Projekt robota automatycznego pojazdu poruszającego się po pionowej rurze.

Projekt został wykonany w ramach kursu MECHATRONIKA prowadzonego na Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Wstęp

Projekt powstał jako projekt zaliczeniowy z przedmiotu Podstawy Mechatroniki w roku akademickim 2019/2020. Jego najważniejszym założeniem jest zbudowanie robota będącego w stanie poruszać się po pionowej rurze. W poniższej dokumentacji przedstawiono metodologię projektowania, a także opis gotowego projektu.

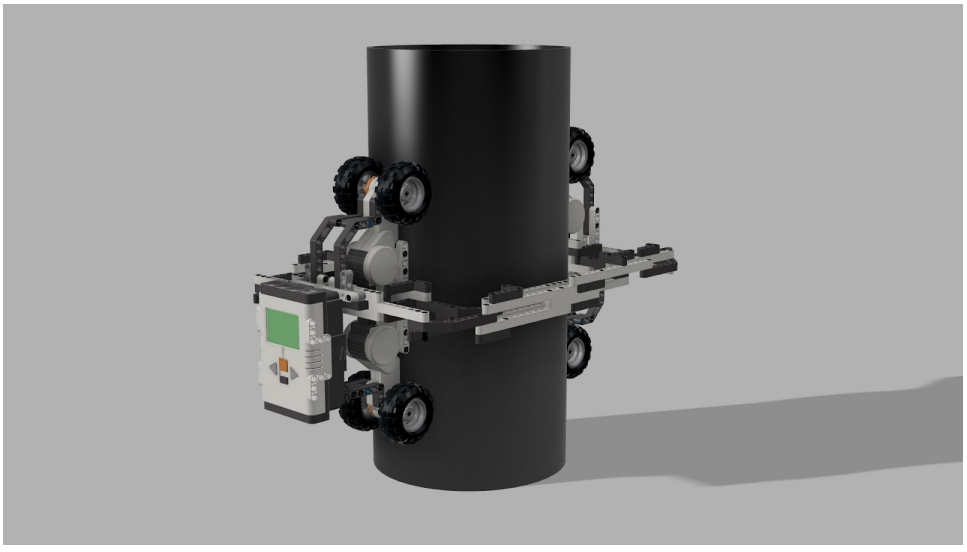
Założenia początkowe

Wykorzystane materiały

Przy realizacji projektu zdecydowano się na wykorzystanie wyłącznie z klocków LEGO. Decyzja ta była podyktowana brakiem konieczności wykorzystania innych elementów. Z powodu konieczności wykorzystania czterech silników konieczne jest użycie multiplexera lub użycie kostki EV3, posiadającej 4 porty dedykowane do silników.

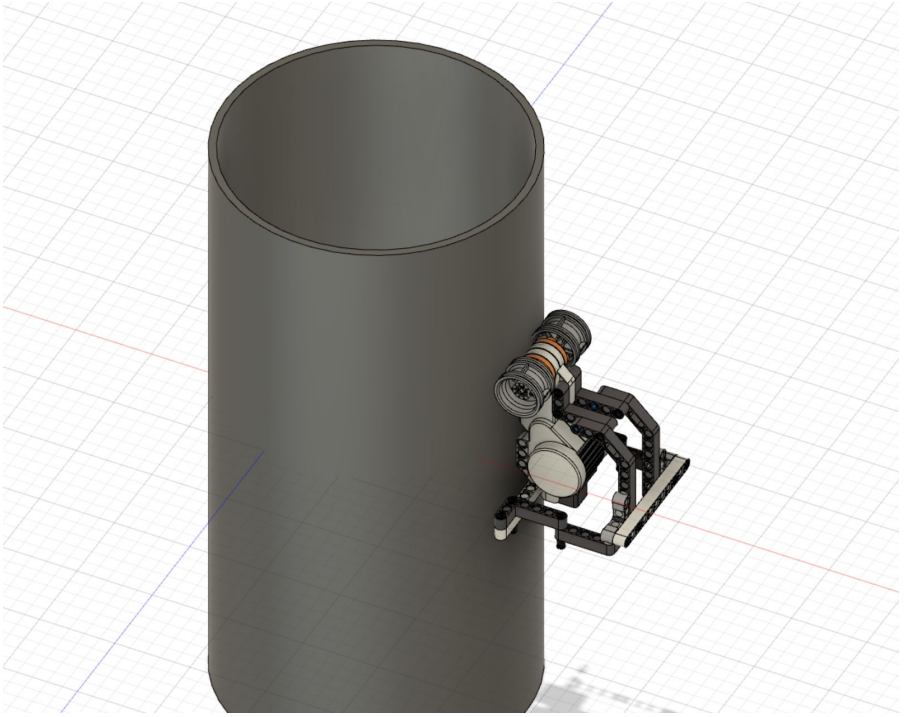
Problematyka

Najtrudniejszym zagadnieniem związanym z budową tego typu urządzenia jest uzyskanie odpowiedniej siły nacisku opon na powierzchnię rury, które przełoży się na odpowiednią siłę tarcia. Odpowiednie rozłożenie konstrukcyjne środka ciężkości urządzenia pozwala na uzyskanie takiego efektu bez potrzeby wykorzystania mechanicznych elementów dociskowych.

