

# Opracowanie prototypu zautomatyzowanej kasetki na leki wyposażonej w moduły komunikacyjne



**RiZI**

STUDENCKIE KOŁO NAUKOWE  
ROBOTYZACJI i ZASTOSOWAŃ INFORMATYKI

Regionalna Inicjatywa Doskonałości  
*Zadanie 12 – Studencki Projekt Badawczy*

Projekt „Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości jest finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



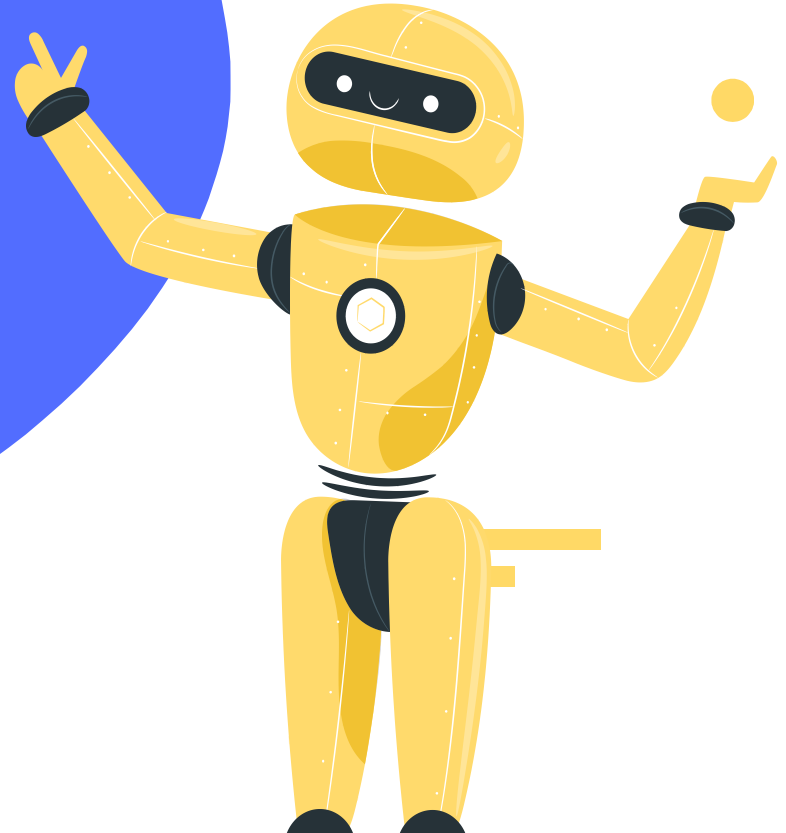
Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego



# Zespół projektowy:



dr inż. Łukasz Sobaszek  
Marcin Górski  
Bartosz Łabendowicz  
Bartosz Baran  
Mateusz Wojciechowski  
Michał Guba



# Cel projektu

Celem projektu było **opracowanie prototypu zautomatyzowanej kasetki na leki** wyposażonej w moduły komunikacyjne.

Zaprojektowanie oraz wykonanie fizycznego modelu kasetki pozwoliło na realizację **badań nad wybranymi aspektami** zaproponowanego rozwiązania, które obejmowały:

- ocenę **rozwiązań konstrukcyjnych**,
- ocenę **skuteczności opracowanych algorytmów** sterowania,
- ocenę ogólnej **funkcjonalności** urządzenia.



W ramach otrzymanego grantu zrealizowano następujące zadania:

**01 Opracowanie modelu 3D prototypu.**

Za pomocą oprogramowania CAD.

**02 Opracowanie algorytmów sterowania całego układu.**

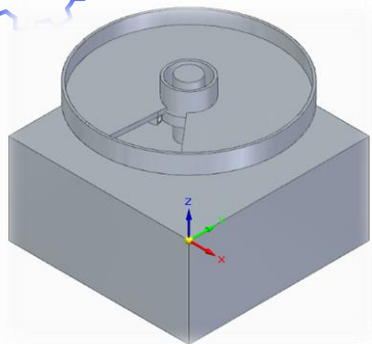
Opracowanie programu i jego kompilacja do mikrokontrolera.

**03 Montaż i programowanie całego układu.**

Wydruk 3D, złożenie prototypu i instalacja elektroniki.

