszawie, Szczęśliwicka 56, 02-353 Warszawa, karol.school09@gmail.com

ABSTRAKT

1. Wstęp i cel projektu

Cukrzyca stanowi jeden z głównych problemów zdrowotnych współczesnego świata. Standardowa metoda kontroli glikemii opiera się na inwazyjnym nakłuwaniu opuszki palca, co jest bolesne, uciążliwe i niesie ryzyko infekcji. Rozwiązaniem tego problemu mogą być technologie optyczne połączone z zaawansowaną analizą danych. Celem niniejszego projektu jest zbadanie możliwości bezinwazyjnego szacowania poziomu glukozy we krwi z wykorzystaniem spektroskopii NIR oraz algorytmów uczenia maszynowego (TinyML). Głównym zrealizowanym celem na obecnym etapie było zaprojektowanie, zbudowanie, zaprogramowanie oraz uruchomienie autorskiego prototypu urządzenia pomiarowego w formie smartwatcha.

2. Architektura sprzętowa i projekt urządzenia (Hardware)

Urządzenie w całości zostało zaprojektowane przez autora. Obudowa urządzenia została zaprojektowana w środowisku projektowym FreeCAD, a następnie wykonana techniką druku 3D.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające prototyp*

Układ elektroniczny został zaprojektowany w programie KiCad. Zastosowano architekturę warstwową. Składa się ona z dwóch oddzielnych płytek drukowanych połączonych wertykalnie. Pozwoliło to na fizyczną i elektryczną separację wrażliwej części analogowo-optycznej od wysokoczęstotliwościowej części cyfrowej i sekcji zasilania.

3. Zaawansowana sensoryka i przetwarzanie sygnału

Sercem analitycznym prototypu jest autorska matryca optyczna. Składa się z 6 diod LED emitujących światło w szerokim spektrum bliskiej podczerwieni – od 850 nm do 1650 nm. Dobór tych konkretnych długości fali był podyktowany analizą okien optycznych tkanek oraz zbiega się z głównymi pikami absorpcyjnymi glukozy. Odbite światło jest rejestrowane przez dwie wysokoczułe fotodiody. Zarządzanie matrycą optyczną powierzono dwóm układom ADPD1080. Jest to wysoce wyspecjalizowany, zintegrowany front-end fotometryczny. Architekturę rozbudowano o czujnik MAX30102. Moduł ten pozwala na równoległy pomiar saturacji krwi (SpO2) oraz tętna. Smartwatch posiada dodatkowe funkcje takie jak: liczenie kroków, kalkulator, latarka, stoper oraz minutnik.

Jednostką sterującą całym systemem jest STM32U585. Wybór tej jednostki został podyktowany jej architekturą zoptymalizowaną pod kątem urządzeń bateryjnych oraz ogromną mocą obliczeniową, niezbędną do uruchomienia modelu TinyML.

4. Weryfikacja założeń i aktualny stan badań

Obecny etap prac zakończył się pełnym sukcesem inżynieryjnym na poziomie sprzętowym. Urządzenie zostało pomyślnie zmontowane, a oprogramowanie nawiązało stabilną komunikację ze wszystkimi komponentami peryferyjnymi. Testy integralności sygnałowej potwierdziły, że platforma poprawnie steruje naświetlaniem tkanki i z sukcesem rejestruje surowe dane (raw data) dotyczące odbicia światła. Pokonano kluczową barierę w projektach biomedycznych – zbudowano dedykowane narzędzie pozyskujące dane.

5. Plany dalszego rozwoju (Machine Learning)

Mając gotową i przetestowaną architekturę sprzętową, projekt przechodzi w kluczową fazę – gromadzenie danych. Planowana jest seria pomiarów przeprowadzonych na autorze projektu, która będzie polegała na zestawieniu surowych odczytów fotometrycznych zebranych przez prototyp z wynikami pochodzącymi z certyfikowanego, inwazyjnego glukometru w różnych stanach glikemii. Zgromadzone dane posłużą do wytrenowania algorytmu TinyML, który będzie miał za zadanie znalezienie korelacji między zmianami absorpcji światła a rzeczywistym poziomem cukru, by docelowo działać bezpośrednio na urządzeniu.

ŹRÓDŁA

1. Belfarsi, E. A., Flores, H., & Valero, M. (2023). *Reliable Noninvasive Glucose Sensing via CNN-Based Spectroscopy.*
2. P. S. K. Reddy, D. Mahesh, C. U. Teja, M. Janaki and K. *Mannem. Non-Invasive Glucose Monitoring Using NIR Spectroscopy.*
3. M. Zeynali, K. Alipour, B. Tarvirdizadeh and M. Ghamari, *Non-invasive blood glucose monitoring using PPG signals with various deep learning models and implementation using TinyML.*

WYKORZYSTANIE ROŚLIN WIELOLETNICH JAKO BIOINDYKATORÓW ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA I GLEBY

Olga Kownacka

Słowa kluczowe: bioindykacja, rośliny wieloletnie, zanieczyszczenie środowiska, metale ciężkie, monitoring jakości powietrza.

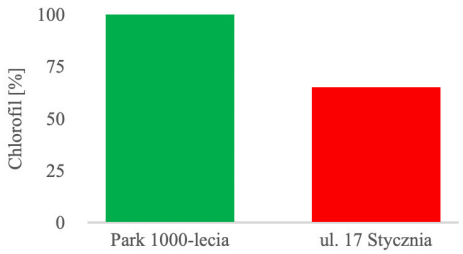
Opiekun: G. Pawlicki | II Liceum Ogólnokształcące imienia Mikołaja Kopernika z Oddziałami Dwujęzycznymi i Międzynarodowymi w Lesznie, ul. Bolesława Prusa 33, 64-100 Leszno, sekretariat@iilo.leszno.pl

ABSTRAKT

Projekt miał na celu szczegółową ocenę wpływu zanieczyszczeń powietrza na kondycję fizjologiczną wybranych roślin wieloletnich w mieście Leszno (woj. wielkopolskie). Badaniami objęto klon (Acer sp.), lipę (Tilia sp.), brzozę (Betula sp.), wierzbę (Salix sp.) oraz trawy (Poaceae), które ze względu na swoją długoletnią obecność w tym samym środowisku mogą pełnić rolę efektywnych bioindykatorów. Analizowano zarówno zmiany fizjologiczne, takie jak zawartość barwników fotosyntetycznych, jak i akumulację pierwiastków śladowych w tkankach roślin, co pozwalało na ocenę stopnia oddziaływania lokalnych źródeł zanieczyszczeń. Badania uwzględniały także różnorodność gatunkową, aby zidentyfikować, które rośliny wykazują największą wrażliwość na zanieczyszczenia środowiskowe oraz które mogą być najlepiej wykorzystane w systemach monitoringu.

W badaniach zastosowano metody spektrofotometryczne do oznaczania barwników fotosyntetycznych (chlorofil a, chlorofil b, karotenoidy), a pomiary jakości powietrza obejmowały pyły zawieszone PM1.0, PM2.5, PM10, formaldehyd, lotne związki organiczne oraz wskaźnik AQI. Analizy chemiczne pierwiastków śladowych (As, Cd, Pb, Pt) wykonano metodą ICP-MS po mineralizacji próbek, co pozwoliło na uzyskanie precyzyjnych danych o obecności metali ciężkich w tkankach roślin.

Porównano dwa stanowiska: teren zanieczyszczony przy ul. 17 Stycznia oraz teren kontrolny – Park 1000-lecia, oddalony od głównych źródeł emisji, umożliwiając określenie wpływu lokalnych czynników antropogenicznych na kondycję roślin.



Rys 1. *Przedstawia wykres względnej zawartości chlorofilu w liściach roślin rosnących w Parku 1000-lecia (stanowisko kontrolne) oraz przy ul. 17 Stycznia w Lesznie (obszar o wysokim natężeniu ruchu drogowego)*

Wyniki badań wykazały wyraźny wpływ zanieczyszczeń na kondycję roślin. Rośliny z terenu zanieczyszczonego charakteryzowały się niższą zawartością chlorofilu całkowitego o około 30–40% w porównaniu ze stanowiskiem kontrolnym. Największą wrażliwość wykazały klon i trawy, co wskazuje na ich wysoką czułość na stres środowiskowy. Analiza pierwiastków śladowych ujawniła podwyższone stężenia ołowiu w tkankach roślin z obszarów o dużym natężeniu ruchu drogowego, szczególnie w próbkach traw i klonu. Różnice między gatunkami potwierdzają zróżnicowaną zdolność bioakumulacji metali ciężkich. Wyniki te wskazują, że niektóre gatunki roślin mogą być szczególnie przydatne w bioindykacyjnej ocenie jakości środowiska miejskiego.

Na podstawie wyników opracowano koncepcję Systemu Bioindykacyjnego Monitoringu (SBM) integrującego dane fizjologiczne roślin, stężenia metali ciężkich oraz parametry jakości powietrza w celu wyznaczenia wskaźnika degradacji środowiska. System może stanowić podstawę narzędzia wspomagającego identyfikację obszarów o podwyższonym ryzyku zanieczyszczeń oraz wspierać decyzje w zakresie zarządzania środowiskiem miejskim. System może zostać rozwinięty do formy aplikacji lub platformy GIS umożliwiającej wizualizację przestrzenną danych bioindykacyjnych, integrację wyników pomiarów środowiskowych oraz identyfikację obszarów o podwyższonym poziomie zanieczyszczeń, wspierając tym samym podejmowanie decyzji w zakresie zarządzania środowiskiem.

Projekt potwierdza, że rośliny wieloletnie mogą skutecznie pełnić funkcję bioindykatorów jakości środowiska. Odpowiedni dobór gatunków zwiększa dokładność monitoringu i może wspierać działania związane z ochroną środowiska. W przyszłości wskazane jest rozszerzenie badań o większą liczbę gatunków, stanowisk oraz dodatkowych pierwiastków śladowych.

PODZIĘKOWANIA

Autorka składa podziękowania dr. Grzegorzowi Pawlickiemu za opiekę merytoryczną nad projektem, pomoc w sformułowaniu tematu, tezy i hipotez oraz zachętę do prowadzenia badań. Autorka dziękuje również koledze Mikołajowi Stelmaszczykowi za pomoc w zbieraniu próbek oraz wykonywaniu pomiarów podczas badań terenowych i laboratoryjnych.

ŹRÓDŁA

1. J. Fabiszewski, *Bioindykacja skażeń przemysłowych i rolniczych.* Polska Akademia Nauk, 1983.
2. T. Traczewska, *Biologiczne metody oceny skażenia środowiska.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011.
3. M. Jóźwiak, *Wykorzystanie organizmów wskaźnikowych w bioindykacji środowisk lądowych i wodnych na wybranych przykładach.* Kieleckie Towarzystwo Naukowe, 2014.
4. H. Zimny, *Ekologiczna ocena stanu środowiska: bioindykacja i biomonitoring.* Agencja Reklamowo-Wydawnicza Arkadiusz Grzegorczyk, Warszawa, 2006.

RĘKAWICA VR NOWEJ GENERACJI – ZWIĘKSZENIE REALIZMU WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI

Mikołaj Koziej

Słowa kluczowe: haptyka, wirtualna rzeczywistość, sprzężenie zwrotne, silniki LRA, ESP32k.

Opiekun: Joanna Mazur | V Liceum Ogólnokształcące im. Marii Skłodowskiej-Curie, Lipowa 7, 20-020 Lublin, mkoziej321@gmail.com

ABSTRAKT

Praca dotyczyła zaprojektowania, zbudowania oraz przetestowania prototypowej rękawicy haptycznej przeznaczonej do zastosowań w wirtualnej rzeczywistości (VR). Głównym celem było sprawdzenie, w jaki sposób różne konfiguracje sprzężenia zwrotnego wpływają zarówno na realizm odczuć dotykowych, jak i na zużycie energii przez urządzenie.

Zaprojektowany prototyp wykorzystuje trzy typy komponentów odpowiedzialnych za pomiar ruchu oraz generowanie bodźców. Ruch palców śledzony jest za pomocą sensorów Halla. Dwa z nich odpowiadają za pomiar zginania palca - działają w oparciu o obracający się element z magnesami neodymowymi, połączony mechanicznie z palcem. Jeden czujnik rejestruje składową sinusoidalną, drugi cosinusoidalną, co umożliwia dokładne określenie kąta zgięcia w sposób bezkontaktowy. Trzeci sensor odpowiada za pomiar rozstawienia palców.

Sprzężenie zwrotne realizowane jest na dwa sposoby. Po pierwsze, zastosowano pięć serwomechanizmów MG90S, które w odpowiedzi na sygnał z aplikacji VR mogą blokować ruch palców, symulując opór podczas chwytania wirtualnych obiektów. Po drugie, na opuszkach palców umieszczono pięć silników wibracyjnych typu LRA, które generują różne wzorce drgań, pozwalające odwzorować dotyk powierzchni oraz ich teksturę. Całością steruje mikrokontroler ESP32, zapewniający komunikację z komputerem poprzez Bluetooth, Wi-Fi lub USB.

Analiza zużycia energii pokazała, że największy pobór prądu generują serwomechanizmy - łącznie około 400-750 mA podczas aktywnej pracy. Mikrokontroler ESP32 zużywa około 160-240 mA podczas transmisji Bluetooth, natomiast silniki LRA około 50-100 mA. W rezultacie całkowite chwilowe zapotrzebowanie na energię wynosi od około 610 do 1090 mA. Przy zastosowaniu baterii LiPo 3,7 V o pojemności 1000 mAh przekłada się to na czas pracy wynoszący około 55-90 minut przy intensywnym użytkowaniu. W trybie umiarkowanym, gdzie serwomechanizmy są aktywowane rzadziej, czas pracy wzrasta do około 100-130 minut. Wyniki te wskazują, że w przyszłości warto rozważyć zastosowanie większej baterii lub optymalizację algorytmów sterowania.

Prototyp współpracuje z zewnętrznym systemem VR (np. Meta Quest), który dostarcza informacji o położeniu dłoni w przestrzeni względem użytkownika. Rękawica rozszerza te dane o szczegółowe informacje o ruchach palców oraz zapewnia sprzężenie zwrotne.

Niestety, istotnym ograniczeniem pozostaje kompatybilność z oprogramowaniem. Wiele dostępnych aplikacji VR nie obsługuje śledzenia ruchów palców, a tym bardziej zaawansowanego sprzężenia zwrotnego w postaci wibracji symulujących dotyk. Ogranicza to możliwość pełnego wykorzystania potencjału rękawicy i sprawia, że jej funkcjonalność jest w dużej mierze zależna od wsparcia po stronie oprogramowania.

Warto również zwrócić uwagę na aspekt kosztowy w porównaniu z rozwiązaniami komercyjnymi. Rękawice haptyczne oferujące sprzężenie zwrotne często kosztują powyżej tysiąca złotych, a bardziej zaawansowane systemy mogą osiągać ceny rzędu nawet 10 tysięcy złotych. Produkty te zapewniają wyższy komfort użytkowania, co wynika z zastosowania lepszej jakości komponentów oraz bardziej zoptymalizowanej, kompaktowej konstrukcji, jednak nie pobiją ceny mojego prototypu, którego cena wynosiła 300 złotych za parę rękawic.

Samodzielna budowa rękawicy pozostaje zdecydowanie bardziej przystępnym rozwiązaniem pod względem kosztów. Choć wiąże się z pewnymi kompromisami, szczególnie w zakresie ergonomii i czasu pracy, to stosunek możliwości do ceny wciąż wypada bardzo korzystnie.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuje Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza za możliwość udziału w konkursie Inżynierowie Przyszłości oraz za otrzymanie grantu przeznaczonego na projekt badawczy. Dziękuję Pani Joannie Mazur za pomoc merytoryczną oraz cenne wskazówki udzielone podczas realizacji projektu.

PROJEKT I BUDOWA AUTOMATYCZNEGO AERATORA DO TRAWY

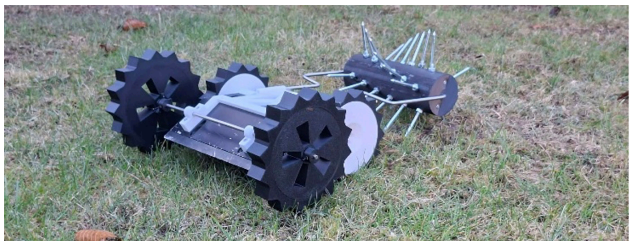
Stanisław Krasuski

Słowa kluczowe: aerator, pielęgnacja trawnika, robot mobilny, ekologiczność.

Opiekun: K. Krupa-Grabowska | I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Gdańsku, ul. Wały Piastowskie 6, 80-855 Gdańsk, stanislaw.krasuski4@poczta.fm

ABSTRAKT

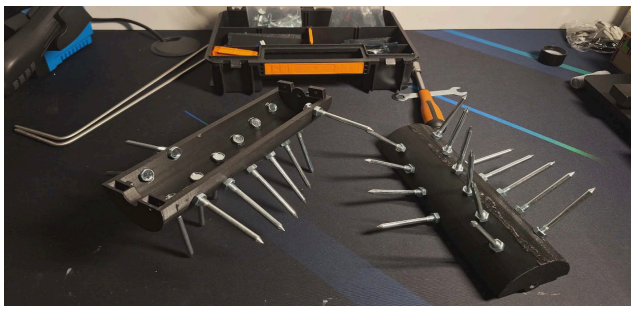
Aeracja trawnika, czyli mechaniczne napowietrzanie gleby, jest podstawowym zabiegiem utrzymania zdrowej darni – poprawia dostęp tlenu do korzeni, zwiększa wchłanianie wody i składników odżywczych oraz ogranicza zbicie podłoża. Dostępne na rynku urządzenia dzielą się na dwie grupy: aeratory ręczne (skuteczne, lecz męczące przy większych powierzchniach) i spalinowe (wydajne, ale drogie, głośne i emitujące spaliny). W segmencie automatycznych, elektrycznych aeratorów przeznaczonych do zastosowań przydomowych praktycznie brak jest gotowych rozwiązań. Celem projektu było zaprojektowanie i zbudowanie prototypu kompaktowego, elektrycznego, samojezdnego aeratora trawnikowego, który wypełnia tę lukę rynkową. Przyjęto hipotezę, że mobilne urządzenie z wymiennym modułem roboczym (wał Ø65 mm z 30 kolcami M5 w układzie spiralnym z przesunięciem 12°) zapewni skuteczne napowietrzanie przy jednoczesnym obniżeniu nakładu pracy operatora, poziomu hałasu i emisji zanieczyszczeń (Rys. 2).



Fot. 1. *Złożony prototyp aeratora na trawie*

Prace zrealizowano w siedmiu etapach: (1) analiza istniejących rozwiązań rynkowych wraz z identyfikacją ich wad; (2) projekt mechaniczny w środowisku CAD obejmujący obudowę, podwozie jezdne oraz wał roboczy Ø65 mm z mocowaniem 30 kolców w układzie spiralnym; (3) dobór i zakup podzespołów napędowych i elektronicznych – silników DC, akumulatora Li-Po, mikrokontrolera oraz czujników odległości; (4) wytworzenie elementów konstrukcyjnych metodą druku 3D; (5) montaż konstrukcji mechanicznej i płytki sterującej; (6) opracowanie oprogramowania mikrokontrolera odpowiedzialnego za sterowanie silnikami i odczyt danych z czujników odległości wykorzystywanych do detekcji przeszkód; (7) testy terenowe porównujące skuteczność napowietrzania. Jako materiał obudowy wybrano filament PETG, a elementy nośne wykonano z profili aluminiowych w celu ograniczenia masy całkowitej urządzenia oraz umożliwienia recyklingu części składowych.

Na obecnym etapie ukończono projekt mechaniczny urządzenia, wydrukowano komplet elementów obudowy, zmontowano wał roboczy o masie roboczej 3,8 kg, zapewniający gęstość 742 nakłuć/m² i regulowaną głębokość penetracji 15–40 mm (Fot. 1), oraz skompletowano podzespoły elektroniczne. Przeprowadzone wstępne testy funkcjonalne „na sucho" potwierdziły poprawną komunikację mikrokontrolera z silnikami oraz odczyt wskazań z czujników odległości. Opracowano wstępną wersję programu sterującego realizującego napęd i reakcję na przeszkody. Spiralny układ kolców redukuje szczytowe obciążenie 5-krotnie, umożliwiając ciągnięcie wału robotem o masie 3 kg przy sile uciągu poniżej 11 N. Kolejnymi krokami są: ulepszenie systemu napędowego, wału roboczego i oprogramowania oraz przeprowadzenie testów terenowych na przygotowanym poletku murawy, w trakcie których planowane jest ilościowe porównanie głębokości i równomierności nakłuć z wynikami uzyskanymi za pomocą aeratora ręcznego.



Fot. 2. *Połówki wałka aeratora z zamontowanymi kolcami*

Zastosowanie druku 3D pozwoliło na szybkie iterowanie geometrii obudowy bez znaczących kosztów. Modułowa konstrukcja umożliwia wymianę wału z kolcami na inny element roboczy, np. nóż do nacinania darni. Elektryczny napęd eliminuje emisję spalin i ogranicza hałas, a niewielkie gabaryty czynią urządzenie dostępnym dla użytkownika domowego. Prototyp o masie roboczej 3,8 kg stanowi dowód wykonalności koncepcji i punkt wyjścia do dalszego rozwoju – zarówno pod kątem automatyzacji trasy przejazdu, jak i optymalizacji zużycia energii.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania składam opiekunowi projektu, Pani Katarzynie Krupie-Grabowskiej, za merytoryczne wsparcie w trakcie realizacji pracy, szkolnemu kole młodych robotyków „ROBOILO" za cierpliwość, przekazaną wiedzę i wsparcie na każdym etapie projektu – od pierwszych szkiców po montaż prototypu, a także organizatorom programu Inżynierowie Przyszłości 2025 oraz fundatorowi – Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza – za umożliwienie realizacji projektu.

ŹRÓDŁA

1. M. Prończuk: *Trawniki. Zakładanie i pielęgnacja.* Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2006.
2. D. Wasilewski, P. Orlik: *Wpływ aeracji gleby na parametry wzrostu traw gazonowych.* Inżynieria Ekologiczna, vol. 45, nr 3, 2016, s. 108–114.

HAMOWNIA DO BADANIA SIŁY CIĄGU MAŁYCH POJAZDÓW LATAJĄCYCH

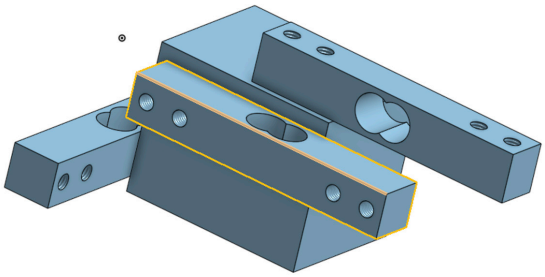
Aleksander Kretkiewicz

Słowa kluczowe: hamownia, drony, druk 3D

Opiekun: Dariusz Maliszewski | III Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego w Piotrkowie Trybunalskim, Aleje Armii Krajowej 17, 97-300 Piotrków Trybunalski, liceum3@liceum3.piotrkow.pl

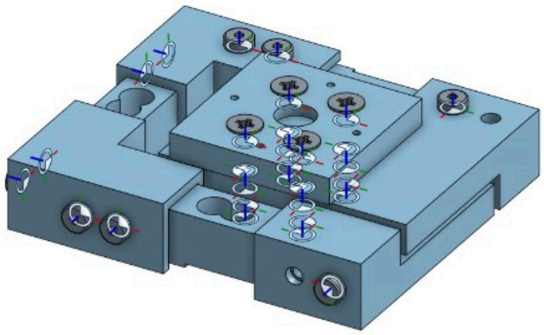
ABSTRAKT

W czasie trwania programu udało mi się zaprojektować model mojej hamowni oraz przeprowadzić wiele prób jej wydruku. Niestety większość z nich zakończyła się niepowodzeniem. Okazało się, że pierwsze podejścia nie mają prawa działać. Były to modele kostek, na których zamontowane miały być belki tensometryczne w każdej z 3 osi X, Y, Z.



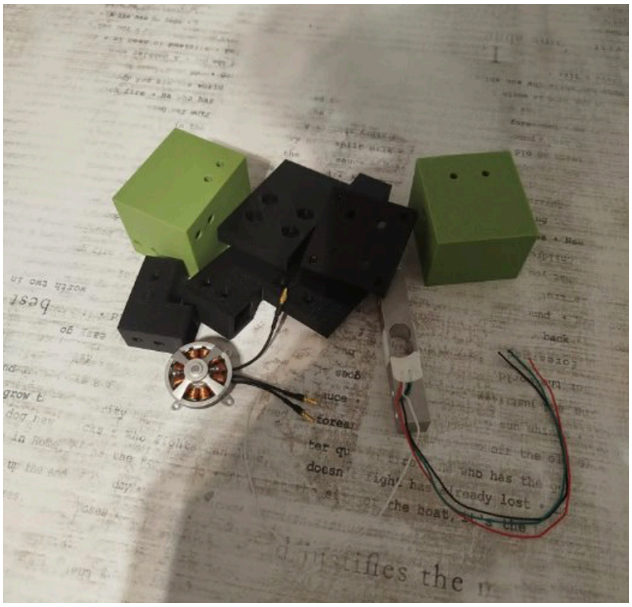
Rys. 1. *Pierwsza wersja projektu hamowni*

Niestety pierwszy model nie mógł zadziałać z powodu braku stabilności, niskiej wytrzymałości druku oraz problemu z związanego z uginaniem się belek. Wówczas powstał pomysł na stworzenie czegoś lepszego, wytrzymalszego, lecz wciąż z tego samego materiału.



Rys. 2. *Druga wersja hamowni*

Ta wersja była już dużo lepsza jednak z powodu złych wymiarów podanych przez producenta, moje wydruki były niedokładne. Pomimo trudności nie zamierzam odpuścić tego tematu i spróbuję stworzyć końcowy prototyp, który będzie w stanie utrzymać na sobie silnik drona i zmierzyć jego ciąg.



Fot. 1. *Wydrukowane, nieudane prototypy*



Rys. 3. *Fragment wykresu*

Program rysujący wykres został napisany do prostszego projektu, którym była waga. Aktualny program jest bardziej rozwinięty i uwzględnia 3 osiowy pomiar.

SMART ALERT HOME – INTELIGENTNY SYSTEM POWIADOMIEŃ ŚWIETLNO-WIBRACYJNYCH DLA OSÓB GŁUCHYCH

Kewin Krokowski

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, dostępność, Arduino, sygnalizacja, automatyka.

Opiekun: Mariusz Kozioł | Instytut Głuchoniemych im. Jakuba Falkowskiego, plac Trzech Krzyży 4/6, 00-499 Warszawa, instytutgluch@eduwarszawa.pl

ABSTRAKT

Celem projektu SMART ALERT HOME jest opracowanie inteligentnego systemu wspomagającego bezpieczeństwo osób niesłyszących oraz niedosłyszących w środowisku domowym. System oparty jest na mikrokontrolerach Arduino Uno oraz Arduino Pro Mini i wykorzystuje czujniki środowiskowe, takie jak czujnik dymu MQ-2 oraz moduł rozpoznawania dźwięku. Dodatkowo system wyposażony jest w moduł Wi-Fi umożliwiający przesyłanie sygnałów ostrzegawczych bezpośrednio na telefon użytkownika. Ważnym elementem systemu jest również oświetlenie LED RGB składające się z 15 diod WS2813, które pełnią funkcję sygnalizacji świetlnej oraz wibracyjnej, umożliwiającej szybką reakcję użytkownika na potencjalne zagrożenie.

W celu rozpoznania problemów oraz potrzeb użytkowników przeprowadzono badanie ankietowe przy użyciu formularza Google wśród osób do 25 roku życia. Około 80% respondentów stanowiły osoby niesłyszące lub niedosłyszące, z których większość mieszka z rodziną. Wyniki badania wskazują, że znaczna część ankietowanych nie posiada klasycznego dzwonka do drzwi lub korzysta z dzwonka niesłyszalnego, a powiadomienia w aplikacjach mobilnych nie są powszechnie stosowane. Jedynie nieliczni respondenci posiadają systemy świetlnej sygnalizacji ostrzegawczej. Do najczęściej wskazywanych problemów należą brak reakcji na dzwonek do drzwi, alarm pożarowy, budzik oraz sygnał ostrzegawczy z czujnika dymu.



Rys. 1. *Wyniki ankiety*

Blisko połowa respondentów posiada czujnik dymu lub czadu, jednak wiele osób nie korzysta z rozwiązań dostosowanych do potrzeb osób niesłyszących. Większość badanych oceniła swój poziom bezpieczeństwa jako średni. Jednocześnie ponad 90% respondentów zadeklarowało chęć korzystania z systemu opartego na kolorowej sygnalizacji świetlnej LED, wibracjach oraz powiadomieniach w telefonie. Ponad 70% ankietowanych uznało bezprzewodową komunikację z telefonem za kluczowy element zwiększający poczucie bezpieczeństwa. W indywidualnych odpowiedziach pojawiły się również opinie wskazujące na brak dostępu do informacji oraz niewystarczającą wiedzę dotyczącą postępowania w sytuacjach zagrożenia.

Uzyskane wyniki potwierdzają zasadność opracowania systemu SMART ALERT HOME – bezprzewodowego rozwiązania opartego na platformie Arduino, które poprzez sygnały świetlne, wibracje oraz komunikację z telefonem zwiększa bezpieczeństwo i świadomość sytuacyjną osób niesłyszących w środowisku domowym.



Fot. 1. *Moduł systemu SMART ALERT HOME*

Fot. 1. Zrzut ekranu z ankiety przeprowadzonej wśród osób niesłyszących i niedosłyszących. Wyniki wskazują na potrzebę stosowania sygnalizacji świetlnej LED. Na tej podstawie powstał pomysł projektu zwiększającego dostępność dla osób głuchych poprzez zastosowanie większej liczby diod LED oraz powiadomień w telefonie.

Fot. 2. Schemat działania modułu systemu. Wszystkie sygnały są przesyłane bezprzewodowo, bez zauważalnych opóźnień. Symbol przycisku oznacza dzwonek do drzwi. Symbol wody informuje o wykryciu wody, np. gdy kran zostanie pozostawiony odkręcony przez dłuższy czas; czujnik może również monitorować niską lub wysoką temperaturę. Mikrofon odpowiada za rozpoznawanie dźwięków. Symbol zegara oznacza alarm wibracyjny z wykorzystaniem silnika wibracyjnego. System zawiera także czujnik dymu. W przypadku wykrycia zdarzenia nadajnik uruchamia sygnalizację świetlną lub miganie diod LED.

VEOCASE

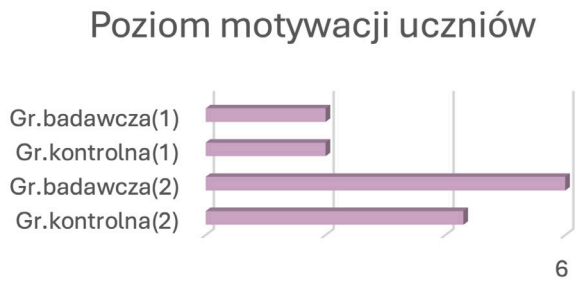
Adam Krypczyk

Słowa kluczowe: hologram, urządzenie mobilne, Projekcja 3D, nowoczesna technologia, wizualizacja treści.

Opiekun: Marta Gliwicka-Gwiazdowska | Salezjański Zespół Szkół Publicznych „Don Bosko" w Świętochłowicach, ul. Wojska Polskiego 82, 41-600 Świętochłowice, adask1284@gmail.com

ABSTRAKT

Współczesna edukacja coraz częściej wykorzystuje nowoczesne technologie, takie jak symulacje komputerowe czy rozszerzona i wirtualna rzeczywistość, które mają na celu zwiększenie efektywności procesu uczenia się oraz zaangażowania uczniów w lekcjach. Zastosowanie hologramów w procesie nauczania zwiększyło motywację studentów (Wyk.1), którzy chętniej uczestniczyli w zajęciach i oceniali proces uczenia się jako bardziej angażujący (Alsswey et al., 2025)[1].



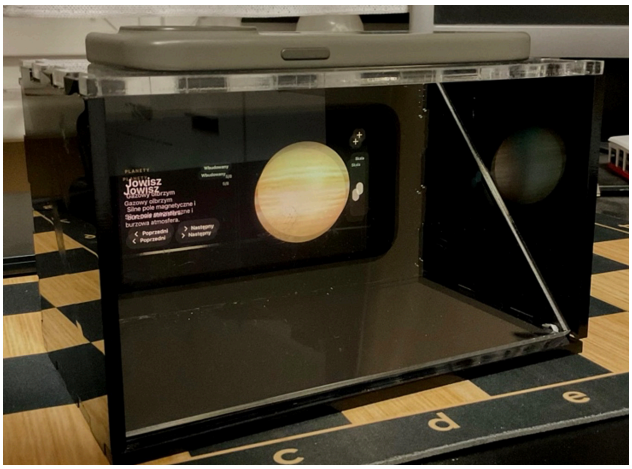
Rys. 1. *Poziom motywacji uczniów przed i po korzystaniu z pomocy w formie hologramów 3D.*

Niektóre z technologicznych rozwiązań stosowanych w szkołach, nie spełniają wymagań ery nowych technologii.

Dla rozwiązania tego problemu opracowano koncepcję projektu VEOCASE - jako kompaktowego systemu do prezentacji modeli 3D. Pozwala on na projekcję przestrzenną (holograficzną) z wykorzystaniem źródła światła takiego jak telefon komórkowy. Wykonany został model prototypowy urządzenia testujący działanie projekcyjne. Następnie rozpoczęto pracę nad autorską stroną Web działającą jako lokalny interfejs, działającą na mikrokomputerze Raspberry PI. Początkowo planowane było zastosowanie połączenia pomiędzy mikrokomputerem a miniprojektorem – odpowiadającym za rzucanie wiązki światła na plexi pochylone pod kątem 45°.

Rozwiązanie to zostało odrzucone z powodu licznych błędów w kalibracji projektora oraz zbyt jasnego widma projektora. Powrócono do zastosowania jasnego ekranu telefonu komórkowego jako jedynego źródła światła w projekcie. Następnie rozpoczęto pracę nad autorską aplikacją na silniku Godot z wykorzystaniem języka programowania GDScript. W ramach rozwoju aplikacji dodano kilka podstawowych scen zawierających kolorowe modele imitujące planety Układu Słonecznego. Następnie do aplikacji dodano opisy poszczególnych scen wraz ze zdaniem opisującym daną planetę. Później dodano nowe kategorie modeli 3D (historia i sztuka) oraz poprawiono widoczność modeli. Następnie do aplikacji dodano modele USDZ, które dodały realizmu przedstawianym modelom. Na tym etapie zauważono narastające problemy z wydajnością aplikacji oraz ograniczoną możliwością modyfikacji treści.

Zrezygnowano z dalszego rozwoju aplikacji w GDScript, na rzecz bardziej wydajnego środowiska programistycznego Xcode. Oferowało ono większe możliwości dalszego zaawansowanego rozwoju aplikacji. Początkowo stworzono prostą aplikację używając języka programowania Swift wyświetlającą motyw astronomiczny, w którym jako planet użyto prostych modeli kul. Co zostało niemalże od razu po sprawdzeniu działania aplikacji zamienione na modele z rozszerzeniem .usdz. Potem napisano integrację modeli z interfejsem SwiftUI za pomocą RealityKit. Następnie aplikacja została ulepszona pod względem wizualnym oraz zostały do niej dodane dodatkowe modele. Później wprowadzono innowacyjne funkcje, umożliwiające dodawanie modeli z rozszerzeniem USDZ do aplikacji oraz obsługiwanie bez dotykania ekranu. Urządzenie można obsługiwać za pomocą każdej klawiatury z możliwością podłączenia przez bluetooth. Ostatecznie wykonano właściwy model VEOCASE (Fot.1) z autorską aplikacją do wyświetlania modeli 3D. Który został wycięty za pomocą frezarki laserowej.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające właściwy model VEOCASE*

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękuje Panu Zbigniewowi Porębskiemu za cenne dyskusje dotyczące projektu oraz pomoc w wykonaniu obudowy modelu.

ŹRÓDŁA

1. Alsswey, A., El-Qirem, F. A., & Omar, F. (2025). 3D holograms and emotional intelligence: Transforming interactive learning in higher education. *Acta Psychologica, 261*, 105758. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691825010716?via%3Dihub

REFILL BOT – INTELIGENTNY SYSTEM WYTWARZANIA FILAMENTU Z BUTELEK PET I DRUKU ELEMENTÓW 3D

Hubert Krystek

Słowa kluczowe: recykling, butelki PET, druk 3D, filament, ekologia.

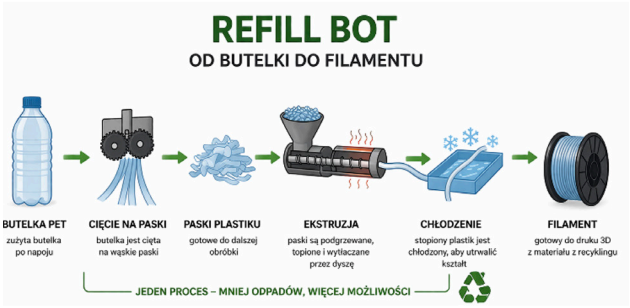
Opiekun: Dawid Wojtecki | Zespół Szkół Mechanicznych im. Komisji Edukacji Narodowej, ul. Świerkowa 8, 61 – 472 Poznań, hubaskrystek2010@gmail.com

ABSTRAKT

Rosnąca ilość odpadów plastikowych oraz wysokie koszty materiałów eksploatacyjnych do druku 3D stanowią istotny problem zarówno ekologiczny, jak i technologiczny[1]. W szczególności butelki PET, powszechnie wykorzystywane w życiu codziennym, często trafiają na wysypiska, mimo że posiadają potencjał do ponownego wykorzystania. W odpowiedzi na ten problem opracowano projekt REFILL BOT – urządzenia umożliwiającego przetwarzanie zużytych butelek PET w filament do druku 3D.

Celem projektu było zaprojektowanie i zbudowanie systemu zdolnego do przekształcania odpadowego PET w funkcjonalny filament o średnicy około 1.75 mm oraz analiza jego właściwości użytkowych. Hipoteza badawcza zakładała, że odpowiednio przygotowany i przetworzony materiał PET, przy zachowaniu właściwych parametrów procesu[2], może osiągnąć właściwości zbliżone do filamentów komercyjnych i zostać wykorzystany w praktyce[3].

W ramach projektu opracowano kompletny proces technologiczny (Fot. 1) obejmujący przygotowanie surowca (czyszczenie, usuwanie etykiet, cięcie na paski), topienie materiału oraz jego ekstrudzję przy użyciu autorskiego urządzenia. Konstrukcja REFILL BOT opiera się na zastosowaniu mikrokontrolera, silnika krokowego NEMA 17 oraz modułu grzewczego typu hotend, umożliwiającego kontrolowane topienie tworzywa w zakresie temperatur około 240–300°C. Stopiony materiał formowany jest w cienką nić, która następnie podlega chłodzeniu i nawijaniu na szpulę.



Rys. 1. *Proces technologiczny przerobu butelki PEvT w filament*

Kluczowym elementem badań była optymalizacja parametrów procesu, takich jak temperatura wytłaczania, prędkość podawania materiału oraz sposób chłodzenia, które bezpośrednio wpływają na jakość uzyskanego filamentu. Szczególną uwagę zwrócono na problem stabilności średnicy, wynikający z niejednorodności materiału źródłowego, oraz na zjawisko krystalizacji PET, utrudniające proces druku. Przeprowadzono również testy wydruków 3D, analizując jakość powierzchni, dokładność wymiarową oraz wstępne właściwości mechaniczne.

Efektem projektu jest działający prototyp urządzenia (Fot. 2), umożliwiający wytwarzanie filamentu z materiału odpadowego. Uzyskane wyniki potwierdzają, że możliwe jest przetwarzanie zużytych butelek PET w warunkach warsztatowych oraz wykorzystanie powstałego filamentu w druku 3D. Jakość materiału zależy jednak istotnie od stabilności procesu oraz precyzyjnej kontroli parametrów technologicznych, co wskazuje na konieczność dalszej optymalizacji.



Fot. 1. *Urządzenie Refill Bot*

Projekt REFILL BOT stanowi przykład praktycznego połączenia inżynierii, ekologii i nowoczesnych technologii. Opracowane rozwiązanie może znaleźć zastosowanie w edukacji, pracowniach typu FabLab oraz w warunkach domowych, przyczyniając się do redukcji odpadów i zwiększenia dostępności taniego materiału do druku 3D (Fot. 3).

W przyszłości planowane jest rozwinięcie systemu o automatyzację procesu, lepszą kontrolę jakości filamentu oraz możliwość przetwarzania innych tworzyw sztucznych, co może znacząco zwiększyć jego potencjał aplikacyjny.



Rys. 2. *Korzyści wynikające z projektu*

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania tacie za wsparcie techniczne, mamie za wsparcie w determinacji, opiekunowi Panu Dawidowi za wsparcie merytoryczne.

ŹRÓDŁA

1. J. Kijeński, H. Kaczmarek: *Tworzywa sztuczne – recykling i odzysk energii.* wyd. PWN, s. 799–804.
2. A. Kaziunas France, *Świat druku 3D. Przewodnik*, wyd. Helion, str. 68–73.
3. K. Szykiedans, *Badanie właściwości mechanicznych wydruków 3D* s. 708–710.

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI POLA MAGNETYCZNEGO W ODLEWNICTWIE – CZYLI O TYM JAK ZAMROZIĆ WRZĄCĄ CIECZ?

Jakub Kubera

Słowa kluczowe: odlewnictwo, nienewtonowska, MRF, elektromagnes, forma.

Opiekun: Elżbieta Burlaga | Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Żywcu, Żywiec ul. Komisji Edukacji Narodowej 3, 34-300 Żywiec, jl.kubera77@gmail.com

ABSTRAKT

W przeprowadzonej przez siebie pracy, od samego początku koncepcji zgłoszonej do programu, rozważam, w jaki sposób można stworzyć wielorazową formę odlewniczą pozwalającą na tworzenie odlewów o wybranym przez siebie kształcie. Na przestrzeni czasu koncepcja, w jaki sposób rozwiązać ten problem, zmieniała się kilkukrotnie. Od pierwotnego pomysłu zastosowania mikroigieł magnetycznych - które potencjalnie mogły generować bardzo duże tarcie między sobą, uniemożliwiając przesuwanie się do zadanej pozycji - przeszedłem do koncepcji, która wykorzystywała zjawisko wpadania cząstki ferromagnetycznej w oscylacje, pod wpływem zmiennego pola magnetycznego elektromagnesu zasilanego (AC~). Ten pomysł okazał się bardziej przystępny i wydajny w realizacji. Zawieszenie takich cząsteczek w cieczy nienewtonowskiej, czyli cieczy która utwardza się pod wpływem działania sił ścinających w zamyśle prototypu miało spowodować wytworzenie wewnętrznych sił ścinających przez drgające cząsteczki metalu. Okazało się jednak, że opadały one często na dno, zbierały się na ściankach, a drgania wewnątrz nie były wystarczające aby powstał efekt shear thickening utwardzający ciecze nienewtonowskie. Kolejnym przełomowym etapem badań było zaobserwowanie tworzenia się z samych opiłków linii unoszącej się w powietrzu między ściankami naczynia. To ona była inspiracja do odwzorowania tego efektu z dodatkiem mieszaniny skrobi ziemniaczanej z wodą jako najprostszej cieczy nienewtonowskiej. Efektem tego, po dobraniu odpowiednich proporcji, było wytworzenie się struktury, która może pamiętać kształt odciśnięty w masie.

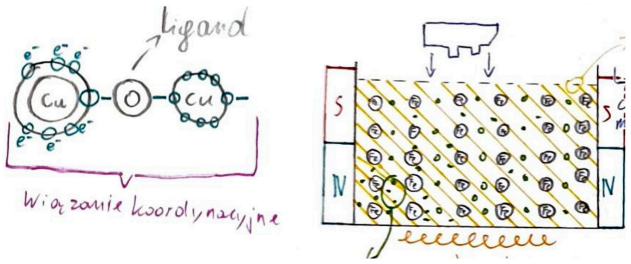
Innym obiektem moich badań jest to, w jaki sposób ustabilizować oraz wzmocnić efekt otrzymany za pomocą prototypu. Prototyp pokazał, że możliwe jest osiągnięcie pożądanego efektu przypadkiem podczas szukania go inną drogą. Najważniejszym jednak jest to, aby zaobserwować występujące zjawisko, odpowiednio je zdefiniować oraz wyciągnąć twórcze wnioski.



Fot. 1. *Badana mieszanina stalowych opiłków z cieczą nienewtonowską oraz "lewitujące" opiłki metalu*

Rozważałem to w swoich notatkach, z których wynika, że aby projekt zwiększył swoje szanse na powodzenie powinien on zawierać ciecz nośną składającą się z eutektycznego nośnika, cząsteczek ferromagnetycznych o wysokiej temperaturze Curie oraz termoaktywnych ligandów. W takim koncepcie nośnik pełni rolę, formy odlewniczej utrzymującej kształt oraz sterowania ligandami tworzącymi dynamiczne wiązania koordynacyjne. Zadaniem cząsteczek Fe zawieszonych w nośniku jest utrzymanie kształtu w pierwszej fazie utwardzania oraz stabilizacji wiązań przez uporządkowanie magnetyczne, co pokrywa się ze stworzonym mostkiem z opiłków stali. Zadaniem ligandów, np. cząsteczki tlenu, jest tworzenie dynamicznych wiązań mostkowania koordynacyjnego z metalem Metal - Ligand - Metal.

Wraz ze wzrostem temperatury równomiernie w całej objętości zaczną się tworzyć wspomniane wiązania, a po ochłodzeniu nośnika wrócą one ponownie do stanu sprzed aktywacji, co pozwoli na wyjęcie gotowego detalu z wielorazowej formy, oszczędzając czas i materiał.



Rys.1. *Schemat substancji oraz wiązania koordynacyjnego*

Przedstawiona przeze mnie koncepcja posiada szanse na powodzenie, ale napotyka przeszkody, które uniemożliwiają osiągnięcie dalszych widocznych efektów. Obecnie o pomoc w dalszych pracach nad projektem będę zgłaszać się do uczelni wyższych, ponieważ konieczne do przeprowadzenia testy wykraczają poza możliwości domowej pracowni.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję bardzo za wsparcie w całym projekcie oraz badaniach nauczycielom z mojej szkoły. Głównym wsparciem technicznym dla mnie był Pan mgr inż. Leszek Szpila oraz opiekun projektu Pani mgr Elżbiet Burlaga.

ŹRÓDŁA

Otwarte źródła sztucznej inteligenci Chat GPT, Gemini.

OPRACOWANIE WIELORAZOWEGO TESTU POINT-OF-CARE KORTYZOLU ZE ŚLINY W TECHNOLOGII MIP

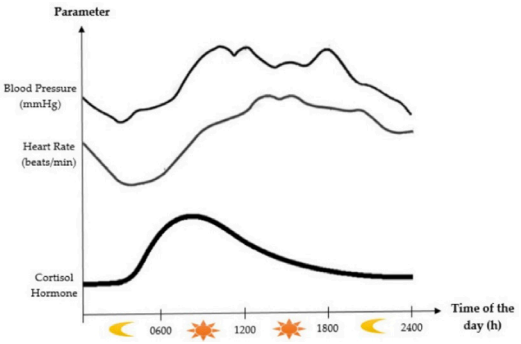
Mikołaj Kurowski

Słowa kluczowe: kortyzol, MIP, ślina, point-of-care, stres, zaburzenia depresyjne.

Opiekun: Rafał Kaźmierczyk | V Liceum Ogólnokształcące w Bielsku-Białej, ul. J. Lompy 10, 43-300 Bielsko-Biała, mikolajkurowski@icloud.com

ABSTRAKT

Współczesny system opieki zdrowotnej, mimo zaawansowanych narzędzi łagodzenia objawów chorób przewlekłych, często marginalizuje subiektywne samopoczucie pacjenta, które ma kluczowy wpływ na skuteczność terapii. Badania wskazują, że to nie tylko symptomy choroby, ale stres związany z procesem diagnostycznym generuje największy dyskomfort. Obecnie ocena dobrostanu opiera się na subiektywnych ankietach i wywiadach lekarskich, które są obarczone błędem i trudne do stosowania poza kliniką. Istnieje zatem potrzeba opracowania obiektywnych narzędzi monitorowania stresu. Najbardziej obiecującym biomarkerem w tym zakresie jest kortyzol – hormon steroidowy, którego poziom jest regulowany przez oś podwzgórze-przysadka-nadnercza (HPA). Jego wydzielanie podlega rytmowi dobowemu, a przewlekłe zaburzenia tej regulacji prowadzą do poważnych konsekwencji zdrowotnych, w tym depresji i stanów zapalnych.



Rys. 1 *Stężenie kortyzolu w surowicy krwi a cykl dobowy (źródło 1)*



Fot. 1 *Sporządzanie rozwtoru prebuforowego*

Głównym celem projektu było stworzenie nieinwazyjnego, taniego i wielorazowego czujnika typu point-of-care do pomiaru kortyzolu w ślinie. Wybór śliny jako medium wynika z faktu, że odzwierciedla ona biologicznie aktywną, wolną frakcję hormonu i pozwala na bezbolesny pobór próbki w naturalnych warunkach życia pacjenta. W odróżnieniu od inwazyjnych pomiarów krwi, które same w sobie mogą generować stres i zaburzać wynik, nasze rozwiązanie pozwala na dynamiczne monitorowanie poziomu hormonu w ciągu dnia. Zastosowana technologia polimerów z odciskiem molekularnym (MIP) stanowi stabilną chemicznie i termicznie alternatywę dla nietrwałych testów immunoenzymatycznych oraz kosztownych czujników opartych na aptamerach.

Proces przygotowania sensora opiera się na modyfikacji powierzchni elektrod w dwóch głównych etapach: synteza nanocząstek złota oraz elektropolimeryzacja.

Synteza nanocząsteczek złota

Wykorzystywana jest metoda Turcevicha. Czyste złoto metaliczne rozpuszczane jest w wodzie królewskiej w temperaturze wzrastającej stopniowo do 80 C. Po krystalizacji uzyskanego kwasu chlorozłotowego, jest on rozpuszczany w wodzie demineralizowanej i redukowany cytrynianem trisodowym, przez co roztwór staje się bordowy. Tak przygotowane nanocząstki są nanoszone na elektrody, tworząc warstwę zwiększającą czułość sensora.

Elektropolimeryzacja warstwy MIP

Przygotowywany jest roztwór zawierający bufor PBS, pirol, kortyzol oraz błękit pruski i żelazicyjanek potasu. Proces elektropolimeryzacji zachodzi w układzie trójelektrodowym przy użyciu woltamperometrii cyklicznej. Podczas 15 cykli w zakresie od 0,2 do 0,9 V na elektrodzie osadza się polimer, w którym uwięzione są cząsteczki kortyzolu.

Po zakończeniu polimeryzacji, kortyzol jest wypłukiwany z warstwy polimerowej, pozostawiając puste miejsca o specyficznym kształcie. Detekcja odbywa się za pomocą różnicowej woltamperometrii pulsowej – gdy kortyzol z nowej próbki zajmuje wolne miejsca w polimerze, następuje mierzalna zmiana prądu, co pozwala na precyzyjne określenie jego stężenia.

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękujemy dr. hab. inż. R. Fryczkowskiemu, prof. UBB oraz Jego Magnificencji, dr. hab. inż. Jackowi Nowakowskiemu, prof. UBB.

