

WorldSkills Junior

Компетенція «Мобільна робототехніка»

Технічне завдання «Робот сортувальник»

Тема категорії мобільна робототехніка

Мобільні роботи використовуються для вирішення низки завдань:

- Переміщення між заздалегідь відомими місцями по заздалегідь описаній схемі
- Взаємодія з відомими об'єктами, розташованими в заздалегідь визначених місцях, і переміщення цих об'єктів в заздалегідь відомі місця
- Взаємодія з відомими об'єктами, розташованими в заздалегідь відомих місцях, і переміщення цих об'єктів в заздалегідь невідомі нові місця
- Вибірка необхідних об'єктів з групи аналогічних об'єктів
- Реагування на ситуації робочого середовища з метою автономного управління загальною мобільністю робота і системою управління об'єктами.
- Підтримка можливості керування оператором з метою керування системою роботи в ситуації коли робот перебуває в зоні прямої видимості оператора.

Мета завдання WorldSkills з мобільної робототехніки полягає в створенні конструкції, яка давала б можливість конкурсантам-технікам з мобільної робототехніки продемонструвати свої знання, навички та таланти за час проведення чемпіонату на території його проведення.

До участі до змагань допускаються команди з двох осіб, віком від 14 до 16 років включно.

Концепція завдання «Робот-сортувальник на заводі металопрокату» полягає в відображенні застосування мобільного робота в МАЙБУТНЬОМУ.

Задум полягає в тому, що в майбутньому робот-сортувальник на заводі металопрокату матиме такі характеристики:

- Штучний інтелект з можливістю самонавчання та прийняття рішень
- Здатність «бачити» навколишнє середовище і інтерпретувати / розпізнавати / реагувати відповідним чином на різні особливості навколишнього середовища під час руху
- Здатність переміщатися у відповідь на голосові команди.
- Здатність розпізнавати колір/QR-код для виявлення та ідентифікації заготовок на відстані до 1 м
- Здатність тримати заготовку та акуратно переміщати її в задане місце
- Здатність розпізнавати правильно точку прийому заготовки для забезпечення безпечного та правильного транспортування/сортування.

Дозволені компоненти

Обчислювальні засоби

В якості контролера для робота учасники можуть використовувати ТІЛЬКИ контролери NI MyRio або Lego EV3.

Учасники можуть використовувати будь-яку мову програмування яку підтримують вище вказані контролери.

Використання будь-яких інших обчислювальних засобів в тому числі додаткових заборонено.

Датчики

Учасники можуть використовувати тільки датчики сумісні з контролерами NI MyRio або Lego EV3.

Комбінувати датчики сумісні з різними контролерами заборонено.

Пояснення. Якщо команда використовує контролер Lego EV3 то вона може використовувати тільки Lego сумісні датчики.

Двигуни

Учасники можуть використовувати двигуни постійного обертання та серво – двигуни тільки з наборів *TETRIX® MAX R/C Robotics Set* та *TETRIX® FIRST® Tech Challenge Competition Set*, використання будь-яких інших двигунів в тому числі з наборів Lego ЗАБОРОНЕНО.

Для керування двигунами за допомогою вище вказаних контролерів учасники повинні використовувати плати розширення: *TETRIX® MAX DC Motor Expansion Controller* для керування двигунами постійного струму та *TETRIX® MAX Servo Motor Expansion Controller* для керування серво-двигунами.

Використання будь-яких інших плат розширення ЗАБОРОНЕНО.

Кількість двигунів що може використовувати команда обмежена кількістю наявних портів підключення у вказаних платах розширення.

Джерела живлення

Учасники змагань можуть використовувати тільки ОДНУ батарею для живлення робота.

Допускаються тільки батареї з комплектів *TETRIX® MAX R/C Robotics Set* та *TETRIX® FIRST® Tech Challenge Competition Set*.

Живлення повинне вмикатись відповідним перемикачем на роботі.

Створення систем без вимикача заборонено.

Вимикач системи живлення повинен бути розташований в видимому місці на роботі.

Конструктивні елементи

Учасники змагань для побудови робота можуть використовувати тільки набори *TETRIX® MAX R/C Robotics Set* та *TETRIX® FIRST® Tech Challenge Competition Set* в якості основного джерела для побудови конструкції робота.