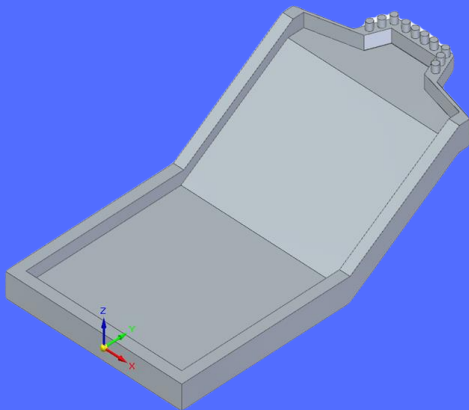
**04 Badania nad wybranymi aspektami opracowanego prototypu.**

Ocena funkcjonalności urządzenia.



# Opracowanie modelu 3D prototypu

Za pomocą programu Solid Edge zaprojektowano elementy składowe całej kasetki, a na następnie przy pomocy metod szybkiego prototypowania nastąpił wydruk poszczególnych elementów urządzenia na drukarce 3D.



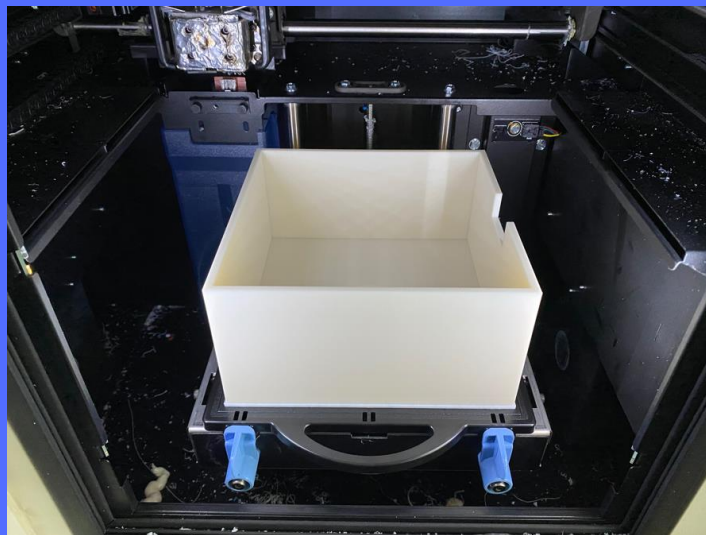
Rys. 1. Model elementu urządzenia opracowany w programie Solid Edge



Rys. 2. Wydruk modelu

Cyfrowe modele 3D wyeksportowano do plików STL, po czym dokonano ich wydruku z wykorzystaniem technologii addytywnej FDM.

Wydruki wykonano na drukarce uPrint SE, a wykorzystanym materiałem był ABS. Dla każdego z elementów kasetki wybrano takie same parametry druku.



Rys. 3. Proces drukowania obudowy urządzenia.