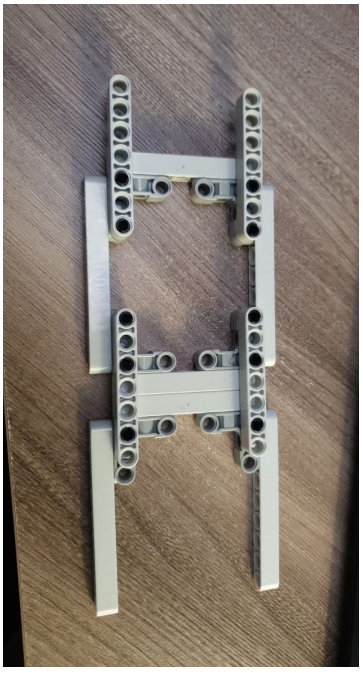


Kolejne kroki projektowania urządzenia

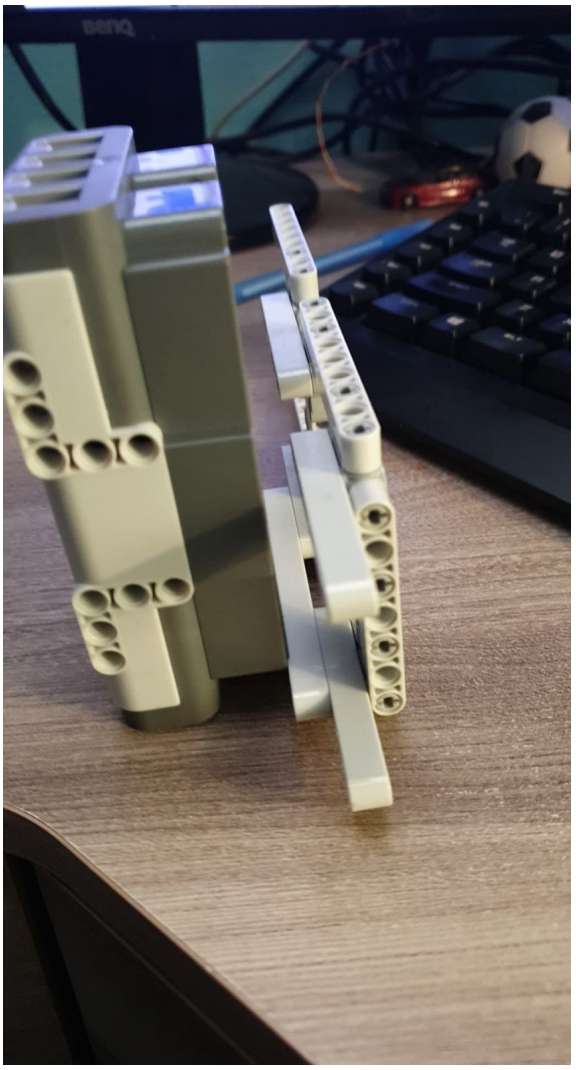
Na poniższych zdjęciach przedstawiono kolejne kamienie milowe podczas projektowania robota.



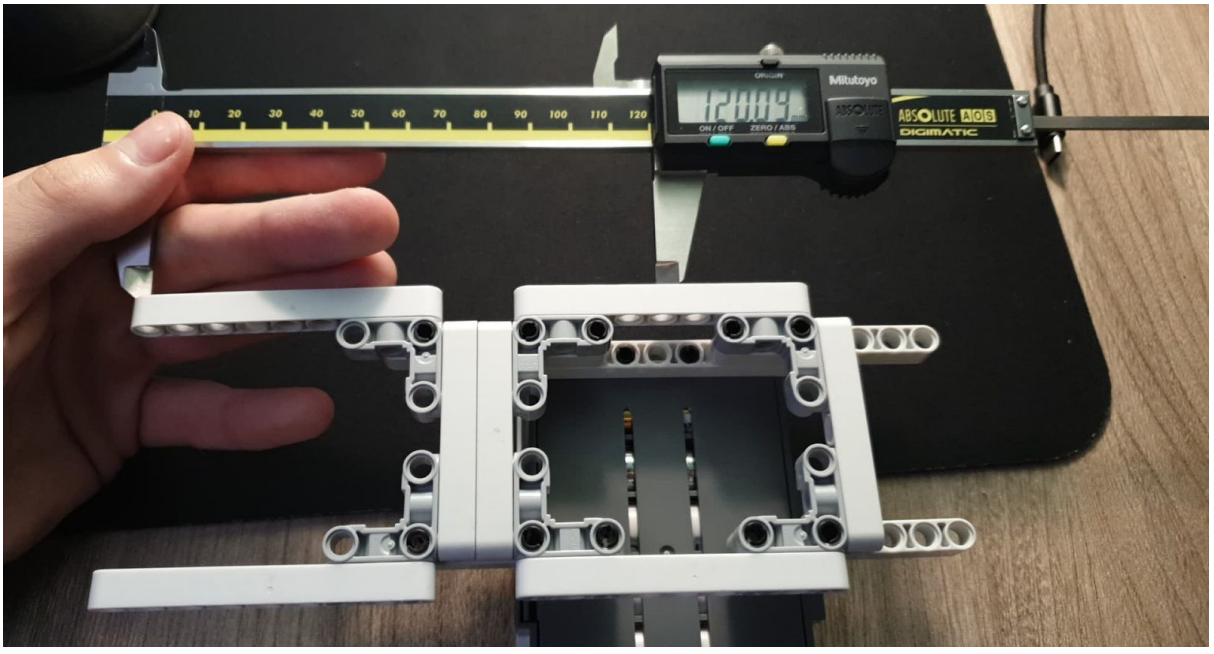
Rys. 1. Pierwsze próby mocowania silnika