ŹRÓDŁA

1. Mohd Azmi, N. A. S., Juliana, N., Azmani, S., Mohd Effendy, N., Abu, I. F., Mohd Fahmi Teng, N. I., & Das, S. (2021). *Cortisol on circadian rhythm and its effect on cardiovascular system*. International journal of environmental research and public health, 18(2), 676.

ZASTOSOWANIE MGŁY OLEJOWEJ W CHŁODZENIU METALU PODCZAS OBRÓBKI SKRAWANIEM

Fabian Kuś

Słowa kluczowe: mgła olejowa, obróbka skrawaniem, chłodzenie metalu, smarowanie, MQL.

Opiekun: mgr inż. Krzysztof Faliszek | Zespół Szkół Technicznych im. Bohaterów Września w Jaśle, ul. Stanisława Staszica 30, 38-200 Jasło, e-mail: fabiankus102@gmail.com

ABSTRAKT

Współczesna obróbka metali wymaga skutecznego chłodzenia i smarowania narzędzi oraz obrabianego materiału. Podczas procesów takich jak frezowanie czy wiercenie powstają wysokie temperatury oraz tarcie, które wpływają na zużycie narzędzi i jakość powierzchni. Tradycyjne metody chłodzenia wykorzystujące duże ilości cieczy są kosztowne i mniej ekologiczne, dlatego coraz częściej stosuje się mgłę olejową. Mgła olejowa to aerozol powstający z cieczy chłodząco-smarującej rozpylanej w strefie obróbki. Celem badań było określenie, czy mgła olejowa może skutecznie chłodzić obrabiany metal oraz zmniejszać zużycie narzędzi w porównaniu do tradycyjnych metod. Dodatkowo analizowano wpływ tej technologii na jakość powierzchni oraz zużycie środka chłodzącego.

Badania przeprowadzono poprzez porównanie dwóch metod: klasycznego chłodzenia cieczą oraz chłodzenia mgłą olejową (MQL – minimalne smarowanie). Mierzono temperaturę w strefie skrawania, zużycie narzędzia oraz jakość powierzchni obrabianego materiału.

Wyniki wykazały, że mgła olejowa skutecznie zmniejsza tarcie oraz temperaturę, jednocześnie znacząco ograniczając ilość zużywanego środka chłodzącego. Technologia ta pozwala także wydłużyć żywotność narzędzi oraz zwiększyć efektywność obróbki.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mgła olejowa stanowi efektywną i bardziej ekologiczną alternatywę dla tradycyjnych metod chłodzenia. Może być szczególnie przydatna w nowoczesnych procesach produkcyjnych, gdzie istotne są zarówno koszty, jak i ochrona środowiska

„H2OCELLSENSOR" – PRZENOŚNY MODUŁ ELEKTROCHEMICZNY DO OZNACZANIA STĘŻENIA METALI CIĘŻKICH W WODZIE

Tymoteusz Lorek

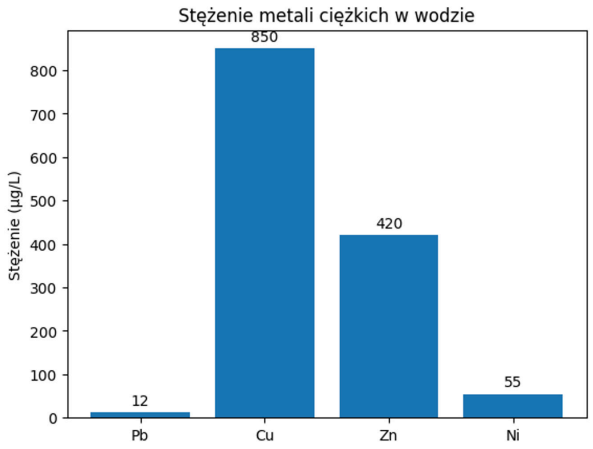
Słowa kluczowe: metale ciężkie, analiza wody, ESP32, monitoring środowiska, urządzenia przenośne

Opiekun: Mariusz Wtulich | II Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Chrobrego w Sopocie, Aleja Niepodległości 751, 81-838 Sopot, tymgam@gmail.com

ABSTRAKT

Celem projektu H2OCellSensor było opracowanie przenośnego, niskokosztowego urządzenia umożliwiającego szybkie określanie stężenia metali ciężkich w wodzie w warunkach terenowych. Problem badawczy dotyczył potrzeby uproszczenia i przyspieszenia procesu analizy jakości wody, który w standardowych warunkach laboratoryjnych wymaga specjalistycznego sprzętu oraz czasu. Projekt miał na celu stworzenie rozwiązania dostępnego dla użytkownika indywidualnego, pozwalającego na natychmiastową weryfikację bezpieczeństwa wody.

W ramach prac zaprojektowano i zbudowano urządzenie oparte na mikrokontrolerze ESP32, integrujące czujnik do detekcji metali ciężkich oraz moduł komunikacji bezprzewodowej. Kluczowym elementem systemu było opracowanie algorytmu przetwarzania danych pomiarowych oraz ich kalibracji, umożliwiającego uzyskanie wiarygodnych wyników w różnych warunkach środowiskowych. Równolegle stworzono interfejs użytkownika w postaci strony internetowej hostowanej bezpośrednio przez ESP32. Dostęp do wyników pomiarów odbywa się poprzez połączenie urządzenia mobilnego z siecią WiFi generowaną przez układ, co eliminuje konieczność stosowania dodatkowych aplikacji.

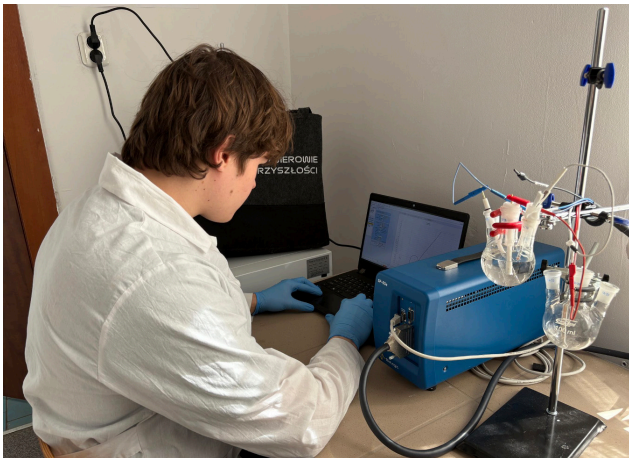


Rys. 1. *Wykres przedstawiający stężenia poszczególnych metali ciężkich w roztworze, zmierzone z wykorzystaniem urządzenia*

Przeprowadzone testy wykazały, że opracowany system umożliwia szybkie i powtarzalne pomiary, a uzyskane wyniki pozostają w zgodności z wartościami referencyjnymi w przyjętym zakresie dokładności. Urządzenie charakteryzuje się mobilnością, prostotą obsługi oraz krótkim czasem reakcji, co stanowi jego istotną przewagę nad tradycyjnymi metodami analizy.

Wnioski z przeprowadzonych badań wskazują, że H2OCellSensor może stanowić skuteczne narzędzie wspomagające monitoring jakości wody, szczególnie w zastosowaniach terenowych, edukacyjnych oraz w sytuacjach wymagających szybkiej oceny zagrożenia. Projekt posiada potencjał dalszego rozwoju, w tym rozszerzenia zakresu wykrywanych substancji oraz zwiększenia dokładności pomiarowej. Uzyskane rezultaty potwierdzają zasadność wykorzystania mikrokontrolerów klasy ESP32 w rozwiązaniach z zakresu przenośnej analityki środowiskowej.

Istotnym elementem projektu było również opracowanie systemu zasilania, zapewniającego mobilność i wygodę użytkowania urządzenia. Zastosowano akumulator litowo-polimerowy (LiPo), który umożliwia wielokrotne ładowanie oraz stabilną pracę układu w warunkach terenowych. Ładowanie odbywa się za pomocą popularnego złącza USB typu C, co zwiększa uniwersalność rozwiązania i pozwala na korzystanie z powszechnie dostępnych źródeł energii, takich jak powerbanki czy ładowarki sieciowe.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające pracę nad urządzeniem*

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania za program „Inżynierowie Przyszłości" i za udzielenie grantu umożliwiającego przeprowadzenie pracy badawczej.

ŹRÓDŁA

1. S. Kannappan, B. C. M. Ramisetty, *Engineered Whole-Cell-Based Biosensors: Sensing Environmental Heavy Metal Pollutants in Water*, Applied Biochemistry and Biotechnology, vol. 194, 2022.
2. L. Pujol, D. Evrard, K. Groenen-Serrano et al., *Electrochemical sensors and devices for heavy metals assay in water*, Frontiers in Chemistry, vol. 2, 2014.

AUTOMATYCZNA SEGREGACJA ODPADÓW Z WYKORZYSTANIEM MODELU YOLOV11 I URZĄDZEŃ TYPU EDGE

Remigiusz Łukasik

Słowa kluczowe: automatyczna segregacja, uczenie maszynowe, odpady, YOLOL.

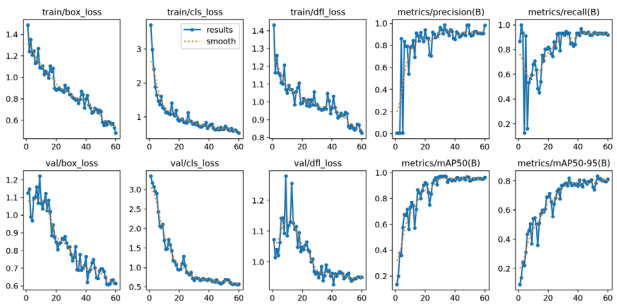
Opiekun: dr inż. Piotr Dzierwa | Zespół Szkół Ekonomicznych im. gen Stefana Roweckiego „Grota" w Opolu, ul. Tadeusza Kościuszki 43, 45-062 Opole, remigiusz.lukasik@gmail.com, p.dzierwa@zse.opole.pl

ABSTRAKT

Jako społeczeństwo produkujemy coraz więcej śmieci. Średnia ilość odpadów komunalnych wytworzonych przez jednego mieszkańca Polski w 2024 roku wyniosła 377 kg[1]. Niepoprawna segregacja odpadów to problem globalny, stanowi jedno z wyzwań ekologicznych XXI wieku. Badania wykazały, że w Polsce poprawnie segreguje się jedynie 44% odpadów, a worki z odpadami zmieszanymi zawierają ponad 85% surowców nadających się do recyklingu[2]. Problem nie tkwi tylko w ilości generowanych odpadów, ale w niskiej efektywności sortowania. Prezentowane podejście może stanowić uzupełnienie tradycyjnej edukacji ekologicznej jako wdrożenie pewnego systemu automatyzacji.

Celem pracy było zaprojektowanie, zbudowanie i przetestowanie prototypu inteligentnego kosza na śmieci, wykorzystującego przetwarzanie krawędziowe (Edge Computing) do automatycznej segregacji odpadów. System oparto na minikomputerze Raspberry Pi 5 oraz autorskiej adaptacji modelu uczenia maszynowego (YOLOv11), co pozwoliło na lokalną analizę obrazu w czasie rzeczywistym, bez konieczności przesyłania danych do chmury. Rozpoznanie odpadu skutkuje natychmiastowym otwarciem odpowiedniej pokrywy zbiornika przez odpowiedni serwomechanizm.

Do wytrenowania modelu wykorzystano zbiór 500 autorskich zdjęć reprezentujących trzy klasy: metalowe puszki, plastikowe butelki oraz zgnieciony papier. Mimo relatywnie niewielkiej bazy danych, model charakteryzuje się wysoką skutecznością i szybkością detekcji [Rys. 1]. Kluczowe metryki osiągnęły poziomy: Precision (~0.90) oraz Recall (~0.91), co świadczy odpowiednio o wysokiej poprawności (niskiej liczbie błędnych rozpoznań) oraz dużej czułości (zdolności do wykrycia obiektu) systemu. Potwierdzeniem skuteczności modelu jest również wysoka wartość metryki mAP50, stanowiącej zbiorczą ocenę precyzji detekcji dokonywanej automatycznie przez bibliotekę Ultralytics.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający metryki procesu uczenia modelu YOLO*

Przy projektowaniu systemów wykorzystujących przetwarzanie krawędziowe należy cały czas mieć na uwadze potencjalny problem, że mniejszy, mniej wydajny układ nie będzie w stanie obsłużyć modelu i odpowiednio zarządzać pamięcią. Architektura YOLOv11 w wersji Nano pozwoliła na przetwarzanie danych bezpośrednio na Raspberry Pi przy zachowaniu płynności, która wskazuje na spory zapas mocy obliczeniowej do dalszej rozbudowy projektu (15 - 20 FPS). Wykonane pomiary temperatur procesora wykazały, że w temperaturze pokojowej nie występuje throttling (obniżenie taktowania procesora), co pozwala na ciągłą pracę przez długi czas.

Projekt stanowi weryfikację koncepcji wykorzystania algorytmów detekcji obiektów do automatycznego rozpoznawania rodzajów odpadów. Wdrażanie takich modeli w warunkach codziennych wiąże się jednak z istotnymi wyzwaniami: ogromną różnorodnością przedmiotów, zmiennym oświetleniem oraz dynamicznym otoczeniem.

Z tego powodu największy potencjał wdrożeniowy wykazują miejsca takie jak kina czy lokale gastronomiczne. W tych lokalizacjach odpady są zazwyczaj powtarzalne, a warunki otoczenia stabilne. Mimo to segregacja w takich środowiskach pozostaje na niskim poziomie. Skoro nawet przy ograniczonym asortymencie produktów to człowiek stanowi główne źródło błędów, zastosowanie automatycznej klasyfikacji opartej na widzeniu komputerowym staje się w pełni uzasadnione. Minimalizując wpływ czynnika ludzkiego oraz nieprzewidywalność otoczenia i odpadów, znacząco podnosimy skuteczność detekcji. To wprost przekłada się na niezawodność systemu i czyni go gotowym do realnego użytku komercyjnego.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające gotowy projekt*

ŹRÓDŁA

1. Bank Danych Lokalnych
2. P. Głuszyński, A. Kobylińska, E. Chodkiewicz: *Wyzwania gospodarki odpadami komunalnymi w gminach*, 2024

AUTOMATYCZNY SYSTEM SEGREGACJI ODPADÓW GOSPODARSTW DOMOWYCH WYKORZYSTUJĄCY ANALIZĘ OBRAZU I ALGORYTMY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Jan Maciejowski

Słowa kluczowe: segregacja odpadów, sztuczna inteligencja, Raspberry Pi, analiza obrazu, druk 3D.

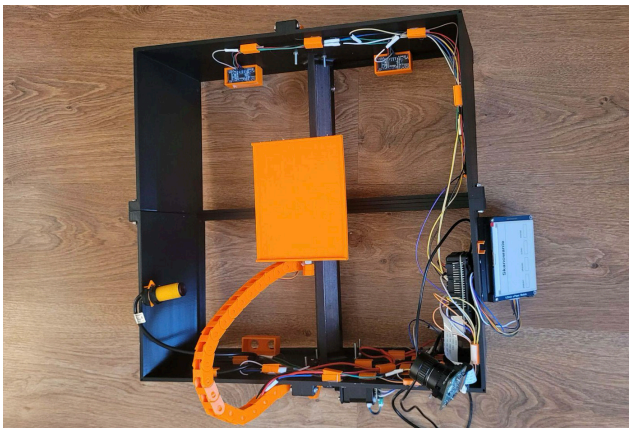
Opiekun: dr inż. Wincenty Skwarek | IV Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi i Integracyjnymi im. Jana Pawła II w Jaśle, ul. Sokoła 6, 38-200 Jasło, jmaciejowski.i@ekonomik.org.pl

ABSTRAKT

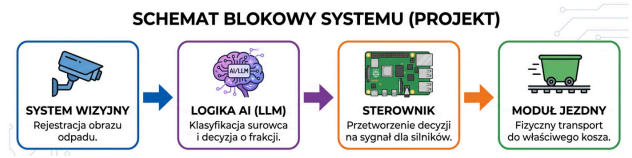
Celem pracy było opracowanie prototypu inteligentnego systemu automatycznej segregacji odpadów komunalnych, przeznaczonego do zastosowania w warunkach domowych. Problem nieskutecznej segregacji odpadów w gospodarstwach domowych wynika między innymi z nieznajomości zasad podziału na frakcje, pośpiechu użytkowników oraz trudności w klasyfikacji opakowań wielomateriałowych. W odpowiedzi na ten problem zaprojektowano urządzenie łączące system wizyjny[1, 2, 3, 4], mechanizm transportu odpadu oraz algorytm analizy obrazu wspomagany elementami sztucznej inteligencji. Założeniem projektu było stworzenie rozwiązania, które będzie automatycznie identyfikować rodzaj odpadu, kierować go do właściwej komory i jednocześnie pełnić funkcję edukacyjną poprzez prezentowanie użytkownikowi informacji o rozpoznanym obiekcie[5].

W pierwszym etapie prac przeprowadzono analizę problemu oraz przegląd dostępnych rozwiązań technicznych związanych z automatyczną segregacją odpadów. Na tej podstawie opracowano koncepcję urządzenia obejmującą zastosowanie platformy Raspberry Pi, kamery, modułów wykonawczych oraz konstrukcji mechanicznej z elementami drukowanymi w technologii 3D. Urządzenie zostało zaprojektowane w środowisku modelowania 3D (Inventor) z uwzględnieniem mechatronicznego podejścia w projektowaniu ze zwróceniem uwagi by jak największa liczba części była standardowa. Elementem sterującym jest komputer Raspberry 5, układem akwizycji obrazu kamera raspberry hq camera IMX477R, natomiast układ wykonawczy stanowi silnik krokowy pracujący w zamkniętej pętli układu sterowania. Mechanizm kosza przemieszcza się po prowadnicy z profilu stalowego 20x20 mm na wózkach zaprojektowanych w technologii 3D i napędzany jest paskiem zębatym GT2. Układ zasilany jest za pomocą zasilacza 12V 2A. Rys. 1 przedstawia prototyp urządzenia.

Oprogramowanie sterujące zostało napisane w języku Python z wykorzystaniem bibliotek: openGL, TensorFlow, Scikit-learn. Algorytm segregacji polega na wczytaniu obrazu z kamery i klasyfikacji tego przedmiotu do jednej z czterech grup: tworzywo sztuczne, papier, metal, materiał organiczny. Następnie za pomocą mechanizmu badany element jest umieszczony we właściwym pojemniku. Jeżeli przedmiot nie został prawidłowo zidentyfikowany może zostać ponownie zeskanowany lub użytkownik ręcznie wybiera grupę odpadów.



Fot. 1. *Prototyp urządzenia do automatycznej segregacji odpadów z komorą inspekcyjną i mechanizmem rozdzielającym*



Rys. 1. *Schemat blokowy systemu automatycznej segregacji odpadów opartego na analizie obrazu, sterowaniu Raspberry Pi i mechanizmie transportującym*

Uzyskane wyniki potwierdzają, że możliwe jest zbudowanie zintegrowanego systemu, który łączy analizę obrazu z automatyką mechaniczną w celu wspomagania poprawnej segregacji odpadów. Opracowane rozwiązanie ma charakter modułowy i rozwojowy, dzięki czemu może być w przyszłości rozszerzane o kolejne frakcje odpadów, udoskonalone algorytmy klasyfikacji oraz dodatkowe funkcje komunikacyjne. W dalszych etapach planowane są testy wytrzymałościowe, pełna weryfikacja dynamiki pracy urządzenia, zwiększenie szybkości przetwarzania danych oraz dalsza ocena skuteczności rozpoznawania odpadów w zróżnicowanych warunkach użytkowych. Projekt wpisuje się w rozwój rozwiązań typu Smart Home oraz może wspierać kształtowanie prawidłowych nawyków ekologicznych w gospodarstwach domowych.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję opiekunowi panu Wincentemu Skwarkowi, za wsparcie i pomoc w realizacji pracy, oraz kolegom za cenne wskazówki rady.

ŹRÓDŁA

1. I. Dawar, A. N. Mian, A. Khan, M. Alnumay: *A systematic literature review on municipal solid waste management using machine learning and deep learning techniques.* Artificial Intelligence Review, 2025.
2. P. Thielmann, M. Peschl, J. Lorenz i in.: *A Review of Computer Vision for Industrial-Grade Waste Classification.* 2025.
3. N. Li, X. Li, Y. Wang i in.: *Municipal solid waste classification and real-time detection using deep learning approaches for smart waste management systems*, Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2023.
4. M. Nahiduzzaman, M. R. Islam, S. S. Sohag i in.: *An automated waste classification system using deep learning for smart waste management.* Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2025.
5. M. A. Alouffi, S. Alharbi, H. Aljuaid i in.: *A Deep Trash Classification Model on Raspberry Pi 4*. Intelligent Automation & Soft Computing, 2022.

PROJEKT I BADANIE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH KOŁA ŁAZIKA MARSJAŃSKIEGO WYKONANEGO W TECHNOLOGII FDM

Szymon Macierzyński

Słowa kluczowe: druk 3D, FDM, łazik marsjański, odporność mechaniczna, niska temperatura.

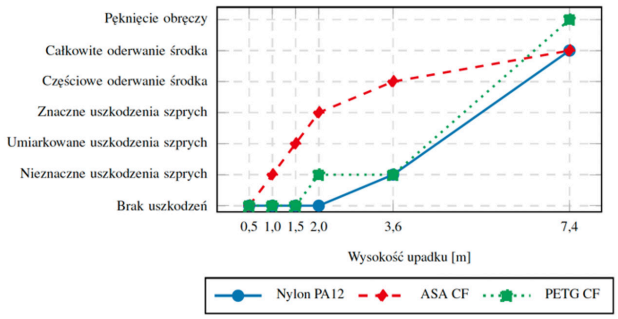
Opiekun: Michał Górlicki | Społeczne Liceum Ogólnokształcące nr 5 w Milanówku, Zbigniewa Herberta 41, 05-822 Milanówek, szymon.macierzynski@slo5.pl

ABSTRAKT

Eksploracja Marsa cieszy się dziś ogromnym zainteresowaniem zarówno agencji kosmicznych, jak i prywatnych firm. Teren pokryty jest skałami i pyłem, a temperatura wynosi średnio −63 °C[1]. Koła łazika *Curiosity* wykonano z aluminium, jednak technologia FDM (*Fused Deposition Modeling*) stwarza perspektywę drukowania części zamiennych bezpośrednio na miejscu misji. Celem pracy było zbadanie, czy konsumencka drukarka 3D (Bambu Lab P1S) może wytworzyć funkcjonalne koło łazika.

Model koła zaprojektowano w Blenderze, wzorując się na geometrii koła *Curiosity*. Uwzględniono charakterystyczne szprychy pochłaniające energię uderzenia oraz rzeźbiony bieżnik zapewniający przyczepność na skalistym podłożu. Wydrukowano po kilka egzemplarzy testowych z następujących materiałów: Nylonu PA12, ASA CF oraz PETG CF. Rozważono też filament PEI, lecz druk nim przekracza możliwości posiadanej przez nas drukarki; próba wydruku na innym sprzęcie, podjęta przez dr. inż. R. Wróblewskiego, nie powiodła się. Nylon PA12 jest łatwy w druku; ASA CF wydziela toksyczne opary wymagające wentylacji[2].

Test upadkowy. Koło zrzucano z wysokości 0,5–7,4 m (Fot. 1). Nylon PA12 bez uszkodzeń do 2,0 m; środek odpadł przy 7,4 m, obręcz nienaruszona. ASA CF degradował stopniowo od 1,0 m; pełne oderwanie środka przy 3,6 m. PETG CF wytrzymał do 2,0 m, przy upadku z 7,4 m stwierdzono pęknięcie obręczy koła.



Rys. 1 *Wykres poziomu uszkodzeń w teście upadkowym*

Test obciążenia statycznego. Obciążenia od 1,5 do 24 kg (Tab. 1). Nylon PA12 wytrzymał bez uszkodzeń do 20 kg. ASA CF pękał przy 16 kg i uległ zniszczeniu przy 24 kg. PETG CF pękł znacząco przy 24 kg.

Materiał	Upadek [m]	Obciążenie [kg]
Nylon PA12	>2,0 (nieznaczne przy 3,6)	>20 (nieznaczne przy 24)
PETG CF	2,0 (szprychy)	>20 (znaczne przy 24)
ASA CF	1,0 (szprychy)	16 (pęknięcie)

Tab. 1. *Pierwsze uszkodzenia w testach mechanicznych*

Test w niskiej temperaturze (−78 °C). Koła schłodzono w suchym lodzie z IPA (Fot. 2), następnie przeprowadzono testy upadkowe i uderzeniowe (300 g). ASA CF pękało przy <1 m i lekkim uderzeniu. PETG CF częściowo zachowało funkcjonalność, lecz straciło elastyczność. Nylon PA12 jako jedyny zachował pełną elastyczność i odporność udarową.

Odporność termiczna. Próbkę przebijano lutownicą 200–230°C. Nylon PA12 wymagał kilkukrotnie dłuższego czasu przebicia niż materiały CF, co wynika z wyższego ciepła właściwego oraz korzystniejszych właściwości reologicznych materiału.



Fotografia 1. *Test w −78 °C (suchy lód + IPA)*

Wnioski. Nylon PA12 okazał się najlepszym spośród badanych materiałów: zachowuje wytrzymałość mechaniczną, elastyczność w ekstremalnym zimnie i wysoką odporność termiczną. ASA CF wykazał najgorszą odporność udarową i nie wytrzymał obciążenia 24 kg, co wyklucza go z zastosowań wymagających niezawodności. PETG CF w klasyfikacji przyjmuje wartości pośrednie, jednak awaria obręczy przy upadku dyskwalifikuje go w warunkach terenowych. Wyniki potwierdzają, że technologia FDM z odpowiednim doborem materiału ma realny potencjał w produkcji kół łazika. Drukowanie kół na miejscu misji pozwala stanowczo obniżyć koszty transportu: zamiast wysyłać zapasowe koła z Ziemi, wystarczy drukarka i filament. Uszkodzone koło można wymienić w kilka godzin, co znacznie upraszcza serwisowanie łazika.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują dr. inż. Rafałowi Wróblewskiemu za pomoc merytoryczną oraz podjęcie próby wydruku koła z filamentu PEI.

ŹRÓDŁA

1. NASA JPL: *Mars Science Laboratory*. https://mars.nasa.gov/msl/
2. Bambu Lab: *ASA-CF Filament*. https://bambulab.com/en/filament/asa-cf

SIŁA WIATRU VS MOC KONSTRUKCJI

Michał Madej

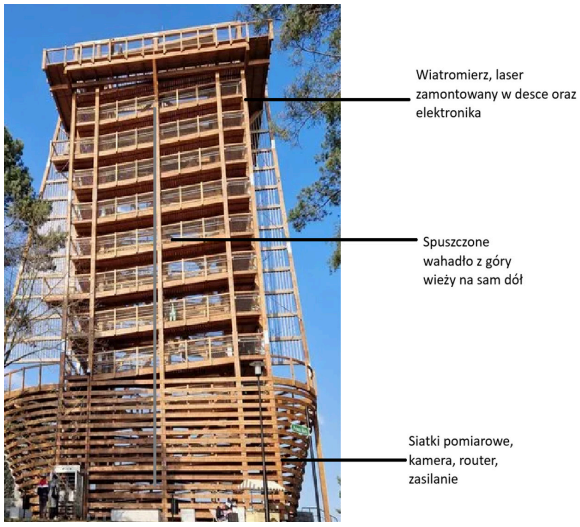
Słowa kluczowe: wiatr, siła, wieża, odchylenie, pomiar laserowy.

Opiekun: Magdalena Rek | Zespół Szkół Ponadpodstawowych im. prof. Adama Wodziczki w Wolinie, ul. Słowiańska 2, 72-510 Wolin, mmichas12345@gmail.com

ABSTRAKT

W ramach mojego projektu zdecydowałem się przeprowadzić badanie odchyłu drewnianej, ażurowej wieży widokowej w Wolinie pod wpływem działania wiatru. Dodatkowo chciałbym obalić częstą obawę ludzi dotyczącą konstrukcji wieży: ,,Boję się wejść, bo buja". Celem jest sprawdzenie, czy występujące odchyły stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa jej użytkowników.

Do wykonania mojego pomysłu zdecydowałem się na pomiar laserowy. W tym celu zainstalowałem 2 lasery, które oświetlały siatkę pomiarową, z której mogłem odczytywać odchylenie wieży. Jeden z nich był zamontowany w desce na górze wieży i był skierowany na siatkę, która leżała na ziemi. Natomiast drugi laser był na końcu stalowego wahadła o wadze ok. 6 kg, które zostało spuszczone z góry wieży do ok. 2 cm od siatki pomiarowej. Bez informacji o sile wiatru ciężko byłoby określić parcie na konstrukcje, więc zainstalowałem dodatkowo stacje metrologiczną na wysokości ok. 28m (Rys.1). Aby ulepszyć wykonanie projektu użyłem kamery do obserwowania laserów na siatce. Następnie zarejestrowane nagrania umieszczałem w programie. Rejestruje on ruch punktu (laser) w czasie, zapisując jego współrzędne oraz wyznaczając parametry, takie jak szybkość ruchu, kąt oraz długość wektora. Aby zapewnić prawidłowe działanie systemu, zainstalowałem odpowiednio zabezpieczony router u podstawy wieży. Z internetem połączona została aplikacja obsługująca kamerę, co powoliło na zdalny i stały podgląd siatek pomiarowych. Głównym problemem było zakup odpowiedniego lasera, którego wiązka nie rozszerzałaby się z wysokości 26 m. Kolejnym problemem było wybranie odpowiedniego miejsca na wieży do zainstalowania całego sprzętu.



Fot. 1. *Sprzęt na wieży widokowej w Wolinie*

Konieczne było odpowiednie zabezpieczenie całego sprzętu oraz źródła zasilania, tak by nie były one dostępne dla osób wchodzących na. Samo zbieranie danych trwało 4 tygodnie, przy różnych siłach wiatru, od słabszych aż po silne podmuchy wiatru. Kluczowe wyniki wskazują, że przy prędkości 26 km/h odchylenie nie przekraczało 8 cm 0,25% wysokości konstrukcji (Rys.2.)

Wnioski z badań obrazują, że drewniana, ażurowa wieża jest bezpieczną konstrukcją w normalnych warunkach eksploatacji (prędkość wiatru do 30km/h). Silniejsze bujanie wahadła przy wyższych prędkościach wiatru wynika głównie z charakterystyki metody pomiarowej. Badanie te wskazuje, że lekkie drewniane konstrukcje ażurowe są bezpieczne do użytkowania przez ludzi. Nie występuje ryzyko dla użytkowników wieży przy odpowiednich warunkach pogodowych. Strach ludzki nie jest uzasadniony, czego dowodzi przeprowadzone przeze mnie badanie.



Zdj. 2. *Rejestracja wideo odchyleń*



Rys. 3. *Analiza programu - produkcja własna na potrzeby projektu: laserTracker*

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję burmistrz Wolina, Ewie Grzybowskiej za wsparcie projektu, Grzegorzowi Madejowi- za silną pomocną dłoń, Marcinowi Rekowi za wsparcie informatyczne.

ŹRÓDŁA

1. Norma PN-EN 1991-1-4 (Eurokod 1): Oddziaływania na struktury – Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Obciążenia wiatrem;
2. Szkobodziński G., Międziałowski C. (2015): *„Problemy ustalania obciążenia wiatrem w przypadku nietypowych konstrukcji budowlanych o złożonych kształtach"*

WPŁYW NAWOZÓW NA PRZYJAZNE BAKTERIE W GLEBIE POPOWODZIOWEJ

Antonina Makowska

Słowa kluczowe: gleba, bakterie, nawozy, powódź.

Opiekun: mgr inż. Paulina Bilska | Zespół Szkół Technicznych w Kłodzku, ul. Bohaterów Getta 6, 57-300 Kłodzko, herbatnik9@interia.pl, p.bilska@zsp1.ng.pl

ABSTRAKT

Powódź powoduje wiele zniszczeń na terenach zalanych - zarówno te oczywiste i widzialne, jak zniszczenia infrastruktury, jak i mniej zauważalne, czyli m.in. wypłukiwanie składników mineralnych i mikroorganizmów z gleby. O ile na zawartość makro i mikroelementów często zwracamy uwagę, to mikroorganizmy występujące w ziemi są często pomijane podczas badań i ponownego uzdatniania gleby.

Celem projektu było sprawdzenie, jaki wpływ mają nawozy na pożyteczne bakterie w glebie zalanej podczas powodzi jesienią 2024 roku oraz czy odpowiedni dobór nawozów może wspomóc odbudowę zniszczonej przez wodę mikroflory.

Badana gleba została pobrana w okolicy suchego zbiornika przeciwpowodziowego Roztoki (w Kotlinie Kłodzkiej) z pola, które podczas powodzi znajdowało się kilka metrów pod wodą. Próbki pierwotne zostały pobrane w pięciu punktach, tworzących kształt litery X. Z powstałej próbki ogólnej wydzielono pięć próbek. Próbka nr 1 zawierała "czystą" glebę, próbka nr 3 - stymulator wzrostu pokrzywa z firmy Agrecol, a pozostałe próbki zawierały nawozy firmy Substral: próbka nr 2 nawóz uniwersalny, próbka nr 4 nawóz do ogrodów, a próbka nr 5 nawóz do winogron. Każdy nawóz został zaaplikowany według zaleceń na opakowaniu. Próbki zostały wysłane do badań w laboratorium zewnętrznym. Badane bakterie to: *Pseudomonas* i *Bacillus* (chroniące rośliny przed patogenami), promieniowce (rozkładające materiały biologiczne i szczątki zwierząt), *Clostridium* (rozkładające m.in. celulozę) oraz bakterie wiążące azot (wzbogacają glebę w azot, zwiększając jej żyzność)[1,2].

Badana bakteria	Próbka nr 1 - czysta gleba	Próbka nr 2 - nawóz uniwersalny	Próbka nr 3 - stymulator wzrostu	Próbka nr 4 - nawóz do ogrodu	Próbka nr 5 - nawóz do winogron
Bakterie wiążące azot	$1{,}0x10^{7}$	$1{,}2x10^{6}$	$5{,}0x10^{7}$	$4{,}0x10^{7}$	$2{,}5x10^{7}$
Promieniowce	$1{,}0x10^{3}$	$1{,}5x10^{3}$	$2{,}0x10^{3}$	$1{,}4x10^{3}$	$2{,}0x10^{3}$
Clostridium spp.	$<1{,}0x10^{1}$	$<1{,}0x10^{1}$	$<1{,}0x10^{1}$	$<1{,}0x10^{1}$	$<1{,}0x10^{1}$
Pseudomonas spp.	$2{,}0x10^{7}$	$6{,}0x10^{7}$	$2{,}5x10^{6}$	$5{,}1x10^{8}$	$5{,}9x10^{6}$
Bacillus spp.	$9{,}0x10^{5}$	$1{,}6x10^{6}$	$1{,}1x10^{6}$	$1{,}5x10^{6}$	$6{,}0x10^{5}$

Tab. 1. *Tabela przedstawiająca zawartość bakterii w badanych próbkach, wyrażona w jtk|g (liczba żywych organizmów w 1 gramie próbki)*

Analizując zawartość bakterii w próbkach (Tab. 1) oraz skład nawozów (Tab. 2) można zauważyć zależność między zawartością azotu w nawozach nieorganicznych (Tab. 2), a liczbą bakterii wiążących ten pierwiastek (Tab. 1) - im większa zawartość azotu, tym większa liczba bakterii. W przypadku próbki nr 2, zawierającej najmniej azotu (Tab. 2), zaobserwowano spadek liczby tych bakterii (Tab. 1). Liczba promieniowców wzrosła we wszystkich próbkach (Tab. 1), jednak nie ma wyraźnego wzorca, według którego następował wzrost w próbkach nr 2, 4 i 5. Największy wzrost obu grup drobnoustrojów nastąpił w próbce nr 3 (Tab. 1), co może wynikać z obecności aminokwasów i enzymów roślinnych wspomagających ich metabolizm. Liczba bakterii *Clostridium* była niewielka już w badanej glebie i nie wzrosła w żadnej próbce (Tab. 1), co może sugerować ich bardzo niewielką ilość lub brak w badanej ziemi. Liczba *Pseudomonas* wyraźnie spadła w próbkach nr 2 i 5, podczas gdy w pozostałych wzrosła (Tab. 1). W przypadku nawozów nieorganicznych może mieć na to wpływ zawartość fosforu i potasu w nawozach (Tab. 2) - w próbce nr 2 jest zbyt mało tych pierwiastków, aby bakterie mogły się rozwijać, w próbce nr 5 jest ich zbyt dużo, a z kolei nawóz w próbce nr 4 jest najbardziej optymalny pod względem zawartości tych pierwiastków. Spadek liczby *Pseudomonas* w próbce nr 3 (Tab. 1) sugeruje, że zawarty w niej nawóz nie zawiera składników potrzebnych tym bakteriom do rozwoju lub zawiera je w zbyt dużych stężeniach. Bakterie *Bacillus* zmniejszyły swoją ilość w próbce nr 5 (Tab. 1), co może być spowodowane dużą zawartością potasu i fosforu w nawozie zawartym w tej próbce (Tab. 2). Wzrost liczby *Bacillus* w próbkach nr 2 i 4 (Tab. 1) może być spowodowany optymalną dla nich zawartością makroelementów (Tab. 2), a w próbce nr 3 - obecnością aminokwasów i enzymów wspomagających metabolizm.

Wyniki badań wskazują brak uniwersalnego sposobu na wspomożenie wzrostu bakterii. Aby odbudować mikroflorę glebową na terenach zalanych podczas powodzi, należy stosować środki odpowiednie do konkretnego zapotrzebowania na mikroorganizmy oraz ich metabolizmów. Co więcej, dzięki dokładniejszemu zbadaniu zależności między składem nawozów a bakteriami można opracować nowe nawozy celujące w rozwój pożądanych mikroorganizmów, co może pomóc w ponownym uzdatnianiu gleby na terenach dotkniętych katastrofami naturalnymi takimi jak powódź.

Nawóz	Nawóz uniwersalny	Nawóz do ogrodu	Nawóz do winogron
Azot (N) całkowity	7%	27%	2%
Fosfor (P_2O_5)	3%	15%	20%
Potas (K_2O)	5%	12%	20%

Tab. 2. *Tabela przedstawiająca zawartość makroelementów w nawozach nieorganicznych użytych w badaniu.*

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania składam mojej mentorce Pani Paulinie Bilskiej za wsparcie i pomoc podczas realizacji projektu oraz koleżankom Gabrieli Tomerze i Izabeli Ortyl za wsparcie i cenne wskazówki.

ŹRÓDŁA

1. Siebyla, H., & Hilszczanska, D. (2017). Różnorodność biologiczna i rola bakterii glebowych w środowisku leśnym. *sylwan*, *161*(02).
2. Kobus, J. (1996). Rola mikroorganizmów w przemianach azotu w glebie. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, *440*.

AUTONOMICZNY ROBOT DO UTYLIZACJI KLESZCZY

Daniel Mańkowski

Słowa kluczowe: kleszcze, borelioza, choroby, automatyzacja, autonomia.

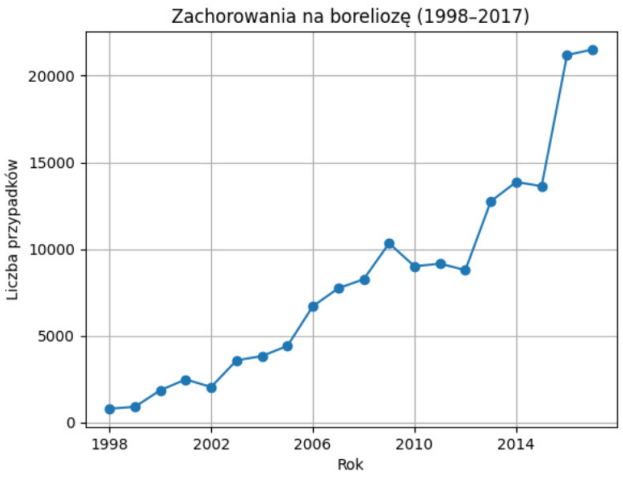
Opiekun: Kamil Łodygowski | Zespół Szkół nr. 18 we Wrocławiu, ul. Młodych Techników 58, 53-645 Wrocław, szkola@zs18.wroc.pl

ABSTRAKT

W ostatnich latach obserwuje się systematyczny wzrost liczby kleszczy oraz zachorowań na choroby odkleszczowe, w szczególności boreliozę. Problem ten dotyczy zarówno terenów publicznych, takich jak parki czy place zabaw, jak i prywatnych ogrodów, stwarzając rosnące zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Coraz częstsze przypadki zachorowań wskazują na potrzebę opracowania nowych, skutecznych i bezpiecznych metod ograniczania populacji tych pasożytów. Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie prototypu autonomicznego robota przeznaczonego do redukcji populacji kleszczy na terenach zielonych.

W ramach projektu opracowano robota, który aktywnie wabi kleszcze przy użyciu trzech kluczowych bodźców biologicznych: materiału imitującego skórę ofiary, dozowanego dwutlenku węgla w ilości zbliżonej do tej wydychanej przez człowieka oraz źródła ciepła symulującego temperaturę ciała. Zastosowanie kombinacji tych bodźców zwiększa skuteczność przyciągania pasożytów w sposób zbliżony do naturalnego procesu poszukiwania żywiciela. Po przyczepieniu się kleszcza następuje jego mechaniczne odcięcie i magazynowanie w specjalnym pojemniku, co eliminuje ryzyko ponownego uwolnienia do środowiska. Robot porusza się autonomicznie po wyznaczonym obszarze, realizując zaprogramowaną trasę. Zastosowana metodologia obejmowała kompleksowy projekt mechaniczny i elektroniczny, budowę prototypu, integrację systemów sterowania oraz testy terenowe w rzeczywistych warunkach środowiskowych. Przeprowadzone testy potwierdziły poprawność działania kluczowych podzespołów robota.

Uzyskane wyniki wskazują, że autonomiczne systemy robotyczne mogą stanowić nową, bezpieczną i skalowalną metodę ograniczania populacji kleszczy w przestrzeni publicznej i prywatnej. Projekt wykazuje potencjał dalszego rozwoju technologicznego, optymalizacji konstrukcji oraz przyszłego wdrożenia komercyjnego.



Rys. 1. *Wykres wzrostu liczby zachorowań na boleriozę*



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawia robota podczas testów terenowych*

ŹRÓDŁA

1. Zbigniew „HardeN" Brożbar *„Arduino dla każdego"*
2. Adam Kamil Trzeszczkowski *„Znaczenie kleszczy Dermacentor reticulatus i Ixodes ricinus w transmisji czynników chorobotwórczych na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Bugu i Nurca"*

MODEL SZKLARNI NA MARSIE

Teresa Matusiewicz

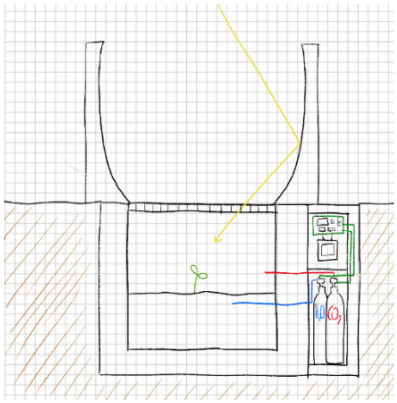
Słowa kluczowe: model, szklarnia, Mars, izolacja termiczna, compound parabolic mirror.

Opiekun: Jakub Rodowski | Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 12 w Gdańsku (XX LO w Gdańsku), ul. Antoniego Dobrowolskiego 6, Gdańsk 80-287, tesia.m.08@gmail.com

ABSTRAKT

Mars jest planetą, której warunki są na tyle zbliżone do ziemskich, że przy odpowiednim wsparciu technologii możliwe jest w przyszłości utrzymanie na niej życia. Celem projektu było zaprojektowanie i wykonanie modelu szklarni na Marsie o możliwie wysokim stopniu samowystarczalności, zapewniającej warunki odpowiednie do wzrostu roślin.

Na równiku Marsa, na którym jest najcieplej, temperatura waha się od około –80°C w nocy do 20°C w dzień. Średnie ciśnienie atmosferyczne wynosi około 600 Pa, co stanowi mniej niż 1% ciśnienia przy powierzchni Ziemi. Niska bezwładność cieplna atmosfery powoduje gwałtowne zmiany temperatury.



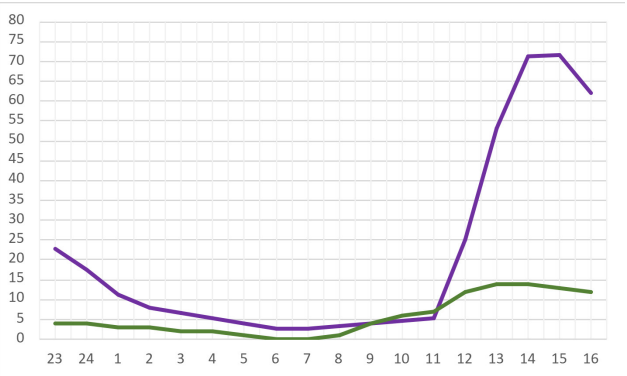
Rys. 1. *Szkic szklarni*

Zbudowano izolację szklarni o kształcie pudełka (Rys. 1), która jest zarazem jej szkieletem, podtrzymującym konstrukcję. Użyto w tym celu płyty polistyrenu ekstrudowanego (XPS), piany montażowej i uszczelki izolacyjnej.

Na powierzchnię Marsa dociera szkodliwe promieniowanie kosmiczne (GCR). Naturalną formą ochrony jest grunt planety. Szklarnia jest zaprojektowana tak, że możliwe jest umieszczenie jej dolnej części pod ziemią, co maksymalnie zmniejszy powierzchnię, na którą wpłynie promieniowanie. Dostęp światła zapewnia górna część konstrukcji zamknięta przezroczystą płytą z poliwęglanu wielokomorowego, która ogranicza przenikanie promieniowania GCR oraz charakteryzuje się dobrymi właściwościami izolacyjnymi, przy jednoczesnym przepuszczaniu światła słonecznego.

W celu zwiększenia ilości światła zastosowano lustra o kształcie parabolicznym, umieszczone po obu stronach przezroczystej pokrywy. Ich zadaniem jest skupianie promieniowania słonecznego wewnątrz szklarni niezależnie od kąta padania światła. Rozwiązanie to pozwala kompensować niższe natężenie promieniowania słonecznego na Marsie, wynoszące około 40% wartości ziemskiej ,oraz wspomaga ogrzewanie konstrukcji.

Do monitorowania parametrów we wnętrzu szklarni wykorzystano komputer jednopłytkowy Raspberry Pi Zero W. Temperatura i wilgotność były odczytywane za pomocą czujnika, a dane zapisywane przy użyciu programu napisanego w języku Python. Program steruje też wilgotnością przez włączanie pompy wody i otwieranie zaworu CO_2.



Rys. 2. *Wykres zależności pory dnia, czyli godziny (oś pozioma) od temperatury (oś pionowa). Kolor fioletowy oznacza temperaturę w szklarni, a zielony szacowaną temperaturę na zewnątrz*

W celu przetestowania izolacji szklarni przeprowadzono eksperyment polegający na umieszczeniu modelu na zewnątrz i rejestracji parametrów w ciągu kilkunastu godzin (Rys. 2). Na wykresie można zaobserwować nagły skok temperatury. Spowodowany jest tym, że światło słoneczne zaczęło padać na konstrukcję.



Fot. 1. *Zbudowany model szklarni*

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że konstrukcja zapewnia skuteczną izolację, a promieniowanie słoneczne ma istotny wpływ na warunki termiczne wewnątrz szklarni. Konieczne będzie zastosowanie buforów cieplnych, by ograniczyć wahania temperatury.

Model szklarni stanowi punkt wyjścia do dalszych prac rozwojowych, obejmujących m.in. zastosowanie materiałów o lepszych właściwościach oraz integrację dodatkowych systemów, takich jak mechanizmy usuwania pyłu czy awaryjne źródła ogrzewania.

MONITORING STĘŻENIA CO_2 W KLASACH – UCZYMY SIĘ EFEKTYWNIEJ

Maksymilian Mazur

Słowa kluczowe: CO2, jakość powietrza, samopoczucie, edukacja.

Opiekun: Sławomir Dymek | Zespół Szkół Chłodniczych i Elektronicznych w Gdyni, ul. Sambora 48, 81-201 Gdynia, sekretariat@zschie.edu.gdynia.pl

ABSTRAKT

Celem niniejszego projektu było zbadanie wpływu stężenia dwutlenku węgla (CO_2) w salach lekcyjnych na samopoczucie oraz poziom koncentracji uczniów podczas zajęć szkolnych.

Problem badawczy dotyczył zależności pomiędzy poziomem stężenia CO_2 w zamkniętych pomieszczeniach a odczuciami uczniów w trakcie zajęć lekcyjnych. W ramach badań wykorzystano pięć czujników CO_2 rozmieszczonych w pięciu różnych salach lekcyjnych. Pomiary były prowadzone jednocześnie w trakcie trwania zajęć, a także przed i po zajęciach. Uzyskane dane zestawiono z obserwacjami dotyczącymi samopoczucia uczniów.

Uzyskane wyniki wskazują, że wraz ze wzrostem stężenia CO_2 uczniowie częściej odczuwali zmęczenie, senność oraz trudności z koncentracją. Najlepsze warunki panowały w salach, gdzie regularnie dokonywano przewietrzania, np. w czasie przerw. Nie bez znaczenia okazała się kubatura poszczególnych sal. W większych pomieszczeniach wzrost stężenia następował zdecydowanie wolniej, a efekty wietrzenia utrzymywały się dłużej.

Paradoksalnie, już sam fakt zainstalowania czujników spowodował zwiększone zainteresowanie tematem wpływu stężenia CO_2 na samopoczucie uczniów.

Subiektywna ocena samopoczucia przez uczniów pozwala zwrócić uwagę na ścisłą relację pomiędzy jakością powietrza, przewietrzaniem sal a wpływem na efektywniejszą naukę w szkolnych salach.

SYNTEZA DI[DIAZO-α-NAFTOLO]DIBENZO-18-KORONY-6 I POMIAR JEJ ZDOLNOŚCI WYKRYWANIA JONÓW MIEDZI(II)

Jan Michałek

Słowa kluczowe: recykling, etery koronowe, spektroskopia UV-Vis.

Opiekun: Joanna Maćkowiak | Technikum nr 19 im. Marszałka Józefa Piłsudskiego w Poznaniu, ul. 28 czerwca 1956r. 352/360, 61-441 Poznań, jan.micha.99@wp.pl

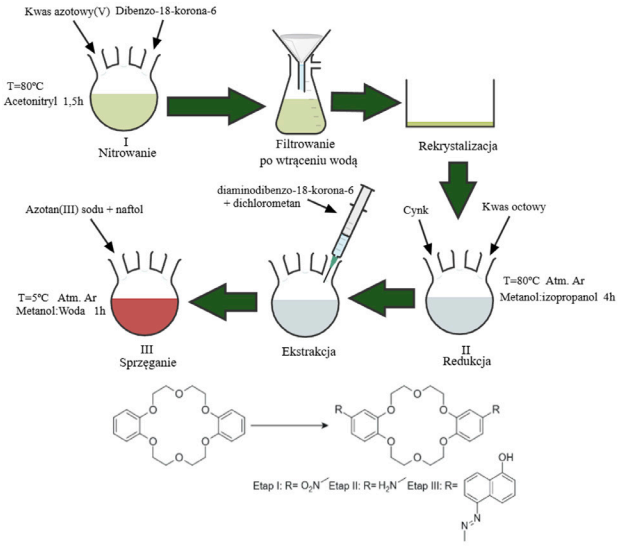
ABSTRAKT

Wykorzystanie miedzi w XXI wieku jest znacznie większe niż kiedykolwiek wcześniej w historii ludzkości. Wraz ze wzrostem wykorzystywania tego metalu, wzrosła również ilość odpadów związanych z jej eksploatacją, dlatego potrzebne są nowe metody recyklingu miedzi. Etery koronowe, ze względu na swoją zdolność do selektywnego wiązania jonów w swojej strukturze, mogłyby sprawdzić się jako „molekularne filtry" zdolne do zatrzymywania miedzi w swojej strukturze[1] a następnie wypuszczania jej w odpowiednich warunkach. To pozwoli na jej sprawny recykling. Modyfikacja eteru koronowego odpowiednimi grupami funkcyjnymi mogłaby dodatkowo umożliwić proste wykrycie jonów miedzi[2].