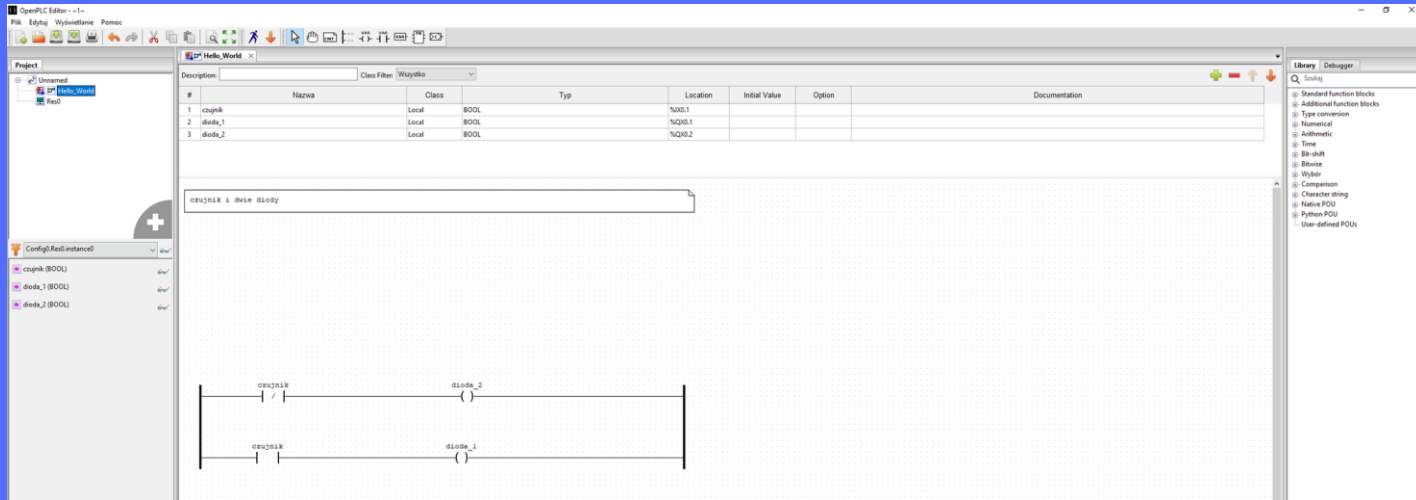
# Opracowanie algorytmów sterowania

W celu realizacji wszystkich funkcjonalności urządzenia opracowano odpowiednie algorytmy sterowania. Zdarzenia jakie były obsługiwane poprzez program sterujący to:

- powiadomienia świetlno-dźwiękowe,
- ruch obrotowy kasetki,
- obsługa modułów komunikacyjnych – wysyłanie powiadomień na aplikację Telegram (gdy lek jest gotowy do przyjęcia).

# Opracowanie algorytmów sterowania

Algorytmy były uprzednio przygotowane w programie OpenPLC, po czym dokonano ich konwersji do odpowiednich języków programowania wysokiego poziomu.

