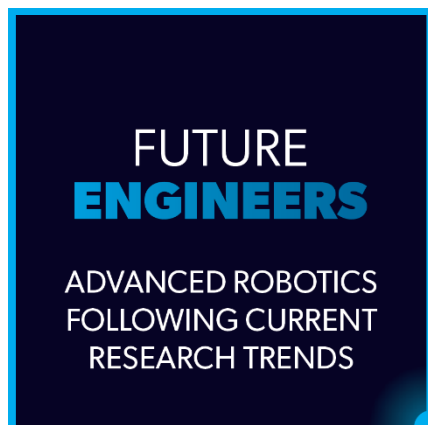




กติกากการแข่งขัน Future Engineers

ประจำปี 2566

อายุ 14 – 19 ปี

WRO 2023
SELF – DRIVING - CARS

กติกาอย่างเป็นทางการสำหรับรอบชิงชนะเลิศ WRO International เวอร์ชัน : 15 มกราคม 2566

(หมายเหตุ : กติกาสำหรับการแข่งขัน WRO ของแต่ละพื้นที่อาจแตกต่างกันออกไป)

WRO International Premium Partner



education

สารบัญ

1. อัปเดตกติกาทั่วไปจากปี 2022 สู่ 2023.....	3
1. ข้อมูลทั่วไป.....	5
2. คำจำกัดความทีมและกลุ่มอายุ.....	6
3. ความรับผิดชอบและผลงานของทีมงาน.....	6
4. เอกสารเกมและลำดับของกติกา.....	7
5. รายละเอียดเกม และสนามแข่ง.....	8
6. กติกาเซอร์ไพรส์.....	10
7. เอกสารของวิศวกรใน Github	10
8. รอบการแข่งขัน.....	11
9. กติกาของเกม.....	17
10. คะแนน.....	20
11. วัสดุและข้อกำหนดของตัวรถ.....	22
12. รูปแบบการแข่งขัน.....	24
13. สนามแข่งและอุปกรณ์.....	25
14. อภิธานศัพท์.....	29
ภาคผนวก A: การอธิบายรูปแบบ	31
ภาคผนวก B: สนามแข่งขันสำหรับรอบชิงชนะเลิศระดับชาติ/ระดับภูมิภาค.....	45
ภาคผนวก C: การประเมินเอกสารทางวิศวกรรม.....	47
ภาคผนวก D: ชุดส่วนประกอบทางไฟฟ้าขั้นต่ำ	52

อัปเดตกติกาทั่วไปจากปี 2022 สู่ 2023

การเปลี่ยนแปลงหลักในกติกาทั่วไปจากปี 2022 สู่ 2023 แสดงไว้ดังนี้ :

บทที่ 5 และอัปเดตการให้คะแนน ในบทที่ 10	รายละเอียดเกมและสนามแข่งขัน ความต่อเนื่องของรถไปยังรอบที่สามจะแสดงด้วยป้ายจราจรสุดท้ายของ รอบที่สอง เครื่องหมายจราจรสีเขียวแสดงว่าหุ่นยนต์ต้องไปข้างหน้าและ ดำเนินการต่อรอบที่สามในทิศทางเดียวกัน เครื่องหมายจราจรระบุว่ารถ ต้องเลี้ยวและวนรอบที่สามในทิศทางตรงกันข้าม
บทที่ 6	โอกาสในการตั้งกติกาเซอร์ไพรส์
บทที่ 7	ข้อมูลอัปเดตเกี่ยวกับเอกสารทางวิศวกรรม
กติกา 9.17	การชน/สัมผัสผนัง การหยุดรอบการแข่งขันนั้นจะหยุดก็ต่อเมื่อผนังเคลื่อน ออกจากตำแหน่งเท่านั้น กล่าวคือ ทำให้ผนังด้านในหรือด้านนอกเสียหาย จึงจะอนุญาตให้ซ่อมได้
กติกา 9.22	การดำเนินการซ่อมแซม : จะได้รับอนุญาตให้ปิดรถเมื่อนำออกจากสนาม และเปิดเมื่อวางบนสนามหลังการซ่อมแซม โปรแกรมไม่สามารถ เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ ผ่านการเปลี่ยนแปลงทาง กายภาพของหุ่นยนต์ เวลาจะไม่ถูกหยุดเพื่อซ่อมแซม
กติกา 9.23.5	ขนาดของรถยังคงมากกว่าขีดจำกัด หลังจากเวลาซ่อม 3 นาที
บทที่ 10 / คะแนน	เปลี่ยนการให้คะแนน มีโอกาสทำคะแนนต่อรอบมากขึ้นแม้ว่าป้ายจราจร จะถูกย้ายออกจากวงกลมหรือถูกชน
กติกา 11.3/11.11/11.12	คำจำกัดความที่ชัดเจนเกี่ยวกับจำนวนมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนยานพาหนะ และวิธีการใช้งาน
ภาคผนวก C ใหม่	เอกสารทางวิศวกรรมมีน้ำหนักมากขึ้นในการให้คะแนนสุดท้ายของการ แข่งขัน ภาคผนวก C ใหม่สำหรับการให้คะแนนเนื้อหา

นอกจากนี้ โปรดทราบว่าในระหว่างฤดูกาลแข่งขัน อาจมีการชี้แจงหรือเพิ่มเติมกฎกติกาอย่างเป็นทางการจาก
WRO ในช่องทางของคำถามและคำตอบ (Questions & Answers) โดยคำตอบ จะถูกมองว่าเป็นกฎกติกา
เพิ่มเติม

คุณสามารถค้นหาคำถามและคำตอบของ WRO 2023 ได้ที่ :

<https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

สิ่งสำคัญ : ใช้เอกสารฉบับนี้ในการแข่งขันระดับประเทศ

เอกสารกฎ กติกาฉบับนี้จัดทำขึ้นสำหรับการแข่งขัน WRO ทั่วโลก โดยอ้างอิงจากการตัดสินระดับนานาชาติ สำหรับการแข่งขันฯ ระดับประเทศ ผู้จัดงานในแต่ละประเทศนั้นมีสิทธิ์ เปลี่ยนแปลงกฎ กติกาสากลเหล่านี้ เพื่อปรับให้เข้ากับสถานการณ์ในแต่ละท้องถิ่น ทุกทีมที่เข้าร่วมการแข่งขัน WRO ระดับประเทศ ควรใช้กติกาทั่วไปตามผู้จัดงานในแต่ละประเทศกำหนด

1. ข้อมูลทั่วไป

บทนำ

ในหมวดหมู่ WRO Future Engineers ทีมต้องให้ความสำคัญกับทุกส่วนของกระบวนการทางวิศวกรรม ทีมจะได้รับคะแนนจากการจัดทำเอกสารกระบวนการ และสร้างที่เก็บ GitHub เป็นสาธารณะ ภารกิจหรือโจทย์นี้จะเปลี่ยนแปลงทุกๆ 3-4 ปี

ในการแข่งขันรถยนต์ไร้คนขับ รถยนต์จำเป็นต้องขับเคลื่อนอย่างอัตโนมัติบนเส้นทางที่สุ่มเปลี่ยนไปในแต่ละรอบ

จุดโฟกัส

ทุกหมวด WRO มีการเน้นเป็นพิเศษในการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์ ในหมวด WRO Future Engineers จะมุ่งเน้นการพัฒนาในด้านต่อไปนี้:

- การใช้คอมพิวเตอร์วิชั่น และเซนเซอร์ต่าง ๆ เพื่อประเมินสถานะของเส้นทางวิ่ง และตัวรถเอง
- การทำงานของรถด้วยฮาร์ดแวร์โอเพนซอร์ส เช่น เครื่องกลไฟฟ้า และตัวควบคุม
- การวางแผนปฏิบัติการ การควบคุมชิ้นส่วนหุ่นยนต์ที่เคลื่อนไหว และความแตกต่างทางจลนศาสตร์จากการขับเคลื่อนแบบ Differential Drive (เช่น แบบ Steering)

- กลยุทธ์ที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาภารกิจ รวมถึงความเสถียรของการแก้ไขภารกิจ
- การทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การแก้ปัญหา การจัดการโครงการ ความคิดสร้างสรรค์
- เอกสารทางวิศวกรรมเพื่อแสดงความคืบหน้าและกลยุทธ์การออกแบบ

สำหรับทีมที่สนใจเข้าร่วมในหมวดหมู่นี้ เราได้สร้างคู่มือการเริ่มต้นใช้งาน ซึ่งจะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อกำหนดของรถ วิธีแก้ปัญหาทางเทคนิคที่เป็นไปได้ และข้อผิดพลาด ที่นี้นักเรียนสามารถเริ่มได้รับแนวคิดเกี่ยวกับวิธีติดตั้งรถที่ใช้สำหรับการแข่งขันครั้งนี้

การเรียนรู้คือสิ่งสำคัญที่สุด

WRO ต้องการสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนทั่วโลกในวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM และเราต้องการให้นักเรียนพัฒนาทักษะผ่านการเรียนรู้อย่างสนุกสนานผ่านการแข่งขันของเรา นี่คือเหตุผลที่ประเด็นต่อไปนี้เป็นกุญแจสำคัญสำหรับโปรแกรมการแข่งขันทั้งหมดของเรา:

- ครู ผู้ปกครอง หรือผู้ใหญ่ คนอื่นๆ สามารถช่วย แนะนำ และสร้างแรงบันดาลใจให้กับทีมได้ แต่ไม่ได้รับอนุญาตให้สร้างหรือเขียนโค้ด/โปรแกรมหุ่นยนต์
- ทีม ผู้ฝึกสอน และผู้ตัดสินยอมรับหลักการแนวทาง WRO และหลักจรรยาบรรณของ WRO ที่จะทำให้เราทุกคนตระหนักถึงการแข่งขันที่ยุติธรรมและเรียนรู้อย่างเต็มที่
- ในวันแข่งขัน ทีมและผู้ควบคุมทีมเคารพการตัดสินใจของผู้ตัดสินขั้นสุดท้าย และทำงานร่วมกับทีมอื่นและผู้ตัดสิน ในการแข่งขันที่ยุติธรรม

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประมวลจริยธรรม WRO Ethics Code สามารถพบได้จากที่นี่:

<https://wro-association.org/wp-content/uploads/2021/08/WRO-Guiding-Principles-and-Ethics-Code-2022.pdf>

2. คำจำกัดความทีมและกลุ่มอายุ

- 2.1. ทีมประกอบด้วยนักเรียน 2 หรือ 3 คน
- 2.2. ทีมได้รับคำแนะนำจากผู้ควบคุมทีม
- 2.3. สมาชิกในทีม 1 คนและผู้ควบคุมทีม 1 คน ไม่ถือว่าเป็นทีมและไม่สามารถเข้าร่วมได้
- 2.4. ทีมสามารถเข้าร่วมในหมวดหมู่ WRO ได้เพียงหมวดเดียวในหนึ่งฤดูกาล
(สำหรับการแข่งขันในประเทศไทย ได้ยกเว้นข้อกำหนดนี้)
- 2.5. นักเรียนทุกคนสามารถเข้าร่วมได้ทีมเดียวเท่านั้น
- 2.6. อายุขั้นต่ำของผู้ควบคุมทีมในการแข่งขันระดับนานาชาติคือ 18 ปี
- 2.7. ผู้ควบคุมทีมอาจทำงานร่วมกับทีมมากกว่าหนึ่งทีม
- 2.8. กลุ่มอายุสำหรับหมวดหมู่นี้กำหนดไว้สำหรับนักเรียนอายุ 14-19 ปี
(ในฤดูกาล 2023 : ปีเกิด 2547 - 2552)
- 2.9. อายุสูงสุดหมายถึงอายุที่ผู้เข้าร่วมนามตามปฏิทินของการแข่งขัน ไม่ใช่อายุของในวันแข่งขัน

3. ความรับผิดชอบและผลงานของทีมงาน

3.1. ทีมควรเล่นอย่างยุติธรรมและให้เกียรติทีม ผู้ควบคุมทีม กรรมการผู้ตัดสิน และผู้จัดการแข่งขัน โดยการแข่งขันใน WRO ทีมและผู้ควบคุมทีมยอมรับ WRO Guiding Principles ที่สามารถพบได้ที่:

<https://wro-association.org/wp-content/uploads/2021/08/WRO-Guiding-Principles-and-Ethics-Code-2023.pdf>.

3.2. ทุกทีมและผู้ควบคุมทีมต้องลงนามรับรอง WRO Ethics Code ผู้จัดการแข่งขันจะกำหนดวิธีการรวบรวมและการลงนาม

3.3. การโปรแกรมของรถ และการทำโครงสร้าง สามารถทำได้โดยทีมงานเท่านั้น หน้าที่ของผู้ควบคุมทีมคือติดตามทีมและสนับสนุนพวกเขาในกรณีที่มามีคำถามหรือปัญหา แต่ไม่สามารถให้เขียนโปรแกรมรถ และด้านโครงสร้าง ข้อกำหนดนี้ใช้กับทั้งวันแข่งขันและวันซ้อม

3.4. ทีมไม่ได้รับอนุญาตให้สื่อสารกับบุคคลภายนอกพื้นที่การแข่งขันไม่ว่าในทางใด ๆ ในขณะที่การแข่งขันกำลังดำเนินอยู่ หากจำเป็นต้องสื่อสาร กรรมการผู้ตัดสินอาจอนุญาตให้สมาชิกในทีมสื่อสารกับผู้อื่นภายใต้การดูแลของกรรมการผู้ตัดสิน

3.5. ไม่อนุญาตให้สมาชิกในทีมนำโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ เข้าสู่พื้นที่การแข่งขัน

3.6. ห้ามทำลายหรือดัดแปลงสนาม/โต๊ะ วัสดุ หรือรถของทีมอื่น

3.7. ไม่อนุญาตให้ใช้โปรแกรมควบคุมของรถที่ (ก.) เหมือนหรือคล้ายคลึงกันมากเกินไปกับโซลูชันที่ขายออนไลน์หรือ (ข.) เหมือนกันหรือคล้ายกันมากเกินไปกับโซลูชันอื่นในการแข่งขันและไม่ใช้ผลงานของทีมอย่างชัดเจน ซึ่งรวมถึงโซลูชันจากทีมของสถาบันและ/หรือประเทศเดียวกัน โครงรถที่ถูกผลิตขึ้นเป็นชุดสามารถนำมาใช้ในการแข่งขันได้ โครงสร้างของรถจึงไม่ถูกตรวจสอบการลอกเลียนแบบ

3.8. หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับกฎ 3.3 และ 3.7 ทีมงานจะถูกสอบสวนและผลที่ได้ ๆ ที่กล่าวไว้ในข้อ

3.9 สามารถนำไปใช้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีเหล่านี้ กฎข้อ 3.9.4 อาจถูกนำมาใช้เพื่อไม่อนุญาตให้ทีมนี้ก้าวไปสู่การแข่งขันครั้งต่อไป แม้ว่าทีมจะชนะการแข่งขันด้วยวิธีแก้ปัญหาที่ไม่น่าจะใช้ของตัวเองก็ตาม

3.9. หากกฎข้อใดข้อหนึ่งที่กล่าวถึงในเอกสารนี้ฝ่าฝืนหรือละเมิด กรรมการสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับผลที่ตามมาอย่างน้อยหนึ่งข้อต่อไปนี้อย่างรวดเร็ว ก่อนหน้านั้น ทีมงานหรือสมาชิกในทีมแต่ละคนอาจถูกสัมภาษณ์เพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการละเมิดกฎที่เป็นไปได้ ซึ่งอาจรวมถึงคำถามเกี่ยวกับรถหรือโปรแกรม

3.9.1. ทีมอาจไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าร่วมการแข่งขันอย่างน้อยหนึ่งรอบหรือมากกว่า

3.9.2. ทีมอาจได้รับคะแนนลดลง 50% ในการแข่งขันหนึ่งรอบหรือมากกว่า

3.9.3. ทีมอาจไม่ผ่านเข้ารอบในการแข่งขันรอบต่อไป

3.9.4. ทีมอาจไม่ผ่านเข้ารอบชิงชนะเลิศระดับชาติ/ระดับนานาชาติ

3.9.5. ทีมอาจถูกตัดสิทธิ์จากการแข่งขันโดยสิ้นเชิง

4. เอกสารเกมและลำดับของกติกา

4.1. ทุกปี WRO จะเผยแพร่กติกาทั่วไปเวอร์ชันใหม่สำหรับหมวดหมู่นี้ รวมถึงคำอธิบายที่เป็นรูปธรรมของการแข่งขันรถยนต์ขับเคลื่อนไร้คนขับ(self-driving vehicle game) กฎเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับกิจกรรม WRO ระดับนานาชาติทั้งหมด

4.2. ระหว่างฤดูกาลแข่งขัน WRO อาจเผยแพร่คำถามและคำตอบเพิ่มเติม (Q&A) ที่สามารถชี้แจงขยาย หรือกำหนดกฎกติกาใหม่ในเกมและเอกสารกติกาทั่วไป ทีมควรอ่าน Q&A เหล่านี้ก่อนการแข่งขัน