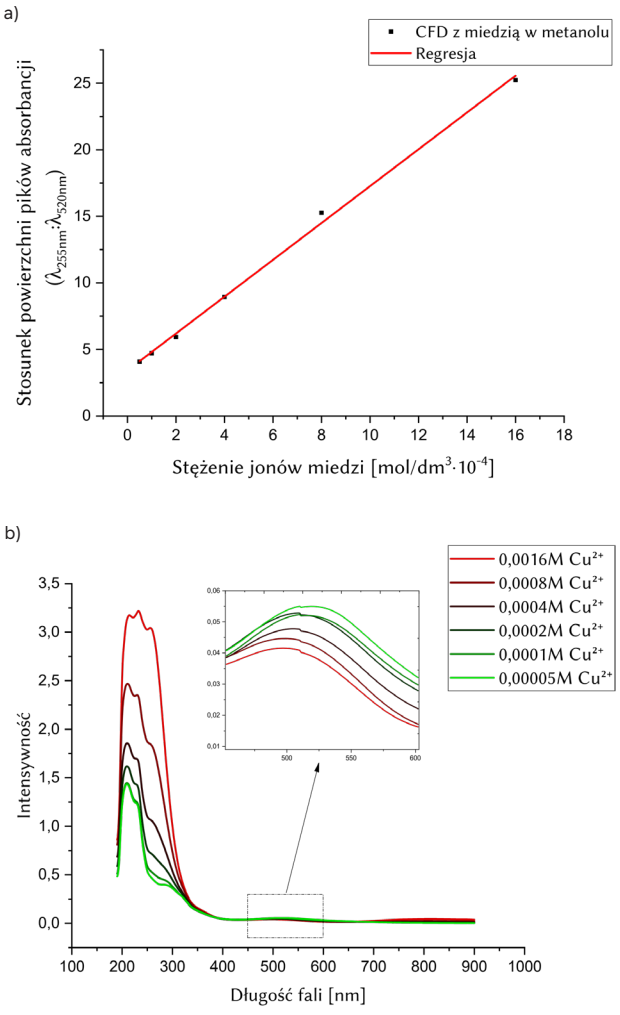
W ramach projektu zdecydowano się na modyfikację dibenzo-18-korony-6 (dalej zwaną CFD) poprzez trójetapowe przyłączenie grupy diazonaftolowej (Rys.1.). Pierwszym etapem było nitrowanie eteru koronowego. Powstała dinitropochodna została zredukowana do aminopochodnej w wyniku reakcji z kwasem octowym oraz metalicznym cynkiem. Zrezygnowano z pierwotnego pomysłu redukcji dinitropochodnej hydrazyną, z powodu jej skrajnej toksyczności i tendencji do wybuchu w kontakcie z powietrzem. Ze względu na szybkie utlenianie się produktu tej reakcji, po kilku nieudanych próbach wyizolowania czystej diaminopochodnej z mieszaniny reakcyjnej, postanowiono przeprowadzić III etapu syntezy, *in situ – to znaczy z* pominięciem procesu izolacji półproduktu. Zastosowano również atmosferę argonu w II i III etapie w celu zredukowania zanieczyszczeń związanych z utlenianiem się półproduktów syntezy. W wyniku reakcji sprzęgania aminopochodnej z naftolem, otrzymano intensywnie czerwone ciało stałe.

Charakterystyczna barwa oraz widmo FTIR pozwoliły określić, że produktem syntezy w istocie była di[diazanaftolo]dibenzo-18-korona-6 (CFD). Badania H1 NMR oraz FTIR potwierdziły również skuteczne otrzymanie nitropochodnej w I etapie syntezy.

W celu określenia wpływu rozpuszczalnika oraz jonów miedzi(II) na widmo absorpcji UV-Vis produktu syntezy, zmierzono absorbancję roztworów o różnym stężeniu molowym miedzi (0,00005M; 0,0001M; 0,0002M; 0,0004M; 0,0008M; 0,0016M) oraz CFD w różnych rozpuszczalnikach (dimetyloformamid, dimetylosulfotlenek, metanol oraz metanol:woda 1:1). Porównano również widma CFD w zależności od samego rozpuszczalnika.



Rys. 1. *Schemat syntezy di[diazanaftolo]dibenzo-18-korony-6*



Rys. 2. *a) Wykres zależności długości światła od intensywności absorbancji dla kompleksu CFD-Cu^{2+} w metanolu; b) Stosunek powierzchni pików absorbancji(λ_{255nm}:λ_{520nm}) z wykresu „a)" w zależności od stężenia jonów Cu^{2+}*

Przeprowadzone badania pozwoliły potwierdzić, że CFD można wykorzystać do oznaczania zawartości jonów miedzi(II) w roztworach, na podstawie liniowych zmian intensywności absorpcji przy określonych długościach fali światła w spektrum UV-Vis (Rys.1.). Stwierdzono, że rozpuszczalnik ma ogromny wpływ na absorbancję światła przez tworzący się kompleks CFD-Cu2+. Zauważono również wpływ rozpuszczalnika na widmo czystego CFD.

Biorąc pod uwagę zdolność eterów koronowych do stabilnego wiązania się z jonami, potwierdzenie skuteczności CFD w sygnalizowaniu obecności jonu Cu(II) w swoim otoczeniu daje podstawę do szerszych badań skupiających się na wbudowaniu CFD w struktury polimerów lub nanocząstek i sprawdzenie ich skuteczności odzyskiwania oraz wykrywania miedzi ze ścieków oraz innych źródeł.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję prof. Tomaszowi Grzybowi oraz Adrianowi Drozdowskiemu z Zakładu Ziem Rzadkich UAM oraz dr. hab. Jędrzejowi Walczakowi z Centrum Zaawansowanych Technologii UAM za możliwość wykorzystania sprzętu oraz aparatury niezbędnej do realizacji projektu. Dziękuję również Kamilowi Ziółkowskiemu, Yehorowi Glushchenko oraz Paulinie Roszak.

ŹRÓDŁA

1. C. Pedersen; J. Am. Chem. Soc. 1967, 89, 2495–2496;
2. A. Bojur; MDPI, Chemistry 2022, 4(4), 1696-1701;

Szczegóły wykonanych prac:

SOLAR AIR

Krystian Michalski

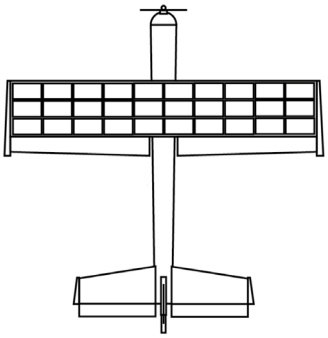
Słowa kluczowe: samolot, szybowiec, słońce, energia, ekologia.

Opiekun: Ignacy Wojdyła | Zespół Szkół nr 4 im. Jana Pawła II w Jaśle, ul. Sokoła 6, 38-200 Jasło, kmichalski.g@ekonomik.org

ABSTRAKT

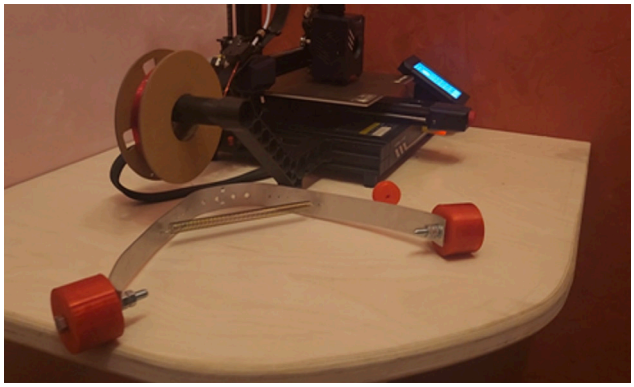
Czy samolot może latać dzięki energii ze Słońca? To pytanie stało się dla mnie punktem wyjścia do przeprowadzonych badań. Celem mojej pracy było sprawdzenie, czy panele słoneczne mogą skutecznie wspomagać zasilanie modelu samolotu oraz jaki mają wpływ na stabilność jego lotu i działanie poszczególnych elementów konstrukcyjnych.

W ramach projektu zaprojektowałem i zbudowałem model samolotu wyposażony w panele fotowoltaiczne. Dodatkowo opracowałem i wykonałem elementy zawieszenia, wykorzystując druk 3D. Zawieszenie zostało zaprojektowane w taki sposób, aby poprawić stabilność modelu podczas startu.



Rys. 1. *Szkic samolotu*

Pozwala to również ograniczyć wpływ nierówności podłoża podczas startu. Zastosowałem sprężyny amortyzujące wstrząsy oraz lekką konstrukcję, co umożliwiło zachowanie odpowiedniej wytrzymałości.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawia drukowanie elementu zawieszenia*

Widoczne na zdjęciu (Fot. 1.) zawieszenie zostało wykonane z: płaskownika, sprężyny amortyzującej wstrząsy oraz 2 kół wykonanych w technologii druku 3d.

Następnie przeprowadziłem serię testów w rzeczywistych warunkach, obserwując zachowanie samolotu w powietrzu oraz analizując wydajność paneli słonecznych. Szczególną uwagę zwróciłem na wpływ natężenia światła oraz zacienienia na działanie systemu zasilania.

Uzyskane wyniki pokazały, że samolot był w stanie utrzymać się w powietrzu dzięki energii pochodzącej z paneli słonecznych. Oznacza to, że takie rozwiązanie jest możliwe do zastosowania w praktyce. Jednocześnie zauważyłem, że nawet niewielki cień padający na panele znacząco obniża ich efektywność, co bezpośrednio wpływało na ilość dostępnej energii i stabilność lotu.



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawia ukończony samolot "Solar Air"*

Najważniejszym wnioskiem z mojej pracy jest to, że energia słoneczna może wspierać lotnictwo, jednak wymaga odpowiednich warunków oraz dalszego rozwoju technologii. Kluczowe znaczenie ma ograniczenie wpływu zacienienia oraz zwiększenie wydajności paneli. Równie istotne jest dopracowanie elementów mechanicznych, takich jak zawieszenie, które wpływają na bezpieczeństwo i niezawodność całej konstrukcji.

Moje badania pokazują, że rozwój odnawialnych źródeł energii w lotnictwie jest możliwy i stanowi obiecujący kierunek na przyszłość. Dalsze prace nad udoskonaleniem konstrukcji oraz systemów zasilania mogą przyczynić się do powstania bardziej efektywnych i przyjaznych dla środowiska rozwiązań w transporcie lotniczym.

PODZIĘKOWANIA

Specjalne Podziękowania dla Ignacego Wojdyły, Adama Langera Marcina Grabeka za pomoc w projekcie oraz za przekazanie cennej wiedzy.

RÓŻNOKSZTAŁTNE POCISKI

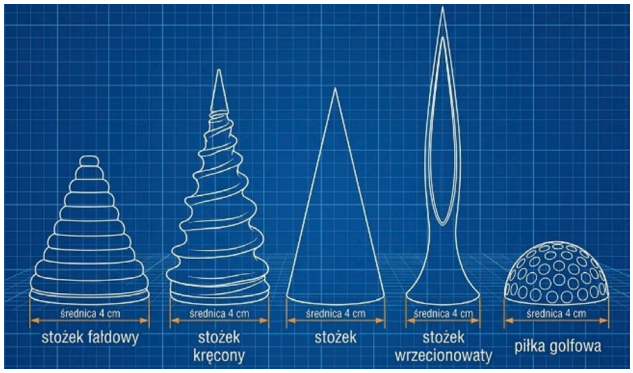
Piotr Michalski

Słowa kluczowe: aerodynamika, balistyka zewnętrzna, druk 3D, łucznictwo, optymalizacja kształtu.

Opiekun: Dariusz Maliszewski | III Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego w Piotrkowie Trybunalskim, Aleja Armii Krajowej 17, 97-300 Piotrków Trybunalski, ptrk09gaming@gmail.com

ABSTRAKT

Celem niniejszego projektu była analiza wpływu geometrii grotu oraz kąta elewacji na parametry lotu pocisku łuczniczego. Problem badawczy skoncentrowano na optymalizacji kształtu aerodynamicznego, który przy zachowaniu stałej masy (5,94 g) zminimalizuje opór czołowy i zmaksymalizuje zasięg rzutu ukośnego w rzeczywistych warunkach atmosferycznych.



Rys. 1. *Rysunek przedstawia kształty grotów użytych w badaniach*

Metodologia opierała się na wykorzystaniu autorskiego stanowiska badawczego zapewniającego pełną powtarzalność warunków startowych (stały naciąg, precyzyjna nastawa kątów - 30°, 45°, 60°).



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawia autorskie stanowisko badawcza*

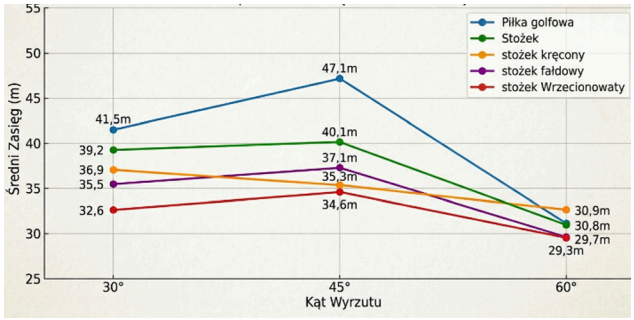
Obiekty testowe wytworzono w technologii przyrostowej (PLA), poddając analizie pięć wariantów geometrii: stożkową, spiralną, fałdową, wrzecionowatą oraz model wykorzystujący strukturę wgłębień (tzw. *dimples*). Każda seria pomiarowa obejmowała 20 prób dla każdego kąta, a wyniki poddano obróbce statystycznej z uwzględnieniem wpływu wiatru bocznego (13 km/h).

WZÓR

$$F_D = \frac{1}{2}\rho v^2 C_x A$$

F_D – siła oporu powietrza, ρ – gęstość powietrza, v – prędkość pocisku, C_x – bezwymiarowy współczynnik oporu, A – powierzchnia przekroju poprzecznego (pole powierzchni czołowej).

Wyniki badań wykazały, że najbardziej efektywnym rozwiązaniem pod kątem zasięgu jest geometria oparta na strukturze piłki golfowej. Przy kącie 45° model ten osiągnął dystans 47,1 m, co stanowi wzrost o 17,5% względem standardowego stożka (40,1 m). Potwierdza to hipotezę o redukcji oporu ciśnieniowego poprzez indukowanie turbulencji w warstwie przyściennej, co opóźnia jej oderwanie. Najniższą efektywność wykazał model wrzecionowaty, co sugeruje dominację oporu tarcia przy przyjętej skali.



Rys. 2. *Wykres wpływy kształtu i kąta wyrzutu na zasięg strzałek (średnia próba 20, waga 11,93 g, wiatr 10-13 km/h). Dane powielono metodą zachowania średniej*

Analiza dowiodła również, że przy kącie 60° różnice geometryczne tracą na znaczeniu ze względu na przewagę sił grawitacyjnych nad aerodynamicznymi w końcowej fazie trajektorii. Uzyskane wyniki mają potencjał wdrożeniowy w projektowaniu nowoczesnego osprzętu łuczniczego oraz amunicji małokalibrowej. Dalsze etapy prac skupią się na badaniu stabilności dynamicznej poprzez modyfikację położenia środka ciężkości za pomocą rdzeni o wysokiej gęstości.

PODZIĘKOWANIA

Bardzo dziękuję za pomoc, cierpliwość i cenne wskazówki przy pracy nad moim projektem mojemu nauczycielowi Panu Dariuszowi Maliszewskiemu oraz tacie Pawłowi Michalskiemu za pomoc w budowie wyrzutni oraz przy przeprowadzaniu pomiarów.

ŹRÓDŁA

1. K Mukaiyama, K Suzuki, T. Miyazaki, H Sawada, *Aerodynamic properties of an arrow: Influence of point shape on the boundary layer transition.* Procedia Engineering Volume 13, 2011, s. 265-270
2. European Bowhunting Federation *Aerodynamic Analysis of Hunting Arrows: Implications for Performance and Safety.*

AUTONOMICZNE SKRZYDŁO DO MONITORINGU TERENU – BADANIE WPŁYWU KONFIGURACJI NA STABILNOŚĆ LOTU I EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ

Tomasz Michniewicz

Słowa kluczowe: autonomiczny lot, latające skrzydło, efektywność energetyczna, UAV, zużycie energii.

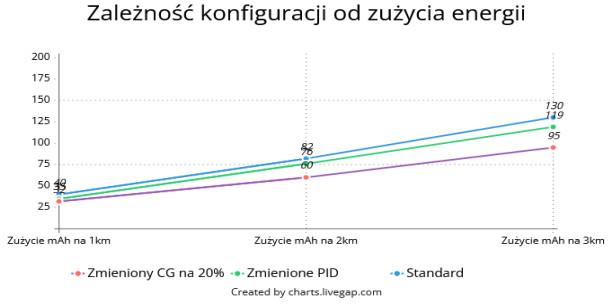
Opiekun: Tomasz Kardasz | Technikum nr 3 w Malborku, Aleja Wojska Polskiego 502, 82-200 Malbork, dyrektor@tech3.malbork.pl

ABSTRAKT

Celem projektu było zbadanie wpływu konfiguracji sterowania oraz parametrów konstrukcyjnych na stabilność lotu i efektywność energetyczną autonomicznego latającego skrzydła przeznaczonego do monitoringu terenu. Dynamiczny rozwój bezzałogowych systemów powietrznych sprawia, że optymalizacja ich parametrów staje się istotnym zagadnieniem zarówno w zastosowaniach środowiskowych, jak i technicznych. W szczególności ważne jest określenie, w jaki sposób ustawienia autopilota oraz rozkład masy wpływają na zużycie energii oraz jakość realizacji autonomicznej misji.

W ramach projektu zaprojektowano i wykonano w pełni funkcjonalny prototyp latającego skrzydła. Proces realizacji obejmował modelowanie konstrukcji, druk 3D kadłuba oraz wykonanie skrzydeł z pianki XPS, wzmocnionych elementami z włókna węglowego. Podczas budowy uwzględniono aspekty wytrzymałościowe oraz konieczność zachowania odpowiedniego wyważenia modelu. Konstrukcja została wyposażona w układ napędowy, serwomechanizmy sterujące oraz elektronikę pokładową, w tym kontroler lotu, moduł GPS, system telemetryczny oraz kamerę FPV. Całość została skonfigurowana w oprogramowaniu INAV, umożliwiając realizację autonomicznych lotów po wcześniej zaprogramowanej trasie.

Część badawcza projektu polegała na przeprowadzeniu serii testów porównawczych dla trzech różnych konfiguracji: ustawień standardowych, zmodyfikowanych parametrów regulatora PID oraz zmienionego położenia środka ciężkości wynoszącego około 20% cięciwy skrzydła. Dla każdej konfiguracji wykonano wielokrotne loty testowe na tej samej trasie o długości około 3 km, wykorzystując tryb lotu autonomicznego oparty na punktach nawigacyjnych (waypoints). Podczas każdego lotu rejestrowano dane telemetryczne, takie jak zużycie energii wyrażone w miliamperogodzinach (mAh), czas lotu, stabilność toru oraz odchylenia od zaplanowanej trasy.

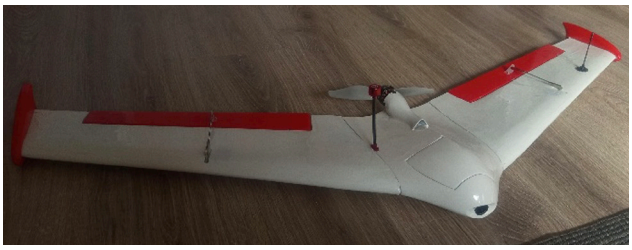


Rys. 1. *Wykres przedstawiący zależność konfiguracji od zużycia energii*

Analiza zebranych danych wykazała wyraźne różnice pomiędzy badanymi konfiguracjami. Zmiany parametrów sterowania, w szczególności regulatora PID, miały bezpośredni wpływ na płynność lotu oraz reakcję modelu na zakłócenia. Z kolei modyfikacja położenia środka ciężkości wpłynęła zarówno na stabilność, jak i zapotrzebowanie energetyczne. Najlepsze wyniki uzyskano dla konfiguracji, która zapewniała kompromis pomiędzy stabilnością a minimalnym zużyciem energii, co przełożyło się na większy potencjalny zasięg lotu. Szczegółowe porównanie wyników przedstawiono na wykresie (Rys. 1).

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano wnioski dotyczące optymalnej konfiguracji autonomicznego latającego skrzydła do zastosowań monitoringowych. Wykazano, że odpowiedni dobór parametrów sterowania oraz właściwe wyważenie konstrukcji mają kluczowe znaczenie dla efektywności działania systemu. Projekt potwierdził również, że nawet niewielkie zmiany konfiguracji mogą znacząco wpłynąć na zużycie energii oraz jakość lotu.

Zrealizowany projekt stanowi przykład praktycznego zastosowania wiedzy z zakresu aerodynamiki, elektroniki oraz programowania systemów wbudowanych. Uzyskane wyniki mogą znaleźć zastosowanie w dalszym rozwoju autonomicznych platform latających wykorzystywanych w monitoringu środowiska, inspekcjach technicznych oraz analizie terenu.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające gotowy model latającego skrzydłą*

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania szkole za udostępnienie zaplecza technicznego oraz narzędzi niezbędnych do realizacji projektu, w szczególności drukarki 3D wykorzystanej do wykonania elementów kadłuba. Wsparcie to umożliwiło sprawną realizację prac konstrukcyjnych oraz testów modelu.

ŹRÓDŁA

1. INAVFlight: INAV Wiki, https://github.com/iNavFlight/inav/wiki (dostęp: 15.04.20

ANALIZA WPŁYWU SPOJLERÓW I SKRZYDEŁ NA AERODYNAMIKĘ SAMOCHODU

Wiktor Mioduszewski

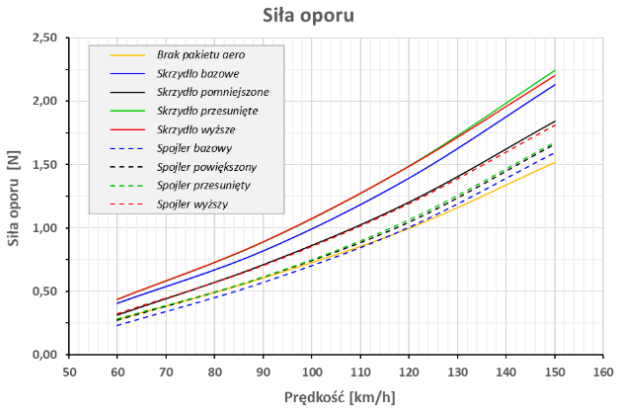
Słowa kluczowe: aerodynamika pojazdów, tunel aerodynamiczny, spojlery, skrzydła aerodynamiczne, efektywność aerodynamiczna.

Opiekun: Jakub Rodowski | VIII Liceum Ogólnokształcące im. Komisji Edukacji Narodowej, ul. Kartuska 128, 80-136 Gdańsk, wikmiodusz@gmail.com

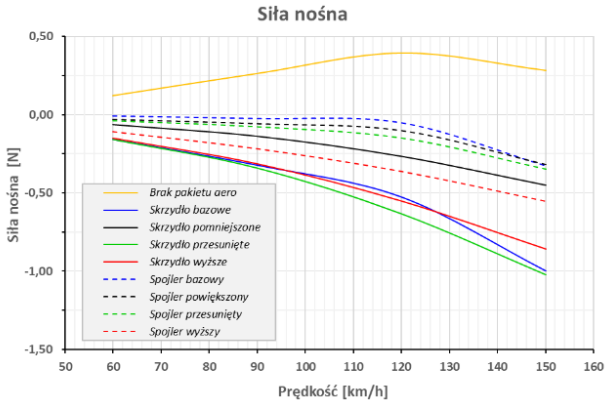
ABSTRAKT

Podjętym problemem badawczym jest wysoka wrażliwość struktury opływu powietrza na modyfikacje geometrii tyłu nadwozia pojazdu. Głównym celem niniejszej pracy badawczej jest wyznaczenie optymalnej konfiguracji pakietu aerodynamicznego pojazdu na podstawie analizy porównawczej zaprojektowanych ośmiu wariantów skrzydeł i spojlerów. Optymalna konfiguracja pakietu oznacza uzyskanie dla niego możliwie maksymalnej siły docisku przy możliwie minimalnej sile oporu powietrza, co przekłada się na najwyższą efektywność aerodynamiczną. Przeprowadzone badania zmierzały do wyznaczenia zależności między zmiennymi parametrami geometrycznymi skrzydeł i spojlerów, takimi jak wysokość, rozmiar oraz umiejscowienie względem tylnej krawędzi nadwozia.

W celu zapewnienia wysokiej wiarygodności wyników zastosowano metodę badań hybrydowych. Dla zaprojektowanych modeli pojazdu, następnie wykonanych w technologii druku 3D, przeprowadzono symulacje numeryczne w programie *Autodesk CFD (Computational Fluids Dynamics)* oraz pomiary eksperymentalne w tunelu aerodynamicznym na Politechnice Gdańskiej. Badania wykonano przy prędkościach 60, 90, 120 i 150 km/h dla dwóch wersji wymiarowych modelu pojazdu – bazowej i zmniejszonej do 2/3 z uwagi na potencjalny wpływ efektu blokowania, który wykluczono. Dla każdej konfiguracji mierzono siłę oporu i siłę nośną. Wyniki pomiarów przedstawiono na Rys. 1 i Rys. 2.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność siły oporu od prędkości*



Rys. 2. *Wykres przedstawiający zależność siły nośnej od prędkości*

Kryterium wyznaczenia optymalnej konfiguracji była efektywność aerodynamiczna E wyrażona stosunkiem współczynnika siły nośnej C_L do współczynnika siły oporu C_D (1).

(1)
$$E = \frac{C_L}{C_D} = \frac{\frac{2F_L}{\rho A v^2}}{\frac{2F_D}{\rho A v^2}} = \frac{F_L}{F_D}$$

Gdzie: F_D - siła oporu, F_L - siła nośna, ρ - gęstość powietrza, v - prędkość przepływu powietrza względem pojazdu, A - powierzchnia odniesienia .

Wyliczone wartości efektywności aerodynamicznej dla wszystkich konfiguracji pakietu aerodynamicznego zaprezentowano w Tab. 1 ,zarówno dla badań eksperymentalnych, jak i dla symulacji CFD.

Badany wariant pakietu aerodynamicznego	*Efektywność aerodynamiczna*			
	Tunel aero (model bazowy)	*Tunel aero (model 2/3)*	*CFD*	*Średnia*
Brak pakietu aero	0,3706	0,3882	0,1551	*0,3046*
Skrzydło bazowe	**-0,4049**	**-0,4057**	**-0,3499**	***-0,3868***
Skrzydło pomniejszone	-0,2173	-0,2044	-0,1523	*-0,1914*
Skrzydło przesunięte	-0,4045	-0,2495	-0,3251	*-0,3264*
Skrzydło wyższe	-0,3643	-0,2537	-0,3128	*-0,3103*
Spojler bazowy	-0,0883	-0,0316	0,0176	*-0,0341*
Spojler powiększony	-0,1250	-0,0445	-0,0177	*-0,0624*
Spojler przesunięty	-0,1497	-0,0364	0,0044	*-0,0606*
Spojler wyższy	-0,3134	-0,1619	-0,0845	*-0,1866*

Tab. 1. *Zestawienie efektywności aerodynamicznej badanych konfiguracji*

Najkorzystniejszą średnią efektywność aerodynamiczną o wartości -0,3868 odnotowano dla wariantu spojlera z profilem lotniczym o kącie natarcia 15° i wymiarach 90 mm szerokości, 25 mm głębokości oraz 10 mm wysokości *(skrzydło bazowe)*. Zamontowano je

na wysokości 15 mm od klapy bagażnika, czyli na 39 % odległości klapy bagażnika od dachu pojazdu. Współczynnik oporu w tym przypadku wynosi 0,3917 i jest o 18 % większy od konfiguracji pojazdu bez żadnego pakietu aerodynamicznego. Odpowiednio współczynnik siły nośnej wynosi -0,1475 i jest o 273 % mniejszy, a więc współczynnik siły docisku jest o tyleż większy.

W niniejszej pracy badawczej wykazano, że skrzydła aerodynamiczne, działając jako odwrócone profile lotnicze, skutecznie generują siłę docisku, co jednak odbywa się kosztem istotnego przyrostu oporu aerodynamicznego. W przeciwieństwie do nich spojlery, mimo braku znaczącej zdolności do generowania ujemnej siły nośnej, pozwalają na optymalizację punktu oderwania przepływu przy zachowaniu minimalnych oporów własnych. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w dostępnej literaturze naukowej, np. w pozycjach [1] i [2].

PODZIĘKOWANIA

Bardzo dziękuję dr inż. Marzenie Banaszek z Politechniki Gdańskiej za możliwość przeprowadzenia badań w tunelu aerodynamicznym PG oraz bezinteresowną pomoc merytoryczną i cenne rady.

ŹRÓDŁA

1. A. Buljac, I. Džijan, I. Korade, S. Krizmanić and H. Kozmar: *Automobile aerodynamics influenced by airfoil-shaped rear wing,* International Journal of Automotive Technology, Vol. 17, No. 3, (2016), DOI: 10.1007/s12239–015–0039–4
2. Kaicong Chen, Sen Liu: *Analysis and Optimization of Aerodynamic Performance of Race Car Rear Wing Based on CFD.* The Frontiers of Society, Science and Technology ISSN 2616-7433 Vol. 2, Issue 11: 104-116, DOI: 10.25236/FSST.2020.02111

ODLEGŁY KOSMOS, LOKALNA POGODA

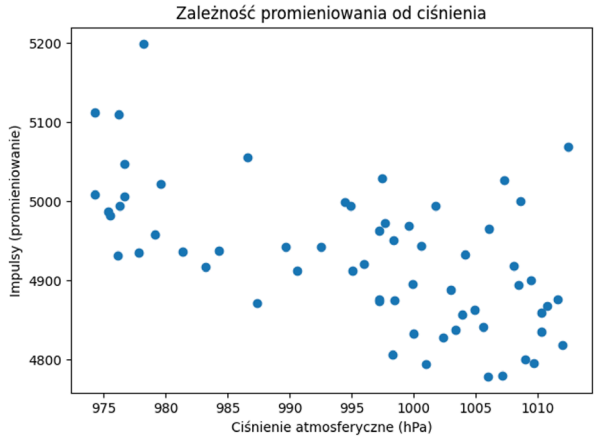
Korneliusz Miszczak

Słowa kluczowe: promieniowanie kosmiczne, pogoda, ciśnienie.

Opiekun: Marcin Rutkowski | Zespół Szkół Zawodowych Im. Stanisława Staszica w Lidzbarku Warmińskim, ul. Orła Białego 5, 11-100 Lidzbark Warmiński, sekretariat@zsz-lw.edu.pl

ABSTRAKT

Celem naszych badań było zbadanie wpływu dwóch z najbardziej fundamentalnych zjawisk pogodowych, tj. temperatury i ciśnienia atmosferycznego, na ilość wtórnego promieniowania kosmicznego przenikającego przez atmosferę Ziemi. Do tego celu wykorzystaliśmy mikrokomputer Raspberry Pi 5 służący jako jednostka centralna oraz serwer WWW, MySQL, do którego podłączyliśmy czujnik środowiskowy mierzący temperaturę oraz ciśnienie, i licznik Geigera-Müllera. Napisaliśmy również skrypt w języku PHP, który liczył zależność promieniowania do temperatury i ciśnienia atmosferycznego na bazie wyników wysyłanych do bazy danych w 4-godzinnych interwałach czasowych. Podchodziliśmy do badań z założeniem, że temperatura nie będzie miała większego znaczenia przy blokowaniu impulsów promieniowania. Z ciśnieniem jednak założenie było odwrotne. Uznaliśmy, że im większe ciśnienie atmosferyczne, tym mniej impulsów się przez nie przedostanie. W trakcie badań okazało się, iż nasze założenia były prawidłowe, a zależność występowała jedynie w przypadku ciśnienia.

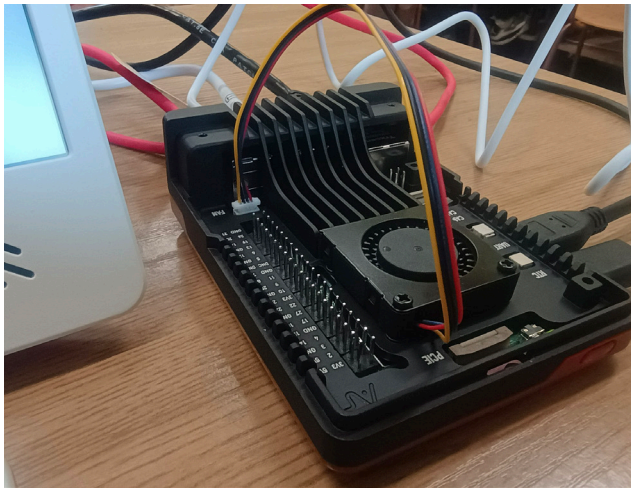


Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność między promieniowaniem a ciśnieniem atmosferycznym*

Na bazie tego wykresu można zauważyć, że im niższe ciśnienie, tym więcej promieniowania przedostaje się przez naszą atmosferę.

Podczas badań nasza aparatura znajdowała się w dwóch różnych miejscach. W domu na wsi oraz w budynku naszej szkoły. W trakcie badań przeprowadzonych na terenie szkoły zauważyliśmy ok. 12% spadek w impulsach, jakie zaczytywał nasz licznik. Mówi nam to o tym, że grube mury budynków pomagają tłumić ilość przechodzącego promieniowania.

Ostatecznie w wyniku naszych badań wyszło, iż temperatura nie ma większego wpływu na ilość impulsów. Dla badań na wsi współczynnik korelacji wyniósł: r = -0.0326, a dla badań w szkole: r = -0.2353. Wyniki te wskazują na brak istotnej korelacji między danymi. Inaczej zaś wyszło przy korelacji między ciśnieniem a promieniowaniem - w tym przypadku współczynnik korelacji dla badań na wsi wyniósł: r = -0.5741, a dla badań w szkole: r = -0.3329. Dla korelacji ujemnej współczynnik ten przybiera wartości od 0 do -1 i im bliżej -1, tym silniejsza jest. Wartości większe niż -0.5 uznawane są za korelacje na silnym poziomie. Wliczając błędy pomiaru spowodowane tzw. „szumami" czyli zakłóceniami wynikającymi z dużej ilości promieniowania w mieście, wartość naszej korelacji w budynku szkoły spadła.



Zdj. 1. *Zdjęcie przedstawia Raspberry pi 5 będące jednostką centralną naszych badań*

Podsumowując, wiemy już, że temperatura nie wpływa na ilość promieniowania, za to ciśnienie atmosferyczne, jak i grubość oraz materiał, z jakiego są wykonane ściany pomieszczenia, już tak. Fakt ten może pokazać sens badań na temat tego, jak ściany zbudowane z różnych materiałów i o różnych grubościach mogą pomagać w tłumieniu zakłóceń. Badania takie pozwoliłyby zrozumieć nam, jak chronić wrażliwe na promieniowanie kosmiczne przedmioty.

ŹRÓDŁA

1. Zięba Andrzej: *Analiza danych w naukach ścisłych i technice*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.
2. Materiały dydaktyczne Politechniki Białostockiej (Wydział Elektryczny): *Układy cyfrowe i programowalne*.
3. Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR): Kalina M., *Radon – promieniotwórczy gaz w środowisku człowieka*

ZINTEGROWANY SYSTEM BEZPIECZEŃSTWA DLA UŻYTKOWNIKÓW HULAJNÓG ELEKTRYCZNYCH

Karolina Mizia

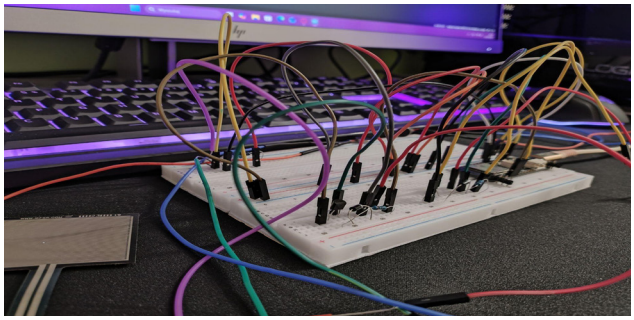
Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, hulajnogi elektryczne, grywalizacja, detekcja wypadków.

Opiekun: Elżbieta Burlaga | Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Żywcu, ul. Komisji Edukacji Narodowej 3, 34-300 Żywiec, mizia.karolina8@gmail.com

ABSTRAKT

Praca dotyczy problemu gwałtownego wzrostu liczby wypadków z udziałem hulajnóg elektrycznych w Polsce. W 2025 roku odnotowano 1164 wypadki (11 ofiar śmiertelnych, 1062 rannych), wobec 746 zdarzeń w 2024 roku (5 ofiar śmiertelnych, 656 rannych), co oznacza wzrost o ponad 55%. Około 70% poszkodowanych stanowią osoby poniżej 18. roku życia, a dominującymi obrażeniami są urazy głowy, co bezpośrednio koreluje z niskim poziomem stosowania kasków.[1]

Celem pracy było opracowanie zintegrowanego systemu zwiększającego bezpieczeństwo użytkowników hulajnóg poprzez jednoczesne monitorowanie ruchu pojazdu, weryfikację stosowania kasku oraz wdrożenie mechanizmów motywacyjnych. System składa się z trzech elementów: inteligentnego kasku, modułu montowanego na hulajnodze oraz aplikacji mobilnej. Kask wyposażono w czujnik nacisku FSR-406 (detekcja założenia) oraz kontaktron z magnesem (detekcja zapięcia), a także silniki wibracyjne do sygnalizacji ostrzeżeń. Moduł hulajnogi zawiera mikrokontroler ESP32-S3, czujnik IMU (LSM6DS3TR-C: akcelerometr + żyroskop), moduł GPS NEO-6M oraz buzzer alarmowy. Komunikacja odbywa się przez Bluetooth Low Energy.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające elektronikę kasku na etapie testów*

Badania miały charakter eksperymentalny i polegały na analizie danych ruchu hulajnogi w kontrolowanych scenariuszach: jazda normalna, gwałtowne hamowanie, symulowane upadki. Rejestrowano przyspieszenia liniowe, prędkości kątowe oraz zmiany prędkości. Na tej podstawie obliczano wartości wektorowe i analizowano zależności między parametrami. Stwierdzono wyraźne różnice między zdarzeniami bezpiecznymi i wypadkowymi. Przy hamowaniu przeciążenia wynosiły średnio 3-4 g, bez istotnej rotacji (<5°), natomiast w przypadku upadków osiągały 7-8 g oraz rotację powyżej 100°. Spadek prędkości w wypadkach wynosił do 30 km/h w czasie <0,3 s.

Na podstawie tych badań opracowano algorytm detekcji zdarzeń wykorzystujący jednoczesne przekroczenie trzech progów: przyspieszenia (>6 g), zmiany prędkości oraz rotacji (>90°). Takie podejście znacząco ogranicza fałszywe alarmy. Skuteczność detekcji w testach wyniosła ok. 98%. Implementację algorytmu detekcji zdarzeń przedstawiono w formie uproszczonego fragmentu kodu źródłowego poniżej. (Rys. 2).

```
float accX = imu.readAccelX(), accY = imu.readAccelY(), accZ =
imu.readAccelZ();
float gyroX = imu.readGyroX(), gyroY = imu.readGyroY(), gyroZ =
imu.readGyroZ();
float accMag = sqrt(accX*accX + accY*accY + accZ*accZ);
float angVelMag = sqrt(gyroX*gyroX + gyroY*gyroY + gyroZ*gyroZ);
float deltaSpeed = previousSpeed - currentSpeed;
if (accMag > ACC_THRESHOLD && deltaSpeed > SPEED_THRESHOLD && angVelMag >
GYRO_THRESHOLD) {
accidentDetected = true;
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
sendCrashSMS(currentGPSLocation);
}
```

Rys.1. *Uproszczony fragment kodu źródłowego*

System reaguje w czasie rzeczywistym - brak kasku podczas jazdy aktywuje buzzer, przekroczenie prędkości wibracje w kasku, a wykrycie wypadku alarm i automatyczne wysłanie SMS z lokalizacją GPS. Aplikacja mobilna analizuje styl jazdy, zapisuje dane i generuje raporty.

Istotnym elementem jest grywalizacja - użytkownik zdobywa punkty za jazdę zgodną z zasadami i traci je za wykroczenia. Wprowadzono także wskaźnik bezpieczeństwa oraz spersonalizowane wskazówki generowane na podstawie danych. Mechanizm ten zwiększa zaangażowanie i wpływa na zmianę zachowań, szczególnie w grupie młodzieży.

Wnioski wskazują, że kluczowym czynnikiem skuteczności systemu jest korelacyjna analiza danych z wielu czujników, a nie pojedyncze pomiary. Integracja detekcji, natychmiastowej reakcji oraz mechanizmów motywacyjnych stanowi efektywne podejście do ograniczania liczby wypadków. System ma wysoki potencjał wdrożeniowy jako uniwersalne, nieinwazyjne rozwiązanie dla mikromobilności, szczególnie w kontekście ochrony młodych użytkowników.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania za wsparcie w realizacji projektu dla Pani Elżbiety Burlagi.

ŹRÓDŁA

1. Raporty Policji i BRD (2024–2025).

FILAMENT Z PLASTIKOWYCH BUTELEK

Brajan Mlotek

Słowa kluczowe: druk 3D, filament, butelka plastikowa, recykling.

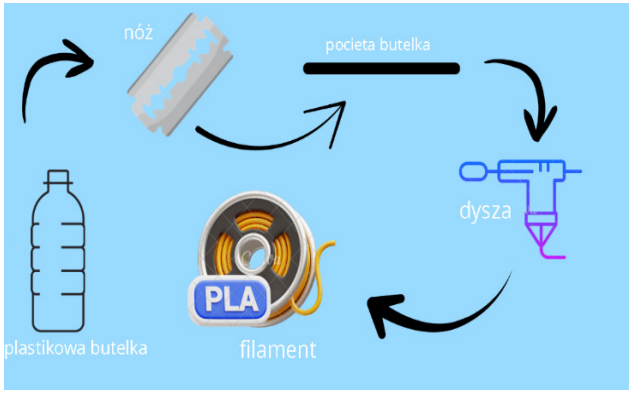
Opiekun: mgr Katarzyna Uchańska-Łukasik | Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Strzelcach Opolskich, ul. Powstańców Śląskich 3, 47-100 Strzelce Opolskie, b.mlotek@vp.pl, kuchanska-lukasik@ckziu-strzelce.pl, sekretariat@ckziu-strzelce.pl

ABSTRAKT

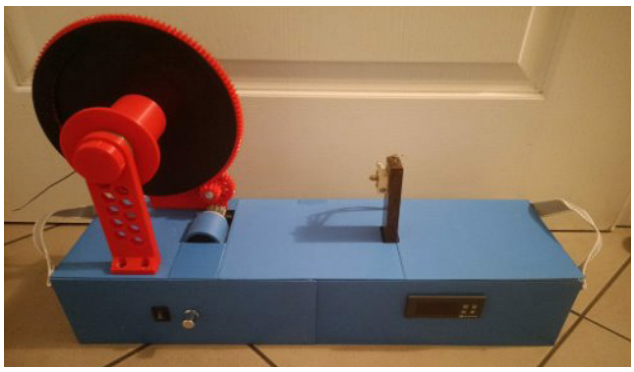
Celem mojej pracy było zaprojektowanie i zbudowanie urządzenia do uzyskania filamentu z plastikowych butelek prawie każdego rodzaju. Elementy konstrukcji urządzenia takie jak zębatki, szpula, na którą jest nawijany filament, obudowa osłaniająca elektronikę, a także część trzymająca butelkę podczas cięcia, zostały wydrukowane na drukarce 3D. Urządzenie ma wbudowany silnik, który napędza szpulę. Konstrukcja jest wyposażona w nóż do cięcia butelki na paski oraz dyszę z grzałką, która odpowiada za topienie plastikowych pasków butelki na okrągły filament. Termostat odpowiada za regulowanie temperaturą dyszy, aby plastik się nie przetopił. Wentylator chłodzi dysze oraz filament. Cała konstrukcja jest osadzona na profilach aluminiowych, aby wzmocnić i połączyć wszystkie elementy w jedną całość. Spawarka do filamentu natomiast odpowiada za łączenie każdego paska z butelki, aby powstał jeden długi ciąg filamentu.

Maszynka przyczyni się do zmniejszenia odpadów z butelek plastikowych, które mogą zostać przekształcone na filament. Pozyskany produkt można wykorzystać do wydruku na drukarce 3D potrzebnych elementów, np. w gospodarstwie domowym, takich jak: pojemniki, uchwyty, doniczki, obudowy i wiele więcej.

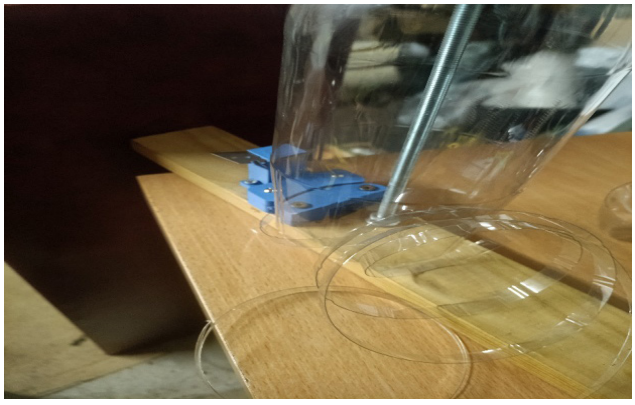
Realizacja projektu przyczyniła się do rozwoju mojego zainteresowania, jakim jest druk 3D oraz poszerzyła moją wiedzę z zakresu elektroniki i konstruowania. Można wyprodukować taki materiał jaki tylko chcemy i wykorzystać go do wydruku czego tylko chcemy. Można dać drugie życie plastikowej butelce. Ograniczeniem może być tylko nasza wyobraźnia.



Rys. 1. *Abstrakt graficzny projektu*



Fot. 3. *Gotowe urządzenie do produkcji filamentu*



Fot. 4. *Nóż do ciecia plastikowej butelki na paski*

1.



2.



Fot. 1. *Szpula z wytworzonym filamentem*
Fot. 2. *Wazonik wydrukowany z filamentu uzyskanego z plastikowej butelki*

PODZIĘKOWANIA

Podziękowanie dla Pani Katarzyny Uchańskiej-Łukasik za wsparcie i cenne wskazówki merytoryczne oraz dla koleżanki Emilii Bartodziej, która wspierała mnie w trakcie realizacji tego projektu.

STPPE – SYSTEM TELEOPERACYJNY DO PRECYZYJNYCH PRAC ELEKTRONICZNYCH

Adam Motyl

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, hulajnogi elektryczne, grywalizacja, detekcja wypadków.

Opiekun: Konrad Pietraszek | Zespół Szkół Transportowo-Komunikacyjnychim. T.Kościuszki w Lublinie, ul. Zemborzycka 82, 20-445 Lublin, adammotyl22@gmail.com

ABSTRAKT

STPPE to prototyp pięcioosiowego ramienia teleoperacyjnego dedykowanego precyzyjnym pracom serwisowym przy układach elektronicznych (SMD, BGA). System łączy human-in-the-loop z mikromanipulacją - operator steruje ramieniem przez panel webowy (Web Serial API) lub gestowy kontroler USB, a Teensy 4.1 w czasie rzeczywistym oblicza kinematykę FK/IK i koordynuje 3 stepery NEMA 17 (TMC2209, mikrokrok 1/16) z enkoderami AS5600 oraz serwa J4/J5. Uzyskano dokładność pozycjonowania końcówki ±0,5 mm, powtarzalność ±0,2 mm oraz opóźnienie sterowania <20 ms. Skalowanie ruchu 1:10 eliminuje drżenie rąk operatora – kluczowy mechanizm redukcji błędu ludzkiego.

Idea

Współczesna elektronika opiera się na ekstremalnej miniaturyzacji (SMD, BGA), przez co tradycyjne, manualne metody naprawy osiągają granice ludzkich możliwości motorycznych. Projekt bada zastosowanie ramienia robotycznego sterowanego teleoperacyjnie jako narzędzia wspomagającego serwisanta.

Rozwiązanie wnosi analizę efektywności systemów human--inthe-loop w mikromanipulacji. Stanowi pomost między zawodną pracą ręczną a kosztowną pełną automatyzacją – łączy precyzję maszyny z decyzyjnością człowieka.

Cel

Cel główny - zaprojektowanie i ewaluacja prototypu pięcioosiowego ramienia teleoperacyjnego do precyzyjnych prac serwisowych przy układach elektronicznych.

Cele szczegółowe:

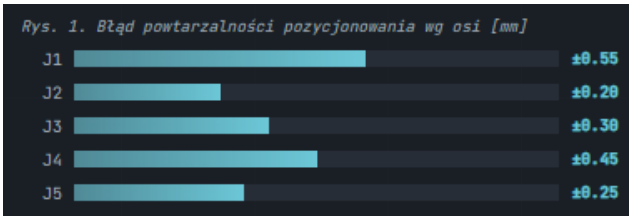
Weryfikacja precyzji – pozycjonowanie komponentów SMD/BGA w procesach montażu powierzchniowego.
Wspomaganie procesów – ocena stabilności ramienia podczas lutowania pod powiększeniem.
Eliminacja błędów – redukcja uszkodzeń mechanicznych spowodowanych drżeniem rąk i zmęczeniem operatora.
Poprawa wydajności – usprawnienie powtarzalnych czynności serwisowych przez intuicyjne sterowanie teleoperacyjne.

Metodologia

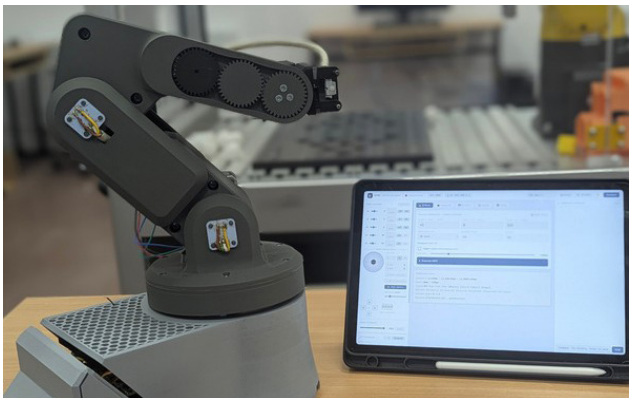
Realizacja iteracyjna – cztery równoległe ścieżki rozwoju:
· Mechanika: 5-osiowe ramię drukowane 3D (PLA/PETG), NEMA 17 z przekładniami, łożyska kulowe, osie stalowe.
· Elektronika: Teensy 4.1 + ESP32 SuperMini, enkodery AS5600, sterowniki TMC2209 (UART), krańcówki J1–J3.
· Firmware: kinematyka FK/IK, AR4 ACK, SD teach/playback, EEPROM, soft-limity, detekcja kolizji enc↔cmd.
· Sterowanie: panel webowy (Web Serial API) + gestowy kontroler.
· USB – bez instalacji oprogramowania.

