

1 Wstęp teoretyczny

Zarządzanie projektem można zdefiniować jako zbiór czynności wykonywanych w celu osiągnięcia wyznaczonych celów głównych i pośrednich w skończonym czasie. Obejmuje między innymi planowanie, harmonogramowanie, realizację, kontrolę i rozliczanie zadań składających się na realizację celów projektu. Wybierając odpowiednią metodologię zarządzania projektem można z powodzeniem przekształcić niezliczoną ilość zadań i odpowiedzialności w pełni sprawną, przejrzystą oraz zdefiniowaną strukturę. Zarządzanie projektem w dużej części obejmuje zarządzanie członkami zespołu, dlatego też cel projektu i pośrednie środki jego osiągnięcia powinny być odpowiednio dostosowane do członków zespołu.

Sam projekt można zdefiniować jako ciąg czynności, które spełniają cechy SMART tj.:

- Specyficzny – jasno sprecyzowany,
- Mierzalny – cel musi być możliwy do zmierzenia w celu stwierdzenia czy został osiągnięty,
- Ambitny – powinien być ambitny by jego osiągnięcie wymagało wysiłku i pracy, nie może być czynnością rutynową, codzienną,
- Realny – by cele były mierzalne ich osiągnięcie musi być dla nas realne. Takie cele motywują,
- Terminowy – cele są ograniczone ramami czasowymi.

Poniżej przedstawiono podstawowe metodologie zarządzania projektami.

Lean Management

Koncepcja lean ma swoje korzenie w produkcji, gdzie została zaimplementowana w modelu produkcji opartego na TPS – Toyota Production System. Lean u podstaw ma na celu zwiększenie wydajności procesu i jakości produktu poprzez minimalizację kosztów, środków i odpadów. Eliminując przyczyny marnotrawstwa, zmienności procesów i przeciążeń, zespoły mogą zapewnić klientom wyższy poziom wartości i efektywnie zarządzać kosztami operacyjnymi. Osiąga się to poprzez ustanowienie płynnego i stabilnego przepływu pracy. Koncepcja lean (ang. szczupły) definiuje: podział odpowiedzialności, wyodrębnienie zespołów pracujących nad określonym zadaniem oraz eliminację czynności obecnych przy tworzeniu

produktu lub usługi, które nie dodają wartości temu produktowi lub usłudze. Wyróżnić można 5 najważniejszych zasad „szczupłego” zarządzania tj.:

- Określenie wartości dla klienta (ang. specify value) tj. jakość, funkcjonalność, cena, wygląd, dostępność w danym czasie i miejscu, terminowość, usługi dodatkowe,
- Zidentyfikowanie strumienia wartości i wszystkich czynności w strumieniu wartości (ang. identify the value stream) – poddanie analizie wszystkich czynności od momentu rozpoczęcia pracy, aż do dostarczenia produktu do klienta,
- Ciągły przepływ (ang. flow) – wytwarzanie produktu w sposób jak najbardziej płynny,
- System ssący (ang. pull) - produkty i usługi powinny być dostarczane klientowi zgodnie z jego zapotrzebowaniem tj. dokładnie wtedy, kiedy są one potrzebne, dokładnie w takiej ilości, w jakiej są potrzebne, bez budowania buforów i tworzenia zapasów,
- Dążenie do doskonałości (ang. perfection) - warunkiem utrzymania wprowadzonych usprawnień jest ciągłe doskonalenie (ang. continuous improvement, jap. kaizen) wszystkich procesów w organizacji.

Agile

Agile jest jedną z najpopularniejszych obecnie metodologii, która zakłada rozbicie projektu na iteracje, a następnie pracę nad jedną iteracją na raz, jednocześnie stale otrzymując strumień informacji zwrotnych. Gdy zespół zakończy iterację, element przekazywany jest z powrotem do klienta, klient przekazuje informacje zwrotne, a zespół poprawia iterację na podstawie tej opinii. Agile to metodologia, która w dużej mierze opiera się na koncepcji Minimal Viable Product (MVP). Pierwsza para udanych iteracji zwykle stanowi rdzeń MVP. Agile narodził się w dziedzinie rozwoju oprogramowania, ale może być stosowany w każdej branży lub firmie. W zakresie wytwarzania oprogramowania można wyróżnić tzw. Manifest Agile, którego 4 filarami są:

- Ludzie i interakcje ponad procesy i narzędzia,
- Działające oprogramowanie ponad obszerną dokumentację,
- Współpraca z klientem ponad formalne ustalenia,
- Reagowanie na zmiany ponad podążanie za planem.

Waterfall

Waterfall model czyli po polsku „Model kaskadowy” jest jednym z rodzajów procesów tworzenia oprogramowania zdefiniowanym w inżynierii oprogramowania. Nazwa ta została

wprowadzona w 1970 roku przez Winstona W. Royce'a w artykule „Managing the Development of Large Software Systems” (Zarządzanie tworzeniem dużych systemów informatycznych).

Polega on na wykonywaniu podstawowych czynności jako odrębnych faz projektowych, kolejno po sobie. Jeśli któraś z faz zwróci niesatysfakcjonujący produkt cofamy się wykonując kolejne iteracje aż do momentu kiedy otrzymamy satysfakcjonujący produkt na końcu schodków. Każda czynność to schodek (kaskady):

1. Planowanie systemu (w tym specyfikacja wymagań).
2. Analiza systemu (w tym analiza wymagań i studium wykonalności).
3. Projekt systemu (poszczególnych struktur itp.).
4. Implementacja (wytworzenie kodu).
5. Testowanie (poszczególnych elementów systemu oraz elementów połączonych w całość).
6. Wdrożenie i pielęgnacja powstałego systemu.

Model może być używany wyłącznie w przypadku gdy wymagania są zrozumiałe i przejrzyste, ponieważ każda iteracja jest czasochłonna i wymaga dużych wydatków na ulepszenie.

Prince2

Prince2 (Projects in Controlled Environments) czyli „Projekty w sterowanym środowisku” jest metodą zarządzania projektami opartą na produktach. Metoda ta za sprawą swojej możliwości skalowania oznacza że można ją dostosować do każdego projektu niezależnie od wielkości i rodzaju. Metodyka ta została opracowana i wprowadzona przez prywatną firmę SIMPACT SYSTEMS LIMITED w połowie lat 70. Początkowo była znana jako PROMPT. Na zamówienie rządowe wzbogacono metodykę o kwestię zarządzania jakością i pod nazwą PROMPT II została w 1983r wprowadzona do administracji rządowej Wielkiej Brytanii. Oficjalnie PRINCE2 został opublikowany w 1996r jako ogólna metoda zarządzania projektami niezależna od dziedziny biznesowej. Metodyka ta jest stale aktualizowana.

Prince2 (2009) cechuje podejście procesowe do zarządzania projektem. Definiuje szczegółowo siedem procesów najwyższego rzędu, które z kolei dzielą się na podprocesy:

1. Strategiczne zarządzanie projektem (ZS) – Directing a project (DP).

2. Uruchamianie Projektu/Przygotowanie Założeń Projektu (PP) – Starting up a project (SU).
3. Inicjowanie projektu (IP) – Initiating a project (IP).
4. Sterowanie Etapem (SE) – Controlling a stage (CS).
5. Zarządzanie Wytwarzaniem Produktów (WP) – Managing product delivery (MP).
6. Zarządzanie Zakresem Etapu (ZE) – Managing stage boundaries (SB).
7. Zamykanie Projektu (ZP) – Closing a project (CP).

Zalety metodyki Prince2:

- Stosowanie tej metodyki zapewnia wysoką standaryzację i powtarzalność projektów,
- Sprawuje kontrolę nad startem, realizacją i końcem projektu,
- Przewiduje możliwość adaptacji do specjalnych potrzeb organizacji, programu lub projektu,
- Jej stosowanie nie wymaga opłat autorskich.

Wady metodyki Prince2:

- Prince2 kładzie duży nacisk na dokumentowanie jako narzędzie sprawnej kontroli sposobu realizacji projektu. W niektórych organizacjach dokumenty stają się jednak celem samym w sobie, a rzeczywiste projekty kończą się niepowodzeniem. Z tego powodu Prince2 oskarżany jest czasem o nadmierną biurokratyzację procesu zarządzania.
- Zbyt ściśle przestrzeganie Prince2 bez odpowiedniej adaptacji do realiów biznesowych może być zbyt pracołłonne w zastosowaniu do małych projektów.
- Brak uwzględnienia specyfiki projektów optymalizacyjnych takich, jak Six Sigma.