Використання конструктивних елементів з наборів Lego дозволяється ТІЛЬКИ для кріплень датчиків та контролера до основної конструкції робота у випадку використання контролера LEGO EV3.

Використання конструктиву з наборів Lego для створення конструктивних частин робота, наприклад захватів – ЗАБОРОНЕНО.

Учасники можуть використовувати самостійно спроектовані та створені деталі, наприклад надруковані на 3д принтері.

Учасники не можуть використовувати серійні, наявні в продажу, готові до використання безпосередньо після покупки компоненти роботів, наприклад захвати і системи приводу в зборі.

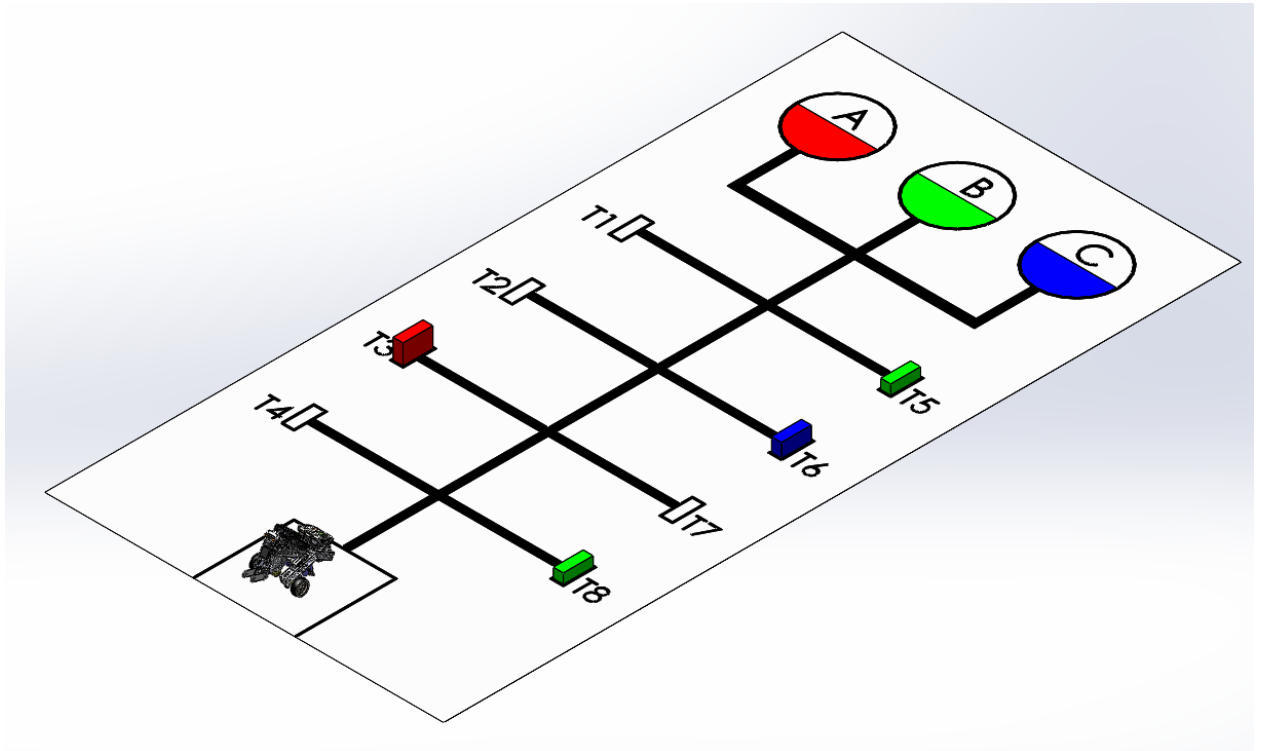
Вимоги до робота

Забороняється використання пневматичних та гідравлічних систем.

Робот повинен бути мобільним по відношенню до майданчику для проведення змагань розміром 2 на 4 метри.

Робот повинен бути мобільним в межах максимального робочого простору робота розміром 600 на 600 на 500 мм.

Технічне завдання



На рисунку зображено поле з роботом який знаходиться в стартовій площадці та чотирма заготовками які потрібно доставити в необхідні зони.

Суть завдання полягає в побудові робота який буде знаходити та доставляти заготовки в правильні точки прийому в повністю автономному режимі.