Wyniki

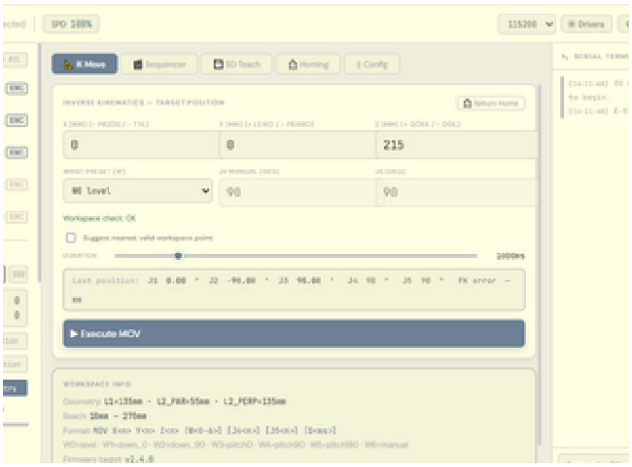
±0,8 mm *Dokładność pozycjonowania końcówki*	**±0,3 mm** *Powtarzalność osi (AS5600)*
±0,3 mm *Powtarzalność osi (AS5600)*	**< 20 ms** *Opóźnienie sterowania*



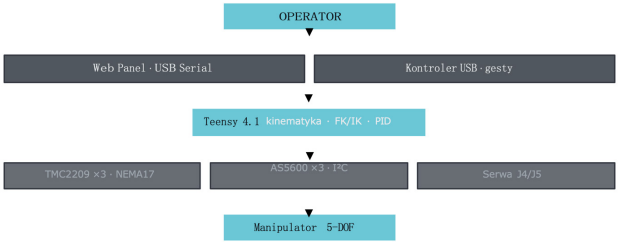
Rys. 1. *Błąd powtarzalności pozycjonowania wg osi [mm]*



Fot. 1. *Manipulator 5-DOF – widok ogólny*



Rys. 2. *Panel Web Serial*



Rys. 3. *Schemat blokowy systemu STPPE*

Analiza

Przełożenia zwiększają moment i precyzję, a enkodery magnetyczne zapewniają bezstykowe pozycjonowanie. Teensy oblicza kinematykę w czasie rzeczywistym, a Web Serial API eliminuje konieczność instalacji oprogramowania. Przy skalowaniu 1:10 operator kontroluje ruchy poniżej 1 mm - to kluczowy mechanizm eliminacji błędu ludzkiego.

Podsumowanie

Dokładność ±0,5 mm w pełnym zasięgu – cel 1 projektu osiągnięty. Panel sterowania działa bez instalacji – Web Serial API w przeglądarce. Pełna synchronizacja 5 osi z kinematyką odwrotną w czasie rzeczywistym. Skalowanie 1:10 eliminuje drgania operatora. Sterowanie: panel webowy (Web Serial API) + gestowy kontroler.

LITERATURA

1. Craig, J.J. – *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*, Pearson, 2005.
2. PJRC – Teensy 4.1 Technical Reference, pjrc.com, 2023.
3. Trinamic –TMC2209 Datasheet, trinamic.com, 2022.
4. AMS – AS5600 12-bit MagneticRotaryPositionSensor, 2021.

INTELIGENTNE SZACHY

Oliwier Mrowiec

Słowa kluczowe: arduino.

Opiekun: Elżbieta Burlaga | Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Żywcu, Ul. Komisji Edukacji Narodowej 3, 34-300, oliwier.mrowiec@op.pl

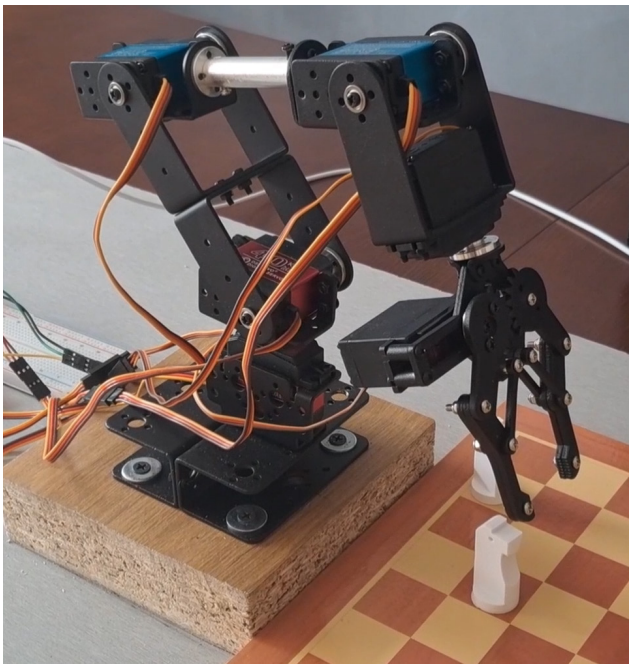
ABSTRAKT

Celem projektu była konstrukcja robota do gry w szachy. Praca przedstawia wykorzystanie programów reagujących na zmiany w otoczeniu, w tym wypadku na ruch gracza, w automatyzacji procesów, która w aktualnej dobie przełomu trzeciej oraz czwartej rewolucji przemysłowej jest kluczowym elementem. Obie te rewolucje skupiają się zarówno na automatyzacji procesów mechanicznych jak i cyfrowych, a wykorzystanie programów rozpoznających zmiany w otoczeniu pozwala na likwidacje potencjalnych błędów oraz ułatwia przeprowadzanie wielu operacji.

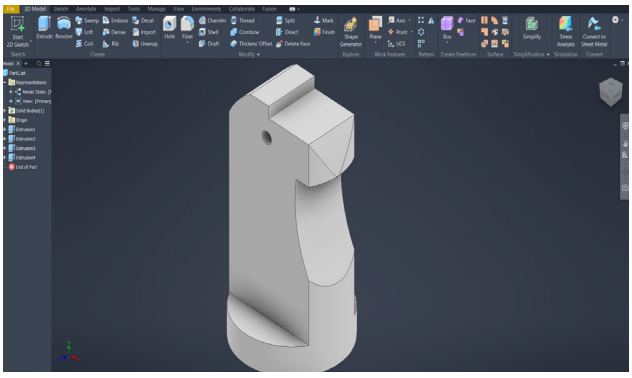
Inteligentne Szachy założenia te spełniać miały przez zastosowanie bota szachowego, który reagując na ruch gracza przez kamerę wykrywająca zmianę na fizycznej szachownicy, wykonuje najlepszy możliwy ruch w odpowiedzi, a następnie z wykorzystaniem mechanicznego ramienia ruch ten realizuje na szachownicy. Na mechaniczną część projektu składa się czteroosiowe mechaniczne ramie z chwytakiem działające w oparciu o serwomechanizmy, połączone ze sterownikiem Arduino MEGA R3 2560, szachownica oraz komputer z kamerą. Pozostała część to programy odpowiadające za ruch, rozpoznawanie ułożenia figur, a także za wybór odpowiedniego ruchu dla robota. W pierwszej kolejności zaprogramowany został silnik szachowy, wirtualna szachownica i bot w Pythonie. Program ten odpowiada za przeliczanie figur i ich położenia na wartość punktową, która jest wyznacznikiem najlepszego możliwego ruchu bota, rozpoznaje również nieprawidłowe ruchy oraz Szach-mat kończący grę. Jednym z elementów silnika szachowego jest wcześniej wspomniany bot odpowiedzialny za wykonywanie ruchów, które powinno wykonać fizyczne ramie robota.

Bot ten został zaprogramowany z możliwością zmiany poziomu inteligencji, opartej o rozpatrywanie różnej ilości potencjalnych ruchów gracza. Program rozpatruje wszystkie możliwe ruchy gracza w następnej turze i na podstawie najkorzystniejszego ruchu wybiera swoją odpowiedź. Poziom inteligencji bota odpowiada za to, ile tur do przodu „patrzy".

Drugi program został rozpoczęty, jednak nie udało się go ukończyć. Miał to być program w Arduino IDE bezpośrednio odpowiedzialny za ruch odpowiednich serwomechanizmów ramienia w celu przesuwania figur na fizycznej szachownicy. Miał on w połączeniu z poprzednim programem wykonywać ruchy podjęte przez bota szachowego. Aktualnie ramie może być sterowane za pomocą klawiatury dzięki pobocznemu programowi, który służy do określania kątów obrotu serwomechanizmów dla konkretnych pól na szachownicy. Aby zapewnić możliwość podnoszenia figur przez robota, figury testowe zostały zaprojektowane, a następnie wydrukowane w 3D. Ostatecznie projekt niestety nie został w pełni zrealizowany.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające mechaniczne ramię robota*



Rys. 1. *Zdjęcie przedstawiające model figury szachowej w Autodesk Inventor*

BEZOBSŁUGOWY SYSTEM ANALIZY SPALIN UKŁADU CENTRALNEGO OGRZEWANIA DOMU JEDNORODZINNEGO

Wojciech Musiał

Słowa kluczowe: analiza spalin, pyły zawieszone, monitoring, ochrona środowiska, aplikacja mobilna.

Opiekun: dr inż. Wincenty Skwarek | IV Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi i Integracyjnymi im. Jana Pawła II w Jaśle, ul. Sokoła 6, 38-200 Jasło, wojciechjmusial@gmail.com

ABSTRAKT

Celem pracy było opracowanie prototypu bezobsługowego systemu do monitorowania parametrów spalin emitowanych przez domową instalację centralnego ogrzewania opalaną paliwem stałym. Problem ten jest istotny ze względu na udział indywidualnych źródeł ciepła w emisji pyłów i innych zanieczyszczeń powietrza, które mają znaczenie środowiskowe i zdrowotne[3]. Spalanie paliw stałych w sektorze komunalno-bytowym jest uznawane za ważne źródło pyłu zawieszonego, a rozwój tanich systemów pomiarowych może zwiększać dostępność bieżącego monitoringu takich zjawisk[2].

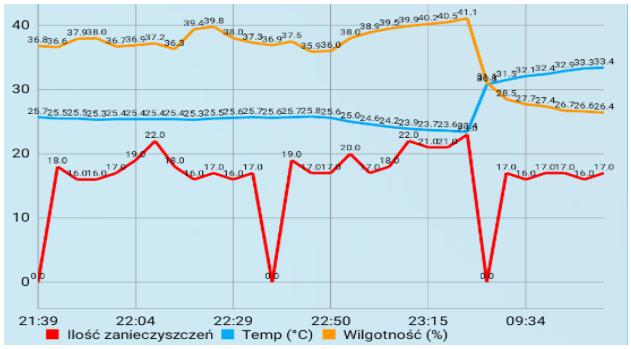
W ramach projektu zaprojektowano system oparty na mikrokontrolerze z łącznością bezprzewodową, zestawie czujników pyłu zawieszonego oraz czujniku temperatury. Układ został przystosowany do automatycznego odczytu danych, ich wstępnego przetwarzania oraz przesyłania do zewnętrznej bazy danych, z której informacje są prezentowane w aplikacji mobilnej. Urządzenie zostało zaprojektowane w środowisku 3D (Inventor), uwzględniając mechatroniczne podejście w projektowaniu, co pozwala wyeliminować już część błędów na etapie projektowania. Elementy obudowy zostały wykonane w technologii druku 3D z materiałów PETG i TPU. Na etapie realizacji wykonano instalację elektryczną z modułem zasilającym wyposażonym w cztery ogniwa Lilon 18650 oraz panel fotowoltaiczny o mocy 30W. Finalny prototyp urządzenia został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. *Zmontowana finalna wersja prototypu urządzenia*

Po zmontowaniu części mechanicznej i elektrycznej aparatury skonfigurowano wszystkie podstawowe moduły pomiarowe. Elementem centralnym analizatora jest mikrokontroler Wemos D1 UNO R32 na ESP32 WIFI który odbiera dane pomiarowe z laserowego czujnika pyłów zawieszonych PM1; PM2,5; PM10 – PMS1003 oraz temperaturę i wilgotność z czujnika DHT22. Dane są przesyłane za pomocą lokalnej sieci WiFi do bazy danych FireBase. Zaprojektowano i zaprogramowano również aplikację mobilną pozwalającą na podgląd aktualnych, jak i historycznych parametrów jakości dymu kominowego zarówno.

W pierwszej fazie testów sprawdzono poprawność działania układu zasilania oraz dokonano wstępnej analizy zużycia energii. Czynności te miały istotne znaczenie dla planowanego zasilania akumulatorowo - fotowoltaicznego. W następnej fazie testów sprawdzono komunikację pomiędzy analizatorem, bazą danych i aplikacją mobilną. Kolejna faza testów dotyczyła poprawności odczytów parametrów środowiskowych, zapisu danych w bazie danych i ich wizualizacji w czasie rzeczywistym. Na rys. 2 została przedstawiona zależność badanych parametrów od czasu otrzymana na podstawie pobranych danych.



Rys. 2. *Wykres przedstawiający zależność pyłów zawieszonych w powietrzu, temperatury i wilgotności od czasu*

Zastosowana metodyka obejmowała analizę literatury, dobór komponentów, integrację sprzętowo - programową, testy funkcjonalne czujników oraz ocenę poprawności transmisji i archiwizacji danych. Przyjęte rozwiązanie wpisuje się w nurt rozwoju niskokosztowych systemów Internetu Rzeczy do monitoringu jakości powietrza. Należy jednak uwzględnić, że optyczne czujniki pyłu wymagają starannej kalibracji, a ich wskazania mogą zależeć między innymi od wilgotności i warunków pracy, dlatego wyniki z prototypu należy traktować jako pomiary orientacyjne wymagające dalszej walidacji[1].

Dotychczas uzyskane rezultaty potwierdzają możliwość budowy mobilnego, zdalnie nadzorowanego systemu monitorującego pracę domowego źródła ciepła. W dalszych etapach planuje się wykonanie termoizolowanej obudowy, montaż urządzenia w pobliżu komina, przeprowadzenie testów terenowych w zmiennych warunkach atmosferycznych oraz porównanie wyników z danymi referencyjnymi. Opracowane rozwiązanie może znaleźć zastosowanie jako narzędzie wspierające kontrolę procesu spalania, ograniczanie emisji i zwiększanie świadomości ekologicznej użytkowników.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję opiekunowi Wincentemu Skwarkowi za pomoc merytoryką i dydaktyczną. Dziękuję również rodzicom za wsparcie i pomoc w rozwijaniu pasji. Oraz kolegom za cenne wskazówki.

ŹRÓDŁA

1. B. Alfano, M. Barretta, i in.: *A Review of Low-Cost Particulate Matter Sensors from the Developers' Perspectives*. Sensors, 2020.
2. A. Curto i in.: *Performance of low-cost monitors to assess household air pollution*. Environment International, 2018.
3. World Health Organization: *Household air pollution*. Fact sheet, 2025.

INTELIGENTNY SYSTEM WSPOMAGANIA SENIORÓW W REGULARNYM PRZYJMOWANIU LEKÓW

Maksymilian Musioł

Słowa kluczowe: dozownik leków, smart healthcare, farmakoterapia, automatyzacja.

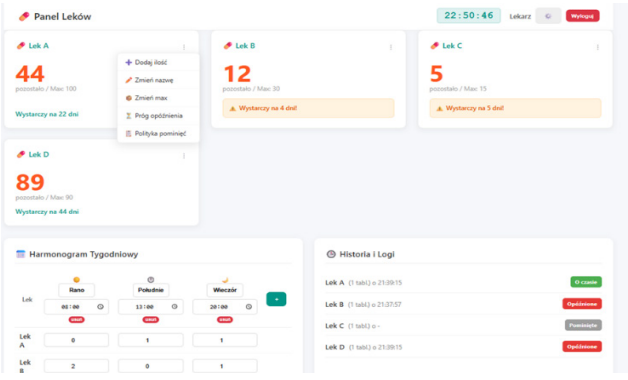
Opiekun: mgr inż. Piotr Tokarz | Zespół Szkół Technicznych w Rybniku, ul. Tadeusza Kościuszki 5, 44-200 Rybnik, maksmuspl@gmail.com

ABSTRAKT

Nieregularne przyjmowanie leków stanowi istotny problem zdrowotny[1], szczególnie wśród osób starszych, prowadząc do pogorszenia stanu zdrowia oraz obniżenia skuteczności terapii. Istotnym czynnikiem zwiększającym ryzyko nieprzestrzegania zaleceń terapeutycznych jest polipragmazja, czyli jednoczesne przyjmowanie wielu leków. Według raportu OECD[2], około 30–40% osób powyżej 65. roku życia przyjmuje co najmniej pięć różnych leków dziennie, co znacząco utrudnia prawidłowe prowadzenie terapii oraz zwiększa ryzyko pomyłek i pomijania dawek.

W ramach realizacji projektu przeprowadzono analizę dostępnych rozwiązań technicznych, obejmującą zarówno proste organizery leków, jak i zaawansowane systemy elektroniczne. Na tej podstawie zidentyfikowano ich ograniczenia, takie jak brak kontroli faktycznego przyjęcia leku, ograniczona funkcjonalność oraz niska ergonomia użytkowania. Następnie, na podstawie konsultacji z przedstawicielami branży medycznej, opracowano założenia projektowe oraz zaprojektowano i wykonano prototyp urządzenia.

System składa się z części mechanicznej, elektronicznej oraz oprogramowania sterującego. Mechanizm dozujący oparty na obrotowym bębnie umożliwia precyzyjne wydawanie leków, natomiast układ elektroniczny z mikrokontrolerem ESP32 oraz modułem RTC zapewnia sterowanie procesem oraz dokładne odmierzanie czasu. Zastosowane czujniki pozwalają na kontrolę poprawności dozowania poprzez zliczanie wydawanych tabletek. Dodatkowo urządzenie wyposażono w lokalny interfejs webowy umożliwiający konfigurację harmonogramu oraz zarządzanie systemem.



Rys. 1. *Widok pulpitu lekarza aplikacji w wersji na komputer. Źródło: opracowanie własne*

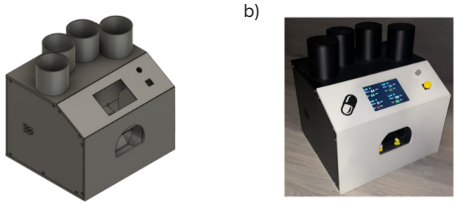
Przeprowadzone testy funkcjonalne oraz użytkowe potwierdziły poprawność działania urządzenia, jego niezawodność oraz intuicyjność obsługi. W ramach badań wykonano wielokrotne cykle dozowania, w trakcie których system prawidłowo realizował zaprogramowany harmonogram oraz dokładnie wydawał zadane ilości leków. Zastosowane czujniki umożliwiały skuteczną detekcję i zliczanie wydawanych tabletek, co pozwoliło na bieżącą kontrolę poprawności działania mechanizmu dozującego.

Zweryfikowano również działanie systemu w warunkach awaryjnych, takich jak brak leków w zasobnikach, utrata zasilania czy ponowne uruchomienie urządzenia. W każdym z tych przypadków system reagował zgodnie z założeniami, zapewniając bezpieczeństwo użytkownika oraz zachowanie spójności danych. Zaimplementowane mechanizmy zabezpieczające, w tym procedury obsługi błędów oraz mechanizmy czasowe, znacząco zwiększają niezawodność działania urządzenia.

Opracowane urządzenie charakteryzuje się wysokim poziomem automatyzacji procesu dozowania oraz możliwością elastycznej konfiguracji harmonogramu przyjmowania leków. Modułowa budowa systemu umożliwia jego dalszą rozbudowę oraz dostosowanie do różnych potrzeb użytkowników. Szczególny potencjał rozwojowy dotyczy zastosowań w środowisku medycznym, w tym integracji z systemami szpitalnymi oraz automatyzacji procesu przygotowywania leków, np. poprzez współpracę z systemami dystrybucji opartymi na elektronicznych tacach[3].

Rozwiązanie wpisuje się w rozwój nowoczesnych systemów opieki zdrowotnej, ukierunkowanych na automatyzację, zwiększenie bezpieczeństwa pacjentów oraz ograniczenie ryzyka błędów ludzkich. Może ono przyczynić się do poprawy skuteczności terapii, zwiększenia kontroli nad procesem przyjmowania leków oraz odciążenia zarówno pacjentów, jak i personelu medycznego.

a) b)



Rys.2. *Dozownik leków:* **a)** *model 3D,* **b)** *urządzenie zmontowane zgodnie z projektem. Źródło: opracowanie własne*

PODZIĘKOWANIA

Autor składa podziękowania Jagodzie Godziek za wsparcie merytoryczne. Wyrazy wdzięczności kierowane są również do Rodziców za wsparcie oraz do zespołu nauczycieli Zespołu Szkół Technicznych w Rybniku za dobrą radę i przekazaną wiedzę.

ŹRÓDŁA

1. World Health Organization, *Adherence to Long-Term Therapies*, 2003.
2. OECD, *Health at a Glance: Europe*, 2018.
3. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SPZOZ w Krakowie, *Rewolucja w podawaniu leków. Elektroniczne tace w szpitalu wojskowym w Krakowie*, 2026.

MASZYNA DO TWORZENIA FILAMENTU DO DRUKARKI 3D Z PLASTIKU

Henryk Muzyka

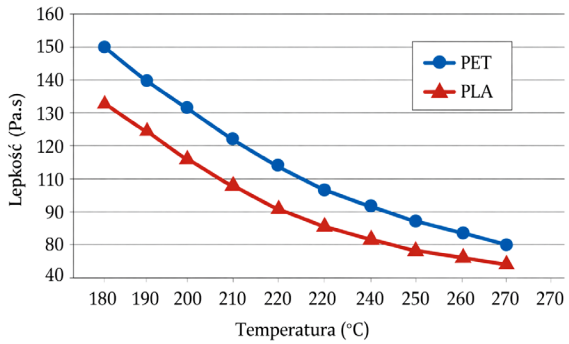
Słowa kluczowe: druk 3D, filament, ekologia, recykling, plastik.

Opiekun: Magdalena Matuszak | Zespół Szkół Chłodniczych i Elektronicznych w Gdyni, ul. Sambora 48, 81-201 Gdynia, M.Matuszak@zschie.edu.pl

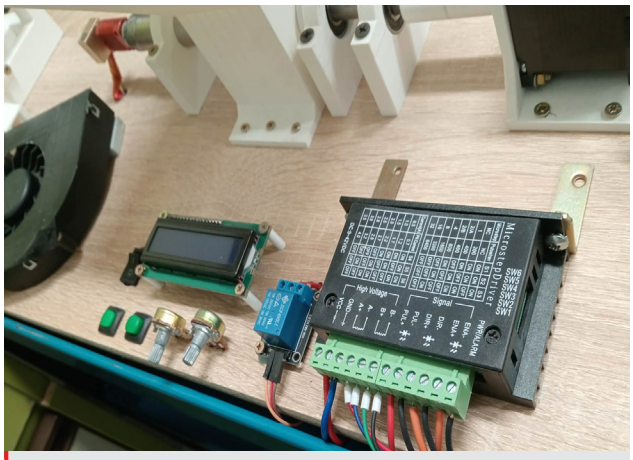
ABSTRAKT

Celem projektu było zaprojektowanie i wykonanie maszynki umożliwiającej wytwarzanie filamentu do drukarek 3D z odpadów plastikowych. Badania obejmowały szczegółową analizę właściwości mechanicznych i termicznych wybranych tworzyw sztucznych, takich jak PLA i PET, oraz optymalizację parametrów procesu topienia i ekstrudowania plastiku, z uwzględnieniem różnych prędkości podawania i temperatury topnienia. W ramach eksperymentów wykonano prototyp maszynki, wyposażony w precyzyjny system podgrzewania, ekstrudera oraz chłodzenia, który umożliwia produkcję filamentu o średnicy 1,75 mm ± 0,05 mm z zachowaniem jednorodności i minimalnego skurczu materiału. Przeprowadzono szereg testów jakości filamentu poprzez drukowanie modeli testowych w technologii FDM, co pozwoliło zweryfikować jego jednorodność, wytrzymałość, elastyczność oraz kompatybilność z różnymi modelami drukarek 3D.

Uzyskane wyniki wskazują, że stosowanie recyklingowanego plastiku jest realną i efektywną alternatywą dla filamentu komercyjnego, a produkcja w warunkach domowych, edukacyjnych lub warsztatowych może przyczynić się do znaczącej redukcji odpadów oraz zwiększenia świadomości ekologicznej użytkowników. Ponadto opracowany prototyp umożliwia dalszą automatyzację procesu, adaptację do różnych rodzajów tworzyw sztucznych oraz łatwą modyfikację parametrów w zależności od potrzeb użytkownika. Wyniki badań pokazują również potencjał wdrożeniowy takiego rozwiązania, zarówno w kontekście edukacyjnym, jak i hobbystycznym, umożliwiając tworzenie własnego filamentu w sposób ekonomiczny i przyjazny środowisku.



Rys. 1. *Wpływ temperatury na lepkość wytłaczanego filamentu z tworzywa PET i PLA*



Fot. 1. *Prototyp urządzenia*

ŹRÓDŁA

1. C. Baechler, et al., Open-source 3D printed filament recycler, Journal of Cleaner Production, 2013, 42: 173–182. – Artykuł opisuje prototypy maszyn do recyklingu plastiku i produkcji filamentu do drukarek 3D, z naciskiem na parametry topnienia i średnicę filamentu.
2. S. Tymrak, M. Kreiger, J. Pearce, Mechanical properties of components 3D printed with open-source recycled plastic filament, Materials & Design, 2014, 58: 242–246. – Badania porównujące wytrzymałość filamentu z recyklingu z filamentem komercyjnym, szczególnie PLA i PET.
3. M. Baumeister, A. Gervais, Recycling plastic waste into 3D printing filament, 3D Printing and Additive Manufacturing, 2016, 3(3): 157–165. – Publikacja pokazuje praktyczne metody przetwarzania odpadów plastikowych na filament, omawia ekstrudery i kontrolę średnicy filamentu.
4. J. R. White, et al., Fused Deposition Modeling with Recycled Plastics, Additive Manufacturing Handbook, 2017, s. 415–435. – Wprowadzenie do technologii FDM z recyklingowanego filamentu, omówienie właściwości materiałów, temperatur i testów jakościowych.
5. M. Baechler, J. Pearce, Closed-loop recycling of PLA and PET for 3D printing, Open Source Ecology, 2015. – Materiały dostępne online, praktyczne przykłady domowego i edukacyjnego recyklingu plastiku do produkcji filamentu.

OKULARY REWIDENTA TABORU KOLEJOWEGO

Szymon Myszograj

Słowa kluczowe: rozszerzona rzeczywistość, okulary AR, diagnostyka techniczna, tabor kolejowy, systemy wspomagania decyzji, inspekcja wizualna.

Opiekun: Agnieszka Jezierska | Zespół Szkół Technicznych i Ogólnokształcących im. Henryka Pobożnego w Legnicy, Złotoryjska 144, 59-220 Legnica, szkola@zstio.legnica.eu

ABSTRAKT

Celem projektu było opracowanie koncepcji inteligentnych okularów wspomagających pracę rewidenta taboru kolejowego poprzez integrację technologii rozszerzonej rzeczywistości (AR) oraz systemów wspomagania diagnostyki wizualnej. Problem badawczy wynika z potrzeby zwiększenia efektywności, dokładności oraz bezpieczeństwa kontroli technicznej pojazdów kolejowych, która obecnie w dużej mierze opiera się na manualnej ocenie stanu elementów taboru oraz dokumentacji papierowej lub rozproszonych systemach informatycznych.

W ramach przeprowadzonych prac dokonano analizy procesów rewizyjnych, identyfikując kluczowe etapy kontroli oraz potencjalne źródła błędów ludzkich. Następnie opracowano założenia funkcjonalne systemu, obejmujące m.in. wyświetlanie w czasie rzeczywistym informacji o kontrolowanych elementach, dostęp do dokumentacji technicznej, rejestrację usterek oraz wsparcie decyzji poprzez algorytmy rozpoznawania obrazu. Zaprojektowano architekturę rozwiązania składającą się z modułu okularów AR, systemu przetwarzania danych oraz interfejsu użytkownika dostosowanego do warunków pracy w terenie.

W części eksperymentalnej przeprowadzono symulacje działania systemu oraz wstępne testy prototypu interfejsu, oceniając jego użyteczność oraz wpływ na czas realizacji procedur kontrolnych. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość skrócenia czasu inspekcji oraz redukcję liczby pomijanych usterek dzięki wsparciu wizualnemu i automatyzacji wybranych procesów. Dodatkowo system umożliwia standaryzację procedur oraz lepszą archiwizację danych.

Wnioski z przeprowadzonych badań potwierdzają zasadność wykorzystania technologii rozszerzonej rzeczywistości w obszarze utrzymania taboru kolejowego. Opracowane rozwiązanie posiada potencjał wdrożeniowy w przedsiębiorstwach kolejowych, przyczyniając się do zwiększenia bezpieczeństwa eksploatacji oraz optymalizacji procesów diagnostycznych.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające pomiary zestawu kołowego w celu wprowadzenia ich do bazy danych*



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające testy okularów*

BIOFUNKCJONALNY HYDROŻEL ALGINIANOWO-CHITOZANOWY JAKO PLATFORMA NOWOCZESNYCH OPATRUNKÓW AKTYWNYCH

Małgorzata Narożnik

Słowa kluczowe: hydrożel, alginian, chitozan, opatrunki, gojenie.

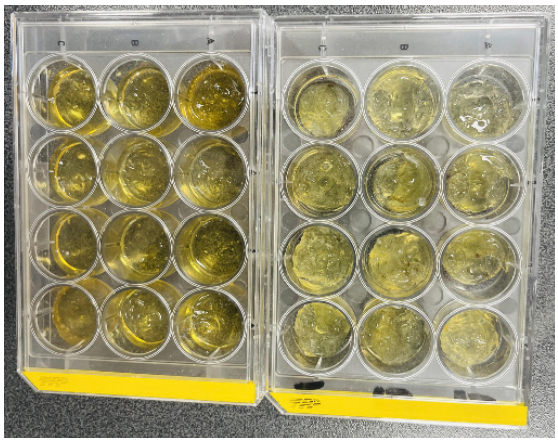
Opiekun: dr inż. Magdalena Michalak | Liceum Ogólnokształcące nr XVII z Oddziałami Dwujęzycznymi im. A. Frycza Modrzewskiego w Warszawie, ul. Elektoralna 5/7, 00-137, Warszawa, lo17@eduwarszawa.pl

ABSTRAKT

Leczenie ran przewlekłych i zakażonych stanowi istotne wyzwanie kliniczne, wymagające zastosowania materiałów opatrunkowych, które nie tylko wspierają regenerację tkanek, ale również umożliwiają monitorowanie zmian zachodzących w mikrośrodowisku rany. Jednym z kluczowych parametrów diagnostycznych jest pH, którego wzrost (z wartości lekko kwaśnych do obojętnych lub zasadowych) może wskazywać na rozwój infekcji oraz zaburzenia procesu gojenia.

Celem pracy było opracowanie biofunkcjonalnego hydrożelu opatrunkowego (InfecSense) na bazie alginianu sodu i chitozanu – naturalnie występujących biopolimerów[1,2], sieciowanych jonami wapnia (Ca^{2+}), z dodatkiem ekstraktu z tymianku *(Thymus vulgaris)* o właściwościach antybakteryjnych oraz wskaźnikiem pH - błękitem bromotymolowym. Oceniono właściwości opatrunku w kontekście potencjalnych zastosowań terapeutycznych i diagnostycznych[3,4]. Projekt materiału zakładał uzyskanie układu zdolnego do absorpcji wysięku oraz wizualnej odpowiedzi na zmiany pH środowiska, a także aktywnej reakcji antybakteryjnej.

Hydrożele otrzymano metodą sieciowania jonowego, wykorzystując zdolność alginianu do tworzenia struktur przestrzennych w obecności jonów Ca^{2+} oraz oddziaływania elektrostatyczne z chitozanem (Fot.1). Następnie przeprowadzono analizę ich właściwości fizykochemicznych, obejmującą ocenę zdolności absorpcji płynów, stabilności strukturalnej oraz obserwację zmian barwy w warunkach symulujących środowisko rany o zróżnicowanym pH. Dodatkowo oceniono potencjalne właściwości przeciwdrobnoustrojowe hydrożelu poprzez testy dyfuzji na podłożu agarowym, z wykorzystaniem mikroorganizmów pochodzących z naturalnej mikroflory skóry. Analiza stref zahamowania wzrostu (średnio 0,4cm) wskazała na obecność aktywności biologicznej materiału, co wiąże się z zastosowaniem ekstraktu z tymianku oraz obecnością chitozanu, znanych z właściwości antybakteryjnych.[5]



Fot. 1. *Model zsyntetyzowanych hydrożeli*

Uzyskane wyniki wskazują, że opracowany hydrożel charakteryzuje się wysoką zdolnością absorpcji oraz stabilnością strukturalną, a także wykazuje powtarzalną zmianę barwy w odpowiedzi na zmiany pH (Fot. 2). Zaobserwowana zależność sugeruje możliwość wykorzystania materiału jako wskaźnika zmian mikrośrodowiska rany, umożliwiającego wczesne wykrycie potencjalnych stanów zapalnych i konieczności dalszej diagnostyki. Dodatkowo obecność stref zahamowania wzrostu w testach mikrobiologicznych potwierdza potencjalne właściwości przeciwdrobnoustrojowe materiału, co może wspierać proces gojenia ran i ograniczać rozwój mikroorganizmów.

Przeprowadzone badania potwierdzają zasadność wykorzystania naturalnych polimerów do projektowania materiałów opatrunkowych o rozszerzonej funkcjonalności. Opracowany układ stanowi podstawę do dalszego rozwoju systemów opatrunkowych łączących właściwości terapeutyczne z elementami monitorowania stanu rany.



Fot. 2. *Reakcja barwna na zmiany pH środowiska*

PODZIĘKOWANIA

Ogromne podziękowania kieruję przede wszystkim do dr inż. Magdaleny Michalak i zespołu badawczego Pani Prof. dr hab. Agnieszki Jastrzębskiej z Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, za nieocenioną pomoc i opiekę merytoryczną.

ŹRÓDŁA

1. K.Y. Lee, D.J. Mooney: *Alginate: Properties and biomedical applications*. Progress in Polymer Science, 2012.
2. M. Dash et al.: *Chitosan–A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications*. Progress in Polymer Science, 2011.
3. S. Schreml et al.: *The impact of the pH value on skin integrity and cutaneous wound healing.* J Eur Acad Dermatol Venereol, 2010.
4. S. Burt: *Essential oils: their antibacterial properties*... Int J Food Microbiol, 2004.
5. M. Balouiri et al.: *Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity.* J Pharm Anal, 2016.

BIODEGRADOWALNY FILAMENT DO DRUKU 3D Z ODPADÓW KUCHENNYCH I OCENA JEGO WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH ORAZ BIODEGRADACJI

Ksawery Nisiobędzki

Słowa kluczowe: biodegradowalność, filament, druk 3d.

Opiekun: Karolina Paszek-Piątek | Liceum Ogólnokształcące nr X im. Stefanii Stempłowskiej we Wrocławiu, ul. Piesza 1, 51-109 Wrocław, ksawerynisiobedzki@gmail.com

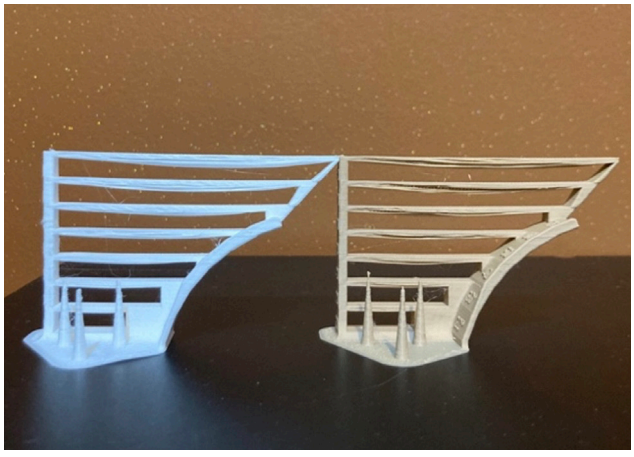
ABSTRAKT

Celem projektu było opracowanie kompozytowego filamentu do druku 3D na bazie PLA z dodatkiem przetworzonych odpadów kuchennych, stanowiącego bardziej zrównoważoną alternatywę dla standardowych materiałów stosowanych w technologii FDM. Jako komponent biodegradowalny wykorzystano skórki banana, które poddano procesowi suszenia w temperaturze 55°C przez 7 godzin, a następnie rozdrobniono mechanicznie.

Materiał bazowy stanowił granulat PLA, do którego wprowadzono składniki organiczne. W toku eksperymentów określono optymalny udział dodatku na poziomie 6% masowych – wyższe stężenie (10%) powodowało kruchość i łamliwość filamentu. Proces wytwarzania filamentu realizowano z wykorzystaniem autorskiego ekstrudera zaprojektowanego i zbudowanego samodzielnie na podstawie analizy dostępnych źródeł naukowych i technicznych. Uzyskanie stabilnej średnicy 1,75 mm wymagało dodatkowej kalibracji poprzez wielokrotne formowanie materiału z użyciem dyszy o kontrolowanej średnicy.

Właściwości przetwórcze materiału zweryfikowano na drukarce 3D Creality Ender-3 V3, stosując temperaturę dyszy 215°C oraz temperaturę stołu 55°C. Otrzymany filament umożliwia druk elementów o zadowalającej jakości, przy niewielkim pogorszeniu adhezji między warstwami względem czystego PLA. Wydruki charakteryzują się dobrą odpornością na upadki oraz umiarkowaną elastycznością, zbliżoną do materiału bazowego.

Przeprowadzona próba kompostowania nie wykazała istotnych zmian masy ani struktury materiału w krótkim czasie, co wskazuje na jego stabilność w początkowej fazie użytkowania. Opracowany filament potwierdza możliwość efektywnego wykorzystania biodopadów jako dodatku do materiałów stosowanych w druku 3D oraz stanowi praktyczne rozwiązanie wpisujące się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające wydruki 3D z filamentu biodegradowalnego i PLA*



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające proces powstawania biodegradowalnego filamentu*

AUTONOMICZNY SYSTEM LĄDOWANIA DRONÓW

Sebastian Noga

Słowa kluczowe: dron, AprilTag, ESP32, autonomia, przetwarzanie obrazu.

Opiekun: Piotr Miś | Zespół Szkół Łączności im. Obrońców Poczty Polskiej w Gdańsku, ul. Podwale Staromiejskie 51/52, 80-845, Gdańsk, noga.s@wp.pl

ABSTRAKT

Precyzyjne autonomiczne lądowanie dronów w warunkach ograniczonego sygnału GPS z użyciem systemu lokalizacji wizyjnej na mikrokontrolerach o ograniczonej mocy obliczeniowej.

Punktem wyjścia były testy modelu FOMO (Faster Objects, More Objects) z platformy Edge Impulse na ESP32-CAM. FOMO to zoptymalizowana sieć neuronowa TinyML (Tiny Machine Learning) analizująca cały obraz obraz SVGA (800x600) metodą detekcji obiektów poprzez skanowanie piksel po pikselu z oknem slajdowym 10x10px. Proces wymaga intensywnego treningu na zdjęciach lądowiska (kilkaset próbek). Wynikiem użycia tego modelu była szybkość przetwarzania w okolicach 1s/klatkę oraz brak danych o obrocie.

```
🎯 ID:12 | Pewność:82.9
📍 POZYCJA ZNACZNIKA (KALIBROWANE x0.80):
   X:  0.0117 m (prawo/lewo)  surowo: 0.0048
   Y: -0.0102 m (**NAD/PODE**) surowo:-0.0185
   Z:  0.2693 m (głębokość)   surowo: 0.3455
🔄 Yaw:-179.65° Pitch:  4.03° Roll:  6.11°
```



Rys. 1. *Dane lokalizacyjne podawane przez ESP32 podczas testów, oraz znacznik tag36h11 ID 12*

W odpowiedzi na ograniczenia FOMO opracowano system lokalizacji wizyjnej oparty na AprilTag. Jest to algorytm detekcji fiducjarnej analizujący tylko region znacznika w przeciwieństwie do FOMO skanującego cały obraz SVGA (800x600).

Proces rozpoczyna się od zmniejszenia obrazu (decimation, quad_decimate=2.0) zwiększającego prędkość przetwarzania. Adaptacyjne progowanie binarizuje obraz, wydobywając czarno-biały wzór znacznika odporny na cienie i nierównomierne oświetlene. Union-Find łączy sąsiadujące piksele w klastry, eliminując szum. Kontury wyodrębniają granice między klastrami, przygotowując do dopasowania 4 linii tworzących prostokąt zbliżony do kwadratu (aspect ratio ~1:1). Dekodowanie tagu prostuje zniekształcony kwadrat znacznika, sprawdza 4 możliwe obroty (0°, 90°, 180°, 270°), odczytuje kod z wbudowaną korekcją błędów, wyznacza numer ID znacznika i jego pewność (decision_margin). Dodatkowa korekta krawędzi mierzy dokładne przejścia czarny-biały wokół rogów, dając bardzo precyzyjne współrzędne do obliczenia pozycji i obrotu (x,y,z + 3 kąty). Opisany proces jest w pełni wykonywany przez bibliotekę apriltag-esp32 od raspiduino co pozwala wykorzystać rozwiązanie na każdym mikrokontrolerze obsługiwanym przez arduino IDE.

AprilTag w użyciu z kamerą OV2640 pozwala na wykrywanie znaczników 10x10cm z odległości około 1.5m oraz wykrywa znacznik przy maksymalnym przesunięcie w osi x i y (prostopadłe do odległości od znacznika) wynoszącym około 20cm, co pozwala na wycentrowanie drona względem znacznika.

Komunikacja z kontrolerem drona SpeedyBee F405 realizowana jest przez interfejs UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) przesyłający dane w formacie JSON w czasie rzeczywistym. UART wykorzystuje dwie linie: TX (nadawanie) i RX (odbieranie). Od strony kontrolera drona działa oprogramowanie Betafilght, które zarządza dronem. Pozwala ono również, z wykorzystaniem tryby MPS Override, wysyłać przez UART komendy sterujące bezpośrednio silnikami. Dzięki wykorzystaniu właśnie tego protokołu możliwe jest sterowanie dronem za pomocą płytki ESP.

W trakcie projektu zastąpiono ESP32-CAM płytką Seeed XIAO ESP32S3 Sense, ponieważ zapewnia ona więcej pamięci PSRAM, ma szybszy procesor i mniejsze rozmiary.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające kontrolery ESP32, z lewej Seeed XIAO Sense, oraz ESP32-CAM z prawej*

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie chciałbym podziękować opiekunowi za wsparcie w sprawach organizacyjnych.

ŹRÓDŁA

1. https://github.com/raspiduino/apriltag- esp32/blob/master/README.md
2. https://medium.com/engineering-iot/ble-asset-tracking-with-esp32-a-comprehensive-guide-2a3f439b45c4
3. https://medium.com/@hirok4/apriltag-detection-algorithm-f1f562434c9
4. https://docs.edgeimpulse.com/hardware/deployments/run-arduino-app-lab

PROJEKT I BADANIE SKUTECZNOŚCI MASZYNY DO KONTROLI WBIJANIA GWOŹDZI W PALETACH TRANSPORTOWYCH

Marceli Nowak

Słowa kluczowe: paleta transportowa, sterownik PLC, innowacyjność, programowanie, weryfikacja.

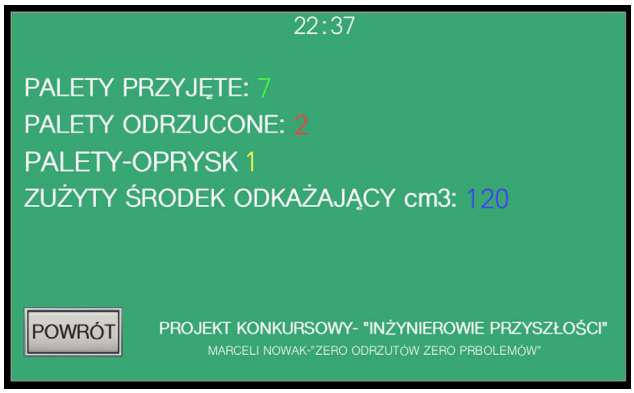
Opiekun: inż. Krzysztof Gorący | Zespół Szkół nr 1 im. Powstańców Wielkopolskich we Wronkach, ul. Leśna 17 64-510 Wronki, nowakmaki9@gmail.com

ABSTRAKT

Palety transportowe były, są i będą najpopularniejszym elementem związanym z transportem. W większości zakładów weryfikacja palet w zakresie pęknięć, zagrzybienia i wystających gwoździ odbywa się przez pracowników, którzy oceniają palety organoleptycznie. MożE to prowadzić do przeoczenia pewnych wad palety, bądź umyślnego pominięcia weryfikacji.

Celem konstrukcji maszyny do weryfikacji palet transportowych było sprawdzenie, czy czujniki indukcyjne podołają wykrywaniu niedobitych gwoździ w drewnianych paletach transportowych. W trakcie realizacji projektu pojawił się pomysł, aby wykorzystać kamerę ze sztuczną inteligencją, aby wykrywała mechaniczne uszkodzenia palet, takie jak pęknięte deski oraz ślady zagrzybienia.

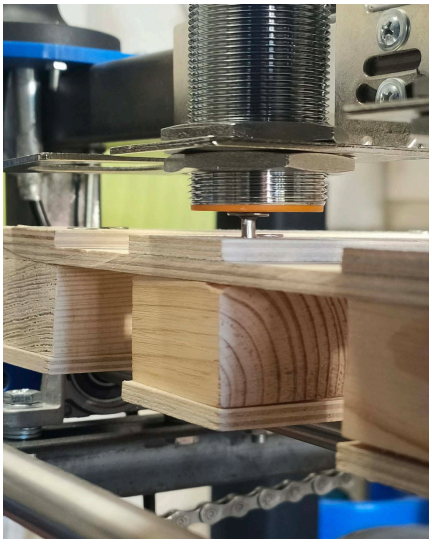
Mózgiem całej maszyny jest Sterownik PLC firmy Mitsubishi (model: FX5UC), który odbiera sygnały od czujników indukcyjnych oraz to, czy i w którym miejscu na palecie znajduje się niedobity gwoździ. Następnie sterownik sam decyduje, czy paleta się nadaje do użytku, czy gwoździ trzeba dobić. Sterownik również otrzymuje sygnały od płytki Arduino, która analizuje dane otrzymywane od inteligentnej kamery, po czym za pomocą przekaźników przekazuje impuls 24V prądu stałego na wejścia sterownika PLC. Za podgląd na proces technologiczny, możliwość manualnego sterowania oraz za podgląd danych o odrzuconych oraz przyjętych paletach odpowiada panel HMI GOT-2000 firmy Mitsubishi, komunikujący się ze sterownikiem PLC poprzez magistralę CC-Link, czyli otwarty protokół komunikacyjny opracowany przez Mitsubishi Electric. Tę samą magistralę wykorzystuje serwowzmacniacz Mitsubishi MR-JE--10C, czyli urządzenie umożliwiające sterownikowi PLC kontrolę nad serwosilnikiem napędzającym przenośnik rolkowy.



Rys. 1. *Zrzut ekranu programu GT SfotGOT*

Po zaprojektowaniu i stworzeniu ramy zostało wykonane okablowanie szafy sterowniczej i całej maszyny. Później zaprogramowano sterownik PLC, aby odczytywał dane z inteligentnej kamery o uszkodzeniu palety i czujników indukcyjnych informujących o wystających gwoździach. Po stworzeniu maszyny skonstruowane zostały modele palet transportowych z wystającymi gwoździami, pękniętymi, zapleśniałymi deskami, a niektóre bez żadnych defektów. Czujniki indukcyjne z łatwością wykrywały nieprawidłowo wbite gwoździe zależnie od poziomu wysokości czujników, którą można w prosty sposób wyregulować. Inteligentna kamera też dobrze poradziła sobie z wykrywaniem mechanicznych uszkodzeń bądź śladów zagrzybienia palet lecz tylko przy dobrym świetle otoczenia, przez co później zostało dodane oświetlenie dookoła obiektywu kamery. Gdy kamera dobrze się spisała z wykrywaniem zagrzybienia została dodana pompa środka odkażającego, którego mgła jest rozpylana nad przejeżdżająca paletą kończącą weryfikacje.

W przyszłości maszyna może zostać rozbudowana o obrotnicę, która sortowała by palety w zależności od przebiegu weryfikacji, istnieje możliwość budowy konstrukcji, która mogłaby weryfikować palety transportowe spełniające standard EPAL Konstrukcja może zostać pomalowana proszkowo.



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające wystający gwoździ podczas weryfikacji przez czujnik indukcyjny*

PODZIĘKOWANIA

Chciałbym podziękować nauczycielowi – Panu Krzysztofowi Gorącemu, który nauczył mnie od podstaw wszystkich potrzebnych środowisk programistycznych do zaprogramowania wszystkich sterowników i innych urządzeń i Panu Przemysławowi Łopińskiemu za pomoc w procesie toczenia rolek z przenośnika

ŹRÓDŁA

1. https://iautomatyka.pl/cc-link-ie-tsn-przyszlosc-sieci-przemyslowych/

ALGORYTMY STEROWANIA ROBOTEM KROCZĄCYM

Szymon Nyderek

Słowa kluczowe: robot, algorytmy, mikroprocesory, kinematyka.

Opiekun: Robert Radecki | Powiatowe Centrum Kształcenia Technicznego i Branżowego w Oświęcimiu, ul. Stanisławy Leszczyńskiej 8, 32-600 Oświęcim, S.NYDEREK@proton.me

ABSTRAKT

Streszczenie – W niniejszej pracy postawiono hipotezę badawczą: czy nawet niewielki model uczenia maszynowego jest w stanie znacząco zwiększyć możliwości robota kroczącego?

Roboty kroczące to zaawansowana grupa robotów mobilnych, zdolnych do poruszania się w trudnym terenie dzięki naśladowaniu lokomocji organizmów żywych. W ostatnich latach dziedzina ta znacząco się rozwinęła, głównie dzięki postępowi w elektronice i wzrostowi mocy obliczeniowej.

Mimo tego sterowanie takimi robotami nadal stanowi wyzwanie. Klasyczne algorytmy oparte na modelach kinematycznych są matematycznie złożone, trudne w implementacji i mało elastyczne w zmieniających się warunkach, co ogranicza ich praktyczne zastosowanie.

W niniejszej pracy proponuje się podejście hybrydowe, stanowiące platformę integrującą klasyczne modele kinematyczne z lekkimi modelami uczenia maszynowego oraz systemem wbudowanym robota, której celem jest połączenie interpretowalności metod analitycznych z adaptacyjnością podejść opartych na danych. Takie podejście pozwala na zachowanie kontroli nad strukturą ruchu robota przy jednoczesnym umożliwieniu dynamicznej korekty parametrów sterowania.

