

Politechnika
Wrocławska

RAPORT Z CZĘŚCI WSTĘPNEJ REALIZACJI PRACY INŻYNIERSKIEJ

Autor:

Dawid
Boratyński

Temat:

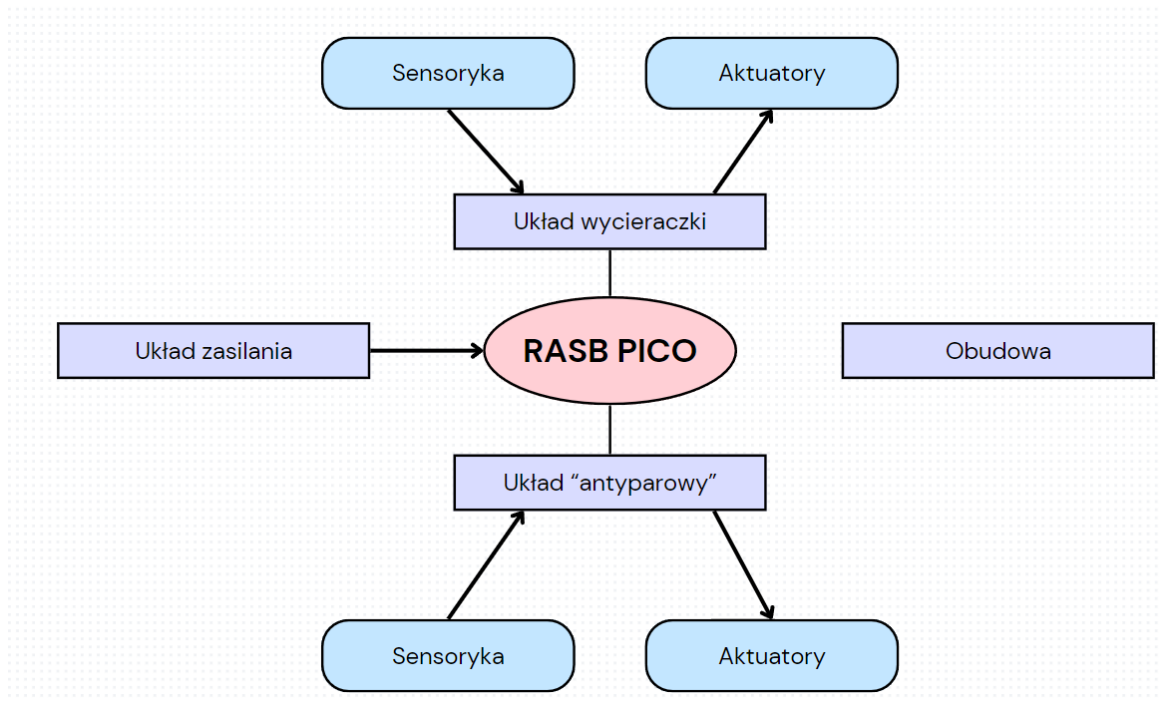
Obudowa kamery do pracy w trudnych warunkach pogodowych
z automatyczną stabilizacją środowiska pracy

Spis treści

1. Założenia koncepcyjne projektu	2
2. Projekt układu	4
2.1 Układ zasilania	4
2.2 Układ wycieraczki	4
2.3 Układ antyparowy.....	5
2.4 Kontroler Raspberry Pi Pico.....	8
2.5 Płytki PCB	8
2.6 Obudowa.....	11
3. Kod sterujący	21
4. Implementacja fizyczna	23
5. Planowane działania.....	23

1. Założenia koncepcyjne projektu

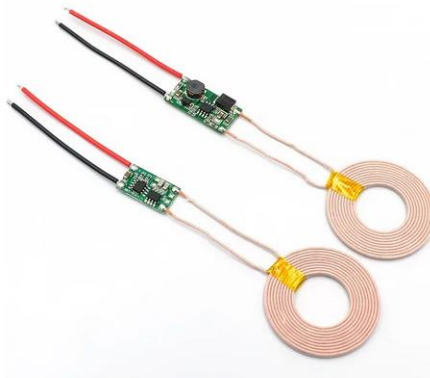
Projekt zakłada opracowanie obudowy kamery do pracy w trudnych warunkach pogodowych z automatyczną stabilizacją środowiska pracy. Obudowa kamery będzie zawierać m.in. układ antyparowy odpowiedzialny za odparowywanie wnętrza obudowy i obiektywu w czasie rzeczywistym oraz układ wycieraczki odpowiedzialny za wycieranie szybki zamocowanej na przedniej części obudowy, podczas deszczowej pogody. Całość ma zawierać własny układ zasilania oraz układ sterowania opierający się na zaprojektowanej płytce elektronicznej, której głównym elementem będzie mikrokontroler Raspberry Pi Pico.



Rysunek 1. Graf przedstawiający schemat podziału prac.

W ramach organizacji pracy projekt został podzielony na następujące segmenty:

- **Układ zasilania** – w celu pełnego wyizolowania kamery zasilanie odbywać się będzie przez obudowę, z separacją indukcyjną. Na potrzeby projektowe założono, że napięcie doprowadzane do wnętrza kamery wynosić będzie 12V. Jako, że kontroler Raspberry Pi Pico zasilany jest napięciem 5V, na projektowanej płytce zaprojektowany zostanie układ transformujący 12/5V.



Rysunek 2: Moduł bezprzewodowego zasilania indukcyjnego.

- **Układ wycieraczki** – do poprawnego działania kamery w trudnych warunkach pogodowych konieczne jest przygotowanie systemu oczyszczającego przednią szybę z zabrudzeń. Elementem sensorycznym układu wycieraczki będzie czujnik opadów YL-83, działający na zasadzie zmiany rezystancji wraz z pojawianiem się na jego powierzchni kropli deszczu, który to będzie przysyłał informacje o poziomie opadów do kontrolera Raspberry Pi Pico. W zależności od wskazania czujnika, kontroler będzie sterował pracą popularnego serwomechanizmu sg-90, na którym zamontowana będzie wycieraczka.
- **Układ „Antyparowy”** – pod tym zagadnieniem znajduje się zintegrowany układ czujnika temperatury i wilgotności z rodziny DHT, oraz radiatora 5V. Aby zabezpieczyć obudowę przed zaparowaniem szybki, kontroler Raspberry Pi Pico, na podstawie danych pochodzących z czujnika DHT, obliczał będzie punkt rosy, czyli temperaturę skraplania wody w określonych warunkach atmosferycznych, a następnie sterował będzie pracą radiatora.
- **Obudowa** – cały układ elektroniczny razem z kamerą GoPro 5 zamknięty zostanie w dokładnie wyizolowanej obudowie. Ta projektowana będzie stricte pod potrzeby układu. Ma zawierać elementy pozycjonujące kamerę, otwory montażowe dla serwo sg-90, system komór pozycjonujących osiowo dwa zwoje zasilające (zewnętrzny i wewnętrzny), otwór dla czujnika opadów YL-83 w pokrywie górnej a także elementy montażowe potrzebne do osadzenia radiatora i projektowanej płytki PCB.



Rysunek 3: Kamera GoPro 5.

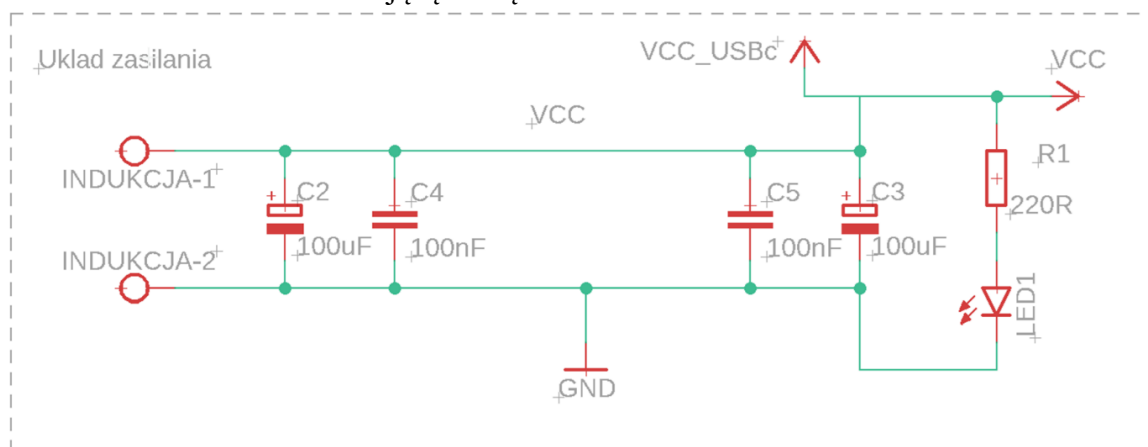
2. Projekt układu

Prace nad projektem rozpoczęto od zapoznania z środowiskiem Eagle oraz LTSpace, w których to programach przygotowane zostały następnie analizy elektryczne oraz projekt płytki. Pierwszym punktem było wykonanie układu transformującego 12/5V, a także przygotowanie wyjść dla obu układów peryferyjnych. Po przygotowaniu ostatecznej wersji płytki, uzyskano jej ostateczne wymiary co pozwoliło nam przejść do projektowania obudowy, w programie NX.

Równolegle rozpoczęto testy połączeń elektrycznych. Tą część rozpoczęto od poszukiwania odpowiednich elementów. W ramach projektu zdecydowano o wykorzystaniu czujnika DHT11, serwo sg-90 a także czujnika opadów YL-83 oraz radiator 5V, do realizacji wyżej wspomnianych procesów.

2.1. Układ zasilania

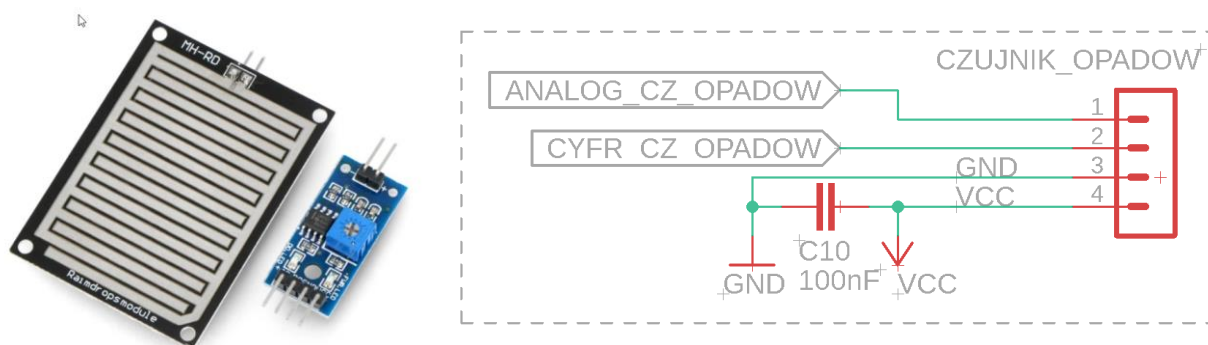
Schemat elektryczny zaprojektowanego układu zasilania zaprezentowano na rysunku numer 4. Na płytce osadzono otwory wejściowe dla przewodów zasilania, pochodzących z zasilacza indukcyjnego. W celu uzyskania zasilania płytki na poziomie 5V zastosowano równoległe połączenie dwóch kondensatorów spolaryzowanych $100\mu\text{F}$ oraz 2 ceramicznych kondensatorów 100nF . Przewidziano także dodatkowe wyjście zasilające dla kamery. Na płytce zamontowano również informującą diodę LED.



Rysunek 4: Schemat elektryczny układu zasilania.

2.2. Układ wycieraczki

Sygnal analogowy informujący o poziomie opadów pobierany jest z czujnika YL-83. Rozdzielczość wskazań czujnika to 2^{16} .

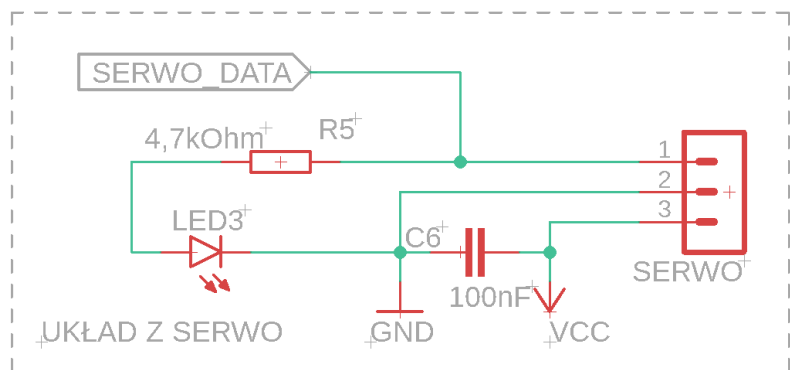


Rysunek 5: Sensoryka w układzie wycieraczki. a) Czujnik YL-83 b) Schemat elektryczny podłączenia czujnika YL-83.