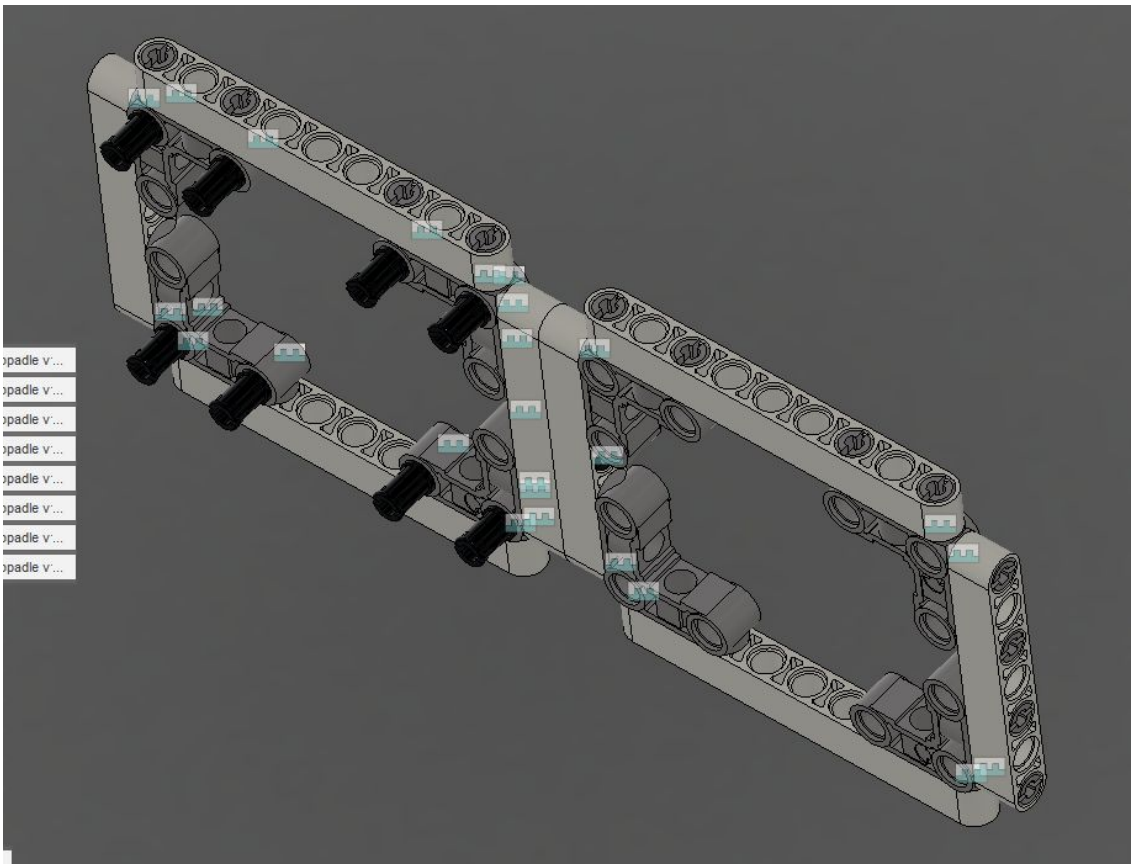
Rys. 2. Element mocowania ramy wykonany z fizycznych klocków w celach testowych



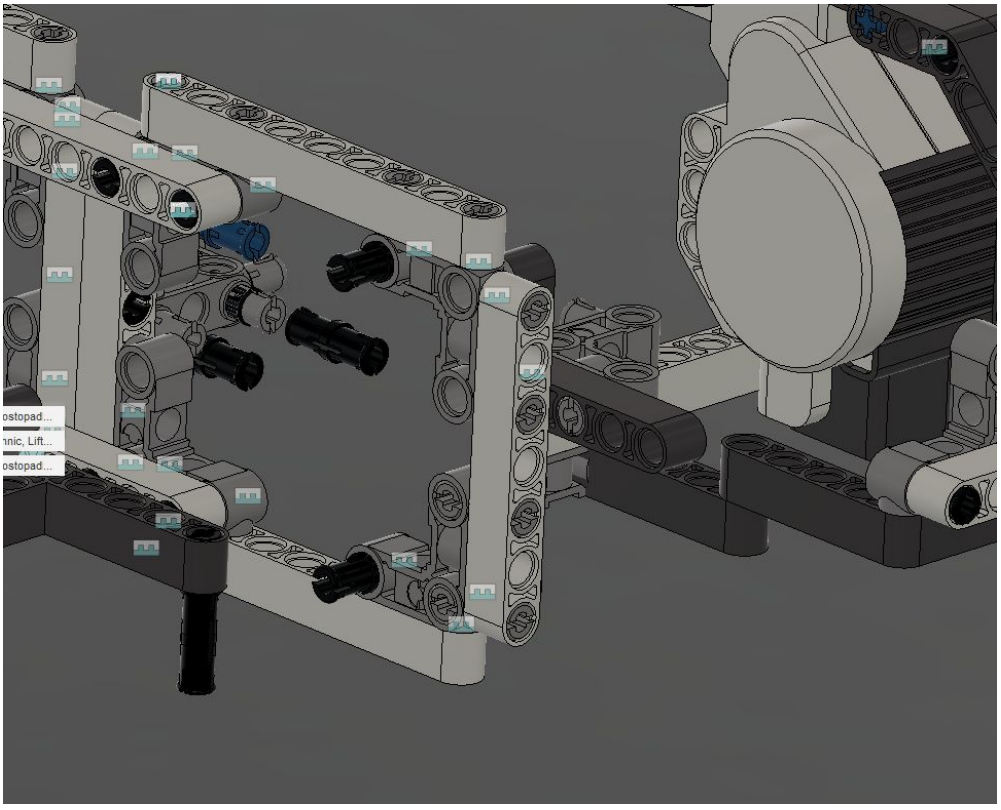
Rys. 3. Mocowanie kostki NXT (testowe)