Kanban

Metoda opiera się na wizualizacji procesu, podczas którego stosowana może być na przykład tak zwana tablica kanbanowa, która może mieć postać fizyczną lub wirtualną. Najprostszy układ takiej tablicy to podział na czynności „do zrobienia”, „w trakcie” oraz „zrobione”, które mogą być opisane na różnym poziomie szczegółowości. Stosowany system powinien być uzależniony od potrzeb w związku z którymi powstała tablica kanbanowa. Umożliwia ona przedstawienie zarówno procesów bardzo prostych, jak również wyjątkowo

złożonych, dotyczących wielu zespołów. Tablica może łączyć różne zespoły skupione na jednym zadaniu.

Założeniem metody Kanban jest optymalizacja procesu pracy. Opiera się ona na informowaniu, planowaniu, rozdziale i kontroli poszczególnych czynności. Ma doprowadzić do stanu, kiedy każda część systemu wytwarza dokładnie tyle dóbr, ile w danej chwili jest potrzebnych. Metoda Kanban została wdrożona między innymi w zakładach Toyoty, gdzie doprowadziła do ograniczenia zapasów i braków, wzrostu produkcji, a także zmniejszenia przestrzeni produkcyjnej oraz przestrzeni magazynowej.

Celem metody Kanban jest doprowadzenie do sytuacji gdy w organizacji nie będzie:

- żadnych braków,
- żadnych zapasów,
- żadnych opóźnień,
- żadnych kolejek,
- żadnych beczynności,
- żadnych zbędnych czynności oraz kontroli,
- żadnych zbędnych przemieszczeń.

Scrum

Jest to podejście do tworzenia nowych produktów i usług. Produktem jest często oprogramowanie, ale może to być dowolna rzecz, która ma dla kogoś wartość. Na przykład kampania marketingowa, konferencja, video podcast albo samochód. Scrum opiera się na dostarczaniu produktu w małych przyrostach, co powoduje, że w dowolnym momencie wiemy gdzie jesteśmy i mamy działającą wersję produktu.

Scrum opiera się na trzech filarach. Pierwszy to **Przejrzystość (Transparency)**, która pozwala wszystkim zobaczyć co tak naprawdę się dzieje. Jeżeli Zespół mówi, że ukończył pracę nad funkcjonalnością, to znaczy, że naprawdę ukończył - ona działa i klient może z niej korzystać. Jeżeli pojawiają się opóźnienia w stosunku do ambitnych planów Product Ownera, to są one natychmiast widoczne. Jeżeli w organizacji jest jakaś dysfunkcja na przykład członkowie różnych działów ze sobą nie współpracują, to również jest to wyciągane na powierzchnię. Przejrzystość umożliwia **Inspekcję (Inspect)**, czyli przeanalizowanie co się dzieje w zespole, produkcie czy organizacji. Tym samym Scrum pozwala szybko zauważyć problemy na przykład wolny czas odpowiedzi systemu ale również okazje na przykład nowa funkcjonalność otwierająca przed nami nowy rynek. Te mogą zostać zaadresowane

przez **Adaptację (Adapt)**, czyli zmianę planów i dostosowanie procesu czy produktu do rzeczywistości. Może to być na przykład zmiana zakresu, technologii, czy sposobu działania zespołu.

Scrum jest zbiorem prostych reguł pozwalających na szybkie otrzymanie informacji zwrotnej co się dzieje z produktem i jak działa nasz proces. Choć te reguły wydają się łatwe, stosowanie Scruma natychmiast uwidacznia problemy i dysfunkcje. Tym samym Scrum nie pozwala na chowanie głowy w piasek, psychotechnikę i zrzucanie winy na innych. Zamiast tego promuje otwartość, odwagę, szacunek i współpracę.

Six Sigma

To nowoczesne i bardzo rygorystyczne podejście do zarządzania organizacjami, których celem jest dążenie do doskonałości. W skrócie, jest to system, który mierzy proces pod względem wykrytych defektów. Ma na celu znalezienie idealnej równowagi między wydajnością projektu, celami biznesowymi i morale pracowników. Kluczową ideą tej metody jest zapobieganie błędom, zanim jeszcze się pojawią.

Celem metody jest poprawa jakości wyników procesu poprzez identyfikację i usunięcie przyczyn defektów oraz minimalizacja zmienności w procesach produkcyjnych. Wykorzystuje zestaw metod zarządzania jakością, metod statystycznych i tworzy specjalną infrastrukturę ludzi w organizacji, którzy są ekspertami w tych metodach. Każdy projekt Six Sigma realizowany w ramach organizacji odbywa się według określonej sekwencji etapów i ma konkretne wartości docelowe, na przykład: skrócenie czasu cyklu procesu, zmniejszenie zanieczyszczenia, zmniejszenie kosztów, zwiększenie zadowolenia klientów i zwiększenie zysków.

Główne punkty charakteryzujące metodę Six Sigma:

- Podejście oparte na danych,
- Kontrola procesu,
- Orientacja na klienta,
- Praca nad projektami,
- Znajomość procesów,
- Strategia biznesowa.

MVP

Proces tworzenia nowego produktu i wprowadzania go na rynek wiąże się z koncepcją MVP wspomnianą jako filar metody zarządzania projektami Agile.

Minimum Viable Product to produkt który znajduje się we wczesnej fazie rozwoju , o minimalnym zestawie cech, który jednak jest wystarczający, aby wprowadzić go na rynek w celu pozyskania zainteresowania pierwszych klientów oraz wstępnej oceny funkcjonalności. MVP ma za zadanie uzyskanie informacji zwrotnych od klientów (tzw. feedback) na temat produktu i jego funkcjonalności. Ma to na celu jak najszybsze przetestowanie produktu w warunkach rynkowych i zebranie o nim opinii. „Jak najszybsze” oznacza jak najszybciej jak to jest możliwe, biorąc pod uwagę specyfikę danego produktu. Informacja zwrotna od pierwszych klientów na temat Minimum Viable Product (MVP) powinna umożliwić podjęcie między innymi następujących decyzji:

- czy produkt w ogóle budzi ich zainteresowanie, czyli czy warto w ogóle kontynuować dalsze prace związane z rozwojem produktu,
- jakich funkcjonalności poszukują klienci.

Minimum Viable Product to przeciwieństwo tradycyjnego podejścia, które polega na stworzeniu produktu końcowego bez „konsultacji” z rynkiem. W tym podejściu firma próbuje zgadywać oczekiwania klientów.

W uproszczeniu można powiedzieć, że na stworzenie Minimum Viable Product należy wydać tyle pieniędzy i włożyć tyle wysiłku, aby było możliwe przedstawienie go klientom, a w rezultacie uzyskania ich wstępnego zainteresowania. Chodzi tu o przetestowanie produktu w warunkach rynkowych i zebranie o nim opinii przy jak najniższym poziomie kosztów.

2 Cel i przebieg projektu

Podstawowym celem projektu było stworzenie urządzenia mechatronicznego do sortowania kolorowych piłeczek. Podstawowym założeniem było zaprojektowanie i stworzenie w pełni działającej struktury w głównej mierze z klocków Lego. Dysponując fizycznymi elementami i klockami lego, nasz zespół zdecydował się na zbudowanie fizycznego modelu, zamiast projektu w programie komputerowym.

W pierwszej kolejności stworzono grupę projektową na platformie Microsoft Teams w celu lepszej komunikacji, możliwości odbywania spotkań oraz gromadzenia potrzebnych materiałów. Następnie dokonano podziału na role i zespoły, gdzie każda osoba i zespół był odpowiedzialny w głównej mierze za dany aspekt projektu. W naszym przypadku powstały poniższe podgrupy:

- Project Management
- Mechanika urządzenia
- Oprogramowanie i elektronika
- Dokumentacja techniczna
- Sprawozdanie

Pierwsze spotkanie miało charakter ściśle organizacyjny, gdzie omówiono sprawy podziału ról, wstępny zarys projektu, wymagania oraz zakładany przebieg w określonych ramach czasowych. Powstał wtedy grafik bazujący na bazie modelu zarządzania projektami Waterfall, którego finalną wersję prezentuje Rys. 1. Zakładał on wykonywanie założeń projektowych w wyznaczonych odstępach czasu. W trakcie pierwszych kilkunastu dni projektu założono stworzenie koncepcji oraz wykonanie modelu mechanicznego układu. Proces budowania zakładał od początku współpracę z grupą programową, która jednocześnie podczas budowania tworzyła wstępne założenia doboru urządzeń elektronicznych oraz wstępne zarysy kodu. Założono, iż kompletne oprogramowanie powstanie do tygodnia po zakończeniu budowania konstrukcji. Po stworzeniu modelu rzeczywistego pracę miały zacząć też grupy odpowiedzialne w głównej mierze za gromadzenie dokumentacji technicznej oraz sprawozdanie.