Поле для проведення змагань представляє собою рівну поверхню білого кольору розміром 2 на 4 метри (Додаток 1).

На полі для навігації робота намальовані лінії чорного кольору, товщина ліній 40мм.

Всього на полі знаходиться 4 заготовки (Додаток 2).

	Розміри Ш*В*Г (мм)	Кількість	Колір заготовки
Тип1	150*100*50	1	Червоний
Тип2	150*50*50	2	Зелений
Тип3	150*70*50	1	Синій

Заготовки розміщуються випадковим чином між вісьмома площадками для зберігання (Т1-Т8).

Існує три точки прийому заготовок. Точка прийому заготовки являє собою круг діаметром 420мм половина якого зафарбована одним із трьох кольорів: червоним, зеленим, синім.

Одночасно робот може доставляти тільки одну заготовку.

Заготовка вважається доставленою якщо повністю знаходиться в точці прийому, при чому колір заготовки повинен відповідати кольору точки прийому, при цьому робот повинен покинути зону прийому заготовки.

Конкурсанти повинні виконати наступні заходи:

- Спроекувати та виготовити прототип мобільного робота, який здатний виконувати технічне завдання в повністю автономному режимі.
- При підготовці до чемпіонату конкурсанти повинні вести Журнал техніка з мобільної робототехніки.
- Конкурсанти повинні бути готові продемонструвати своє знання конструкційних, механічних і електричних систем, а також систем управління, включених ними в проект свого робота, і системи маніпуляції об'єктами. Крім цього, конкурсанти повинні бути готові представити обґрунтування прийнятих проектних рішень.

На місце проведення змагань учасники мають прибути з повністю розібраним прототипом мобільного робота.

ПРИМІТКА.

Визначення розбирання:

- Всі двигуни, датчики і електричні компоненти повинні бути в стані «при поставці».
- Всі встановлені конкурсантом механічні засоби з'єднання конструкційних елементів і точної механіки (гайки і болти / гвинти) повинні бути зняті таким чином, щоб конструкційні та механічні компоненти були повністю відокремлені один від одного.
- ВСІ змонтовані конкурсантом дротові з'єднання компонентів повинні бути розібрані.
- Конкурсанти повинні зібрати робота для чемпіонату на місці його проведення в день 1 чемпіонату, який вважається днем збірки / встановлення робота.
- Конкурсантам дозволяється використовувати програмні файли, створені в рамках підготовки до чемпіонату при виконанні оцінюваних завдань на місці проведення чемпіонату.

Журнал техніка з мобільної робототехніки

Журнал техніка з мобільної робототехніки слугує для виконання таких завдань:

- Дати уявлення про мислення конкурсанта протягом всього процесу розробки мобільного робота / конкретних рішень в рамках завдання у всьому спектрі областей, пов'язаних з такими розробками.
- Висвітлити хід думок конкурсантів у частині розробки робота, структури програмного файлу, загальної стратегії виконання завдання та організації команди в ході оцінки завдань.
- Використання в якості «ресурсу конкурсанта в місці проведення чемпіонату», доступного для отримання інформації конкурсантом при роботі на місці збірки і під час співбесіди з експертним журі.
- Оцінка Журналу техніка з мобільної робототехніки включає оцінку експертним журі вмісту Журналу, присвяченій компетенцій в області комунікацій і міжособистісного спілкування. Журнали перевіряються в частині якості, відповідності та організації їх змісту.

Конкурсанти повинні включити в свій Журнал техніка з мобільної робототехніки наступні чотири розділи, кожен з яких оцінюється та є частиною загальної оцінки.

- Розділ конструкції робота
- Розділ електричних систем
- Розділ керування мобільністю
- Розділ маніпуляції об'єктами

Загальні критерії оцінювання

Оцінювання загалом проводиться в шести номінаціях. Переможець визначається за сумою балів всіх номінацій.