Powłoka %	
Opady:	0.0
Opady:	0.0
Opady:	0.0
Opady:	28.64423
Opady:	26.08072
Opady:	25.47036
Opady:	28.64423
Opady:	22.78325
Opady:	0.0
Opady:	13.30892
Opady:	13.01595
Opady:	13.91928
Opady:	15.97009
Opady:	17.36172
Opady:	22.68559

Rysunek 6: Odczyt wartości z czujnika YL-83 w środowisku Thonny

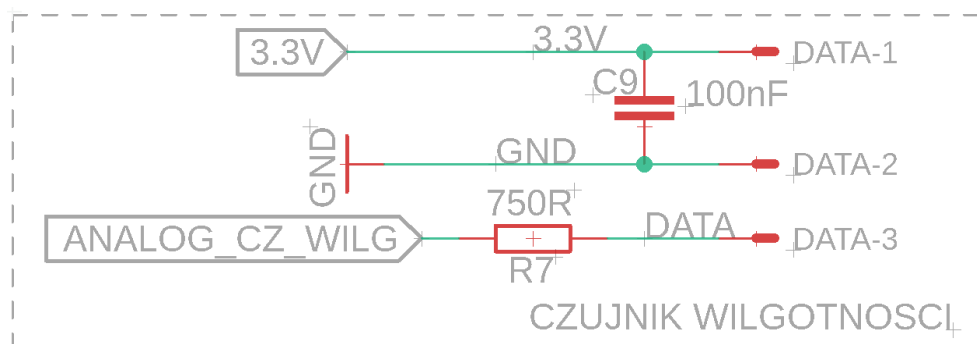
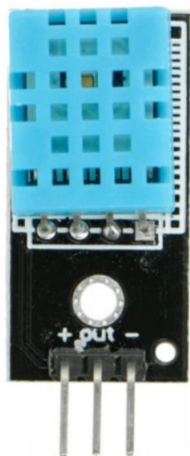
Podłączenie serwo, wykonane będzie na płytce według schematu przedstawionego na rysunku 6. Do sygnalizacji pracy dodano diodę LED. Oraz w celu stabilizacji pracy serwomechanizmu dodano kondensator 100nF.



Rysunek 7: Aktuatory w układzie wycieraczki. a) serwo sg-90. b) Schemat elektryczny połączenia serwo sg-90.

2.3.Układ antyparowy

Do obsługi układu antyparowego wybrane zostały czujnik DHT11, który pracuje w zakresie temperatury 0 - 50 °C, a zakres pomiaru wilgotności to 20 - 90 %RH. Czujnik komunikuje się z kontrolerem Raspberry Pi Pico za pośrednictwem interfejsu 1 wire.



Rysunek 8. Czujnik wilgotności DHT11 oraz jego schemat

Dane ściągane z czujnika wykorzystywane są do obliczania punktu rosy według poniższego algorytmu.

Punkt rosy - temperatura, w której para wodna zaczyna skraplać się w wodę.

Wilgotność względna - ilość wilgoci w powietrzu w porównaniu do tego, co powietrze może maksymalnie „pomieścić” w tej temperaturze:

$$\text{wilgotność względna} = 100\% \times \text{aktualna wilgotność bezwzględna} / \text{maksymalna wilgotność bezwzględna}$$

Lub, wyrażając to inaczej, wilgotność względna jest stosunkiem ciśnienia pary wodnej P_w do ciśnienia nasycenia pary wodnej P_{ws} w danej temperaturze:

$$\text{wilgotność względna} = 100\% \times P_w / P_{ws}$$

$$\text{wilgotność bezwzględna} = m / V,$$

gdzie m to masa pary wodnej, a V to objętość mieszaniny powietrza i pary wodnej.

Punkt rosy jest obliczany według następującego wzoru:

$$T_s = (b \cdot \alpha(T, RH)) / (a - \alpha(T, RH)), \text{ gdzie } \alpha(T, RH) = \ln(RH/100) + aT/(b+T)$$

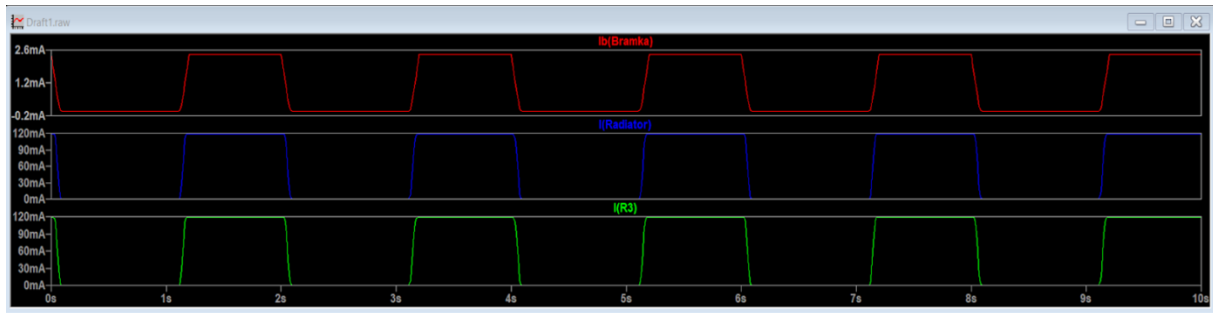
- T_s — punkt rosy (w stopniach Celsjusza);
- T — temperatura (w stopniach Celsjusza);
- RH — wilgotność względna powietrza (w procentach);
- a i b to współczynniki Magnusa. Zgodnie z zaleceniami Alduchova i Eskridge'a, ich wartości wynoszą: $a = 17,625$ i $b = 243,04^\circ\text{C}$;

Powłoka %
Dew point: 14.22047
temp: 26 hum: 72
Dew point: 18.61058
temp: 27 hum: 76
Dew point: 20.2015
temp: 28 hum: 80
Dew point: 21.75497
temp: 29 hum: 84
Dew point: 23.27406
temp: 29 hum: 85
Dew point: 23.45125
temp: 30 hum: 85
Dew point: 24.23922
temp: 30 hum: 86
Dew point: 24.41508

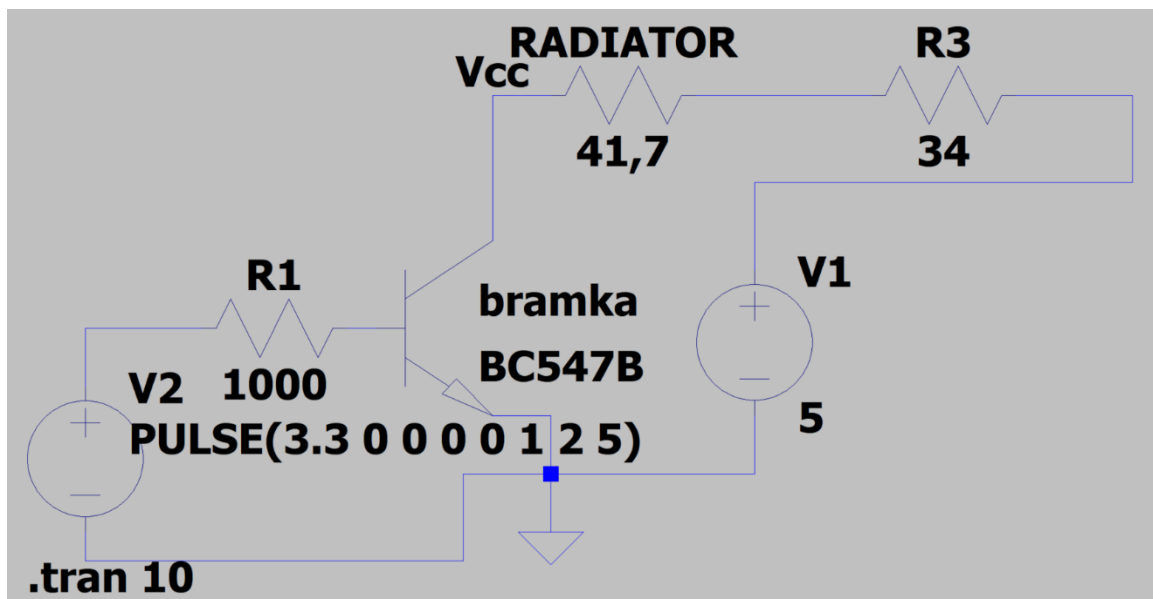
Rysunek 9: Odczyt danych z czujnika DHT11 w środowisku Thonny.

Do sterowania pracą radiatora wykorzystano układ bramki tranzystorowej, działającej w prostej logice ON/OFF. Przy pomocy programu LTSpice dobrano, wartości kluczowych elementów, tak aby natężenie prądu zasilającego Radiator wynosiło 120mA, przy napięciu równym 5V. Aby to osiągnąć zmierzono rezystancję radiatora, która wynosi 41,7Ω a jako dodatkowy rezystor (R_3), podłączany szeregowo wybrano z typoszeregu ten najbliższy wartości 35,8Ω czyli 34 Ω. Sterowanie odbywa się przez zmiany wartości logicznych na jednym z portów szeregowych kontrolera Raspberry Pi Pico, gdzie jako stan wysoki uznawane jest 3,3V natomiast jako stan niski 0V.

Na rysunku 10, można zobaczyć zasymulowany przebieg sterowania pracą radiatora, przy użyciu sygnału pulsacyjnego. Jak widać na pierwszym wykresie prąd kolektora jest poniżej wartości granicznej podawanej przez producenta, która wynosi 100mA. Na dwóch poniższych wykresach widać, że w momencie gdy na bramce zadawany jest stan wysoki, na radiatorze pojawia się prąd o natężeniu 120mA.

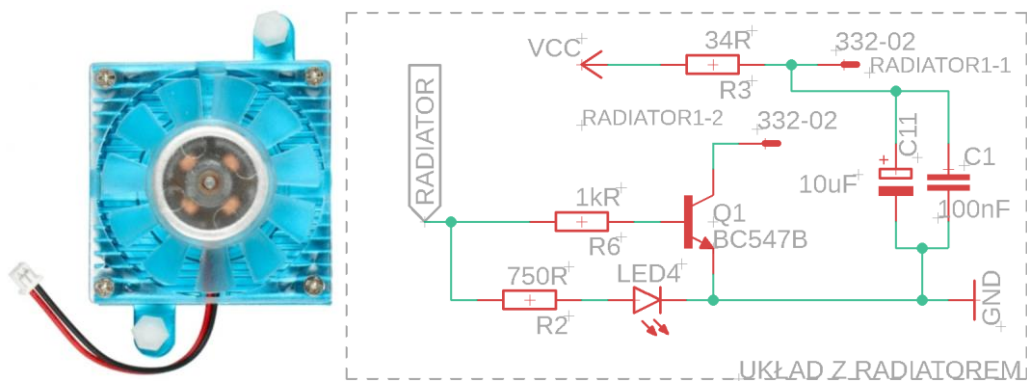


Rysunek 10: Wykres pokazujący przebieg kluczowych parametrów podczas pulsacyjnego sterowania bramką tranzystorową.



Rysunek 11: Projekt bramki tranzystorowej, sterującej pracą radiatora, wykonany w programie LTSpice.

Na podstawie przedstawionego wyżej schematu, zaprojektowano podłączenie układu radiatora mieszczącego się na płytce. W celu dodatkowej stabilizacji pracy kluczowego segmentu projektu, dodano zestaw dwóch kondensatorów o wartościach $10\mu\text{F}$ oraz 100nF . Uwzględniono także dodatkowo, informacyjną diodę LED.