				Tydz.1	weekend	Tydz.2	weekend	Tydz.3	weekend
1	Lp	Kto	Co	16-20.11	21-22.11	23-27.11	28-29.11	30.11-4.12	05-06.12
2	1	Janek	Project Management						
3	2	Janek - lider	Mechanika - zapadnia, zbierak, dozownik						
4	3	Gaweł	Mechanika - winda, lejek						
5	4	Maciek	Mechanika - struktura, koszyki						
6	5	Ola	Mechanika - ruchoma rynna						
7	6	Andrzej	Mechanika - struktura, koszyki, blokady						
8	7	Michał - lider	ElectroSoft - aplikacja						
9	8	Bartek	ElectroSoft - Arduino, komunikacja						
10	9	Radek	ElectroSoft - Raspbery Pi, Interfejs						
11	10	Karol	ElectroSoft - Wsparcie software						
12	11	Robert	ElectroSoft - Wsparcie ogólne						
13	12	Paweł	ElectroSoft - Wsparcie elektronika						
14	13	Paweł	Dokumentacja						
15	14	Adrian - lider	Artykuł + Hackaday.io						
16	15	Dominik	Artykuł + Hackaday.io						
17	16	Piotrek	Artykuł + Hackaday.io						
18	17	Janek	Youtube (3 filmy)						
19	18	Maciek	Pinterest (min. 5 zdjęć)						
20	19	Janek	Trello + podłączyć do hackaday-a						

Rys. 2.1. Model Waterfall przedstawiający początkowe założenia projektu oraz przebieg czynności.

Opis przebiegu systemu komunikacji

Microsoft Teams

Jedną z metod komunikacji stanowił zespół utworzony na platformie MS Teams. Pozwoliła ona nam na wykonanie licznych wideokonferencji, których celem było omówienie wykonanych, aktualnych oraz przyszłych zadań. Każdy z członków zespołu miał możliwość wypowiedzenia się nie tylko w zakresie swojej kategorii lecz także w kwestiach dotyczących całości projektu. Oprócz kanału ogólnego zostały stworzone trzy dodatkowe: Dokumentacja oraz sprawozdania, ElektroSoft, Mechanika/Budowa.

Kanał dotyczący dokumentacji oraz sprawozdań pozwolił na dyskusje oraz sprecyzowanie zawartości wszelkich form opisowych, które muszą zostać zawarte w projekcie. Omówione zostały szczegóły dotyczące metod oraz struktur zarządzania projektem, Trello, Hackaday.io oraz form komunikacji w zespole.

Kanał ElektroSoft pozwolił na sprecyzowanie zadań dotyczących elektroniki oraz oprogramowania. Zostały omówione szczegóły dotyczące trybów sortowania, zliczania kulek, sygnalizatora awaryjnego, monitorowania stanu procesu, aplikacji oraz doboru czujników.

Kanał dotyczący mechaniki oraz budowy pozwolił na swobodną dyskusję, w której została sprecyzowana bryła konstrukcji oraz materiały konieczne do wykonania projektu. Omówiona została liczebność klocków, rodzaje oraz ilości serw, silników i przycisków, a także kwestia stanowiska operatorskiego oraz kamery.

Konwersacja Facebook

Komunikacja pomiędzy członkami zespołu odbywała się również przy pomocy konwersacji stworzonej na Facebooku. Pozwalała ona nam na dyskusje dotyczące całokształtu projektu czyli podziału członków grupy na mniejsze zespoły, przyporządkowaniu zadań, wykonywaniu ankiet oraz mniej szczegółowemu omawianiu materiałów potrzebnych do projektu w formie propozycji do przedyskutowania. Konwersacja stanowiła również idealne miejsce do dzielenia się własnymi pomysłami z całością zespołu. Możliwość tworzenia ankiet pozwoliła w demokratyczny sposób na wybór docelowych rozwiązań, które uprzednio znajdowały się wyłącznie w fazie propozycji.

Trello

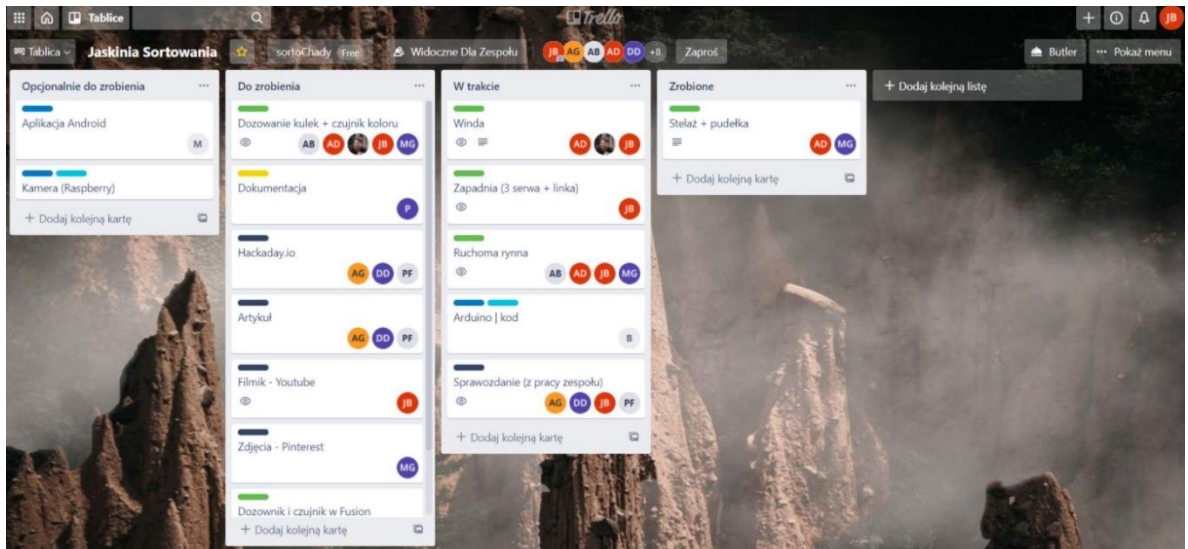
Trello jest narzędziem do organizacji pracy indywidualnej oraz zespołowej. Stanowi przede wszystkim wirtualną tablicę kanban, do której mogą zostać dodane listy, na których umieszczane są karty z zadaniami, które następnie mogą zostać przyporządkowane do danej osoby.

Tablica stanowi całość projektu. Do Tablicy mogą zostać zaproszeni inni użytkownicy, z którymi zawartość ma być współdzielona. Mogą mieć charakter prywatny do użytku tylko przez założyciela oraz zaproszonych użytkowników bądź publiczny, dostępny dla wszystkich.