Організація роботи та управління	10 балів
Комунікаційні та міжособистісні навички	10 балів
Дизайн	15 балів
Прототипування	10 балів
Програмування, тестування та налаштування	15 балів
Огляд ефективності та введення в експлуатацію	40 балів
Всього	100 балів

- Оцінювання номінації **«Організація роботи та управління»** відбувається з допомогою системи штрафних карток як у футболі:
 - **Дотримання розкладу:** Всього 3,0 бали по 1.5 бали за кожен день змагань
 - 0 штрафних карток = 1.5 бали
 - 1 штрафна картка = 1.125 балів
 - 2 штрафні картки = 0.75 балу
 - 3 штрафні картки = 0.375 балу
 - 4 штрафні картки = 0 балів
 - **Поведінка на змаганнях, спілкування з напарником, іншими учасниками, судьями.** Всього 2 бали по 1 балу за кожен день змагань.
 - 0 штрафних карток = 1 бал
 - 1 штрафна картка = 0.75 балу
 - 2 штрафні картки = 0.50 балу
 - 3 штрафні картки = 0.25 балу
 - 4 штрафні картки = 0 балів
 - **Організація та управління робочим простором.** Всього 4 бали по 2 бали за кожен день змагань.
 - 0 штрафних карток = 2 бали
 - 1 штрафна картка = 1.5 бали
 - 2 штрафні картки = 1 бал
 - 3 штрафні картки = 0.5 балів
 - 4 штрафні картки = 0 балів
 - **Збірка робота закінчена вчасно.** 1 бал який команда може отримати у випадку якщо закінчить збірку та тестування робота в перший день.

- Номінація «**Комунікаційні та міжособистісні навички**» загалом дає 10 балів для команди. 10 балів нараховуються команді за два напрями по 5 балів за кожен.

- **Оформлення технічного журналу - 5 балів**

Інженерний журнал повинен містити 4 розділи:

- Розділ конструкції робота = 1.5 бали
- Розділ електричних систем = 1.5 бали
- Розділ керування мобільністю = 1.5 бали
- Розділ маніпуляції об'єктами = 1.5 бали

Критерії оцінювання розділу конструкції робота:

- Незадовільно 0 балів - Невідповідна організація контенту, недостатньо деталізована і містить низьку якість або відсутність малюнків/діаграм. Основна стратегія, на якій базуються конструкція робота, НЕ відображається у змісті журналу
- Задовільно 0.5 балу - Узгоджена змістова організація, містить достатню кількість та нормальну якість малюнків/діаграм. Основна стратегія, на якій базуються конструкція робота, є дещо очевидною у змісті журналу.
- Гарно 1 бал - Дуже узгоджена організація контенту, більш ніж достатня в деталях і містить хорошу якість малюнків / діаграм. Основна стратегія, на якій ґрунтуються побудова конструкції робота, чітка і зрозуміла у змісті журналу.
- Відмінно 1.5 бали - Винятково узгоджена організація контенту, відмінна якість малюнків/діаграм. Основна стратегія, на якій ґрунтуються побудова конструкції, відмінно прослідковується у змісті журналу.

Критерії оцінювання розділу електричних систем

- Незадовільно 0 балів – Неповноцінна організація контенту, що не має детальної інформації і містить низьку якість діаграм/схем. Дотримання стандартів промислового електромонтажу НЕ видно у змісті журналу.
- Задовільно 0.5 балу – Узгоджена організація контенту, містить нормальну якість діаграм/схем. Дотримання стандартів промислового електромонтажу дещо очевидно в змісті журналу.
- Гарно 1 бал – Дуже узгоджена організація контенту, більш ніж достатня в деталях і містить хорошу якість діаграм/схем. Дотримання стандартів промислового електромонтажу гарно прослідковується в змісті журналу
- Відмінно 1.5 бали – Винятково узгоджена організація контенту, відмінна у деталях та містить чудову якість діаграм/схем. Дотримання стандартів промислового електромонтажу відмінно відображено у змісті журналу.

Критерії оцінювання розділу керування мобільністю

- Незадовільно 0 балів – Неповноцінна організація контенту, що не містить достатню кількість деталей і має низьку якість малюнків/діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система управління мобільністю, НЕ відображаються у змісті журналу.

- Задовільно 0.5 балу – Узгоджена організація змісту, журнал містить розумну кількість і якість малюнків/діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система керування мобільністю, чітко видно із змісту журналу.
- Гарно 1 бал – Гарно узгоджена організація змісту, журнал містить хорошу якість малюнків/діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується логіка системи керування мобільністю, більш ніж достатньо чітко прослідковується із змісту журналу.
- Відмінно 1.5 бали – Винятково узгоджена організація контенту, покращена деталізація та містить відмінну якість малюнків / діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система керування мобільністю, винятково прослідковується у змісті журналу.

