

# PROJEKT INŻYNIERSKI

*„Projekt stanowiska do prowadzenia badań testowych  
układu pobierania  
próbek gleby do robota eksploracyjnego.”*

Tomasz Waleczek

Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn

Politechnika Śląska

Gliwice, 2020

# Robot Eksploracyjny Phoenix II

Phoenix II to robot eksploracyjny,  
który został skonstruowany przez  
Studenckie Koło Naukowe  
Zastosowania Metod Sztucznej  
Inteligencji AI-METH w celu  
wystartowania w zawodach  
European Rover Challenge 2019



# Budowa Robota Eksploracyjnego

Zadaniem studentów było stworzenie niezawodnego podwozia, które miało umożliwić łazikowi poruszanie się na zawodach po podłożu imitującym warunki panujące na Marsie. Członkowie SKN AI-METH zaprojektowali także nowy manipulator, którego konstrukcja opierała się na profilach aluminiowych oraz elementach druku 3D. Dodatkowo nowa wersja łazika posiadała układ pobierania i analizy próbek gleby z nowatorskim sposobem pozyskiwania próbki głębokościowej. Koniecznym także było opracowanie odpowiedniego systemu sterowania i komunikacji.

# Układ Pobierania Próbek Gleby

Układ pobierania próbek gleby, montowany na łaziku, został wyposażony w rurę zakończoną specjalistyczną głowicą, która pobierała próbkę gleby z głębokości do 25 cm. Urobek pozostawał wewnątrz wiertła zachowując swoją strukturę. Pozostając wewnątrz wiertła dzięki specjalnej membranie, próbka gleby była transportowana w wyznaczone miejsce.



# Cel Pracy

Celem niniejszej pracy inżynierskiej było opracowanie konstrukcji stanowiska do prowadzenia badań testowych układu pobierania próbek gleby będącego niezależnym elementem wyposażenia robota eksploracyjnego PHOENIX II.

Projekt ten miał umożliwić zespołowi Silesian Phoenix wykonywanie niezależnych od pozostałych podzespołów robota eksploracyjnego, testów poprawności działania układu pobierania i analizy próbek gleby.

# Weryfikacja Problemu 1/3

Podsumowując, stanowisko testowe powinno zapewniać możliwość do:

- zamontowania układu pobierania próbek gleby w sposób identyczny jak na robocie eksploracyjnym,
- wykonania odwiertu i pobrania urobku przez układ pobierania próbek gleby,
- przetestowanie pełnych oraz niepełnych zakresów ruchu,
- przeprowadzenia analizy próbek pod kątem temperatury oraz wilgotności,
- powtarzalności przeprowadzania procesu.

# Weryfikacja Problemu 2/3

Ponadto, podczas przeprowadzania testów stanowisko powinno:

- zachować stabilność,
- umożliwić sprawdzenie poprawności analizy próbek gleby wykonanej przez testowany układ,
- zapewnić łatwy montaż i demontaż układu,
- pozwolić na przeprowadzanie odwiertów w materiałach sypkich o różnych własnościach fizycznych.

# Weryfikacja Problemu 3/3

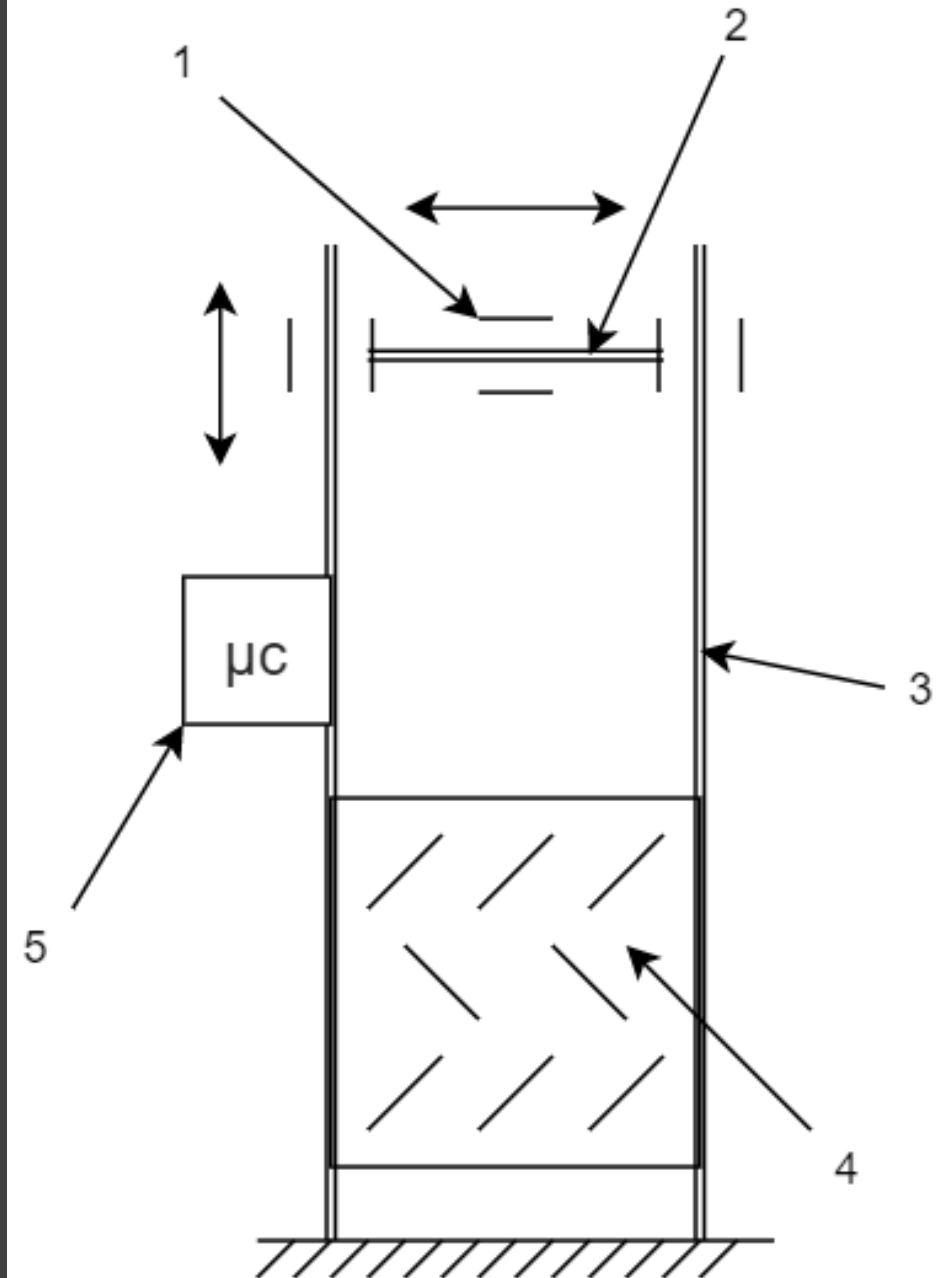
Dodatkowe wymagania, które zostały rozpatrywane:

- niskie koszty,
- łatwa obsługa stanowiska,
- nieskomplikowana konstrukcja.