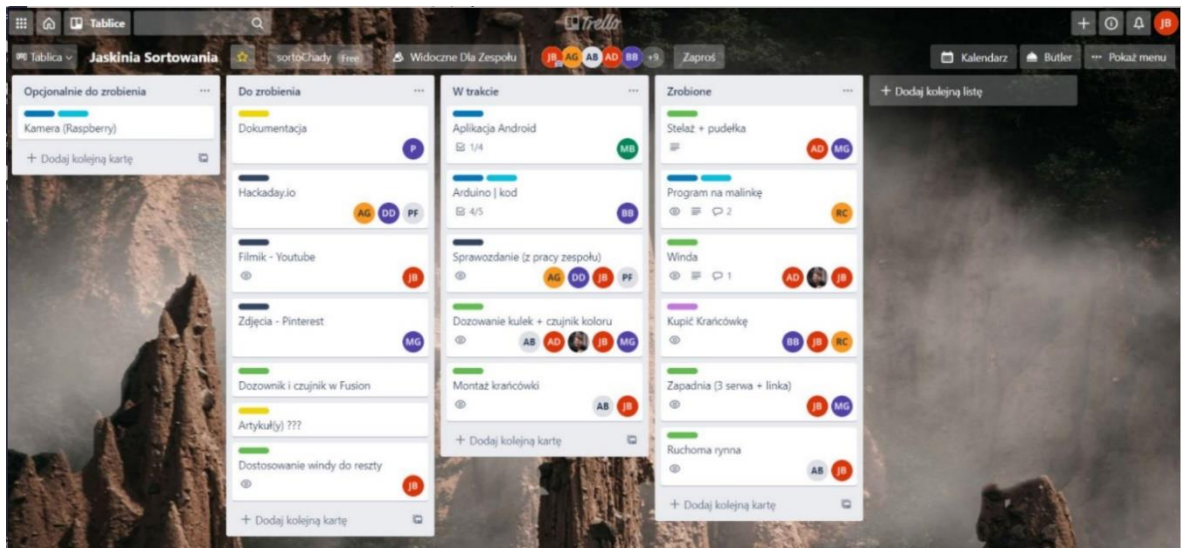
Listy funkcjonują w ramach tablic. Stanowią one zbiory kart na przykład: „Do zrobienia”, „W trakcie” oraz „Zrobione”. Tak utworzone listy w następnych krokach zostają wypełnione kartami.

Karty są elementami, w których zapisujemy zadania. Użytkownicy mogą zostać przypisani do poszczególnych kart. Celem takiego działania jest zwrócenie uwagi współpracownika na konkretnie postawione zadanie oraz rozplanowanie pracy dla całego zespołu.

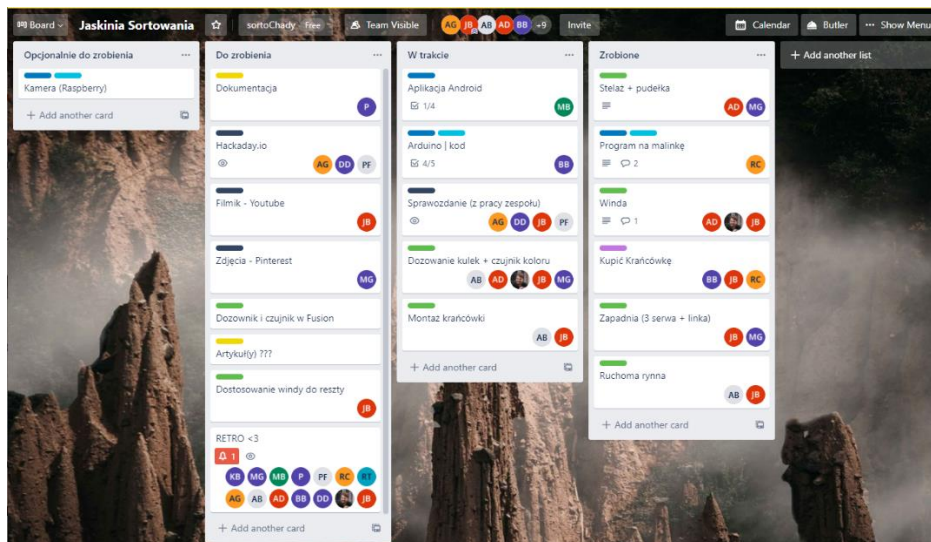
Poniżej zaprezentowano screeny, robione w czasie projektu pokazujące dokonywane zmiany oraz progres.



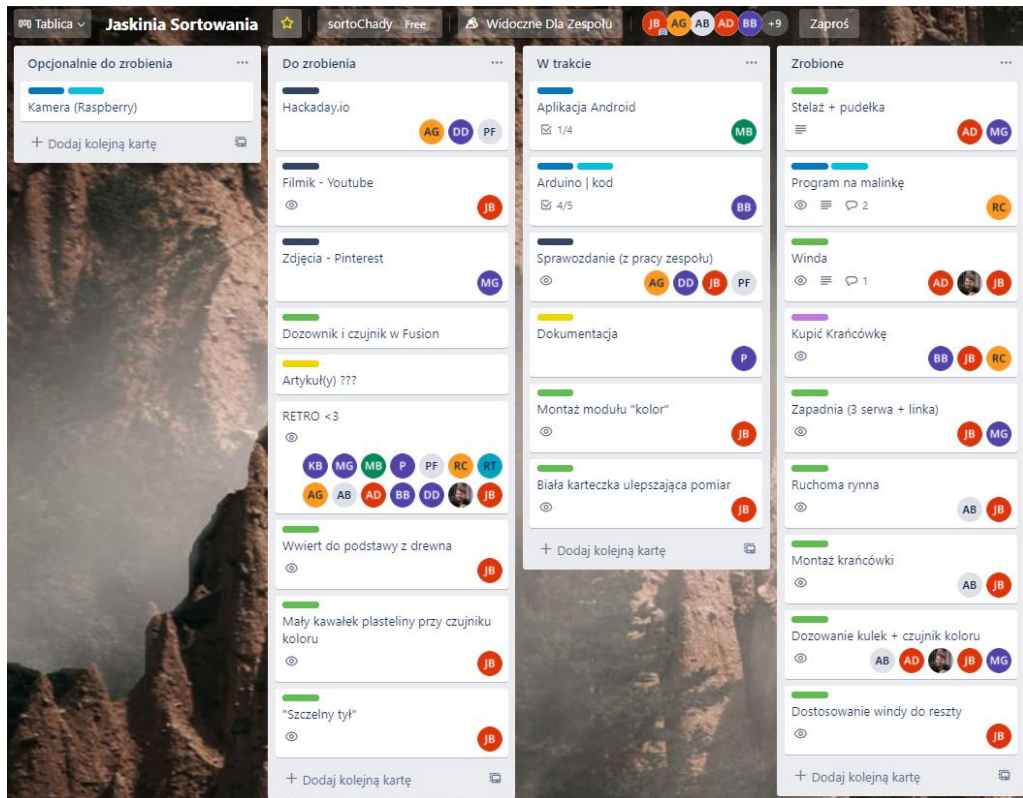
Rys. 2.2. Zrzut ekranu nr 1 z Trello.



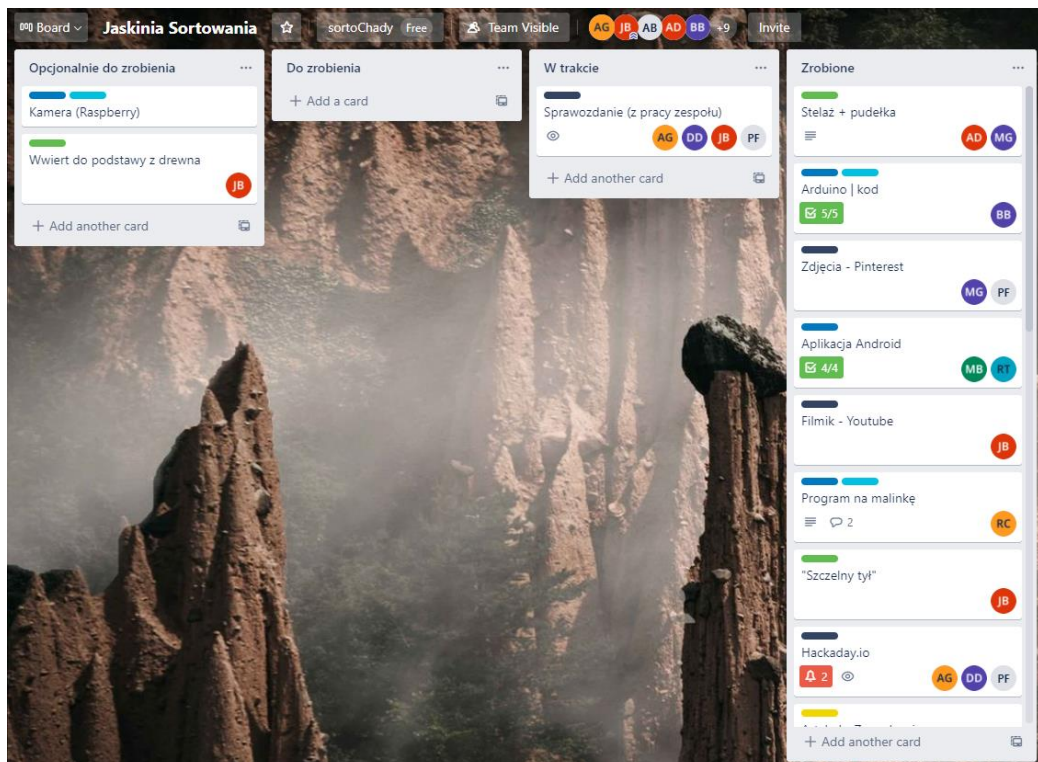
Rys. 2.3. Zrzut ekranu nr 2 z Trello.