Критерії оцінювання розділу маніпуляції об'єктами

- Незадовільно 0 балів – Неповноцінна організація контенту, не можливо прослідкувати основну думку авторів, розділ містить низьку якість малюнків/діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система управління об'єктами, НЕ відображаються у змісті журналу.
 - Задовільно 0.5 балу – Узгоджена організація змісту, журнал містить нормальну якість малюнків/діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система управління об'єктами, чітко прослідковується у змісті журналу.
 - Гарно 1 бал – Дуже узгоджена організація змісту, журнал містить хорошу якість малюнків / діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система управління об'єктами, більш ніж достатньо відображена у змісті журналу.
 - Відмінно 1.5 бали – Винятково узгоджена організація контенту, чітко прослідковується хід думок авторів, розділ містить відмінну якість малюнків/діаграм. Основна стратегія та функціональні елементи, на яких базується система управління об'єктами, відмінно відображена у змісті журналу.
- **Презентація / співбесіда з суддями - 5 балів**

Учасники представляють свого робота суддям. Обидва учасники представляють ідею рішення завдання, розказують про ключові технології що були використані, складнощі з якими зіткнулись під час підготовки до змагань та шляхи їх вирішення.

- Номінація «Прототипування» має загальну цінність 10 балів та оцінюється групою з трьох експертів з акцентом на наступних областях / елементах:
 - База робота - конструктивні елементи: відповідність збірки рами робота відносно галузевим стандартам кріплення елементів. Структура цілісності рами робота (підгонка між підключеними компонентами, точність кутів вирівнювання компонентів, розміри тощо) – **2.5 бали**.
 - 0 балів - Рама робота погано організована. Багато з'єднань структурних елементів нещільні і дозволяють переміщатися, коли потрібна жорстка фіксація між конструктивними елементами. Використовується надмірна кількість структурних елементів. База робота є нестабільною платформою, що забезпечує слабку підтримку системи маніпуляції об'єктами.
 - 1 бал - Рама робота досить добре організована. Мінімальна кількість з'єднань конструктивних елементів погано зафіксована. Використовується розумна кількість структурних елементів. База робота являє собою помірно стабільну платформу, яка представляє розумну ступінь підтримки системи управління об'єктами.
 - 2 бали - Рама робота дуже добре організована. Всі з'єднання структурних елементів є жорсткими та надійними. Використовується ефективна кількість структурних елементів. База робота - дуже стабільна платформа, яка представляє ефективну ступінь підтримки системи управління об'єктами.
 - 2.5 - Рама робота надзвичайно добре організована. Всі з'єднання структурних елементів є жорсткими та надійними. Використовується дуже ефективна кількість конструктивних елементів. База робота - це надзвичайно стабільна платформа, яка представляє дуже ефективну ступінь підтримки системи управління об'єктами.
 - Відповідність електричної проводки галузевим стандартам. Експертиза електропроводки робота (безпечне розміщення проводів, ефективна організація проводів, якість з'єднань, захист від стирання, роз'єднання) – **2.5 бали**.
 - 0 балів - Розміщення дротів погано організоване. Багато з'єднань нещільні а дроти заплутані. Використовується надмірна кількість дроту. Мітки на дротах відсутні. Дроти розміщуються там, де їм загрожує фізичне пошкодження через рух компонентів або випадкове роз'єднання через рухомі елементи.
 - 1 бал - Розміщення дротів розумно організовано. Допускається декілька нещільних з'єднань. Більшість дротів промарковані. З'єднання досить безпечні. Дроти розміщуються там, де існує мінімальна загроза пошкодження через рух компонентів.
 - 2 бали - Розміщення дротів дуже добре організоване. Жоден дріт не заплутаний а всі з'єднання щільні. Більшість дротів промарковані.