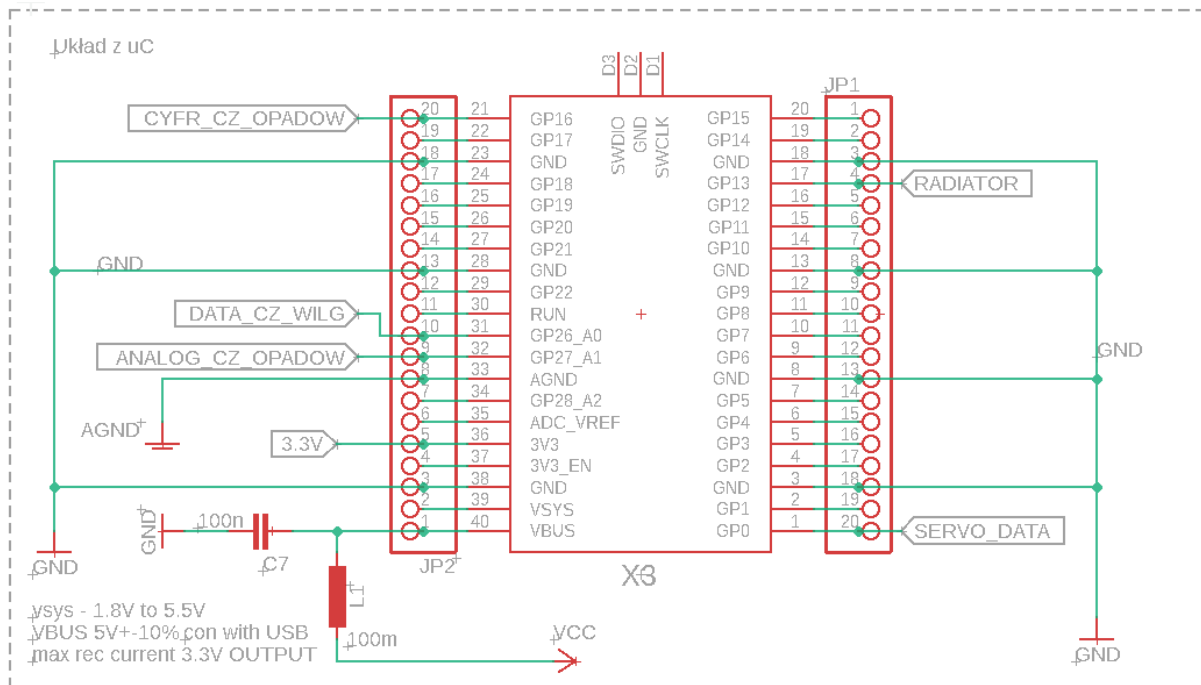


Rysunek 12. Radiator z wentylatorem dla Odroid XU-4 oraz jego schemat elektryczny.

2.4. Kontroler Raspberry Pi Pico

Do kontrolera doprowadzone jest zasilanie z płytki PCB na port Vbus, o wartości 5V. Do komunikacji z urządzeniami peryferyjnymi wybrane zostały następujące porty:

- GP0 – Servo sg-90, Output
- GP13 – Radiator, Output
- GP25 – Control onboard LED, Output
- GP26 (ADC0) – DHT Sensor, Input
- GP27 (ADC1) – YL-83 Sensor, Input



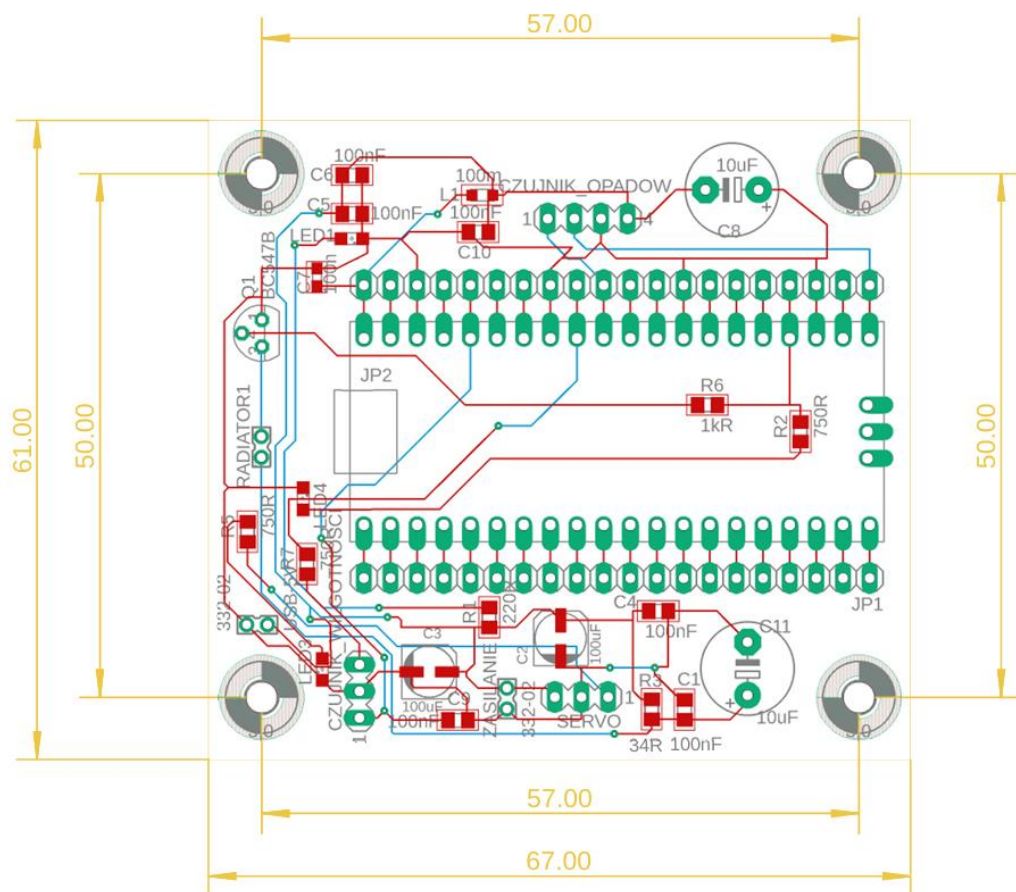
Rysunek 13: Schemat elektryczny podłączenia kontrolera Raspberry Pi Pico.

W celu ułatwienia demontażu kontrolera, osadzono go na dodatkowym zestawie goldpinów mocowanym do płytki.

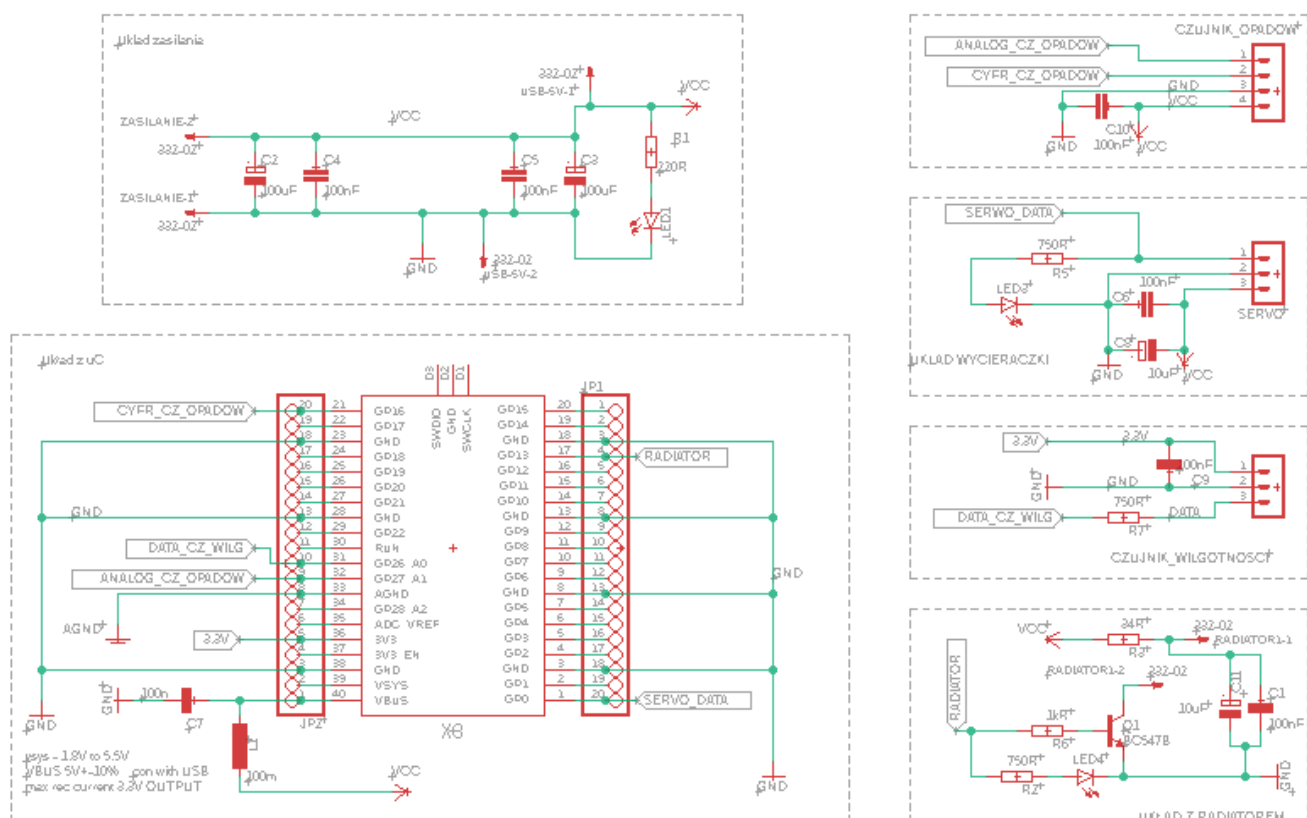
2.5. Płytki PCB

Głównym założeniem było zaplanowanie rozmieszczenia elementów na płycie drukowanej w taki sposób, aby ograniczyć jej wymiary do absolutnego minimum. Podczas konstrukcji obudowy kamery ustalono, że maksymalne wymiary jakie można przyjąć to 75x71mm. Wartość ta wynikała z konstrukcyjnych założeń dotyczących osadzenia drukowanej płytki w obudowie. Aby utrzymać zakładaną funkcjonalność płytki z jednoczesnym zmniejszeniem wymiarów, zdecydowano się na następujące zabiegi projektowe:

- wszystkie wyjścia zostały umieszczone możliwie na brzegach płytki, aby umożliwić swobodne połączenie urządzeń peryferyjnych z płytką,
- niektóre elementy takie jak rezystory zostały umieszczone w pustych przestrzeniach, pomiędzy portami lub schowane pod kontrolerem, korzystając z faktu jego podniesienia przy użyciu zestawu goldpinów,
- aby zminimalizować powierzchnię płytki zastosowano także druk obustronny i zaprojektowano ścieżki po obu jej strachach,
- do montażu w obudowie wybrano małe otwory montażowe o średnicy 6mm.



Rysunek 14: Schemat montażowy projektowanej płytki PCB, wykonany w środowisku Eagle.



Rysunek 15: Pełny schemat elektryczny projektowanej płytki PCB, wykonany w środowisku Eagle.

Spis elementów:

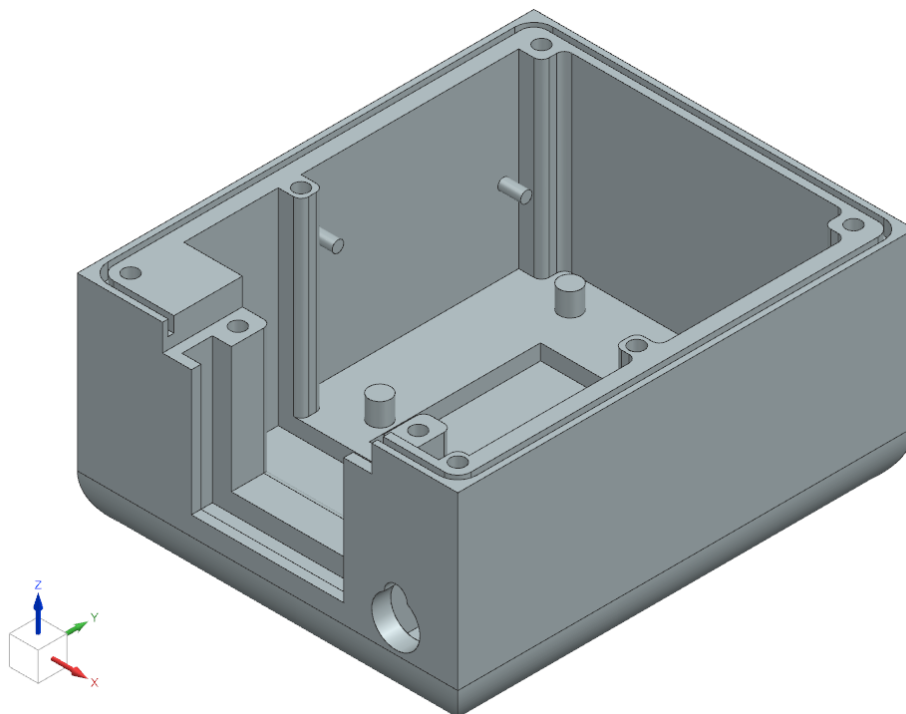
Part	Value	Device	Package	Description	OC_FARNELL	OC_NEWARK	POPULARITY	SPICEPREFIX
C1	100nF	C-EUC0805	C0805	CAPACITOR, European symbol			88	C
C2	100uF	CPOL-EUUD-5X5,8	UD-5X5,8_NICHICON	POLARIZED CAPACITOR, European symbol			0	C
C3	100uF	CPOL-EUUD-5X5,8	UD-5X5,8_NICHICON	POLARIZED CAPACITOR, European symbol			0	C
C4	100nF	C-EUC0805	C0805	CAPACITOR, European symbol			88	C
C5	100nF	C-EUC0805	C0805	CAPACITOR, European symbol			88	C
C6	100nF	C-EUC0805	C0805	CAPACITOR, European symbol			88	C
C7	100n	C-EUC0603	C0603	CAPACITOR, European symbol			73	C
C8	10uF	CPOL-EUE5-8.5	E5-8,5	POLARIZED CAPACITOR, European symbol			0	C
C9	100nF	C-EUC0805	C0805	CAPACITOR, European symbol			88	C
C10	100nF	C-EUC0805	C0805	CAPACITOR, European symbol			88	C
C11	10uF	CPOL-EUE5-8.5	E5-8,5	POLARIZED CAPACITOR, European symbol			0	C
CZUJNIK_OPADOW		MA04-1	MA04-1	PIN HEADER	unknown	unknown	41	
CZUJNIK_WILGOTNOSCI		MA03-1	MA03-1	PIN HEADER	unknown	unknown	48	
H1	JUNT-HOLE	MOUNT-HOLE3.0	3	MOUNTING HOLE with drill center marker			3	
H2	JUNT-HOLE	MOUNT-HOLE3.0	3	MOUNTING HOLE with drill center marker			3	
H3	JUNT-HOLE	MOUNT-HOLE3.0	3	MOUNTING HOLE with drill center marker			3	
H4	JUNT-HOLE	MOUNT-HOLE3.0	3	MOUNTING HOLE with drill center marker			3	
JP1		PINHD-1X20	1X20	PIN HEADER			6	
JP2		PINHD-1X20	1X20	PIN HEADER			6	
L1	100m	L-EUL2012C	L2012C	INDUCTOR, European symbol			2	L
LED1		LEDSML0805	SML0805	LED			17	
LED3		LEDSML0805	SML0805	LED			17	
LED4		LEDSML0805	SML0805	LED			17	
Q1	BC547B	BC547B	TO92	NPN Transistor			47	
R1	220R	R-EU_R0805	R0805	RESISTOR, European symbol			86	R
R2	750R	R-EU_R0805	R0805	RESISTOR, European symbol			86	R
R3	34R	R-EU_R0805	R0805	RESISTOR, European symbol			86	R
R5	750R	R-EU_R0805	R0805	RESISTOR, European symbol			86	R
R6	1kR	R-EU_R0805	R0805	RESISTOR, European symbol			86	R
R7	750R	R-EU_R0805	R0805	RESISTOR, European symbol			86	R
RADIATOR1	332-02	332-02	332-02	2 Pin - 2mm Dual Row			7	
SERVO		MA03-1	MA03-1	PIN HEADER	unknown	unknown	48	
USB-5V	332-02	332-02	332-02	2 Pin - 2mm Dual Row			7	
X3		RPI_PICO_IG-TH	RPI_PICO_TH					
ZASILANIE	332-02	332-02	332-02	2 Pin - 2mm Dual Row			7	

Rysunek 16: Spis wszystkich elementów wykożystanych do wykonania płytki.

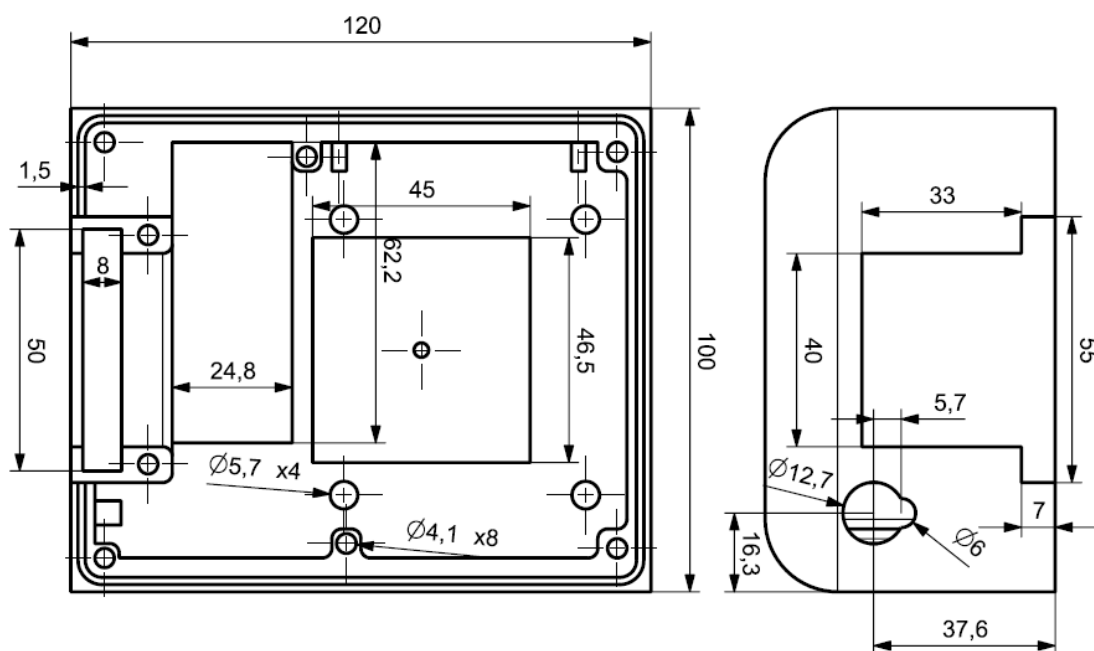
2.6. Obudowa

Podczas procesu projektowego założono wykonanie kilku elementów montażowych w technologii druku 3D. Poniżej zaprezentowano zastosowane rozwiązania i potencjalne elementy przygotowane do wytworzenia.

Część główna obudowy:

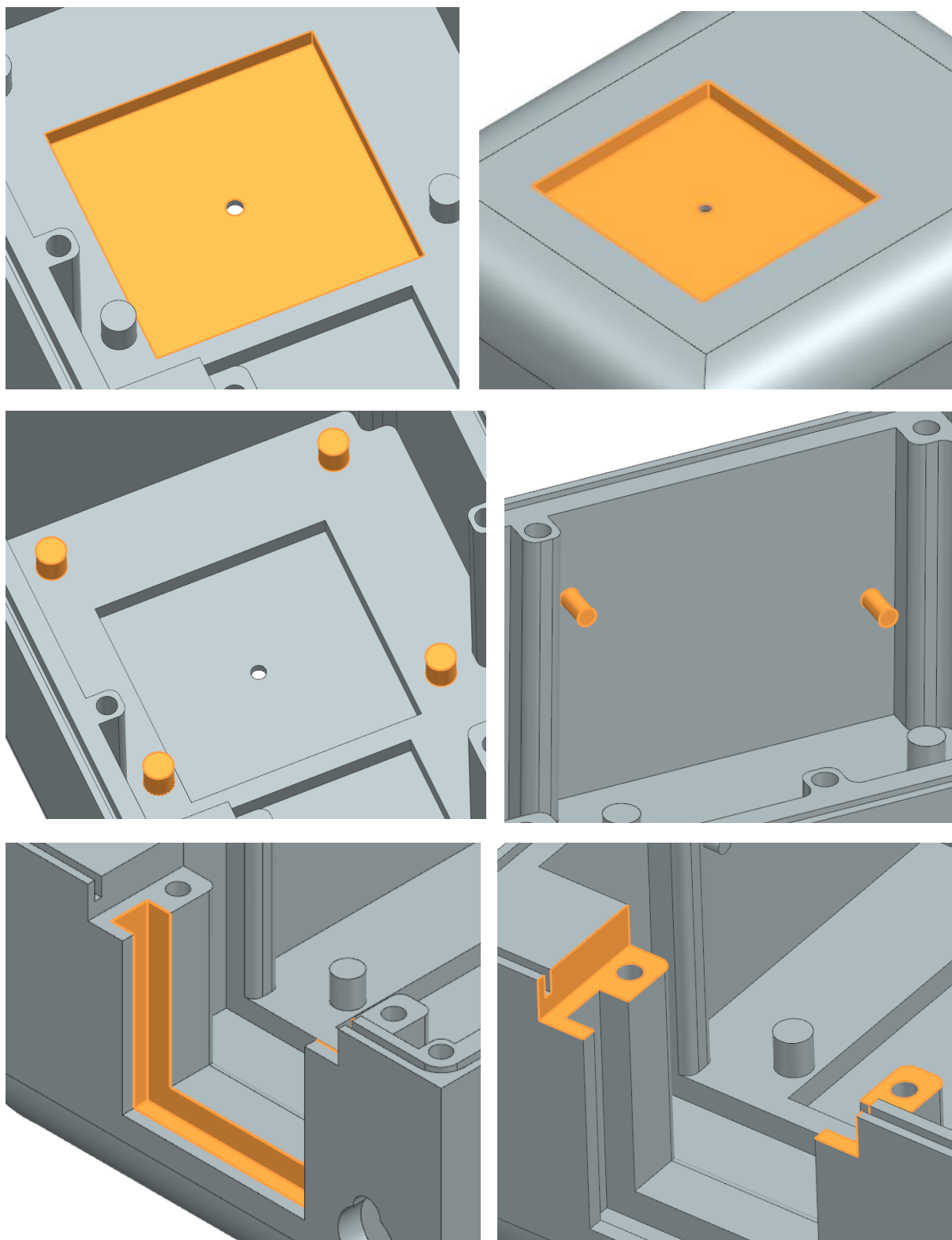


Rysunek 17: Model CAD Części głównej obudowy.

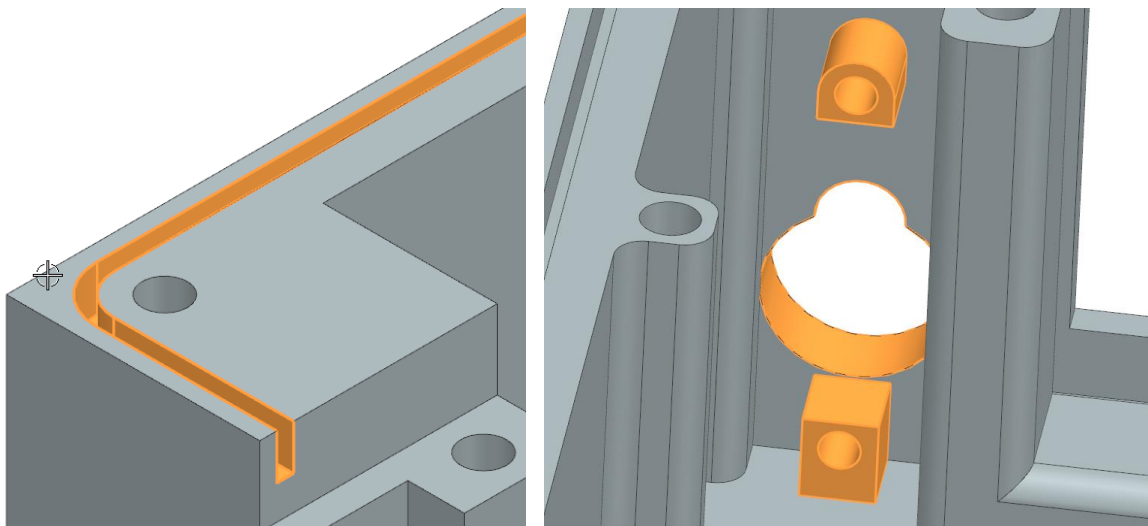


Rysunek 18: Najważniejsze wymiary części głównej obudowy.

Poniższe zdjęcia prezentują rozwiązania montażowo konstrukcyjne użyte do wykonania części głównej obudowy.



Rysunek 19: a) otwór na element zasilania indukcyjnego wewnątrz obudowy. b) otwór na element zasilania indukcyjnego na zewnątrz obudowy. c) Piny pozycjonujące płytkę PCB. d) Piny pozycjonujące radiator. e) Wycięcie na szybkę. f) Półka na nadproże.