4.3. เอกสารกติกาทั่วไป และ Q&A อาจแตกต่างกันในแต่ละประเทศเนื่องจากการปรับให้เหมาะสมตามแต่ละท้องถิ่น ทีมผู้เข้าแข่งขันควรทราบว่ากติกาการแข่งขันในระดับนานาชาติอาจต่างจากกติกาการแข่งขันภายในประเทศ

4.4. ในวันแข่งขัน จะใช้ลำดับของกติกาต่อไปนี้:

4.4.1. เอกสารกติกาทั่วไปสร้างพื้นฐานสำหรับกฎในหมวดหมู่นี้

4.4.2. คำถาม และคำตอบ (Q&A) สามารถเขียนเพิ่มเติมกติกาในเกม และเอกสารกติกาทั่วไปได้

4.4.3. หัวหน้าผู้ตัดสินในวันแข่งขันถือเป็นที่สุดในการตัดสิน

5. รายละเอียดเกม และสนามแข่ง

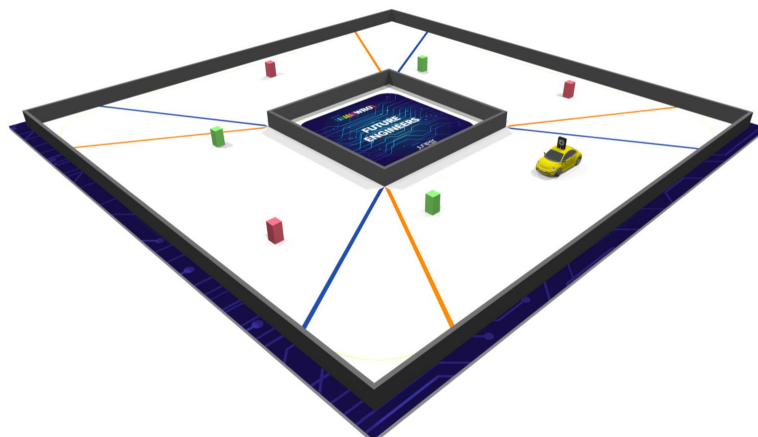
โจทย์ของการแข่งขันรถยนต์ไร้คนขับในฤดูกาลนี้คือ เป็นการแข่งขันแบบ Time Attack : จะไม่มีรถหลายคันพร้อมกันในสนามแข่ง แต่ทีมจะต้องพยายามทำให้ได้เวลาที่ดีที่สุดหนึ่งในการแข่งขัน โดยการขับเคลื่อนรถอย่างอัตโนมัติหลายรอบ เงื่อนไขของสองภารกิจดังต่อไปนี้

ภารกิจรอบคัดเลือก (Open Challenge) : รถจะต้องผ่านสาม (3) รอบในสนามแข่งโดยมีตำแหน่งแบบสุ่มของผนังด้านในของแทร็ก

ภารกิจรอบสุดท้าย (Obstacle Challenge) : รถจะต้องผ่านสาม (3) รอบในสนามแข่งโดยมีป้ายจราจรสีเขียวและสีแดงวางแบบสุ่ม เครื่องหมายจราจรระบุเลนด้านข้างที่รถต้องปฏิบัติตาม ป้ายจราจรให้**ชิดเลนขวาเป็นเสาสีแดง** ป้ายจราจรให้**ชิดเลนซ้ายเป็นเสาสีเขียว** ความต่อเนื่องของรถไปยังรอบที่สามจะแสดงด้วยป้ายจราจรสุดท้ายของรอบที่สอง เครื่องหมายจราจรสีเขียวแสดงว่าหุ่นยนต์ต้องไปข้างหน้าและดำเนินการต่อรอบที่สามในทิศทางเดียวกัน ป้ายจราจรสีแดงแสดงว่ารถต้องเลี้ยวและวนรอบที่สามในทิศทางตรงกันข้าม ห้ามมิให้รถเคลื่อนที่หรือทำให้เครื่องหมายจราจรล้มลง

ทิศทางเริ่มต้นที่รถต้องขับบนสนามแข่ง (ตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา) จะแตกต่างกันไปในแต่ละรอบการแข่งขัน ตำแหน่งเริ่มต้นของรถรวมถึงจำนวนและตำแหน่งของป้ายจราจรจะถูกสุ่มกำหนดก่อนรอบ (หลังเวลาตรวจสอบ)

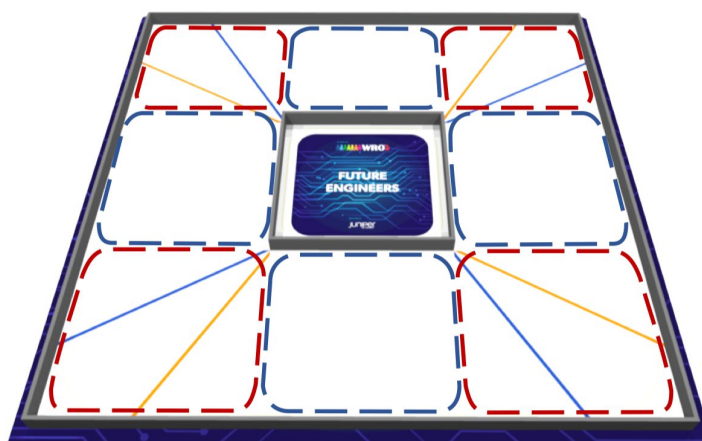
ภาพต่อไปนี้จะแสดงสนามแข่งขันพร้อมวัสดุในเกม



รูปที่ 1 รายละเอียดสนามแข่ง

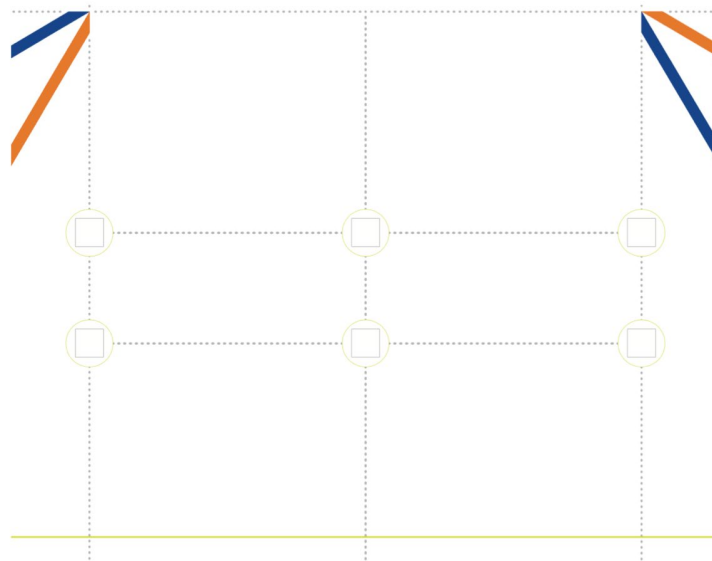
สนามแข่งขันเป็นเหมือนสนามแข่งรถที่มีป้ายจราจร (ป้ายจราจรแทนด้วยสิ่งกีดขวางที่เป็น สี - เส้า)

เส้นทางวิ่งประกอบด้วย 8 ส่วน : ส่วนมุม 4 ส่วน และส่วนทางตรง 4 ส่วน ส่วนมุมจะถูกทำเครื่องหมายด้วยเส้นประสีแดง ส่วนทางตรงจะถูกทำเครื่องหมายด้วยเส้นประสีน้ำเงิน แสดงดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงส่วนต่าง ๆ ของสนามแข่ง

ทุกส่วนทางตรงจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 โซน โซนภายใน 6 โซนสำหรับระบุตำแหน่งสตาร์ทรถแยกตัว T จำนวน 4 จุด และทางแยก X จำนวน 2 จุด ใช้สำหรับวางตำแหน่งป้ายจราจร เรียกว่า ที่วางป้ายจราจร แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงโซนและจุดวางป้ายจราจรในส่วนทางตรง

6. กติกาเซอร์ไพรส์

สามารถประกาศกติกาเซอร์ไพรส์สำหรับการแข่งขันระดับนานาชาติได้ก่อนการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติ กฎนี้สามารถเพิ่ม / แก้ไข / เปลี่ยนแปลงกฎที่มีอยู่ได้ และทีมที่ผ่านเข้ารอบจะมีเวลาเตรียมตัวก่อนการแข่งขัน

7. เอกสารของวิศวกรใน Github

ศาสตร์ทางวิศวกรรม คือการเรียนรู้หรือสร้างวิธีการแก้ปัญหาและการสื่อสาร หรือแบ่งปันเพื่อให้แนวคิดทั้งหมดก้าวไปอีกขั้น นอกเหนือจากการออกแบบโครงสร้างและตั้งโปรแกรมรถแล้ว ทีมจะต้องจัดเตรียมเอกสารที่นำเสนอความก้าวหน้าทางวิศวกรรม การออกแบบรถขั้นสุดท้าย และซอร์สโค้ดของรถขั้นสุดท้าย เอกสารนี้ต้องอัปโหลดไปยังพื้นที่เก็บข้อมูลสาธารณะของ GitHub และต้องส่งเอกสารฉบับจริงในรอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติ รายละเอียดเกี่ยวกับการให้คะแนนของเอกสารสามารถดูได้ในภาคผนวก C ของเอกสารนี้

แต่ละทีมต้องจัดเตรียมสิ่งต่อไปนี้:

- การอภิปราย ข้อมูลและแรงจูงใจสำหรับการเคลื่อนที่ พลังงานและการตรวจเช็ค และการจัดการสิ่งกีดขวางของหุ่นยนต์
- ภาพถ่ายของรถ (จากทุกด้าน จากด้านบนและด้านล่าง) และภาพถ่ายของทีม
- URL ไปยัง YouTube (ควรเป็นแบบสาธารณะหรือสามารถเข้าถึงได้โดยลิงก์) แสดงการเคลื่อนที่

โดยอัตโนมัติ ส่วนของวิดีโอที่มีการสาธิตการขับเคลื่อนของรถนั้นต้องมีความยาวอย่างน้อย 30 วินาที ต้องมีวิดีโอหนึ่งรายการสำหรับแต่ละภารกิจ

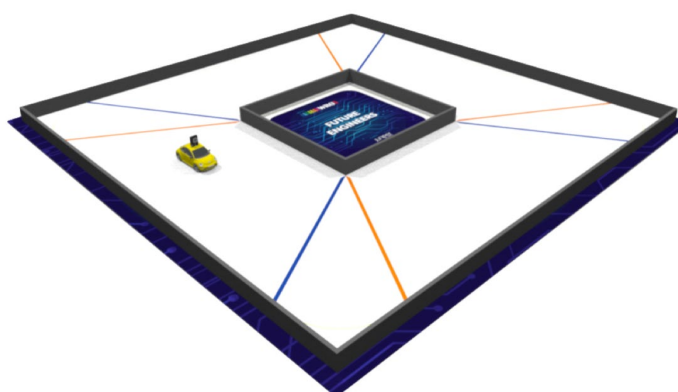
- ลิงก์ไปยังพื้นที่เก็บข้อมูลสาธารณะของ GitHub พร้อมโค้ด สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดที่ได้รับการตั้งโปรแกรมให้เข้าร่วมการแข่งขัน ที่เก็บข้อมูลอาจรวมไฟล์สำหรับแบบจำลองที่ใช้โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เครื่องตัดเลเซอร์ และเครื่องจักร CNC ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ประวัติรายการควรมีอย่างน้อย 3 รายการ – **รายการที่1** ไม่เกิน 2 เดือนก่อนการแข่งขัน - ต้องมีอย่างน้อย 1/5 ของจำนวนโค้ดโปรแกรมสุดท้าย **รายการที่2** ไม่เกิน 1 เดือนก่อนการแข่งขัน **รายการที่3** ไม่ช้ากว่า 1 วันก่อนการแข่งขัน ที่เก็บต้องมีไฟล์ README.md พร้อมคำอธิบายสั้น ๆ เป็นภาษาอังกฤษ (ไม่น้อยกว่า 5,000 อักขระ) ของโซลูชันที่ออกแบบ เป้าหมายของคำอธิบายคือการชี้แจงโมดูลที่โค้ดประกอบด้วย ความเกี่ยวข้องกับส่วนประกอบไฟฟ้าของรถอย่างไร และกระบวนการในการสร้าง / รวบรวม / อัปโหลดโค้ดไปยังตัวควบคุมของรถคืออะไร เทมเพลตสำหรับ GitHub มีอยู่ใน <https://github.com/WorldRobot-Olympiad-Association/wro2022-fe-template>.

8. รอบการแข่งขัน

สำหรับการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติจะมีสี่รอบประกอบด้วย การแข่งขันรอบคัดเลือก จำนวน 2 แมตช์ และการแข่งขันรอบสุดท้ายจำนวน 2 แมตช์ ทิศทางการวิ่งสำหรับการแข่งขันรอบคัดเลือกแต่ละนัดจะถูกสุ่มเลือกโดยการโยนเหรียญหลังจากช่วงเวลาตรวจสอบ ทิศทางที่รถต้องเคลื่อนที่จะถูกกำหนดให้เป็นทิศทางการขับเคลื่อนของรถในการแข่งขัน

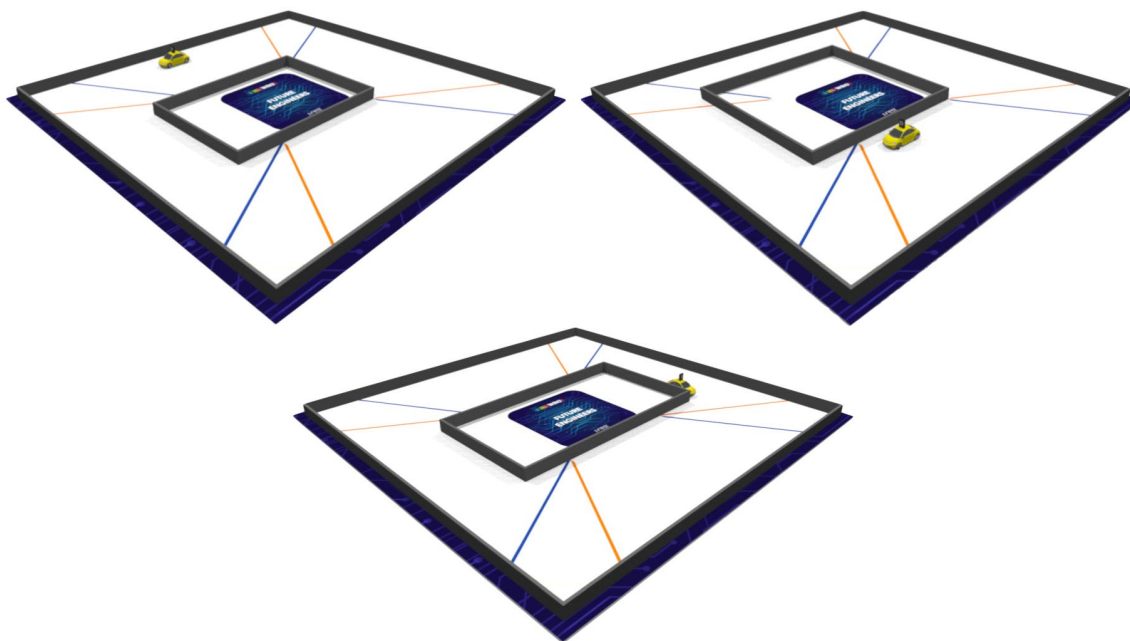
การแข่งขันรอบคัดเลือก

ในระหว่างการแข่งขันรอบคัดเลือก สนามแข่งจะไม่มีป้ายจราจร



รูปที่ 4 แสดงสนามแข่งขันสำหรับรอบคัดเลือก

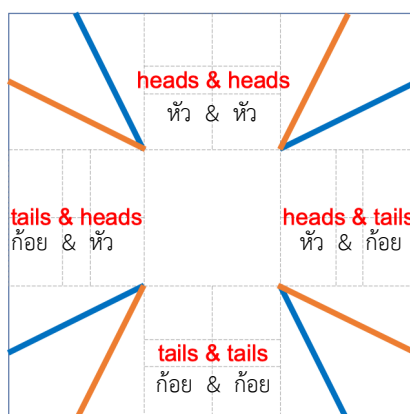
ระยะห่างระหว่างขอบสนามอาจเป็น 1,000 มม. หรือ 600 มม. (+/- 100 มม. สำหรับการแข่งขันรอบสุดท้ายในระดับนานาชาติ)