- Дроти розміщені там, де їм мінімально загрожує пошкодження через рух компонентів.
- 2.5 бали - Розміщення проводів надзвичайно добре організоване. Всі з'єднання є надійними. Усі дроти з позначками. Всі з'єднання захищені від випадкового роз'єднання. Дроти розміщені таким чином що їм не загрожує пошкодження через рух компонентів.
- Система моторів та рухомих елементів - Фіксація двигунів (постійного струму, сервоприводів), з'єднання між двигунами та колесами – **2.5 бали**.
 - 0 балів - Двигуни та рухомі елементи погано зафіксовані. Існують розбіжності між кріпленнями рухомих елементів через що механічні елементи не працюють належним чином.
 - 1 бал – Двигуни та рухомі елементи достатньо добре зафіксовані. Кріплення між рухомими елементами забезпечують мінімальну стабільність для функціонування системи.
 - 2 бали – Двигуни та рухомі елементи гарно зафіксовані. Кріплення рухомих елементів забезпечують стабільність функціонування системи.
 - 2.5 бали – Двигуни та рухомі елементи відмінно зафіксовані. Кріплення рухомих елементів забезпечують відмінну стабільність роботи. Люфт між рухомими елементами відсутній.
 - Система маніпуляції об'єктами. Якість кріплення структурних елементів системи маніпуляції об'єктами. Електрична проводка системи маніпуляції об'єктами. Механічні рухомі елементи системи маніпуляції об'єктами – **2.5 бали**.
 - 0 балів – Кріплення структурних елементів системи маніпуляції об'єктами виконано ненадійно, компоненти погано закріплені. Електричні дроти прокладені неохайно, існує високий ризик пошкодження дротів рухомими елементами. Рухомі елементи не налаштовані потрібним чином. Система є неефективною.
 - 1 бал – Кріплення структурних елементів системи маніпуляції об'єктами є досить надійним. Електричні дроти загалом прокладені розумно, існує ризик пошкодження дротів рухомими елементами. Рухомі елементи налаштовані. Система загалом виконує необхідні завдання.
 - 2 бали – Кріплення структурних елементів продумано, та є надійним. Електричні дроти прокладено обережно, дроти промарковані, ризику пошкодження дротів механічними елементами не існує. Система ефективно виконує завдання.
 - 2.5 бали – Кріплення структурних елементів відмінно продумане та є надійним. Дроти прокладено відмінно, ризику випадкового відключення немає. Всі дроти зафіксовано, що унеможливує їх пошкодження. Система є ефективною для взаємодії з об'єктами.

- Номінація «**дизайн**» оцінюється в 15 балів.
 - 0 балів – дизайн робота є непродуманим. Відсутній зв'язок між функціональністю та естетикою. Робот є нефункціональним та зовсім не виконує поставлених задач. Робот загалом виглядає як незакінчений продукт.
 - 5 балів – дизайн робота є логічним. Елементи загалом підходять один до одного. Робот може виконувати технічне завдання. Зв'язок між функціональністю та естетикою відсутній.
 - 10 балів – дизайн робота досить продуманий. Елементи робота виглядають як одне ціле. Робот гарно справляється з задачами на полі. Існує зв'язок між функціональністю та естетикою.
 - 15 балів – всі елементи робота продумані та ідеально доповнюють загальний вигляд. Всі кріплення та рухомі елементи робота повністю продумані. Робот відмінно виконує задачі на полі. Існує чіткий зв'язок між функціональністю та естетикою.

- Номінація «**програмування, тестування та налаштування**» дає команді 15 балів та оцінюється судьями протягом всього часу змагань. Загалом оцінюється якість роботи команди під час змагань. Оскільки відповідно до правил World Skills, 30% технічного завдання повинно бути змінено в день змагань, то оцінюється наскільки ефективно учасники можуть перебудувати елементи робота, змінити програмний код, протестувати та налаштувати робота для виконання завдання.

- Номінація «**огляд ефективності та введення в експлуатацію**» оцінюється в 40 балів. Та є загалом оцінкою ефективності робота під час виконання завдання.
 - за кожну доставлену заготовку в правильну зону команда отримує 10 балів.
 - за кожну заготовку доставлену в неправильну зону команда отримує 4 бали.

Примітка. Заготовка вважається доставленою якщо повністю знаходиться в зоні доставки. При цьому робот повинен покинути зону доставки.

Регламент проведення заїздів

Кожна команда має два тестові заїзди, та три основні.

Тестові заїзди відбуваються в порядку загальної черги у час визначений організаторами на місці. Тестові заїзди проводяться в перший день змагань (за умови якщо учасники зберуть та налаштують робота) та на початку другого дня змагань.

Залікові заїзди відбуваються в другий день змагань. Порядок та час заїздів вирішується організаторами.