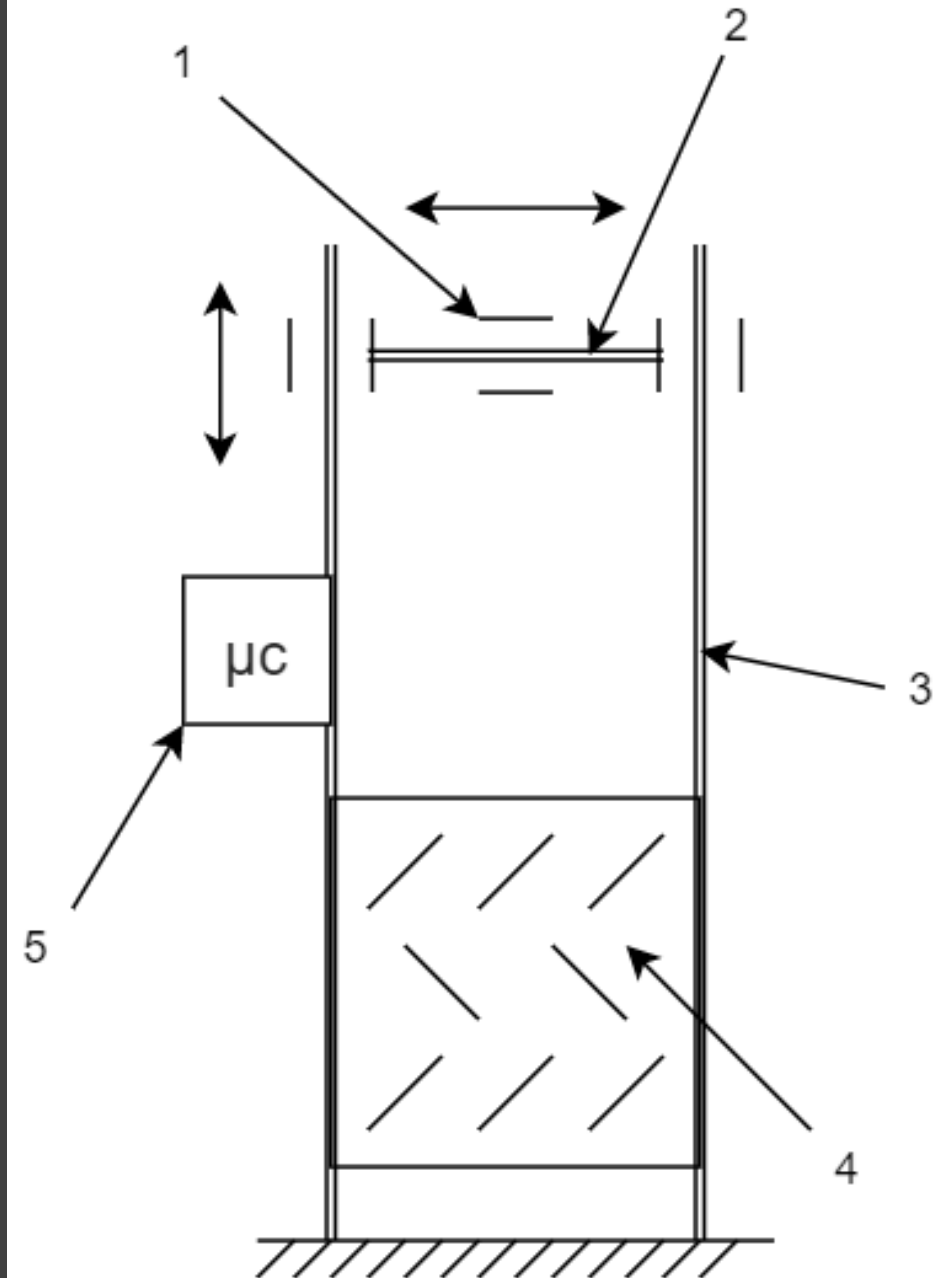
# Koncepcja 1/4

Na rysunku przedstawiono ideowy schemat konstrukcji stanowiska. Ustalono, że łapy montażowe badanego układu będą mocowane do montażowych profili aluminiowych (1), te z kolei poprzez specjalnie zamodelowane blachy będą przykręcane do podłużnego otworu. Dzięki temu uzyskana zostanie możliwość bezstopniowej regulacji, co pozwoli na użycie stanowiska testowego do badań układów pobierania próbek z innymi rozstawami montażowymi.



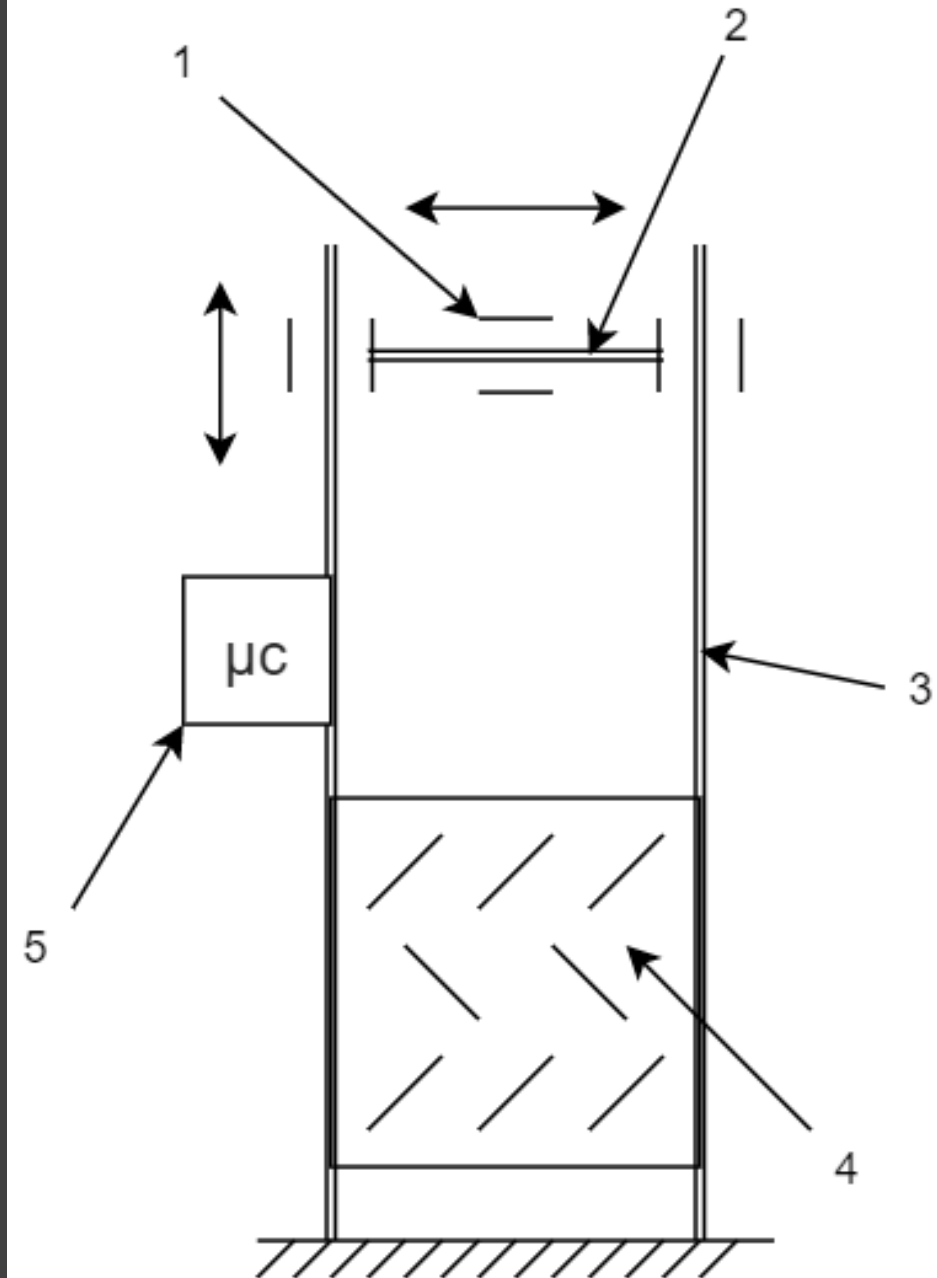
# Koncepcja 2/4

Aluminiowe profile montażowe zostaną umieszczone na stalowych podporach regulacji wysokości (2). Regulacja wysokości będzie możliwa dzięki wykonaniu rzędu tworów ustalających w ramie stanowiska testowego (3), a odbywać się będzie poprzez przykręcanie do nich stalowych podpór.