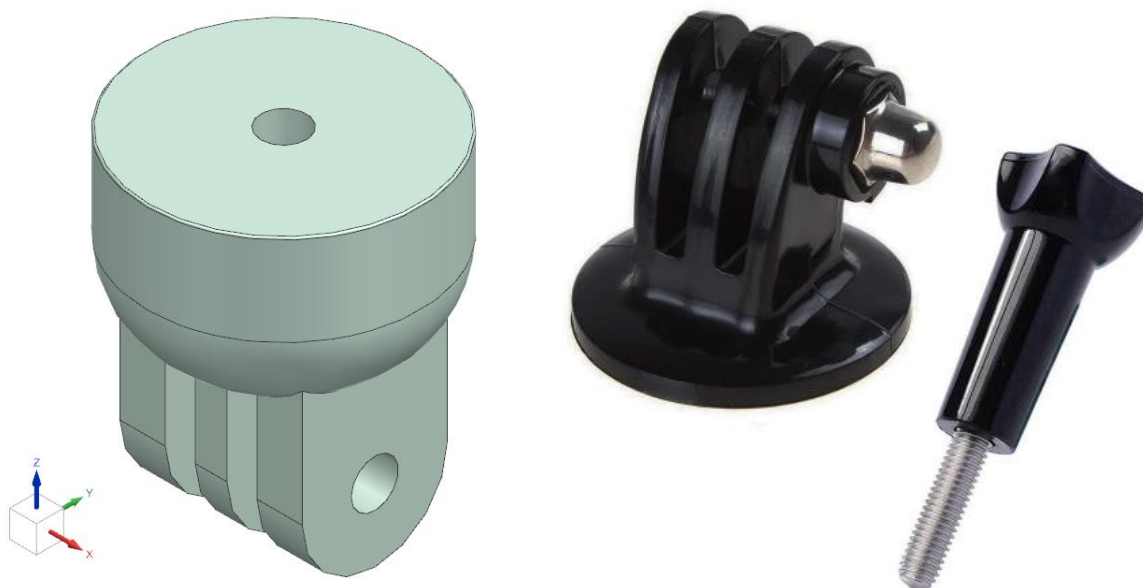


Rysunek 20: a) rant na gumę izolacyjną. b) Otwór i bloki montażowo pozycjonujące serwomechanizm.

Planowo obudowa wykonana ma zostać w technologii druku 3D w technologii FDM lub w jednej z technologii proszkowych. W przypadku wykorzystania drukarki domowej konieczne będzie przygotowanie sporej ilości suportów, choćby do wydrukowania otworów i bloków montażowych potrzebnych do mocowania serwo sg-90 widocznych na rysunku 18b.

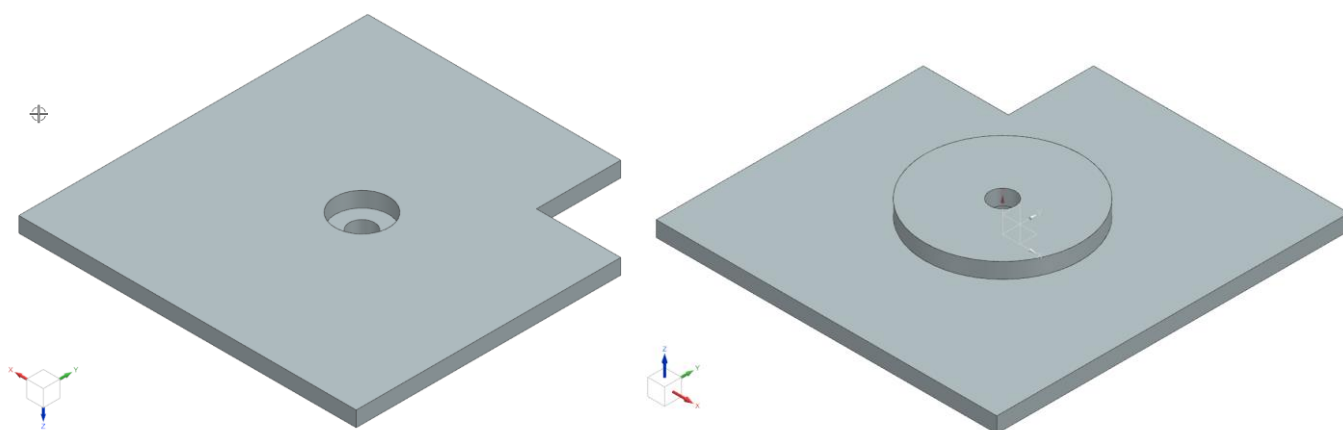
Uchwyt do obudowy:

Jako zewnętrzny element do mocowania kamery wybrany został standardowy uchwyt do kamer sportowych typu GoPro. Mocowany on będzie przez nagwintowany walec znajdujący się na spodzie obudowy. Możliwe jest także zastosowanie innych pokrewnych uchwytów, wymaga to jedynie odpowiedniego dobrania średnicy do otworu.



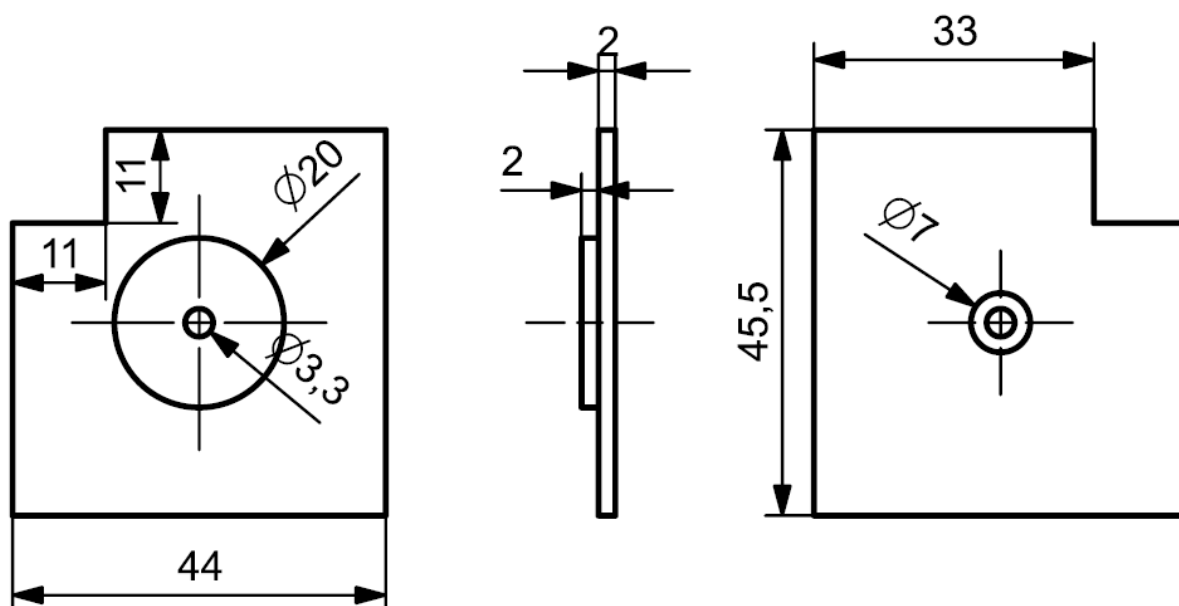
Rysunek 21: a) Model CAD uchwyty montażowego. b) Gotowy uchwyt do kamery typu GoPro.

Pokrywka dla pocketów:

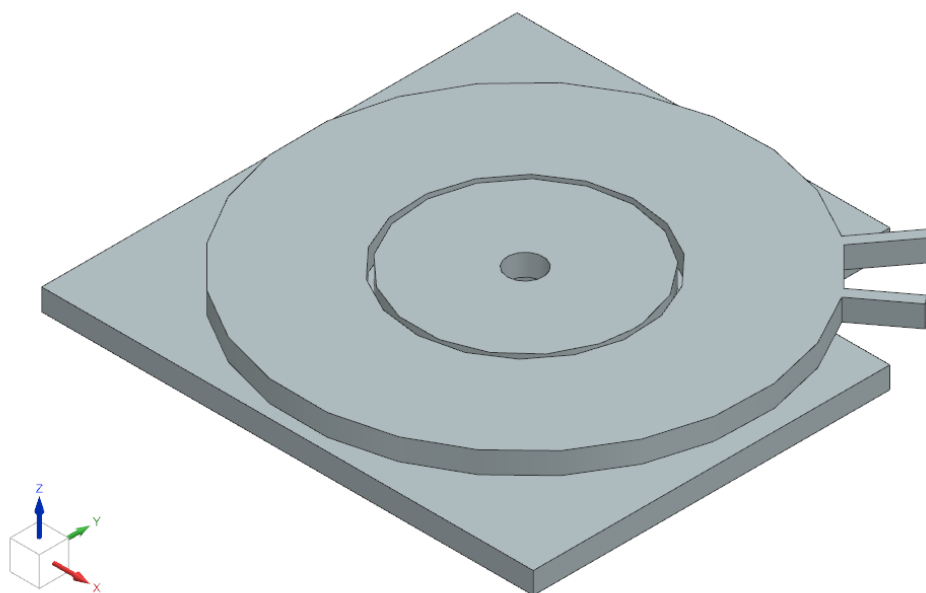


Rysunek 22: Model pokrywki elementu indukcyjnego. Kolejno od lewej góra i spód.

W pokrywce znajduje się mały otwór montażowy oraz podebranie na głębokość 2,5mm aby ułatwić mocowanie elementów. Z założenie montaż ma się odbywać za pośrednictwem otworu o podobnej średnicy wykonanego w obudowie, przy pomocy śruby M3 z nakrętką, po drugiej stronie. Wszystkie wspomniane elementy z uwagi na oddziaływanie pola magnetycznego, muszą być wykonane z materiału dielektrycznego. Większy walec wyciągnięty na spodzie pokrywki ma służyć pozycjonowaniu elementów indukcyjnych i koncentrycznym ich osadzeniu względem siebie. Wycięcie boczne o wymiarach 11x11mm wykonane zostało z ślą do wyprowadzeniu przewodów zasilających.

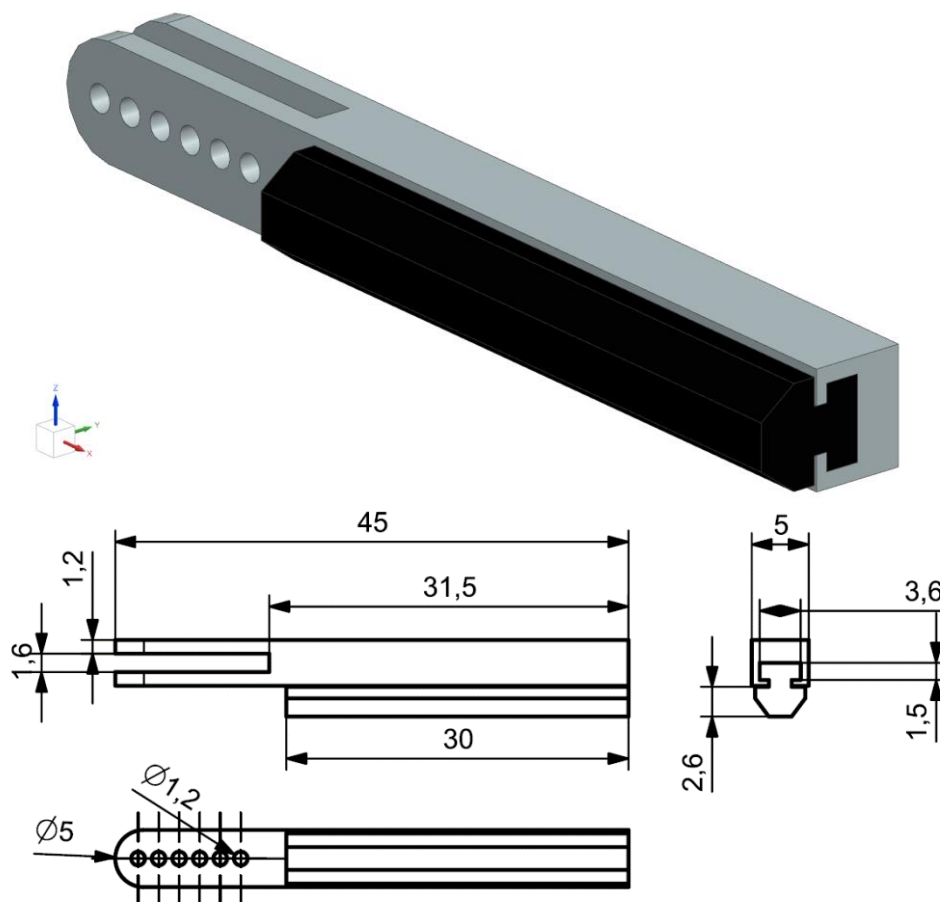


Rysunek 23: Dokumentacja wykonawcza pokrywki do elementu indukcyjnego.