รูปที่ 5 แสดง ตัวอย่างสนามแข่งขันรูปแบบต่างๆสำหรับรอบคัดเลือก

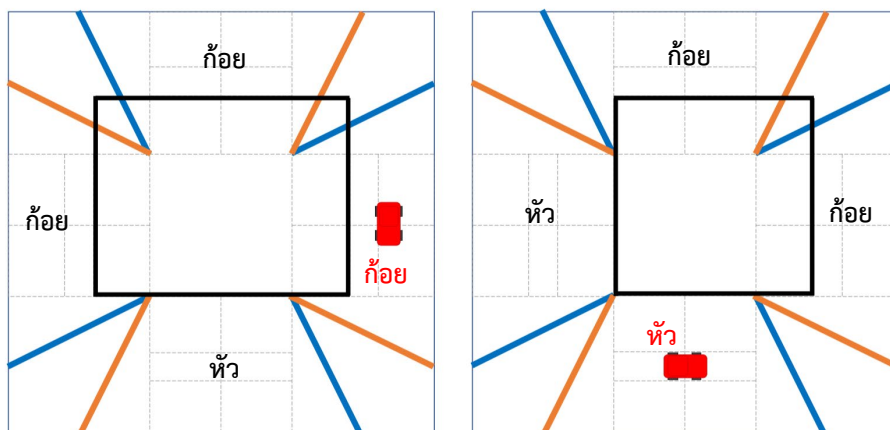
หลังจากเลือกทิศทางในการวิ่งบนแทร็กแล้ว สามารถใช้ขั้นตอนต่อไปนี้เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นของรถ และระยะห่างระหว่างขอบของราง:

1. โยนเหรียญ 2 ครั้งเพื่อกำหนดส่วนเริ่มต้น รูปด้านล่างแสดงให้เห็นว่าส่วนใดที่สอดคล้องกับการผสมของการโยน (เช่น “ก้อย และ หัว” หมายความว่า การโยนครั้งแรกเป็นก้อย และครั้งที่สองคือการโยนหัว)



รูปที่ 6 การโยนเหรียญเพื่อหาจุดเริ่มต้น

2. โยนเหรียญ 4 ครั้ง เพื่อกำหนดส่วนที่จะลดระยะห่างระหว่างเส้นขอบของแทร็ก การโยนครั้งแรกมีไว้สำหรับส่วนเริ่มต้น การโยนครั้งที่ 2 สำหรับส่วนถัดไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเป็นต้น หัวหมายถึงทางเดิน



รูปที่ 7 ภาพทางซ้ายแสดงผลของการโยนเหรียญแบบ “ก้อย-หัว-ก้อย-ก้อย”
ภาพทางขวาแสดงผลของการโยนเหรียญแบบ “หัว-หัว-ก้อย-ก้อย”

3. ทอยลูกเต๋าเพื่อกำหนดโซนเริ่มต้นที่แน่นอน โซนซ้ายบนสำหรับ “1” โซนขวากลางสำหรับ “6” หากโซนอยู่ภายในกำแพง ควรทอยลูกเต๋ารีกครั้ง

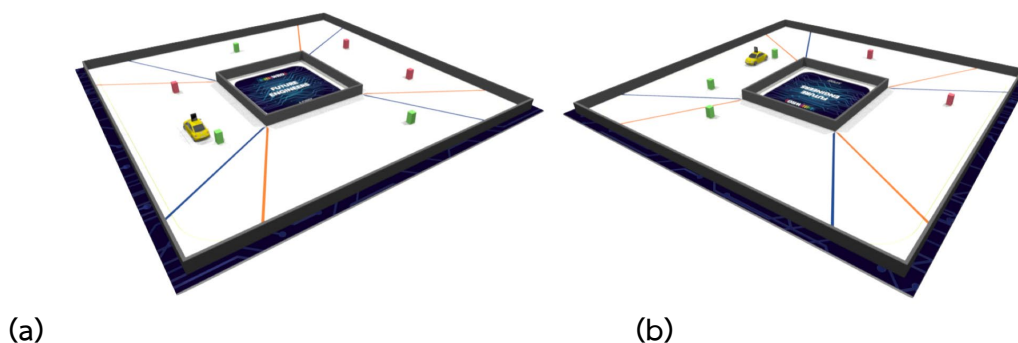


รูปที่ 8 โซนเริ่มกับหน้าลูกเต๋า

ขั้นตอนนี้จะดำเนินการหลังจากช่วงเวลาตรวจสอบก่อนการแข่งขันรอบคัดเลือกทุกนัด ดังนั้นตำแหน่งเริ่มต้นของรถและระยะห่างระหว่างขอบสนามแข่งจะแตกต่างกันในทุกรอบการแข่งขัน

การแข่งขันรอบสุดท้าย

ระหว่างการแข่งขันรอบสุดท้าย เสาสีแดงและสีเขียวจะถูกติดตั้งบนสนามแข่งเพื่อเป็นสัญญาณป้ายไฟจราจร ระยะห่างระหว่างขอบแทร็กจะอยู่ที่ 1,000 มม. เสมอ (+/- 100 มม. สำหรับรอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติ)

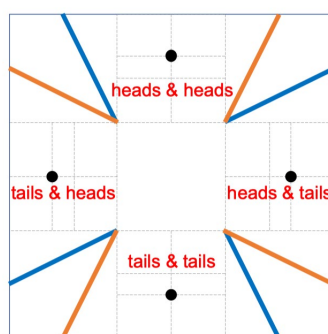


รูปที่ 9 ตัวอย่างสนามการแข่งขันรอบสุดท้าย

ตำแหน่งเริ่มต้นของรถและตำแหน่งของเสาสามารถเลือกได้ตามขั้นตอนต่อไปนี (สมมติว่ากำหนดทิศทางการขับที่ตรงกันแยกจากกัน) :

1. โยนเหรียญสองครั้งเพื่อกำหนดส่วนที่จะตั้งป้ายจราจร

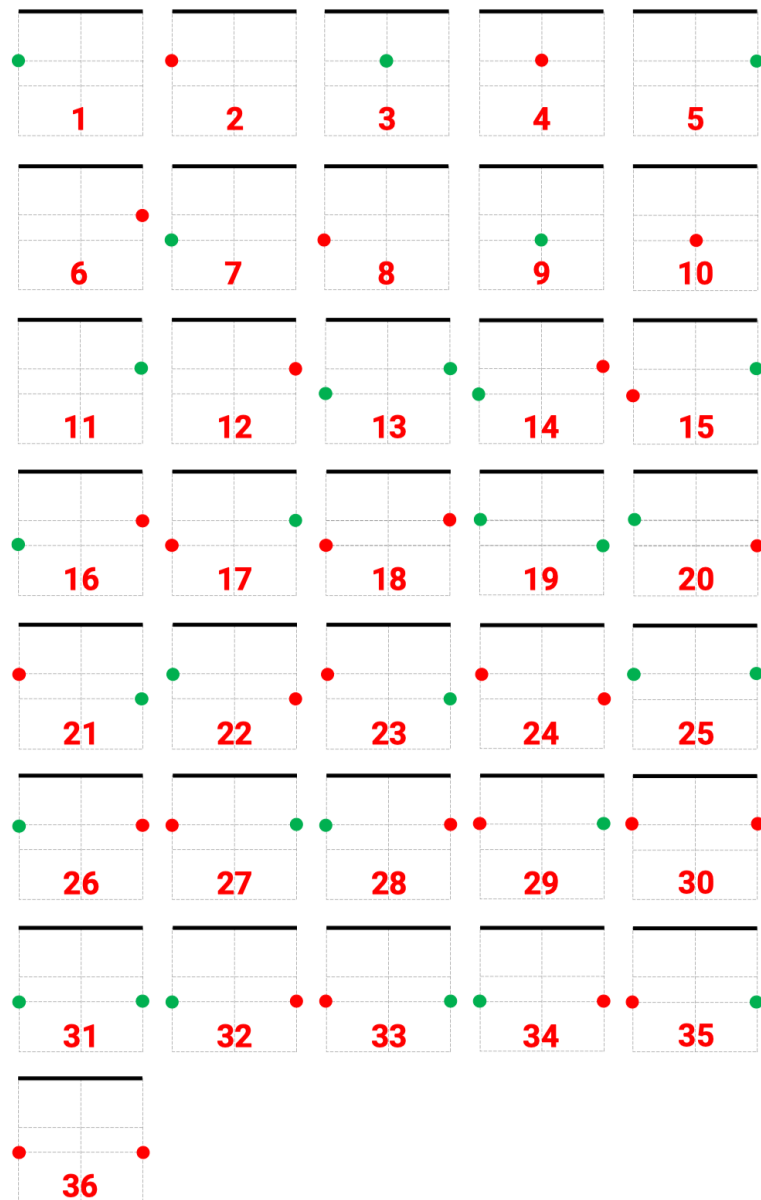
รูปด้านล่างแสดงให้เห็นว่าส่วนใดที่สอดคล้องกับการโยนรวมกัน (เช่น “ก้อย และ หัว” หมายความว่า การโยนครั้งแรกคือก้อย และครั้งที่สองคือการโยนหัว)



รูปที่ 10. การโยนเหรียญรวมกันเพื่อกำหนดการวางเครื่องหมายจราจร

2. โยนเหรียญหนึ่งครั้งเพื่อกำหนดสีของป้ายจราจรในส่วนที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า หัวหมายถึงป้ายจราจรสีเขียว ก้อยหมายถึงป้ายจราจรสีแดง

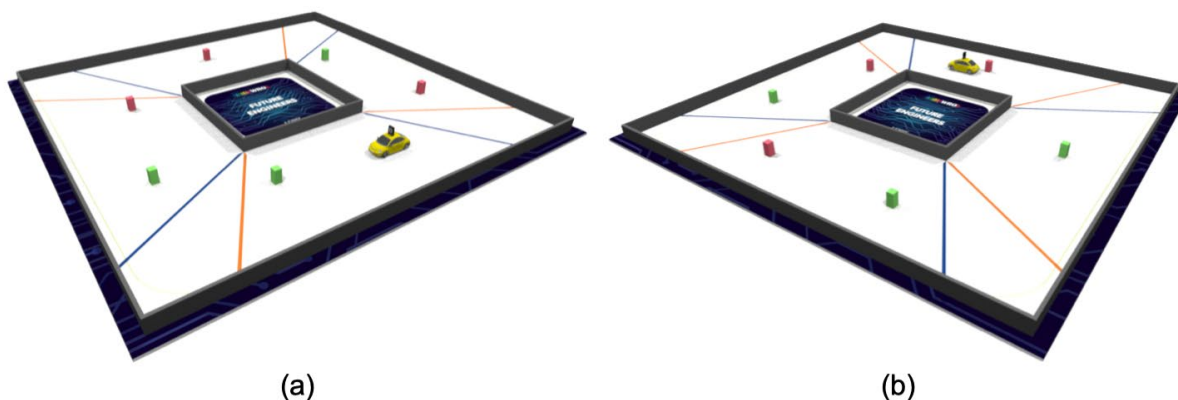
3. สุ่มการ์ด 36 ใบตามรูปที่ 11 และนำการ์ด 9 หรือ 10 ออกจากชุด ขึ้นอยู่กับสีของเครื่องหมายที่เลือกในขั้นตอนก่อนหน้า: หากเลือกเครื่องหมายสีเขียวให้นำไพ่ใบที่ 9 ออก หากเลือกเครื่องหมายสีแดงให้นำไพ่ใบที่ 10 ออก ใส่การ์ด 35 ใบลงในกล่องหรือถุงที่ไม่โปร่งใส หยิบการ์ดหนึ่งใบจากกล่อง – จะกำหนดตำแหน่งของป้ายจราจรในส่วนทางตรงถัดไป (พิจารณาตามเข็มนาฬิกา) หลังจากส่วนที่กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า เส้นสีกำหนดบานการ์ดหมายถึงขอบด้านในของสนามแข่งขัน ห้ามนำบัตรคืนเข้ากล่อง ใช้การ์ดใบที่สองอีกครั้งซึ่งจะระบุตำแหน่งของป้ายจราจรในส่วนถัดไปที่เป็นส่วนทางตรง ทำซ้ำสำหรับส่วนทางตรงที่เหลือ



รูปที่ 11 การ์ด 36 ใบแสดงการวางจรวด

** การทำซ้ำของการ์ดบางใบเป็นความตั้งใจของผู้ออกกฎกติกา

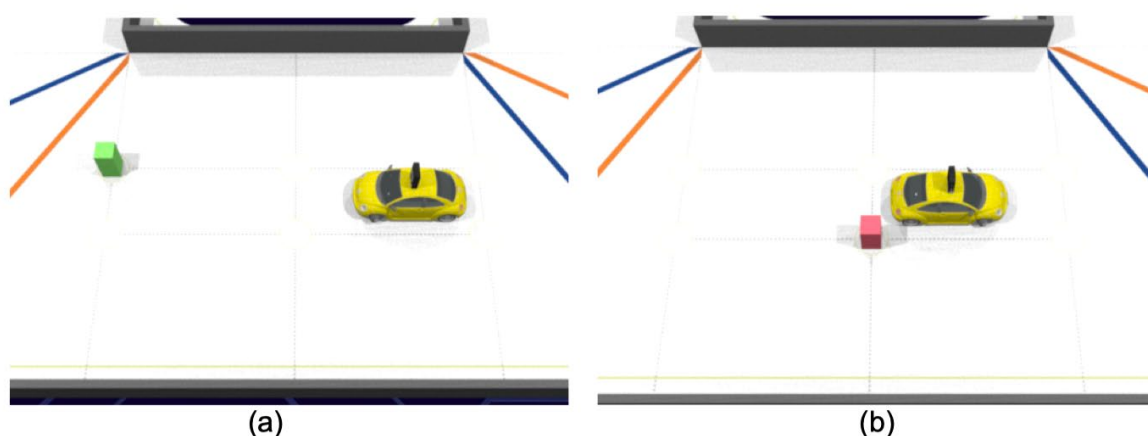
ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 12(a) หัวและหัว ถูกโยนสำหรับส่วนแรกทางตรง จากนั้นลำดับของการ์ดคือ: 15, 1, 23 สำหรับรูปที่ 12(b) บนส่วน หัวและก้อย ถูกโยนสำหรับส่วนแรกและลำดับของการ์ดคือ: 33, 21, 10



รูปที่ 12. ตัวอย่างตำแหน่งป้ายจราจรสำหรับการแข่งขันรอบสุดท้าย

4. โยนเหรียญสองครั้งเพื่อกำหนดส่วนเริ่มต้น ขั้นตอนนี้เหมือนกับการกำหนดส่วนเริ่มต้นในการแข่งขันรอบคัดเลือก

5. โชนเริ่มต้นของรถถูกเลือกจากสองโชนที่อยู่ตรงกลางของส่วนเริ่มต้น รถเริ่มจากโชนนั้นที่ไม่มีป้ายจราจรอยู่หน้ารถ สถานการณ์ที่ป้ายไฟจราจรอยู่ด้านหลังรถเป็นไปได้ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 การเลือกโชนเริ่มต้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งสิ่งกีดขวาง ทิศทางของแผนภาพ

(a) เป็นแบบตามเข็มนาฬิกา ทิศทางของแผนภาพ

(b) เป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา

9. กติกาของเกม

เวลาการแข่งขัน

- 9.1. การแข่งขันรอบคัดเลือกมีความยาว 3 นาที
- 9.2. การแข่งขันรอบสุดท้ายมีความยาว 3 นาที

เริ่มการกำหนดค่า

- 9.3. ทิศทางในการวิ่งของรถจะถูกสุ่มเลือกก่อนการแข่งขันหลังช่วงเวลาตรวจสอบ
- 9.4. ตำแหน่งเริ่มต้นของรถ และการกำหนดค่าสนามถูกกำหนดตามที่อธิบายไว้ข้างต้นก่อนเริ่มการแข่งขันทุกครั้งหลังช่วงเวลาตรวจสอบ
- 9.5. ทิศทางในการขับ ตำแหน่งเริ่มต้น และรูปแบบสนามยังคงเหมือนเดิมสำหรับทุกทีมในแมตช์เดียวกัน