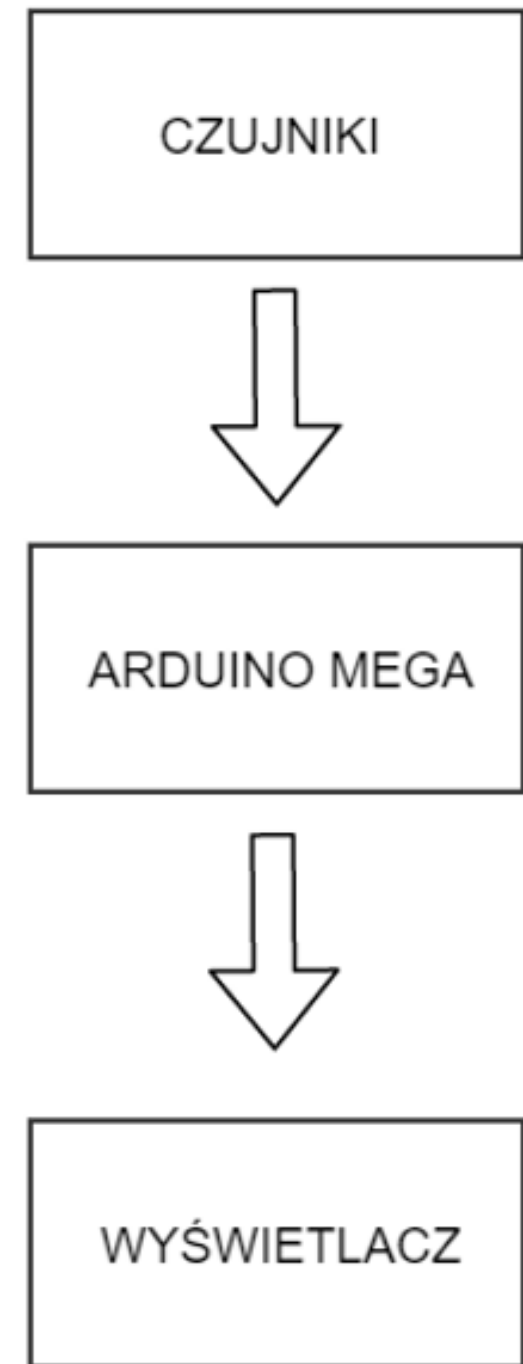
# Koncepcja 3/4

Dzięki regulacji wysokości testowany układ pobierania próbek będzie znajdował się w różnych odległościach od powierzchni, w której ma wykonać odwiert, co pozwoli na przetestowanie działania systemu detekcji podłoża oraz poprawność algorytmów sterowania. Pojemnik na materiały sypkie (4) umieszczony zostanie nisko nad ziemią. Rozwiązanie to zapewni przeniesienie środka ciężkości możliwie jak najniżej podczas wykonywania prac testowych.



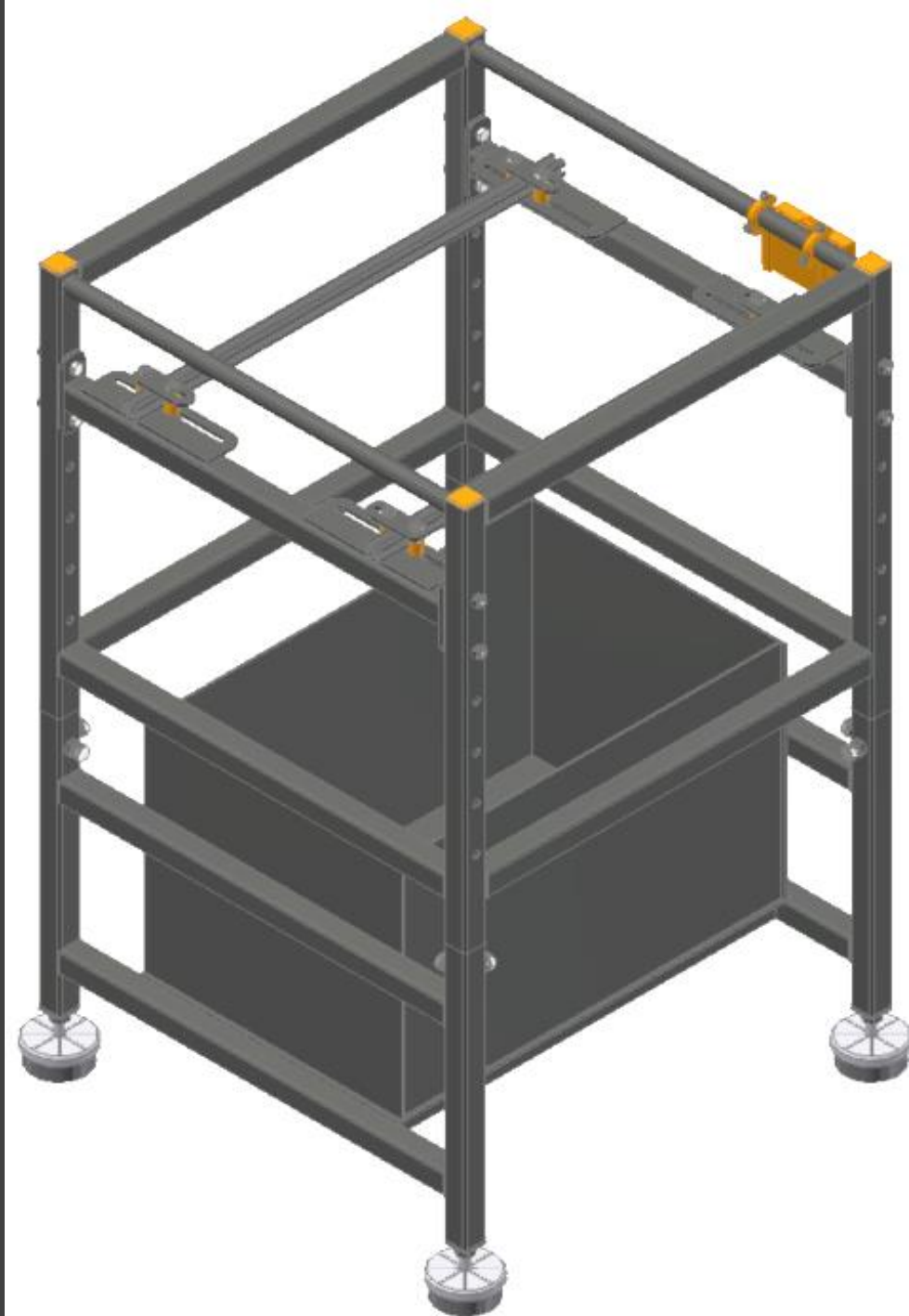
# Koncepcja 4/4

Schemat ideowy układu analizy parametrów gleby przedstawiono na rysunku 4. Składa się on z mikrokontrolera, wyświetlacza oraz zestawu czujników i będzie w czasie rzeczywistym monitorował wartości adekwatnych parametrów.