Rys. 2.4. Zrzut ekranu nr 3 z Trello.



Rys. 2.5. Zrzut ekranu nr 4 z Trello.



Rys. 2.6. Zrzut ekranu nr 5 z Trello.

Przebieg pracy poszczególnych zespołów

Plan pracy zespołu ElektroSoft

W grupie Elektrosoft zrobiony został podział zespołu na zadania z różnych zagadnień. Były to odpowiednio: Programowanie RaspberryPi, Arduino, tworzenie aplikacji mobilnej, tworzenie dokumentacji projektowej. Na początku pracy zostało założone repozytorium na BitBucket. W repozytorium powstały osobne branche (gałęzie) na kody dla każdego urządzenia: mobile, raspberry, arduino. Zostały przyjęte wymagania przed przystąpieniem do prac takie jak: Opracowanie algorytmu sterowania, napisanie programów, dobranie czujników, określenie systemu sterowania serwami oraz określenie ich liczby i zakresów w jakim będą działać. W obrębie grupy odbywały się niezależne spotkania na których były prowadzone dyskusje oraz konsultacje odnośnie przyjętych koncepcji podczas tworzenia. Na tych spotkaniach została omówiona wspólna wizja projektu- stworzenie systemu ze sterowaniem z arduino i z aplikacji mobilnej. Poddawane były dyskusji tematy takie jak: wybór sterownika głównego, dobór interfejsu, napędów, koncepcje trybów sortowania i ich ilości, komunikacji pomiędzy sterownikami. Zostały rozwiązane problemy takie jak np. utrzymywanie silników elektrycznych prądu stałego/ serw na stałym momencie podczas trzymania podłogi pojemników na kulki. W trakcie prac zrezygnowano z używania w projekcie kamerki i zdalnego dostępu do robota przez aplikację mobilną, przez internet z powodu zbyt dużego skomplikowania związanego ze streamingiem oraz brakiem czasu. Zamiast tego rozwiązania zaproponowano i stworzono sterowanie poprzez bluetooth. Po rozwiązaniu takich problemów wszystkie prace szły zgodnie z planem. W trakcie prac musiały nastąpić zmiany koncepcji (m.in. w związku z rozwiązaniem problemu silników trzymany na stałym momencie) związane np. ze zmianami mechanicznymi układu. Zostały zmienione stosowane napędy, ich ilość. Zmiany te wpływały na algorytm sterowania. Ostatecznie został przyjęty jako sterownik główny RaspberryPi wraz z Arduino służącym jako interfejs do sterowania serwami i silnikami.

Plan pracy i początkowy przebieg budowy układu sortującego - grupa Mechanika

Praca zespołu mechaników została zapoczątkowana spotkaniem na platformie MS Teams, gdzie przedstawiono koncepcję budowy oraz strukturę maszyny sortującej. Każdy z członków miał możliwość wypowiedzenia się na temat własnej wizji dotyczącej projektu. Po

wypowiedzi każdego z członków zespołu pomysły zostały poddane do dyskusji. Z powodu ograniczonej liczby materiałów konstrukcyjnych jakie stanowiły klocki LEGO kilka koncepcji zostało odrzuconych. Pierwsze spotkanie pozwoliło wykreować wstępny zarys jak miałyby wyglądać projekt, lecz przedyskutowane postanowienia musiały zostać omówione z zespołem Elektrosoft, a dokładnie wszelkie informacje na temat sterowania oraz umieszczenia serwomechanizmów i silnika w układzie.

Pierwsze spotkanie zespołu odbyło się u team leadera, podczas którego został rozrysowany początkowy zarys projektu, a następnie nastąpiła dyskusja na temat podziału obowiązków. Dokonany został podział na podzespoły. Zadaniem pierwszego podzespołu było przygotowanie korpusu oraz zbiorników na posegregowane kulki. Drugi podzespół przystąpił do budowy windy, lecz cały wieczór pracy nie był na tyle wystarczający aby uzyskać zamierzony efekt dlatego też konieczne było dokończenie zadania we własnym zakresie. Zadaniem trzeciego podzespołu było przeprowadzenie analizy nad konstrukcją ruchomej rynny. Zadania nie zostały sztywno określone dlatego też zespół rozwiązywał każdy napotkany problem nie tylko w zakresie własnych podzespołów.

Poprzedzając kolejne spotkanie konieczne było zorganizowanie rozmowy na platformie MS Teams w celu omówienia problematycznych zagadnień, które nie zostały rozwiązane. Na drugim spotkaniu została zasymulowana pierwotna praca windy, a po odpowiednim wkładzie pracy zamierzone działania zostało osiągnięte. Następnie został przygotowany dozownik oraz skonstruowano blokadę zapadni przy pomocy dwóch serw. Zbierak, który uprzednio skonstruowano został zaaplikowany do powstającej bryły maszyny sortującej tworząc zwartą konstrukcję.

Na trzecim spotkaniu kontynuowana została praca nad budową ruchomej rynny, która pierwotnie miała zostać wydrukowana przy pomocy drukarki 3D. Zamontowano czujnik koloru oraz skonstruowano na niego obudowę. Została również zamontowana krańcówka przy górnym położeniu windy. Następnie przebudowano strukturę korpusu oraz zapadni tak aby osiągnąć maksymalną stabilność oraz pracę w zamierzonym zakresie ruchu. Dodatkowo położenie dwóch serw służących do blokady zapadni oraz jednego, którego zadaniem jest opuszczanie i podnoszenie musiało zostać dostosowane w celu osiągnięcia pełnej kompatybilności oraz ich zabezpieczenia.

Opis cotygodniowych spotkań całego zespołu

Spotkanie nr 1 / 22.11.2020 / Po pierwszym tygodniu pracy

W ciągu pierwszego tygodnia prac nastąpiły zmiany koncepcji układu względem spotkania organizacyjnego na początku. Zrezygnowano z pomysłu sortowania za pomocą z rynnny z łopatkami zbierającymi kulki tak aby ograniczyć ilość serw potrzebnych do sortowania oraz aby móc przydzielić ich więcej na zbieraniu kulek do pojemników tym samym uzyskując większą sztywność układu oraz optymalizację ilości użytych serw.

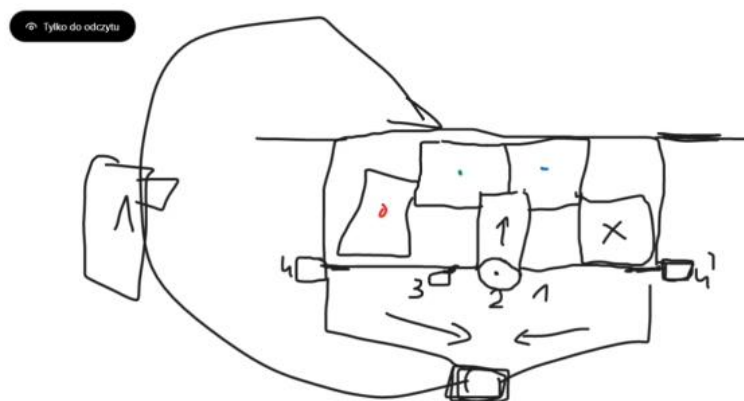
Grupa odpowiedzialna za mechanikę:

Obrano nową koncepcję polegającą na zastosowaniu rynnny umieszczonej na serwomechanizmie które obracając się przyporządkowuje zidentyfikowane wcześniej na czujniku koloru kulki do konkretnych pojemników (4 zbiorniki). Sterowanie rozwiązano za pomocą jednego serwa do kuleczek, a całość podajnika wraz z czujnikiem koloru znajdzie się nad rynną i nie będzie się obracać. Pojemniki posiadają pod sobą ruchomą płytę zbudowaną z lego, która szczelnie trzyma całą podłogę aby kulki nie wyleciały. Płyta jest na osi obrotu wraz z serwem, tak aby móc obrócić podłogę i zwolnić kulki do ponownego sortowania. Podjęto decyzje o zmianie silnika od zapadni na trzy serwa, gdzie dwa serwa są sterowane wspólnym sygnałem sterującym więc działają współbieżnie. Jedno serwo odpowiada za podnoszenie i opuszczanie kłapy, a pozostałe 2 serwa blokują podłogę. Zmiana nastąpiła po namowie ze strony osób z grupy Elektrosoft tak aby nie trzymać momentu na silniku ze względu na małą praktyczność i efektywność tego rozwiązania. Pod kłapą znajduje się wspólny element zbierający kulki posortowane w jedno miejsce. W przyszłym tygodniu będą prowadzone prace nad mechanizmem transportującym kulki na górę do podajnika aby posortować je ponownie tworząc zamkniętą pętlę. Transport z dołu do góry staramy się przygotować za pomocą jednego silnika lego. Łącznie więc planujemy użycie 1 silnika lego i 5 serwomechanizmów sterowanych 4 sygnałami. Wyzwaniem okazało się stworzenie dźwigu transportującego kulki ze względu na problemy występujące przy optymalizacji mechanizmu, tak aby użyć tylko jednego napędu. Budowa tego elementu była priorytetem dla grupy odpowiedzialnej za część mechaniczną sortowania ponieważ ten element sprawiał dużo problemów. W następnym tygodniu planowano również, aby złożyć większość części, tak aby móc przetestować całość.

Grupa odpowiedzialna za elektrosoft:

Grupy odpowiedzialne za elektronikę oraz za oprogramowanie zostały połączone w jedną grupę „Elektrosoft” ze względu za małą ilość osobnych zagadnień dla każdej z grup z osobna. Takie połączenie grupy miało zapewnić lepszą integrację oraz komunikację. Przyjęta została koncepcja zawierająca sterowanie z panelu operatorskiego zbudowanego z microswitchy, wyświetlacza 16x2 oraz diod sygnalizacyjnych. W dalszych fazach zaplanowana została integracja systemu z kamerkami do zdalnego sterowania online wraz z możliwością odcięcia dostępu do kontroli zdalnej i możliwością sterowania offline. Zostały zrobione postępy w kwestii aplikacji mobilnej. Prace przebiegały prawidłowo bez opóźnień, została uzyskana komunikacja pomiędzy elementami. Kilka osób pracowało nad zrobieniem sterowania, ale czekali oni na ostateczną decyzję co do przyjętej koncepcji od grupy zajmującej się budową mechaniczną sortowania. Powstały już wstępne plany odnośnie przyszłej integracji elementów - komunikacja bluetooth, menu na przyciskach z wyświetlaczem oraz obsługa trybów działania. Praca nad programem została podzielona pomiędzy osoby zajmujące się RaspberryPi oraz na osoby zajmujące się Arduino. W tym tygodniu zostały podjęte próby testowania czujnika kolorów. Czujnik został wstępnie podłączony i zostały przeprowadzone testy kulek RGB na tle klocków. Planowane było oklejenie klocków na biało i dodanie dobrego oświetlenia miejsca pomiaru koloru kulek tak, aby czujnik mógł dokonywać poprawnych pomiarów. Obecnie podczas testów czujnik wykazał się małą czułością oraz w nieodpowiednich warunkach może mieć problemy z działaniem. Największym wyzwaniem dla grupy elektrosoft w następnym tygodniu prac będzie sposób przymocowania i umiejscowienia czujnika w klockach lego oraz zaprojektowanie jego współpracy z serwo.

Poniżej przedstawiono przykładowe szkice oraz zdjęcia prezentowane podczas spotkania:



Rys. 2.7. Wstępna koncepcja działania układu sortowania.



Rys. 2.8. Pierwsze postępy budowy.

Spotkanie nr 2 / 29.11.2020 / Po drugim tygodniu pracy

Dział odpowiedzialny za dokumentację techniczną oraz sprawozdania rozpoczyna pracę. Kontaktuje się z innymi zespołami i uzyskuje od nich informacje na temat projektu. Obrona zostaje koncepcja sprawozdania jako „życie kulki” przedstawiająca po kolei drogę kulki w maszynie sortującej od podajnika poprzez czujnik, a następnie rynną do poszczególnych pojemników.

Grupa odpowiedzialna za elektrosoft:

Aplikacja mobilna już jest testowana, zostały napisane programy na RaspberryPi oraz na Arduino, jest w fazie testów komunikacja na linii Arduino-Raspberry np. wysyłanie sygnałów o wykryciu kulki. Sterowanie zostało zrobione za pomocą układu do sterowania silnikami prądu stałego. Algorytmy zostały przygotowane, wymagają dostrojenia do układu rzeczywistego, ale to dopiero będzie robione na kompletnym układzie.

Grupa odpowiedzialna za mechanikę:

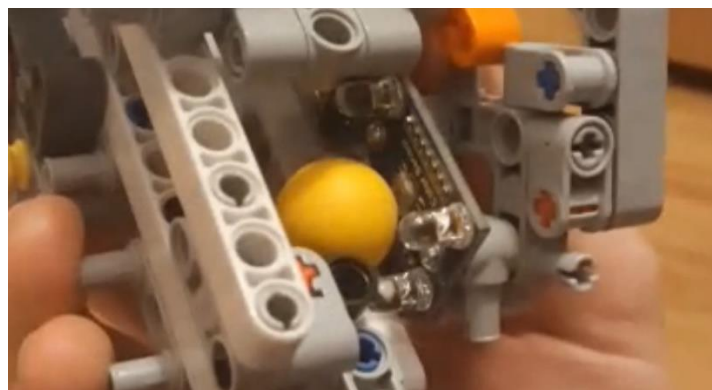
Grupa zajmująca się częścią mechaniczną rozbudowała cały układ o kolejne elementy. Całość została przymocowana do sklejki tak, aby można było przenosić całą konstrukcję bez demontażu. Został przygotowany działający element dźwigu dla kulek z koszykiem, który zabiera kulki posortowane i przemieszcza je w górę do ponownego sortowania. Został zamontowany czujnik koloru wraz z zapadnią podającą po jednej kulce do czujnika. W planach

na następny tydzień pozostaje modyfikacja obecnego rozwiązania tak aby kulka nie dotykała czujnika. Mechanizm podający kulki został zaprojektowany w formie mechanizmu jarzmowego poruszanego serwomechanizmem. Tłok podaje po jednej kulce a następnie wypycha ją (jednocześnie blokując następne) na rynnę, która prowadzi do pojemników. W porównaniu z poprzednim spotkaniem został zmodyfikowany system podawania kulek do pojemników. Została zbudowana nowa rynna podająca oraz inaczej zbudowane pojemniki. Zamieniono silniki elektryczne na serwomechanizmy tak jak to zostało założone na poprzednim spotkaniu.

Poniżej przedstawiono przykładowe szkice oraz zdjęcia prezentowane podczas spotkania:



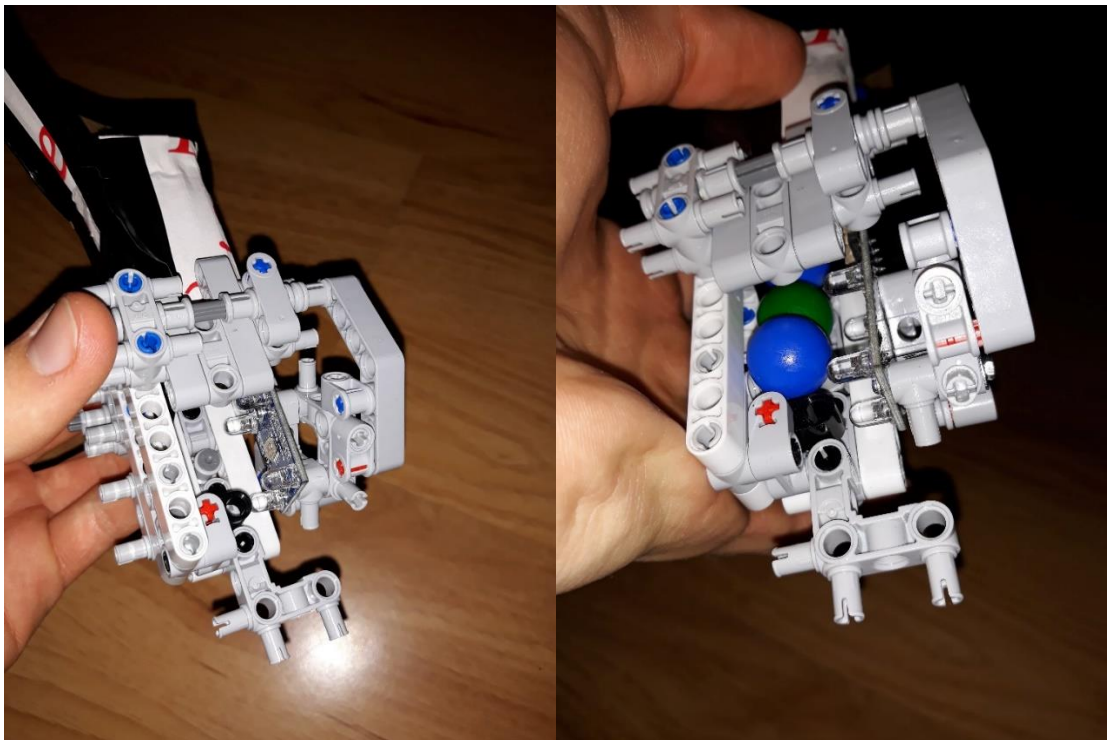
Rys. 2.9. Postęp budowy układu.



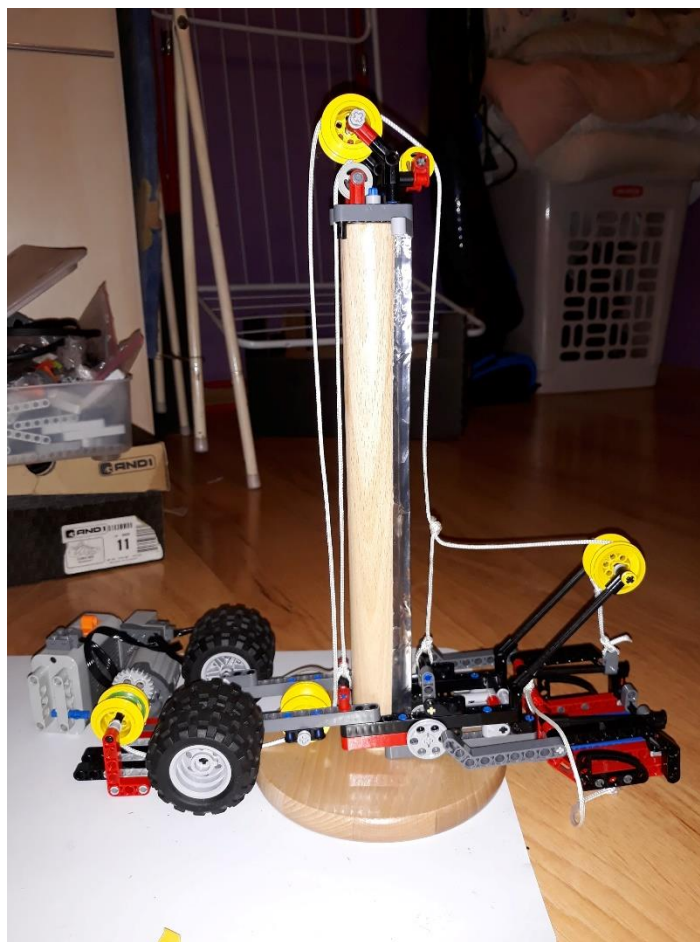
Rys. 2.10. Pomiar koloru kulki przez czujnik RGB.



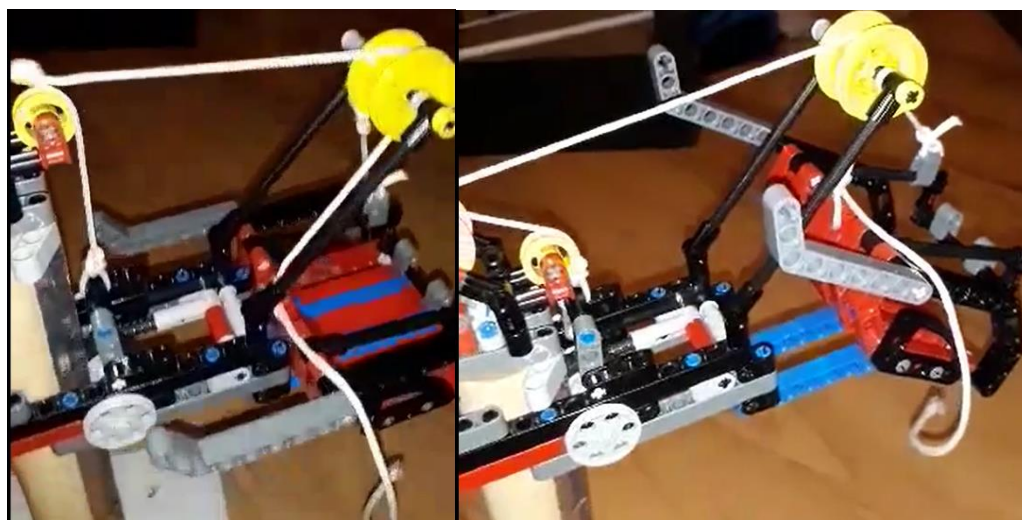
Rys. 2.11 Montaż serwo mechanizmu obsługującej zapadnię kulek z pojemników po sortowaniu.



Rys. 2.12. Zespół odpowiedzialny za pomiar koloru kulki.



Rys. 2.13. Winda transportująca kulki do ponownego sortowania.

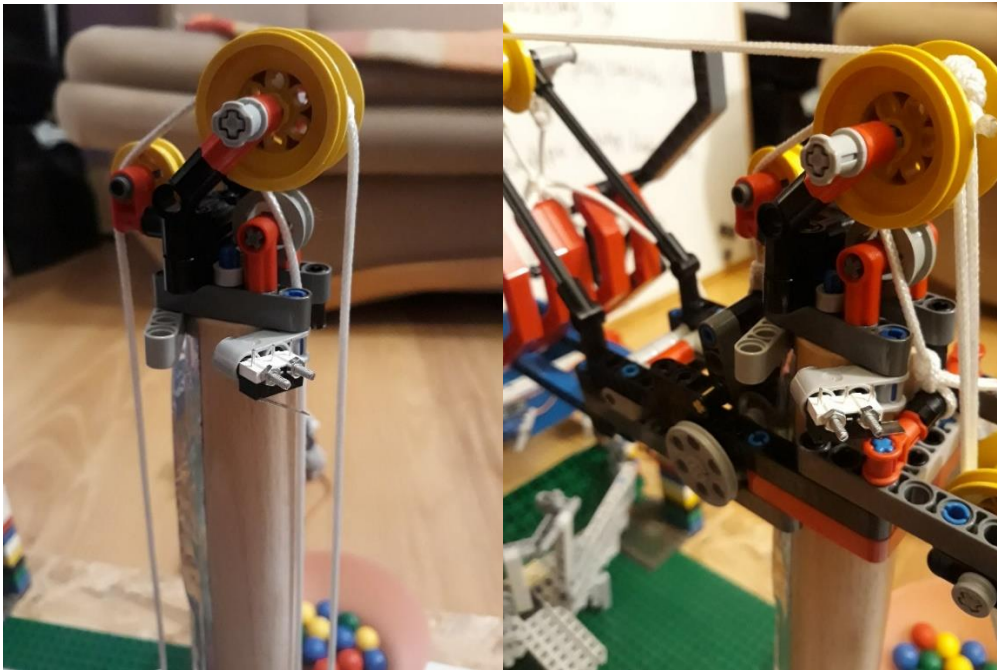


Rys. 2.14. Transport kulek do ponownego sortowania.