เริ่มการแข่งขัน

- 9.6. รถวางอยู่ในโซนเริ่มต้น ในขณะที่ต้องปิดเครื่องโดยสมบูรณ์
- 9.7. ตำแหน่งของรถในโซนเริ่มต้นจะต้องอยู่บนพื้นสนามเกมในโซนเริ่มต้นโดยสมบูรณ์
- 9.8. รถต้องวางตำแหน่งให้ล้อทั้งสองล้อบนเพลาน้ำ (กรรมการต้องถามทีมล่วงหน้าว่าเพลาคือเป็นล้อหน้า) ให้อยู่ใกล้ส่วนมุมถัดไปในทิศทางการขับเคลื่อนของการแข่งขัน ในขณะที่อีกสองล้อตั้งอยู่ ใกล้กับส่วนมุมในทิศทางตรงกันข้าม
- 9.9. สามารถปรับเปลี่ยนทางกายภาพได้ (ช่วงเวลาเตรียมการ) อย่างไรก็ตาม ไม่อนุญาตให้ป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมโดยการเปลี่ยนตำแหน่งหรือทิศทางของชิ้นส่วนรถยนต์ หรือทำการปรับเซนเซอร์บนรถ ไม่อนุญาตให้ป้อนข้อมูลโดยเปลี่ยนการกำหนดค่าสวิตช์ หากมี หากทีมป้อนข้อมูลผ่านการปรับเปลี่ยนทางกายภาพ ทีมนั้นจะถูกตัดสิทธิ์ในการแข่งขัน
- 9.10. จากนั้นรถจะเปิดขึ้น อนุญาตให้ใช้สวิตช์เพียงตัวเดียวเท่านั้นในการเปิดรถ
- 9.11. หลังจากเปิดสวิตช์รถแล้ว รถควรอยู่ในสถานะรอ กำลังรอให้กดปุ่ม Start ปุ่ม Start อาจอยู่บน SBC/SBM หลักหรือ Push Button ที่ติดตั้งแยกต่างหาก อนุญาตให้ใช้ปุ่ม Start เพียงปุ่มเดียวเท่านั้น
- 9.12. กรรมการให้สัญญาณสตาร์ทรถ กรรมการจะนับ “3 2 1 Go” บนคำสั่ง "Go" ปุ่มเริ่มต้นจะถูกกด และเวลาสำหรับการทำภารกิจเริ่มต้นขึ้น รถจะมีระยะเวลาในการดำเนินการให้เสร็จสิ้นตามเวลาที่ระบุไว้ในกติกาของเกม
- 9.13. การกดปุ่มสตาร์ทจะเป็นการเริ่มการทำงานของรถเพื่อแข่งขันและรถควรเริ่มเคลื่อนที่

ขึ้นส่วนเพิ่มเติม

9.14. รถไม่ได้รับอนุญาตให้ทั้งขึ้นส่วนเพิ่มเติมในสนามแข่งขัน หรือทั้งเครื่องหมายที่ไม่สามารถลบออกได้ (เช่น สี) ระหว่างการแข่งขันโดยเจตนา ถ้ารถฝ่าฝืนกฎนี้ การแข่งขันจะหยุดและรถต้องถูกหยุดโดยหนึ่งในสมาชิกของทีม คะแนนสำหรับการแข่งขันครั้งนี้จะเป็นศูนย์ และเวลาที่ได้รับจะเป็นสูงสุด ผู้ตัดสินมีสิทธิ์ตรวจสอบโค้ดของทีมหากสงสัยสถานการณ์ดังกล่าว

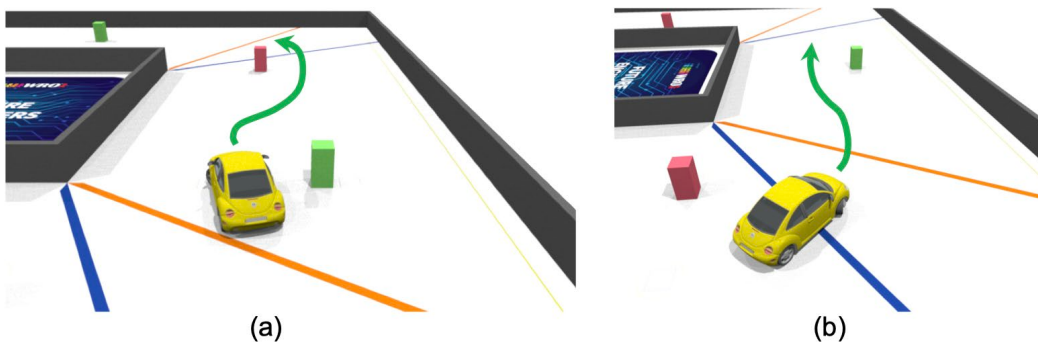
ระหว่างการแข่งขัน

9.15. รถต้องเข้าไปในทิศทางที่กำหนดเป็นทิศทางการขับขี่ที่ตรงกันก่อนเริ่มการแข่งขัน

9.16. ขนาดของรถต้องไม่เกิน 300x200 มม. และสูงไม่เกิน 300 มม.

9.17. ไม่อนุญาตให้ตัวรถเคลื่อนกำแพง (หากไม่ได้ยึดกับพื้นสนามอย่างสมบูรณ์) ตัวรถที่ฝ่าฝืนกฎนี้ จะถูกหยุดโดยหนึ่งในสมาชิกของทีม คะแนนสำหรับการแข่งขันครั้งนี้จะเป็นศูนย์และเวลาที่ได้รับเป็นเวลาจะสูงสุด หากรถสัมผัสหรือชนกำแพง และกำแพงไม่ขยับ รถอาจวิ่งต่อในรอบนั้น และไม่มี การลงโทษใดๆ เกิดขึ้น หากรถชนหรือเตะกำแพงและรถหยุด เนื่องจากการชนหรือสัมผัส การซ่อมแซมสามารถทำได้และจะมีโทษปรับ

9.18. ตัวรถจะต้องผ่านป้ายจราจรที่แสดงโดยเสาสีแดงทางด้านขวา ในรูปที่ 14(a) และป้ายจราจรที่แสดงโดยเสาสีเขียวทางด้านซ้าย ในรูปที่ 14(b)



รูปที่ 14. กฎการผ่านป้ายจราจร

9.19. อนุญาตให้รถเคลื่อนที่หรือล้มป้ายจราจร (เสาสี) ในขณะที่ป้ายจราจรอยู่ภายในวงกลมที่วาดรอบที่ว่างของป้ายจราจร สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดดูภาคผนวก A ส่วนที่ 1

9.20. อนุญาตให้รถเข้าไปในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการขับขี่ที่ตรงกันสำหรับสองส่วนเท่านั้น: ส่วนที่เปลี่ยนทิศทางและส่วนข้างเคียง

9.21. รถต้องกลับไปสู่ส่วนเริ่มต้นหลังจากขับ 3 รอบเพื่อรับคะแนนเพิ่มเติม

หมายเหตุ: พื้นที่ที่รถออกจากส่วนเริ่มต้นบางส่วน ส่วนนี้จะกลายเป็นส่วนสิ้นสุดด้วย

9.22. ทีมสามารถขออนุญาตสำหรับการดำเนินการซ่อมแซมหนึ่งครั้งต่อการแข่งขัน : เช่น นำรถ

ออกเพื่อแก้ไขปัญหากับชิ้นส่วนเครื่องกลหรืออิเล็กทรอนิกส์ และนำรถกลับไปตรงกลางของส่วนที่รถถูกนำออกจาก รถอาจดับเมื่อนำรถออกจากสนามแข่งขัน รถอาจเปิดสวิตช์หลังจากวางลงบนรางแล้ว จากนั้นรถอาจเปิดสวิตช์และเคลื่อนที่อีกครั้งโดยกดปุ่มสตาร์ท ตัวจับเวลารอบจะไม่หยุดสำหรับการดำเนินการซ่อมแซม **อนุญาตดำเนินการได้ก็ต่อเมื่อรถจอดอยู่** สาเหตุที่เป็นไปได้ของการหยุด ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์/กลไก หรือเพราะรถชนกำแพงและติดอยู่ หรือรถหยุดโดยไม่มีเหตุผล **จะไม่มี การอนุญาตสำหรับตัวรถที่กำลังเคลื่อนที่** – หากมีชิ้นส่วนใด ๆ ของมันขับเคลื่อนไปประมาณ 50 มม. ใน 5 วินาที จะไม่มีการอนุญาตหากรถออกสตาร์ทในรอบที่สามแล้ว (ผ่านโดยสมบูรณ์ส่วนโค้งก่อนรอบสุดท้าย) ไม่อนุญาตให้อัปโหลดโปรแกรมบนตัวควบคุมใดๆ ของตัวรถซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการซ่อมแซม ไม่อนุญาตให้ป้อนข้อมูลใดๆ ทีมที่ฝ่าฝืนกฎเหล่านี้จะถูกตัดสิทธิ์จากการแข่งขันครั้งนี้: คะแนนสำหรับรอบนี้จะเป็นศูนย์และจะได้รับเวลาต่ำสุด

การสิ้นสุดการแข่งขัน:

9.23. การแข่งขันสิ้นสุดลงและเวลาจะหยุดลงหากเกิดเงื่อนไขใด ๆ ต่อไปนี้:

9.23.1. หมดเวลาการแข่งขัน

9.23.2. หลังจากผ่านไป 3 รอบ รถจะหยุดในส่วนสุดท้าย ภาพของรถในสนามอยู่ภายในส่วนอย่างสมบูรณ์ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม **โปรดดูที่ภาคผนวก A ส่วนที่ 2**

หมายเหตุ 1: รถต้องหยุดในส่วนเข้าเส้นชัยโดยอัตโนมัติ หากผู้เข้าร่วมทีมบังคับให้จบการแข่งขันโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่อธิบายไว้ด้านล่างเมื่อตัวรถอยู่ในส่วนการเข้าเส้นชัย จะไม่ถือว่าเป็นการหยุดอัตโนมัติ และจะไม่มี การให้คะแนนสำหรับการหยุดในส่วนเส้นชัย

หมายเหตุ 2: เพื่อแสดงการหยุดโดยสมบูรณ์ในส่วนเส้นชัย รถต้องไม่ขับเคลื่อนไปหลังจากผ่านไป 15 วินาที หากหลังจากสิ้นสุดการแข่งขัน รถยังคงเคลื่อนที่ต่อไป ผู้ตัดสินอาจพบว่าพฤติกรรมของรถมีความคลุมเครือและอาจไม่ได้หยุดในส่วนที่เข้าเส้นชัย

8.23.3. หลังจากผ่านไป 3 รอบแล้ว รถจะผ่านเข้าส่วนสุดท้าย ตัวรถอยู่ในส่วนมุมถัดจากส่วนเข้าเส้นชัยในทิศทางที่ถูกต้อง สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม **โปรดดูภาคผนวก A ส่วนที่ 3** รถข้ามเขตแดนสองครั้งขณะขับเคลื่อนในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่ขับเคลื่อนวงกลม สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม **โปรดดูภาคผนวก A ส่วนที่ 4**

9.23.4. หลังจากผ่านป้ายจราจรจากด้านที่ไม่ถูกต้อง รถจะข้ามเส้นจากเส้นด้านในไปยังเส้นด้านนอกที่ตั้งของป้ายจราจรนี้ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม **ดูภาคผนวก A ส่วนที่ 5**

9.23.5. ขนาดของรถเกินขีดจำกัดตามกติกา หลังจากเวลาซ่อม 3 นาที

- 9.23.6. สมาชิกในทีมคนใดสัมผัสตัวรถโดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรรมการเพื่อทำการซ่อมแซม
- 9.23.7. สมาชิกในทีมคนใดสัมผัสพื้นสนามและผนังโดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรรมการในการซ่อมแซม
- 9.23.8. สมาชิกในทีมคนใดสัมผัสองค์ประกอบของเกม
- 9.23.9. ตัวรถขับออกนอกลู่วิ่ง (โดยการเคลื่อนกำแพง) หรือนอกสนามแข่งขัน
- 9.23.10. ตัวรถหรือสมาชิกในทีมสร้างความเสียหายให้กับสนามหรือองค์ประกอบของเกม
- 9.24. สังเกตว่าตามกฎข้างต้น ทีมงานสามารถหยุดรถได้ (เช่น โดยการสัมผัสกำแพงสนามหรือปฏิบัติตามกฎข้อใดข้อหนึ่งข้างต้น) อย่างไรก็ตาม พวกเขาจะไม่สามารถเริ่มเล่นต่อได้หลังจากหยุด และการแข่งขันจะสิ้นสุดลง
- 9.25. ผู้ตัดสินจะตัดสินจากกฎกติกาและการแข่งขันที่ยุติธรรม พวกเขาจะมีการตัดสินใจขั้นสุดท้ายในวันแข่งขัน หากมีความไม่แน่นอนใดๆ ระหว่างการทำภารกิจแข่งขัน กรรมการจะตัดสินใจไปยังผลลัพธ์ที่ยุติธรรมที่สุดที่มีอยู่สำหรับบริบทของสถานการณ์

10. คะแนน

- 10.1. คะแนนอย่างเป็นทางการจะคำนวณเมื่อสิ้นสุดการแข่งขันแต่ละนัด
- 10.2. คะแนนสูงสุดคือ คำนวณได้ดังนี้ :
- 10.2.1. 30 คะแนน สำหรับการแข่งขันรอบคัดเลือก (1.1 + 1.2 + 1.3)
- 10.2.2. 55 คะแนน สำหรับการแข่งขันรอบสุดท้าย (1.1 + 1.2 + 1.3 และ 1.4 (หรือ 1.5) หรือ 1.6 (หรือ 1.7) + 1.8)
- 10.2.3. 30 คะแนน สำหรับเอกสารทางวิศวกรรม
- 10.2.4. คะแนนสูงสุดคือ 115 ($\sim 75\%$ ประสิทธิภาพของรถ และ $\sim 25\%$ เอกสารประกอบ)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนนที่ได้	คะแนนรวม
1.	การวิ่งรถ		
1.1	รถขับจากส่วนต่าง ๆ ในทิศทางการขับที่ถูกต้อง นับจากส่วนเริ่มต้น แต่ไม่สามารถใช้ได้กับส่วนสุดท้ายและส่วนอื่นหลังจากนั้น	1	24
1.2	รถวิ่งเต็มรอบ 8 ส่วน ผ่านไปได้สำเร็จในทิศทางที่ถูกต้องของการแข่งขัน ส่วนเริ่มต้นรวมอยู่ใน 8 ส่วนสำหรับรอบแรก การนับรอบจะถือว่าเสร็จสิ้นหากรถขับออกจากส่วนสุดท้าย (มุม) ของรอบจนสุด ดังนั้นรถจะสามารถเริ่มเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามได้หลังจากนี้และรอบจะยังถูกนำมาพิจารณา (ตามที่ระบุไว้ในภาคผนวก)	1	3
1.3	หลังจากครบ 3 รอบแล้ว รถจอดในส่วนสิ้นสุด	3	3

	ใช้ได้กับการแข่งขันรอบสุดท้ายเท่านั้น:		
1.4	การแข่งขันหยุดลงก่อนที่รถจะวิ่งครบสามรอบ และป้ายจราจรหนึ่งป้ายหรือมากกว่านั้นจะถูกย้ายหรือทำให้ล้มลงในส่วนที่รถวิ่งผ่านไปได้ทั้งหมด รถต้องผ่านสมบูร์ณอย่างน้อยหนึ่งรอบเพื่อรับคะแนน	2	2
1.5	รอบการทำหายหยุดลงก่อนที่รถจะวิ่งครบสามรอบ และป้ายจราจรไม่ขยับหรือล้มลงในส่วนที่รถวิ่งผ่านไปได้ทั้งหมด รถต้องผ่านสมบูร์ณอย่างน้อยหนึ่งรอบเพื่อรับคะแนน	4	4

	หรือ		
1.6	หลังจากผ่านไปสามรอบ ป้ายจราจรอย่างน้อยหนึ่งป้ายถูกย้ายหรือล้มลง	8	8
1.7	หลังจากผ่านไปสามรอบ ไม่มีการเคลื่อนย้ายป้ายจราจรหรือล้มลง	10	10
1.8	รอบสุดท้ายเสร็จสิ้นในทิศทางที่ต้องการ	15	15
2	ทีมงานได้ดำเนินการซ่อมแซมโดยการนำรถออกจากสนามแม้ว่าการดำเนินการจะไม่ประสบความสำเร็จก็ตาม	คะแนนการแข่งขันทั้งหมด หารด้วย 2	
3	เอกสารทางวิศวกรรมเกี่ยวกับตัวรถ อ้างอิงภาคผนวก C สำหรับรายละเอียดการให้คะแนนวารสารวิศวกรรม		30

10.3. เวลาที่วัดโดยผู้ตัดสินในขณะที่สิ้นสุดการแข่งขันจะถูกจดไว้ และจะใช้ในภายหลังเพื่อระบุเวลาที่ดีที่สุด สำหรับการแข่งขันจะใช้ค่าเฉลี่ยของการวัดโดยผู้ตัดสิน 2 คน หากทีมหรือตัวรถที่ถูกตัดสินสิทธิ์ในการแข่งขัน จะได้รับเวลาการแข่งขันเป็นเวลาสูงสุด (3 นาที)

10.4. กรรมการจะคำนวณคะแนนเมื่อจบการแข่งขันแต่ละนัด ทีมต้องตรวจสอบและลงนามในใบบันทึกคะแนนหลังจบรอบ หากไม่มีข้อสงสัย

10.5. อันดับของทีมสำหรับการแข่งขันรอบคัดเลือกจะพิจารณาจากคะแนนที่แต่ละทีมได้รับในการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุด หากทีมใดมีคะแนนเท่ากันในทั้งสองนัด การแข่งขันที่มีเวลาน้อยที่สุดจะถูกเลือกให้เป็นการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุด