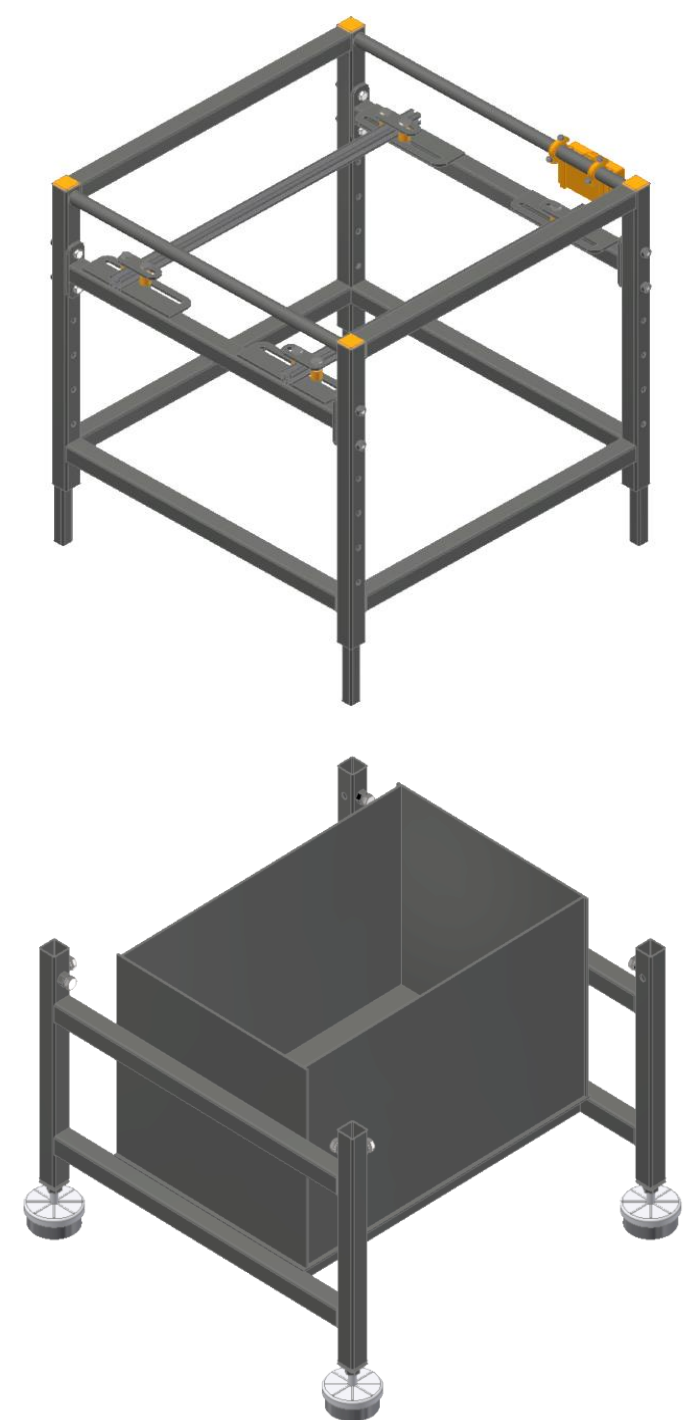
# Model Stanowiska

Konstrukcja stanowiska przedstawionego na rysunku jest oparta o stalowe profile kwadratowe i stalowe blachy. Użycie stalowych materiałów uzasadnione jest ich niskimi kosztami, dużą wytrzymałością oraz stosunkowo dużą masą uzyskaną po złożeniu całego stanowiska, która zapewnia jego stabilność podczas przeprowadzania testów układu pobierania i analizy próbek gleby. Dodatkowo stal jest materiałem łatwo spawalnym.



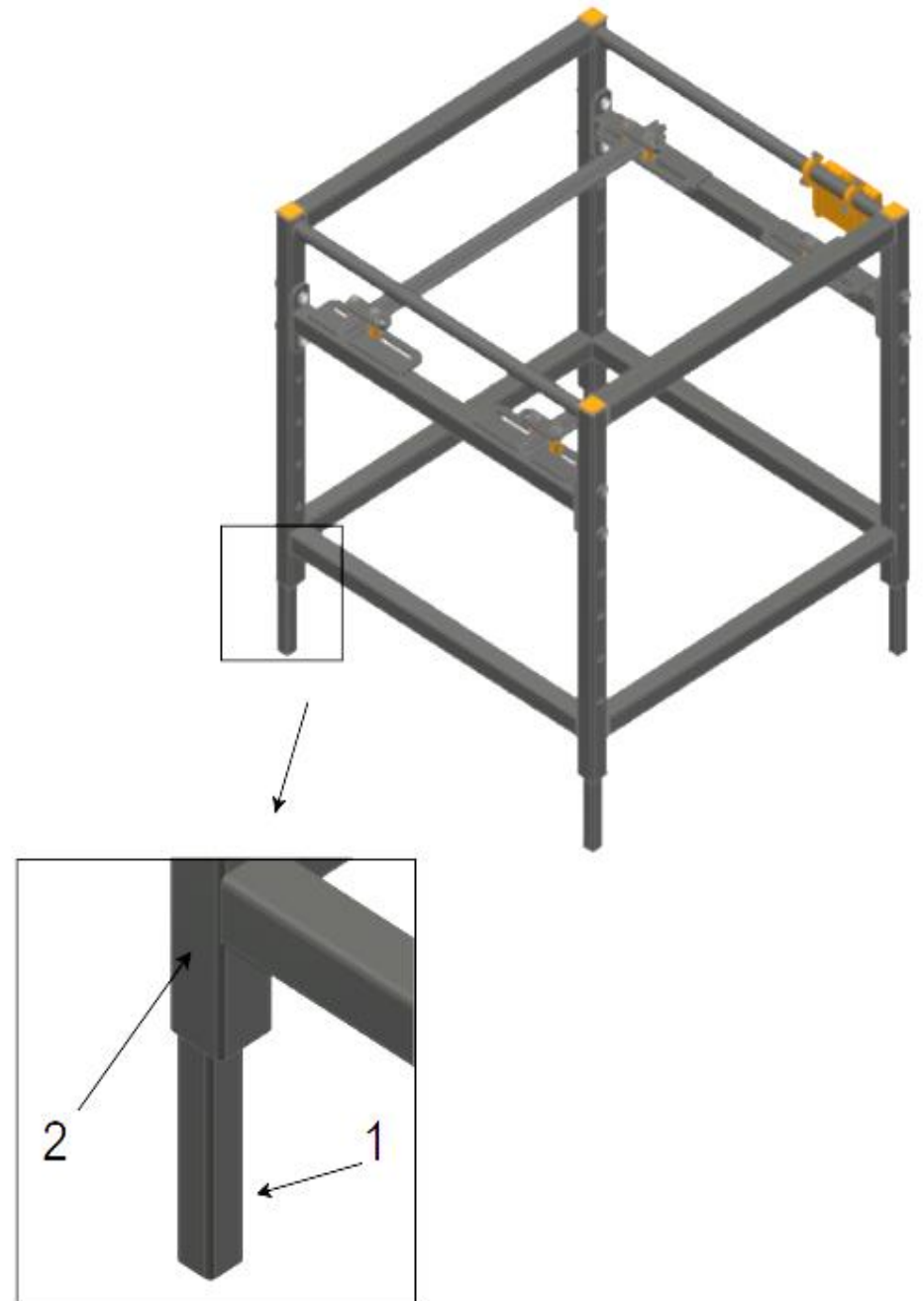
# Struktura Stanowiska

Struktura stanowiska testowego składa się z dwóch segmentów. Górny, na którym mocowany jest układ analizy i pobierania próbek gleby, umożliwiającą regulację rozstawu mocowania i wysokości, oraz dolny pełniący rolę podstawy.