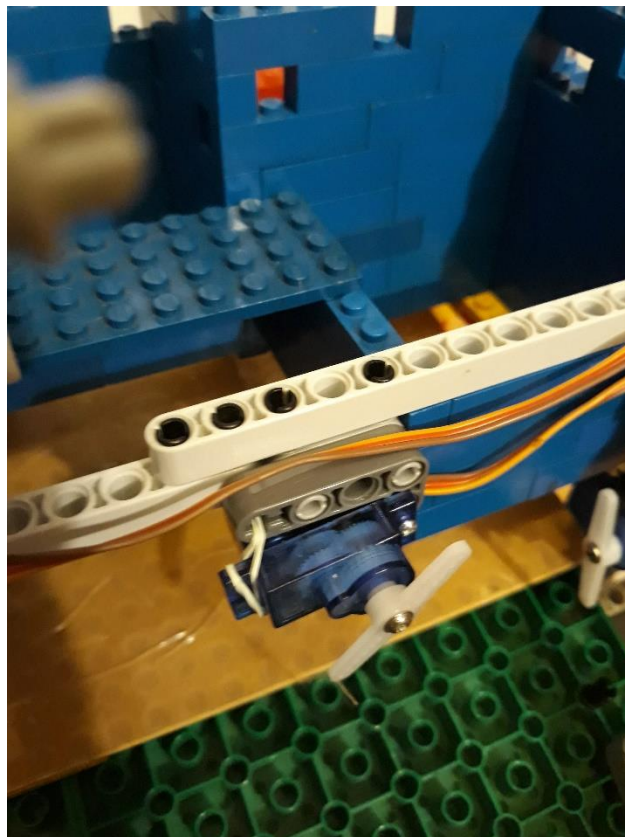
Spotkanie nr 3 / 06.12.2020 / Po trzecim tygodniu pracy

Na spotkaniu poruszono kwestie dotyczące wymogów projektu oraz stopniowej finalizacji wszystkich etapów pracy.

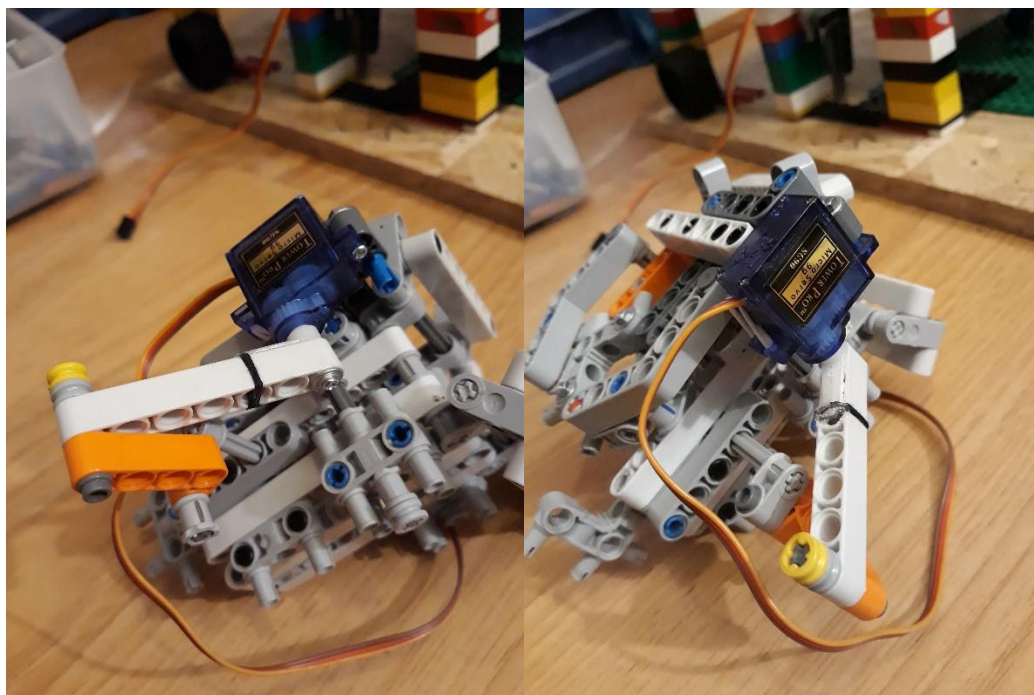
Poczyniono postępy przede wszystkim z układem mechanicznym oraz szczegółami technicznymi. Poniżej przedstawiono kluczowe zmiany i progres w postaci zdjęć.



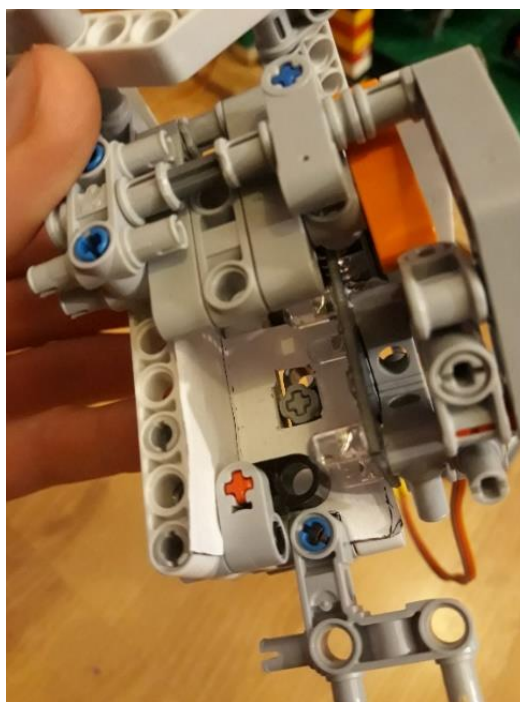
Rys. 2.15. Nowy montaż krańcówki silnika windy transportującej kulki do ponownego sortowania.



Rys. 2.16. Nowy montaż serwomechanizmu.



Rys. 2.17. Moduł wypychający pojedyncze kulki podczas pomiaru koloru – serwomechanizm + mechanizm jarzmowy.



Rys. 2.18. Widok tłoczka mechanizmu jarzmowego wypychającego kulki po pomiarze koloru.



Rys. 2.19. Widok obecnego stanu konstrukcji mechanicznej.

Grupa odpowiedzialna za mechanikę:

Głównym wymaganiem do złożenia całości układu jest i modułu odczytywania koloru kulek do reszty elementów tj. windy transportującej kulki do ponownego sortowania i rynny, która dystrybuuje kulki do odpowiednich pojemników.

Grupa odpowiedzialna za elektrosoft:

Oprogramowanie jest gotowe do implementacji. Pozostaje próba integracji elementów elektronicznych z układem mechanicznym, gdy będzie gotowy.

Etap końcowy

Poniżej widoczne są zdjęcia przedstawiające końcowy efekt projektu.



Rys. 2.20. Końcowy efekt projektu części mechanicznej.



Rys. 2.21. Końcowy efekt projektu części mechanicznej.

Retro

W ostatni dzień pracy nad projektem, gdy wszystkie prace zostały zakończone, lider zespołu przeprowadził anonimową ankietę tzw. Retro na platformie Boldare Boards [5]. Narzędzie to pozwala na tworzenie kolumn odpowiadających konkretnym kategoriom np: “Went well”, “To improve”, “Went bad”, więc dzięki niemu w łatwy sposób można uzyskać odzew na dowolny temat. Każdy użytkownik ankiety może dodać swój komentarz (kartę) do konkretnej kolumny

oraz oddawania “łapki w górę” pod wypowiedziami innych, aby zaznaczyć swoją aprobatę. Najważniejsze wnioski wynikające z przeprowadzonego w ten sposób Retro są następujące:

- Największym atutem projektu okazała się organizacja pracy oraz komunikacja między osobami w zespole, co świadczy o umiejętnościach pracy w zespole każdego członka, kwalifikacjach lidera oraz efektywności użytych narzędzi.
- Do poprawy okazała się terminowość. Faktycznie, ze względu na pracę zdalną oraz wiele niespodziewanych problemów wynikłych w trakcie projektu, niektóre zadania finalizowane były po wcześniej założonym terminie realizacji.
- Kwestią, która najbardziej się nie spodobała członkom zespołu była bardzo mała ilość czasu narzucona z góry na realizację całego projektu od zera. Ograniczony czas wpłynął negatywnie na realizowanie niektórych zadań, spowodował rezygnację z niektórych pomysłów oraz przede wszystkim przyczynił się do braku możliwości zintegrowania części mechanicznej z częścią elektroniki i oprogramowania przed ostatecznym terminem. Przez to efekt końcowy nie był tak spektakularny jak zakładano na początku.