Одночасно на полі знаходиться одна команда.

Для участі в заїзді учасник команди в порядку визначеному на організаторами ставить робота в стартову площадку.

По команді судді учасник вмикає робота та/або запускає програму на контролері.

Після старту учасник не має права доторкатись до робота, поправляти його відносно траєкторії і т.д.

На доставку всіх заготовок дається 10 хвилин, після 10 хвилин заїзд зупиняється та команда отримує бали за заготовки які робот встигнув доставити.

Якщо робот доставив всі заготовки менше ніж за 10 хвилин заїзд зупиняється команда отримує бали за доставлені заготовки.

Якщо робот учасника з якихось причин не може продовжувати заїзд (робот втратив орієнтацію в просторі та не може повернутись до необхідної траєкторії, безпричинно зупинився та стоїть протягом 20 секунд, зламався) суддя припиняє заїзд, та дозволяє учаснику забрати робота з майданчику, при цьому бали що набрані до поломки записуються як результат заїзду.

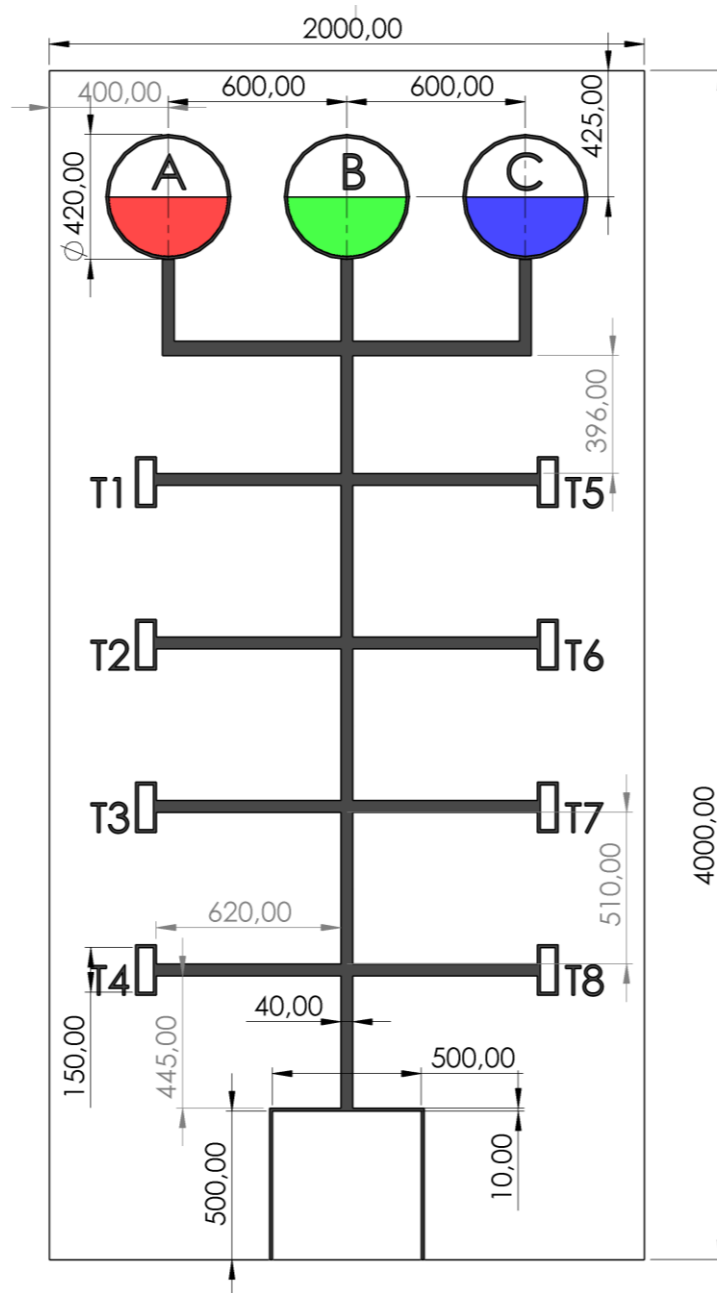
Якщо учасник з якихось причин хоче зупинити заїзд свого робота, він повинен підняти руку та повідомити про це суддю, в цьому випадку заїзд вважається завершеним, бали що були набрані командою до зупинки заїзду записуються як результат цього заїзду.