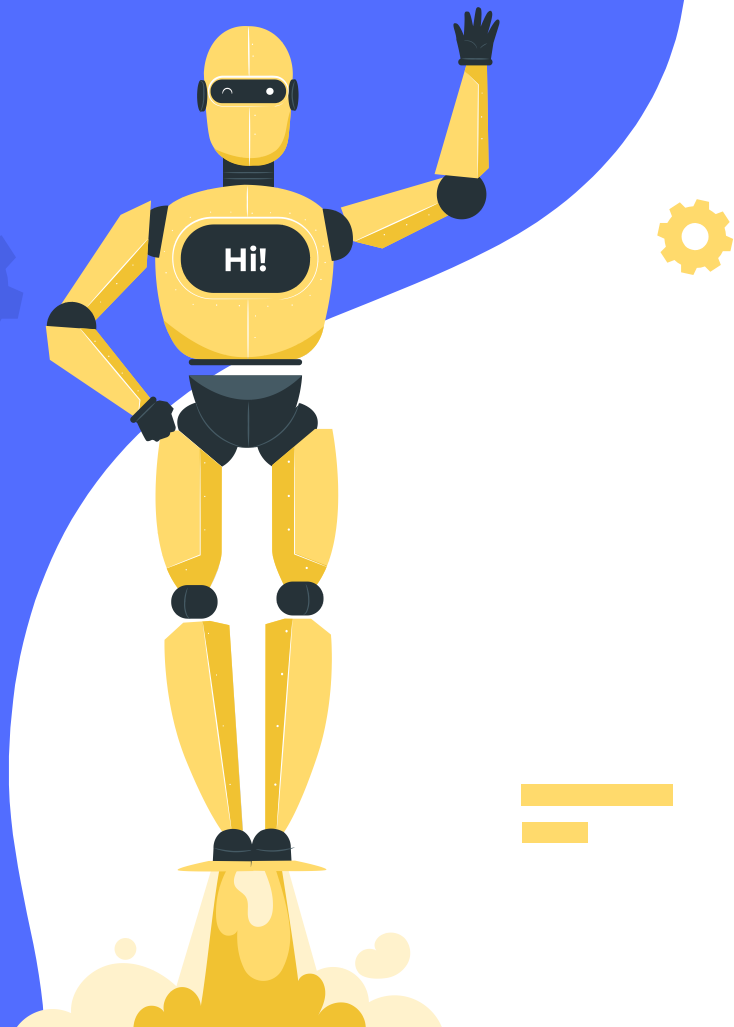


Rys. 4. Kod sterowania w programie OpenPLC



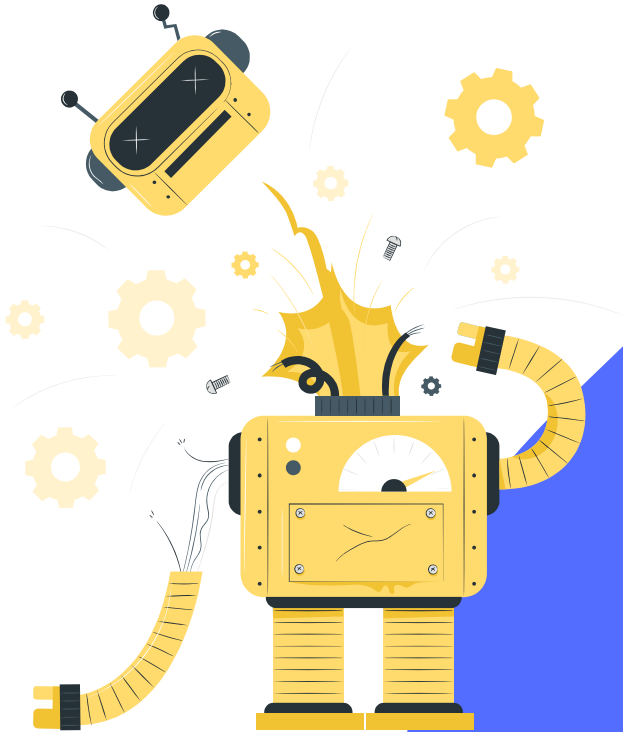
# Powiadomienia światło-dźwiękowe

Sterowanie diodami oraz brzęczykiem odbyło się poprzez program opracowany w środowisku Visual Studio z wykorzystaniem języka Python jako głównego języka programowania.



# Ruch obrotowy kasetki

Ruch obrotowy silnika został zrealizowany przy pomocy silnika krokowego, a jego sterowanie zostało zaprogramowane przy użyciu języka Python.



```

import time
from DRV8825 import DRV8825

try:
    Motor1 = DRV8825(dir_pin=13, step_pin=19, enable_pin=12, mode_pins=(16, 17, 20))

    """
    # 28BJY-48:
    # 'fullstep': A cycle = 200 steps
    # 'halfstep': A cycle = 200 * 2 steps
    # '1/4step': A cycle = 200 * 4 steps
    # '1/8step': A cycle = 200 * 8 steps
    # '1/16step': A cycle = 200 * 16 steps
    # '1/32step': A cycle = 200 * 32 steps
    """

    Motor1.SetMicroStep('hardward' , '1/4step')
    Motor1.TurnStep(Dir='forward', steps=800, stepdelay=0.00002)

    Motor1.Stop()

except:
    # GPIO.cleanup()
    print ("\nMotor stop")
    Motor1.Stop()

exit()

```

Rys. 5. Kod odpowiedzialny za obsługę układu sterowania silnikiem krokowym.