10.6. ทุกทีมจะแข่งขันทั้งสองรอบ

10.7. อันดับของทีมสำหรับการแข่งขันโดยรวมจะขึ้นอยู่กับผลรวมของคะแนนแต่ละทีมที่ได้รับในรอบคัดเลือกที่ดีที่สุด + คะแนนที่ได้รับในรอบสุดท้ายที่ดีที่สุด และคะแนนที่ได้รับสำหรับวารสารวิศวกรรมและเอกสารเกี่ยวกับรถ หากทีมมีคะแนนเท่ากันในรอบสุดท้ายทั้งสองรอบ รอบที่ทำเวลาได้เร็วที่สุดจะถูกเลือกให้เป็นรอบสุดท้ายที่ดีที่สุด

10.8. หากมีการเสมอกันระหว่างสองทีม อันดับจะถูกกำหนดโดยคำนึงถึงผลลัพธ์ต่อไปนี้ (อันดับแรกในรายการมีความสำคัญสูงสุด อันดับสุดท้ายในรายการมีความสำคัญต่ำสุด) :

- 10.8.1. ผลรวมของคะแนนที่ได้รับในการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุด คะแนนที่ได้รับในการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศที่ดีที่สุด และคะแนนที่ได้รับสำหรับเอกสารเกี่ยวกับรถ
- 10.8.2. คะแนนรอบชิงชนะเลิศที่ดีที่สุด
- 10.8.3. เวลาสำหรับการแข่งขันรอบสุดท้ายที่ดีที่สุด
- 10.8.4. แต้มของคู่แข่งชนะเลิศอันดับสอง
- 10.8.5. เวลาสำหรับการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศอันดับสอง
- 10.8.6. คะแนนสำหรับเอกสารยานเกี่ยวกับรถ
- 10.8.7. คะแนนสำหรับการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุด
- 10.8.8. คะแนนของการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุดอันดับสอง
- 10.8.9. เวลาสำหรับการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุด
- 10.8.10. เวลาสำหรับการแข่งขันรอบคัดเลือกที่ดีที่สุดอันดับสอง

11. วัสดุและข้อกำหนดของตัวรถ

- 11.1 ขนาดของรถต้องไม่เกิน 300x200 มม. และสูง 300 มม.
- 11.2 น้ำหนักรถต้องไม่เกิน 1.5 กิโลกรัม
- 11.3 ตัวรถจะต้องเป็นรถ 4 ล้อที่มีมอเตอร์ขับเคลื่อน 1 แกน และ 1 ตัว ในการขับเคลื่อนแบบ Steering ใดก็ได้ดังต่อไปนี้
 - ขับเคลื่อนล้อหน้า (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive)
 - ขับเคลื่อนล้อหลัง (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive)
 - ขับเคลื่อนล้อเป็นสี่ล้อ (https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel_drive)

หมายเหตุ ทีมที่ใช้ฐานสองล้อในการขับเคลื่อน (Differential wheeled base) (https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) จะถูกตัดสิทธิ์ การเคลื่อนที่หมายถึง ทำให้รถเดินหน้าและถอยหลัง ระบบเลี้ยว หมายถึง การเลี้ยวรถไปทางซ้ายหรือทางขวา

- 11.4. รถไม่สามารถใช้ล้อแบบ Omni ลูกล้อ (Ball caster) หรือล้อแบบทรงกลม (Spherical) ใด ๆ ได้

- 11.5. รถจะต้องเป็นอัตโนมัติและทำ "ภารกิจ" ให้สำเร็จด้วยตัวเอง ไม่อนุญาตให้ใช้ระบบวิทยุสื่อสาร รีโมทคอนโทรล และระบบควบคุมแบบมีสายในขณะที่รถกำลังวิ่ง ทีมที่ฝ่าฝืนกฎนี้将被ตัดสิทธิ์

11.6. ผู้เข้าร่วมไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าไปยุ่งเกี่ยวกับหรือช่วยเหลือรถในขณะที่กำลังวิ่ง (ทำ "ภารกิจ") ซึ่งรวมถึงการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมโดยให้สัญญาณภาพ เสียง หรือสัญญาณอื่น ๆ ไปยังรถในระหว่างการแข่งขัน ทีมที่ฝ่าฝืนกฎนี้จะถูกตัดสิทธิ์ในการแข่งขันนั้น

11.7. ตัวคอนโทรลเลอร์ (Controller) ที่ใช้ในการแข่งขันในประเทศไทย กำหนดดังนี้คือ

- LEGO® Education MINDSTORMS® NXT หรือ EV3
- LEGO® Education SPIKE™ PRIME
- บอร์ด Raspberry Pi หรือ Raspberry Pi Build HAT
- TETRIX® PRIZM® Robotics Controller
- TETRIX® PULSE® Robotics Controller
- myRio
- Arduino Controller

(สำหรับการแข่งขันในประเทศไทย อนุญาตให้ใช้เฉพาะคอนโทรลเลอร์ที่ซื้อผ่าน บริษัท แกมมาโก้(ประเทศไทย) จำกัด เท่านั้น)

11.8. อาจมีตัวคอนโทรลเลอร์มากกว่าหนึ่งตัวบนรถ

11.9. ทีมไม่สามารถใช้ RF, Bluetooth, Wi-Fi หรือส่วนประกอบ การสื่อสารไร้สายใด ๆ ในตัวรถในระหว่างการแข่งขัน หากติดตั้งในตัวควบคุม จะต้องปิดเครื่อง และผู้ตัดสินสามารถตรวจสอบโค้ด และรถเพื่อยืนยันว่าไม่ได้ใช้งานไม่ว่าด้วยวิธีใดๆ

11.10. ทีมสามารถใช้เซนเซอร์ใดก็ได้ตามต้องการ โดยไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับแบรนด์ ฟังก์ชัน หรือจำนวนเซนเซอร์ที่ใช้ กล้องถือเป็นเซนเซอร์

11.11. ทีมงานสามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และเซอร์โวได้ตามต้องการ ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับแบรนด์ หรือจำนวนมอเตอร์ และเซอร์โวที่ใช้

11.12. สามารถใช้มอเตอร์ได้สูงสุดสองตัวเพื่อให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือข้างหลัง (เช่น ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ มอเตอร์เหล่านี้คือมอเตอร์ขับเคลื่อน) มอเตอร์ขับเคลื่อนทั้งหมดต้องเชื่อมต่อโดยตรงกับเพลาลูกเบี้ยว หรือเชื่อมต่อทางอ้อมผ่านระบบเกียร์ มอเตอร์ขับเคลื่อนสองตัวอาจไม่ได้เชื่อมต่ออย่างเป็นอิสระจากกันกับล้อขับเคลื่อน

11.13. ทีมงานสามารถใช้ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ก็ได้ โดยไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับประเภท ยี่ห้อ จำนวนหรือวัสดุประสงค์

11.14. ทีมสามารถใช้แรงดันไฮดรอลิก อุปกรณ์ความดันบรรยากาศ หรือโซลินอยด์

11.15. ทีมสามารถใช้แบตเตอรี่ใดก็ได้ตามต้องการ โดยไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับแบรนด์ ฟังก์ชัน หรือจำนวนแบตเตอรี่ที่ใช้

11.16. อนุญาตเฉพาะการต่อสายไฟสำหรับการสื่อสารระหว่างส่วนประกอบระบบเครื่องกลไฟฟ้าของรถยนต์

11.17. ทีมงานสามารถใช้องค์ประกอบที่พิมพ์ 3 มิติ, องค์ประกอบที่เตรียมด้วยเครื่อง CNC, องค์ประกอบที่ตัดจากอะคริลิก/ไม้/โลหะ หรือองค์ประกอบใดๆ จากวัสดุใดๆ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านวัสดุประสงค์

11.18. ตัวรถสามารถสร้างได้โดยใช้ชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ใดๆ ไม่มีการจำกัดประเภทหรือโครงสร้างเฉพาะ

11.19. ทีมงานสามารถใช้เทปพันสายไฟ ยางรัด ที่พันสายไฟ เป็นต้น อนุญาตให้ใช้วัสดุขาวเพื่อวัตถุประสงค์ใดก็ได้

11.20. ทีมงานควรเตรียมอะไหล่ให้เพียงพอ ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุหรืออุปกรณ์ทำงานผิดพลาดทางWRO (และ/หรือคณะกรรมการจัดงาน) จะไม่รับผิดชอบต่อการบำรุงรักษาหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์

11.21. รถสามารถประกอบได้ก่อนการแข่งขัน

11.22. ซอฟต์แวร์ควบคุมสามารถเขียนในภาษาการเขียนโปรแกรมใดๆ ก็ได้ โดยไม่มีข้อจำกัดในภาษาใดภาษาหนึ่ง

11.23. ผู้เข้าแข่งขันสามารถเขียนโปรแกรมล่วงหน้าได้

11.24. ทีมควรเตรียมและนำอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ และคอมพิวเตอร์พกพาทั้งหมดที่จำเป็นในระหว่างการแข่งขัน

11.25. ทีมได้รับอนุญาตให้มีรถเพียงคันเดียวสำหรับวันแข่งขัน ไม่อนุญาตให้ใช้รถสำรองภายในบริเวณการแข่งขัน

12. รูปแบบการแข่งขัน

การแข่งขัน คำอธิบายในเอกสารนี้อธิบายถึงวิธีการทำการแข่งขันในรอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติ การแข่งขันระดับประเทศและระดับภูมิภาคสามารถใช้โมเดลนี้หรือปรับแต่งโมเดลนี้สำหรับการแข่งขันของตนเอง

12.1. การแข่งขันประกอบด้วยการแข่งขันหลายนัดโดยมีเวลาพักซ้อมระหว่างนั้น หลังจากการฝึกแต่ละครั้ง จะมีเวลาตรวจรถเพื่อทบทวนข้อกำหนด

12.2. แต่ละทีมต้องทำงานในช่วงเวลาซ้อมในสถานที่ที่กำหนดจนถึงช่วงเวลาตรวจสอบ เมื่อถึงเวลารถของทีมต้องอยู่ในพื้นที่ที่กำหนด (พื้นที่ตรวจสอบ)

12.3. ในวันแข่งขันจะมีเวลาฝึกซ้อมอย่างน้อย 60 นาทีก่อนเริ่มการแข่งขันนัดแรก

12.4. ทีมไม่สามารถสัมผัสพื้นที่การแข่งขันที่กำหนดได้ก่อนที่จะประกาศเริ่มเวลาฝึกซ้อม

12.5. ในระหว่างเวลาซ้อม ผู้เข้าแข่งขันอาจทำงานในที่ของตน หรืออาจเข้าคิวกับตัวรถของตน เพื่อทดลองเล่นในสนามแข่งขันหนึ่งครั้ง หรืออาจวัดผลในสนามแข่งขันเท่าที่จะไม่รบกวนการทดสอบของทีมอื่น เวลาสูงสุดที่อนุญาตต่อทีมสำหรับการฝึกซ้อมหนึ่งครั้งคือ 4 นาที หลังจากผ่านไป 4 นาที ทีมต้องเข้าคิวใหม่เพื่อฝึกซ้อมอีกครั้ง อนุญาตให้ทีมทำการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมหรือปรับกลไกของรถได้

12.6. รถทุกคันต้องวางอยู่บนโต๊ะตรวจทานในพื้นที่ตรวจสอบเพื่อการตรวจเตรียมการ (การตรวจสอบสภาพรถ) หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาซ้อม ต้องปิดตัวควบคุมทั้งหมดของรถ ห้ามแก้ไขกลไกหรือโปรแกรมใดหลังจากเวลานี้

12.7. รถจะสามารถเข้าร่วมการแข่งขันได้หลังจากผ่านการตรวจสอบแล้วเท่านั้น การตรวจสอบเกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของตัวรถ และวัสดุที่ใช้ ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อข้างต้น

12.8. หากรถไม่ผ่านการตรวจสอบรถโดยกรรมการ กรรมการอาจให้เวลาทีมสูงสุด 3 นาทีเพื่อแก้ไขปัญหที่พบ คณะกรรมการแต่ละทีมสามารถให้ช่วงเวลา 3 นาทีได้เพียงหนึ่งช่วงเวลาในการตรวจสอบแต่ละช่วงเวลา

12.9. หากในที่สุดรถไม่ผ่านการตรวจสอบรถโดยกรรมการ จะไม่สามารถใช้ในการแข่งขันได้

12.10. ทีมจะต้องเตรียมการไม่เกิน 90 วินาที ทันทีที่กรรมการเรียกให้เข้าร่วมการแข่งขันได้นัดหนึ่ง และเมื่อเริ่มแล้ว แต่ละเกมจะต้องไม่เกินเวลาการแข่งขันที่ระบุไว้ในกติกาของเกม

13. สนามแข่งและอุปกรณ์

สนามแข่งขัน

13.1. ขนาดของแผ่นสนามคือ 3200 x 3200 มม. (+/- 5 มม.)

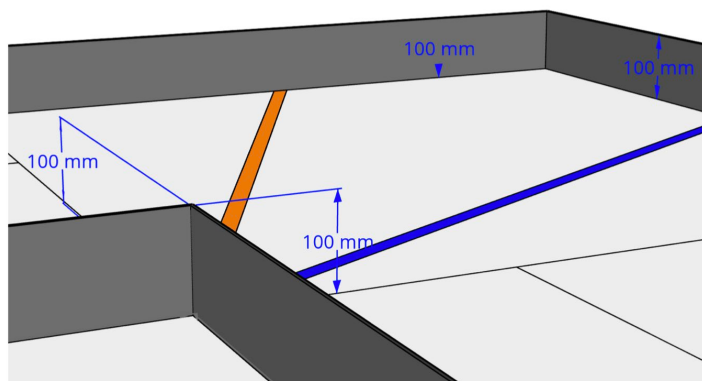
ภายในสนามขนาดด้านใน 3000 x 3000 มม. (+/- 5 มม.)

13.2. สีหลักของทางวิ่งคือสีขาว

13.3. ลู่วิ่งล้อมรอบด้วยผนัง (ภายนอก) สูงภายใน 100 มม.

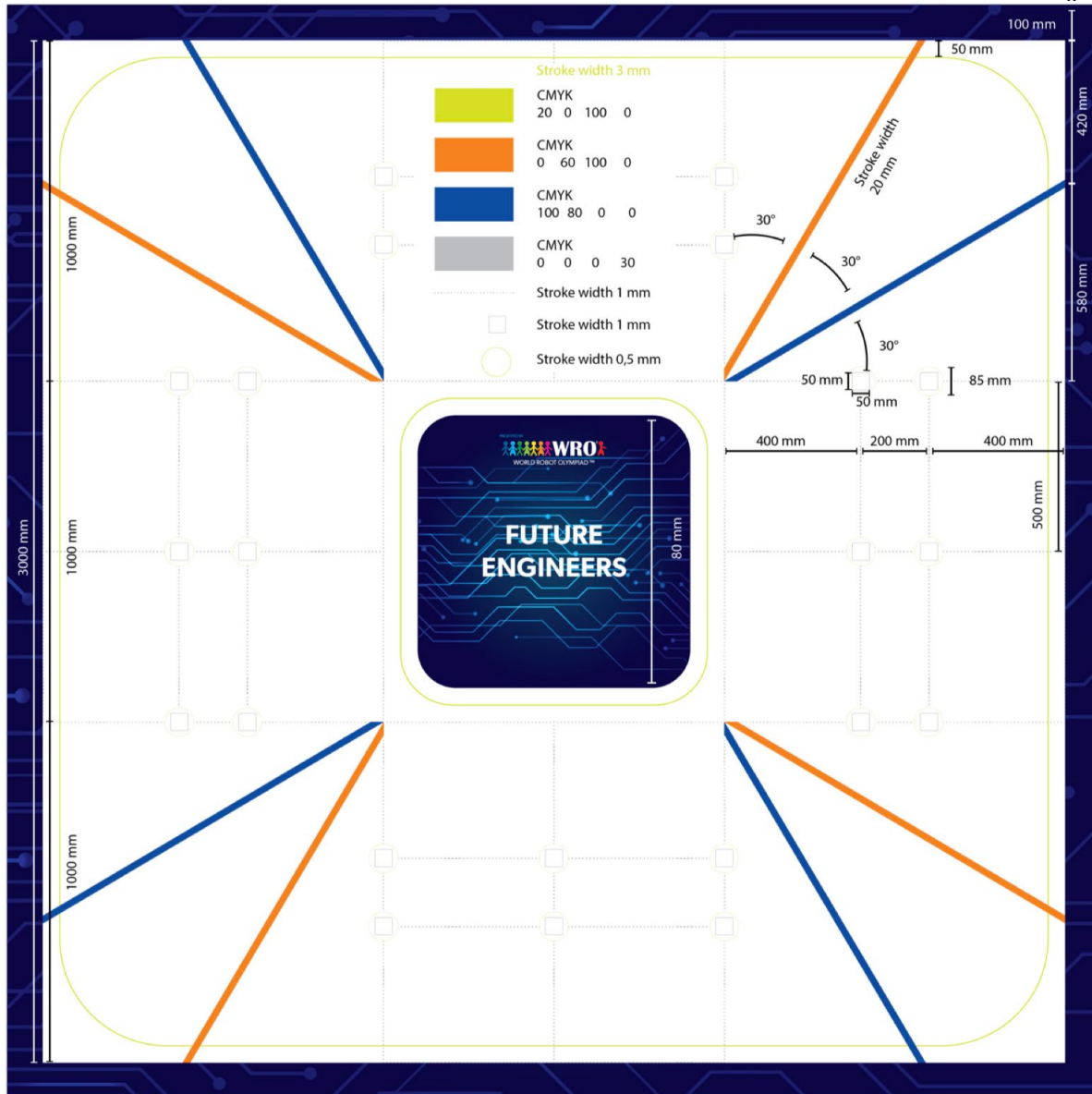
13.4. สีภายในของผนังภายนอกเป็นสีดำ ไม่ได้กำหนดสีภายนอกของผนัง

13.5. มีผนังเพิ่มเติม (ภายใน) ล้อมรอบส่วนภายในของทางวิ่งด้วยความสูง 100 มม.