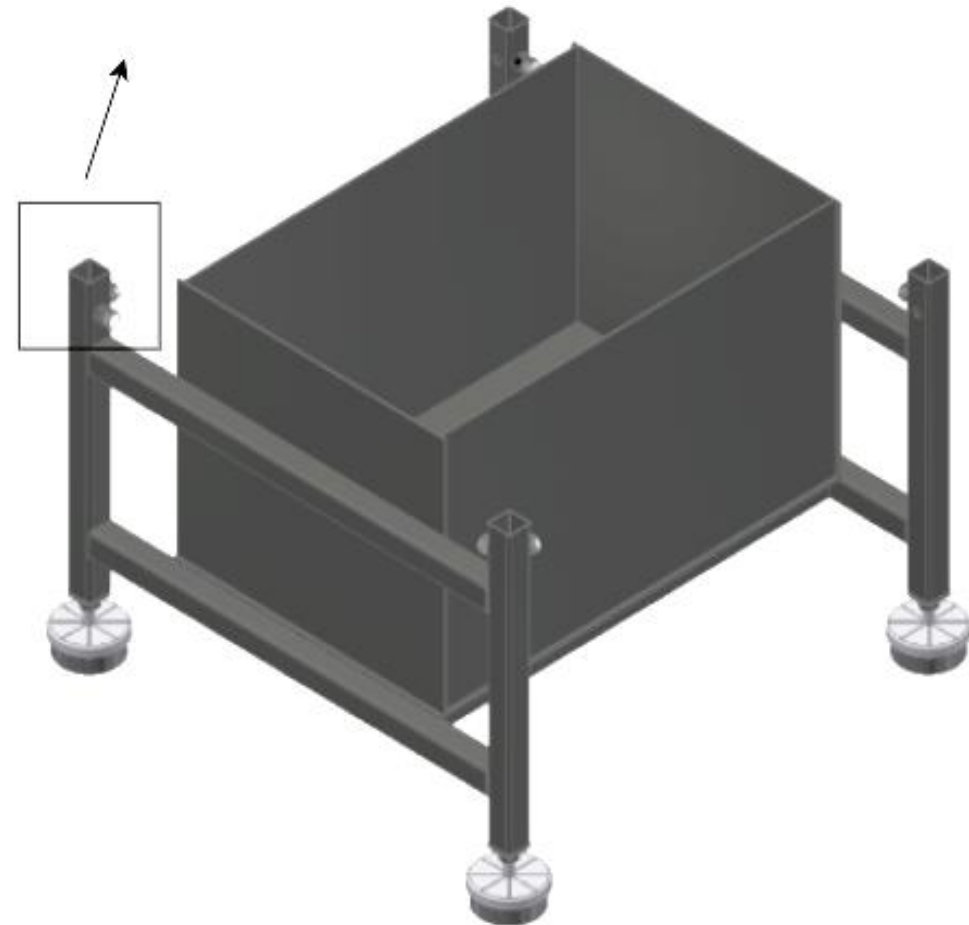
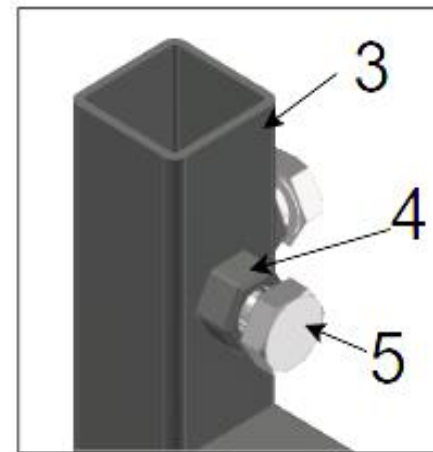
# Połączenie Segmentów 1/2

Segmenty są ze sobą połączone za pomocą stalowych trzpieni (1) w postaci stalowych profili kwadratowych wspawanych do wnętrza nóg (2) segmentu górnego. Dzięki temu górny segment może zostać nałożony na segment dolny.



# Połączenie Segmentów 2/2

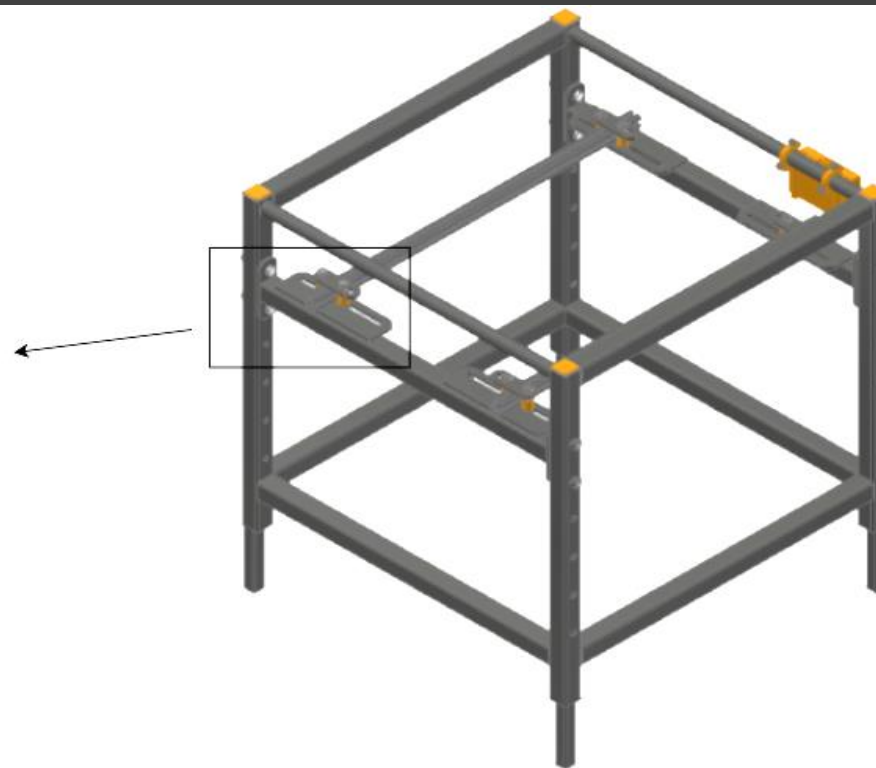
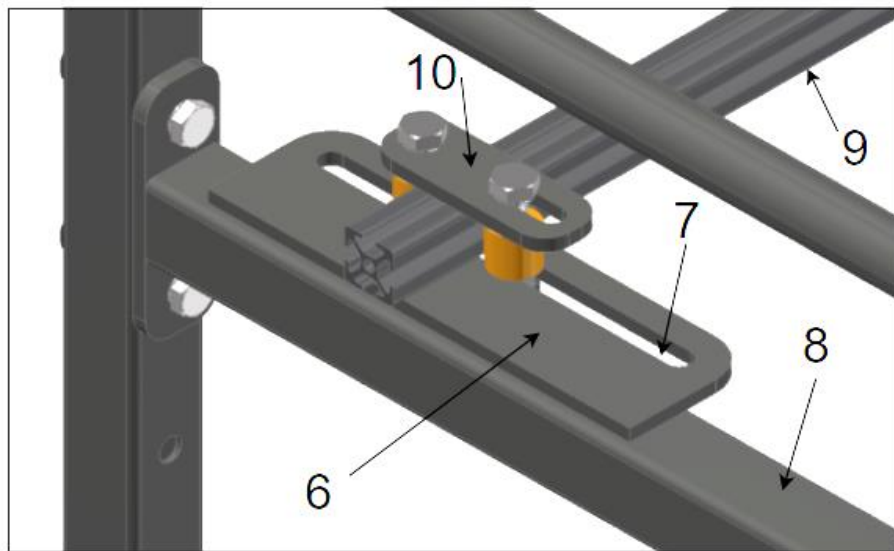
W nogach (3) segmentu dolnego umiejscowione zostały nakrętki (4), w które wkręcając śruby (5), trzpienie segmentu górnego zostają dociskane do wewnętrznych ścianek nóg segmentu dolnego, tym samym kasując ewentualne luzy.