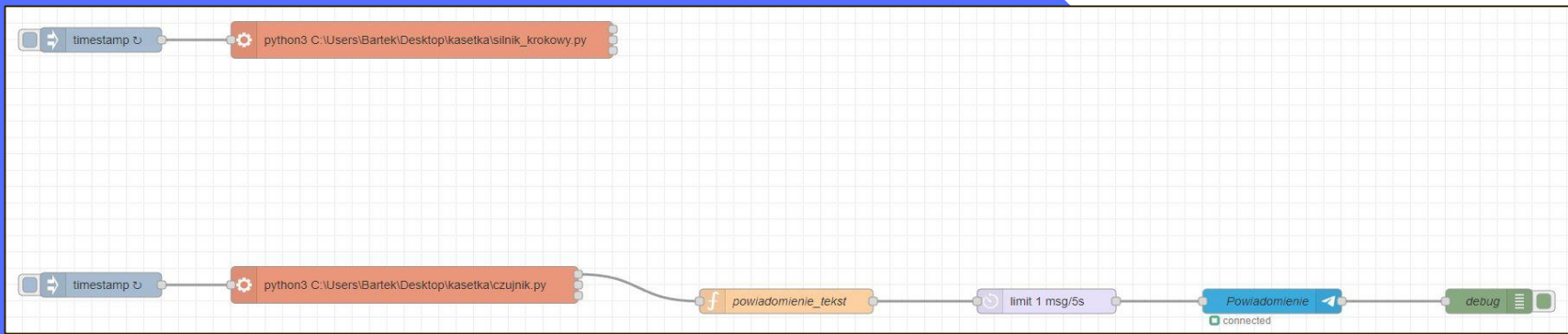


# Moduły

## komunikacyjne

Kasetka na leki została wyposażona w moduł komunikacyjny, aby wysyłać powiadomienie użytkownikowi o fakcie gotowości przyjęcia leku.





Rys. 6. Kod sterujący modułem komunikacyjnym.

```

import RPi.GPIO as GPIO
import time

GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(5, GPIO.IN)           #Czujnik Ruchu
GPIO.setup(10, GPIO.OUT)        #Dioda LED Zielona
GPIO.setup(16, GPIO.OUT)        #Dioda LED Czerwona
GPIO.setup(27, GPIO.OUT)        #Buzzer
j=0;

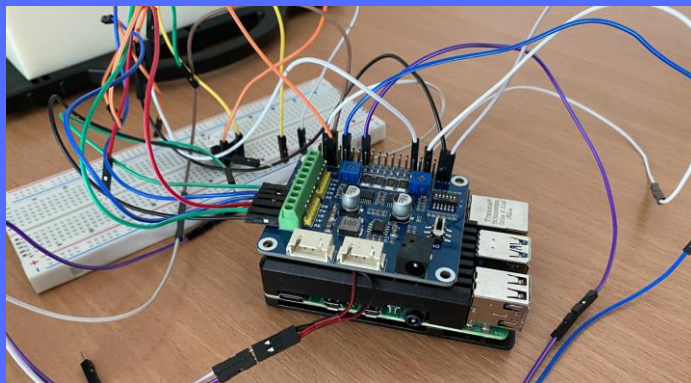
while True:
    i=GPIO.input(5)
    if i==0:                      #Gdy czujnik nie wykryje ruchu
        print ("nie ma leku")
        GPIO.output(10, 0)
        GPIO.output(16, 1)
        GPIO.output(27, 0)
        time.sleep(0.5)
    elif i==1:                    #Gdy czujnik wykryje ruchu
        print ("jest lek")
        GPIO.output(10, 1)
        GPIO.output(16, 0)
        GPIO.output(27, 1)
        j=j+1
        break

```

Rys. 7. Obsługa czujnika obecności.

# Montaż i programowanie całego układu

Kluczowy etap stanowiło zmontowanie urządzenia w całościowy prototyp oraz instalacja osprzętu elektronicznego. Realizacja tego zadania pozwoliła na ocenę założonych aspektów prototypu.



Rys. 8. Montaż elementów elektronicznych urządzenia.



Rys. 9. Opracowany prototyp po montażu elementów składowych.



# Badania nad wybranymi aspektami opracowanego prototypu

Wykonanie prototypu zautomatyzowanej kasetki na leki wyposażonej w moduły komunikacyjne **pozwoliło na weryfikację wybranych aspektów pracy urządzenia, naniesienie niezbędnych poprawek oraz potwierdzenie skuteczności** zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjnych, opracowanych algorytmów sterowania, a także ogólnej funkcjonalności urządzenia.

Dalsze prace powinny być prowadzone w kierunku **minimalizacji rozmiaru zaproponowanego urządzenia** oraz **komunikacji** z innymi, powszechnie stosowanymi komunikatorami.





# Publikacje powstałe w ramach zadania

Rezultaty prac zrealizowanych w ramach prezentowanego zadania zostały przedstawione w pracach:

*„Wykorzystanie komputerowych narzędzi wspierających pracę inżyniera w procesie projektowania elektronicznego urządzenia użytkowego”*

oraz

*„Wybrane aspekty zastosowania technik RP w procesie prototypowania elektronicznego urządzenia użytkowego”*

i zostały zreferowane na konferencji „19th International Conference of Students and Young Scientists – ICSYS’22”, która odbyła się w dniach 12-14 września 2022 r. w Dąbkach.