รูปที่ 15. ความสูงของกำแพงด้านใน และด้านนอก

- 13.6. สีภายนอกของผนังภายในเป็นสีดำ สีผนังด้านในเป็นสีดำ สีของขอบผนังด้านบนเป็นสีดำ
- 13.7. ความหนาของผนังทั้งภายนอกและภายในไม่ได้กำหนดไว้
- 13.8. ระยะห่างระหว่างผนังภายนอกและภายในขึ้นอยู่กับประเภทการแข่งขัน และระบุไว้ในส่วนทางเลือกของเกม
- 13.9. มีเส้นสีส้มและสีน้ำเงินบนแทร็ก ความหนาของเส้น 20 มม. สีของเส้นสีส้มคือ CMYK (0, 60, 100, 0) สีของเส้นสีน้ำเงินคือ CMYK (100, 80, 0, 0)
- 13.10. มีเส้นประที่มีความหนา 1 มม. บนสนามโซนเริ่มต้นของรถ สีของเส้นประคือ CMYK (0 0 0 30)
- 13.11. ขนาดเริ่มต้นทุกโซน 200 x 500 มม.
- 13.12. พื้นที่สีเหลี่ยมจัตุรัสเพื่อระบุจุดวางป้ายจราจร ความหนาของเส้นคือ 1 มม. และสีของเส้นคือ CMYK (0 0 0 30)
- 13.13. ขนาดของจุดวางป้ายจราจรทุกอันคือ 50x50 มม.
- 13.14. พื้นที่ในการประเมินว่าป้ายจราจรถูกย้ายหรือไม่ถูกระบุ เป็นวงกลมรอบจุดวางป้ายจราจร ความหนาของเส้นวงกลม 0.5 มม. สีของเส้นคือ CMYK (20 0 100 0)
- 13.15. เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมคือ 85 มม.



รูปที่ 16. ขนาดสนามการแข่งขัน

การกำหนดค่ากำแพงสำหรับ รอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติ (International Final)

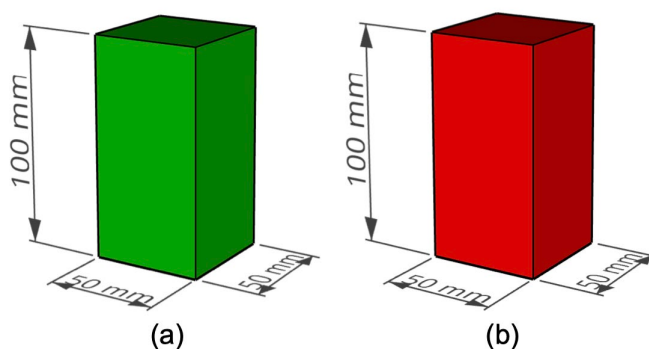
13.16. ผนังด้านในจะวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมตามแบบที่วาดไว้ ผนังด้านนอกจะถูกยึดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและจะไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างการแข่งขัน:

13.17. สีของผนังจะเป็นสีดำ

13.18. แม้ว่าผู้จัดงานจะทำทุกอย่างเพื่อให้สีของพื้นสนามและวัตถุสนามใกล้เคียงกับข้อกำหนด CMYK มากที่สุด แต่ความแตกต่างอาจยังคงปรากฏขึ้น ทีมจะมีโอกาสเปรียบเทียบและปรับแต่งรถของตนให้เข้ากับสีของสนามแข่งขันและตัวภารกิจในระหว่างรอบการทดสอบ

ป้ายจราจร

- 13.19. ป้ายจราจรทุกป้ายมีขนาด 50x50x100 มม.
- 13.20. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำกับการสุมก่อนการแข่งขันทุกนัด อาจมีสีแดงสูงสุด 7 อัน และสีเขียวสูงสุด 7 อัน
- 13.21. สีของป้ายจราจรสีแดงคือ RGB (238, 39, 55)
- 13.22. สีของป้ายจราจรสีเขียวคือ RGB (68, 214, 44)
- 13.23. ไม่ได้กำหนดวัสดุของป้ายจราจร
- 13.24. ไม่ได้กำหนดน้ำหนักของป้ายจราจร



รูปที่ 17. ขนาดของป้ายจราจร

14. อภิธานศัพท์

เวลาตรวจสอบ (Check Time)	ในระหว่างการตรวจสอบ ผู้ตัดสินจะตรวจดูรถและตรวจสอบขนาด (เช่น ด้วยลูกบาศก์หรือกฎการพับ) และข้อกำหนดทางเทคนิคอื่นๆ ต้องมีการตรวจสอบก่อนการแข่งขันทุกครั้ง
ผู้ควบคุมทีม (Coach)	บุคคลที่ช่วยเหลือทีมในกระบวนการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ต่างๆ การทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหา การบริหารเวลา ฯลฯ บทบาทของผู้ควบคุมทีมไม่ใช่เพื่อชนะการแข่งขันของทีม แต่เพื่อสอนพวกเขาและแนะนำพวกเขาผ่านการระบุปัญหา และในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหการแข่งขัน
ผู้จัดการแข่งขัน (Competition organizer)	ผู้จัดการแข่งขันคือหน่วยงานที่จัดการแข่งขันที่ทีมกำลังเยี่ยมชม ซึ่งอาจเป็นโรงเรียนในท้องถิ่น ผู้จัดการระดับชาติของประเทศที่จัดการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศระดับชาติ หรือประเทศเจ้าภาพ WRO ร่วมกับสมาคม WRO ที่จัดการแข่งขัน WRO ระดับนานาชาติ
การแข่งขัน (Competition)	การแข่งขันมีสองประเภท: รอบคัดเลือกและรอบชิงชนะเลิศ ทีมที่มีผลงานดีที่สุดหลังการแข่งขันรอบคัดเลือกที่เข้าร่วมการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศ
สนามเกม (Game field)	บริเวณที่รถต้องขับเข้าไปภายใน พื้นที่อาจมีวัตถุที่ตัวรถต้องโต้ตอบตามข้อกำหนดของการแข่งขัน
GitHub repo	ที่เก็บข้อมูลสำหรับซอร์สโค้ดของโปรแกรมที่จัดการด้วยระบบควบคุมเวอร์ชัน Git พื้นที่เก็บข้อมูลให้บริการโดย GitHub (https://github.com/)
การแข่งขัน (Match)	ทีมงานใช้ตัวรถอัตโนมัติเพื่อทำงานให้เสร็จสิ้น คะแนนการแข่งขันขึ้นอยู่กับจำนวนรอบที่ตัวรถขับในสนามแข่งขัน
เวลาซ้อม (Practice Time)	ในระหว่างการฝึกซ้อม ทีมงานสามารถทดสอบรถในสนาม และทีมสามารถเปลี่ยนลักษณะทางกลหรือโปรแกรมของรถได้
ทีม (Team)	ในเอกสารนี้คำว่าทีมประกอบด้วยผู้เข้าร่วม 2-3 คน (นักเรียน) ของทีม ไม่ใช่ผู้ควบคุมทีมที่ควรสนับสนุนทีมเท่านั้น
โปรแกรมควบคุมรถ (Vehicle's control program)	ชุด (หรือชุด) ของคำสั่งสำหรับไมโครโปรเซสเซอร์/ไมโครคอนโทรลเลอร์ของรถเพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์และวิเคราะห์ข้อมูลนี้และสถานะก่อนหน้าของรถเพื่อให้คำสั่งสำหรับมอเตอร์ของรถเพื่อแก้ปัญหาคำสั่ง
มอเตอร์ขับเคลื่อน (Driving Motor)	มอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเพลาส่งซึ่งเชื่อมต่อกับล้อ มอเตอร์เหล่านี้จะเคลื่อนรถไปข้างหน้าหรือข้างหลัง
มอเตอร์เลี้ยว (Steering Motor)	มอเตอร์บังคับทิศทางรถไปทางซ้ายหรือทางขวา

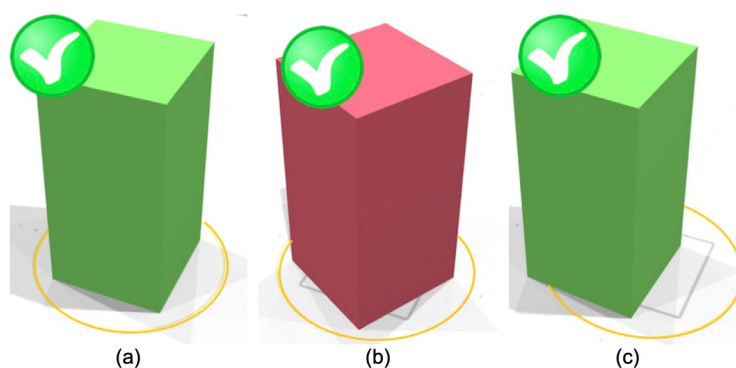
WRO	ในเอกสารนี้ WRO ย่อมาจาก World Robot Olympiad Association Ltd. ซึ่งเป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรที่ดำเนินงาน WRO ทั่วโลก และเตรียมเอกสารเกี่ยวกับเกมและกฎเกณฑ์ทั้งหมด
-----	--

ภาคผนวก A: การอธิบายรูปแบบ

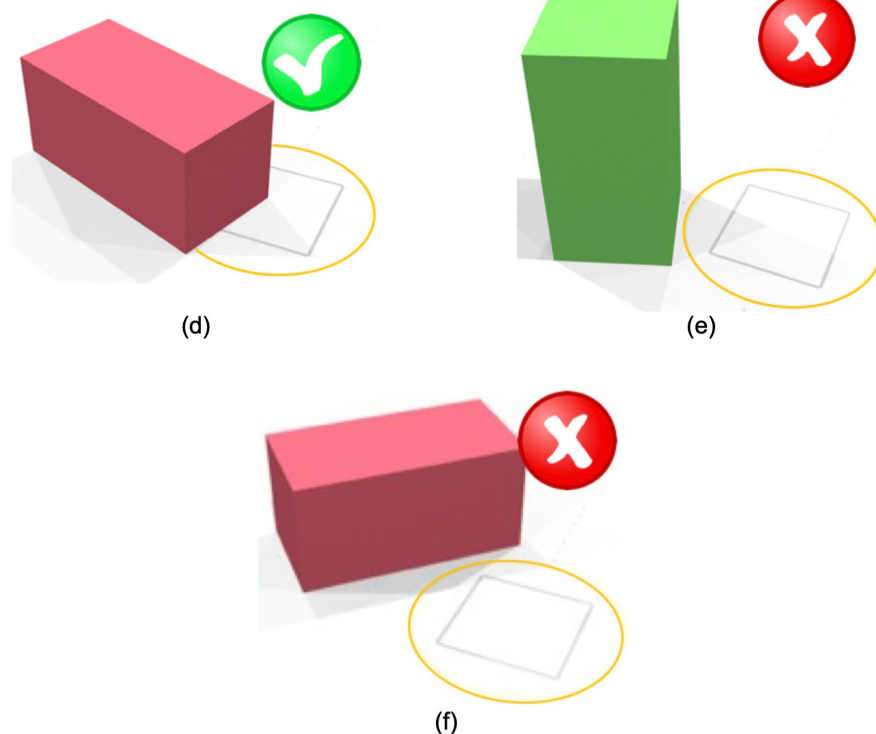
1. ความหมายของป้ายจราจรที่ถูกเคลื่อนย้ายหรือล้มลง

ป้ายจราจรในรูปแบบด้านล่างถือเป็น:

- (a) – ไม่ขยับ
- (b) – ไม่ย้าย
- (c) – ย้ายแต่ไม่ทำให้การแข่งขันหยุด
- (d) – ล้มลงแต่ไม่ทำให้การแข่งขันหยุด
- (e) – ย้ายและทำให้การแข่งขันหยุด
- (f) – ล้มลงและทำให้การแข่งขันหยุด



รูปที่ 18. (a) ตำแหน่งเริ่มต้นของเครื่องหมายจราจรเมื่อเริ่มการแข่งขัน (b) ป้ายจราจรไม่ได้อยู่บนที่วางแต่ยังอยู่ในวงกลม (c) ป้ายจราจรอยู่นอกวงกลมบางส่วนและถือว่าย้าย



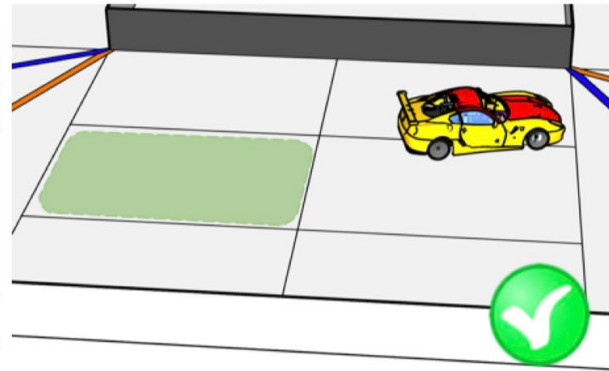
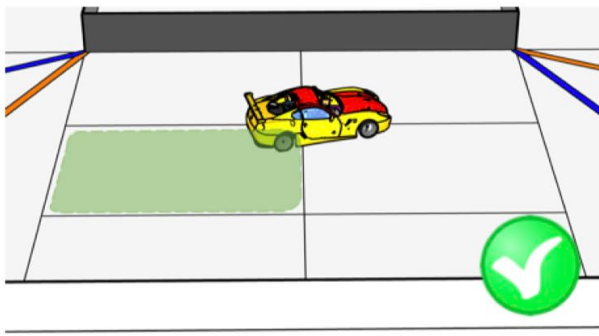
รูปที่ 19. (d) ป้ายจราจรที่ล้มลงอยู่นอกวงกลมบางส่วน (e) ป้ายจราจรถูกย้ายออกนอกวงกลมอย่างสมบูรณ์ (f) ป้ายจราจรที่ล้มแล้วอยู่นอกวงกลมโดยสมบูรณ์

2. เงื่อนไขการรับคะแนนเข้าเส้นชัยในส่วนเริ่มต้น

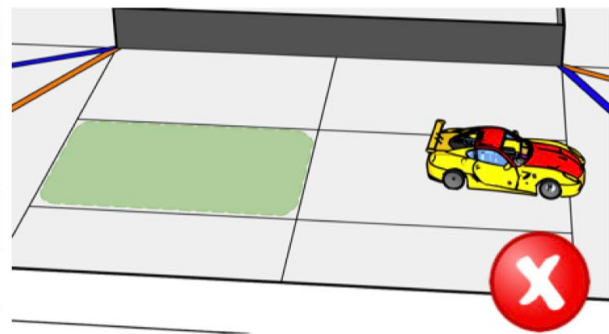
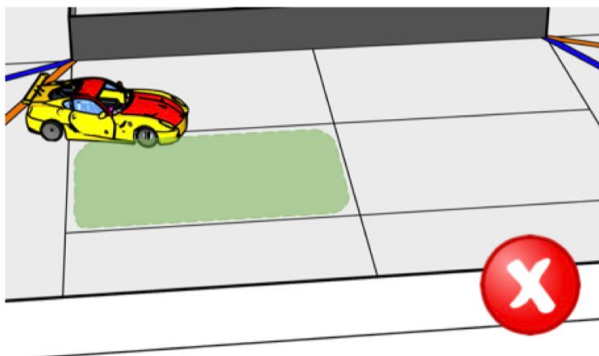
เพื่อระบุว่ารถเข้าเส้นชัยภายในส่วนสตาร์ทหรือไม่ ภาพของรถบนสนามจะถูกใช้หลังจากหยุดรถโดยสมบูรณ์ หากส่วนใดส่วนหนึ่งของการฉายภาพของรถอยู่นอกส่วนทางตรงซึ่งเป็นที่ตั้งของโซนเริ่มต้นให้ถือว่ารถอยู่นอกส่วนเริ่มต้น

การพิจารณาว่ารถอยู่ในโซนเริ่มต้นหรือไม่สามารถทำได้ก็ต่อเมื่อรถหยุดและไม่เคลื่อนที่เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วินาที