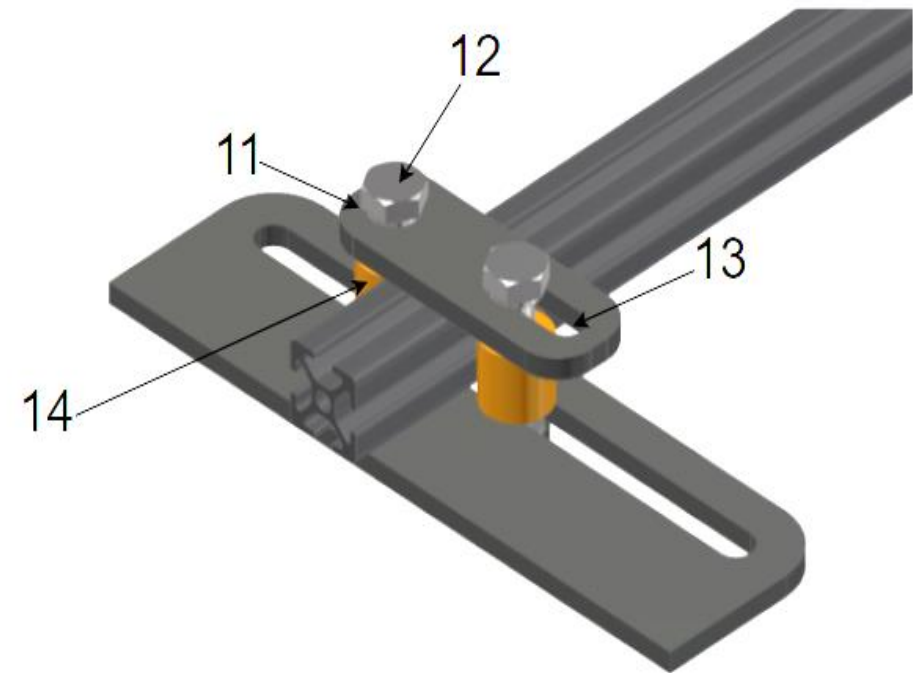
# Regulacja Rozstawu 1/3

Dzięki blasze (6) z otworem podłużnym (7), przyspawanej do podpory regulacji wysokości (8) możliwa jest bezstopniowa regulacja profili aluminiowych (9) na odpowiednią szerokość warunkowaną otworami mocującymi układu pobierania próbek gleby. Regulacja rozstawu jest zapewniona w przedziale od 160mm do 440mm. Profil aluminiowy, do którego przykręcany jest układ pobierania próbek gleby, montowany jest na podporach regulacji wysokości za pomocą specjalnie przystosowanej w tym celu blachy mocującej (10).



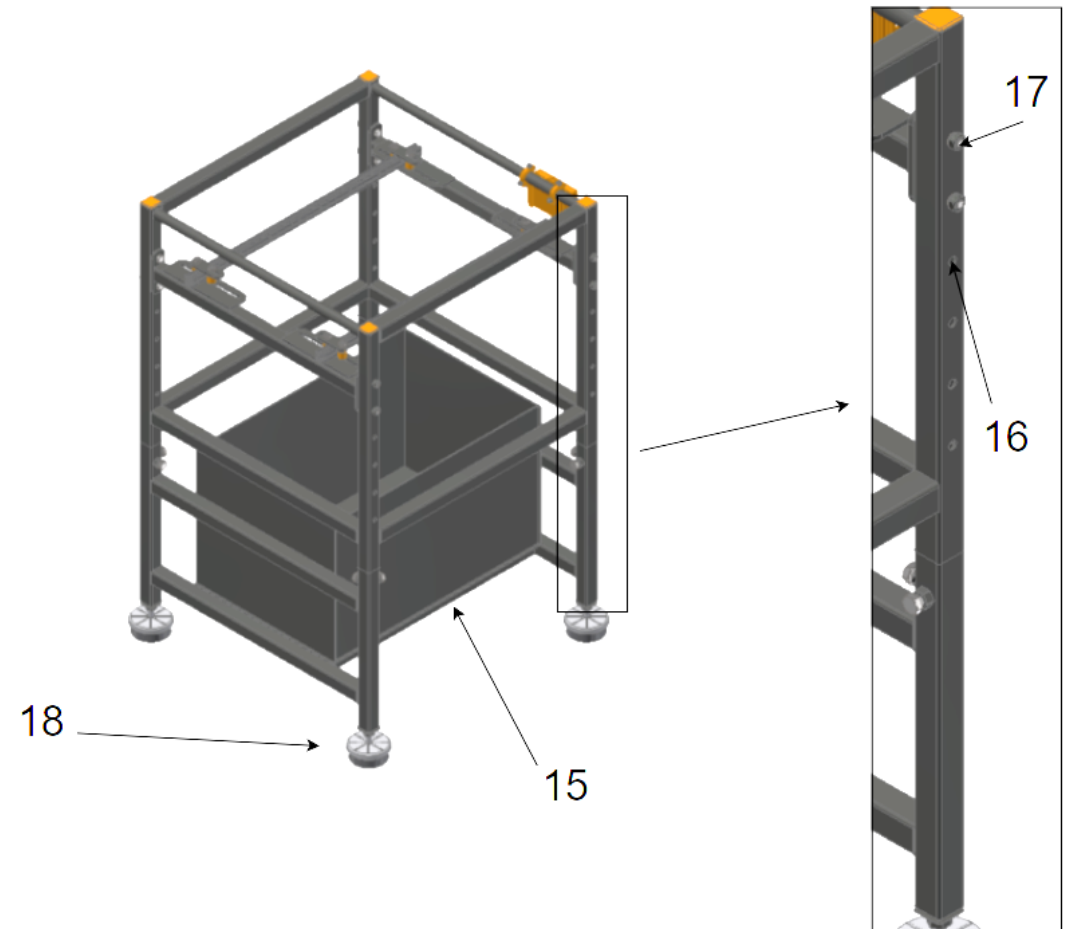
# Regulacja Rozstawu 2/3

Otwór ustalający (11), przez który przechodzi śruba (12), na której z kolei osadzona jest tuleja (14) wykonana technologią druku 3D, służy do ustalenia rozstawu profili aluminiowych. Blokowany jest on przez jednakowy zestaw śruby z tuleją przechodzący przez otwór podłużny (13). Otwór ten, dzięki swojej geometrii, umożliwia także dobranie większego profilu aluminiowego do montowania układu pobierania próbek gleby. Szerokość profili, które mogą zostać w tym celu użyte, mieści się w zakresie od 20mm do 35mm szerokości. Ich wysokość uwarunkowana jest doбором odpowiedniej długości śrub.