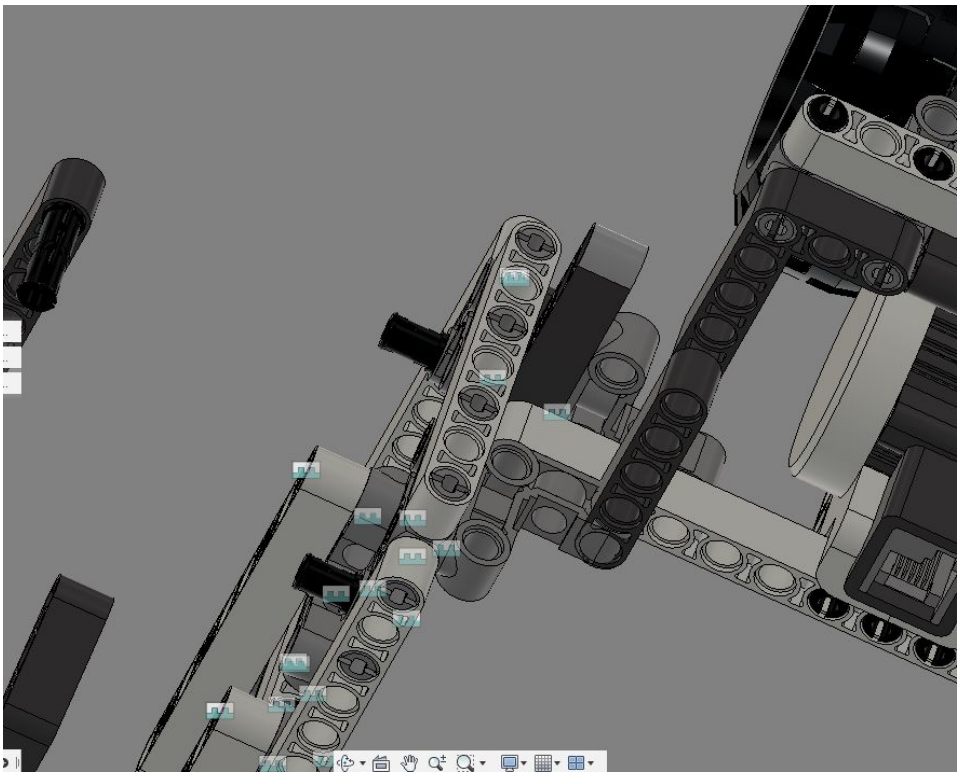
Rys. 4. Test mocowania kostki NXT



Rys. 5. Fizyczny projekt przeniesiony do programu Fusion 360

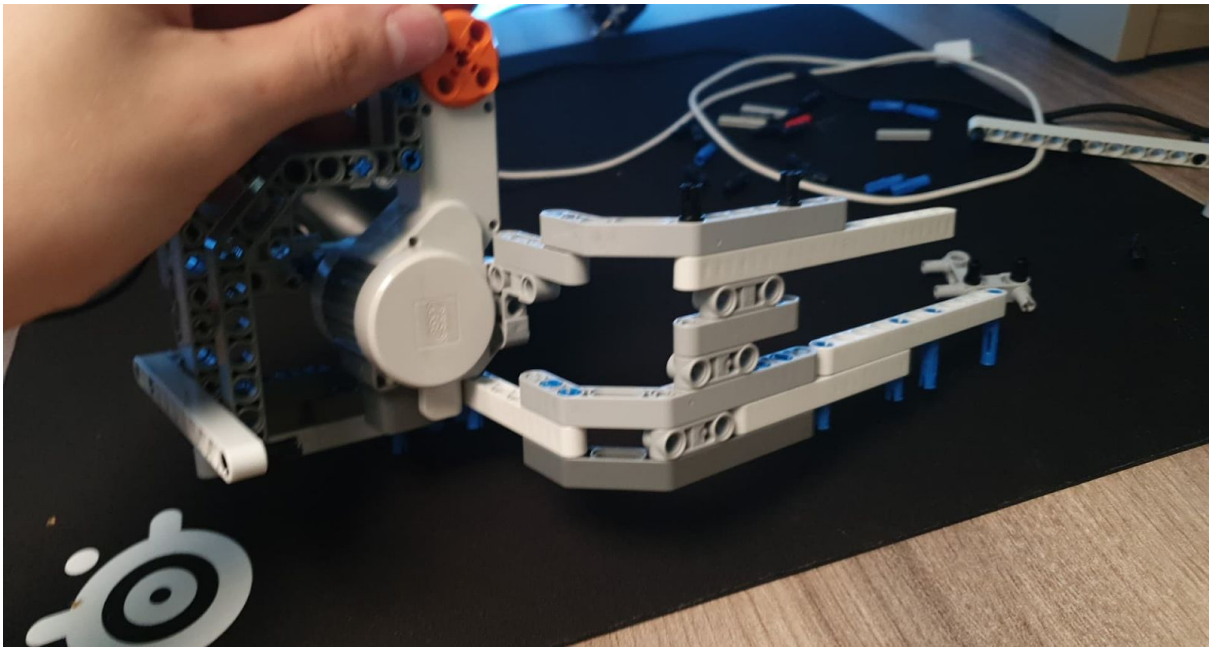


Rys. 6. Test mocowania ramy do mocowania silnika