Na podstawie dotychczasowych prac projektowych oraz uzyskanych wyników cząstkowych przyjęto, że hipoteza ta jest zasadna. Przeprowadzona implementacja algorytmu kinematyki odwrotnej dla pojedynczej kończyny robota wykazała, że nawet stosunkowo proste podejścia algorytmiczne pozwalają na istotne rozszerzenie funkcjonalności systemu – w tym przypadku umożliwiają precyzyjne sterowanie pozycją końcówki nogi w przestrzeni, jak pokazują poniższe równania.

Model kinematyki odwrotnej

Zadana pozycja końcówki nogi: $P_cel = (X, Y, Z)$

Pozycja definiuje kąty stawów: $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$

Kąt obrotu w płaszczyźnie XY: $\Theta_1 = \text{atan2}(Y, X)$

Odległość w rzucie poziomym: $r = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$

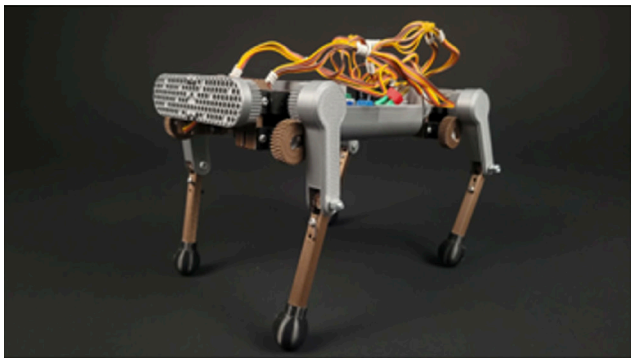
Wysokość względem stawu biodrowego: $z = Z - h_biodra$

Kąt kolana: $\cos(\Theta_3) = (r^2 + z^2 - L_1^2 - L_2^2) / (2L_1L_2)$

Kąt w stawie biodrowym: $\Theta_2 = \text{atan2}(z, r) - \text{atan2}(L_2 \sin(\Theta_3), L_1 + L_2 \cos(\Theta_3))$

Dla tych równań zastosowanie modeli uczenia maszynowego, nawet o niewielkiej złożoności, może dodatkowo zwiększyć zdolność robota do adaptacji w zmiennym środowisku, poprawić płynność ruchu oraz umożliwić częściową autonomię podejmowania decyzji. W szczególności modele te mogą wspierać klasyczne algorytmy sterowania poprzez optymalizację trajektorii ruchu lub dostosowanie parametrów sterowania w czasie rzeczywistym.

Należy jednak podkreślić, że zarówno algorytmy kinematyki odwrotnej, jak i metody uczenia maszynowego charakteryzują się wysokim poziomem złożoności implementacyjnej. Ich integracja w systemie wbudowanym, takim jak robot kroczący oparty na mikrokontrolerze, stanowi istotne wyzwanie inżynierskie, wymagające odpowiedniego doboru architektury sprzętowej oraz optymalizacji obliczeniowej.



Fot. 1. *Pierwszy prototyp robota Aura*

Pomimo braku pełnej weryfikacji eksperymentalnej modeli uczenia maszynowego na obecnym etapie projektu, uzyskane rezultaty oraz analiza literatury i dostępnych rozwiązań pozwalają wnioskować, że postawiona hipoteza jest prawdopodobna i uzasadniona, a jej pełne potwierdzenie stanowi kierunek dalszych badań.

Rys. 1. *Kod QR filmu prezentujqcego robota Aura*

BIBLIOGRAFIA

1. B. Katz, J. Di Carlo and S. Kim, *Mini Cheetah: A Platform for Pushing the Limits of Dynamic Quadruped Control*, 2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Montreal, QC, Canada, 2019, pp. 6295–6301, doi: 10.1109/ICRA.2019.8793865.

PROJEKT, BUDOWA I ANALIZA AERODYNAMICZNA, WYTRZYMAŁOŚCIOWA SPOJLERA SAMOCHODOWEGO

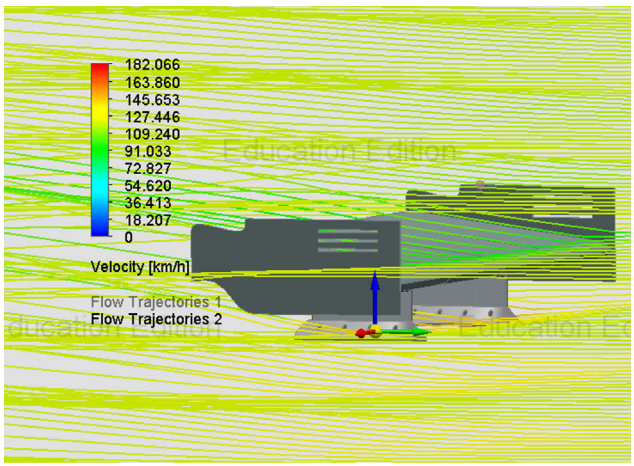
Oskar Okoń

Słowa kluczowe: spojler, bezpieczeństwo, profile lotnicze, modelowanie CAD, druk 3D.

Opiekun: Krzysztof Feja | Zespół Szkół Ponadpodstawowych w Kleszczowie, ul. Sportowa 8, 97-410 Kleszczów, zspkleszczow@zspkleszczow.pl

ABSTRAKT

Wśród samochodów dostępnych na rynku często zauważalny jest problem nadsterowności, który stanowi poważne zagrożenie na drodze. Celem projektu była analiza dostępnych rozwiązań oraz zaproponowanie nowego podejścia. W tym celu zastosowano odwrócony profil lotniczy NACA 4412 jako skrzydło o wymiarach 1800 mm x 700 mm. Profil ten charakteryzuje się dużą siłą nośną nawet przy niewielkich kątach natarcia, co w tym przypadku przekłada się na generowanie docisku. Pod skrzydłem powstaje podciśnienie, a nad nim nadciśnienie, co powoduje dociskanie elementu do podłoża.



Rys. 1. *Analiza aerodynamiczna spojlera w FLOEFD. Kolory odpowiadają prędkości powietrza w km/h*

Do zamocowania wykorzystano symetryczny profil NACA 0012, który zapewnia bardziej przewidywalne zachowanie i nie zakłóca przepływu powietrza. Między podstawą a skrzydłem zastosowano przejściówki o kątach 0°, 2°, 5° i 10°, dobrane na podstawie symulacji jako najlepsze pod względem stosunku docisku do oporu. W najlepszym wariancie stosunek ten przekraczał wartość 6, co jest bardzo dobrym wynikiem. Dodatkowo zastosowano endplate'y, które ograniczają przepływ boczny i zmniejszają wiry, co pozytywnie wpływa na efektywność skrzydła.

Całość wykonano przy użyciu druku 3D, a dla zwiększenia wytrzymałości zastosowano wewnętrzne wzmocnienia w postaci rur oraz gwintowanych połączeń.

Przeprowadzono również testy w warunkach rzeczywistych na torze Poznań, wykorzystując tensometry oraz żyroskop. Na podstawie analizy danych stwierdzono, że ustawienia 0° i 2° nie eliminują nadsterowności w ostrych zakrętach. Najlepsze rezultaty uzyskano przy ustawieniu 10°, gdzie osiągnięto docisk na poziomie około 52 kg przy prędkości 120 km/h, co znacząco poprawia stabilność pojazdu.



Fot. 1. *Samochód testowy z przymocowanym spojlerem*

Name	Current Value	Progress	Criterion	Averaged Value
GG Force (Y) 1	-81.3659 N	Achieved (IT = 95)	1.37824 N	-80.4888 N
GG Force (Z) 2	-517.659 N	Achieved (IT = 90)	5.87327 N	-513.735 N

Tab. 1. *Zestawienie docisku (Z) z oporem powietrza (Y) dla nachylenia 10°. Wyniki otrzymane na podstawie analizy*

Projekt ma duży potencjał rozwoju, np. poprzez zastosowanie siłowników, innych materiałów (np. włókna węglowego) czy bardziej agresywnych profili w zależności od zakresu prędkości. W przyszłości możliwe jest zastosowanie aktywnego skrzydła, które automatycznie dostosowuje się do warunków jazdy, wykorzystanie nowoczesnych materiałów kompozytowych czy integracja z systemami pojazdu.

NIEZALEŻNA, NIESTACJONARNA I ZINTEGROWANA SIEĆ INFORMACYJNA

Kajetan Olbracht

Słowa kluczowe: sieć, technologia, node, gateway.

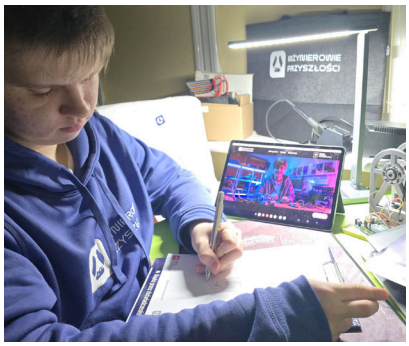
Opiekun: Tomasz Skowron | XIII Liceum Ogólnokształcące w Szczecinie, Unisławy 26, 71-413 Szczecin, kajetan.olbracht@gmail.com

ABSTRAKT

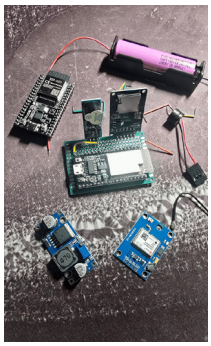
Zintegrowana sieć informacyjna była projektem, który mocno ewoluował. Powstał z ideą bycia pod elementem projektu CanSat na rok 2025/26. Niestety projekt nie przeszedł kluczowego etapu konkursu i sam CanSat nie był realizowany. Idea samego projektu została przeinaczona i zmieniona na coś prostszego, nie mniej jednak wymagającego.

Projekt zakładał powstanie kilku elementarnej sieci komunikacyjnej która mogłaby wykonywać polecenia i różne akcje. Zadaniem sieci było wykonanie zwykłej serii pomiarów podstawowych warunków atmosferycznych i środowiskowych - poziomu zanieczyszczeń, temperatury, ciśnienia, wilgotności. Celem projektu nie były same badania, to był test technologii, nauka jej obsługi i znajdowanie zastosowań.

1.



2.



Fot. 1. *Początki pracy, planowanie systemu*
Fot. 2. *Lutowanie gatewaya*

Niestety projekt nie poszedł w odpowiednią stronę i część praktyczna nie posiada znaczących sukcesów. Udało się jedynie zbudować kilka (dokładnie trzy elementy sieci) i zintegrować je ze sobą. Komunikowały się ze sobą i korzystały z elementów układu poprawnie, co było sukcesem. Natomiast nie udało się rozwinąć sieci i kreatywniej używać elementów. Mimo tego niepowodzenia wyciągam pozytywne wnioski. Każda porażka czegoś uczy i jest wliczona w ostateczny sukces, trzeba z niej wyciągać naukę. Wiem już, jak powinienem lepiej zarządzać czasem, poznałem dużo nowych technologii, schematów oraz planuje dalsze rozwijanie tego projektu na własną rękę, ponieważ czuję niedosyt. I wiem, że mogę coś ciekawszego wykonać dla własnych ambicji i rozwoju.

Cały projekt rozpoczął się od poszukiwań i studiów, jak taki system może działać. Po czasie uważam, że właśnie to ten etap był najbardziej pouczający, ponieważ dowiedziałem się, jak takie systemy działają, jakie są dostępne technologie, oraz sam zaprojektowałem schemat komunikacji. Zrozumiałem, jak można łączyć różne sieci komponentów, zorientowałem się i wybrałem odpowiednią technologię, czyli ESP32 i system komunikacji ESP-Now. Wybrałem opcję sieci sterowanej centralnie przez element matkę czyli gateway. Gateway posiada najmocniejszy procesor i największą pamięć (ESP32 Wrover), odpowiada on na zintegrowanie komunikacji, kontrolę, przyjmowanie poleceń i rozdzielanie zadań. Gateway komunikuje się z użytkownikiem (ze mną) przez nadajnik antenowy (antena 2.4Ghz) lub jeden z elementów. Te małe elementy to są nody, czyli urządzenia wykonawcze. Posiadają czujniki, komunikację z gatewayem lub manualne opcje. Schemat komunikacji wymyśliłem sam i polegał on na sprawdzeniu wszystkich nodów za pomocą gatewaya. Gateway otwiera w swojej pamięci zakładkę dla konkretnego noda, łączy się z nim przy pomocy ESP-Now i najpierw odbiera informacje, czy node istnieje, gdzie jest, czy wykonał zadanie, ewentualne wyniki lub ewentualne prośby/polecenia. Gateway to odbiera i zamiast trzymać wszystkie informacje, to zapisuje wyniki w odpowiedniej formie, podejmuje decyzje przy niepowodzeniach (node nie odpowiada, jest zgubiony lub nie oddał danych) informując o tym użytkownika i wysyła dalsze polecenia dla noda. Dzięki takiemu systemowi jest pewność klarowności przekazu informacji i możliwość sterowania różnymi elementami bez posiadania wymagającego sprzętu przy sobie - całą pracę wykonuje obrotny gateway.

W praktyce po zakupieniu elementów elektronicznych starałem się zapoznać z płytkami. Nie było to proste i wiele płytek, a także komponentów, zostało uszkodzonych, a kwestie techniczno-deweloperskie okazały się bardzo trudne i wymagające. Ilość czasu poświęcona na projekt również była przeszkodą. Niestety nie poradziłem sobie z zarządzaniem czasem, tak jak powinienem - klasa maturalna w liceum wymaga dużo pracy, dodatkowo startowałem w olimpiadach (ostatecznie z pozytywnym wynikiem, zostałem finalistą olimpiady fizycznej również wspieranej przez Fundację Orlen). Kupiłem elementy mechaniczne i narzędzia do mojego środowiska pracy (laboratorium fizyczne w szkole), by móc stworzyć projekt. Bardzo ograniczony czas i trudności deweloperskie sprawiły jednak, że udało mi się wykonać jedynie dwa nody i jeden gateway, bez możliwości dołączania nowych komponentów do sieci. Kontakt tylko za pomocą jednego z dwóch nodów. Jednak sama sieć działa dobrze i bez zarzutów. Udało mi się wytworzyć zintegrowaną sieć, wykonać test technologii, która działa. Ostatnim elementem projektu było znalezienie zastosowań takich sieci i ich ewentualny rozwój z wykorzystaniem pozostałej elektroniki oraz dodatkowych zakupów. Podczas pracy nad projektem zauważyłem, że takie sieci mogą być pomocne w kontroli. Najlepsze rozwiązanie zakłada komunikację sieci kamer, czujek lub monitoringu drogowego. System może usprawnić i umożliwić zwiększenie liczby komponentów - nodeów posiadanie gatewaya w antenie miejskiej albo pokoju centrali, zamiast pojedynczego elementu decydującego o działaniach. Drugi pomysł jest związany z aktualną sytuacją na świecie - rozwój technologii dronowych jest drastyczny, a zintegrowane chmary dronów biorą już udział w walkach na Ukrainie oraz na Bliskim Wschodzie, co dowodzi o dużym znaczeniu takich układów.

ECOBOT – AUTONOMICZNY ROBOT TRANSPORTOWY ŁADOWANY Z POMOCĄ PANELI SŁONECZNYCH

Jakub Olek

Słowa kluczowe: robot mobilny, automatyzacja, energia odnawialna, magazyn, robot transportowy, fotowoltaika.

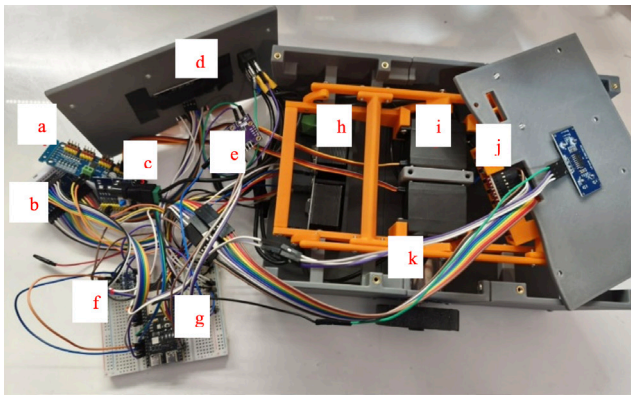
Opiekun: Dawid Wojtecki | Zespół Szkół Mechanicznych im. Komisji Edukacji Narodowej w Poznaniu, ul. Świerkowa 8, 61 – 472 Poznań, kubaolek2008@gmail.com

ABSTRAKT

Dynamiczny rozwój logistyki magazynowej oraz rosnące znaczenie zrównoważonego rozwoju stawiają przed inżynierią nowe wyzwania związane z automatyzacją procesów transportowych[1] przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnego wpływu na środowisko. Tradycyjne środki transportu wewnętrznego, takie jak wózki spalinowe, generują emisję dwutlenku węgla[2] oraz wysokie koszty eksploatacyjne. W odpowiedzi na te problemy opracowano projekt EcoBot – autonomicznego robota transportowego zasilanego energią odnawialną.

Celem projektu było zaprojektowanie i wykonanie prototypu robota zdolnego do samodzielnego pobierania, transportowania oraz odkładania ładunków w przestrzeni magazynowej, z jednoczesnym wykorzystaniem stacji dokującej zasilanej panelami fotowoltaicznymi. Hipoteza badawcza zakładała, że integracja autonomicznego systemu nawigacji z odnawialnym źródłem energii pozwoli stworzyć rozwiązanie niezawodne, energooszczędne oraz ograniczające emisję CO_2.

Konstrukcja robota opiera się na mobilnej platformie wyposażonej w silniki elektryczne z przekładniami (Fot. 1a.), sterowane za pomocą wydajnego sterownika mocy (Fot. 1h.). System nawigacji wykorzystuje czujniki ultradźwiękowe (Fot. 1d.). i czujniki podczerwieni (Fot. 1j.), umożliwiające wykrywanie przeszkód i kontrolę prędkość. Jednostkę sterującą stanowi komputer jednopłytkowy ESP32-S3 (Fot. 1g.), odpowiedzialny za przetwarzanie danych oraz realizację algorytmów sterowania.



Fot. 1. *Wnętrze robota:* a) *sterownik do serwomechanizmów,* b) *multiplekser* c) *moduł zasilania,* d) *czujnik odległości,* e) *moduł do sprawdzania napięcia akumulatora,* f) *konwerter poziomów,* g) *mikrokontroler ESP32-S3* h) *sterownik silnika DC,* i) *serwomechanizm,* j) *moduł wykrywani linii,* k) *silnik DC 10*

Istotnym elementem projektu jest mechanizm podnoszenia ładunku, który w toku prac został zoptymalizowany – pierwotnie planowane rozwiązanie z wykorzystaniem silnika DC i śruby trapezowej zastąpiono serwomechanizmami (Fot. 1i.), co pozwoliło uprościć konstrukcję, zmniejszyć masę oraz zwiększyć niezawodność systemu. Elementy konstrukcyjne robota wykonano w technologii druku 3D, co umożliwiło szybkie prototypowanie oraz wprowadzanie modyfikacji.

Równolegle opracowano koncepcję stacji dokującej wyposażonej w panel fotowoltaiczny (Fot. 2.) oraz układ zarządzania energią. System umożliwia automatyczne ładowanie akumulatorów robota po zakończeniu cyklu pracy lub przy spadku poziomu energii, a w warunkach ograniczonego nasłonecznienia przełącza się na zasilanie sieciowe, zapewniając ciągłość działania.

Dotychczasowe prace obejmowały zaprojektowanie modelu CAD robota, wykonanie elementów mechanicznych (w tym kół napędowych i części konstrukcji), testy podzespołów elektronicznych oraz rozpoczęcie implementacji oprogramowania sterującego. Przeprowadzone modyfikacje konstrukcyjne oraz testy komponentów potwierdziły zasadność przyjętych rozwiązań oraz umożliwiły optymalizację projektu pod kątem stabilności i funkcjonalności.

Efektem projektu jest rozwijany prototyp systemu transportowego, który łączy automatyzację procesów logistycznych z wykorzystaniem energii odnawialnej. EcoBot stanowi przykład praktycznego podejścia do projektowania technologii przyjaznych środowisku, które mogą znaleźć zastosowanie w magazynach, zakładach produkcyjnych oraz inteligentnych systemach logistycznych[3].



Fot. 2. *Urządzenie EcoBot wraz ze stacją ładującą i panelem fotowolaicznym*

W przyszłości planowane jest ukończenie pełnej integracji systemu, przeprowadzenie testów cykli roboczych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych oraz rozwój algorytmów autonomicznej nawigacji. Dalsze prace mogą obejmować zwiększenie stopnia autonomii robota, optymalizację zużycia energii oraz rozbudowę systemu o komunikację sieciową i zarządzanie flotą robotów, co znacząco zwiększy jego potencjał aplikacyjny.

ŹRÓDŁA

1. I. Pisz, T. Sęk, W. Zielecki, Wyd. PWE, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, s. 135–150.
2. J. Pula, Wyd. Arkady, *Energia słoneczna w zastosowaniach praktycznych*, s. 70–95.
3. T. Korczak. Wyd. WTN, *Automatyka. Podstawy i zastosowania*, s. 105–140.

RADIOWE MONITOROWANIE SŁOŃCA

Jakub Olszewski

Słowa kluczowe: radioastronomia, słońce, radioteleskop, SDR.

Opiekun: Stanisław Szulc | I Liceum Ogólnokształcące im. Zygmunta Krasińskiego w Ciechanowie, 17 Stycznia 66, 06-400 Ciechanów

ABSTRAKT

Celem projektu było zaprojektowanie i wykonanie systemu radiowego przeznaczonego do ciągłego monitorowania aktywności Słońca w zakresie fal radiowych. Założono budowę prostego radioteleskopu opartego na antenie parabolicznej oraz odbiorniku typu SDR (Software Defined Radio), który umożliwiałby rejestrację zmian natężenia sygnału radiowego pochodzącego od Słońca oraz ich dalszą analizę i wizualizację w czasie rzeczywistym.

W pierwszym etapie projektu opracowano koncepcję systemu pomiarowego, dobór komponentów oraz schemat połączeń układu odbiorczego. Następnie zrealizowano fizyczną konstrukcję radioteleskopu oraz uruchomiono podstawowy tor odbioru sygnału radiowego. Przeprowadzono wstępne testy działania układu, które potwierdziły możliwość odbioru sygnałów w wybranym paśmie częstotliwości.

Równolegle opracowano wstępną wersję systemu informatycznego w postaci strony internetowej, której celem była wizualizacja oraz archiwizacja danych pomiarowych. Z uwagi na niewystarczającą ilość stabilnych i ciągłych danych pomiarowych, wynikającą z problemów technicznych systemu oraz niestabilności sygnału, strona nie została ostatecznie wdrożona do działania.

Największe trudności w realizacji projektu dotyczyły kalibracji układu odbiorczego, eliminacji zakłóceń elektromagnetycznych oraz zapewnienia stabilności długoterminowych pomiarów. Dodatkowym istotnym czynnikiem wpływającym na jakość zbieranych danych były warunki atmosferyczne, które utrudniały prowadzenie powtarzalnych obserwacji. Problemy te uniemożliwiły osiągnięcie celu w postaci w pełni automatycznego systemu monitoringu ciągłego.

Mimo niepełnej realizacji założeń projektowych, przedsięwzięcie pozwoliło na zdobycie praktycznej wiedzy z zakresu radioastronomii, podstaw przetwarzania sygnałów radiowych oraz integracji sprzętu pomiarowego z narzędziami informatycznymi. Projekt umożliwił również poznanie ograniczeń związanych z amatorskimi systemami obserwacji astronomicznych oraz znaczenia stabilności warunków pomiarowych w eksperymentach naukowych.

Dalszy rozwój projektu mógłby obejmować zastosowanie bardziej zaawansowanych metod filtracji sygnału, poprawę systemu kalibracji, wykorzystanie lepiej ekranowanych komponentów oraz automatyzację procesu zbierania i analizy danych.

BADANIE WPŁYWU KONSERWACJI ORAZ STĘŻENIA KONSERWANTU NA ZAWARTOŚĆ WITAMINY C W WARZYWACH I OWOCACH

Izabela Ortyl

Słowa kluczowe: konserwacja, konserwant, papryka, witamina C, stężenie.

Opiekun: mgr inż. Paulina Bilska | Zespół Szkół Technicznych w Kłodzku, ul. Bohaterów Getta 6, 57-300 Kłodzko, izabelaortyl@icloud.com, p.bilska@zsp1.ng.pl

ABSTRAKT

W dzisiejszych czasach spory nacisk kładzie się na zdrowe odżywianie, głownie spożycie odpowiedniej ilości witamin. Witamina C (kwas askorbinowy) odgrywa kluczową rolę przy produkcji kolagenu w naszym organizmie, działa jako antyoksydant, dzięki czemu chroni nasze komórki przed nowotworami i starzeniem, wzmacnia naczynia krwionośne i dziąsła, wpływa na odporność i czas infekcji podczas choroby. Niedobór kwasu askorbinowego prowadzi do osłabienia odporności, problemów z dziąsłami, zmian skórnych i naczyniowych oraz zwiększa ryzyko nowotworów[1,2].

Celem badania było sprawdzenie, czy konserwacja wpływa na stężenie witaminy C w próbce oraz czy stężenie konserwantu odgrywa rolę w utracie kwasu askorbinowego w produkcie. Badania zostały zlecone laboratorium zewnętrznemu, które dokładnie zbadało wysłane próbki. Po ustaleniu szczegółów przystąpiono do konserwacji. Jedną paprykę żółtą podzielono na pięć części, jedną część - nie poddaną konserwacji, wysłano od razu do laboratorium, trzy z pozostałych próbek, zakonserwowano w roztworach: soli o stężeniu 2%, soli o stężeniu 3%, mieszaninie soli, cukru i octu w odpowiednim stosunku. Kawałki papryk przeniesiono do słoików, zalano je gorącymi roztworami i szczelnie zamknięto. Ostatni kawałek wykorzystano jako próbkę kontrolną - umieszczono go w słoiku, a następnie zalano gorącą wodą kranową i również szczelnie zamknięto. Bardzo ważnym elementem było zassanie się słoików, aby zapobiec niepożądanemu rozwojowi drobnoustrojów, przez dostęp do powietrza. Wszystkie słoiki pozostawiono na tydzień w temperaturze pokojowej, aby mógł zajść proces marynowania. Po upływie tego czasu papryki wyjęto ze słoików, a następnie przekazano próbki do laboratorium, gdzie oznaczono zawartość witaminy C techniką HPLC-UV-Vis.

Próbka	Stężenie witaminy C [mg/g]
Papryka świeża	1,46
Papryka w wodzie kranowej (kontrola)	0,032
Papryka w roztworze soli, octu i cukru	0,026
Papryka w roztworze soli 3%	0,017
Papryka w roztworze soli 2%	0,015

Tab. 1. *Zawartość wit. C w badanych próbkach.*

Metoda HPLC-UV-Vis to metoda analityczna, która jest połączeniem badań – Wysokosprawnej Chromatografii Cieczowej (HPLC), ze spektrofotometrycznym detektorem ultrafioletu i światła widzialnego (UV-Vis). HPLC polega na wprowadzeniu mieszaniny związków do kolumny chromatograficznej i elucji (wymywania) wskazanej substancji za pomocą ciekłego rozpuszczalnika pod wysokim ciśnieniem. Rozdzielenie powoduje przemieszczenie się pożądanych składników przez kolumnę z różną prędkością. W detekcji UV-Vis rozdzielone substancje trafiają do celi pomiarowej detektora. Cząsteczki posiadające dane grupy funkcyjne absorbują światło ultrafioletowe o długości fali od 190 nm do 400 nm oraz światło widzialne o długości fali od 400 nm do 800 nm. Detektor mierzy spadek intensywności światła, które przechodzi przez próbkę, co pozwala na oznaczenie ilościowe pożądanej substancji, w tym przypadku wit. C[3].

Na podstawie danych w tabeli powyżej wynika, że 1g papryki świeżej zawiera 1,46 mg kwasu askorbinowego. Po konserwacji wartości te znacznie spadają. Stężenia w zamarynowanych próbkach zmniejszają się od 1,428 mg/g do 1,445 mg/g, co pokazuje znaczny wpływ konserwacji na zawartość witaminy C. Na podstawie wyników możemy zaobserwować, że cukier i ocet sprzyjają zachowaniu części witaminy C w warzywach. Jest to widoczne przy porównaniu wyników próbek papryki przechowywanej w solance o stężeniu 3% oraz w mieszaninie soli, octu i cukru. Mimo zbliżonej zawartości soli w obu roztworach (60 g i 66,67 g), zawartość witaminy C znacząco się różni. Natomiast w próbkach marynowanych w solankach o stężeniach 2% i 3% nie zaobserwowano istotnych różnic, pomimo odmiennego stężenia roztworu konserwującego, wartości kwasu askorbinowego były zbliżone (0,015 mg/g i 0,017 mg/g). Uzyskane wyniki wskazują, że wyższe stężenie konserwantu sprzyja zachowaniu witaminy C w próbce, co jest sprzeczne z jedną z postawionych hipotez. Potwierdza to fakt, że próbka o najniższej zawartości soli (solanka 2%) charakteryzowała się najmniejszym stężeniem witaminy C spośród wszystkich preparatów. Z kolei papryka konserwowana w mieszaninie soli, octu i cukru, zawierającej największą ilość dodatków, wykazała najwyższą zawartość witaminy C spośród próbek konserwowanych.

W przyszłości, projekt ma potencjał na dalszy rozwój. W badaniu można wykorzystać inne metody konserwacji oraz przeprowadzić analizę różnych produktów spożywczych lub zbadać próbki pod kątem zawartości innych witamin np. wit. A, wit. K wit. E. Można również opracować metodę konserwacji, która ograniczy straty wit. C w produkcie.

PODZIĘKOWANIA

Pragnę podziękować mojej mentorce - Pani Paulinie Bilskiej, która zawsze służyła pomocą przy wszelakich sprawach i Pani Annie Frońskiej - Popiel za wsparcie i udostępnienie laboratorium. Dziękuję również moim koleżankom, które też brały udział w programie - Gabrieli Tomera i Antoninie Makowskiej - za czas spędzony w laboratorium :)

ŹRÓDŁA

1. Przemysław Bury, Dariusz Godlewski, Piotr Wojtyś. *Witamina C a nowotwory złośliwe - praca przeglądowa*.

2. *Współczesna Onkologia (1999) 3(5),* 183-187Dobosz, A. (2016). Witamina C - fakty i mity. Laboratorium Przegląd Chemiczny (9-10), 79-81
3. *Comparative Study of HPLC Detectors in PT. FIP: A Review*. (2025). Calory Journal Medical, Laboratory Journal, 3(2), 33-44.

GEODEZJA Z LOTU PTAKA

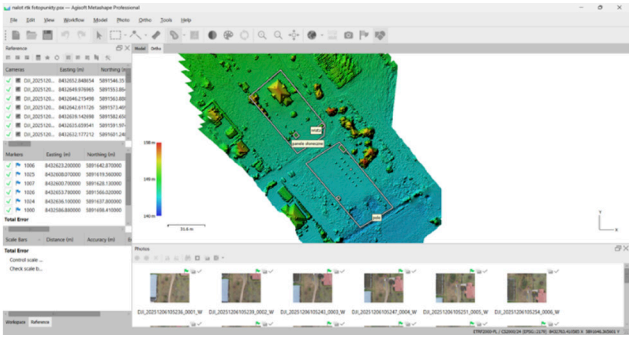
Piotr Ostrowski

Słowa kluczowe: drony, ortofotomapa, fotogrametria, fotopunkty, pomiary.

Opiekun: Grzegorz Pawełko | Zespół Szkół Budowlano-Geodezyjnych im. S. W. Bryły w Białymstoku, ul. Słonimska 47/1, 15-029 Białystok, g.pawelko@zsbg.bialystok.pl

ABSTRAKT

Celem pracy badawczej było sprawdzenie możliwości tworzenia profesjonalnych map geodezyjnych za pomocą komercyjnego drona dostępnego dla każdego bez specjalistycznego szkolenia. Porównano możliwości drona DJI MINI 3 PRO z profesjonalnym dronem DJI MAVIC 3 wyposażonym w moduł RTK. Ortofotomapy będące rezultatem 3 nalotów wykonano w programie Agisoft Methashape. Zbadano dane zebrane za pomocą drona DJI MINI 3, DJI MAVIC 3 (bez sytemu RTK) oraz DJI MAVIC 3 (z sytemem RTK), który odpowiada za precyzyjne pozycjonowanie położenia. Odniesieniem dla pomiarów wykonanych dronami był pomiar geodezyjnym odbiornikiem GNSS (Topcon Hiper HR). Dodatkowo ,niektóre szczegóły sytuacyjne pomierzone za pomocą odbiornika satelitarnego wykorzystano jak tzw. fotopunkty, w oparciu o które wpasowano wcześniej wykonane ortofotomapy w obowiązujący w Polsce układ współrzędnych.



Rys. 1. *Numeryczny model mierzonego terenu*

Analizie porównawczej poddano 6 obiektów powierzchniowych znajdujących się na dwóch działkach.

Porównanie 3 wyników pomiarów dronem bez zastosowania fotopunktów w stosunku do pomiaru odbiornikiem gnss										
powierzchnie:	GNSS	mini 3	różn. [m]	%	mavic (bez rtk)	różn. [m]	%	mavic (z rtk)	różn. [m]	%
działka z domem	2209	2281	-72,1	-3,3%	2127	81,5	3,8%	2116	93,4	4,2%
pole	2304	2566	-261,7	-11,4%	2340	-35,5	-1,5%	2359	-55,1	-2,4%
panele słoneczne	30	34	-3,4	-11,1%	33	-2,6	-7,8%	32	-1,9	-6,4%
domek	14	15	-0,7	-5,0%	14	-0,3	-2,3%	14	-0,1	-0,5%
blaszak	20	20	-0,7	-3,3%	20	-0,4	-2,0%	20	-0,3	-1,4%
ul	0,4	0,4	0,0	-9,3%	0,4	0,0	-5,8%	0,4	0,0	-1,7%
domek przy stawach	6	6	-0,2	-3,5%	6	-0,2	-4,1%	6	-0,2	-3,5%
Porównanie 3 wyników pomiarów dronem z fotopunktami w stosunku do pomiaru odbiornikiem gnss										
powierzchnie:	GNSS	mini 3	różn. [m]	%	mavic (bez rtk)	różn. [m]	%	mavic (z rtk)	różn. [m]	%
działka z domem	2209	2163	46,1	2,1%	2162	46,8	2,1%	2173	36,3	1,6%
pole	2304	2330	-26,0	-1,1%	2318	-14,4	-0,6%	2310	-6,1	-0,3%
panele słoneczne	30	31	-0,5	-1,6%	31	-0,3	-1,1%	30	0,0	0,1%
domek	14	14	0,0	0,0%	14	-0,3	-1,8%	14	-0,1	-0,9%
blaszak	20	20	0,1	0,5%	20	0,1	0,4%	20	-0,1	-0,3%
ul	0,4	0,4	0,0	-0,8%	0,4	0,0	1,0%	0,4	0,0	0,0%
domek przy stawach	6	6	0,0	-0,4%	5	0,1	1,0%	5	0,0	0,1%

Tab. 1. *Wyniki analizy porównawczej*

Stwierdzono że fotopunkty mają kluczowe znaczenie dla dokładności pomiarów fotogrametrycznych, a ich wpływ jest widoczny w różnym stopniu we wszystkich testowanych modelach dronów. Pozwalają na osiągnięcie wysokiej precyzji odwzorowania terenu. W przypadku drona DJI Mini 3 Pro, fotopunkty drastycznie poprawiają precyzję tego urządzenia. Przykładowo, przy pomiarze pola bez fotopunktów błąd wynosił aż -261,7 m (11,4%), natomiast po ich zastosowaniu spadł do -26,0 m (1,1%). W przypadku małych obiektów, takich jak "domek", błąd został zredukowany z -5,0% do 0,0%. Dla drona DJI Mavic Enterprise (bez RTK) zastosowanie fotopunktów pozwoliło na znaczące uszczegółowienie wyników. Przy pomiarze pola różnica względem pomiaru GNSS zmniejszyła się z -35,5 m (-1,5%) do -14,4 m (-0,6%). Nawet profesjonalny dron za około 30 tysięcy złotych, wyposażony w moduł RTK, wykazuje poprawę dokładności po dodaniu fotopunktów. Przykładowo, przy pomiarze paneli słonecznych błąd spadł z -6,4% do zaledwie 0,1%, a przy pomiarze pola z -2,4% do -0,3%.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że DJI Mini 3 Pro z zastosowaniem fotopunktów może stanowić budżetową alternatywę dla drona RTK. W kilku kluczowych pomiarach DJI Mini 3 Pro wsparty fotopunktami uzyskał lepsze wyniki niż profesjonalny DJI Mavic Enterprise z modułem RTK pracujący bez fotopunktów. Przy pomiarze pola: Mini 3 Pro (z punktami) miał błąd -1,1%, podczas gdy Mavic RTK (bez punktów) miał -2,4%. Natomiast przy panelach słonecznych: Mini 3 Pro (z punktami) osiągnął błąd -1,6%, a Mavic RTK (bez punktów) aż -6,4%. Przy małych obiektach (np. domek): Mini 3 Pro (z punktami) osiągnął idealną dokładność 0,0%, podczas gdy Mavic RTK (bez punktów) wykazał błąd -0,5%.



Zdj. 2. *Pomiary dronem*

Dla geodetów planujących tworzenie profesjonalnych map do celów projektowych, DJI Mini 3 Pro z odpowiednio rozmieszczonymi fotopunktami jest w stanie dostarczyć wyniki o wysokiej precyzji, co czyni go skutecznym i znacznie tańszym zamiennikiem drona RTK w wielu zastosowaniach. Zastosowanie fotopunktów pozwala dronowi amatorskiemu (DJI Mini 3 Pro) zbliżyć się do dokładności modeli profesjonalnych, niwelując błędy z poziomu kilkunastu procent do około 1-2%. Dla modeli profesjonalnych z RTK fotopunkty są ostatecznym potwierdzeniem i korektą, pozwalającą osiągnąć błędy poniżej 1% w większości mierzonych elementów. Ich użycie jest niezbędne, aby model stworzony przez drona spełniał normy dokładnościowe wymagane w ośrodkach dokumentacji geodezyjno-kartograficznej. DJI Mini 3 Pro „odstaje" od drona profesjonalnego głównie brakiem stabilności pozycjonowania bez zewnętrznego wsparcia. Jeśli jednak proces pomiarowy obejmuje wyznaczenie fotopunktów odbiornikiem GNSS, Mini 3 Pro staje się użytecznym narzędziem do pomiarów powierzchni i obrazowania, oferując wyniki tylko nieznacznie gorsze od sprzętu profesjonalnego.

INTELIGENTNY RADIOWĘZEŁ SZKOLNY

Aleksander Pabian

Słowa kluczowe: autonomiczne systemy, optymalizacja, Digital Signage, radiowęzeł, modernizacja infrastruktury.

Opiekun: Monika Kaczmarczyk | Zespół Szkół Informatycznych im. gen. Józefa Hauke-Bosaka (Technikum nr 7) w Kielcach, ul. Warszawska 96 25-401 Kielce, szkola@zsi.kielce.pl

ABSTRAKT

Niniejsza praca badawcza skupia się na problematyce modernizacji szkolnej infrastruktury teleinformacyjnej w celu stworzenia nowoczesnego, interaktywnego systemu komunikacji audio-wizualnej. Głównym wyzwaniem projektowym była transformacja tradycyjnego radiowęzła, wymagającego stałej obecności operatora, w system w pełni autonomiczny. Projekt łączy w sobie zagadnienia z zakresu inżynierii oprogramowania, optymalizacji systemów operacyjnych oraz projektowania doświadczeń użytkownika (UX).

Metodologia i przebieg prac badania zrealizowano w oparciu o metodologię „nauki przez doświadczenie" (learning by doing), co pozwoliło na praktyczną weryfikację założeń teoretycznych w środowisku rzeczywistym. Proces badawczy podzielono na trzy kluczowe etapy:

1. Warstwa logiczna i automatyzacja: opracowano autorski algorytm w języku Python, który w oparciu o biblioteki obsługi dźwięku oraz systemowe harmonogramy (task scheduling) zarządza emisją audio. Skrypt w czasie rzeczywistym synchronizuje się z zegarem szkolnym, co gwarantuje precyzyjne odtwarzanie muzyki i komunikatów w ramach przerw lekcyjnych bez ingerencji człowieka.

2. Warstwa interakcji (Backend/Frontend): zaimplementowano system zarządzania zgłoszeniami oparty na języku PHP i bazie danych. Stworzono responsywny interfejs webowy, do którego uczniowie uzyskują dostęp poprzez skanowanie dynamicznie generowanych kodów QR. Pozwala to na demokratyzację wyboru playlisty i automatyczne kolejkowanie utworów zgodnie z preferencjami społeczności.

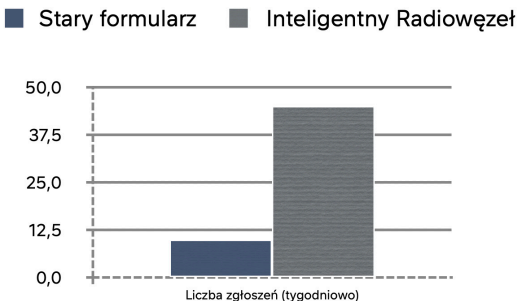
3. Optymalizacja infrastruktury sprzętowej: przeprowadzono analizę wydajnościową lekkich dystrybucji systemów operacyjnych. W celu przywrócenia pełnej sprawności starszym jednostkom komputerowym wdrożono systemy Tiny10 oraz ChromeOS Flex. Pozwoliło to na minimalizację opóźnień (latency) w procesach nadawczych oraz zapewnienie stabilności pracy serwera lokalnego.

Wyniki i analiza

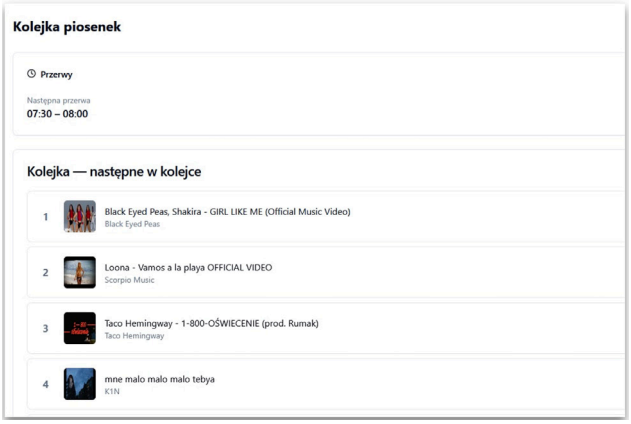
Wdrożenie systemu przyniosło mierzalne efekty w postaci pełnej autonomii procesów emisyjnych. Analiza statystyk ruchu w systemie PHP wykazała siedmiokrotny wzrost zaangażowania uczniów w życie radiowęzła (Rys. 1). Dzięki instalacji terminali Digital Signage w kawiarence oraz na II piętrze szkoły, komunikacja stała się bardziej transparentna – uczniowie mają stały podgląd na aktualnie emitowany repertuar. Badania potwierdziły, że automatyzacja nie tylko odciąża personel, ale dzięki skróceniu ścieżki użytkownika (QR code -> Formularz), drastycznie zwiększa partycypację w inicjatywach szkolnych.

Podsumowanie i potencjał rozwojowy

Zrealizowany projekt dowodzi, że integracja niskobudżetowych rozwiązań sprzętowych z zaawansowanym oprogramowaniem autorskim pozwala na stworzenie profesjonalnego systemu o parametrach komercyjnych. Rozwiązanie to ma wysoki potencjał wdrożeniowy w innych placówkach oświatowych jako skalowalna platforma komunikacji wewnętrznej.



Rys. 1. *Wykres przedstawiący wpływ dostępności systemu na zaangażowanie uczniów*



Fot. 1. *Kolejka piosenek – widok dla ucznia*

PODZIĘKOWANIA

Składam serdeczne podziękowania Panu Sebastianowi Mazurowi oraz Panu Rafałowi Winklerowi za wsparcie techniczne i merytoryczne. Dziękuję Pani Monice Kaczmarczyk za pomoc organizacyjną, a Pani Annie Śliwie, opiekunce radiowęzła oraz całemu zespołowi Radiowęzła SWITCH za współpracę i pomoc w testowaniu systemu. Realizacja pracy nie byłaby możliwa bez Państwa zaangażowania.

ŹRÓDŁA

1. Microsoft Learn: Compact OS and image optimization.
2. Python Software Foundation: Python Standard Library Documentation.
3. Google for Education: ChromeOS Flex deployment guide.
4. W3Schools Online Web Tutorials

WPŁYW FORMY POLECENIA NA ROZWIĄZANIE ZADANIA PRZEZ UCZNIÓW

Antonina Pajek

Słowa kluczowe: edukacja, sztuczna inteligencja, matematyka, HTML,NLP.

Opiekun: Joanna Politarczyk | VIII Liceum Ogólnokształcące im. Władysława IV w Warszawie, Jagiellońska 38, 03-719 Warszawa, a.ntonina_pajek@gazeta.pl

ABSTRAKT

Niniejszy projekt podejmuje problematykę barier językowych w edukacji matematycznej, koncentrując się na wpływie sformułowania polecenia na skuteczność rozwiązywania/próby rozwiązania zadań przez uczniów. Głównym celem badań było sprawdzenie hipotezy, według której stopień złożoności lingwistycznej oraz brak wsparcia wizualnego bezpośrednio korelują z liczbą popełnianych błędów. W ramach części badawczej przeprowadzono testy wśród uczniów, wykorzystując zestaw zadań z zakresu matematyki, w kilku wariantach: od klasycznie sformułowanych, po uproszczone językowo i wzbogacone o rysunki pomocnicze. Poziom subiektywnego zrozumienia treści oceniono za pomocą ankiety.

Część inżynierska projektu polegała na stworzeniu strony internetowej pełniącej rolę interaktywnego asystenta edukacyjnego. Serwis, wykorzystuje moduły (OCR) do odczytu tekstu ze zdjęć oraz zaawansowane modele językowe (NLP), umożliwiając użytkownikom natychmiastowe uproszczenie treści zadań oraz ich parafrazę. Analiza zebranych danych wykazała, że w naturalny i przejrzysty sposób sformułowane polecenia zadań zachęcają uczniów do podjęcia próby rozwiązania zadania - ponad 50% ankietowany rozpoczęło rozwiązywanie testu od właśnie tak sformułowanego polecenia. Podobnie, bo ponad 50% badanych uczniów wskazała, że rysunek zachęca i ułatwia rozwiązanie zadania. Nieco ponad 75% ankietowanych wskazało, że korzysta z AI, kiedy uczy się matematyki. Ponad 67% ankietowanych wskazało również, że użyte w teście trudne sformułowanie matematyczne było dla nich niezrozumiałe.

Uzyskane wyniki dowodzą, że narzędzia oparte na sztucznej inteligencji mogą realnie wspierać proces dydaktyczny, niwelując trudności wynikające z zawiłości języka podręcznikowego. Projekt ma wysoki potencjał wdrożeniowy jako osobiste narzędzie wspomagające naukę samodzielną lub jako pomoc dla uczniów z trudnościami w uczeniu się.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania dla Pani Joanny Politarczyk za wsparcie merytoryczne oraz dla wszystkich uczniów, którzy wzięli udział w teście.

ŹRÓDŁA

1. www.imo-official.org
2. nauczycielaiprojektap.netlifty.app

KOSMICZNY HABITAT – BADANIA NATURALNYCH METOD REDUKCJI CO2 W BUDYNKACH UŻYTKOWYCH

Weronika Pawłowska

Słowa kluczowe: autonomiczne systemy, optymalizacja, Digital Signage, radiowęzeł, modernizacja infrastruktury.

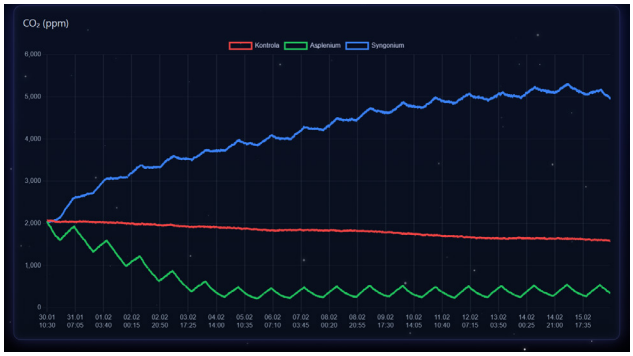
Opiekun: Paweł Derwich | Zespół Szkół Mechanicznych Elektrycznych i Elektronicznych w Toruniu, ul. Św. Józefa 26, 87-100 Toruń, weronikapawlowska0908@gmail.com

ABSTRAKT

Problem badawczy projektu dotyczył oceny możliwości wykorzystania roślin jako naturalnych systemów redukcji stężenia dwutlenku węgla w zamkniętych, kontrolowanych środowiskach. Celem badań było określenie efektywności wybranych gatunków w obniżaniu poziomu CO_2 oraz identyfikacja czynników środowiskowych wpływających na przebieg tego procesu, ze szczególnym uwzględnieniem warunków zbliżonych do habitatów kosmicznych oraz nowoczesnych budynków użytkowych[1,3].

W ramach badań zaprojektowano i zbudowano trzy hermetyczne habitaty o objętości około 80 litrów: dwa zawierające badane okazy (Asplenium sp. i Syngonium sp.) oraz jeden obiekt kontrolny pozbawiony komponentu biologicznego. Każdy habitat wyposażono w system pomiarowo-sterujący oparty na mikrokontrolerze ESP32, umożliwiający ciągły pomiar stężenia CO_2 i O_2, temperatury, wilgotności powietrza, natężenia światła oraz ciśnienia. Dane były rejestrowane lokalnie, a także w chmurze, co zapewniało ich bezpieczeństwo i ciągłość pomiarów, umożliwiało to bieżący podgląd parametrów środowiskowych w czasie rzeczywistym za pośrednictwem platformy ThingSpeak. Eksperyment prowadzono w kontrolowanych cyklach dnia i nocy (14/10 oraz 16/8), analizując zarówno zmiany długoterminowe, jak i dobowe wahania stężenia gazów.

Uzyskane wyniki wykazały istotne różnice pomiędzy badanymi gatunkami. W przypadku Asplenium sp. zaobserwowano znaczącą redukcję stężenia CO_2 (z około 2000 ppm do poziomu zbliżonego do tła), przy jednoczesnym wyraźnym rytmie dobowym odpowiadającym procesom fotosyntezy i oddychania[1,2]. Tempo redukcji CO_2 w ciągu dnia było zależne od jego początkowego stężenia, co wskazuje na wysoką efektywność procesów asymilacyjnych w warunkach podwyższonego CO_2. Dodatkowo odnotowano wzrost stężenia tlenu, co potwierdza dodatni bilans fotosyntezy.



Fot. 1. *Zmiany stężenia CO_2 w czasie w trzech habitatowych układach badawczych (cykl 1), na podstawie danych z autorskiej strony internetowej*

W przeciwieństwie do tego, Syngonium sp. wykazało dodatni bilans CO_2, co oznacza, że procesy emisji przewyższały tempo jego pochłaniania. Analiza danych wskazuje, że istotny wpływ na ten wynik miały czynniki środowiskowe, takie jak bardzo wysoka wilgotność powietrza, właściwości podłoża oraz niewystarczające natężenie światła, ograniczające wydajność fotosyntezy. Habitat kontrolny potwierdził brak istotnych zmian stężenia CO_2 w przypadku braku procesów biologicznych.