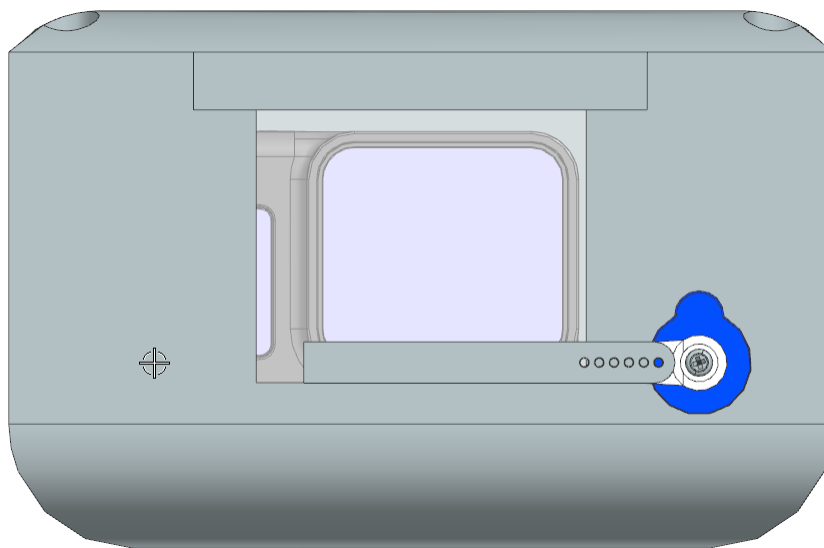
Rysunek 24: Element indukcyjny osadzony na pokrywce.

Model wycieraczki:



Rysunek 25: Model 3D i dokumentacja wykonawczo złożeniowa wycieraczki.

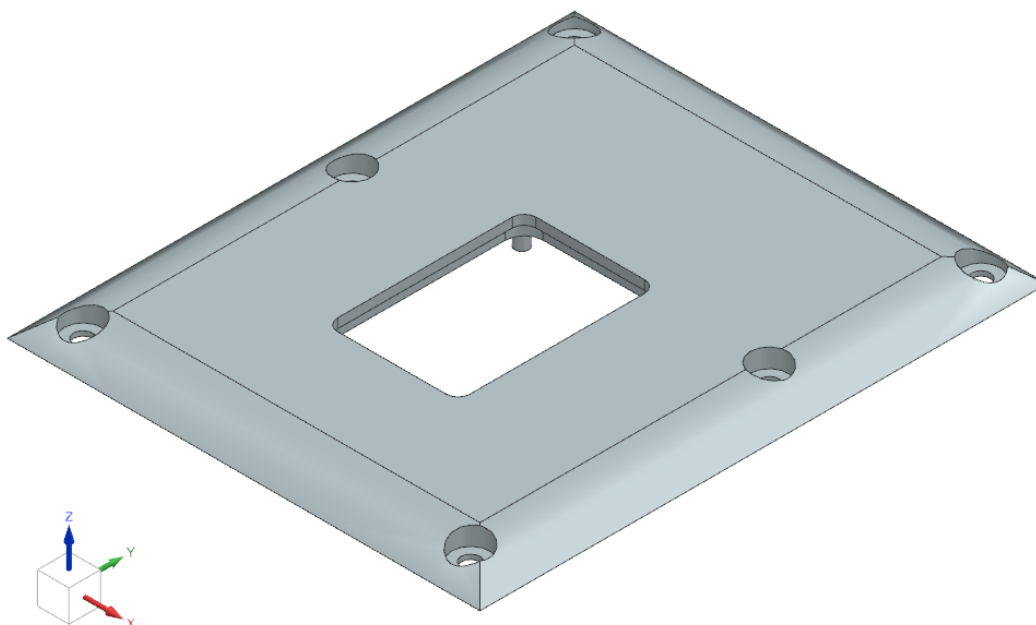
Przedstawiony wyżej model wycieraczki składa się z dwóch elementów wykonanych w technologii druku 3D. Pierwszy z nich – uchwyt, ma przygotowane otwory montażowe zgodnie z geometrią skrzydeł dostępnych w zestawie z mechanizmem servo sg-90. Drugim elementem, jest pióro gumowe, które może zostać wykonane przy pomocy plastycznego filamentu na domowej drukarce w technologii FDM.



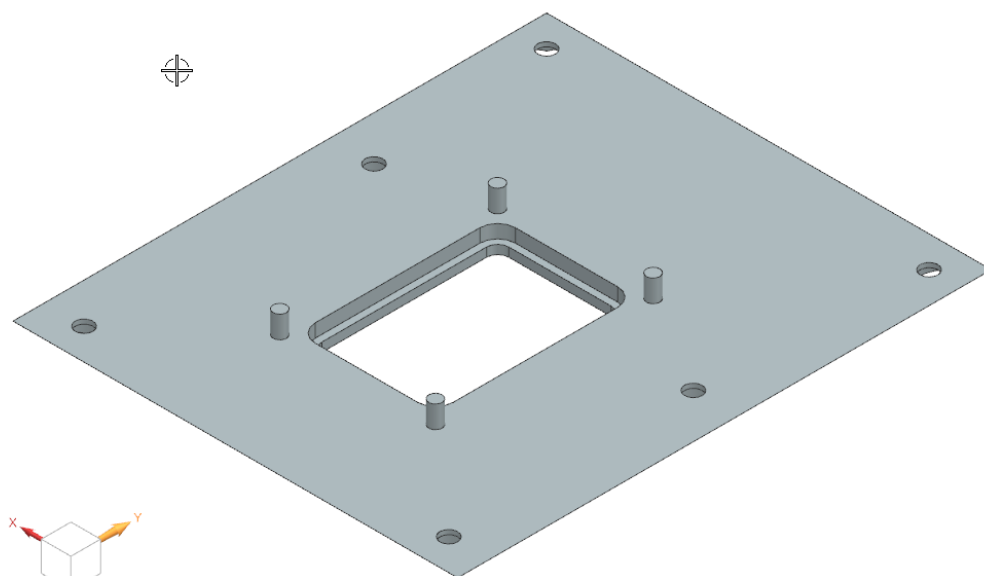
Rysunek 26: Mocowanie wycieraczki na skrzydle serwomechanizmu, oraz pozycjonowanie względem obudowy.

Pokrywa obudowy:

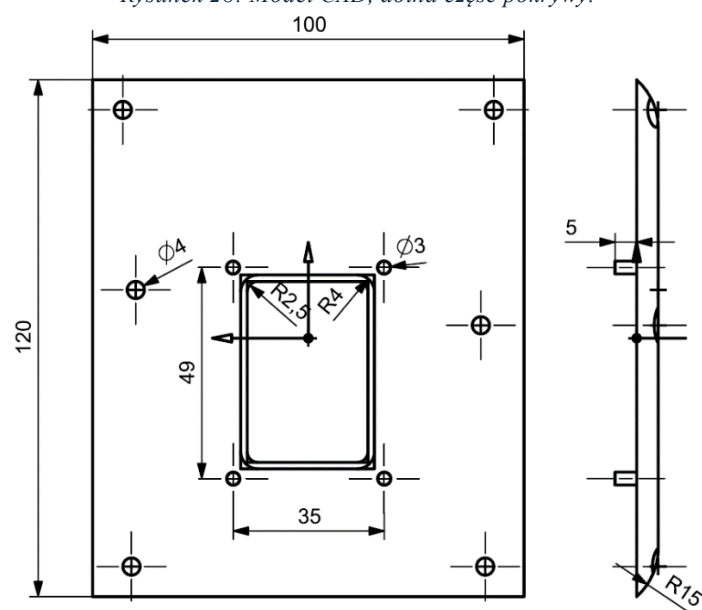
Pokrywa główna wyposażona jest w sześć otworów montażowych geometrycznie spasowanych z otworami w części głównej. Dodatkowo na spodzie pokrywy, znajdują się piny montażowe, pozycjonujące czujnik opadów YL-83, przeznaczone do dodatkowego nagwintowania. Przewidziany został także rant na izolację gumową.



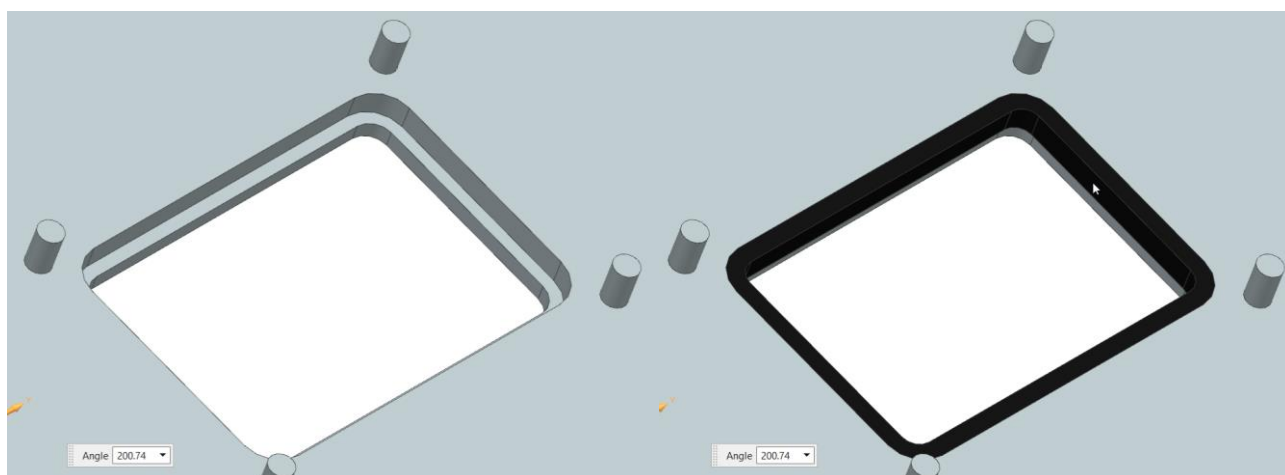
Rysunek 27: Model CAD, górna część pokrywy.



Rysunek 28: Model CAD, dolna część pokrywy.

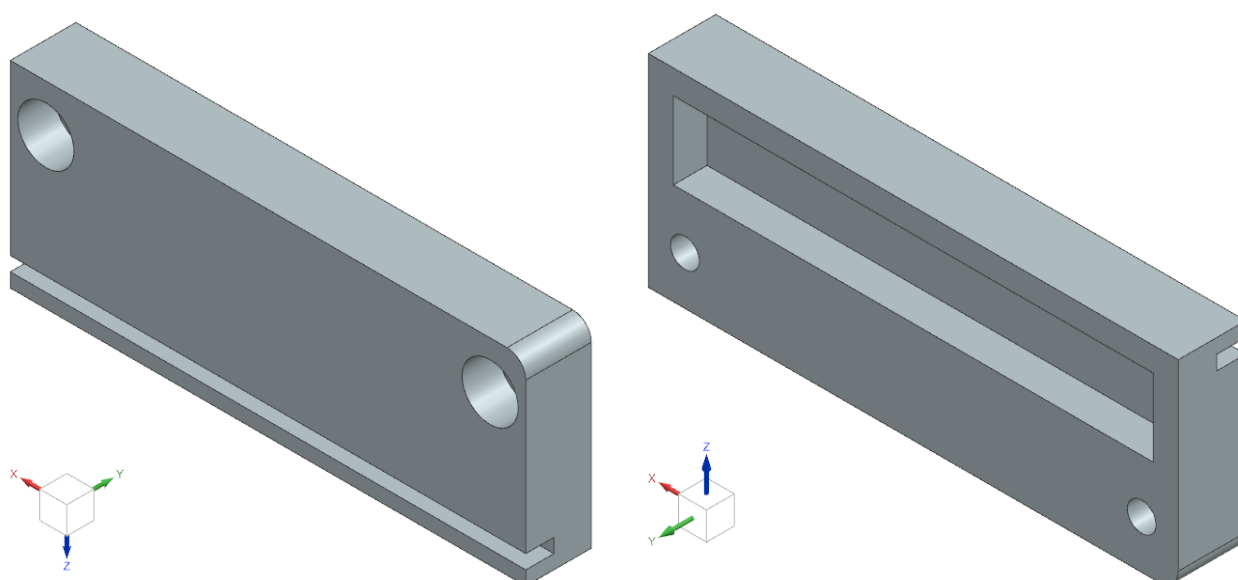


Rysunek 29: Pokrywa, najważniejsze wymiary.