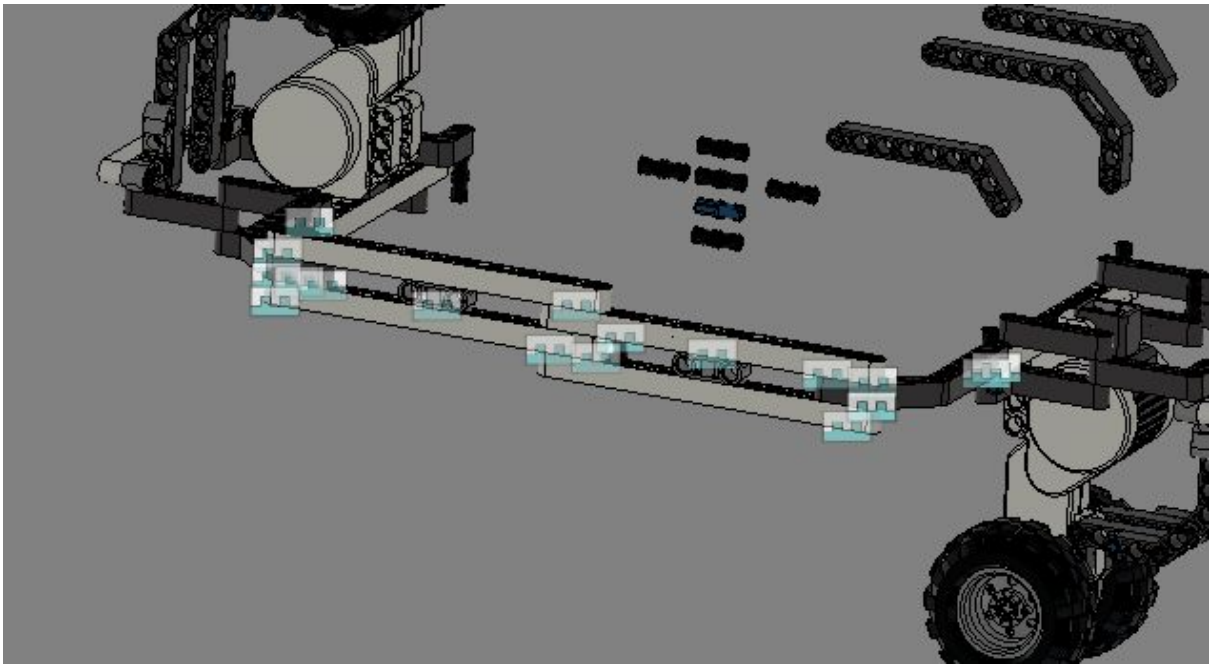


Rys. 7. Metoda połączenia części ram

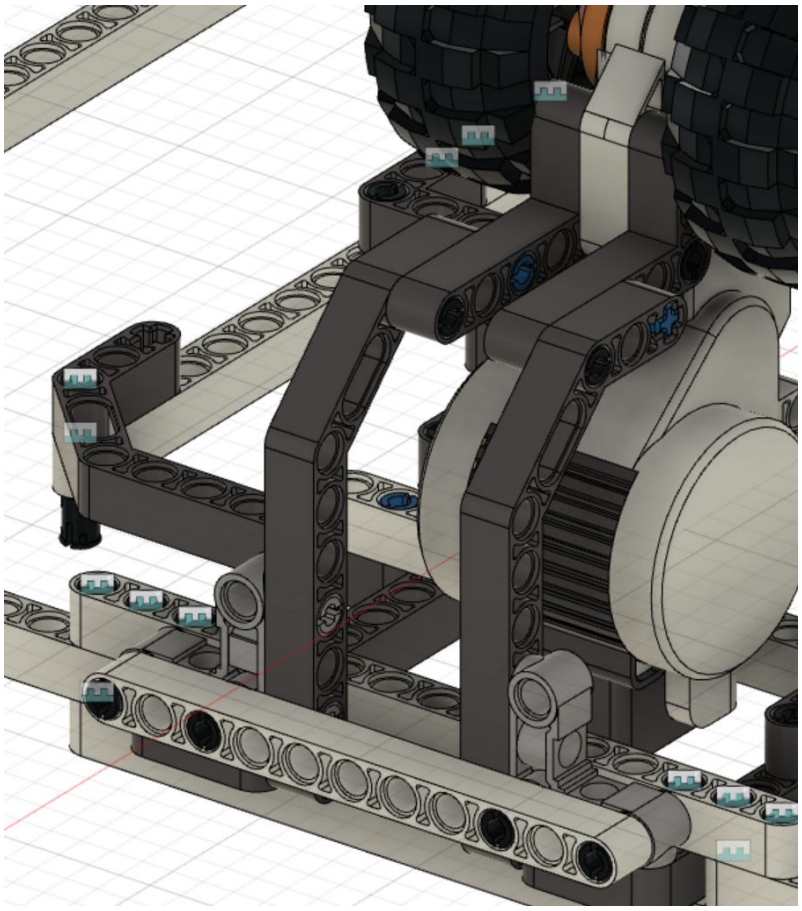
Rys. 8. Zaprojektowany model wykonany fizycznie w celach testów konstrukcji