W trakcie badań zaobserwowano również istotny wpływ warunków początkowych oraz zmian środowiskowych na przebieg eksperymentu, w tym zwiększoną emisję CO_2 po podlaniu podłoża oraz okres adaptacji badanych organizmów do nowych warunków świetlnych i temperaturowych. Wyniki wskazują, że skuteczność biologicznej redukcji CO_2 w zamkniętych systemach zależy nie tylko od doboru gatunku, ale również od precyzyjnej kontroli parametrów środowiskowych. Istotnym wsparciem w analizie przebiegu eksperymentu była autorska strona internetowa umożliwiająca przejrzystą wizualizację danych, co ułatwiło identyfikację zależności oraz interpretację uzyskanych wyników.

Uzyskane rezultaty potwierdzają, że odpowiednio dobrane rośliny mogą stanowić efektywny element systemów regulacji jakości powietrza. Projekt wykazuje potencjał zastosowania zarówno w budynkach użytkowych, jak i w przyszłych systemach podtrzymywania życia w warunkach kosmicznych, gdzie stabilna kontrola składu powietrza ma kluczowe znaczenie[3].



Fot. 2. *Układ trzech hermetycznych habitatów badawczych z oświetleniem LED oraz systemem pomiarowo-sterującym do monitorowania parametrów środowiskowych*

ŹRÓDŁA

1. Taiz L., Zeiger E., Møller I.M., Murphy A.: *Plant Physiology and Development*. Sinauer Associates, 2015.
2. Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E.: *Biology of Plants*. W.H. Freeman, 2013.
3. Wheeler R.M.: *Plants for human life support in space: From Myers to Mars*. Gravitational and Space Research, 2010.

SKĄD PRĄD WIE GDZIE PŁYNĄĆ?

Kacper Pietralczyk

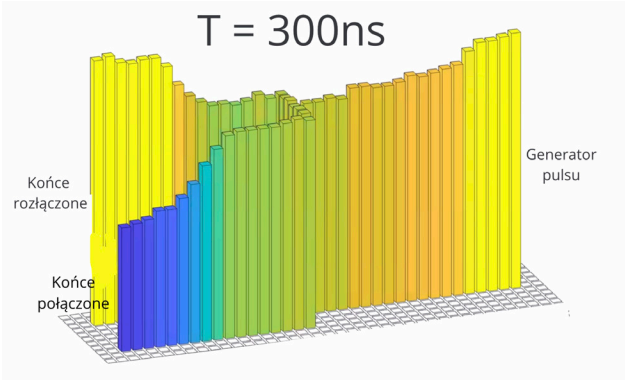
Słowa kluczowe: prąd elektryczny, elektrony, reflektometria w dziedzinie czasu, przepływ prądu.

Opiekun: Wioletta Ossowska | Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Adama Mickiewicza w Piastowie, ul. 11 listopada 2A, 05-820 Piastów, 2616@lopiastow.pll

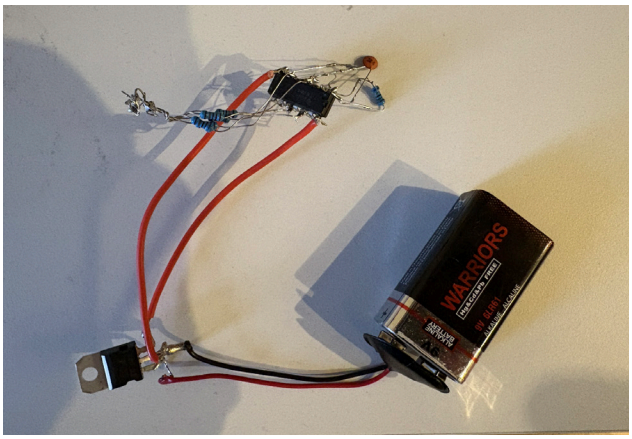
ABSTRAKT

Celem niniejszego projektu było określenie drogi, którą pokonają elektrony będące w obwodzie, składającym się z przewodu pierwotego podłączonego do generatora pulsu elektrycznego oraz dwoch przewodów wtórnych z różnymi zakoczeniami. Zbadanie tego zjawiska jest kluczowe do lepszego zrozumienia zachowań elektronów w obwodach elektrycznych. W badaniach zastosowano różnice w czasie detekcji pulsu elektrycznego, wytworzonego przez generator bazujący na takim używanym potocznie w metodzie Time Domain Reflectometry (TDR), miedzy sondą oscyloskopu położoną bezpośrednio za generatorem pulsu, a sondą umieszczoną w pewnym miejscu dalszych przewodów.

Do wykonania rzetelnych pomiarów byl potrzebny puls z czasem narastania rzędu kilku nanosekund. Do jego wytworzenia został użyty generator pulsu, który opiera się na sześciokrotym inwerterze z wejściami wyzwalacza Schmitta SN74AC14N[1][fot. 1.]. Powstały puls osiągnął czas narastania wynoszący 2ns. Do jego detekcji został użyty oscyloskop cyfrowy Rigol DHO 814 wraz z 3 sondami pasywnymi. Na przewodach o łącznej długości 46m zostały wyznaczone 58 punkty pomiaru. W celu uzyskania najdokładniejszych wyników, każdy jest uśrednieniem 10 pomiarów wykonanych w niewielkim odstępie czasowym. Przewody zostały podzielone na trzy odcinki. Pierwszy był odcinkiem kontrolnym użytym do wstępnego zwizualizowania ruchu elektronów. Drugim odcinkiem był przewód, którego końce były ze sobą złączone w wyniku czego powstał tam obwód zamknięty. Trzecim odcinkiem była para przewodów, których końce nie były złączone, przez co powstał tam obwód otwarty i przepływ prądu był niemożliwy. Pomiary wykazały jednorodny wzrost napiecia we wszystkich trzech odcinkach w zakresie czasu 0 - 250ns. Z tego wynika, że prąd chwilowo płynie we wszystkich przewodach, nawet tych, których końce są rozłączone, a dalszy przepływ prądu nie jest możliwy. Pokazuje to, że elektrony losowo wybierają drogę przepływu i nie wiedzą jak wygląda obwód przed nimi. W momencie T = 258ns występuje nagły, prawie dwukrotny wzrost napięcia [rys. 1.] zauważony na zakończeniach przewodów rozłączonych. Dzieje sie tak, ponieważ elektrony wypuszczone przez generator zatrzymują się, po czym przez siłę wzajemnego odpychania się przez ładunki jednoimienne wracają do głównej żyły. Na drugim końcu zauważalny jest stopniowy spadek napięcia, co oznacza ze prąd płynie w sposób znany w obwodach zamkniętych. W badaniu wykazałem, że prąd porusza sie analogicznie do wody, która byłaby zamknięta w układzie rur. Tam, gdzie woda moze swobodnie zakoczyć obieg (przewody złączone) będzie stopniowy spadek ciśnienia (napięcia), a tam gdzie rura jest zablokowana (przewody rozłączone), można zauważyc falę, która wraca do głównej rury (“odbicie się” elektronów). Wyniki te mogą zostać użyte do lepszego zrozumienia zachowań prądu w obwodach.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający odbijający się puls od zakończenia przewodu rozłączonego.*



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające generator pulsu*

PODZIĘKOWANIA

Chciałbym serdecznie podziękować panu profesorowi Krzysztofowi Janiszowskiemu, panu profesorowi Marcinowi Kryskiemu oraz pani magister Wioletcie Ossowskiej za okazaną pomoc w projekcie.

ŹRÓDŁA

1. S. Harnish: Simple and Cheap TDR Pulse Generator.

PROJEKT DYDAKTYCZNEGO RAMIENIA 3D „ BOT”

Adam Piszczałka

Słowa kluczowe: robot, 3D, manipulator.

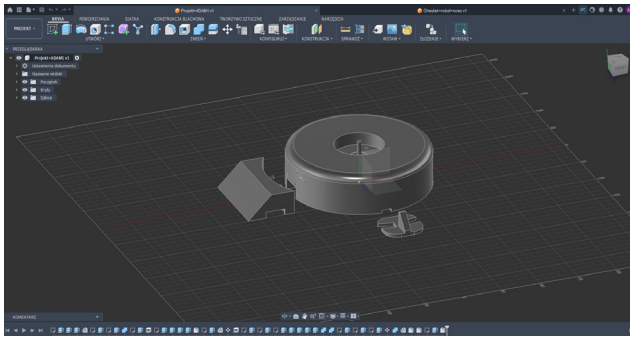
Opiekun: Kamil Witaszek | Zespół Szkół Technicznych Tarnowo Podgórne, ul. Nowa 60, 62-080 Tarnowo Podgórne, piszczalka_adam_10158098u@zsttp.onmicrosoft.com

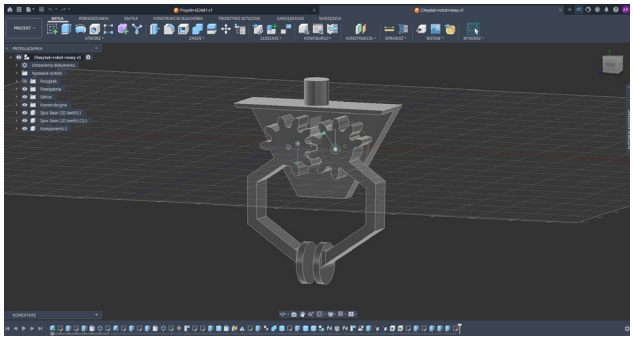
ABSTRAKT

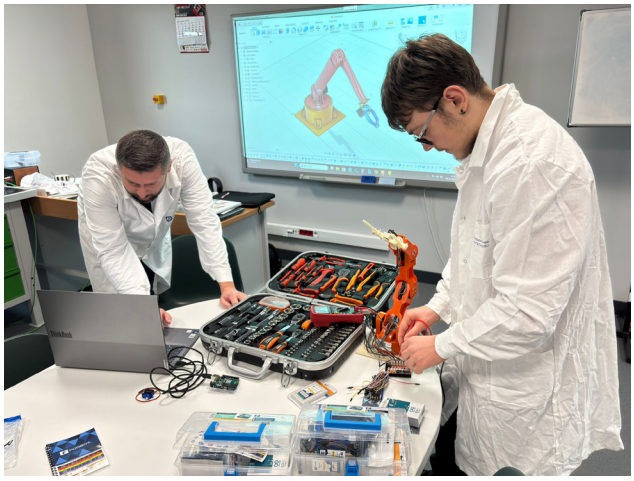
Celem przeprowadzonych prac było zaprojektowanie oraz wykonanie robota dydaktycznego. Projekt obejmował zarówno etap koncepcyjny, jak i realizacyjny. W pierwszej fazie skupiono się na opracowaniu modelu konstrukcyjnego z wykorzystaniem oprogramowania Fusion 360, co umożliwiło przygotowanie szczegółowych elementów oraz ich wzajemnego dopasowania.

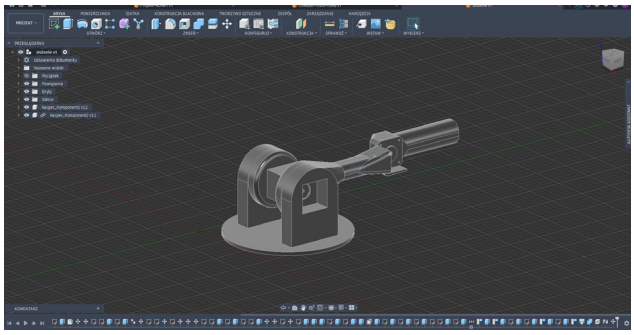
W trakcie realizacji projektu napotkano liczne trudności wynikające ze złożoności zagadnienia, w szczególności związane z dopasowaniem elementów konstrukcyjnych, ich wytrzymałością oraz poprawnym montażem. Proces budowy pokazał, że projektowanie w środowisku cyfrowym nie zawsze w pełni odwzorowuje rzeczywiste warunki wykonania, co wymagało wprowadzania bieżących modyfikacji.

Pomimo że końcowy efekt nie spełnił w pełni wszystkich założonych oczekiwań, uzyskano działający prototyp robota oraz zdobyto istotne doświadczenie praktyczne. Projekt pozwolił na rozwinięcie umiejętności w zakresie modelowania 3D, planowania konstrukcji oraz rozwiązywania problemów technicznych pojawiających się na etapie realizacji. Uzyskane rezultaty stanowią podstawę do dalszego udoskonalania konstrukcji w przyszłości.









Rys. 1.,2.,3. *Opracowanie modelu z wykorzystaniem oprogramowania Fusion 360,* Fot.1. *Prace nad stworzeniem robota*

Podziękowanie dla szkoły ZSTTP za udostępnienie pracowni oraz narzędzi.

ŹRÓDŁA

1. Craig J.J., *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*, Pearson
2. Poradnik dla nauczyciela – Robot Astorino (ASTOR)

QUASI-GEOKOPUŁY POŁĄCZONE CIĘGNAMI

Martyna Płoszyńska

Słowa kluczowe: quasi-geokopuła, cięgna, wytrzymałość, schronienie.

Opiekun: Dariusz Maliszewski | Liceum im. Juliusza Słowackiego w Piotrkowie Trybunalskim, Aleje Armii Krajowej 17, 97-300 Piotrków Trybunalski, Martynaploszynska14@gmail.com

ABSTRAKT

Celem mojej pracy było opracowanie oraz zbadanie właściwości quasi-geokopuł jako prostszej alternatywy dla klasycznych geokopuł, których konstrukcja wymaga dużej precyzji obliczeniowej oraz sztywnych połączeń. Trudności te sprawiają, że ich wykonanie jest często niedostępne dla osób bez specjalistycznej wiedzy technicznej, dlatego postanowiłam stworzyć konstrukcje łatwiejsze w montażu, wykorzystujące cięgna zamiast sztywnych węzłów. W ramach badań zaprojektowałam i wykonałam kilka modeli quasi-geokopuł różniących się kształtem apeksu (trójkątnego, kwadratowego oraz pięciokątnego). W pierwszym etapie zbudowałam modele z lekkich materiałów – słomek oraz cienkiej linki – co pozwoliło mi na szybkie testowanie różnych wariantów konstrukcyjnych. Następnie przeprowadziłam wstępne testy wytrzymałościowe, polegające na stopniowym zwiększaniu obciążenia do momentu zauważalnej deformacji lub uszkodzenia konstrukcji. Na podstawie uzyskanych wyników wybrałam najbardziej stabilne figury apeksu. W kolejnym etapie wykonałam modele w większej skali, wykorzystując sztywniejsze rurki oraz bardziej wytrzymały sznurek. Pozwoliło mi to dokładniej zbadać ich zachowanie pod większym obciążeniem. Ponownie przeprowadziłam testy wytrzymałościowe, stosując tę samą metodę stopniowego obciążania. Uzyskane wyniki wykazały, że w przypadku modeli wykonanych ze słomek wszystkie trzy warianty (apeks trójkątny, kwadratowy i pięciokątny) osiągnęły podobną wytrzymałość, wytrzymując obciążenie do 2 kg. W przypadku modeli wykonanych z bardziej wytrzymałych materiałów zaobserwowałam większe zróżnicowanie wyników. Największą wytrzymałość osiągnęła konstrukcja z apeksem trójkątnym (18,5 kg), następnie kwadratowym (16,5 kg) oraz pięciokątnym (15 kg). Zauważyłam również, że konstrukcje z apeksami trójkątnym i pięciokątnym ulegały gwałtownemu zniszczeniu po przekroczeniu granicy wytrzymałości, podczas gdy kopuła z apeksem kwadratowym ulegała jedynie odkształceniu, zachowując możliwość dalszego użytkowania. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłam, że quasi-geokopuły z cięgnami stanowią obiecującą alternatywę dla tradycyjnych geokopuł, szczególnie pod względem prostoty wykonania i dostępności materiałów. Choć konstrukcja z apeksem trójkątnym wykazuje najwyższą nośność, najbardziej praktyczna okazała się kopuła z apeksem kwadratowym, ponieważ nie ulega ona całkowitemu zniszczeniu. Uważam, że tego typu konstrukcje mogą znaleźć zastosowanie jako tanie, lekkie i łatwe w montażu schronienia, zwłaszcza w sytuacjach kryzysowych lub w warunkach ograniczonego dostępu do zaawansowanych technologii.

KAMIEŃ RECYKLINGUJĄCY

Andrii Polataiko

Słowa kluczowe: beton plastyk.

Opiekun: Magdalena Rek | Zespół Szkół Ponadpodstawowych im. prof. Adama Wodziczki w Wolinie, l. Słowiańska 2, 72-510 Wolin, polataikoandrii228@gmail.com

ABSTRAKT

Mój pomysł na projekt polegał na zastąpieniu żwiru w betonie plastikiem, aby sprawdzić, czy taka zmiana wpłynie na właściwości betonu i czy w przyszłości możliwe będzie wykorzystanie tego materiału w budownictwie. Plastik stanowi obecnie dużym problemem, ponieważ produkowany jest w nadmiernych ilościach. Gdyby udało się wykorzystać go w budownictwie, możliwe byłoby ograniczenie ilości generowanych odpadów. W projekcie chciałem sprawdzić, czy beton z dodatkiem plastiku może być stabilny oraz czy nadaje się do dalszego wykorzystania.

Badania

Badania do mojego projektu rozpocząłem od szukania w internecie podobnych prac, aby zrozumieć, w jakiej kolejności prowadzić badania. Niestety nie znalazłem wielu przykładów, więc musiałem opracować własny sposób działania. Skonsultowałem się z moim opiekunem projektu, który pomógł mi ustalić kolejne kroki. Zrobiłem też notatki o różnych rodzajach betonu, żeby w przyszłości wiedzieć, który najlepiej będzie wiązał się z plastikiem.

Brałem udział w warsztatach na temat cementu (od 17 lutego), gdzie rozmawiałem z przedstawicielami różnych firm o moim pomyśle. Doradzili mi, żeby użyć:

- betonu szybko wiążącego,
- dodatkowych mieszanek do cementu.

Podczas pierwszych prób zauważyłem, że plastik słabo łączy się z cementem. Po tygodniu sprawdziłem formy – niektóre się związały, a inne nie. Próbowałem więc zmieniać proporcje: dodawałem więcej cementu, później więcej wody, aż w końcu znalazłem lepsze proporcje. Spośród różnych rodzajów betonu najbardziej pasował mi styrobeton, ponieważ wydawał się najbardziej odpowiedni do takich eksperymentów.

Miałem też problem z ustaleniem, jaką ilość plastiku dodawać. Mój opiekun podpowiedział mi, żeby do pojemnika nalać np. 5 litrów wody, oznaczyć poziom, potem wsypać plastik i sprawdzić, o ile się podniósł poziom – dzięki temu łatwiej mogłem mierzyć objętość plastiku. To bardzo ułatwiło pracę.

Na początku badań wibrowałem beton, jak przy standardowych mieszankach, ale okazało się to niepotrzebne, bo nie dawało efektu. Używałem cementów różnych rodzajów, m.in.:

- Cementu II/B-V Mocny 42,5R (25 kg, Ożarów),
- Cementu białego I 52,5R (5 kg, Cekol),
- Cementu szybko wiążącego F+F (1,5 kg),
- Cementu IV A(V) 32,5R-SR (25 kg, Ożarów), oraz różnych dodatków do cementu.

W ostatnim etapie badań zrobiliśmy dużą płytę z białego cementu i testowaliśmy zachowanie betonu po długim moczeniu w wodzie. Używaliśmy też maszyny do cięcia plastiku, a większość materiału pochodziła z butelek PET.



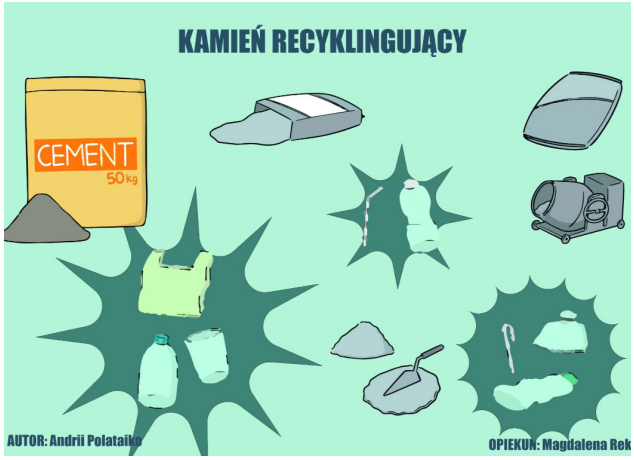
Fot. 1. *Kamień recyklingujący*

Wnioski

Z moich badań wynika, że można zrobić beton z dodatkiem plastiku, ale trzeba dodawać więcej cementu i wody. To zwiększa koszt produkcji, a sam beton nie zawsze jest w pełni stabilny. Kiedy porównałem zwykły beton z moim, zauważyłem, że zwykły beton pękał natychmiast przy uderzeniu, a mój niszczył się stopniowo – był bardziej plastyczny. To pokazuje, że taki beton może być bardziej elastyczny i odporny na nagłe uszkodzenia.

Ważne jest też, żeby wszystko dobrze wymieszać – cement, wodę, dodatki i plastik – zanim wleje się mieszankę do formy. Kiedy próbowałem mieszać składniki osobno, beton się nie wiązał. Dopiero po równomiernym wymieszaniu powstała stabilna forma.

W przyszłości takie rozwiązanie mogłoby stać się bardziej ekologiczne – choć droższe, pomogłoby ograniczyć ilość odpadów z plastiku. Uważam, że może to być początek nowej epoki w technologii betonu.



Zrobiłem też plakat – to była moja decyzja, żeby pokazać wam na rysunku, jak to wygląda.

Podziękowanie Magdalena Rek Michal Madej.

AUTONOMICZNY ROBOT DO MONITOROWANIA OBSZARÓW LEŚNYCH

Konrad Popek

Słowa kluczowe: robot, autonomiczny, ESP32, środowisko.

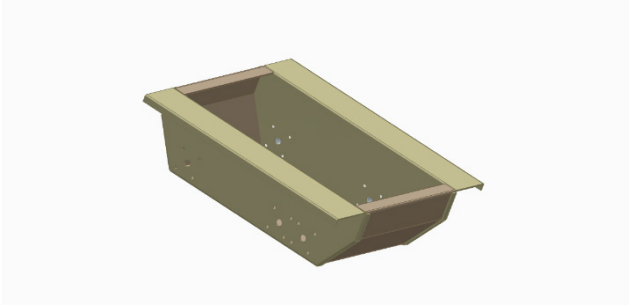
Opiekun: Krzysztof Gorący | Zespół Szkół nr 1 im. Powstańców Wielkopolskich we Wronkach, ul. Leśna 17, 64-510 Wronki, sekretariat@szkolanalesnej.edu.pl

ABSTRAKT

Szybka zmiana klimatu powoduje konieczność wdrażania nowoczesnych rozwiązań technicznych do monitorowania terenów leśnych. Celem pracy było zaprojektowanie, zbudowanie oraz przetestowanie autonomicznego robota (drona naziemnego), zdolnego do samodzielnego nadzorowania wyznaczonego obszaru pod kątem pomiarów środowiskowych.

Projekt zakłada opracowanie systemu umożliwiającego zbieranie danych bez udziału człowieka, przy jednoczesnym zwiększeniu dokładności i częstotliwości pomiarów. Robot został wyposażony w zestaw czujników do pomiaru temperatury, opadów oraz jakości powietrza. Dodatkowo zastosowano kamerę umożliwiającą podgląd obrazu w czasie rzeczywistym, co pozwala na wczesne wykrywanie pożarów oraz obserwację dzikiej fauny. Konstrukcja urządzenia umożliwia wymianę aparatury pomiarowej w zależności od potrzeb i specyfiki badanego obszaru.

Metodyka pracy obejmowała opracowanie projektu w środowisku CAD, dobór i zakup komponentów, montaż układów mechanicznych i elektronicznych oraz stworzenie oprogramowania sterującego, umożliwiającego kontrolę robota z poziomu urządzenia mobilnego. Przeprowadzono również testy terenowe w celu weryfikacji poprawności działania systemu.



Fot. 1. *Wanna*

Konstrukcja nośna oparta została na aluminiowej wannie (Fot.1.) wykonanej w technologii CNC, zapewniającej szczelność oraz odporność na warunki atmosferyczne. Napęd realizowany jest przez silniki elektryczne, co zapewnia cichą pracę oraz brak emisji zanieczyszczeń. System sterowania oparto na mikrokontrolerze ESP32 integrującym funkcje pomiarowe i sterujące.

Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość skutecznego zastosowania robota w monitorowaniu środowiska leśnego. System cechuje się wysoką funkcjonalnością oraz możliwością dalszej rozbudowy, co wskazuje na jego potencjał wdrożeniowy w zakresie ochrony przyrody i przeciwdziałania zagrożeniom środowiskowym.



Fot. 2. *Gotowy robot*

PODZIĘKOWANIA

Chciał złożyć podziękować za pomoc i możliwość realizacji projektu: Fasada88 Jacek Werner, VEGA Leszek Jaroszyk, Krzysztofowi Gorącemu, Dawidowi Ordonowi.

SMART UL – ZINTEGROWANY SYSTEM MONITOROWANIA I WSPOMAGANIA DOBROSTANU RODZINY PSZCZELEJ

Dawid Przewoźnik

Słowa kluczowe: pszczelarstwo, ul, technologia smart.

ABSTRAKT

Wprowadzenie

Współczesne pszczelarstwo mierzy się z licznymi wyzwaniami środowiskowymi, które wymagają nowoczesnych metod nadzoru nad pasieką. Tradycyjne metody kontroli są czasochłonne i nie zawsze pozwalają na wystarczająco szybką reakcję w sytuacjach kryzysowych.

Cel badań

Celem projektu było zaprojektowanie, zbudowanie i przetestowanie prototypu „smart ula" – systemu wyposażonego w zaawansowaną elektronikę, która ma na celu automatyzację monitoringu oraz aktywne wspieranie optymalnych warunków bytowych pszczół.

Metody

W ulu zintegrowano szereg czujników (opadów, otwarcia, GPS, wagi) oraz modułów wykonawczych (grzałka do wnętrza i syropu, system wentylacji). Zastosowano również mikrofon do analizy sygnałów akustycznych. Przez wybrany okres prowadzono obserwacje, zbierając dane o masie ula, temperaturze oraz zachowaniu pszczół w odpowiedzi na automatyczną regulację warunków wewnętrznych.

Wyniki

Zastosowanie inteligentnych rozwiązań pozwoliło na stabilizację mikroklimatu w ulu, co bezpośrednio przełożyło się na dynamiczniejszy rozwój rodziny pszczelej. Monitoring akustyczny umożliwił bezinwazyjną ocenę kondycji pszczół, a waga elektroniczna zapewniła precyzyjne dane o przyroście miodu. W porównaniu do tradycyjnych uli, w inteligentnej jednostce odnotowano znacząco wyższą produkcję miodu.

Wnioski i znaczenie

Wdrożenie technologii smart do pasieki pozwala na precyzyjne zarządzanie procesem produkcji i znaczącą poprawę dobrostanu owadów. Wyniki badań dowodzą, że automatyzacja opieki nad pszczołami może być skutecznym narzędziem w nowoczesnej gospodarce pasiecznej, zwiększając jej wydajność przy jednoczesnej redukcji stresu dla rodziny pszczelej.

WPŁYW WARUNKÓW STRATOSFERYCZNYCH NA PRACĘ ELEKTRONIKI I SYSTEMÓW TELEMETRYCZNYCH SONDY METEOROLOGICZNEJ

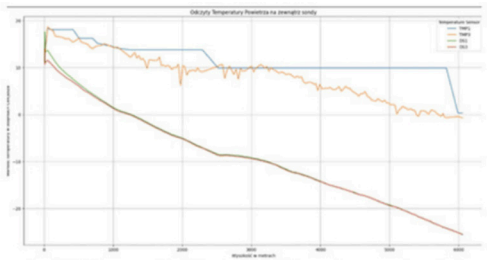
Wojciech Puchnia

Słowa kluczowe: APRS, LoRa, ESP32, sonda meteorologiczna, stratosfera.

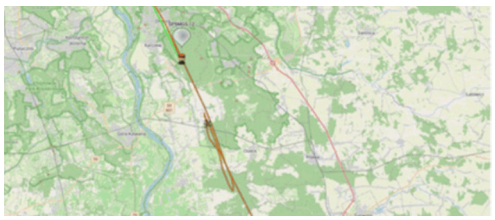
Opiekun: Grzegorz Graczyk | Katolickie Liceum Ogólnokształcące im. bł. Bronisława Markiewicza w Markach, Al. Piłsudskiego 248/252, 05-270 Marki, puchnia.wojciech@gmail.com

ABSTRAKT

Celem badań była ocena działania izolacji termicznej oraz układów elektronicznych w warunkach stratosferycznych, obejmujących temperatury poniżej –50°C oraz ciśnienia rzędu kilku hPa. W ramach projektu opracowano i wykonano własną sondę stratosferyczną opartą na mikrokontrolerze ESP32, wyposażoną w cztery czujniki temperatury DS18B20 (dwa umieszczone na zewnątrz i dwa wewnątrz obudowy), cztery czujniki TMP36 (również dwa zewnętrzne i dwa wewnętrzne), moduł BMP180 rejestrujący ciśnienie i wysokość oraz moduł GPS odpowiedzialny za określanie położenia. Całość została umieszczona w lekkiej obudowie styropianowej pełniącej funkcję izolacji termicznej. Badania miały zweryfikować, czy zastosowana izolacja oraz elektronika zachowają pełną funkcjonalność podczas lotu balonem meteorologicznym, a także określić wpływ niskich temperatur na stabilność zasilania i transmisji danych.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność temperatury zewnętrznej od wysokości*



Fot. 1. *Zdjęcie przestawiające mape lotu balonu*

W celu porównania zasięgu transmisji oraz zwiększenia niezawodności pozycjonowania zastosowano również sondę kontrolną Vaisala RS41, standardowo wykorzystywaną jako radiosonda meteorologiczna do pomiaru wysokości i położenia[3]. RS41 nadawała w systemie APRS (Automatic Packet Reporting System), co umożliwiło jej odbiór przez wielu krótkofalowców i pozwoliło na precyzyjne śledzenie trajektorii lotu oraz określenie maksymalnej wysokości w stratosferze[2]. Równolegle dane z własnej sondy były przesyłane w paśmie 433 MHz z wykorzystaniem modulacji LoRa przy pomocy ramek. Konstrukcja sondy zakładała osiągnięcie wysokości około 27 km, jednak odbiór telemetrii został utracony na wysokości 11 540 m z powodu degradacji zasilania w niskiej temperaturze[1]. W dniu wypuszczenia dominował wiatr znoszący balon w kierunku Radomia, co było zgodne z późniejszą przewidywaną trajektorią lotu[2]. Po osiągnięciu maksymalnej wysokości balon pęka w wyniku niskiego ciśnienia, a sonda opada na spadochronie, co jest standardowym przebiegiem lotu balonu meteorologicznego.

Do odbioru sygnału wykorzystano dwa niezależne odbiorniki, w tym odbiornik wyposażony w wykonany samodzielnie tracker anteny kierunkowej. Tracker został zaprojektowany i wykonany w technologii druku 3D, a jego mechanika opierała się na serwomechanizmach MG996R zasilanych napięciem 5 V. Autorskie oprogramowanie odbiorników obliczało zarówno azymut, jak i elewację na podstawie pozycji GPS przesyłanej przez sondę, umożliwiając automatyczne nakierowanie anteny na nadajnik. Ostatnie odebrane dane telemetryczne z własnej sondy pochodziły z wysokości 6088 m, gdzie czujnik BMP180 zarejestrował ciśnienie 46620 Pa (466.2 hPa). W tym samym momencie czujniki zewnętrzne DS1 i DS3 wskazywały odpowiednio –25.75°C oraz – 25.81°C, natomiast czujniki TMP36 generowały wyniki nieadekwatne do rzeczywistych warunków, co potwierdziło ich ograniczoną przydatność w niskich temperaturach. Równolegle opracowano dedykowaną aplikację komputerową umożliwiającą obsługę odbiorników oraz zapis danych telemetrycznych. Program komunikował się z modułem ESP32 poprzez porty USB, wyświetlał bieżące parametry lotu oraz zapisywał je w formacie tekstowym, co umożliwiło późniejszą analizę. Utrata zasięgu obu sond wynikała głównie ze spadku napięcia w warunkach stratosferycznych, co powodowało niewłaściwą pracę przetwornic i ograniczenie mocy nadajników. Ramki o bardzo niskiej mocy odbioru, czyli o niskiej wartości RSSI, były odrzucane i pomijane w analizie, ponieważ nie nadawały się do interpretacji. Mimo utraty łączności przed osiągnięciem planowanej wysokości, zebrane dane okazały się wartościowe i pozwalają wprowadzić usprawnienia w kolejnych wersjach sondy.



Fot. 2. *Zdjęcie przedstawiające odbiornik antenowy z trackerem oraz pompowanie balonu meteorlogicznego*

ŹRÓDŁA

1. https://amateur.sondehub.org/
2. https://predict.sondehub.org/
3. https://grafana.v2.sondehub.org/

ŚWIEŻOKO++ – PILOTAŻOWE BADANIE NATURALNEGO WSKAŹNIKA PH NA BAZIE ANTOCYJANÓW Z CZERWONEJ KAPUSTY JAKO PUNKTU WYJŚCIA DO MONITOROWANIA ŚWIEŻOŚCI ŻYWNOŚCI

Bartosz Pyszno

Słowa kluczowe: czerwona kapusta, antocyjany, wskaźnik pH, świeżość żywności, analiza obrazu.

Opiekun: dr inż. Natalia Horbach | Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Legnicy (CKZiU Legnica), ul. Lotnicza 26, 59-220 Legnica, nhorbach@ckziu.legnica.eul

ABSTRAKT

Rozwój prostych, bezpiecznych i niskokosztowych metod oceny jakości żywności ma znaczenie zarówno z punktu widzenia bezpieczeństwa konsumenta, jak i ograniczania strat żywności. Szczególnie obiecujące są wskaźniki kolorometryczne reagujące na zmiany pH, ponieważ procesy pogorszenia jakości wielu produktów spożywczych wiążą się ze zmianą odczynu środowiska lub powstawaniem lotnych związków zasadowych. Antocyjany czerwonej kapusty są interesującym materiałem do takich zastosowań, gdyż wykazują szeroki zakres zmian barwy i są badane jako pigmenty do inteligentnych opakowań[1,2].

Celem projektu ŚwieżOko++ było sprawdzenie, czy ekstrakt z czerwonej kapusty może pełnić funkcję prostego i czytelnego wskaźnika pH, który w dalszej perspektywie mógłby stanowić podstawę potencjalnego wskaźnika świeżości żywności. Przygotowano modelowy układ roztworów o zróżnicowanym odczynie, do których wprowadzano ekstrakt antocyjanowy. Zmiany barwy oceniano wizualnie i dokumentowano fotograficznie przy użyciu smartfona, analizując ich czytelność, powtarzalność i możliwość prostego porównywania obserwacji.

W przeprowadzonych doświadczeniach zaobserwowano wyraźną zmianę barwy: od odcieni różowo-czerwonych w środowisku kwaśnym, przez fioletowe w zakresie pośrednim, do niebieskawozielonych i żółtawych w środowisku zasadowym. Otrzymana odpowiedź była łatwo zauważalna i zgodna z danymi literaturowymi dotyczącymi zachowania antocyjanów czerwonej kapusty[1,2]. Praca potwierdziła, że nawet w warunkach szkolnej pracowni można otrzymać czytelny układ do wizualnej oceny zmian pH oraz stworzyć podstawę do dalszego rozwijania wskaźników kolorometrycznych.

Istotnym elementem projektu okazała się także możliwość dokumentowania zmian koloru za pomocą zdjęć oraz ich porównywania, co jest zgodne z kierunkiem badań wykorzystujących analizę obrazu i aplikacje mobilne[3,4]. Uzyskane wyniki mają charakter pilotażowy, lecz potwierdzają zasadność dalszych prac nad przeniesieniem układu na nośniki papierowe lub filmowe oraz nad testami w układach bardziej zbliżonych do rzeczywistych produktów spożywczych[4,5]. Taki kierunek rozwoju jest zgodny z badaniami nad filmami wskaźnikowymi z dodatkiem czerwonej kapusty stosowanymi do monitorowania świeżości ryb[6]. Projekt pokazuje, że naturalne barwniki roślinne mogą stanowić interesujący punkt wyjścia do tworzenia prostych, edukacyjnych i potencjalnie praktycznych rozwiązań z pogranicza chemii analitycznej, inteligentnych opakowań i monitorowania świeżości żywności.



Rys. 1. *Zmiana barwy materiału wskaźnikowego na bazie ekstraktu z czerwonej kapusty w roztworach modelowych o zróżnicowanym odczynie. Opracowanie własne*

ŹRÓDŁA

1. Ghareaghajlou N, Hallaj-Nezhadi S, Ghasempour Z. *Red cabbage anthocyanins: Stability, extraction, biological activities and applications in food systems*. Food Chemistry. 2021;365:130482. doi:10.1016/j.foodchem.2021.130482.
2. Abedi-Firoozjah R, Yousefi S, Heydari M, Seyedfatehi F, Jafarzadeh S, Mohammadi R, Rouhi M, Garavand F. *Application of Red Cabbage Anthocyanins as pH-Sensitive Pigments in Smart Food Packaging and Sensors*. Polymers. 2022;14(8):1629. doi:10.3390/polym14081629.
3. Fang S, Guan Z, Su C, Zhang W, Zhu J, Zheng Y, Li H, Zhao P, Liu X. *Accurate fish-freshness prediction label based on red cabbage anthocyanins*. Food Control. 2022;138:109018. doi:10.1016/j.foodcont.2022.109018.

4. Chaithra KP, Vinod TP, Nagarajan P. *Smartphone application-based colorimetric fish freshness monitoring using an indicator prepared by rub-coating of red cabbage on paper substrates.* Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2023;679:132553. doi:10.1016/j.colsurfa.2023.132553.
5. Liu D, Zhang C, Pu Y, Chen S, Liu L, Cui Z, Zhong Y. *Recent Advances in pH-Responsive Freshness Indicators Using Natural Food Colorants to Monitor Food Freshness*. Foods. 2022;11(13):1884. doi:10.3390/foods11131884.
6. Wu H, Jiao C, Li S, Li Q, Zhang Z, Zhou M, Yuan X. *A Facile Strategy for Development of pH-Sensing Indicator Films Based on Red Cabbage Puree and Polyvinyl Alcohol for Monitoring Fish Freshness.* Foods. 2022;11(21):3371. doi:10.3390/foods11213371.

INTELIGENTNA BATERIA: PRZYSZŁOŚĆ MAGAZYNOWANIA ENERGII DZIĘKI PRECYZYJNYM PRZETWORNIKOM ADC

Damian Radowski

Słowa kluczowe: baterie, bezpieczeństwo, przetwornik analogowo-cyfrowy, sigma delta ADC, SAR ADC.

Opiekun: Katarzyna Krupa-Grabowska | I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Gdańsku, ul. Wały Piastowskie 6, Gdańsk, 80-855, szkola@ilo.gda.pl

ABSTRAKT



Rys. 1. *Abstrakt graficzny projektu*

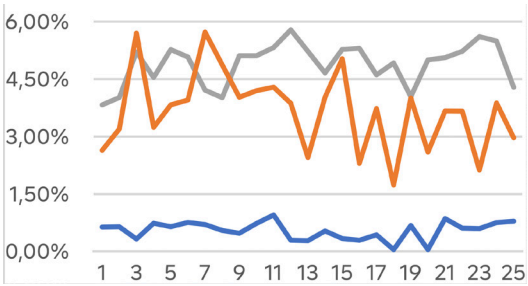
W ramach projektu zaprojektowałem i zbudowałem kilka wariantów autorskich, niskokosztowych przetworników analogowo-cyfrowych (ADC), które następnie zintegrowałem z własnym modułem pomiarowym służącym do monitorowania stanu naładowania i kondycji pakietu akumulatorów. Do badań wybrałem akumulatory litowo-jonowe ze względu na ich powszechne zastosowanie oraz stosunkowo niskie ryzyko samozapłonu i awarii. Prace objęły pełny cykl inżynierski: od analizy literatury i opracowania schematów w środowisku CAD, przez projekt i wykonanie płytek PCB, aż po montaż układów, przygotowanie stanowiska badawczego oraz implementację oprogramowania mikrokontrolera. Na potrzeby testów zbudowałem kilka pakietów akumulatorowych w zaprojektowanych obudowach z elementami wzmacniającymi z profilu aluminiowego, co pozwoliło odwzorować rzeczywiste warunki pracy i zapewnić bezpieczeństwo podczas pomiarów.

W kolejnym etapie wykonałem prototypy płytek drukowanych, przygotowałem dla nich obudowy ochronne oraz uruchomiłem oprogramowanie sterujące, po czym przystąpiłem do kalibracji układów i testów funkcjonalnych. Do generowania w pełni kontrolowanego i powtarzalnego obciążenia pakietów wykorzystałem silnik bezszczotkowy z odzysku oraz precyzyjny sterownik „VESC", który pełnił rolę programowalnego obciążnika z wbudowanym pomiarem napięcia, prądu i temperatury. Umożliwiło to wiarygodną weryfikację zachowania systemu przy zachowaniu wszelkich norm bezpieczeństwa.

Z punktu widzenia celu projektu kluczowe było porównanie precyzji i stabilności autorskich rozwiązań z nisko kosztowymi rozwiązaniami dostępnymi komercyjnie. Przeprowadzone prace potwierdziły, że zaprojektowana infrastruktura sprzętowa i programowa umożliwia bezpieczne prowadzenie pomiarów oraz analizę wpływu dokładności przetworników na ocenę stanu akumulatorów. Jednocześnie testy wykazały, że dostępne na rynku dojrzałe rozwiązania komercyjne charakteryzują się wyższym stopniem integracji oraz lepszymi i bardziej stabilnymi parametrami pomiarowymi niż uzyskane w pierwszej iteracji konstrukcje autorskie, co ogranicza praktyczną przewagę zaproponowanego podejścia.

Poniżej przedstawiam wyniki rzeczywistych pomiarów. Autorski pakiet Li-Ion 8S2P został poddany zmiennemu obciążeniu – co minutę rejestrowano napięcie raportowane przez każdy z przetworników. Wykres ilustruje błąd wskazań poszczególnych przetworników względem napięcia zmierzonego profesjonalnym oscyloskopem dostępnym w pracowni szkolnej.

- **Linia pomarańczowa** – błąd autorskiego przetwornika Sigma-Delta ADC (średni zmierzony błąd 3,67%)
- **Linia szara** – błąd autorskiego przetwornika SAR ADC (średni zmierzony błąd 4,89%)
- **Linia niebieska** – błąd komercyjnego przetwornika (średni zmierzony błąd 0,55%)



Rys. 2. *Wykres przedstawiający błąd raportowanego napięcia danego przetwornika względem napięcia odczytanego z profesjonalnego oscyloskopu. Na osi „X" czas w minutach*

Powyższy wykres oraz zebrane dane jednoznacznie wskazują, że aby autorskie, niskokosztowe przetworniki mogły dorównać rozwiązaniom komercyjnym, konieczne są lepsze zaplecze sprzętowe, większe nakłady finansowe oraz przeprowadzenie szerszej serii testów. Warto zaznaczyć, że w toku projektu opracowałem i przetestowałem również trzy dodatkowe konstrukcje przetworników, których wyniki – ze względu na znacznie niższą dokładność w porównaniu z przedstawionymi powyżej – zostały pominięte w końcowym zestawieniu.

PODZIĘKOWANIA

Szczególne podziękowania dla sz. P. Katarzyny Krupy-Grabowskiej, sz. P. Patryka Dybowskiego, opiekuna koła szkolnego ROBOILO, oraz całemu kołu ROBOILO i wszystkim jego członkom za pomoc w realizacji projektu.

ŹRÓDŁA

1. [Fot.1] portfolio własne, z użyciem sztucznej inteligencji
2. [Fot.2] portfolio własne, z użyciem Microsoft Excel

AUTONOMICZNA STACJA DO WYMIANY AKUMULATORÓW W BEZZAŁOGOWYCH STATKACH POWIETRZNYCH

Jakub Reszka

Słowa kluczowe: stacja, wymiana akumulatorów, ciągłość operacyjna, autonomia.

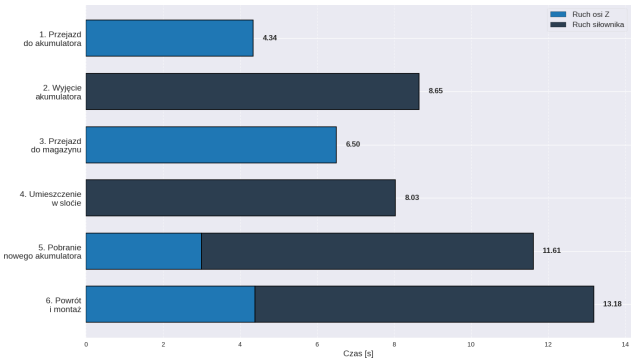
Opiekun: Piotr Miś | Zespół Szkół Łączności im. Obrońców Poczty Polskiej w Gdańsku, ul. Podwale Staromiejskie 51/52, 80-845 Gdańsk, kubareszka1@gmail.coml

ABSTRAKT

Dynamiczny rozwój bezzałogowych statków powietrznych sprawia, że drony są coraz częściej wykorzystywane w monitoringu infrastruktury, patrolach oraz misjach wymagających długotrwałej obecności w terenie. Mimo to ich szersze zastosowanie ogranicza krótki czas lotu wynikający z pojemności akumulatorów oraz konieczność ręcznej wymiany pakietów, co przerywa ciągłość misji i generuje potrzebę stałego nadzoru operatora.

W ramach projektu opracowano i wykonano autonomiczną stację dokującą FlySwap, umożliwiającą bezobsługową wymianę akumulatora w dronie. Całe rozwiązanie – zarówno koncepcja mechaniczna stacji, jak i system wymiany – zostało zaprojektowane od podstaw, z myślą o maksymalnej prostocie i niezawodności.

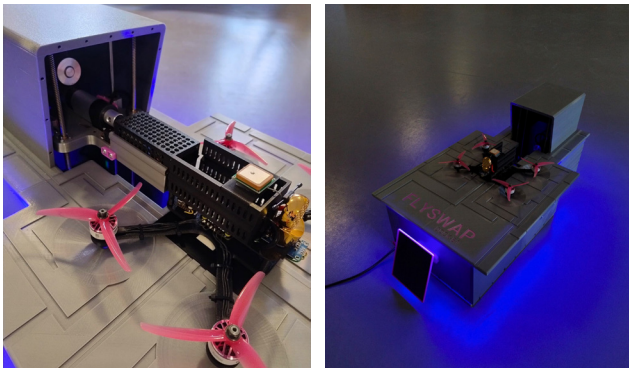
Sam proces wymiany opiera się na siłowniku liniowym zakończonym elektromagnesem. Zużyty akumulator jest automatycznie wysuwany z autorskiego koszyka drona, a na jego miejsce wsuwany jest naładowany pakiet. Kluczowym i nowatorskim rozwiązaniem jest zastosowanie magnesów neodymowych, które w innowacyjny sposób samodzielnie dociągają i stabilizują akumulator do styków elektrycznych. Dzięki temu wyeliminowano potrzebę skomplikowanych mechanicznych zatrzasków, sprężyn czy precyzyjnych blokad. Konstrukcja stała się przez to nie tylko znacznie prostsza, ale także wyjątkowo odporna na zużycie i awarie mechaniczne nawet przy tysiącach cykli pracy. Po wylądowaniu drona precyzyjne pozycjonowanie względem mechanizmu wymiany zapewniają dodatkowo lejkowate prowadnice samocentrujące.



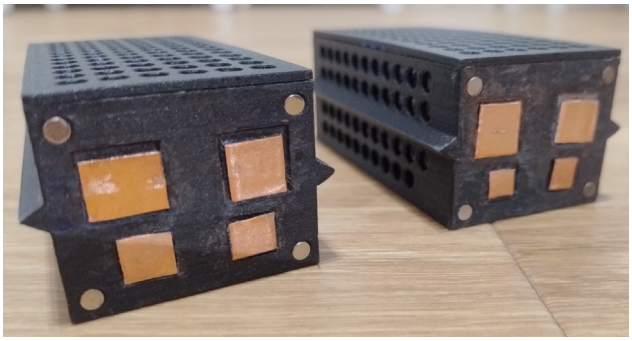
Rys. 1. *Wykres przedstawiający czasy trwania ruchów w sekwencji podczas wymiany akumulatora*

Każdy pakiet akumulatorów został wyposażony w czujnik temperatury oraz unikalny identyfikator. Rozwiązanie to umożliwia indywidualny, ciągły monitoring warunków pracy każdego akumulatora w trakcie ładowania, co znacząco zwiększa bezpieczeństwo całego systemu i pozwala na precyzyjne zarządzanie procesem energetycznym. Stacja została ponadto wyposażona w panel fotowoltaiczny wspomagający zasilanie elektroniki oraz prosty, ale funkcjonalny interfejs webowy dostępny przez Wi-Fi, który umożliwia bieżący podgląd stanu systemu, temperatury pakietów i parametrów ładowania w czasie rzeczywistym.

W przeprowadzonych testach średni czas pełnego cyklu wymiany wyniósł 52,3 sekundy, a skuteczność działania osiągnęła 93% (25 udanych prób na 27). Uzyskane wyniki potwierdzają wysoką efektywność oraz praktyczną użyteczność zaproponowanego rozwiązania w zastosowaniach wymagających ciągłości pracy drona.



Fot. 1. *Zdjęcia przedstawiające zmontowany model stacji FlySwap*



Fot. 2. *Zdjęcia przedstawiające wykonane akumulatory stykowe z dociskiem magnetycznym*

Dzięki konsekwentnemu zastosowaniu prostych, sprawdzonych i niezawodnych elementów mechanicznych stacja FlySwap łączy wysoką funkcjonalność z wyjątkową odpornością na intensywne użytkowanie. Opracowane rozwiązanie może znacząco zwiększyć ciągłość operacyjną dronów w zastosowaniach wymagających wielogodzinnej, nieprzerwanej pracy, szczególnie na obszarach trudno dostępnych, w warunkach przemysłowych lub tam, gdzie obecność człowieka jest ograniczona bądź niepożądana. Stanowi ono praktyczny krok w kierunku pełnej autonomizacji systemów bezzałogowych statków powietrznych oraz otwiera drogę do ich szerszego, bezobsługowego wykorzystania w przemyśle, logistyce, monitoringu infrastruktury krytycznej i misjach poszukiwawczo-ratowniczych.

PROJEKT I IMPLEMENTACJA AUTONOMICZNEJ PLATFORMY RAKIETOWEJ DO WYNOSZENIA MIKROSATELITÓW CANSAT NA PUŁAP OPERACYJNY 3000 METRÓW

Kacper Romuk

Słowa kluczowe: rakieta naddźwiękowa, systemy awioniczne, telemetryka lotu, system odzysku.