# Wybrane aspekty zastosowania technik RP w procesie prototypowania elektronicznego urządzenia użytkowego

Bartosz Labendowicz <sup>1)</sup> Łukasz Sobaszek <sup>1)</sup> Ewelina Kosicka <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Katedra Informatyzacji i Robotyzacji Produkcji

<sup>2)</sup> Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji

Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej

**Słowa kluczowe:** Rapid Prototyping, druk 3D, modelowanie

## Rapid Prototyping i stosowane technologie

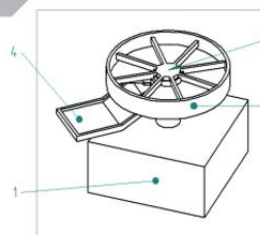
Techniki szybkiego prototypowania (RP – ang. Rapid Prototyping) to współcześnie stosowane rozwiązania, które pozwalają „warstwa po warstwie” wytwarzać modele fizyczne bezpośrednio z modeli 3D CAD. W znacznym uproszczeniu można stwierdzić, iż wszystkie techniki RP są do siebie zbliżone, a różnice występujące pomiędzy nimi dotyczą urządzeń oraz materiałów wykorzystywanych w procesie wytwarzania. Cechą wspólną jest także fakt, iż w porównaniu do tradycyjnych metod bazują one na bezuzytkowym wykonywaniu produktu. Dzięki temu pozwalają na redukcję czasu i kosztów. Do najbardziej popularnych technologii należą:

- SLA/SL – stereolitografia (ang. Stereolithography),
- SLM/SLS – selektywne spiekanie laserowe (ang. Selective Laser Melting / Selective Laser Sintering),
- FDM – osadzanie topionego materiału (ang. Fused Deposition Modeling),
- LOM – warstwowe wytwarzanie obiektów (ang. Laminated Object Manufacturing).

## Projekt zautomatyzowanej kasetki na leki

Inspiracją do opracowania zautomatyzowanej kasetki na leki była chęć pomocy osobom, które są zmuszone do przyjmowania leków na stałe, a jednocześnie – często z uwagi na inne schorzenia – zapominają ich przyjmować. Dzięki zaprojektowanemu urządzeniu ten problem zostanie wyeliminowany.

Zakładane działanie urządzenia jest następujące – po uruchomieniu urządzenia i naciśnięciu przycisku aktywowany zostaje czujnik optyczny, który ma za zadanie detekcję czy poprzednie tabletki zostały przyjęte przez pacjenta. Jeżeli żaden detal nie zostanie wykryty następuje obrót wału z łopatkami o 45°, a lekarstwa (które znajdują się w odpowiedniej tacce) spadają pod wpływem grawitacji w dół. Gdy czujnik optyczny je wykryje, wysyła sygnał do sterownika, który z kolei aktywuje dwa sygnały wyjścia. Pierwszy z nich odpowiedzialny jest za lampki statusu, zaś drugi odpowiada za wysłanie wcześniej ustalonej informacji za pomocą komunikatora. Czas pomiędzy kolejnymi obrotami można odpowiednio modyfikować, co daje pełną kontrolę nad dawkowaniem tabletek w ciągu dnia lub tygodnia. Dzięki tym elementom ewentualny użytkownik będzie kontrolował godziny, w których powinien przyjmować lekarstwa.

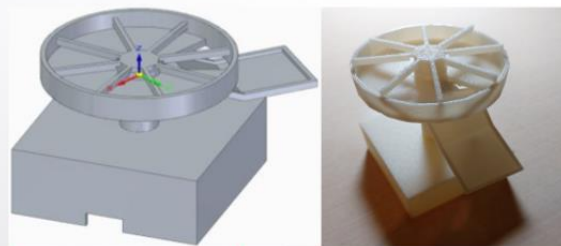


Rys. 1. Prototypowana kasetka na leki oraz jej elementy składowe:  
1 – obudowa kasetki, 2 – wał z łopatkami, 3 – podstawa na leki,  
4 – tacka do odbioru leków

Parametr	Wartość
Materiał	ABS+, kolor: kość słoniowa, biały, niebieski, fluorescencyjny żółty, niebieski, czarny, czerwony, pomarańczowy, oliwkowy, szary
Materiał suportu	SR-30 rozpuszczalny
Rozmiar wydruków	200 x 200 x 150 mm
Grubość warstwy	0,254 mm 0,330 mm
Rodzaj komory drukowania	zamknięta