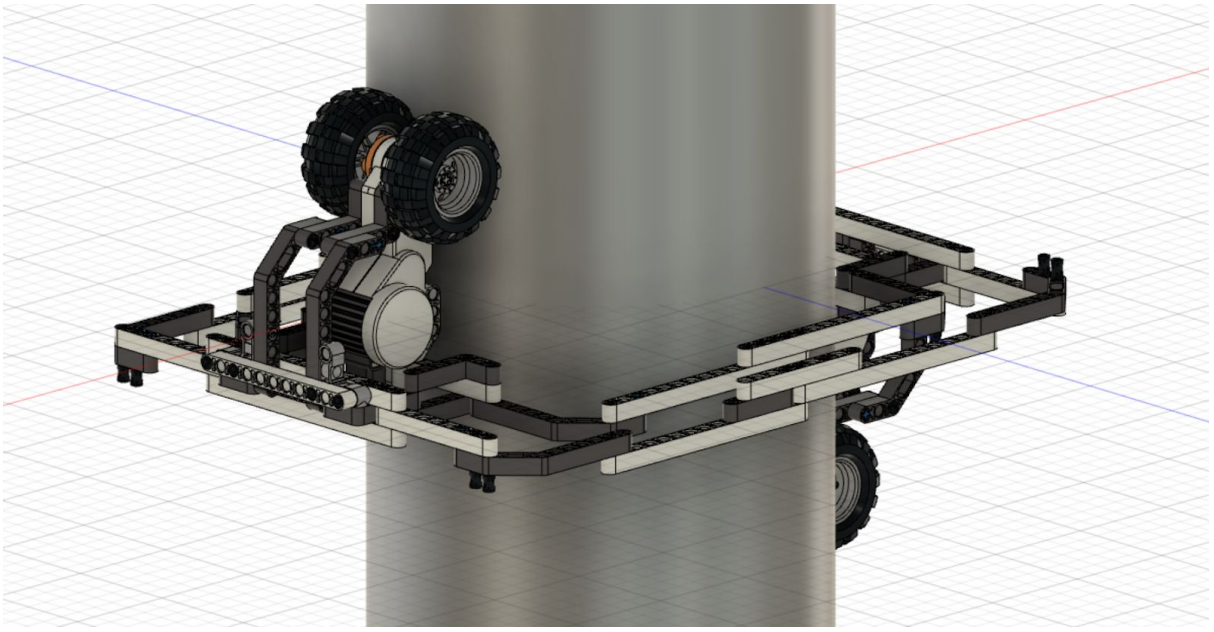
Rys. 9. Test budowy ramy bocznej



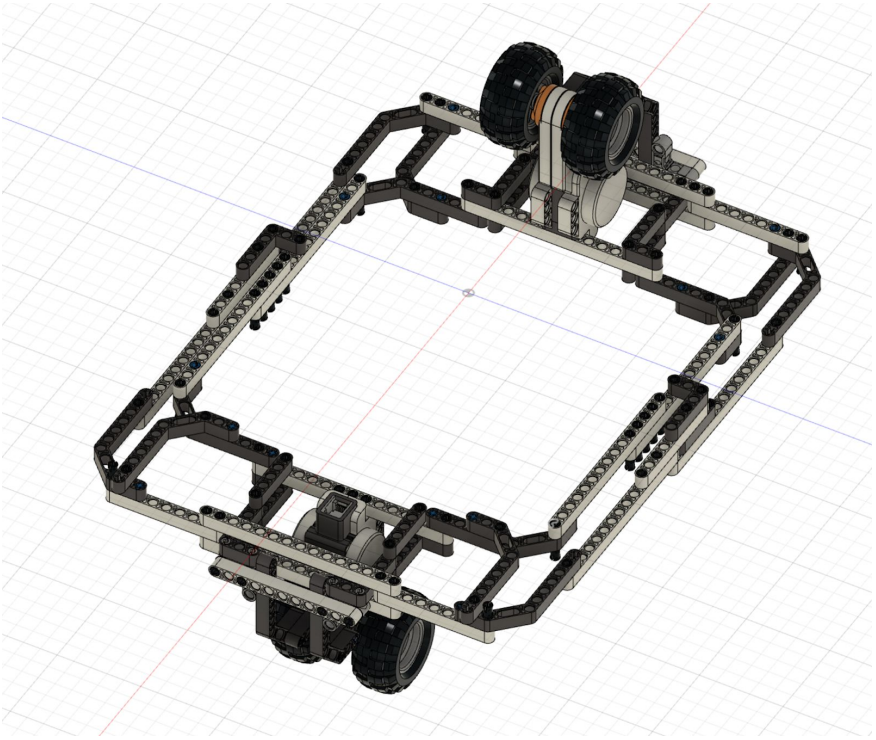
Rys. 10. Przeprojektowana rama boczna w programie Fusion 360



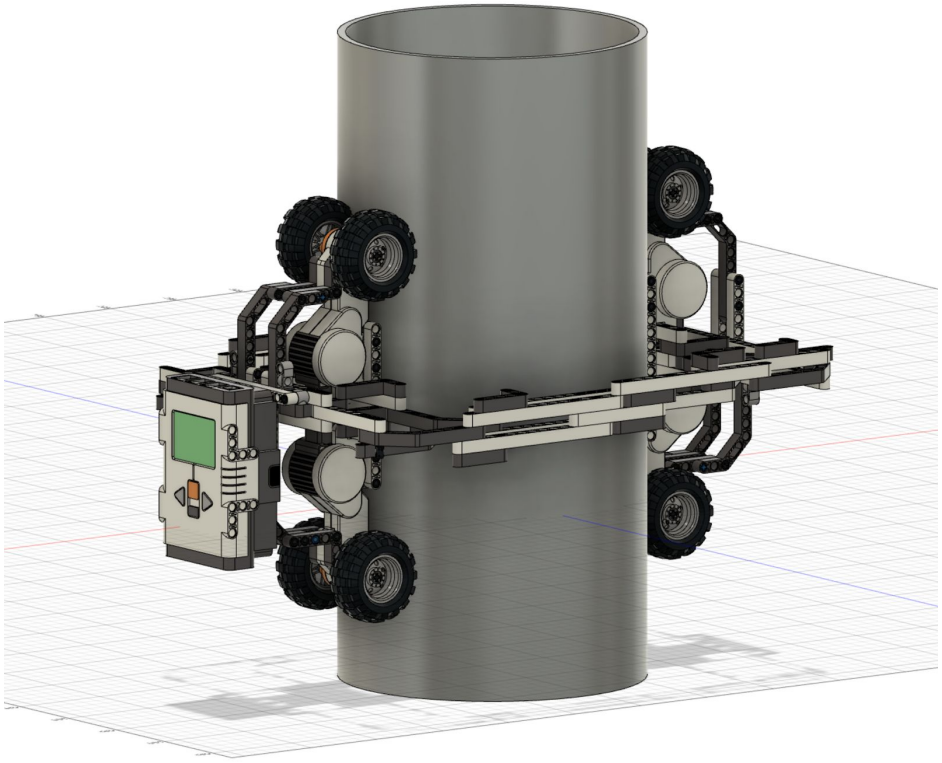
Rys. 11. Ostateczna metoda mocowania silnika