โซนเริ่มต้นบนโครงร่างด้านล่างถูกทำเครื่องหมายด้วยสีเขียว



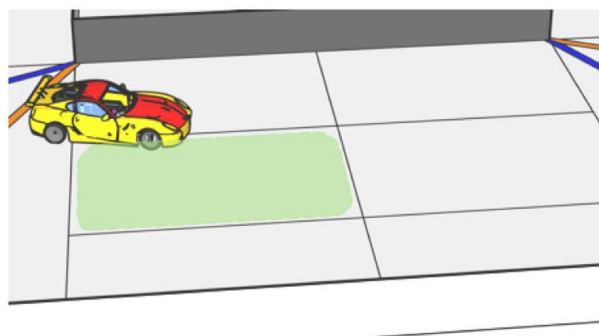
รูปที่ 20. รถจอดเสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์ภายในโซนเริ่มต้น



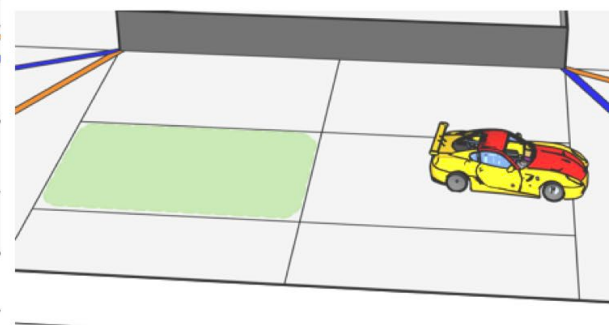
รูปที่ 21. รถจอดเสร็จสิ้นนอกโซนเริ่มต้น

3. ผ่านส่วนเริ่มต้นหลังจากวิ่งสามรอบ

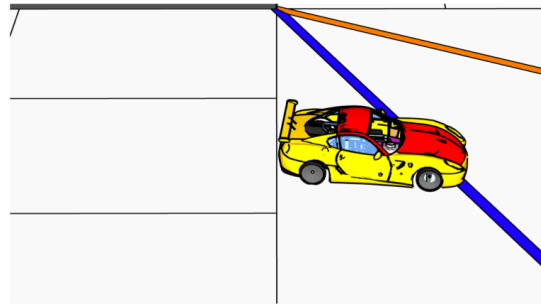
กรรมการจะสิ้นสุดการแข่งขันทันทีหลังจากขับไปได้สามรอบ รถผ่านส่วนเริ่มต้นเมื่อครบสามรอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นไปได้:



(a) รถกำลังขับไปที่จุดเริ่มต้น



(b) รถกำลังขับออกจากส่วนเริ่มต้น

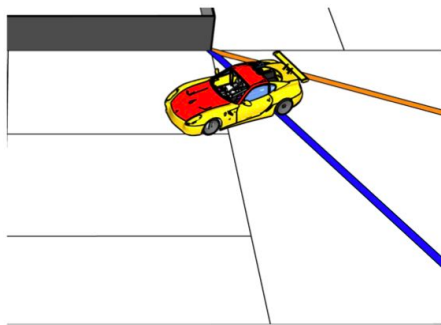


(c) รถผ่านช่วงเริ่มต้นแล้ว

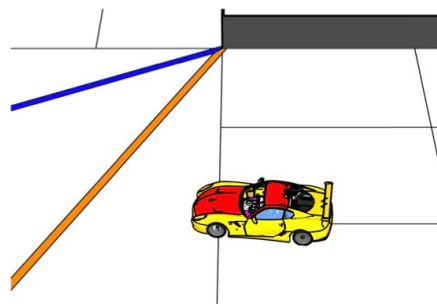
รูปที่ 22. ขั้นตอนของการผ่านโซนเริ่มต้นโดยตัวรถที่เคลื่อนที่ทวนเข็ม

หากรถยังคงเคลื่อนที่อยู่ ผู้ตัดสินจะไม่หยุดเวลาดังรูป22(a) และ รูป22(b) แต่ทันทีที่รถเข้าไปในส่วนมุมอย่างสมบูรณ์ ดังรูป22(c) การแข่งขันจะสิ้นสุดลง

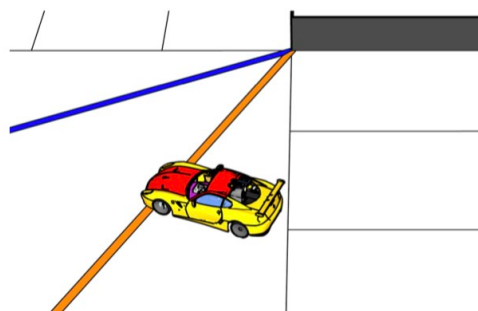
เช่นเดียวกับในกรณีที่เกิดจากการวิ่งรถตามเข็มนาฬิกา



(a) รถกำลังขับไปที่จุดเริ่มต้น



(b) รถกำลังขับออกจากส่วนสตาร์ท



(c)รถผ่านช่วงสตาร์ทแล้ว

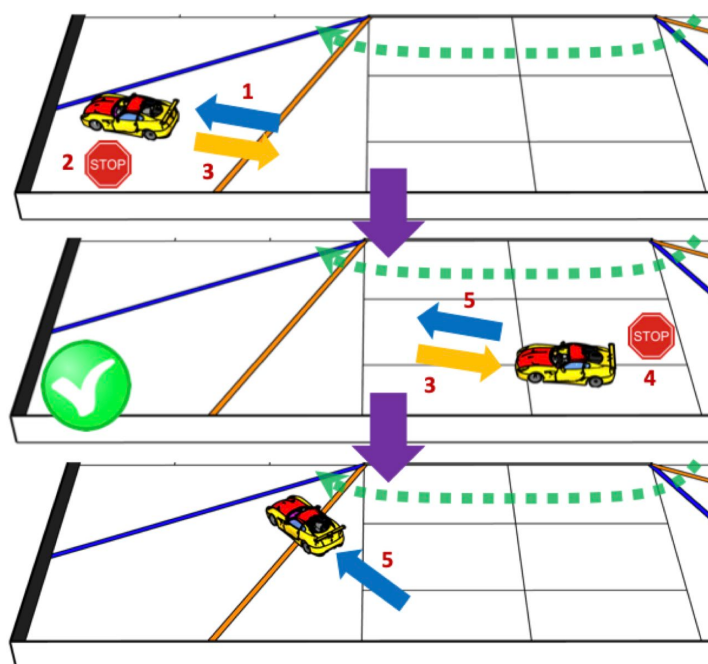
รูปที่ 23. ขั้นตอนของการผ่านโซนเริ่มต้นโดยรถเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา

4.การวิ่งรถทางตรงกันข้าม

ในระหว่างการแข่งขัน อนุญาตให้รถขับไปในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการขับขี่ของการแข่งขันสำหรับสองส่วนเท่านั้น: ส่วนที่เปลี่ยนทิศทางและส่วนใกล้เคียง

ลองพิจารณาหลายกรณี:

กรณีที่ 1: รถเริ่มขับไปในทิศทางตรงกันข้ามและหยุดสนิทภายในพื้นที่ใกล้เคียง



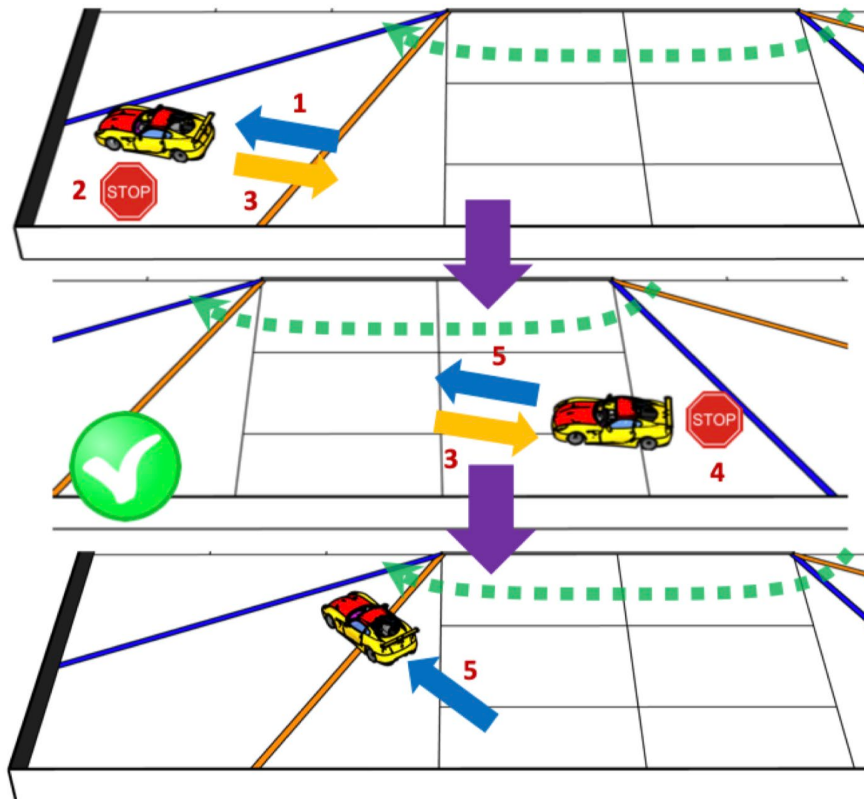
รูปที่ 24. อนุญาตให้ขับรถไปในทิศทางตรงกันข้ามจากส่วนมุม

จากภาพด้านบน ทิศทางการขับขี่ของการแข่งขันจะหมุนตามเข็มนาฬิกา (แสดงโดยลูกศรจุดสีเขียวใกล้กับผนัง):

- ระยะที่ 1: รถมาถึงส่วนมุม
- ระยะที่ 2: รถหยุด
- ระยะที่ 3: เริ่มขับรถกลับ
- ระยะที่ 4: รถหยุดตรงส่วนตรงโดยไม่ข้ามเขตแดนของส่วนกับส่วนถัดไป
- ระยะที่ 5: ยังคงขับต่อไปในทิศทางการขับที่ตรงกัน

อนุญาตให้มีการเคลื่อนรถลักษณะดังกล่าว

กรณีที่ 2: รถเริ่มขับในทิศทางตรงกันข้ามและหยุดบนเส้นแบ่งระหว่างสองส่วน



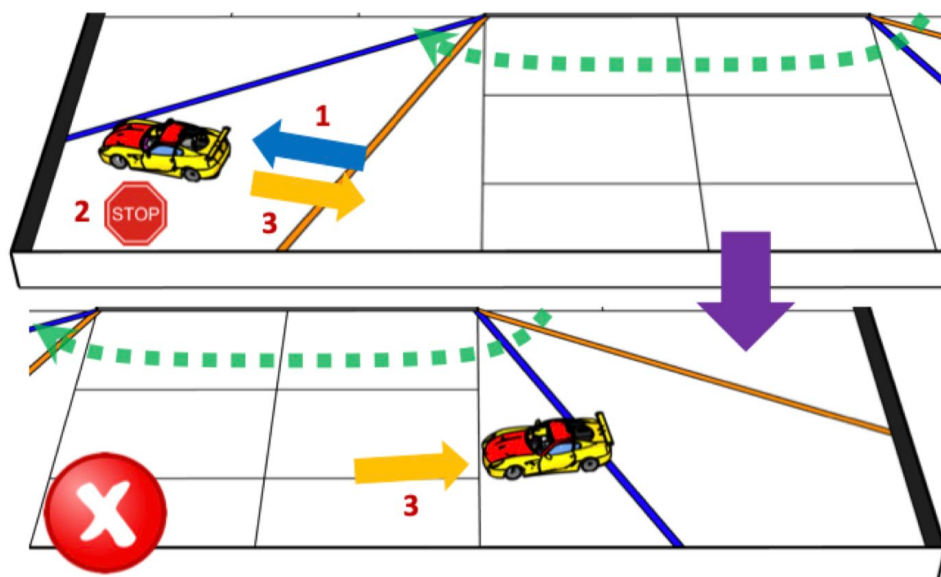
รูปที่ 25. อนุญาตให้หยุดที่เขตแดนระหว่างส่วนถัดไป และส่วนหลังจากนั้นขณะขับรถไปในทิศทางตรงกันข้าม

จากภาพด้านบน ทิศทางการขับขี่ของการแข่งขันจะหมุนตามเข็มนาฬิกา (แสดงโดยลูกศรจุดสีเขียวในไทม์ไลน์):

- ระยะที่ 1: รถมาถึงส่วนมุม
 - ระยะที่ 2: รถหยุด
 - ระยะที่ 3: เริ่มขับรถกลับ
 - ระยะที่ 4: รถจอดที่เขตแดนระหว่างส่วนถัดไปกับส่วน
 - ระยะที่ 5: ยังคงขับต่อไปในทิศทางการขับที่ตรงกัน
- ลำดับของการเคลื่อนไหวดังกล่าวยังได้รับอนุญาต

กรณีที่ 3: รถเริ่มขับไปในทิศทางตรงกันข้ามและเคลื่อนตัวออกนอกพื้นที่ใกล้เคียงโดยสมบูรณ์

หากรถผ่านเขตแดนระหว่างส่วนใกล้เคียงและส่วนหลังจากนั้น การแข่งขันจะหยุดลง



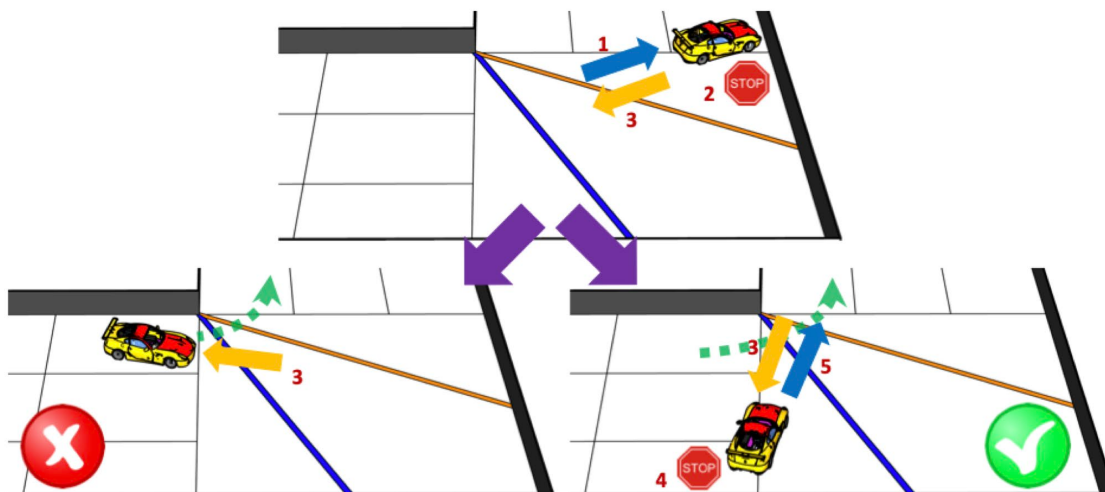
รูปที่ 26. ไม่อนุญาตให้เคลื่อนตัวออกนอกเขตเพื่อนบ้านโดยสมบูรณ์
ขณะขับรถไปในทิศทางตรงกันข้าม

ในรูปด้านบน:

- ระยะที่ 1 : รถคันแรกเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามตามเข็มนาฬิกา (แสดงโดยลูกศรประสีเขียว ใกล้กับผนัง)
- ระยะที่ 2 : รถหยุด
- ระยะที่ 3 : เริ่มขับสวนทางกันและตัดผ่าน 2 ส่วน เนื่องจากอยู่นอกเขตเพื่อนบ้านโดยสมบูรณ์

กรณีที่ 4: ตัวรถเปลี่ยนทิศทางบนพรมแดนระหว่างสองส่วน

หากรถเปลี่ยนทิศทางเมื่อการฉายภาพบนสนามข้ามเส้นระหว่างสองส่วน ให้ถือว่าส่วนหน้าเป็นส่วนแรกในการกำหนดส่วนที่ไกลที่สุดซึ่งอนุญาตให้เข้าไปในทิศทางตรงกันข้าม



รูปที่ 27. ส่วนที่ไกลที่สุดที่จะเข้าไปในทิศทางตรงกันข้ามเมื่อรถหยุดบางส่วนในส่วน

ทางภาพด้านซ้ายของภาพด้านบนฉากสุดท้ายของสถานการณ์ต่อไปนี้จะพิจารณา:

- ระยะที่ 1: รถคันแรกวิ่งผ่านราง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา(CCW) (ลูกศรเส้นประสีเขียวใกล้กับกำแพง)
- ระยะที่ 2: หยุดบนเส้นแบ่งระหว่างสองส่วน – ส่วนไปข้างหน้าในทิศทางการขับชี้ที่ตรงกันถือเป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนทิศทาง
- ระยะที่ 3: ขับต่อไปในทิศตรงกันข้ามและผ่านส่วนใกล้เคียงไปจนสุดส่วนที่เปลี่ยนทิศ