## Ocena wykorzystania technologii druku 3D w procesie prototypowania elektronicznego urządzenia użytkowego

Wydruk elementów składowych pozwolił na montaż uzyskanego prototypu. Niestety okazało się, iż nie wszystkie części nie pasowały do siebie idealnie. W konsekwencji zaistniała potrzeba obróbki części poprzez szlifowanie otworów oraz skrócenie długości żeber. Jest to jednak istotna informacja, aby kolejny prototyp urządzenia wydrukować z zachowaniem jego rzeczywistych wymiarów, unikając skalowania, które wpływa zarówno na poszczególne elementy, jak i możliwości ich montażu. Zestawienie złożenia urządzenia w środowisku CAD z prototypem zmontowanym z wykorzystaniem wydrukowanych elementów składowych przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Zestawienie prototypów kasetki na leki – modelu CAD oraz montaż wydrukowanych elementów

# Wykorzystanie komputerowych narzędzi wspierających pracę inżyniera w procesie projektowania elektronicznego urządzenia użytkowego

Marcin Górski <sup>1)</sup> Łukasz Sobaszek <sup>1)</sup> Antoni Świć <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Katedra Informatyzacji i Robotyzacji Produkcji

Wydział Mechaniczny Politechniki Lubelskiej

**Słowa kluczowe:** projektowanie, modelowanie, CAD, druk 3D

## Komputerowe narzędzia wspierające pracę inżyniera

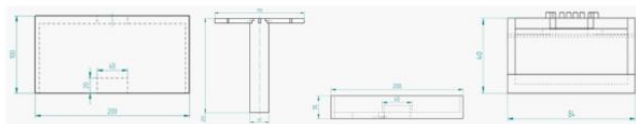
Komputerowe technologie wspomaganie stosowane w obszarze techniki określa się ogólnie skrótem CAx (ang. Computer Aided Technologies), a ich wykorzystanie ma pomóc rozwiązywać różnorodne problemy natury technicznej. W skład wspomnianych technik wchodzi między innymi:

- CAD (ang. Computer Aided Design), czyli zastosowanie podzespołów i oprogramowania komputerowego w projektowaniu technicznym. Projektowanie CAD można podzielić na dwa główne typy: 2D oraz 3D. Typ projektowania jaki wybierzemy zależy od wielu czynników – m.in. trudność złożenia, osobiste preferencje, a nawet grupy docelowej, do której ma trafić produkt.
- CAE (ang. Computer Aided Engineering) to oprogramowanie ułatwiające pracę inżyniera w zakresie obliczeń wytrzymałościowych, używane do testów technicznych oraz różnych analiz komputerowych.
- CAM (ang. Computer Aided Manufacturing) ma za zadanie połączenie fazy projektowej z wytwarzaniem. Obecnie programy komputerowe są na tyle rozwinięte, że zazwyczaj narzędzia CAD

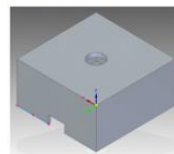
## Projekt zautomatyzowanej kasetki na leki

Proces projektowania kasetki został zrealizowany z wykorzystaniem środowiska Solid Edge, głównie ze względu na jego dostępność dla studentów oraz przejrzystość odczytu złożenia. Kolejnym argumentem przemawiającym za wyborem Solid Edge była możliwość eksportu modeli do plików w formacie „.stl”, co później pozwoliło na wykonanie rzeczywistych elementów w technologii druku 3D.

Podstawą wykonania modeli przestrzennych elementów składowych urządzenia było opracowanie ich rysunków płaskich. W tym celu opracowano rysunki 2D: obudowy kasetki, wału z łopatkami, podstawki na leki oraz tacki do ich odbioru.