Rys. 12. Ponownie przeprojektowana rama boczna wraz przymocowanymi silnikami



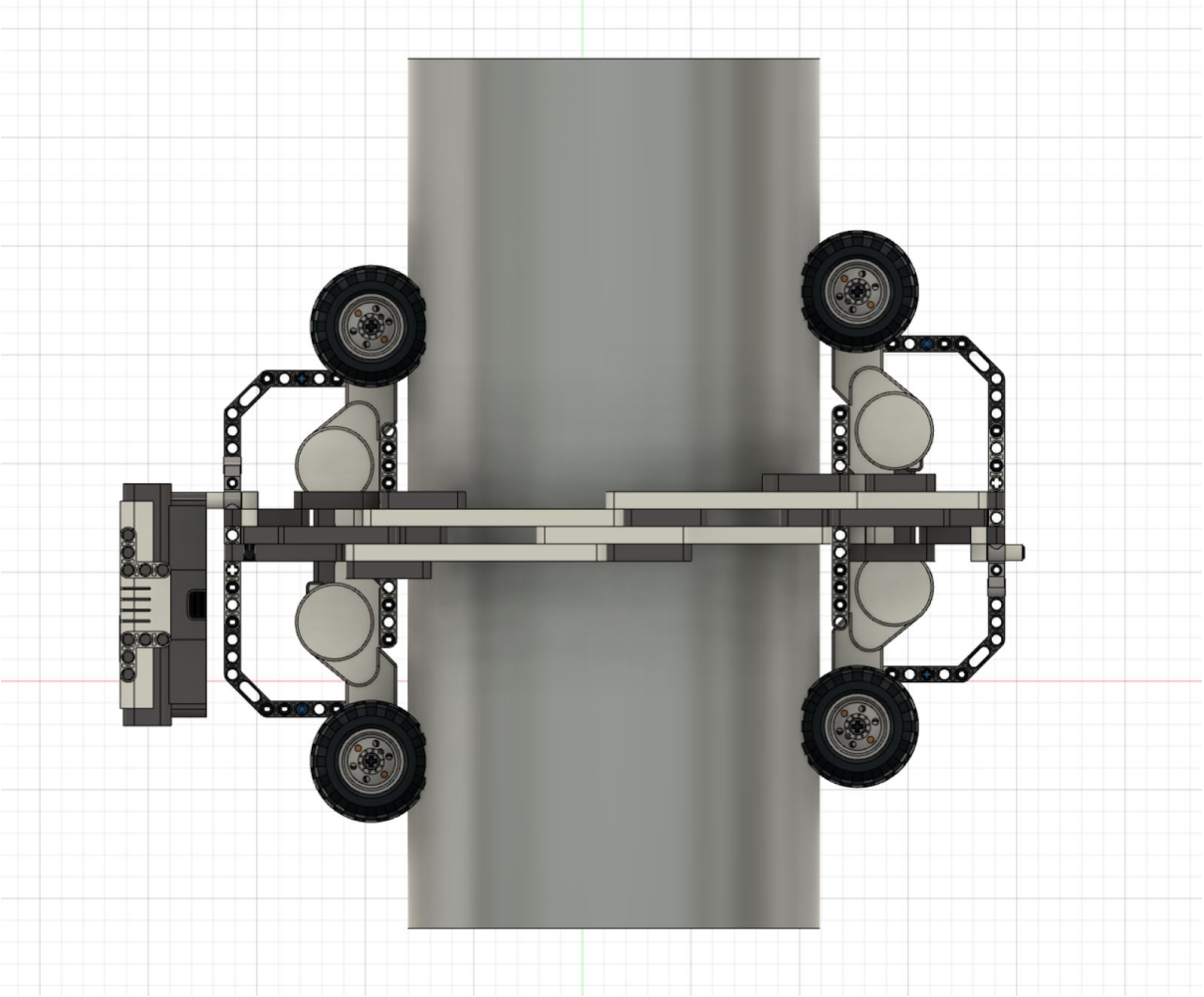
Rys. 13. Finalny projekt ramy urządzenia



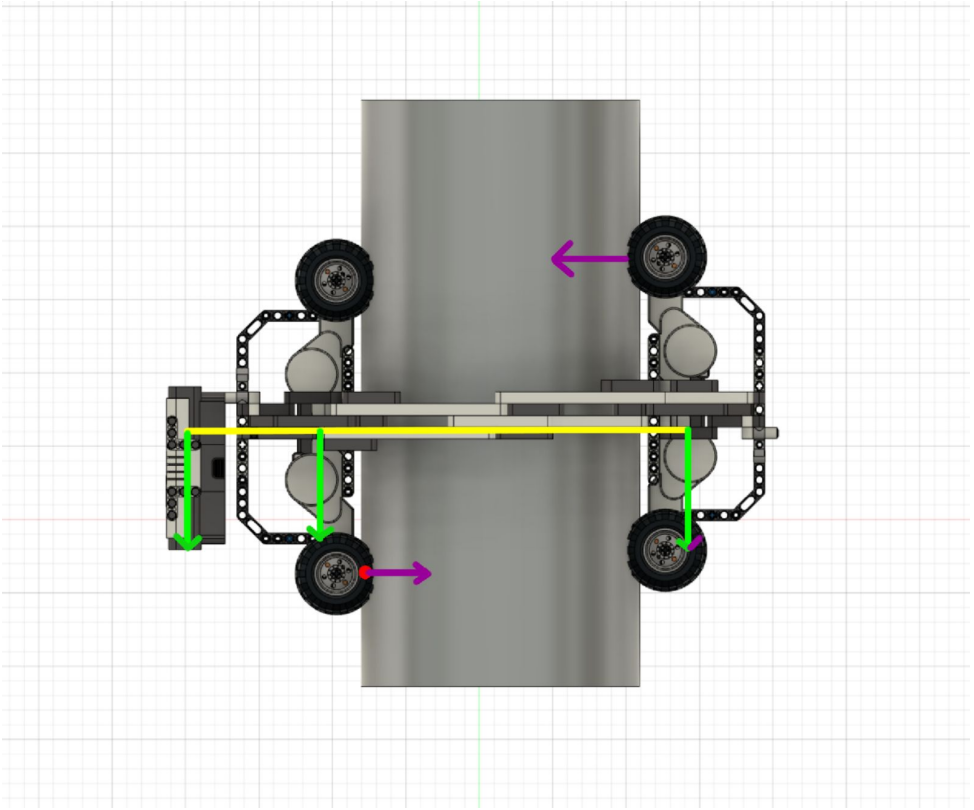
Rys. 14. Dołączenie silników oraz kostki NXT