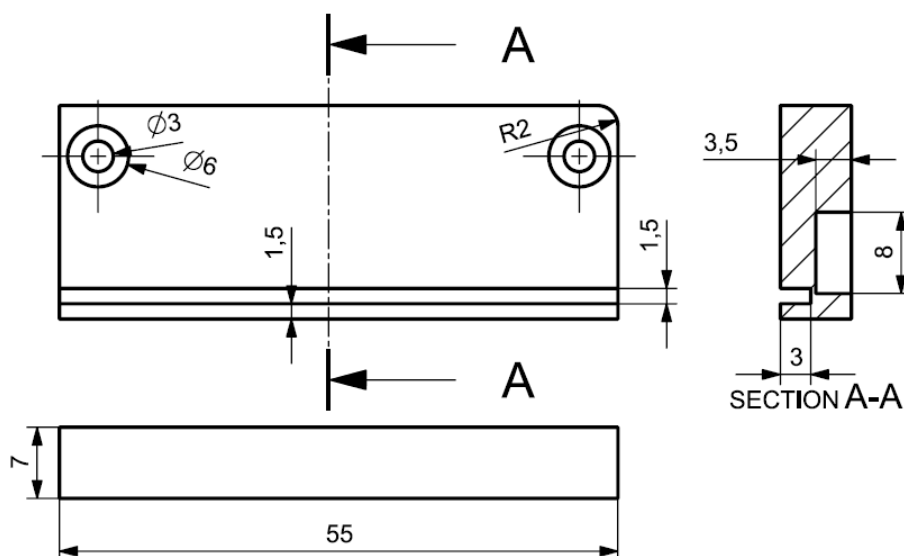


Rysunek30: Wgłębienie na gumę izolacyjną a) puste b) wyłożone drukowaną gumą.

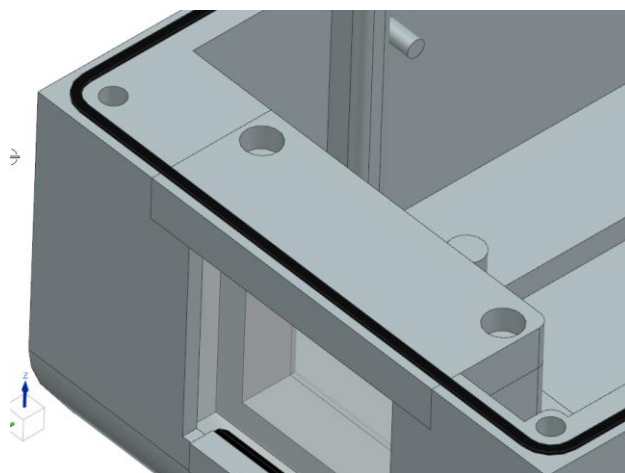
Nadproże:



Rysunek 31: Nadproże, widok z góry i od dołu.

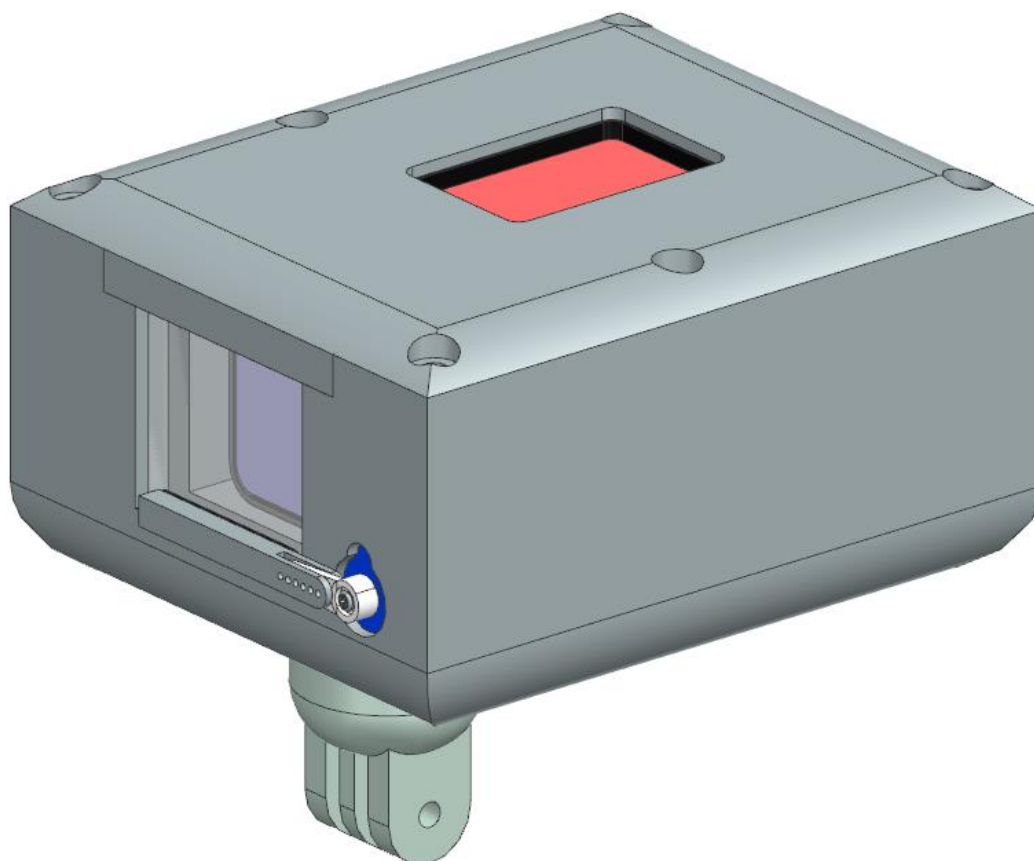


Rysunek 32: Najważniejsze wymiary nadproża.

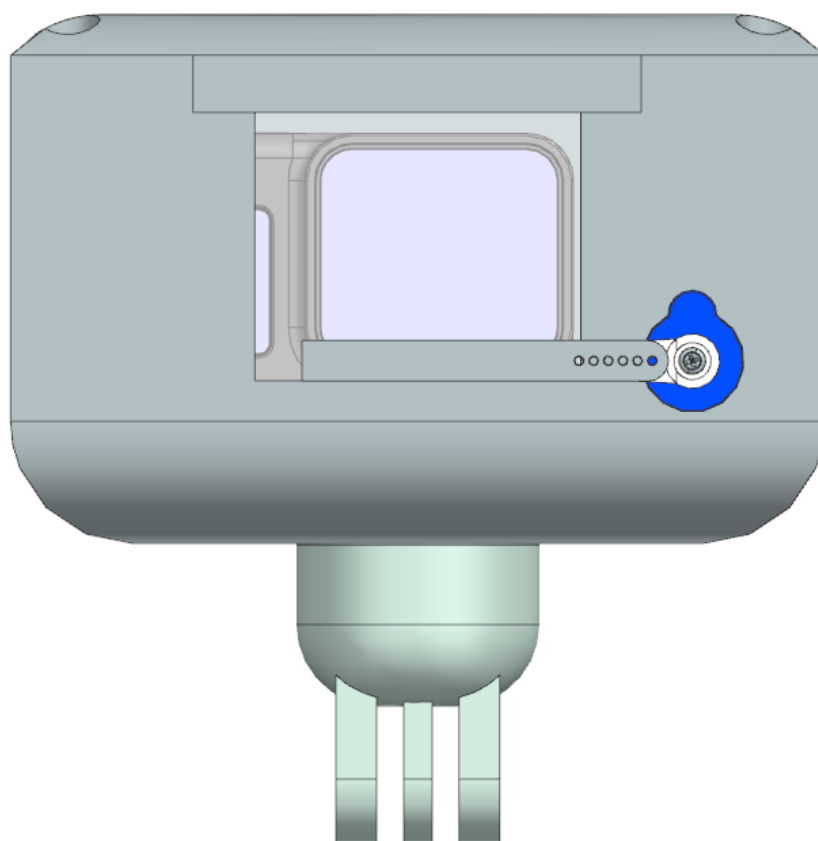


Rysunek 33: Nadproże przyciskające szybkę z zamontowaną gumą izolacyjną.

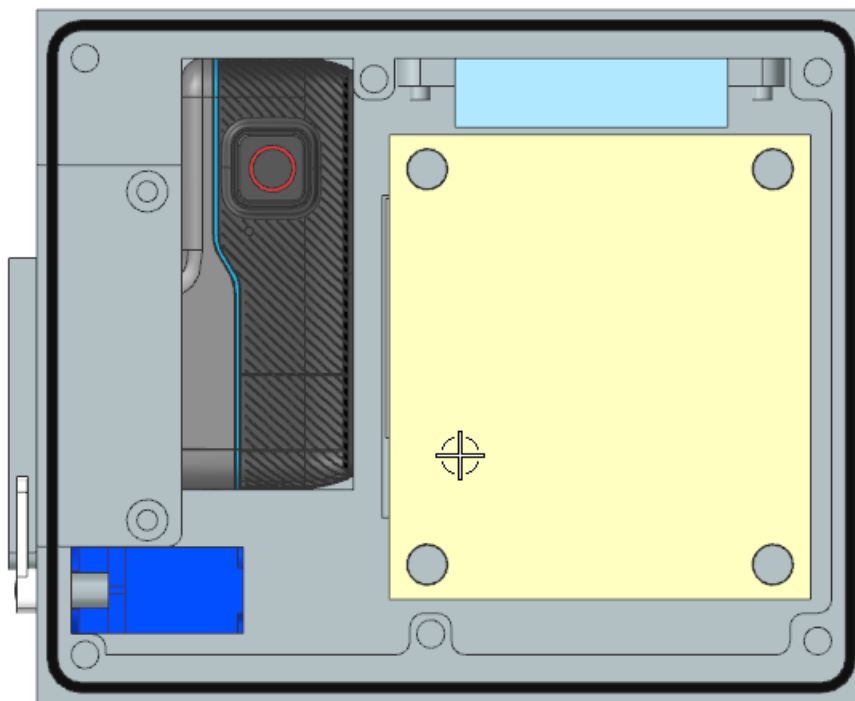
Obudowa złożenie:



Rysunek 34: Pełne złożenie obudowy, rzut izometryczny.



Rysunek 35: Obudowa kamery z zamontowanym uchwytem, widok od przodu.

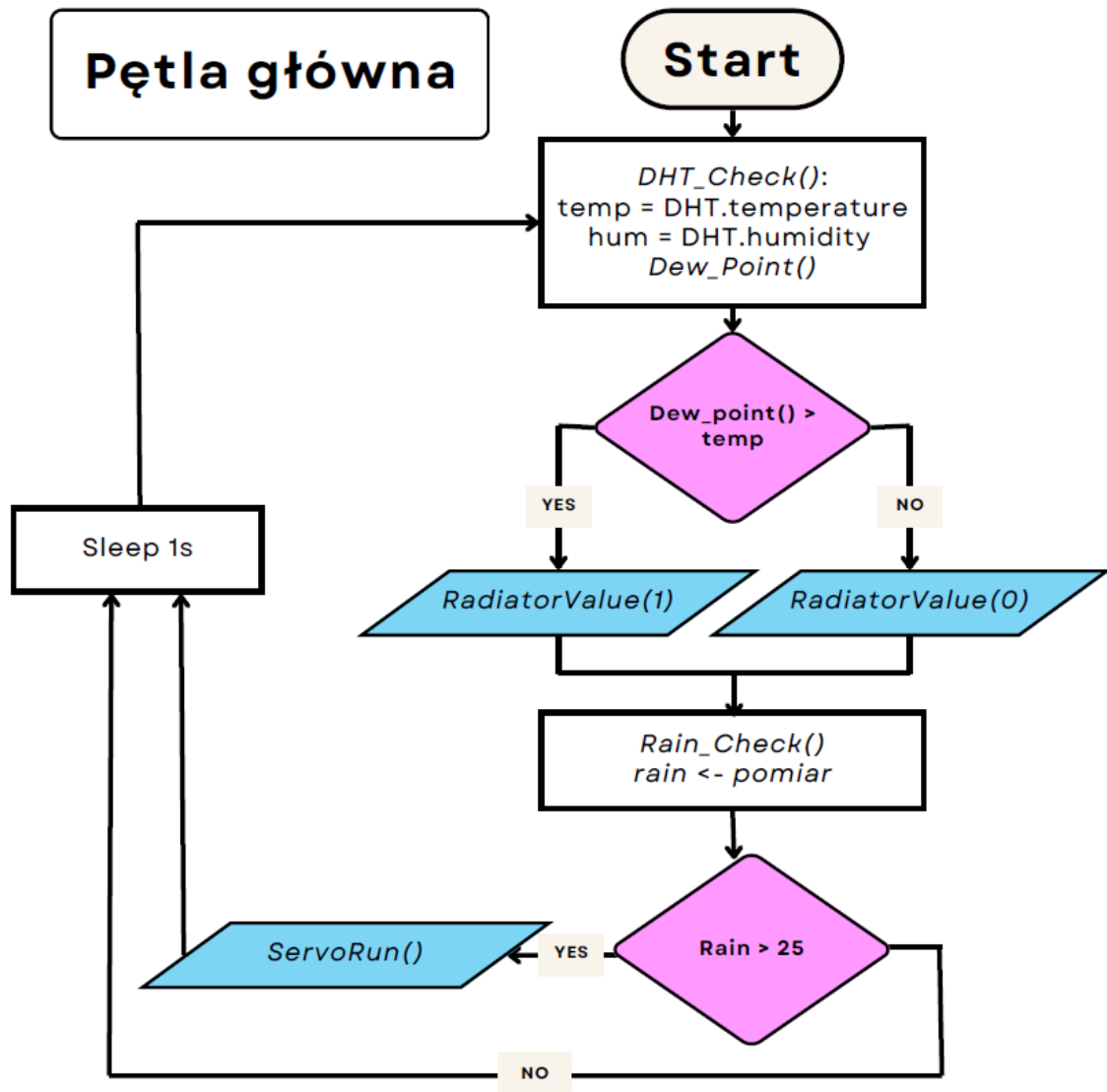


Rysunek 36: Wypełnienie wnętrza obudowy.