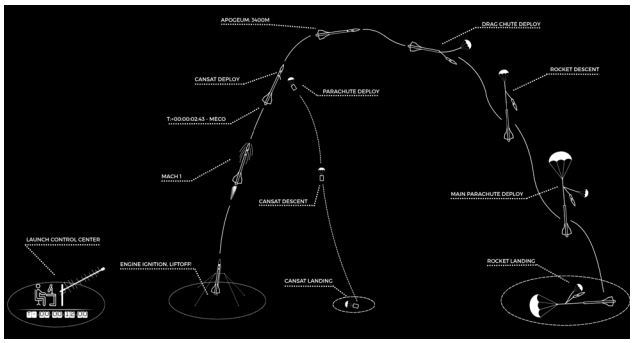
Opiekun: J. Kaczmarczyk | I Liceum Ogólnokształcące im. Aleksandra Omieczyńskiego w Gryfinie, ul. Niepodległości 16, 74-100 Gryfino, kacperromuk@gmail.com

ABSTRAKT

Przedstawiony projekt dotyczy opracowania, budowy oraz przygotowania do testów eksperymentalnej rakiety naddźwiękowej zdolnej do osiągania prędkości rzędu Ma≈1,7 oraz pułapu przekraczającego 3000 m, przy jednoczesnym wynoszeniu i autonomicznym uwalnianiu ładunku typu CanSat. Problem badawczy koncentruje się na integracji systemów mechanicznych, awionicznych i telemetrycznych w warunkach lotu transonicznego i naddźwiękowego, gdzie występują istotne obciążenia aerodynamiczne, dynamiczne oraz termiczne. Szczególną uwagę poświęcono zapewnieniu niezawodności systemów krytycznych, ciągłości transmisji danych oraz bezpieczeństwa całej misji, w tym skutecznego odzysku rakiety i ładunku. Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie modularnej platformy rakietowej umożliwiającej pełne monitorowanie parametrów lotu oraz weryfikację zdolności do transportu i separacji ładunku.

Metodyka prac opierała się na iteracyjnym procesie projektowania z wykorzystaniem narzędzi CAD oraz integracji podsystemów mechanicznych i elektronicznych. Struktura rakiety została wykonana głównie z kompozytów włókna szklanego, zapewniających korzystny stosunek wytrzymałości do masy, natomiast elementy krytyczne wykonano z aluminium obrabianego mechanicznie. Konstrukcja została podzielona na dwa stopnie funkcjonalne: pierwszy zawierający układ napędowy i spadochron hamujący oraz drugi obejmujący przedział ładunku, awionikę i spadochron główny.

Systemy awioniczne zaprojektowano w oparciu o mikrokontroler klasy SAMD21, integrujący odczyt danych z czujników (ciśnienie, temperatura, IMU, GPS) oraz sterowanie elementami wykonawczymi. Dane są przetwarzane, zapisywane i transmitowane do stacji naziemnej z wykorzystaniem łącza LoRa. Kluczowym elementem architektury było rozdzielenie domen zasilania, co zwiększa odporność systemu na zakłócenia. Zastosowano również niezależny system transmisji wideo, umożliwiający rejestrację przebiegu misji.



Rys. 1. *Przegląd trajektorii: lot rakiety w widoku bocznym*

Ładunek w postaci minisatelity CanSat stanowi autonomiczny system zdolny do niezależnego zbierania i transmisji danych podczas opadania. Integracja obejmuje zarówno interfejsy komunikacyjne, jak i mechanizm separacji, realizowany automatycznie przed osiągnięciem apogeum i weryfikowany czujnikowo. Rozwiązanie to umożliwia niezależną ocenę przebiegu misji ładunku oraz analizę jego trajektorii opadania.

System odzysku rakiety oparto na konfiguracji dwuspadochronowej, obejmującej spadochron hamujący oraz główny, uruchamiane sekwencyjnie przy użyciu ładunków pirotechnicznych. Równolegle opracowano naziemną infrastrukturę wsparcia, obejmującą stację zapłonową oraz główną stację kontroli lotu odpowiedzialną za monitorowanie parametrów w czasie rzeczywistym oraz zarządzanie procedurą startową.

W ramach projektu przeprowadzono testy naziemne i integracyjne, obejmujące weryfikację działania elektroniki, komunikacji oraz mechanizmów separacyjnych. Wyniki wskazują na wysoką spójność systemową oraz gotowość platformy do testu w warunkach rzeczywistych. Rakieta znajduje się obecnie w fazie przedstartowej i oczekuje na lot w ramach wydarzenia Lotów Rakiet Eksperymentalnych (LRE). Oczekiwane wyniki umożliwią empiryczną weryfikację założeń projektowych, w szczególności w zakresie charakterystyk lotu naddźwiękowego oraz skuteczności systemów odzysku i separacji ładunku. Projekt posiada istotny potencjał aplikacyjny i edukacyjny, stanowiąc podstawę do dalszych badań nad platformami rakietowymi oraz systemami telemetrycznymi.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające rakietę podczas budowy*

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania kierowane są do wszystkich osób i instytucji wspierających realizację projektu, w szczególności w zakresie konsultacji technicznych, testów oraz udostępnienia infrastruktury badawczej. Docenione zostaje wsparcie merytoryczne i organizacyjne na każdym etapie prac projektowych.

ŹRÓDŁA

1. A. Okniński, B. Marciniak, B. Bartkowiak: *Development of the Polish Small Sounding Rocket Program*. Acta Astronautica, 2014
2. M. Jasztal, A. Kłosiński: *Experimental verification of parachute deployment system in sounding rockets.* Journal of KONES, 2024
3. J. Binz, N. Stojoski, L. Jost: CATS: *Empowering the next generation of rocket scientists through educational flight computers.* arXiv, 2025

OCENA WPŁYWU FIBROINY JEDWABIU NA PROCES REMINERALIZACJI SZKLIWA ZĘBA

Zofia Rządkowska

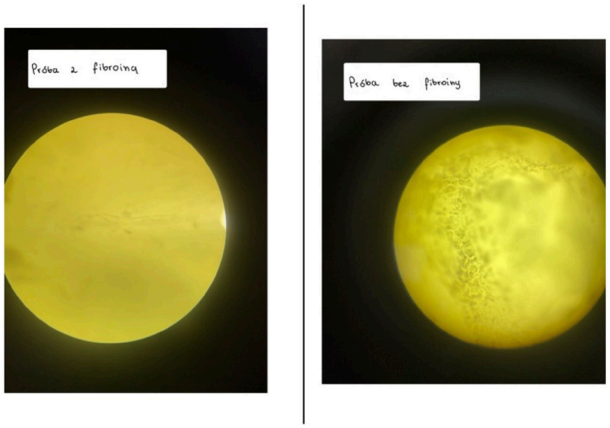
Słowa kluczowe: remineralizacja szkliwa, fibroina jedwabiu, zęby, higiena jamy ustnej.

Opiekun: Adrianna Wentland | Gdańskie Liceum Autonomiczne, ul. Osiek 11/12, 80-842, zofia.rzadkowska@autonomik.pl

ABSTRAKT

Współczesny styl życia, w tym dieta bogata w przetworzoną żywność, przyczynia się do zwiększonej podatności szkliwa zębów na demineralizację[1]. Proces ten prowadzi do osłabienia struktury szkliwa i zwiększa ryzyko rozwoju chorób jamy ustnej. W związku z tym poszukiwane są nowe substancje wspomagające jego odbudowę. Jedną z nich jest fibroina jedwabiu – białko naturalnego pochodzenia, wykazujące potencjalne właściwości bioaktywne[3].

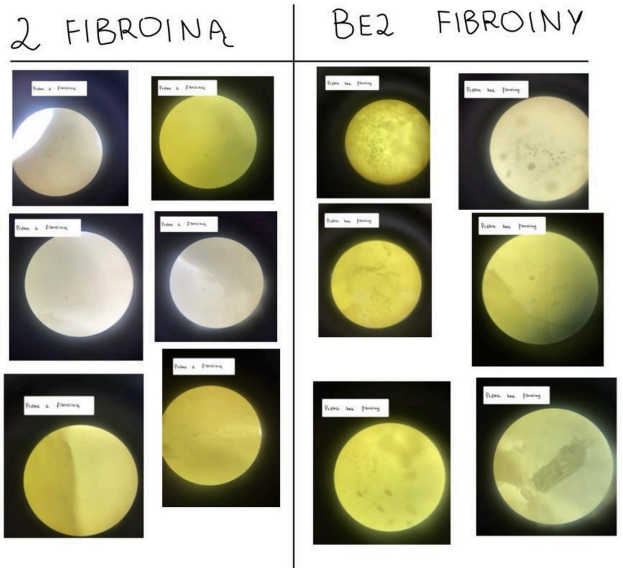
Celem pracy była ocena wpływu fibroiny na proces remineralizacji szkliwa w warunkach laboratoryjnych. W badaniu wykorzystano ludzkie zęby, które oczyszczono 70% roztworem etanolu i przepłukano wodą destylowaną, a następnie poddano kontrolowanej demineralizacji przy użyciu 2% roztworu kwasu mlekowego. Następnie próbki podzielono na dwie grupy po 10 zębów: kontrolną oraz badawczą, w której zastosowano 1% roztwór fibroiny jedwabiu. W obu przypadkach próbki inkubowano w roztworze buforowym, 0,1 molowym zawierającym jony wapnia i fosforanowe (V). Roztwór miał za zadanie symulować środowisko jamy ustnej sprzyjające procesom remineralizacji szkliwa (pH > 5,5). Roztwór ten odzwierciedlał warunki obecności minerałów niezbędnych do odbudowy struktury szkliwa[2]. Dodatkowo przeprowadzono analizę mikrobiologiczną śliny pobranej od uczniów, w celu zobrazowania obecności mikroorganizmów naturalnie występujących w jamie ustnej[5].



Rys. 1. *Porównanie szkliwa zębów pod mikroskopem, po remineralizacji z dodatkiem fibroiny oraz bez jej dodatku*

Oceny efektów dokonano na podstawie obserwacji mikroskopowych powierzchni szkliwa w 20 próbkach, w tym 10 w grupie kontrolnej oraz 10 w grupie badawczej. W próbkach kontrolnych zaobserwowano wyraźną nieregularność powierzchni oraz obecność licznych struktur świadczących o demineralizacji. Natomiast w 8 z 10 próbek poddanych działaniu fibroiny powierzchnia szkliwa była jednolita, wygładzona i wykazywała ograniczoną liczbę ubytków. W pozostałych 2 próbkach zaobserwowano tylko drobne ubytki. Wyniki wskazują na wyraźną różnicę w strukturze szkliwa pomiędzy analizowanymi grupami oraz potwierdzają korzystny wpływ fibroiny na proces odbudowy.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że fibroina jedwabiu wspomaga proces remineralizacji szkliwa w warunkach laboratoryjnych. Przeprowadzone badanie przedstawia prosty i przejrzysty sposób oceny wpływu substancji bioaktywnych na strukturę szkliwa oraz wskazuje na możliwość ich zastosowania w profilaktyce zdrowia jamy ustnej[4]. Dalsze badania mogą rozszerzyć zakres uzyskanych wyników oraz umożliwić dokładniejsze określenie mechanizmu działania fibroiny.



Rys. 2. *Tabela przedstawiająca zdjęcia mikroskopowe szkliwa po remineralizacji z dodatkiem fibroiny oraz bez jej dodatku*

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania kieruję do mojej nauczycielki - Adrianny Wentland, za opiekę naukową, cenne wskazówki oraz wsparcie na każdym etapie realizacji projektu. Dziękuję również mojej rodzinie za motywację i wsparcie podczas prowadzenia badań.

ŹRÓDŁA

1. Featherstone J.D.B., *The science and practice of caries prevention*, Journal of the American Dental Association, 2000.
2. Reynolds E.C., *Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions*, Journal of Dental Research, 1997.
3. Altman G.H. et al., *Silk-based biomaterials*, Biomaterials, 2003.
4. Kundu B. et al., *Silk fibroin biomaterials for tissue regenerations*, Advanced Drug Delivery Reviews, 2013.
5. Marsh P.D., *Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease*, Advances in Dental Research, 1994

„CYFROWY CHEMIK" – OD LED DO FE: BUDOWA I WALIDACJA FOTOMETRU DIY

Pola Rzepka

Słowa kluczowe: fotometr, żelazo, analiza wody, pomiar, środowisko.

Opiekun: Hanna Yakovlieva | Akademia Dobrej Edukacji im. Czesława Niemena w Jarocinie, ul. Przemysłowa 3, 63-200 Jarocin, u.polarzepka@adejarocin.pl

ABSTRAKT

Wysokie koszty aparatury pomiarowej ograniczają lokalny monitoring środowiska. Celem projektu była budowa niskokosztowego fotometru DIY opartego na mikrokontrolerze ESP32 oraz wykorzystanie go do ilościowej analizy stężenia żelaza w wodzie. Badania miały na celu sprawdzenie, jak zawartość tego pierwiastka wpływa na stan ekosystemu rzeki Warty, stawu Zimny Dół oraz pobliskiego strumyka, a także ocenę możliwości rekreacyjnego wykorzystania tych zasobów.

Proces badawczy zrealizowano w dwóch etapach: konstrukcyjnym oraz analitycznym. W pierwszej fazie zaprojektowano i zbudowano fotometr wykorzystujący mikrokontroler ESP32, diodę LED oraz układ z fotodiodą. Obudowę zaprojektowano i wykonano w drukarce 3D, by zapewnić dopasowanie optyki i izolację od światła. Konstrukcja posiada dwa gniazda na kuwety: jedno dla próbki badanej oraz drugie dla próby ślepej, co umożliwia kompensację tła i zwiększa rzetelność pomiaru. Urządzenie zaprogramowano do pomiaru natężenia światła przechodzącego przez próbkę i przeliczania go na wartości absorbancji zgodnie z prawem Lamberta-Beera:

$$A = \varepsilon c l \quad (1)$$

Gdzie: ε - molowy współczynnik absorpcji, c - stężenie analitu, l - droga optyczna (szerokość kuwety).

Kluczowym elementem części chemicznej było wyznaczenie krzywej kalibracyjnej. W tym celu wielokrotnie przygotowano serię roztworów wzorcowych żelaza, które poddano reakcjom barwnym z rodankiem amonu (NH_4SCN) oraz kwasem sulfosalicylowym ($C_7H_6O_6S$). Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono równanie prostej (model matematyczny) (R. 1), które zaimplementowano w oprogramowaniu fotometru. Pozwoliło to na automatyczne przeliczanie sygnału świetlnego na stężenie żelaza wyrażone w mg/l. Finalne badania przeprowadzono na próbkach wody z rzeki Warty, stawu Zimny Dół oraz lokalnego strumyka. W celu walidacji metody, wszystkie wyniki zestawiono z odczytami z profesjonalnego fotometru Exaqua. Wykorzystany jako wzorzec system Exaqua to zaawansowane urządzenie laboratoryjne o wysokiej czułości, którego wysoki koszt stanowił bezpośrednią motywację do stworzenia przystępnej cenowo alternatywy o zbliżonej precyzji.

Analiza wykazała zróżnicowane poziomy żelaza w zależności od źródła wody. Najniższe w Warcie (0,26 mg/l - fotometr DIY; 0,28 mg/l - fotometr Exaqua), wyższe w stawie Zimny Dół (0,71 mg/l - fotometr DIY; 0,73 mg/l - fotometr Exaqua), a najwyższe w strumyku (1,09 mg/l - fotometr DIY; 1,12 mg/l - fotometr Exaqua). Wyniki te mogą wynikać ze specyfiki geologicznej lub dopływu zasobnych w żelazo wód podziemnych. Zróżnicowanie wyników, z dominantą w strumyku, wskazuje na potrzebę stałego monitoringu tych wód, by zapobiegać degradacji ekosystemu i kontrolować jakość lokalnych zasobów. Kluczowym sukcesem była walidacja urządzenia - średnia różnica względem profesjonalnego fotometru Exaqua wyniosła zaledwie 0,027 mg/l (średni błąd 2,8%), przy maksymalnym odchyleniu 0,03 mg/l (3%). Potwierdza to, że niskokosztowa konstrukcja oparta na ESP32 oferuje precyzję zbliżoną do aparatury laboratoryjnej, stanowiąc rzetelne narzędzie do monitoringu środowiska.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność absorbancji do stężenia żelaza*

Porównanie wyników uzyskanych za pomocą fotometru DIY oraz fotometru Exaqua wykazało ich dużą zgodność, co potwierdza poprawność działania skonstruowanego urządzenia. Otrzymane rezultaty potwierdzają również, że fotometr może stanowić skuteczne narzędzie do analizy jakości wody i monitorowania zawartości żelaza w środowisku wodnym. Przeprowadzone badania dowiodły, że niskokosztowy fotometr DIY oparty na mikrokontrolerze ESP32 stanowi rzetelną alternatywę dla drogiej aparatury laboratoryjnej. Uzyskana precyzja pomiaru potwierdza poprawność przyjętych założeń konstrukcyjnych i analitycznych. Analiza wód rzeki Warty wykazała stabilny stan ekosystemu pod kątem zawartości żelaza, podczas gdy wyższe stężenia w mniejszych ciekach wskazują na potrzebę dalszego, systematycznego monitoringu tych obszarów. W przyszłości planowane jest rozszerzenie funkcjonalności urządzenia o moduły do pomiaru pH oraz stężenia azotanów i siarczanów, co pozwoli na jeszcze pełniejszą diagnostykę środowiskową.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające fotometr DIY*

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękuję Pani Hannie Yakovlievej za opiekę merytoryczną i ogromne wsparcie, Mateuszowi Szymkowiakowi za wsparcie techniczne oraz Panu Sewerynowi Siębrzuchowi za pomoc w realizacji filmu.

ŹRÓDŁA

1. Kealey, D., Haines, P.J. (2009). *Chemia analityczna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
2. Karbowiak, D., *Kursy elektroniki i budowy układów*, Portal Forbot.pl.
3. Hermanowicz, W., i in., *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*, Wydawnictwo Arkady.

ZASTOSOWANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W PREDYKCJI AWARII W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Adrian Siedlecki

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, sieci elektroenergetyczne.

Opiekun: Paweł Wojewódzki | Zespół Szkół Powiatowych im. Stanisława Staszica w Opocznie, ul. Wojciecha Kossaka 1a, 26-300 Opoczno, pawel.wojewodzki@zspnr1.pl

ABSTRAKT

Badanie miało na celu opracowanie wstępnego podejścia do prognozowania awarii w infrastrukturze elektroenergetycznej z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji. W pierwszym etapie podjąłem próbę zebrania i przygotowania danych, obejmujących zarówno historyczne parametry pracy sieci, jak i dane środowiskowe. Na tym etapie napotkałem trudności związane z ograniczoną dostępnością kompletnych i odpowiednio ustrukturyzowanych zbiorów danych, co wpłynęło na dalszy przebieg prac.

Kolejnym krokiem była wstępna analiza danych oraz próba ich oczyszczenia i standaryzacji. W trakcie tego procesu pojawiły się błędy związane z brakami danych oraz niespójnością formatów, co utrudniło przeprowadzenie pełnej analizy eksploracyjnej. Pomimo podjętych prób uzupełnienia braków i normalizacji danych, nie udało się osiągnąć satysfakcjonującej jakości zbioru treningowego.

Następnie przystąpiłem do próby budowy modelu predykcyjnego. Ze względu na wcześniej wspomniane problemy z danymi, proces trenowania modelu był ograniczony i nie pozwolił na uzyskanie wiarygodnych wyników. Dodatkowo pojawiły się trudności w doborze odpowiednich parametrów modelu oraz jego walidacji.

W efekcie końcowym badanie nie zostało zrealizowane w pełnym zakresie. Główne przyczyny niepowodzenia obejmowały problemy z dostępnością i jakością danych, ograniczenia czasowe oraz trudności techniczne związane z implementacją modelu. Pomimo tego, przeprowadzone próby pozwoliły na identyfikację kluczowych wyzwań, które należałoby uwzględnić przy ponownym podejściu do realizacji tego typu projektu.

PIE(S)ZO FLOOR – ENERGIA Z KROKÓW DLA BEZPIECZNEGO MIASTA

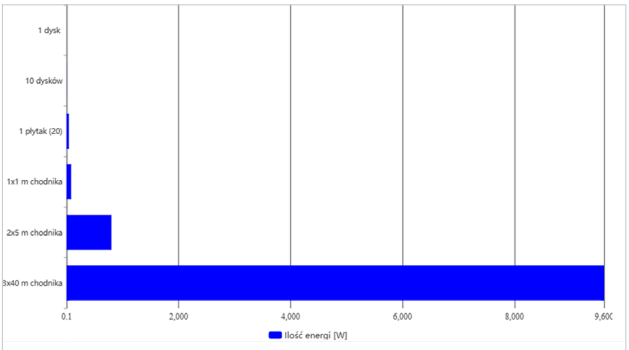
Bartłomiej Siemczuk

Słowa kluczowe: energia odnawialna, piezoelektryczność, Smart City, bezpieczeństwo, energia kinetyczna.

Opiekun: Jakub Zieliński | Zespół Szkół Transportowo Komunikacyjnych im. Tadeusza Kościuszki w Lublinie, ul. Zemborzycka 82, 20-445 Lublin, barteksiemczuk3003@gmail.com

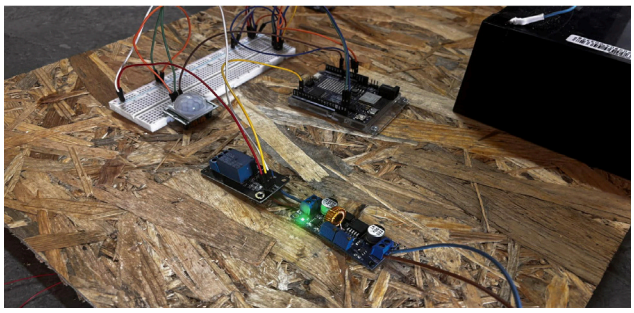
ABSTRAKT

Projekt „Pie(s)zo Floor – energia z kroków dla bezpiecznego miasta" koncentruje się na wykorzystaniu alternatywnych, odnawialnych źródeł energii w przestrzeni miejskiej oraz na poprawie bezpieczeństwa pieszych poprzez inteligentne rozwiązania technologiczne. Punktem wyjścia było założenie, że codzienna aktywność człowieka, taka jak chodzenie, generuje energię kinetyczną, która w dużej mierze pozostaje niewykorzystana. Celem pracy było sprawdzenie, czy tę energię można efektywnie odzyskać, przekształcić w energię elektryczną i zastosować w praktyce, na przykład do zasilania elementów infrastruktury miejskiej. W ramach realizacji projektu zaprojektowano i wykonano prototyp modułu generującego energię. System opiera się na elementach piezoelektrycznych, które wytwarzają napięcie pod wpływem nacisku, który przekształca ruch mechaniczny w energię elektryczną. Wytworzona energia nie jest wykorzystywana bezpośrednio, lecz najpierw magazynowana. W tym celu zastosowano oraz akumulator, co pozwala na stabilizację napięcia i gromadzenie energii do późniejszego użycia. Tak zgromadzona energia zasila energooszczędne oświetlenie LED, które może być wykorzystywane np. do doświetlania przejść dla pieszych, chodników czy przystanków komunikacji miejskiej. To rozwiązanie nie tylko poprawia widoczność i bezpieczeństwo, ale też zmniejsza zapotrzebowanie na energię z tradycyjnej sieci. Kluczowym elementem systemu jest mikrokontroler Arduino, który odpowiada za zarządzanie całym układem. Steruje on procesem ładowania magazynów energii, kontroluje parametry pracy systemu oraz umożliwia monitorowanie jego działania. Dzięki temu możliwe jest dostosowanie pracy urządzenia do aktualnych warunków, takich jak intensywność ruchu pieszych czy poziom naładowania magazynów energii. W celu weryfikacji założeń przeprowadzono serię testów w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Analizowano ilość generowanej energii oraz efektywność systemu w zależności od liczby przechodzących osób i częstotliwości nacisków.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający ilość generowanej energi przez daną ilosć piezoelketryków*

Wyniki pokazały, że choć pojedynczy krok generuje niewielką ilość energii, to przy dużym natężeniu ruchu – na przykład w centrach miast, przy przejściach dla pieszych czy na przystankach – możliwe jest uzyskanie zauważalnych efektów energetycznych. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że system „Pie(s)zo Floor" ma realny potencjał zastosowania w przestrzeni miejskiej. Szczególnie dobrze sprawdza się w miejscach o dużym przepływie ludzi, gdzie może działać praktycznie bezobsługowo, wykorzystując naturalny ruch pieszych. Rozwiązanie to wpisuje się w koncepcję inteligentnych miast (Smart City), łącząc ekologię, technologię i funkcjonalność. Dodatkową wartością projektu jest aspekt edukacyjny i społeczny. Pokazuje on, że nawet drobne, codzienne czynności mogą mieć znaczenie w kontekście produkcji energii i ochrony środowiska. Może to wpływać na zwiększenie świadomości ekologicznej oraz promowanie zrównoważonego stylu życia. Podsumowując, „Pie(s)zo Floor" to innowacyjne podejście do wykorzystania energii odnawialnej w mieście. Projekt dowodzi, że energia kinetyczna człowieka może być skutecznie przekształcana i wykorzystywana w praktyce, przyczyniając się zarówno do poprawy bezpieczeństwa, jak i ograniczenia zużycia tradycyjnych źródeł energii.



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające układ zarządania energią oraz sterowania światłami*

ŹRÓDŁA

1. J. Tichy: *Fundamentals of Piezoelectric Sensorics: Mechanical, Dielectric, and Thermodynam*, 2010, s. 10-23, 40-45

LEWITACJA AKUSTYCZNA. BADANIE EFEKTYWNOŚCI POLA LEWITACYJNEGO

Arkadiusz Sikorski

Słowa kluczowe: lewitacja, dźwięk, fale, energia, efektywność.

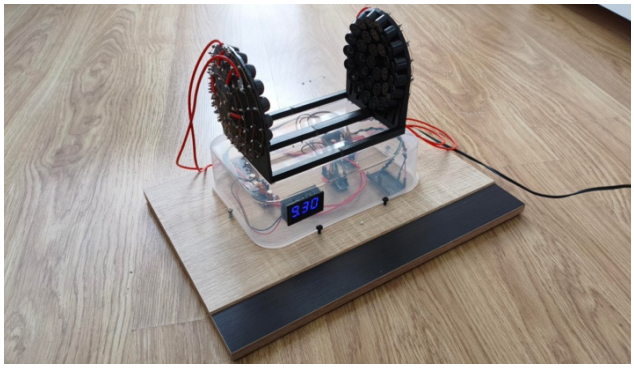
Opiekun: Wojciech Hermanowski | Zespół Szkół Elektronicznych nr 7 im. Wojska Polskiego w Bydgoszczy, ul. Mieczysława Karłowicza 20, 85-092 Bydgoszcz, zse@zse.bydgoszcz.pl

ABSTRAKT

Lewitacja akustyczna to zjawisko wykorzystywane w laboratoriach i przemyśle od długiego czasu. Dzięki możliwości uniknięcia kontaktu z przenoszoną cząsteczką, jest to idealne rozwiązanie dla niewielkich, delikatnych obiektów (np. mikroelektroniki, bakterii). Zmiana długości fali pozwala na manipulowanie w przestrzeni przedmiotami o różnej wielkości, co otwiera drogę do filtrowania gazów i cieczy za pomocą dźwięku. Optymalizacja efektywności lewitatorów jest bardzo ważna w dalszym rozwoju technologii. Celem badania jest optymalizacja mocy potrzebnej do podniesienia danego ciała.

Istnieją różne techniki unoszenia elementów w powietrzu dźwiękiem. Większość z nich opiera się na zjawisku stojących fal akustycznych. Polega ono na dopasowaniu częstotliwości co najmniej dwóch nadajników i odległości między nimi. Tworzone przez nie fale nachodzą się grzbietami, gdzie wzrasta ciśnienie. W dolinach powstają komórki, w których można zawiesić drobinę w przestrzeni. To, czy się utrzyma w miejscu zależy od siły pola lewitacyjnego. Sprawdzana jest teza: moc wymagana dla osiągnięcia lewitacji danego elementu zależy od jego masy.

Do sprawdzenia teorii użyte zostało urządzenie, które podzielić można na 5 współpracujących elementów: komora lewitacyjna, generator fali, serwer strony internetowej (służący jako interfejs do sterowania pozycją cząsteczki), układ zasilający i osłony na czasze (stosowane przy cieczach). Komora składa się z dwóch czasz ustawionych naprzeciwko, tak aby naprzeciwległe transduktory znajdywały się w dystansie ok. 20-21cm od siebie. Każda czasza zawiera 36 transduktorów-nadajników. Generator oparty jest na mikrokontrolerze, które bez przerwy tworzy fale kwadratowe. Następnie sygnał wysyłany jest do wzmacniacza i transduktorów.

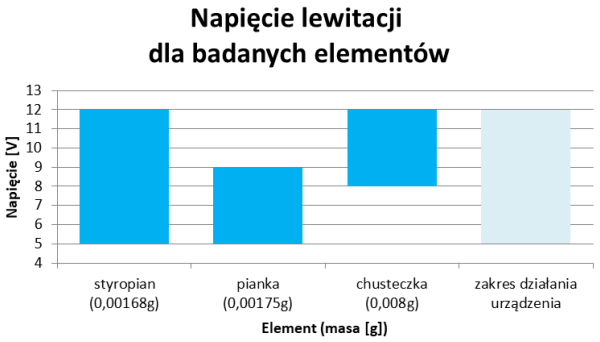


Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające urządzenie wykorzystane do badań. Pomiędzy czaszami zauważyć można lewitujące drobiny*

Oprócz zawieszenia cząsteczki w powietrzu możliwy jest także ruch. Na stałe wgrane są kształty sygnału, między którymi generator fal przełącza się, jeśli otrzyma polecenie przesunięcia cząsteczką.

Wyznaczanie zakresu mocy do utrzymania danego ciężaru odbywa się w kilku etapach. Na początku element jest ważony za pomocą wagi jubilerskiej. Wyznaczana jest również jego objętość. Następnie następuje próba lewitacji. Jeśli jest udana, zmniejszana jest siła pola, aż do momentu spadnięcia drobiny. W przeciwnym wypadku napięcie jest zwiększane. Próba jest powtarzana wielokrotnie, a minimalna i maksymalna moc dla każdego ciężaru i gęstości jest zapisywana. Następnie dane przedstawiane są na wykresie. Do testowanych materiałów należą między innymi: styropian, pianka ochronna, zwinięta chusteczka higieniczna, czy plastik PLA. Największym wyzwaniem w testach jest limit wielkości obiektu do 8mm.

Uzyskane dane obalają tezę o wadze jako jedynym elemencie określającym wymaganą siłę. Kluczowym czynnikiem wydaje się objętość podnoszonego elementu i wielkość pola akustycznego (małe lewitatory wymagają mniej mocy do takich samych rezultatów). Pozwala to na dokładniejsze zrozumienie natury zjawiska i otwiera drogę do dalszych postępów w dziedzinie lewitacji akustycznej.



Rys. 1. *Wykres przedstawiający zależność mocy, przy której występuje lewitacja dla obiektów o różnej wadze*

ŹRÓDŁA

1. R.R. Boullosa, A. Pérez-López, R. Dorantes-Escamilla, *An Ultrasonic Levitator.* Laboratorio de Acústica y Vibraciones Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico Universidad Nacional Autónoma de México México, D.F., México, 2015
2. Duyang Zang, Yinkai Yu, Zhen Chen, Xiaoguang Li, Hongjing Wu, Xingguo Geng, *Acoustic levitation of liquid drops: Dynamics, manipulation and phase transitions*. Functional Soft Matter & Materials Group, Key Laboratory of Space Applied Physics and Chemistry of Ministry of Education, School of Science, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China, 2017.

RAKIETY O KONSTRUKCJI MODUŁOWEJ

Marek Skrzypiciel

Słowa kluczowe: rakieta, moduł, model, koszty, parametry.

Opiekun: Katarzyna Uchańska-Łukasik | Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Strzelcach Opolskich, ul. Powstańców Śląskich 3, 47-100 Strzelce Opolskie, marek.skrzypiciel@onet.pl, kuchanska-lukasik@ckziu-strzelce.pl

ABSTRAKT

Testowanie elektroniki pokładowej rakiet modelarskich jest długie, żmudne i drogie. W celu stwierdzenia czy czujniki dają niezawodne i dokładne dane, oraz czy telemetria nie urywa się przy dużych prędkościach należy przeprowadzić wiele lotów testowych. Warto również pomyśleć o lotach w różnych warunkach, na różnych wysokościach. Wybrana rakieta zwykle daje względnie podobne warunki lotu, takie jak przyspieszenie lub apogeum. Należałoby więc elektronikę przetestować na co najmniej dwóch różnych rakietach. Budowa rakiety jest czasochłonna, a materiały są drogie. Postanowiłem znaleźć sposób zmniejszenia kosztów i zwiększenia zakresu możliwości pojedynczej rakiety. W ten sposób powstał pomysł na rakiety modułowe.

Rakieta modułowa podzielona jest na trzy główne sekcje, silnikową centralną i ładunkową. W sekcji ładunkowej znajduje się testowany ładunek. Może to być elektronika pokładowa lub dowolny eksperyment, który zmieści się w ładowni. Do sekcji centralnej przymocowane są pozostałe moduły. Znajduje się w niej też spadochron. Jest jedynym stałym elementem, do którego mocowane są inne sekcje. Sekcja silnikowa zawiera mocowanie silnika i stateczniki. Sekcje silnikowa oraz ładunkowa mogą być dowolnie wymieniane zmieniając tym parametry całej rakiety.



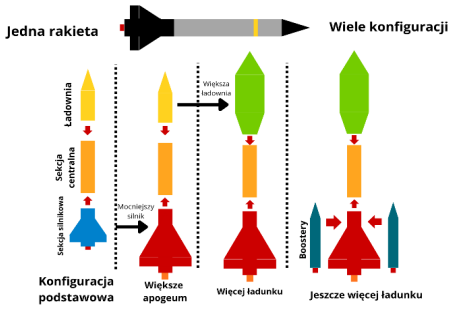
Fot. 1. *Zdjęcie rakiety Strzała K1W przed startem i w trakcie wznoszenia*

W celu przetestowania pomysłu rakiet modułowych powstała rakieta modelarska o nazwie Strzała oraz wybrane moduły silnikowe i ładunkowe. Stworzono trzy podstawowe konfiguracje rakiety: K1 – wersja podstawowa dostosowana do silnika D9-5 (ciąg średni 9N), K1W – wzmocniona wersja modułu K1 (Fot.1.), K2 – moduł silnikowy dostosowany do silnika D20-6 (ciąg średni 20N), K3 – moduł silnikowy dostosowany do silnika F35-8 (ciąg średni 35N). Wymienianie sekcji silnikowych pozwala na zwiększenie maksymalnej masy ładunku lub zwiększenie apogeum lotu. Wykonałem również kilka modułów ładunkowych: podstawowy – do małych i ciężkich ładunków, heavy – do dużych i ciężkich ładunków, oraz moduł przystosowany bezpośrednio pod kamerę do nagrywania lotu.

Przetestowanie konstrukcji polegało na wykonaniu lotów rakiety w każdej z konfiguracji. Do rakiety w każdej wersji silnikowej został załadowany ładunek odważników o maksymalnej masie, jaką można wynieść na przy użyciu danego silnika. Miało to na celu sprawdzenie, jak zachowa się rakieta pod największym obciążeniem w każdej konfiguracji (K1, K1W, K2, K3, boostery). Rakieta poleciała też w różnych konfiguracjach ładowni. Następnie rakieta wykonała serię lotów ze stałym obciążeniem, w tym wypadku elektroniką pomiarową. Miało to na celu przetestowanie, na jaką wysokość może dolecieć rakieta w każdej z konfiguracji, zakładając stałe obciążenie.

Modułowa konstrukcja rakiety znacznie zwiększa możliwości pojedynczej konstrukcji. Nie potrzeba kilku rakiet do różnych typów ładunków. Wystarczy jedna rakieta i kilka modułów. Koszty zbudowania pojedynczego modułu są znacznie tańsze niż koszty zbudowania nowej rakiety. Za ułamek ceny nowej rakiety można przystosować już istniejącą konstrukcję do nowego zadania. Modułowa konstrukcja ułatwia też znajdywanie usterek. Natomiast jeśli zostanie znaleziona jakaś usterka w jednym z modułów można go wymienić na inny bez wstrzymywania planu lotów rakiety. Rakieta wykonuje dalej planowane loty, podczas kiedy uszkodzony moduł jest naprawiany.

Modułowa konstrukcja przy zachowaniu wielokrotności użycia może zatem zmniejszyć koszty eksploatacji, zwiększyć możliwości operacyjne oraz usprawnić serwisowanie rakiety.



Rys. 1. *Abstrakt graficzny w obrazowy sposób przedstawiający koncept rakiet modułowych*

PODZIĘKOWANIA

Chciałbym podziękować mojej nauczycielce Pani Katarzynie Uchańskiej-Łukasik za trzyletnią współpracę w ramach programu „Inżynierowie Przyszłości" i innych konkursów oraz wszystkim kolegom, którzy pomagali nagrywać starty rakiet.

ŹRÓDŁA

1. https://pl.wikipedia.org/wiki/Atlas_V
2. https://www.ulalaunch.com/rockets/atlas-v

AIRPET – ODDAJ ZGNIECIONE BUTELKI DO KAUCJOMATU

Szymon Sławinski

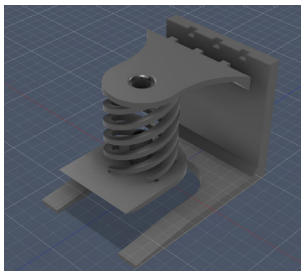
Słowa kluczowe: ekologia, system kaucyjny. ułatwienie dostępu, innowacja, automatyzacja.

Opiekun: G. Ciasnocha | Zespół Szkół Elektronicznych w Rzeszowie, ul. Hetmańska 120, 35-078 Rzeszów, spomocy@gmail.com

ABSTRAKT

Niniejszy abstrakt jest podsumowaniem prac związanych z budową maszyny Air-PET oraz jej wpływu na wdrożenie systemu kaucyjnego.

W trakcie prac opracowałem gotowy, działający prototyp maszyny, który w intuicyjny sposób pokazuje jak mogłaby działać pełnoskalowa wersja. Najważniejszym elementem jest układ sprężonego powietrza wyposażony w dwa zawory odcinające, zawór dławiąco zwrotny, manometr. Zakończony jest on specjalnie opracowaną przeze mnie końcówką (fot.1), w którą wślizguje się butelka PET nad gwintem (ustandaryzowane rozmiary sprawiają, że jedna końcówka działa na większość rozmiarów butelek), a następnie utrzymywana jest za kołnierz. Rurka ze sprężonym powietrzem wchodzi od góry, a taka konstrukcja zapewnia szczelność wystarczającą do prawidłowego działania urządzenia. Prototypy wykonane z PLA i PETG na drukarce 3d pokazują efektywność tego designu. Ograniczenia materiału zaobserwowane na testach pokazały, że plastik nie jest odpowiedni przy potencjalnej szerszej adopcji. Najlepszą alternatywą będzie wykonanie adaptera z metalu. Przełącznik krańcowy jest zintegrowany z adapterem, który ma za zadanie zwiększyć bezpieczeństwo i uniknąć niepożądanej sytuacji podania sprężonego powietrza na układ bez butelki. Dodatkowo z punktu widzenia bezpieczeństwa, układ może być zasilany powietrzem z zakresu 2-4 bar. Wynika to z przeprowadzonej przeze mnie oceny efektywności i bezpieczeństwa. W układ jest wbudowany elektroniczny czujnik ciśnienia. W razie nadciśnienia sterownik ESP32 załączy procedurę bezpieczeństwa opisaną poniżej.



Fot. 1. Element prototypu maszyny

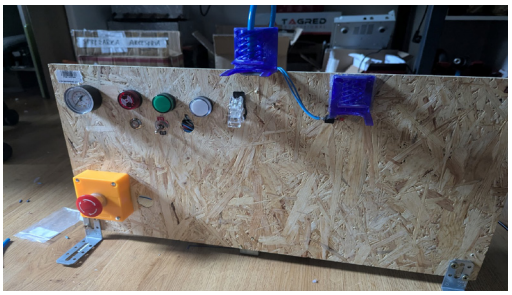
Procedura bezpieczeństwa załączy się w wypadku wykrycia przez sterownik niebezpiecznego ciśnienia w układzie albo po wciśnięciu przycisku e-stop. Załącza się czerwona lampka z buzzerem, odcinane jest zasilanie do sprężarki i zawór spuszcza powietrze z układu. Adapter jest tak wyprofilowany, że w przypadku napełnienia butelki sprężone powietrze samo bezpiecznie wypchnie butelkę.

Panel kontrolny (fot. 2.) prototypu składa się z 3 lampek sygnalizacyjnych, e-stop (grzybek bezpieczeństwa), przycisku pompującego, włącznika głównego, przełącznika - bypass krańcówki.

Lampka zielona oznacza tryb standby, gotowy do pracy.

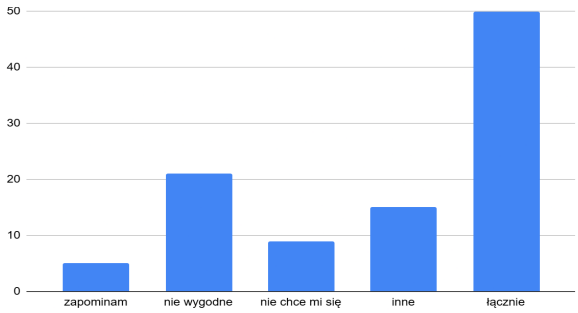
Lampka biała oznacza załączenie dmuchania butelki.

Lampka czerwona zintegrowana z buzzerem, oznacza nieprawidłową pracę układu.



Fot. 2. Panel kontrolny prototypu

Według rządowych danych na dzień 17.04.2026 współczynnik oddawania opakowań kaucyjnych wynosi 78%. W ramach prac nad projektem przeprowadziłem ankietę wśród znajomych, rodziny i losowych osób z ulicy. Pytanie brzmiało: "Co najczęściej stoi na przeszkodzie Pani/Panu do częstszego używania kaucjomatów?". Wyniki widać na rys. 1.



Rys. 1. Wyniki ankiety

Z badania jasno wynika, że wygoda korzystania z systemu kaucyjnego jest największą przeszkodą do jego szerszej adaptacji. Dzięki mojemu urządzeniu możliwe będzie zwiększenie tej wygody, poprzez umożliwienie ludziom zgniatania butelek przed ich oddaniem. Jeśli przy kaucjomacie będzie stała czysta i funkcjonalna dla użytkowników maszyna Air-PET, ułatwi i przyśpieszy to korzystanie z automatów, również osobom, którym inaczej trudno byłoby nadmuchać butelki samodzielnie.

PODZIĘKOWANIA

Chciałbym podziękować opiekunowi projektu Panu G.Ciasnosze za pomoc nad moim projektem oraz Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza za umożliwienie i sfinansowanie badań.

ŹRÓDŁA

1. https://www.gov.pl/web/klimat/zwrocono-juz-ok-520-mln-opakowan-w-systemie-kaucyjnym

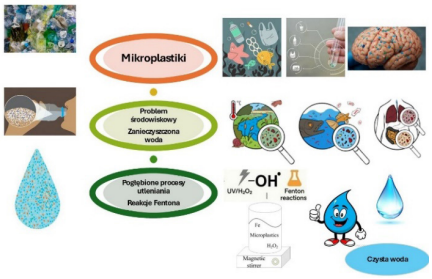
NOWA FALA CZYSTOŚCI – ZASTOSOWANIE NOWOCZESNEGO OCZYSZCZANIA CHEMICZNEGO DO USUWANIA MIKROPLASTIKU Z WODY MORSKIEJ

Jakub Sokół

Słowa kluczowe: mikroplastiki, oczyszczanie wody, reakcja Fentona, środowisko.

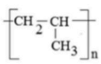
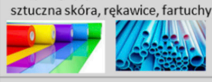
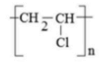
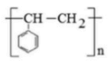
Opiekun: Aneta Sokół | II Liceum Ogólnokształcące im. Księżnej Anny z Sapiehów Jabłonowskiej w Białymstoku, Narewska 11, 15-840 Białystok, falcojakub@gmail.com

ABSTRAKT



Fot. 1. *Zdjęcie przedstawiające abstrakt graficzny pracy*

Postępująca degradacja środowiska oraz malejące zasoby wody pitnej sprawiają, że opracowanie skutecznych metod jej oczyszczania jest kluczowe, zwłaszcza w obliczu rosnącego zanieczyszczenia mikroplastikami trafiającymi do wód powierzchniowych, mórz i oceanów (Fot. 1.). Inspiracją do badań były obserwacje znad Morza Czerwonego oraz doniesienia o rozległych zanieczyszczeniach oceanów, co skłoniło mnie do poszukiwania skutecznych metod usuwania mikroplastików z wód. W związku z tym, celem badań było zastosowanie procesów Fentona do mineralizacji mikroplastików w próbkach wody morskiej oraz ocena wpływu chemicznych metod oczyszczania na obecne w nich cząstki mikroplastików. Metoda ta polegała na zastosowaniu nadtlenku wodoru (H_2O_2) oraz jonów żelaza (Fe^{2+}). Po połączeniu tych składników w odpowiednich warunkach powstawały bardzo reaktywne cząstki, czyli rodniki hydroksylowe. Działały one jak „chemiczne nożyczki" – rozkładały zanieczyszczenia obecne w wodzie na prostsze i mniej szkodliwe substancje. Podczas eksperymentu przeprowadziłem proces utleniania mikroplastików metodą Fentona w temperaturze 80°C i przy pH = 3, stosując Fe^{2+} (10-30 mg/L) oraz H_2O_2 (1000-3000 mg/L) dozowany porcjami. Skrócenie czasu reakcji osiągnąłem poprzez zwiększenie stężeń reagentów i kontrolowane dawkowanie nadtlenku wodoru. Proces umożliwił częściową degradację materiału (szacunkowo ok. 8–50% ubytku masy), potwierdzając skuteczność reakcji Fentona jako metody wstępnego utleniania mikroplastiku. W ramach projektu zastosowałem próbki tworzyw sztucznych, takich jak polietylen (PE), polipropylen (PP), polichlorek winylu (PVC) oraz polistyren (PS), które należą do najczęściej stosowanych rodzajów plastiku na świecie. Wykorzystujemy je codziennie do produkcji m.in. opakowań, kubków jednorazowych, tacek, butelek, zabawek i rur. (Fot. 2.). Ich popularność wynika z niskich kosztów produkcji, niewielkiej masy oraz wysokiej trwałości. Niestety, gdy plastik trafi do rzek lub oceanów, rozkłada się bardzo powoli, proces ten może trwać nawet ponad 400 lat. Z czasem rozpada się na maleńkie kawałki, czyli mikroplastiki które gromadzą się w wodzie i zagrażają rybom, ptakom i innym morskim zwierzętom. W ten sposób plastik staje się poważnym problemem dla całego środowiska. Niestety, ludzie również go spożywają, często nawet o tym nie wiedząc. Według badań naukowych człowiek może spożywać w ciągu tygodnia ilość mikroplastiku odpowiadającą masie karty kredytowej.

Nazwa (skrót)	Materiał	Budowa chemiczna
Polietylen (PE), 	Torby na zakupy, folia spożywcza, opakowania (np. pojemniki na jogurty), worki na odpady, zabawki, butelki, nakrętki do butelek, pojemniki, kanistry, artykuły gospodarstwa domowego, folie ogrodnicze, rury 	
Polipropylen (PP) 	Pojemniki na lunch, opakowania, artykuły gospodarstwa domowego (np. kosze na śmieci, doniczki), rury, izolacje przewodów, profile, włókna do produkcji sznurów, sieci rybackich, wyroby spienione do izolacji 	
Polichlorek winylu (PVC) 	Ceraty, folie, wykładziny podłogowe, płyty, rury, węże, powłoki ochronne i izolacyjne, sztuczna skóra, rękawice, fartuchy ochronne 	
Polistyren (PS) 	Tacki do pakowania mięsa, kubki do gorących napojów, materiał termoizolacyjny w budownictwie, materiały konstrukcyjne w motoryzacji, lotnictwie, korpusy urządzeń elektrycznych, części maszyn biurowych, mebli 	

Fot. 2. *Charakterystyka wybranych tworzyw sztucznych (PE, PP, PVC, PS)*

Zrealizowany projekt przyczynia się do zwiększenia świadomości na temat problemu mikroplastików oraz pogłębia wiedzę o jego źródłach i drogach przemieszczania się do środowiska morskiego. Ukazuje skalę zanieczyszczenia tworzywami sztucznymi oraz podkreśla konieczność podejmowania działań mających na celu ograniczenie ich emisji. Zwraca również uwagę na istotny wpływ mikroplastików na ekosystemy wodne, wskazując na potrzebę ochrony środowiska naturalnego.

PODZIĘKOWANIA

Składam serdecznie podziękowania opiekunowi mojej pracy badawczej.

ŹRÓDŁA

1. J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, M. Ferro-García, G. Prados-Joya, *R. Insights into the degradation of microplastics by Fenton oxidation: From surface modification to mineralization*, Chemosphere nr 309, 2022

WEŹ SIĘ ZA ELEKTROMOBILNOŚĆ

Ignacy Szczęsny

Słowa kluczowe: elektromobilność, rower elektryczny, napęd elektryczny, mobilność miejska, ostatnia mila.

Opiekun: Elżebieta Krupa-Grabowska | I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Gdańsku, ul. Wały Piastowskie 6, 80-855 Gdańsk, roboilo.gdansk@gmail.com

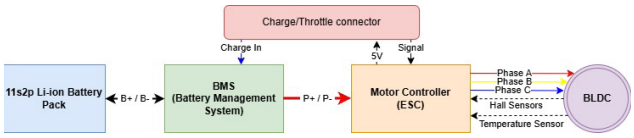
ABSTRAKT

Projekt dotyczy opracowania lekkiego, przenośnego modułu napędu elektrycznego, umożliwiającego szybką i bezpieczną transformację zwykłego roweru lub hulajnogi w pojazd elektryczny zgodny z obowiązującymi przepisami (25 km/h, moc znamionowa 250 W). Założenia początkowe przewidywały moduł o masie poniżej 6 kg, kompaktowych wymiarach (~10×20×40 cm) oraz uniwersalnym systemie mocowania umożliwiającym szybki demontaż w celu redukcji ryzyka kradzieży.

Projekt zakończył się częściowym sukcesem. Zbudowano pierwszą wersję prototypu – jego masa i funkcjonalność spełniają założenia, jednak wymiary okazały się większe niż planowano, czyli ~8×16×32 cm, zamiast 10×20×40 cm. W efekcie prototyp z trudem montuje się na standardowym rowerze lub hulajnodze; bezproblemowe zastosowanie jest możliwe wyłącznie w tzw. fat bike'ach (rowerach z szerokimi oponami).

W skład modułu wchodzą: akumulator litowo-jonowy z ogniw 21700[1] w konfiguracji 11s2p (pojemność ~350-400 Wh), silnik BLDC[2] o mocy szczytowej około 4200 W, sterownik VESC[3] z możliwością konfiguracji parametrów pracy, inteligentny system BMS zapewniający zabezpieczenia oraz złącze do ładowania i podłączenie amnetki w trybie hulajnogi. Dzięki programowalnemu sterownikowi moc silnika została cyfrowo ograniczona do 600 W mocy szczytowej (poniżej 3 sekund) oraz 250 W mocy ciągłej, co zapewnia zgodność z przepisami i chroni układ przed przegrzaniem.

Na Rys. 1 przedstawiono kolorowy schemat blokowy układu elektrycznego. W dalszej części opisano przebieg testów, uzyskane parametry oraz napotkane ograniczenia.



Rys. 1. *Wykres przedstawiący schemat blokowy połączeń elektrycznych całego układu*

Na załączonym kolorowym schemacie blokowym przedstawiono szczegółową strukturę połączeń elektrycznych modułu napędowego. Głównym źródłem zasilania jest akumulator litowo-jonowy. Ogniwa połączone są ręcznie wykonaną zgrzewarką punktową z wykorzystaniem miedzianych pasków, które zapewniają niską rezystancję i efektywne odprowadzanie ciepła.