Konstrukcja robota

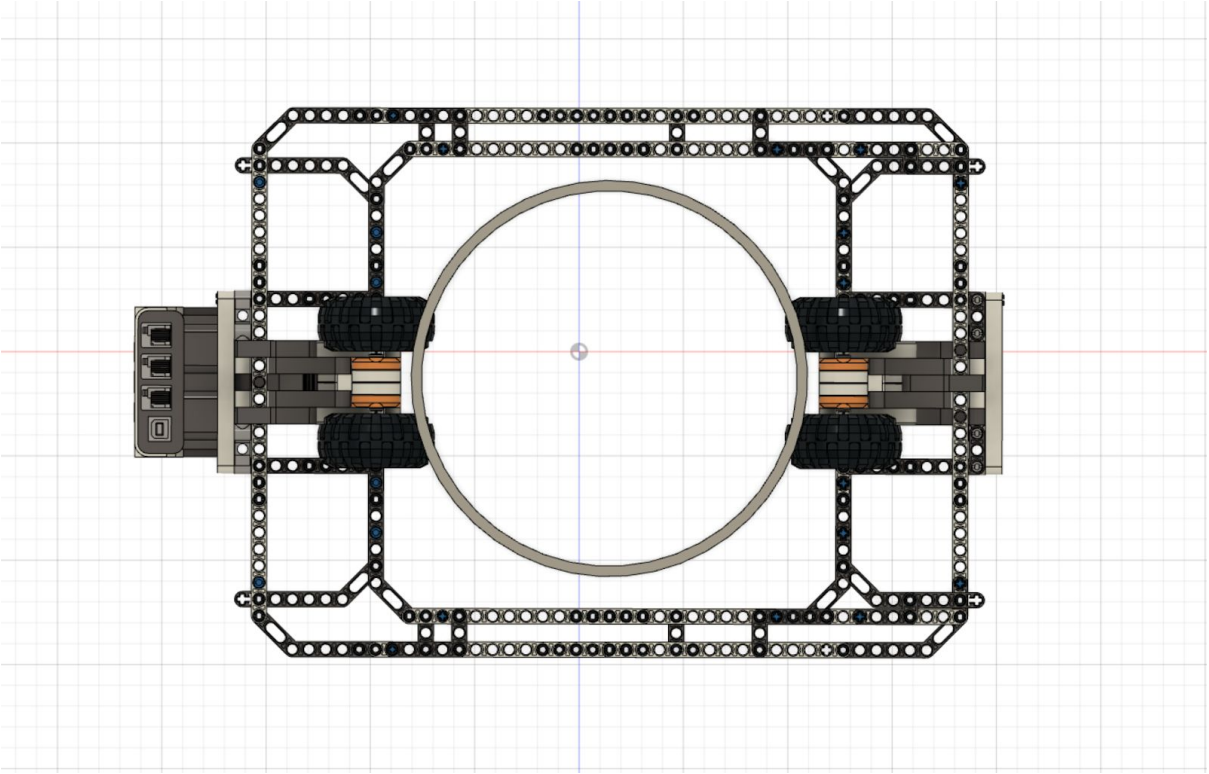
Robot składa się z dwóch par równolegle ułożonych silników, pracujących w po obu stronach rury, ramy oraz kostki NXT.



Największym wyzwaniem czekającym na zepsuł było wspomniane złożenie środka masy oraz pozycji kół w taki sposób, aby nacisk wywierany na rurę generował odpowiednio dużą siłę tarcia. Efekt można uzyskać przesuwając jeden rząd opon w osi pionowej wyżej niż drugi. Dodatkowo zamontowanie kostki NXT poniżej środka ciężkości układu wymusza dodatkowy nacisk na dwóch kołach. Równocześnie pozostałe dwa koła blokują możliwość przesunięcia układu pod większym kątem i ześlizgnięcie się spowodowane zbyt małą siłą nacisku. Sytuację tą można porównać do swojego rodzaju dźwigni, jak przedstawiono na grafice poniżej (w czerwonym punkcie oznaczono punkt podparcia dźwigni, rysunek schematyczny):



W celu zapewnienia sztywności, wytrzymałości i bezpieczeństwa konstrukcji, rurę oplatają dwie połączone ze sobą ramy. Sposób podłączenia do nich silników równocześnie dodatkowo wspomaga rozkład sił w osi pionowej.



Robota przystosowano do poruszania się po rurze o średnicy zewnętrznej 19 mm, jednak po wymianie opon na inny rozmiar, może się też poruszać po innych rurach. Dodatkowo wspomniana metoda docisku nie wymaga idealnego przystawania kół, dlatego robot bezproblemowo poradzi sobie z rurami o nieco mniejszej średnicy.

Na grafikach widoczne też jest niedokładne przystawanie opon do rury czy nawet przechodzenie przez nią. Jest to spowodowane dużą ilością luźnej przestrzeni wewnątrz opony, która w warunkach fizycznych dostosowała by się do powierzchni rury.

Robot składa się z 358 klocków LEGO (w tym kostce NXT) oraz 6 baterii AA.