# Regulacja Rozstawu 3/3

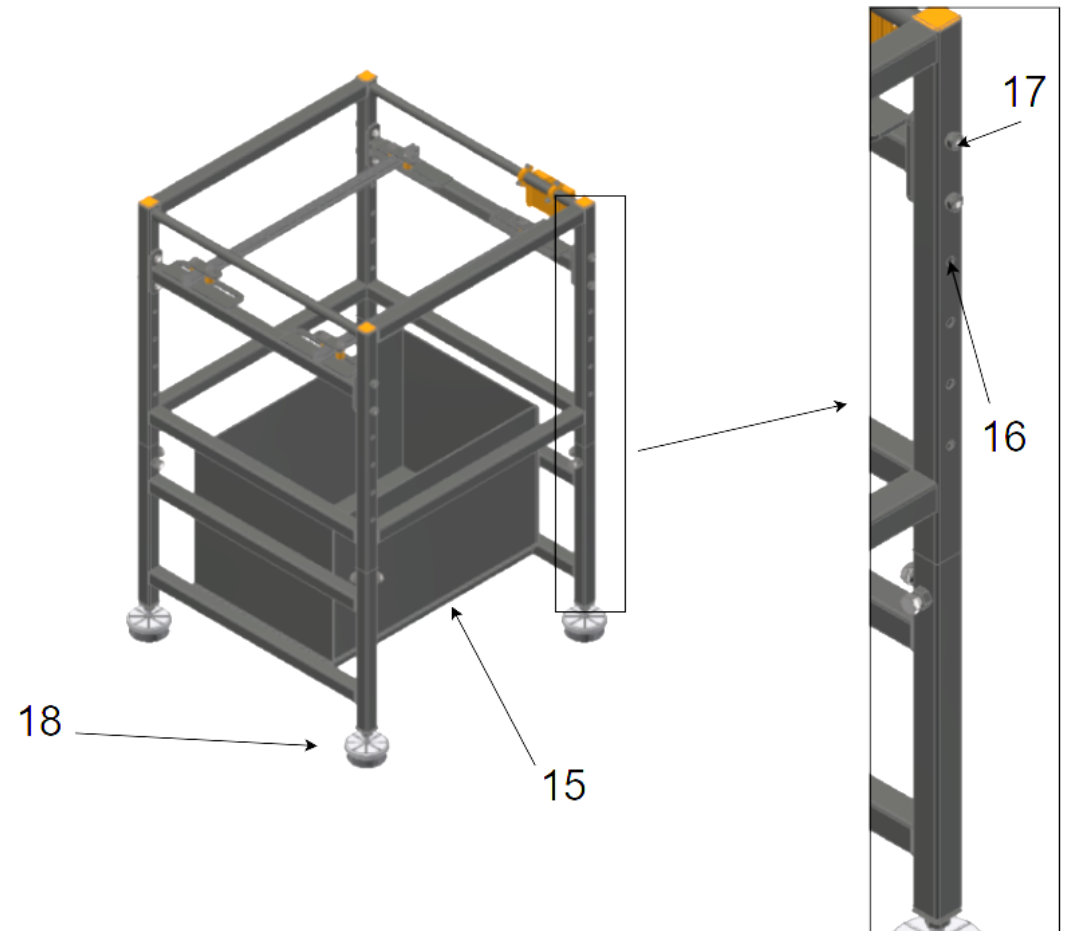
Stopniowe regulowanie wysokości osadzenia układu pobierania próbek nad pojemnikiem na materiały sypkie (15) jest możliwa dzięki wykonaniu rzędu otworów (16) w nogach z profili stalowych górnego segmentu stanowiska testowego. Podpory regulacji wysokości stanowiska testowego mocowane są do otworów za pomocą śrub (17). Maksymalna wysokość osadzenia układu pobierania próbek nad pojemnikiem stanowiska testowego wynosi 400 mm. Stopniowa regulacja ze skokiem co 60 mm pozwala na uzyskanie minimalnej wysokości osadzenia równej 150 mm.



# Pojemnik Na Materiały Sypkie

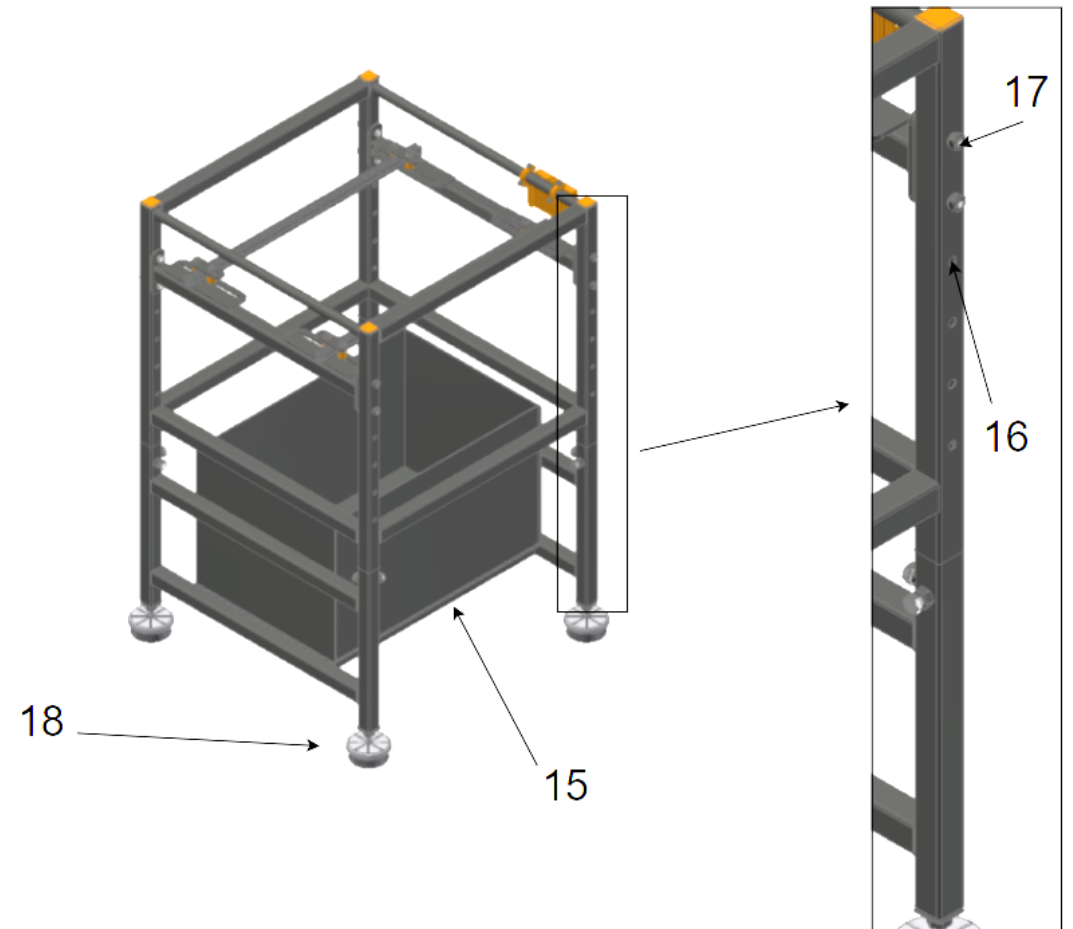
Pojemnik na materiały sypkie, wykonany z blachy stalowej przyspawany jest do dolnego segmentu stanowiska testowego.

Dzięki temu, że znajduje się nisko nad podłożem, oraz ze względu na jego wysoką masę po wypełnieniu go materiałem sypkim, zapewniona jest wysoka stabilność całego stanowiska. Jego objętość wynosi  $0,054\text{m}^3$  co w zależności od użytego materiału wypełniającego jego wnętrze, daje masę około 80kg.