Pakiet akumulatorów podłączony jest do inteligentnego systemu BMS (Battery Management System), który monitoruje napięcie każdego szeregu, kontroluje balansowanie ogniw oraz zabezpiecza układ przed przeładowaniem, nadmiernym rozładowaniem, zwarciem i przegrzaniem. Z wyjścia BMS energia trafia do programowalnego sterownika VESC – kluczowego elementu całego systemu.

Sterownik VESC pełni rolę regulatora pracy silnika. Odpowiada za:

· przetwarzanie prądu stałego na trójfazowy prąd przemienny dla silnika BLDC,

· ograniczenie mocy do 600 W w piku (<3 s) i 250 W ciągłej (zgodnie z przepisami),

· odczyt temperatury silnika poprzez zamontowany czujnik termiczny,

Z kolei silnik BLDC jest podłączony do sterownika trzema przewodami fazowymi o przekrojach 3.5 mm2. W układzie przewidziano również metalowy odpromiennik ciepła przykręcony do sterownika, co znacząco poprawia chłodzenie podczas długotrwałej pracy.

Przeprowadzone testy obciążeniowe z użyciem kamery termowizyjnej wykazały, że miedziane paski łączące ogniwa nagrzewają się mniej niż niklowe - przy prądzie 80-90 A przez 15s temperatura miedzi osiągnęła ~80°C, podczas gdy nikiel w analogicznych warunkach osiągnął ~120°C. Podczas prób doszło do przegrzania i uszkodzenia pierwszego silnika (stopiona izolacja uzwojeń). Na podstawie pomiarów wprowadzono ograniczenie prądu chwilowego oraz dodano czujnik temperatury silnika.



Fot. 1. *Zdjęcie pierwszej wersji prototypu*

Głównym ograniczeniem obecnego prototypu jest jego nieoptymalny kształt – wymuszony przeprojektowaniem obudowy bez zmiany układu ogniw. W praktyce uniemożliwia to montaż na wąskich ramion rowerów i hulajnóg. Kolejne iteracje wymagają całkowicie nowego rozmieszczenia baterii oraz zastosowania bardziej odpornego termicznie materiału obudowy (np. ABS lub nylon zamiast PETG), a także wprowadzenia większej ilości metalowych elementów celem zwiększenia sztywności konstrukcji.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję Szolnemu kołu robotycznemu ROBOILO za możliwość skorzystania z pracowni, przestrzeni magazynowej oraz innych zasobów koła takich jak drukarki 3D.

ŹRÓDŁA

1. https://www.reliance-battery.com/en/products-solutions/products; data dostępu: 10.04.2026, Jiangsu Reliance Energy, INR21700-RS50 cell
2. https://flipsky.net/products/7070-motor-110kv-140kv-170kv--4200w; data dostępu: 10.04.2026, Flipsky DC Motor Battle hardened 7070 110KV
3. https://vesc-project.com; data dostępu: 10.04.2026, otwartoźródłowe sterowniki do silników bezszczotkowych

PASY ŚWIETLNE PRZED PRZEJAZDEM KOLEJOWYM

Oliwier Szweda

Słowa kluczowe: LED, przejazd kolejowy, rogatki.

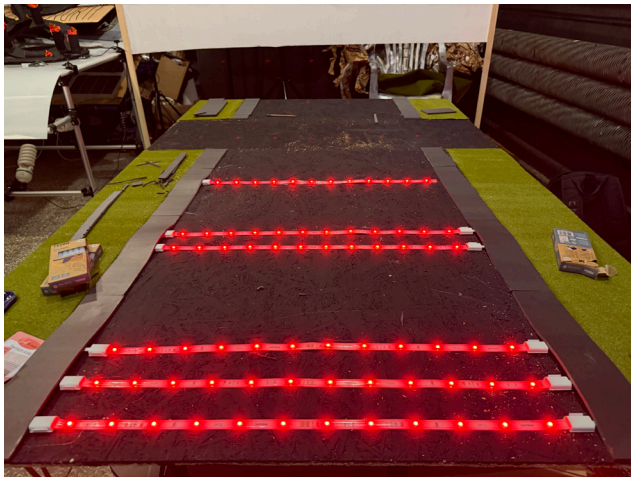
Opiekun: Agnieszka Jezierska | Zespół Szkół Technicznych i Ogólnokształcących Im. Henryka Pobożnego, Złotoryjska 144, 59-220 Legnica, szkola@zstio.legnica.eu

ABSTRAKT

Celem projektu jest stworzenie modelu infrastruktury drogowo-kolejowej w skali, przedstawiającego fragment drogi dojazdowej do przejazdu kolejowego. Konstrukcja została wykonana na płycie OSB, na której odwzorowano nawierzchnię trawiastą oraz asfaltową drogę prowadzącą do przejazdu. Sam przejazd kolejowy jest obecnie w trakcie realizacji i nie został jeszcze ukończony.

W ramach dotychczasowych prac zastosowano innowacyjny system ostrzegawczy oparty na paskach LED umieszczonych przed przejazdem. Paski te pełnią funkcję dodatkowej sygnalizacji dla kierowców – zapalają się w momencie nadjeżdżania pociągu, równolegle z opuszczaniem rogatek. W rzeczywistej infrastrukturze system taki byłby zlokalizowany około 100 metrów przed przejazdem, jednak w modelu został odwzorowany w odpowiednio zmniejszonej skali.

Projekt ma na celu zaprezentowanie możliwości zwiększenia bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych poprzez zastosowanie dodatkowych, nowoczesnych środków ostrzegawczych.





Fot. **1., 2.** *Zdjęcia pasów świetlnych*

BEZKONTAKTOWE SPRZĘGŁO ELEKTROMAGNETYCZNE Z REGULOWANYM MOMENTEM PRZENOSZENIA

Filip Tomczyk

Słowa kluczowe: sprzęgło elektromagnetyczne, sprzęgło bezkontaktowe, oddziaływania magnetyczne.

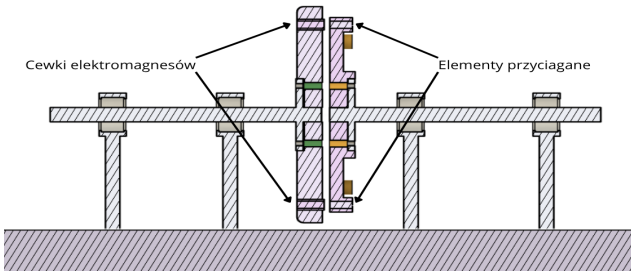
Opiekun: dr inż. Krzysztof Feja | Zespół Szkół Ponadpodstawowych w Kleszczowie, ul. Sportowa 8, 97-410 Kleszczów, f.tomczyk@uczen.zspkleszczow.pl

ABSTRAKT

Celem projektu było opracowanie koncepcji badawczej sprzęgła elektromagnetycznego oraz wykonanie jego działającego prototypu, którego zasada działania opiera się na oddziaływaniach magnetycznych pomiędzy elektromagnesami a elementami ferromagnetycznymi rozmieszczonymi na dwóch współosiowych, przeciwległych tarczach.

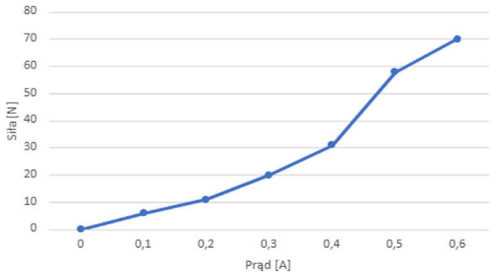
Jedną z kluczowych zalet zaproponowanego rozwiązania jest bezkontaktowy charakter przenoszenia momentu obrotowego, co eliminuje zużywanie się elementów ciernych typowe dla klasycznych sprzęgieł rozłącznych, znacząco zwiększając trwałość oraz niezawodność układu, szczególnie w aplikacjach wymagających pracy w środowiskach izolowanych od środowiska zewnętrznego.

Na początkowym etapie badań przeprowadzono eksperymentalną analizę oddziaływań magnetycznych pomiędzy elektromagnesami a stalowymi walcami. W kolejnej iteracji projektu elementy ferromagnetyczne zastąpiono magnesami trwałymi, co pozwoliło istotnie zwiększyć siłę oddziaływań oraz zmieniło charakter pracy układu, ponieważ sprzęgło uzyskało zdolność przenoszenia momentu bez konieczności zasilania elektrycznego. Wprowadzenie sterowania prądem w elektromagnesach umożliwiło modulację siły sprzężenia: jej zwiększenie przy zgodnej polaryzacji oraz redukcję przy polaryzacji przeciwnej.



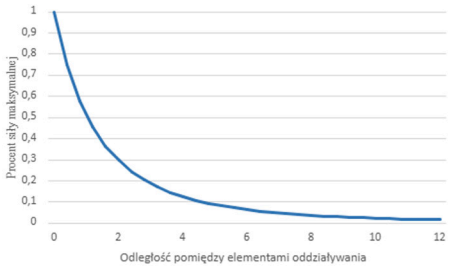
Rys. 1. *Przekrój modelu sprzęgła elektromagnetycznego*

Wstępne założenia projektowe wskazywały możliwość osiągnięcia momentu rzędu 10 Nm przy ramieniu 0,15 m. Wyniki eksperymentalne wykazały jednak maksymalny moment na poziomie 0,6 Nm przy ramieniu 0,1 m, co odpowiada sile około 6N dla sześciu par magnesów. Rozbieżność ta wynika z rzeczywistych ograniczeń układów magnetycznych, takich jak straty pola, nasycenie materiałów oraz wpływ szczeliny powietrznej. Przeprowadzone obserwacje wykazały również, że oddziaływania magnetyczne w kierunku poprzecznym są relatywnie niewielkie w porównaniu do sił osiowych, co sprawia, że sprzężenie może zostać stosunkowo łatwo zerwane. Cecha ta, choć ogranicza maksymalny przenoszony moment, stanowi jednocześnie zaletę układu, umożliwiając jego naturalne przeciążeniowe rozprzęganie bez ryzyka uszkodzeń mechanicznych.



Rys. 2. *Charakterystyka siły przyciągania w zależności od natężenia prądu elektromagnesu*

Przeprowadzono również próby z zastosowaniem dwóch elektromagnesów w każdej parze elementów, jednak rozwiązanie to nie przyniosło istotnego wzrostu sił, a znacząco zwiększyło złożoność układu. Próby doświadczalne wykazały, że zwiększenie promienia rozmieszczenia magnesów pozwala zwiększyć moment, lecz kosztem gabarytów i masy urządzenia. Największy wpływ na parametry układu ma odległość między elementami oddziałującymi zgodnie z charakterystyką poniżej.



Rys. 3. *Przykładowa zależność siły magnetycznej od odległości pomiędzy elektromagnesem a elementem przyciąganym*

Uzyskane wyniki wskazują, że głównymi ograniczeniami sprzęgieł tego typu są szczelina powietrzna oraz ograniczona gęstość energii pola magnetycznego w kompaktowych układach. Jednocześnie rozwiązanie to posiada istotne zalety, takie jak brak zużycia elementów roboczych oraz możliwość pracy w układach hermetycznych, co czyni je perspektywicznym kierunkiem rozwoju w nowoczesnych systemach napędowych. Dalsze prace powinny koncentrować się na optymalizacji geometrii obwodu magnetycznego oraz intensyfikacji pola w strefie sprzężenia.

ŹRÓDŁA

1. Z. Piątek, P. Jabłoński: *Podstawy teorii pola /elektromagnetycznego*
2. Richard Feynman: *Feynmana wykłady z fizyki. Tom 2: Elektryczność i magnetyzm*
3. Bill WW. - *Determine How Magnetic Field Varies With Distance*

BADANIE TOKSYCZNOŚCI NAPOJÓW ENERGETYZUJĄCYCH WOBEC KOMÓREK DROŻDŻY SACCHAROMYCES CEREVISIAE

Gabriela Tomera

Słowa kluczowe: napoje energetyzujące, drożdże, toksyczność, przeżywalność.

Opiekun: Paulina Bilska | Zespół Szkół Technicznych w Kłodzku, Kłodzko ul. Bohaterów Getta 6, kod pocztowy 57-300, gabitomera2009@gmail.com p.bilska@zsp1.ng.pl

ABSTRAKT

W ostatnich latach napoje energetyzujące stały się bardzo popularne, szczególnie wśród młodzieży. Zawierają one m.in. kofeinę, cukry oraz inne substancje pobudzające, które mogą wpływać na organizm. Nadmierne spożycie tych napojów może mieć negatywne skutki zdrowotne.

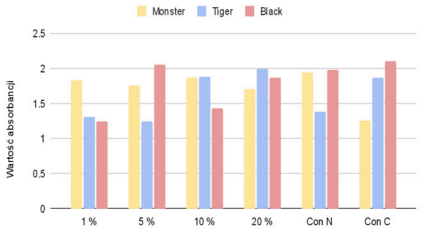
Celem pracy było sprawdzenie jaki wpływ mają wybrane napoje energetyzujące na przeżywalność wybranych komórek drożdży Saccharomyces cerevisiae. Gatunek ten jest często wykorzystywany jako organizm modelowy w badaniach biologicznych, ponieważ jest łatwy w hodowli i ma wiele cech wspólnych z innymi organizmami eukariotycznymi[1].

W badaniach wykorzystano drożdże Saccharomyces cerevisiae oraz trzy napoje energetyzujące z różnych firm. Porównano ich wpływ na wzrost, przeżywalność i aktywność metaboliczną badanych komórek. Realizację badań podzielono na dwa etapy: pilotażowy oraz badanie główne. Miało to na celu przetestowanie metodyki oraz sprawdzenie czy stężenia napoi nie są za wysokie i nie powodują gwałtownego obumierania komórek. Dzięki temu możliwe było wprowadzenie poprawek przed głównymi testami.

W trakcie pilotażu przygotowano próby o wybranych stężeniach napojów oraz wykonano wstępne pomiary absorbancji i posiewy. Pozwoliło to zaobserwować, że warunki doświadczenia wymagają poprawy. Na podstawie uzyskanych obserwacji wprowadzono zmiany do dalszego etapu badań. Zwiększono dbałość o warunki sterylne oraz objętości próbek. Dodano również próbę kontrolną z kofeiną, aby lepiej ocenić wpływ tego składnika. Dzięki przeprowadzeniu pilotażu możliwe było udoskonalenie metodyki, co zwiększyło wiarygodność wyników uzyskanych w badaniu głównym.

Po pilotażu przystąpiono do badania głównego. Przygotowano pożywki YPD oraz YPD agar, które wysterylizowano zgodnie z podstawowymi procedurami laboratoryjnymi[2]. Następnie przygotowano próby zawierające różne stężenia napojów (1%, 5%, 10% i 20%) oraz próbę kontrolną bez dodatku napoju. Dodatkowo zastosowano kontrolę z kofeiną, ponieważ jest ona jednym z głównych składników napojów energetyzujących i może znacząco wpływać na komórki drożdży[3]. Próbki inkubowano przez określony czas, a następnie wykonano pomiary absorbancji przy użyciu spektrofotometru, co pozwoliło ocenić aktywność drożdży. Następnie z próbek wykonano posiewy na podłożach agarowych. Po zakończeniu inkubacji zabarwiono wyrośnięte kolonie błękitem metylenowym w celu oceny przeżywalności komórek.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że większość komórek drożdży Saccharomyces cerevisiae przeżyła działanie napojów energetyzujących, co oznacza, że nie wykazywały one silnego działania toksycznego w badanych warunkach. Wyniki pomiarów absorbancji wskazywały na zachowaną lub nawet zwiększoną aktywność metaboliczną komórek, co można tłumaczyć obecnością cukrów [Wyk. 1].



Rys. 1. *Zależność absorbancji od stężenia napojów energetyzujących*

Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano zróżnicowaną przeżywalność komórek drożdży Saccharomyces cerevisiae w zależności od zastosowanego stężenia badanych napojów energetyzujących. W próbie kontrolnej bez dodatku napoju obserwowano wyłącznie kolonie żywe. W pozostałych próbkach obserwowano zarówno kolonie żywe, jak i martwe, co wskazuje na wpływ składników napojów na przeżywalność drożdży. Wyniki pokazują, że działanie badanych substancji nie jest jednoznaczne i zależy od ich składu oraz stężenia [Tab.1]. W przyszłości można dokładniej zbadać wpływ poszczególnych składników oraz warto rozważyć opracowanie prostych, szybkich testów biologicznych opartych na drożdżach, które mogłyby służyć do oceny toksyczności żywności i napojów.

Con N	Con C	v	10%	5%	1%
Ż	Ż/M	Ż/M	Ż	Ż/M	M

Tab. 1. *Ogólne wyniki przeżywalności komórek drożdży w badanych próbkach w zależności od stężenia*

PODZIĘKOWANIA

Chciałabym serdecznie podziękować mojej mentorce Pani Paulinie Bilskiej za wsparcie podczas całego okresu prac oraz Pani Annie Frońskiej - Popiel za udostępnienie laboratorium, a także koleżankom Izabeli Ortyl i Antoninie Makowskiej za cenne uwagi i wskazówki podczas trwania badań.

ŹRÓDŁA

1. Botstein, D., & Fink, G. R. (1988). *Yeast: an experimental organism for modern biology.* Science, 240(4858), 1439-1443.
2. Cappuccino, J. G., & Sherman, N. (2005). *Microbiology: a laboratory manual (p. 507)*. San Francisco: Pearson/Benjamin Cummings.
3. Kuranda, K., Leberre, V., Sokol, S., Palamarczyk, G., & François, J. (2006). *Investigating the caffeine effects in the yeast Saccharomyces cerevisiae brings new insights into the connection between TOR, PKC and Ras/cAMP signalling pathways*. Molecular microbiology, 61(5), 1147-1166.

NEON ZAMIAST KUBITÓW

Grzegorz Tworek

Słowa kluczowe: QPU, neon, STM32, emulator.

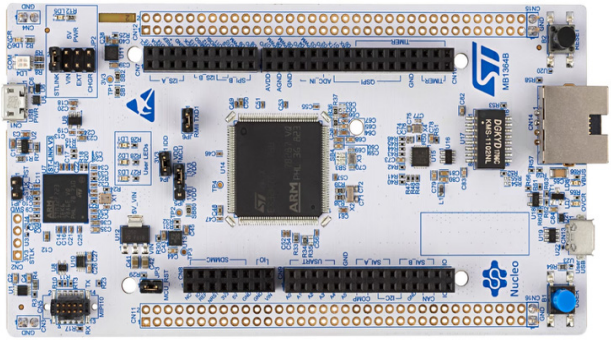
Opiekun: Marek Lach | Publiczne Salezjańskie Liceum Ogólnokształcące w Krakowie, Os. Piastów 34, 31-624 Kraków, qteam@szkola.salezjanie.com

ABSTRAKT

W niniejszej pracy przedstawiono implementację eksperymentalnego emulatora kwantowej jednostki przetwarzania (QPU) zrealizowanego na mikrokontrolerze STM32H753ZIt6 [Rys 1]. System wykorzystuje arytmetykę stałoprzecinkową do odwzorowania ewolucji stanów kwantowych w formalizmie wektora stanu (statevector), co pozwala na ograniczenie kosztów obliczeniowych i pamięciowych w środowisku o ograniczonych zasobach sprzętowych.

Kluczowym elementem projektu jest zastosowanie fizycznego źródła losowości opartego na fluktuacjach emisji światła w lampach neonowych. Sygnał analogowy, związany z niestabilnością wyładowań gazowych, jest próbkowany i przetwarzany w celu generowania liczb pseudolosowych o wysokiej entropii, które następnie wykorzystywane są w symulacji procesów probabilistycznych charakterystycznych dla obliczeń kwantowych, takich jak pomiar stanu oraz inicjalizacja superpozycji.

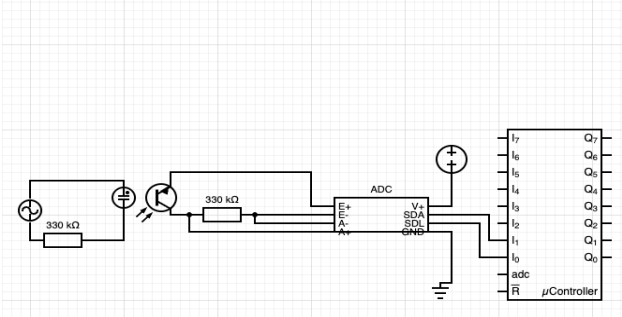
Implementacja emulatora obejmuje odwzorowanie podstawowych operacji kwantowych, w tym jedno- i dwukubitowych bramek unitarnych, realizowanych w reprezentacji macierzowej z wykorzystaniem zoptymalizowanych operacji stałoprzecinkowych. Szczególną uwagę poświęcono stabilności numerycznej oraz minimalizacji błędów zaokrągleń, które w systemach o ograniczonej precyzji mogą prowadzić do degradacji normy wektora stanu.



Fot. 1. *Płytka Nucleo-H753ZIt6*

W pracy przedstawiono również analizę wydajności obliczeniowej systemu, obejmującą czas wykonania operacji bramkowych oraz skalowalność rozwiązania względem liczby kubitów. Wyniki wskazują, że pomimo istotnych ograniczeń pamięciowych i obliczeniowych mikrokontrolera, możliwe jest efektywne symulowanie niewielkich układów kwantowych, co czyni proponowane podejście użytecznym narzędziem dydaktycznym oraz platformą do eksperymentów z algorytmami kwantowymi w środowisku wbudowanym.

Opracowane rozwiązanie stanowi przykład integracji nietypowego źródła fizycznej losowości z systemem cyfrowym oraz pokazuje, że nawet proste platformy sprzętowe mogą być wykorzystane do eksploracji koncepcji obliczeń kwantowych. W przyszłości planowane jest rozszerzenie systemu o bardziej zaawansowane modele szumu oraz optymalizację reprezentacji stanu w celu zwiększenia liczby symulowanych kubitów.



DRUGIE ŻYCIE BATERII SMARTFONÓW: DOMOWY MAGAZYN ENERGII ZASILANY INSTALACJĄ FOTOWOLTAICZNĄ

Michał Ufniarski

Słowa kluczowe: li-ion, Second Life, fotowoltaika, magazyn energii, Autodesk Inventor, 7S14P, recykling ogniw.

Opiekun: Piotr Jankowski | I Liceum Ogólnokształcące im. M. Kopernika w Gdańsku, ul. Wały Piastowskie 6, 80-855 Gdańsk, flafelkafelkowski@gmail.com

ABSTRAKT

Problem badawczy i cele: Rosnąca liczba odpadów elektronicznych, w szczególności zużytych akumulatorów litowo-jonowych ze smartfonów, stanowi istotne wyzwanie dla ochrony środowiska. Przeprowadzone przeze mnie badanie koncentruje się na selekcji i integracji ww. ogniw w systemie o napięciu 24 V (7S14P). Celem jego było sprawdzenie możliwości wykorzystania ogniw typu „pouch" z odzysku do budowy bezpiecznego magazynu energii oraz opracowanie dedykowanej obudowy zabezpieczającej układ, w celu zwiększenia autokonsumpcji energii z instalacji fotowoltaicznej.

Metodologia: W trakcie prac zastosowano cztery kluczowe metody badawcze. Pierwszą z nich była metoda pomiarowa, polegająca na precyzyjnej weryfikacji napięcia spoczynkowego oraz rezystancji wewnętrznej (IR) partii 120 ogniw przy użyciu multimetru cyfrowego. Kolejny etap stanowiła metoda selekcji i klasyfikacji, w ramach której pogrupowano ogniwa w siedem sekcji o zbliżonej charakterystyce, co jest warunkiem koniecznym dla poprawnej pracy systemu balansowania. Następnie wykorzystano metodę projektowania parametrycznego w oprogramowaniu Autodesk Inventor, w którym stworzono trójwymiarowy model techniczny obudowy. Projekt miał uwzględniać kanały wentylacyjne dla każdej baterii oraz rozmieszczenie systemu BMS (Battery Management System). Ostatnim elementem miała być metoda modelowania matematycznego, służąca do wyliczenia progów bezpieczeństwa ładowania (29,4 V) i rozładowania (23-24,5 V).

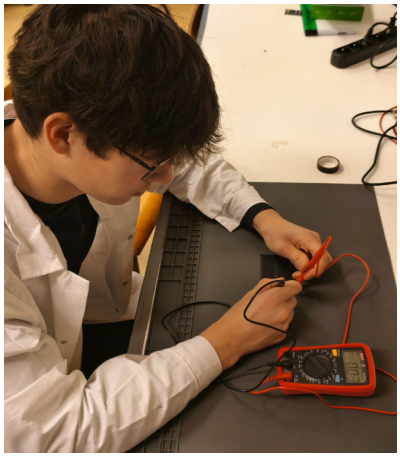
Wyniki i analiza: Przeprowadzona kwalifikacja pozwoliła na wyłonienie 101 ogniw o stabilnych parametrach, gdzie różnice napięć wewnątrz projektowanych sekcji nie przekraczały 100 mV (Wykres 1.). Analiza statystyczna wykazała, że znacząca część ogniw „Second Life" zachowuje potencjał do pracy w systemach wysokonapięciowych.



Rys. 1. *Wyniki badania*

Rezultatem prac inżynieryjnych jest projekt obudowy w programie Inventor. Zapewnia on optymalne chłodzenie pasywne oraz skuteczną izolację między sekcjami, eliminując ryzyko zwarć mechanicznych. Niestety z powodu problemów technicznych z drukarką 3D i braku wystarczającego doświadczenia nie rozpoczęto prac wykonawczych nad fizyczną osłoną, co winno stanowić finalny krok przed montażem komponentów elektronicznych.

Wnioski: Przeprowadzone badania potwierdzają tezę, że kluczem do budowy bezpiecznego magazynu energii z odzysku jest rygorystyczna, wieloetapowa selekcja ogniw oraz dedykowane podejście inżynieryjne do konstrukcji mechanicznej. Wykorzystanie profesjonalnego oprogramowania Autodesk Inventor pozwoliło na precyzyjne zaplanowanie architektury 7S14P, minimalizując ryzyko awarii. Ponieważ nie udało mi się dokończyć projektu, ani przeprowadzić testów końcowych nie mogę stwierdzić czy praca wykazuje potencjał wdrożeniowy. Gdyby testy zakończyły się pomyślnie ,można byłoby rozważyć wykorzystanie go w systemach typu Smart Home jako proekologiczną alternatywę dla komercyjnych magazynów energii, wspierając ideę gospodarki o obiegu zamkniętym.



Fot. 1. *Prace nad projektem*

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania dla projektu „Inżynierowie Przyszłości" za udzielenie grantu umożliwiającego przeprowadzenie pracy badawczej oraz mojemu Nauczycielowi i Rodzinie za wspieranie mnie w tym zadaniu.

ŹRÓDŁA

1. Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A., *Metrologia elektryczna, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne (WSiP)*, Warszawa 2014.
2. Praca zbiorowa (red. A. Królikowski), *Poradnik montera elektryka*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2021.
3. Mende L., Lesisz J., Pracownia elektryczna, WSiP, Warszawa 2010.
4. Gumuła S., *Energia ze źródeł odnawialnych*, Wydawnictwo AGH, Kraków 2014.
5. Pelc A., *Modelowanie 3D w programie Autodesk Inventor*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2023.

KORDA 3B HOME

Aleksander Witkowski

Słowa kluczowe: fotolitiografia, lcd, msla, pcb, uv.

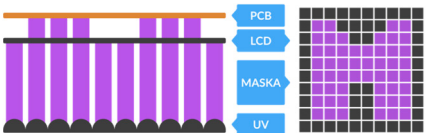
Opiekun: Maciej Kielar | Zespół Szkół nr 36 im. Marcina Kasprzaka w Warszawie, ul. Marcina Kasprzaka 19/21 01-211 Warszawa, witkowskialeksander.pl@gmail.com

ABSTRAKT

Płytki drukowane (PCB) stanowią fundament współczesnej elektroniki. Występują zarówno w prostych urządzeniach konsumenckich, jak i w zaawansowanych systemach przemysłowych. Szybkie i precyzyjne prototypowanie PCB jest zatem kluczowym etapem rozwoju nowoczesnych technologii. Obecnie dominują dwa podejścia: zlecanie produkcji w serwisach online (czas realizacji od kilku dni do tygodnia) oraz metody domowe, które mimo łatwej dostępności cechują się ograniczoną dokładnością, niską powtarzalnością i znacznymi stratami jakości. Powstaje w ten sposób wyraźna luka pomiędzy rozwiązaniami amatorskimi a przemysłowymi.

W niniejszej pracy zaproponowano nowe podejście do fotolitografii, wykorzystujące wyświetlacz LCD jako dynamiczną maskę o wysokiej rozdzielczości, co eliminuje potrzebę fizycznych wzorów. Postawiono hipotezę, że zastosowanie tej architektury umożliwi powtarzalne uzyskiwanie ścieżek o szerokości poniżej 0.2 mm, wypełniając lukę między metodami amatorskimi a przemysłowymi. Opracowano prototyp inspirowany architekturą drukarek MSLA, składający się z wyświetlacza o wysokiej rozdzielczości, źródła UV (405 nm) oraz jednostki sterującej. System umożliwia bezpośrednią konwersję plików Gerber na maskę w skali rzeczywistej, oferując natychmiastową modyfikację projektu i wysoką precyzję. Rozwiązanie łączy technologie amatorskie z przemysłowymi, wyznaczając kierunek rozwoju dostępnych metod wytwarzania elektroniki.

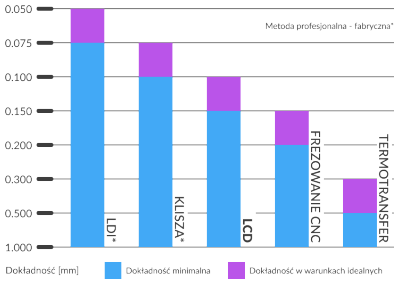
Proces wytwarzania płytki PCB rozpoczyna się od załadowania pliku Gerber, który zawiera projekt ścieżek elektrycznych. Dane te są przetwarzane przez jednostkę sterującą, generującą obraz maski wyświetlany na ekranie LCD w skali rzeczywistej. W zależności od stanu poszczególnych pikseli, światło UV jest selektywnie przepuszczane lub blokowane, naświetlając warstwę fotorezystu naniesioną na laminat [Rys. 1]. W wyniku ekspozycji dochodzi do polimeryzacji w obszarach odpowiadających przyszłym ścieżkom. Podczas wywoływania nieutwardzone fragmenty są usuwane, odsłaniając miedź przeznaczoną do trawienia chemicznego, w którym odsłonięta miedź zostaje usunięta, a obszary zabezpieczone fotorezystem pozostają nienaruszone. W końcowej fazie acetonem usuwana jest pozostała warstwa światłoczuła, odsłaniając gotowe, precyzyjne ścieżki miedziane.



Rys. 1. *Schemat systemu naświetlania z maską LCD*

Przeprowadzone badania obejmowały optymalizację kluczowych parametrów procesu oraz analizę jakości uzyskiwanych struktur. Eksperymenty wykonano na 12 płytkach laminatu FR2 L-054 o wymiarach 10×5 cm, stosując zmienne czasy naświetlania oraz stężenia roztworów wywołujących i trawiących w kontrolowanej temperaturze 20–30°C. Pomiary szerokości ścieżek przeprowadzono suwmiarką elektroniczną o dokładności 0.02 mm.

Wyniki badań wykazały możliwość powtarzalnego uzyskania ścieżek o szerokości 0.1–0.15 mm, co stanowi istotną poprawę względem metod domowych, takich jak termotransfer (0.3–0.5 mm) czy frezowanie CNC (0.15–0.2 mm) [Rys. 2], przy jednoczesnym skróceniu czasu realizacji. Należy podkreślić, że skuteczność procesu trawienia jest silnie uzależniona od grubości miedzi na laminacie i wymaga indywidualnego doboru czasu trawienia, co w niniejszych badaniach zostało uwzględnione poprzez iteracyjne dostosowywanie parametrów dla zastosowanego laminatu. Postawiona hipoteza została tym samym potwierdzona. Opracowany system osiąga precyzję porównywalną z metodami przemysłowymi przy zachowaniu dostępności i elastyczności charakterystycznej dla środowisk amatorskich. Wyniki wskazują na realny potencjał wdrożeniowy rozwiązania, w szczególności w kontekście szybkiego prototypowania elektroniki w laboratoriach szkolnych, uczelnianych oraz przez hobbystów.



Rys. 2. *Wykres porównawczy minimalnej, powtarzalnej szerokości ścieżki dla różnych metod*

PODZIĘKOWANIA

Serdecznie dziękuję Panu Maciejowi Kielarowi za podjęcie się opieki merytorycznej nad moim pomysłem. Składam podziękowania całej Fundacji ORLEN im. Ignacego Łukasiewicza za program Inżynierowie Przyszłości oraz za stworzenie warunków do eksperymentowania, tworzenia i prowadzenia badań w rzeczywistym środowisku fizycznym, co było możliwe dzięki środkom przyznanym na realizację projektu.

ŹRÓDŁA

1. (25.03.2026) DIY: FDM-printed SLA-Printer przez BurgerStefan https://youtube.com/watch?v=xuOsPoC8g8Q
2. (25.03.2026) MSLA-PCB: MSLA PCB przez ggldnl
3. https://github.com/ggldnl/MSLA-PCB
4. (25.03.2026) Jak zrobić własną płytkę PCB? Metoda fotochemiczna przez MINT_ https://www.youtube.com/watch?v=C_fZgEeiKSI

FLIGHTLAB – ZESTAW DO BADANIA I PREZENTACJI ETAPÓW LOTU RAKIETY

Witold Wojdyła

Słowa kluczowe: rakiety, wykłady, eksperymenty, warsztaty, modelarstwo.

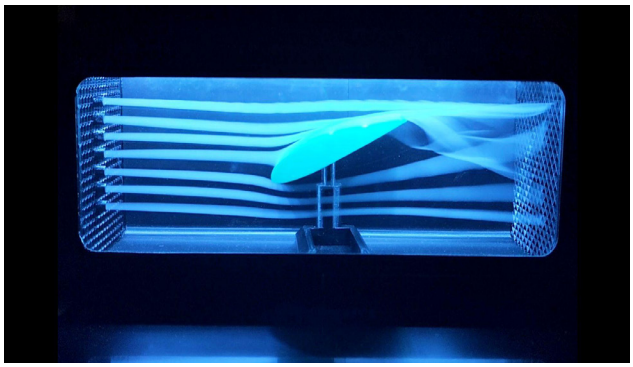
Opiekun: Ignacy Wojdyła | Zespół Szkół nr 4 w Jaśle, ul. Sokoła 6, 38-200 Jasło, wwojdyla.g@ekonomik.org.pl

ABSTRAKT

Celem projektu FlightLab było opracowanie interaktywnego zestawu eksperymentów umożliwiającego badanie i prezentację zjawisk fizycznych związanych z lotem rakiety – od fazy startu aż po lądowanie – w sposób przystępny i angażujący dla odbiorców. Drugim istotnym elementem projektu było przygotowanie oraz przeprowadzenie wykładów i warsztatów z zakresu modelarstwa rakietowego, stanowiących praktyczne rozszerzenie części eksperymentalnej.

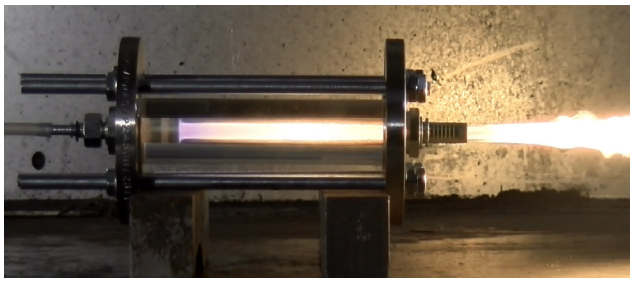
W ramach projektu zaprojektowano i wykonano zestaw stanowisk badawczych obejmujących m.in. tunel aerodynamiczny, model silnika hybrydowego, układ do pomiaru objętości gazów wylotowych oraz stanowisko do badania charakterystyk opadania spadochronów. Uzupełnieniem były mniejsze eksperymenty demonstracyjne wspierające zrozumienie podstawowych zjawisk fizycznych.

Tunel aerodynamiczny (Fot. 1.) umożliwia wizualizację przepływu powietrza wokół obiektów poprzez wykorzystanie smug dymu generowanych przez wytwornicę oraz układu siedmiu dysz. Pozwala to na analizę wpływu kształtu i elementów konstrukcyjnych na właściwości aerodynamiczne.



Fot. 1. *Tunel aerodynamiczny*

Następnym eksperymentem (Rys.2.) jest model silnika hybrydowego, który został zaprojektowany w sposób umożliwiający bezpośrednią obserwację procesu spalania – zastosowanie przezroczystego korpusu pełniącego jednocześnie funkcję paliwa oraz komory spalania pozwala na analizę przebiegu reakcji przy zasilaniu utleniaczem w postaci czystego tlenu.



Fot. 2. *Silnik hybrydowy*

Stanowisko do pomiaru objętości spalin (Fot. 3.) umożliwia ilościową analizę pracy małych silników rakietowych poprzez rejestrację objętości wypartej cieczy w zamkniętym układzie. Dodatkowo przeprowadzono badania dotyczące opadania spadochronów, pozwalające na określenie zależności między ich konstrukcją a prędkością opadania.

Projekt ma charakter zarówno dydaktyczny, jak i badawczy. Przeprowadzone wykłady i warsztaty przyczyniły się do popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki, aerodynamiki oraz podstaw techniki rakietowej, rozwijając jednocześnie praktyczne umiejętności uczestników.



Fot. 3. *Pomiar spalin*

Uzyskane rezultaty wskazują, że opracowany zestaw eksperymentów stanowi nie tylko skuteczne narzędzie edukacyjne, lecz również wartościową bazę do prowadzenia rzeczywistych badań nad zjawiskami towarzyszącymi lotowi rakiet. Projekt posiada potencjał wdrożeniowy zarówno w edukacji formalnej, jak i w działaniach popularyzujących naukę oraz pracach badawczych.

PODZIĘKOWANIA

Dziękuję mojemu opiekunowi oraz Panu dr. Wincentemu Skwarkowi za przekazaną wiedzę i poświęcony czas oraz mojej szkole, Zespołowi Szkół nr 4 w Jaśle za udostępnienie najlepszych warunków pracy, które umożliwiły mi realizację projektu.

ŹRÓDŁA

1. https://polsa.gov.pl/ Polska Agencja Kosmiczna
2. https://rakiety.org.pl/ Polskie Towarzystwo Rakietowe
3. https://naukatolubie.pl/ Artykuł o rakiecie Perun
4. https://www.nakka-rocketry.net/ Nakka Rocketry
5. https://www.nasa.gov/ NASA Rockets Educator Guide

RESCUEEYE – INNOWACYJNY SYSTEM TERMOWIZYJNO-KOMUNIKACYJNY DLA STRAŻACKIEGO PSA RATOWNICZEGO

Gabriela Zdrojewska

Słowa kluczowe: ratownictwo, psy poszukiwawczo-ratownicze, kamera termowizyjna, komunikacja GPS, straż pożarna.

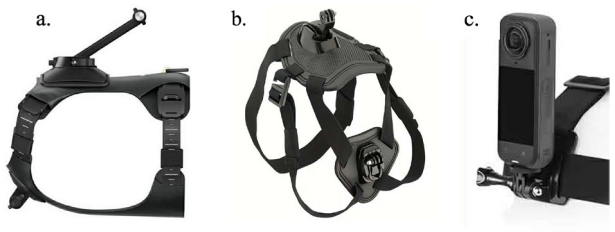
Opiekun: Dawid Wojtecki | Zespół Szkół Mechanicznych im. Komisji Edukacji Narodowej w Poznaniu, ul. Świerkowa 8, 61 – 472 Poznań, gabaaa.x@wp.pl

ABSTRAKT

Współczesne działania poszukiwawczo-ratownicze wymagają coraz większej precyzji, szybkości oraz wykorzystania nowoczesnych technologii wspierających pracę służb ratowniczych[1]. Szczególną rolę w tego typu operacjach odgrywają psy ratownicze, których zdolności węchowe i mobilność są nieocenione podczas przeszukiwania trudno dostępnych terenów[2]. Jednak brak bieżącego wglądu w sytuację, w której znajduje się zwierzę, oraz ograniczona komunikacja między psem a ratownikiem mogą obniżać skuteczność działań oraz poziom bezpieczeństwa zespołu.

Celem projektu „RescueEye" było opracowanie prototypu zintegrowanego systemu termowizyjno-komunikacyjnego, umożliwiającego monitorowanie otoczenia psa ratowniczego w czasie rzeczywistym oraz usprawnienie komunikacji z jego opiekunem. Hipoteza badawcza zakładała, że zastosowanie kamery termowizyjnej, modułu lokalizacji GPS oraz systemu transmisji danych zwiększy efektywność lokalizacji osób poszkodowanych, szczególnie w warunkach ograniczonej widoczności, takich jak noc, zadymienie czy trudny teren.

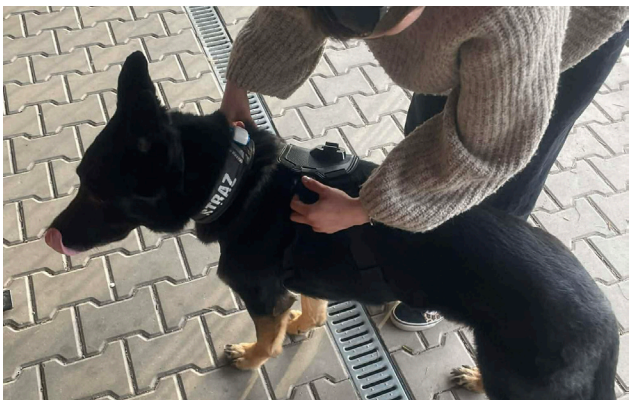
W ramach projektu opracowano koncepcję urządzenia montowanego początkowo na uprzęży psa (Fot. 1. a-b), a następnie zoptymalizowanego poprzez przeniesienie modułu termowizyjnego na platformę. Zastosowane rozwiązanie pozwala na rejestrowanie obrazu zgodnego z kierunkiem patrzenia psa, eliminując problem martwych stref i zwiększając precyzję detekcji źródeł ciepła. System obejmuje kamerę termowizyjną (Fot. 1. c), czujniki biometryczne (tętno, temperatura), moduł GPS oraz układ komunikacyjny umożliwiający przesył obrazu i danych do aplikacji mobilnej ratownika.



Fot. 1. *a-b. Uprząż dla psa*
Fot. 1. *c. Kamera termowizyjna*

Proces badawczy obejmował konsultacje z jednostkami straży pożarnej, analizę potrzeb użytkowników, budowę prototypu oraz wstępne testy funkcjonalne. W trakcie realizacji projektu przeprowadzono obserwacje pracy psów ratowniczych oraz testy działania kamery termowizyjnej w różnych warunkach środowiskowych. Uzyskane wyniki wskazują na poprawę widoczności obiektów emitujących ciepło oraz potwierdzają znaczenie odpowiedniej stabilizacji i ergonomii urządzenia.

Do głównych wyzwań projektowych należały miniaturyzacja komponentów, zapewnienie stabilnej transmisji danych w trudnych warunkach (np. zadymienie, przeszkody terenowe), optymalizacja zasilania oraz zapewnienie komfortu i bezpieczeństwa zwierzęcia. Wprowadzenie elastycznych elementów montażowych oraz odpowiedniej konstrukcji uprzęży znacząco poprawiło stabilność systemu i jego dopasowanie do ruchów psa.



Fot. 2. *Urządzenie RescueEye*

Efektem końcowym jest koncepcja funkcjonalnego systemu wspomagającego działania ratownicze (Fot. 2), który może znaleźć zastosowanie w jednostkach straży pożarnej oraz grupach poszukiwawczo-ratowniczych. Projekt „RescueEye" stanowi przykład integracji technologii z praktyką operacyjną i odpowiada na realne potrzeby służb ratowniczych, zwiększając skuteczność działań oraz bezpieczeństwo zarówno ratowników, jak i zwierząt biorących udział w akcjach.

W przyszłości planowane jest dalsze rozwijanie systemu, w tym automatyczna analiza obrazu termowizyjnego z wykorzystaniem algorytmów rozpoznawania sylwetek, poprawa jakości transmisji danych oraz rozszerzenie funkcjonalności o dodatkowe czujniki środowiskowe. Rozwój projektu może przyczynić się do stworzenia zaawansowanego narzędzia wspierającego ratowanie życia w warunkach kryzysowych.

PODZIĘKOWANIA

Składam podziękowania chłopakowi za wsparcie techniczne, rodzicom za wsparcie w determinacji, opiekunowi Panu Dawidowi za wsparcie merytoryczne.

ŹRÓDŁA

1. W. Minkina, S. Dudzik, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, *Termowizja w podczerwien*i, s. 150–200.
2. *Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej* – materiały szkoleniowe z zakresu ratownictwa

ANALIZA WPŁYWU CZYNNIKÓW ŚRODOWISKOWYCH NA WZROST SPIRULINA PLATENSIS W FOTOBIOREAKTORZE NISKIEJ MOCY

Adrian Żabiński

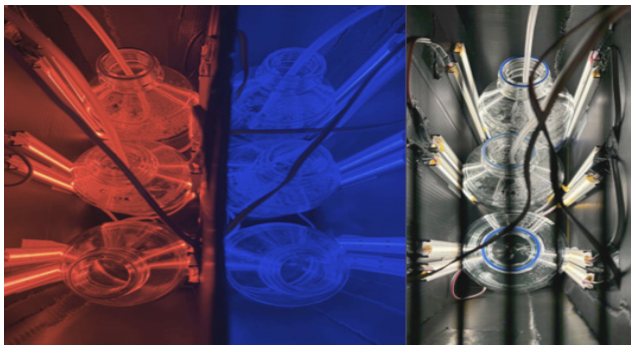
Słowa kluczowe: spirulina, Arthrospira platensis, dwutlenek węgla, barwa światła, barwniki fotosyntetyczne.

Opiekun: Sylwia Kownacka | I Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Chrobrego w Brzegu, ul. Armii Krajowej 7, 49-300 Brzeg, lo1brzeg@wodip.opole.pl

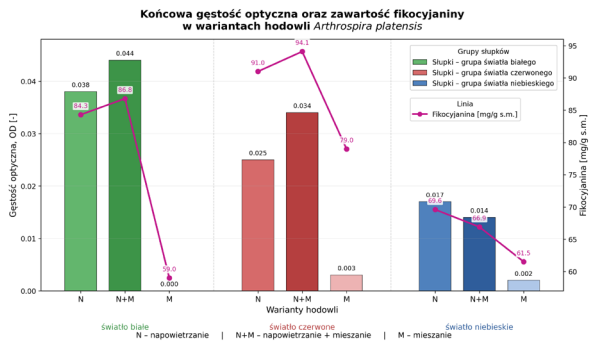
ABSTRAKT

Spirulina (Arthrospira platensis) jest jednym z najbardziej perspektywicznych organizmów w kontekście zrównoważonej produkcji żywności, możliwym do hodowli w warunkach domowych. Celem pracy było określenie czynników ograniczających jej wzrost w uproszczonym układzie hodowlanym oraz ocena wpływu barwy światła na produkcję biomasy i barwników. Szczególną uwagę poświęcono praktycznemu problemowi porównywania różnych źródeł światła w oparciu o pomiar natężenia w luksach.

Hodowlę prowadzono przez 14 dni w dziewięciu wariantach różniących się barwą światła (białe, czerwone i niebieskie) oraz obecnością napowietrzania i mieszania. Wszystkie źródła światła ustawiono na jednakowe natężenie (2000 lx), odpowiadające warunkom domowym. Monitorowano pH, przewodność i gęstość optyczną jako wskaźnik przyrostu biomasy[1], a na końcu oznaczono suchą masę oraz zawartość fikocyjaniny, chlorofilu a i karotenoidów[2]. Układ hodowli w poszczególnych wariantach świetlnych przedstawiono na Fot. 1.



Fot. 1. *Układ eksperymentalny fotobioreaktora z kulturą Arthrospira platensis w świetle czerwonym, niebieskim i białym*



Rys. 1. *Końcowa gęstość optyczna i zawartość fikocyjaniny w wariantach hodowli Arthrospira platensis*

Wyniki wykazały, że kluczowym czynnikiem ograniczającym wzrost spiruliny jest dostępność CO_2 - warianty bez napowietrzania wykazywały minimalny przyrost biomasy niezależnie od barwy światła. Z kolei najwyższy przyrost biomasy uzyskano przy świetle białym z jednoczesnym napowietrzaniem i mieszaniem, a następnie przy świetle białym i samym napowietrzaniu. We wszystkich wariantach obserwowano wzrost pH z około 8,6 do około 9,8, co potwierdzało aktywność fotosyntetyczną i pobór nieorganicznych form węgla z pożywki. Jednocześnie stwierdzono, że światło czerwone sprzyja akumulacji barwników fotosyntetycznych, podczas gdy światło białe maksymalizuje przyrost biomasy, co wskazuje na rozdzielenie optimum wzrostowego i biochemicznego[4,5]. Zależność między końcową gęstością optyczną, a zawartością fikocyjaniny w badanych wariantach przedstawiono na Rys. 1.

Najistotniejszym wynikiem pracy było wykazanie, że mimo zastosowania jednakowego natężenia światła wyrażonego w luksach poszczególne warianty różniły się temperaturą. Warianty oświetlane światłem czerwonym i niebieskim osiągały temperaturę wyższą niż warianty oświetlane światłem białym, co wskazuje, że światło oddziaływało na hodowlę nie tylko poprzez skład widmowy, lecz także pośrednio przez efekt cieplny. Oznacza to, że porównywanie różnych barw światła wyłącznie na podstawie luksów nie zapewnia porównywalnych warunków hodowli, ponieważ efekt cieplny źródeł oświetlenia stanowi istotny, często pomijany czynnik 3.

Uzyskane wyniki wskazują, że optymalizacja domowej hodowli spiruliny wymaga uwzględnienia nie tylko światła, ale przede wszystkim dostępności CO_2 oraz kontroli temperatury. Praca podkreśla ograniczenia powszechnie stosowanego podejścia do oceny oświetlenia i dostarcza praktycznych wskazówek dla rozwoju prostych systemów produkcji żywności przyszłości.

PODZIĘKOWANIA

Autor składa podziękowania Wydziałowi Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej za umożliwienie realizacji badań oraz dr inż. Agnieszce Trusz, mgr Dawidowi Gaździe i mgr inż. Jakubowi Gorlachowi za opiekę merytoryczną i wsparcie w realizacji projektu.

ŹRÓDŁA

1. M. Schagerl et al., *Estimating Biomass and Vitality of Microalgae for Wastewater Treatment*, Cells, 2022.
2. Y. S. Khaw et al., *A Recommendation for a Pre-Standardized Marine Microalgal Biomass Dry Weight Measurement*, Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2021.
3. Apogee Instruments, *PPFD to Lux Conversion*, technical note.
4. M. Milia et al., *Influence of Different Light Sources on the Biochemical Composition of Arthrospira spp.*, Foods, 2022.
5. T. S. Ghoreyshi et al., *Tailored illumination augmenting growth and phycocyanin production of Arthrospira platensis*, Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2025.

ISBN 978-83-981594-0-1

Patronat honorowy

Minister Edukacji

ORE Ośrodek Rozwoju Edukacji

Łukasiewicz Instytut Chemii Przemysłowej

Patronat rektorów

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Politechnika Śląska

Politechnika Warszawska

Politechnika Gdańska

Politechnika Morska Szczecin

Patronat medialny

TVP NAUKA