Uwagi montażowe:

- Należy nagwintować otwory i piny widoczne na rysunku 17d oraz 18b.
- Do montażu szybki przewidziano izolację sylikonem.
- Przed włożeniem serwomechanizmu w otwór montażowy należy okleić je specjalną gumą izolacyjną 1mm.
- Przy osadzaniu nadproża, wskazane jest przyciąć gumę izolacyjną 1mm według geometrii półki i wyłożyć przestrzeń styku przed osadzeniem gotowego elementu.
- Przy montażu zewnętrznej pokrywki od elementu indukcyjnego, wskazane jest wyłożenie przestrzeni bocznych, gumą izolacyjną.
- Wykonanie zaprezentowanych wyżej uszczelnień pokrywki głównej a także czujnika YL-83, planowo odbyć się ma na klasycznej domowej drukarce 3D w technologii FDM z wykorzystaniem gumo podobnych materiałów typu TPE czy TPU.
- Przed wsadzaniem do obudowy urządzeń elektronicznych należy: w pierwszej kolejności osadzić szybkę dociętą według wymiarów wskazanych w dalszej części dokumentu. Następnie osadzić i zamknąć szczelnie górną i dolną pokrywę od elementów zasilania indukcyjnego. W kolejnym kroku zamontować radiator i serwomechanizm według powyższych instrukcji. Po tym włożyć kamerę i płytkę PCB. Na końcu osadzić nadproże, i w rant włożyć gumę izolacyjną. Na końcu można przystąpić do zamknięcia obudowy, przy pomocy wcześniej odpowiednio złożonej pokrywki.

3. Kod sterujący



Rysunek 37: Schemat blokowy kodu.

```
Powłoka x
temp: 27 hum: 61
Dew point: 17.00715
Opady: 1.733421
-----
temp: 28 hum: 73
Dew point: 20.40334
Opady: 27.81415
-----
temp: 28 hum: 80
Dew point: 21.75495
Opady: 42.46586
-----
temp: 29 hum: 84
Dew point: 23.27408
Opady: 47.98505
-----
```

Rysunek 38: Konsola podczas pracy programu.

```

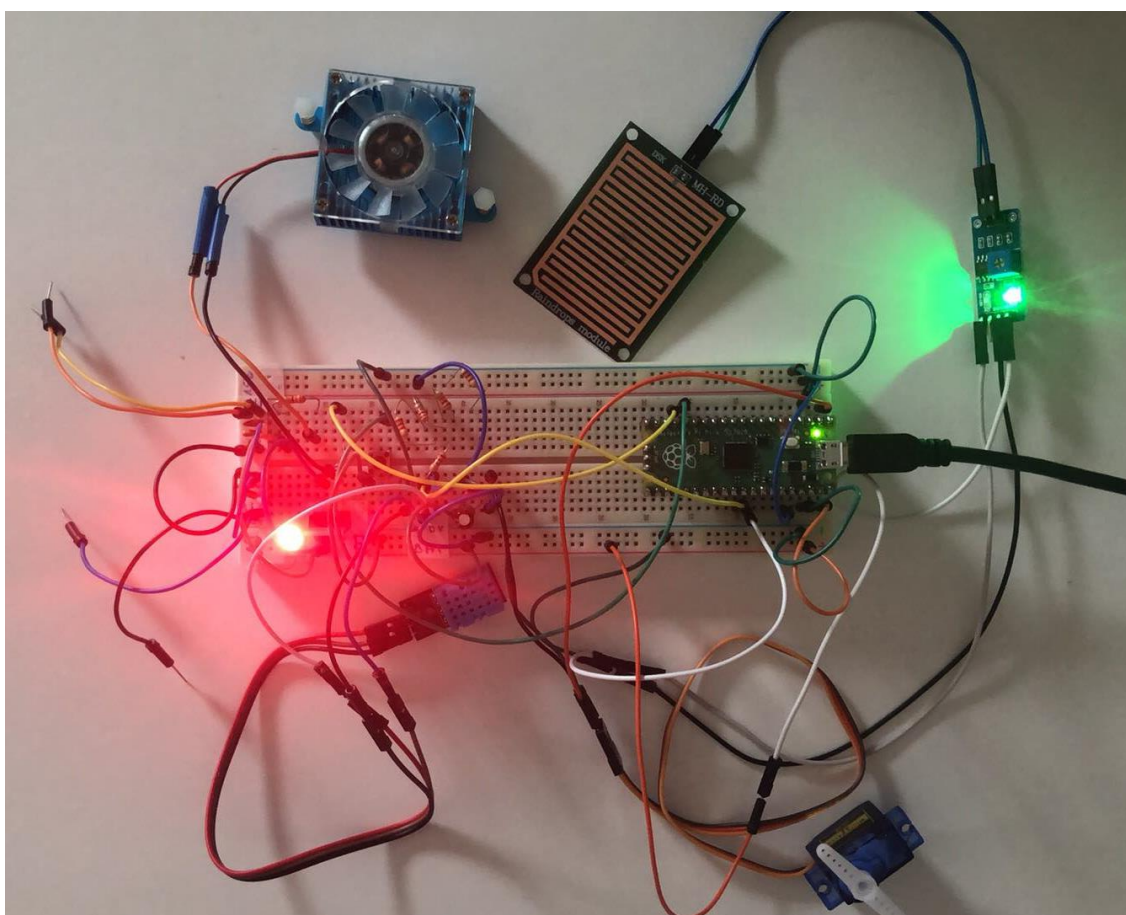
1 from time import sleep #Deklaracja bibliotek
2 from machine import Pin, ADC
3 from servo import Servo
4 import dht
5 import utime
6 import math
7
8 # Deklaracja połączeń fizycznych
9 servoPin = Servo(pin_id=0, min_us=544.0, max_us=2400.0, min_deg=0.0, max_deg=180.0, freq=50) #pin0 -> servo
10 dht_sensor = dht.DHT11(Pin(26)) #pin26 <- dht
11 radiator = Pin(13, Pin.OUT) #pin13 -> radiator
12 led = Pin(25, Pin.OUT) #pin25 -> onboard led
13 adc = ADC(27) #pin27 <- YL-83
14
15 # Deklaracja zmiennych globalnych
16 współczynnik_konwersji = 100 / 65535 # współczynnik konwersji dla czujnik YL-83
17 delay_ms = 0.003 # prędkość obrotu servo
18 led.value(1) # LED kontrolny ON
19
20 def ServoRun(): # jeden cykl obrotu servo
21     for pos in range(0, 181, 1): # ruch 0 -> 180 stopni
22         servoPin.write(pos) #ustawienie pozycji
23         sleep(delay_ms) # opóźnienie wykonania następnego ruchu
24     for pos in range(180, -1, -1): #ruch 180 -> 0 stopni
25         servoPin.write(pos) #ustawienie pozycji
26         sleep(delay_ms) # opóźnienie wykonania następnego ruchu
27
28 def Rain_Check(): # podprogram sprawdzający opady, obsługa YL-83
29     rain = 100 - (adc.read_u16() * współczynnik_konwersji) #odczyt i przeliczenie
30     print('Opady:', rain) # wyświetlanie wartości opadów
31     return rain # powrót do pętli głównej
32
33 def Dew_point(T, RH): #obliczenie punktu rosy
34     a = 17.625 # Wsp. Magnusa zgodne z zaleceniami Alduchova i Eskridge'a
35     b = 243.04 # Wsp. Magnusa zgodne z zaleceniami Alduchova i Eskridge'a
36     A = math.log(RH / 100.0) # Algorytm obliczania punktu rosy
37     dew_point = (b * (A + (a * T / (b + T)))) / (a - A) # Algorytm obliczania punktu rosy
38     print("Dew point:", dew_point) # wyświetlanie
39     return dew_point # powrót do pętli głównej
40
41 def DHT_Check(): # podprogram sprawdzający temp i wilgotność, obsługa DHT11
42     try: # komenda próby wykonania poniższego kodu
43         dht_sensor.measure() #pomiar DHT11
44         temp = dht_sensor.temperature() #pobór wartości temperatury do zmiennej temp
45         hum = dht_sensor.humidity() #pobór wartości wilgotności do zmiennej hum
46         print("temp:", temp, "hum:", hum) #wyświetlanie
47         if temp > Dew_point(temp, hum): #jeśli temperatura jest większa niż punkt rosy...
48             return 1 #... zwróć do głównego programu 1 (włącz radiator)
49         else: # jeśli temperatura nie jest większa niż punkt rosy...
50             return 0 #... zwróć do głównego programu 0 (wyłącz radiator)
51     except Exception as e: #obsługa błędów
52         print("ERROR reading DHT11:", e) #komunikat błędów
53         return 0 #zwróć do głównego programu 0 (wyłączony radiator)
54
55
56 while True: #PĘTLA GŁÓWNA - nieskończona pętla
57     radiator.value(DHT_Check()) #wywołaj podprogram DHT_Check i ustaw wartość radiatora
58     if Rain_Check() > 25: # wywołaj podprogram Rain_Check, jeśli zwraca więcej niż 25...
59         ServoRun() #... wywołaj podprogram ServoRun
60     utime.sleep(1) # poczekaj 1s

```

Rysunek 39: Kod sterujący pracą układu.

4. Implementacja fizyczna

Na obecnym etapie prac, nie wykonano fizycznego modelu płytki PCB, ani nie wydrukowano, żadnego fizycznego modelu składowego obudowy. W ramach testu połączeń fizycznych wykonana została makieta z użyciem płytki stykowej. Cały układ wykonawczy działa zgodnie z założeniami. Jedną wadą zauważoną podczas testów był problem z zasilaniem całej płytki z użyciem modułu indukcyjnego. Prąd dostarczany do urządzeń peryferyjnych był niewystarczający aby wykonywały one swoje zadania. Aktuatory w postaci radiatora i serwomechanizmu pracują na poborze prądu rozruchowego, co można potwierdzić przysłuchując się radiatorowi w momencie jego załączania. Przyczyną takiego stanu rzeczy najprawdopodobniej jest prototypowy charakter układu zasilania. Spadki na połączeniach są na tyle duże, że nie pozwalają na poprawne działanie układu.



Rysunek 40: Makieta działającego układu.

5. Planowane działania

- Przygotowanie modułu ruchowego 360° opartego na 2 serwomechanizmach osadzonych w przedstawionym na rysunku 41 gotowym uchwycie. Zakłada się przygotowanie systemu sterowania z poziomu mikrokontrolera z wykorzystaniem Joysticka i/lub akcelerometru czy żyroskopu.



Rysunek 41: Ruchomy uchwyt kompatybilny z serwo sg-90

- Ostateczny wybór kamery i rozpoczęcie testów wykrywania zamierzonych obiektów za pośrednictwem środowiska OpenCV
- Przygotowanie pełnego spisu elementów użytkowych wraz ze ideowym schematem ich współpracy.
- Dopracowanie i rozszerzenie płytki PCB o dodatkowe funkcjonalności.
- Wykonanie gotowej płytki PCB.
- Przygotowanie nowego uchwytu do obudowy, zintegrowanego z układem ruchowym dwóch serwomechanizmów.