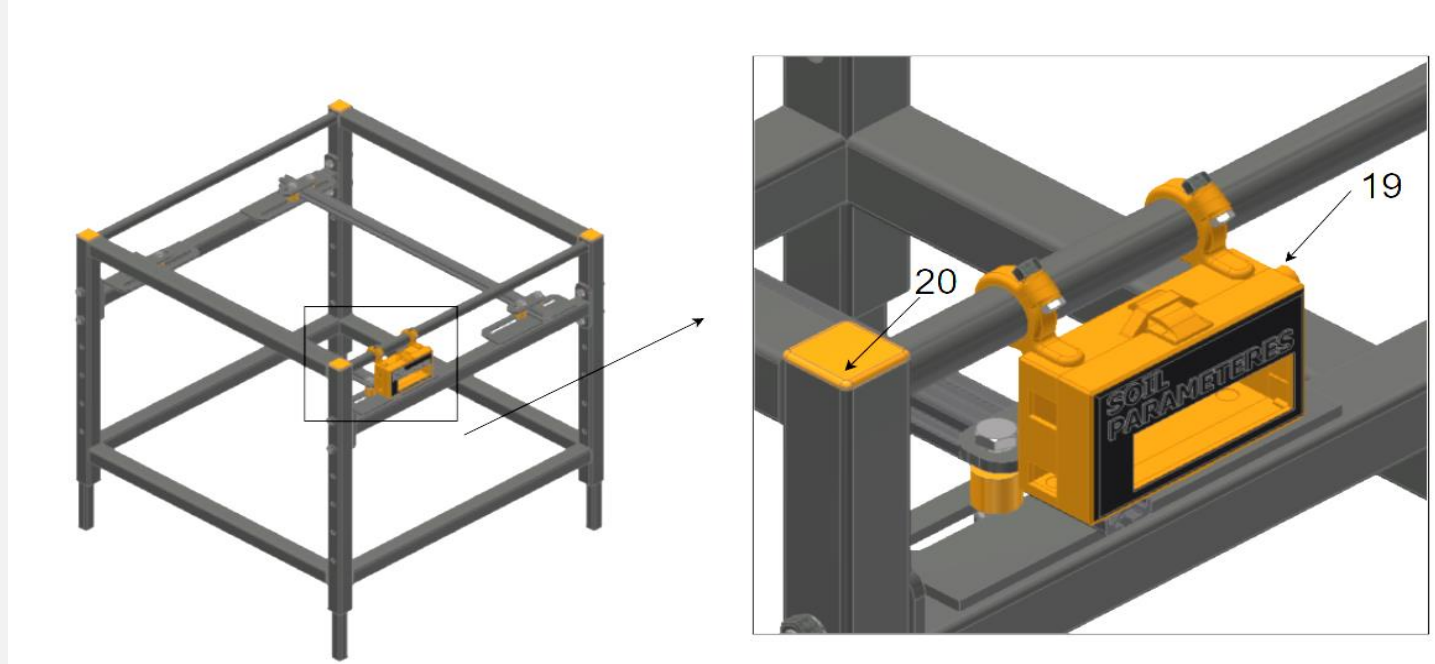
# Tłumienie Drgań

Jako element tłumiący drgania przenoszone do otoczenia, które powstają w wyniku przeprowadzania testów zastosowano stopy wahliwe z wkładką tłumiącą (18). Stopy te dzięki swojej budowie umożliwiają także wypoziomowanie stanowiska.



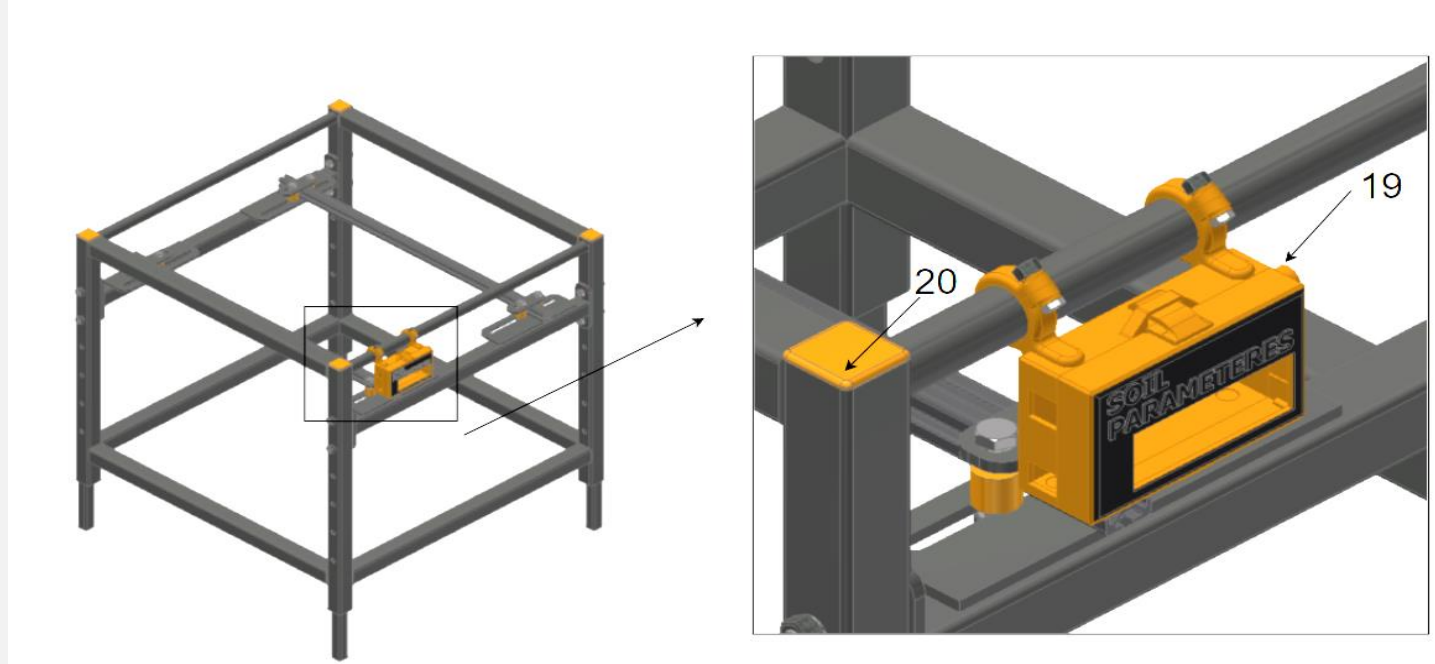
# Narzędzie Analizy Parametrów Gleby

Do stworzenia obudowy (19) narzędzia analizy parametrów gleby wykorzystana została technologia druku 3D. Jej użycie pozwoli na zaprojektowanie odpowiednich mocowań modułów składowych narzędzia pomiaru parametrów gleby oraz takie ich ułożenie, by całość zajmowała jak najmniej miejsca.



# Inne Elementy

Technologię druku 3D wykorzystano także, by zaprojektować zaślepki (20) nóg górnego segmentu stanowiska testowego



# Podsumowanie

Prezentowany w niniejszej pracy model stanowiska testowego do układu pobierania próbek gleby robota eksploracyjnego PHOENIX II, stanowi bazę do wykonania stanowiska w rzeczywistości.

W trakcie prac nad modelem przeanalizowana została konstrukcja układu pobierania próbek gleby, która wymuszała niektóre rozwiązania w projekcie stanowiska testowego. Analizie poddany został także regulamin zawodów, dzięki czemu układ analizy próbek gleby może zostać w pełni przetestowany pod kątem funkcjonalności w warunkach laboratoryjnych, bez konieczności montowania go na robocie eksploracyjnym.

Dzięki temu opracowano konstrukcję stanowiska zgodną z założeniami projektowymi ustalonymi podczas rozpoznawania problemu. Dobrane zostały także elementy składowe narzędzia do badania parametrów gleby znajdującej się w pojemniku stanowiska.