До заліку враховується найкраща спроба.

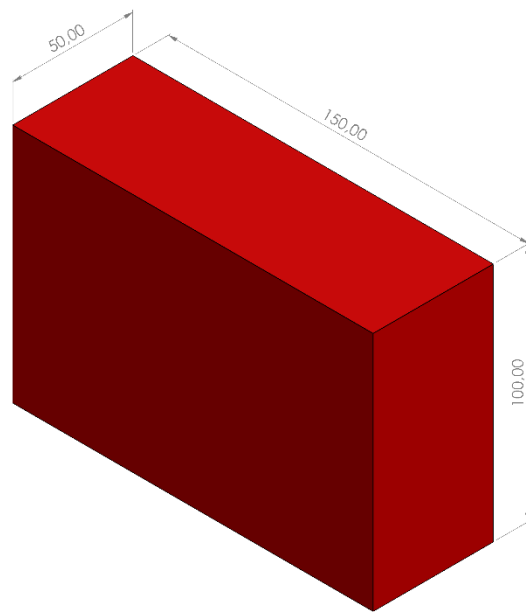
30% зміни технічного завдання

- Змагання WorldSkills вимагають, щоб 30% технічного завдання були змінені в день змагань та невідомі конкурсантам.
- Різні фізичні характеристики середовища для виконання завдання дають змогу учасникам створити унікальне та універсальне рішення завдання, а не просто описати послідовність дій.
- Зміна технічного завдання на 30% не передбачає впровадження нових фізичних властивостей середовища, що не вимагає від конкурсантів створення абсолютно нового рішення.
- Зміна 30% технічного завдання передбачає:
 - Випадкову розстановку заготовок для кожного учасника
 - Зміну кольорів заготовок
 - Зміну кольорів точок прийому заготовок.

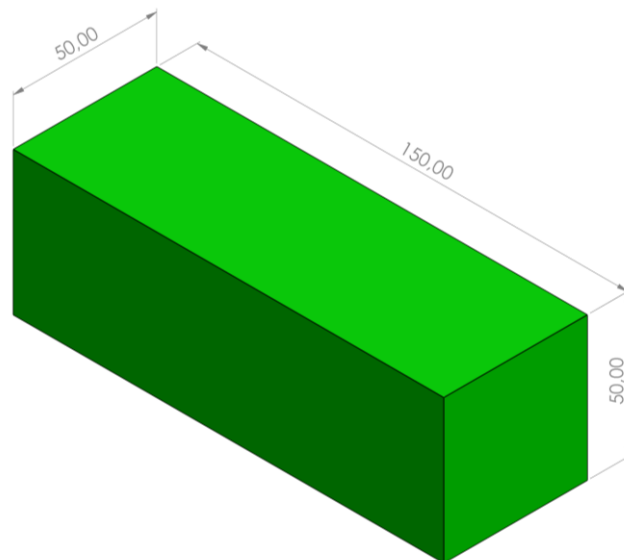
Додаток 1. Розміри поля та розмітки. Всі розміри вказані в міліметрах.



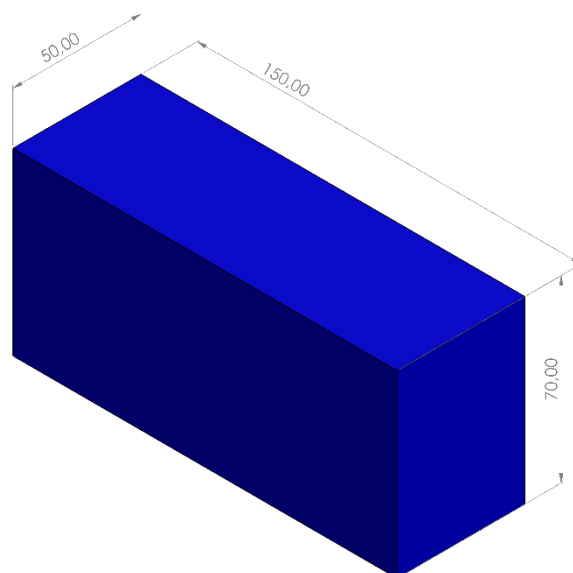
Додаток 2. Заготовки



Тип заготовки 1



Тип заготовки 2



Тип заготовки 3