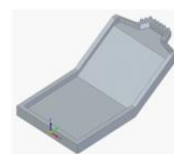
Rys. 1. Elementy składowe projektowanego urządzenia: a) obudowa, b) wał z łopatkami, c) podstawka na leki, d) tacka do odbioru leków



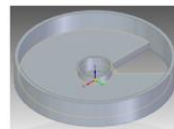
Rys. 2. Model obudowy kasetki na leki



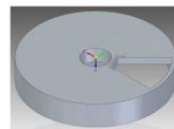
Rys. 3. Model wału obrotowego z łopatkami



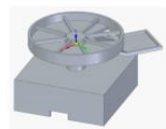
Rys. 4. Model tacki do odbioru leków



Rys. 5. Widok z góry zamodelowanej podstawki na leki



Rys. 6. Widok z dołu zamodelowanej podstawki na leki



Rys. 7. Złożenie zaprojektowanej kasetki na leki w środowisku Solid Edge

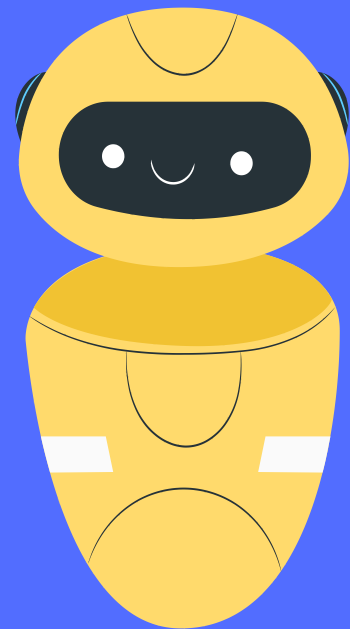
## Podsumowanie

Oprogramowanie typu CAD znajduje współcześnie coraz szersze wykorzystanie. Główną korzyścią płynącą z wykorzystania tego typu rozwiązań jest znacząca redukcja czasu potrzebnego na opracowywanie nowych rozwiązań. Celem niniejszej pracy było przedstawienie procesu projektowania prototypu elektronicznego urządzenia użytkowego przy pomocy narzędzi CAD. Zrealizowane prace dowiodły, iż zastosowanie oprogramowania komputerowego znacząco zredukowało czas jaki był potrzebny do opracowania prototypu w porównaniu z projektowaniem urządzenia klasycznymi metodami. Opracowane trójwymiarowe elementy urządzenia są ponadto przystępne w interpretacji dla osób, które nie są w stanie odczytać konwencjonalnego rysunku technicznego. Dodatkowym atutem wykorzystanego oprogramowania jest łatwość zapisu oraz udostępniania plików, a także możliwość ich eksportu do różnorodnych formatów – jak chociażby plików „.stl”, które można następnie wykorzystać w procesie druku 3D. Cały proces projektowania w programie przebiegł sprawnie, co jasno wskazuje na fakt, że przy pomocy narzędzi CAD inżynier jest w stanie opracować prototyp każdego modelu, na który będzie zapotrzebowanie. Dodatkowo wykorzystanie druku 3D ułatwia produkcję i nanoszenie ewentualnych poprawek. Zastosowanie narzędzi CAD z pewnością stanowi niezbędne narzędzie współczesnego inżyniera, pomocne w rozwiązywaniu wielu problemów.

# Wnioski

Realizacja przedstawionych w prezentacji zadań projektowych **pozwołała na osiągnięcie zakładanego celu** – opracowanie prototyp zautomatyzowanej kasetki na leki posiadającej moduły komunikacyjne. Wykonanie fizycznego modelu kasetki pozwoliło na **realizację badań nad wybranymi własnościami** konstrukcji oraz ocenę skuteczności opracowanych algorytmów sterowania.

Zaproponowane rozwiązanie ma być dedykowane **wspieraniu osób starszych lub chorych**, a także **szpitalom oraz placówkom medycznym**. Kasetka pomoże zniwelować efekty pominięcia leków, a dzięki modułowi komunikacyjnemu możliwa jest kontrola przez osoby bliskie, czy personel placówek medycznych.



# Dziękujemy za uwagę!



Projekt „Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości jest finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego



# Opracowanie prototypu zautomatyzowanej kasetki na leki wyposażonej w moduły komunikacyjne



**RiZI**

STUDENCKIE KOŁO NAUKOWE  
ROBOTYZACJI i ZASTOSOWAŃ INFORMATYKI

Regionalna Inicjatywa Doskonałości  
*Zadanie 12 – Studencki Projekt Badawczy*

Projekt „Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości jest finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