ลักษณะดังกล่าวจะนำไปสู่การหยุดการแข่งขันทันที

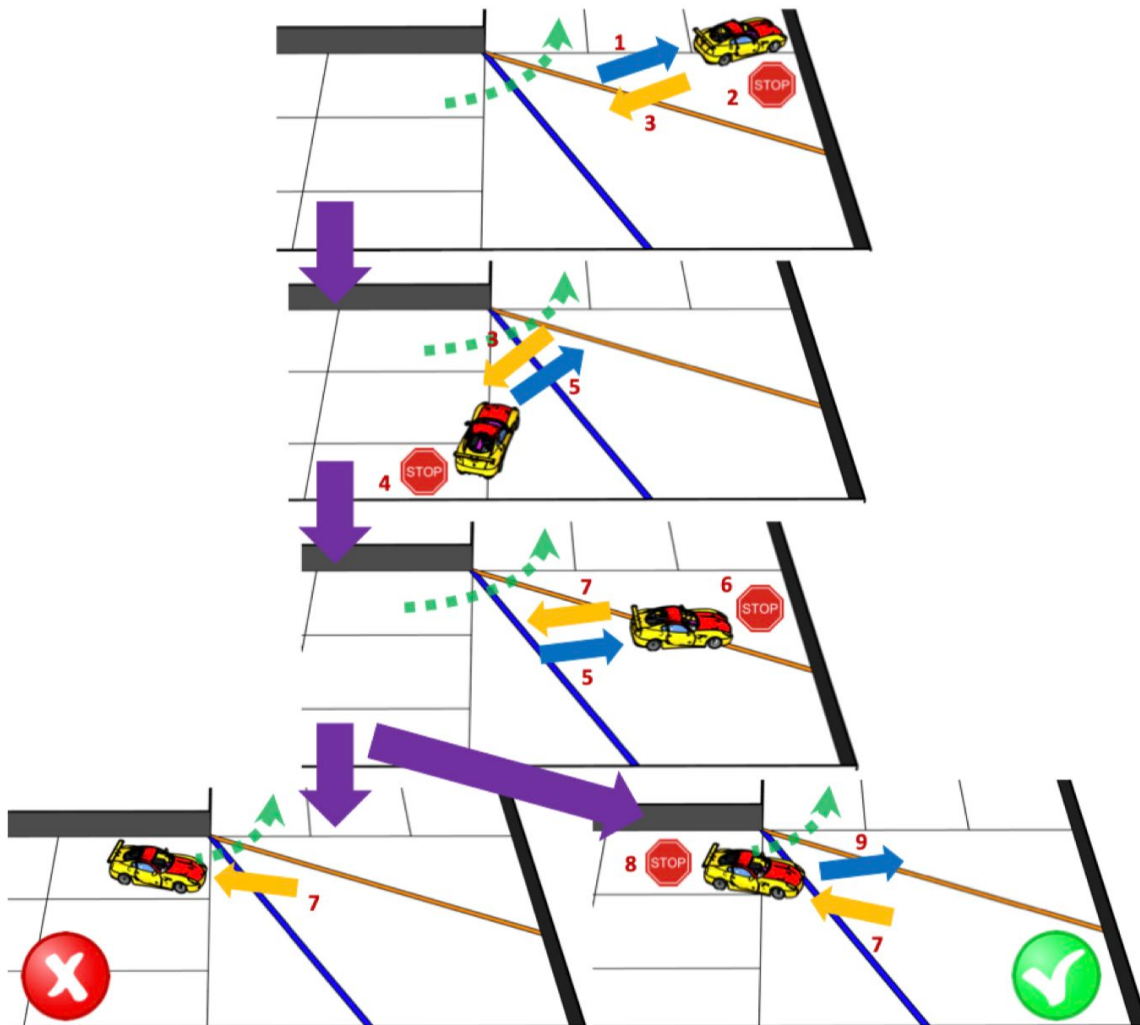
สถานการณ์ที่การแข่งขันยังคงดำเนินต่อไป:

- ระยะที่ 1: รถคันแรกวิ่งผ่านราง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา(CCW) (ลูกศรเส้นประสีเขียวใกล้กับกำแพง)
- ระยะที่ 2: หยุดบนเส้นแบ่งระหว่างสองส่วน – ส่วนไปข้างหน้าในทิศทางการขับชี้ที่ตรงกันถือเป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนทิศทาง
- ระยะที่ 3: เปลี่ยนทิศทางและเริ่มเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม
- ระยะที่ 4: รถจอดที่ชายแดนสองส่วน
- ระยะที่ 5: ยังคงขับเคลื่อน ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา(CCW)

เนื่องจากการคาดการณ์ของตัวรถยังคงอยู่ในส่วนใกล้เคียงบางส่วน การแข่งขันจึงไม่หยุด

กรณีที่ 5: เปลี่ยนทิศทางหลายครั้ง

รถได้รับอนุญาตให้เปลี่ยนทิศทางได้หลายครั้ง แต่ส่วนที่ใกล้ที่สุดที่เข้าไปในทิศทางตรงกันข้ามจะพิจารณาจากส่วนที่ใกล้ที่สุดกับส่วนสุดท้ายที่เปลี่ยนทิศทางในครั้งแรก:



รูปที่ 28. การยอมการเปลี่ยนทิศทางหลายครั้งโดยพิจารณาจากส่วนที่ใกล้เคียงที่สุดกับส่วนสุดท้าย

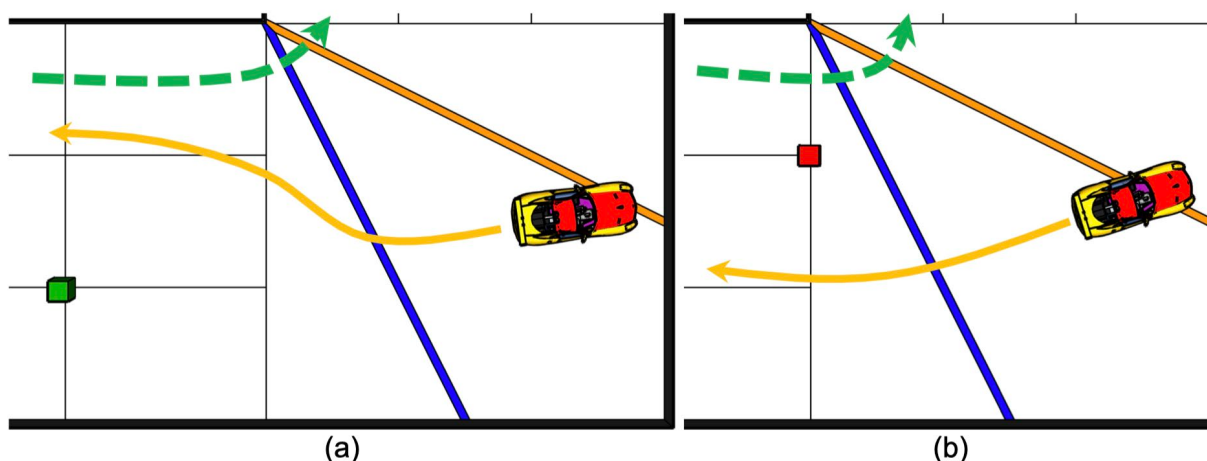
รูปด้านบนช่วยให้พิจารณาผลลัพธ์ที่ต่างกันสำหรับกรณีที่รถเปลี่ยนทิศทางหลายครั้ง:

- ระยะที่ 1: รถคันแรกวิ่งผ่านราง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา(CCW) (ตามลูกศรประสีเขียวใกล้กับกำแพง)
- ระยะที่ 2: หยุดบนเส้นแบ่งระหว่างสองส่วน – ส่วนไปข้างหน้าในทิศทางการขับชี้ที่ตรงกันถือเป็นส่วนที่มี การเปลี่ยนทิศทาง
- ระยะที่ 3: เปลี่ยนทิศทางและเริ่มเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม

- ระยะที่ 4 และ 5: รถหยุดในส่วนข้างเคียง – ถัดจากส่วนที่เปลี่ยนทิศทางในตอนแรกแล้วเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ถูกต้อง
- ระยะที่ 6 และ 7: รถเปลี่ยนทิศทางอีกครั้งแต่ไม่ได้นำมาพิจารณาเนื่องจากส่วนก่อนหน้านี้เปลี่ยนทิศทางเป็นฝั่งตรงข้ามจะเข้าใกล้เส้นชัยมากขึ้น
- หากรถออกนอกพื้นที่ใกล้เคียงโดยสมบูรณ์ ขับตรงข้ามจะหยุดการแข่งขัน (รูปที่ 28 ด้านซ้ายมือ)
- หากเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของเส้นโครงของรถอยู่ในส่วนถัดจากส่วนข้างเคียง จะไม่ถือว่าเป็นเหตุผลในการหยุดการแข่งขัน (รูปที่ 28 ด้านขวามือ)

กรณีที่ 6 : การผ่านป้ายจราจรในทิศทางตรงกันข้าม

กฎเกณฑ์ในการผ่านป้ายจราจรจะกลับกันเมื่อรถกำลังขับไปในทิศทางตรงกันข้าม – รถต้องผ่านด้านซ้ายของเสาสีแดง – รถต้องผ่านด้านขวาของเสาสีเขียว

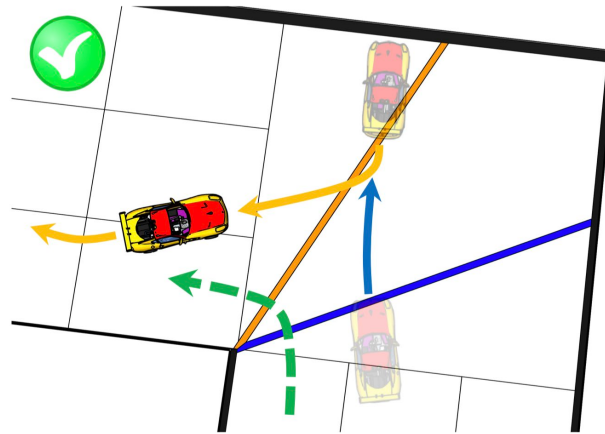


รูปที่ 29. กฎในการผ่านป้ายจราจรขณะขับรถไปในทิศทางตรงกันข้าม:

a) เสาสีเขียวต้องผ่านจากด้านขวา b) ต้องผ่านเสาสีแดงจากด้านซ้าย

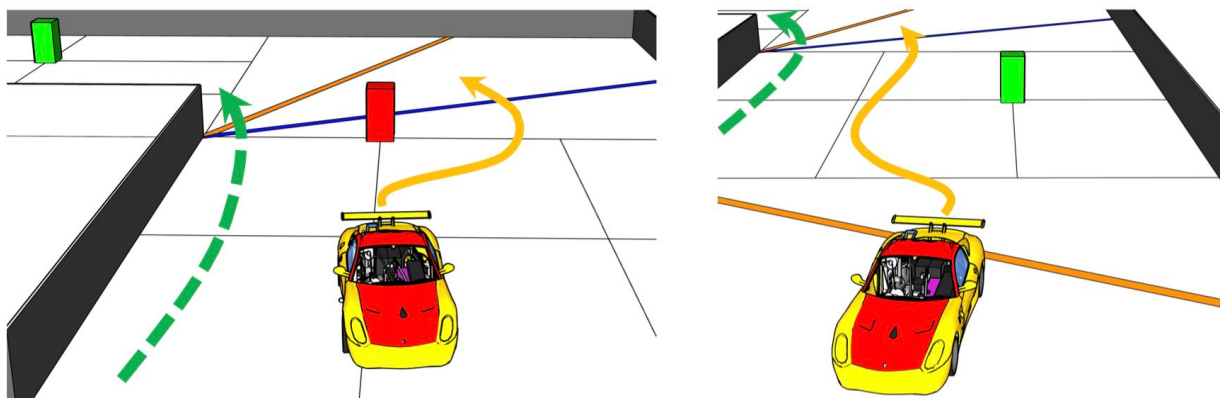
กรณีที่ 7: การขับรถยนต์หลัง

อนุญาตให้ขับถอยหลังได้หากรถถูกเคลื่อนไปในทิศทางการขับเคลื่อนที่ตรงกัน



รูปที่ 30. หันหลังขับรถไปในทิศทางที่ตรงกัน

ในทิศทางนี้กฎในการผ่านป้ายจราจรจะนำไปใช้กับรถในลักษณะเดียวกัน – ต้องผ่านเสาสีแดงจากด้านขวา และจะต้องผ่านเสาสีเขียวจากด้านซ้าย



(a)

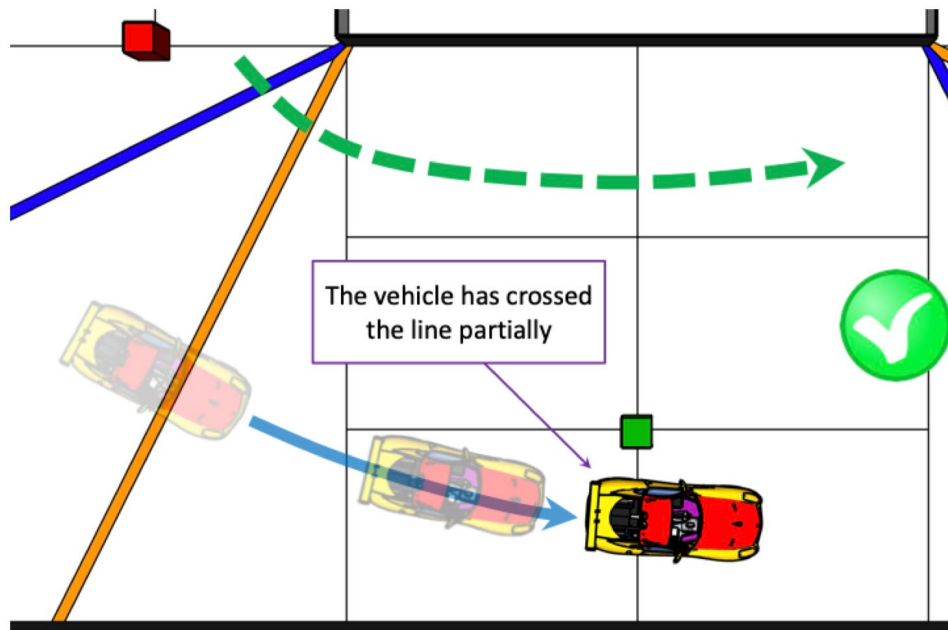
(b)

รูปที่ 31. กฎการผ่านป้ายไฟจราจรขณะขับรถยนต์หลัง

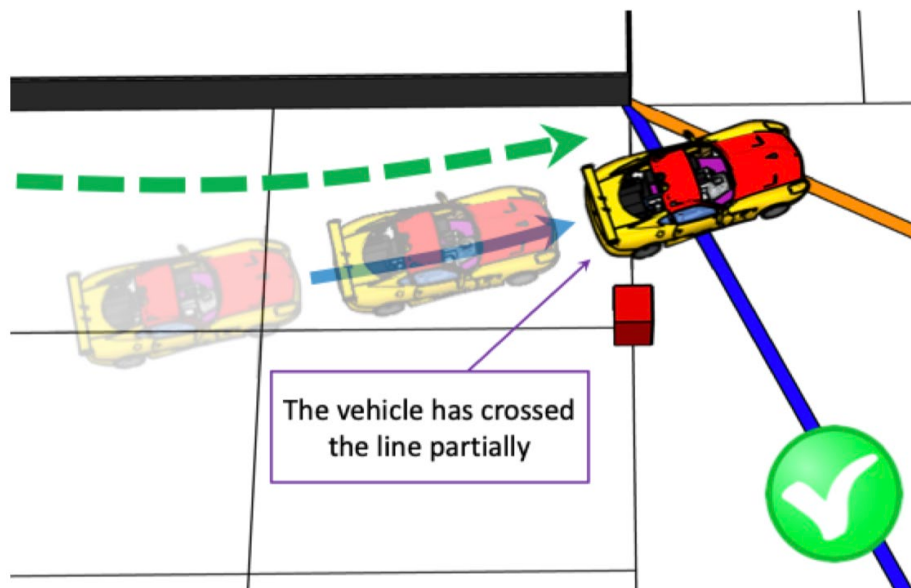
5. ผ่านป้ายจราจรด้านที่ไม่ถูกต้อง

แม้ว่าจะไม่ได้รับอนุญาตให้ผ่านป้ายจราจรจากด้านที่ไม่ถูกต้อง แต่ก็มีเกณฑ์ที่รถสามารถใช้เพื่อรับรู้สถานะความผิดปกติและแก้ไขได้

หากรถเริ่มขับผ่านป้ายจราจรอย่างไม่ถูกต้อง เวลาจะไม่หยุดลงหากรถไม่ผ่านเส้นที่ลากจากผนังภายในไปยังผนังด้านนอกและตำแหน่งของป้ายจราจรอย่างสมบูรณ์ (ต่อมาใช้คำว่า **เส้นรัศมี**)



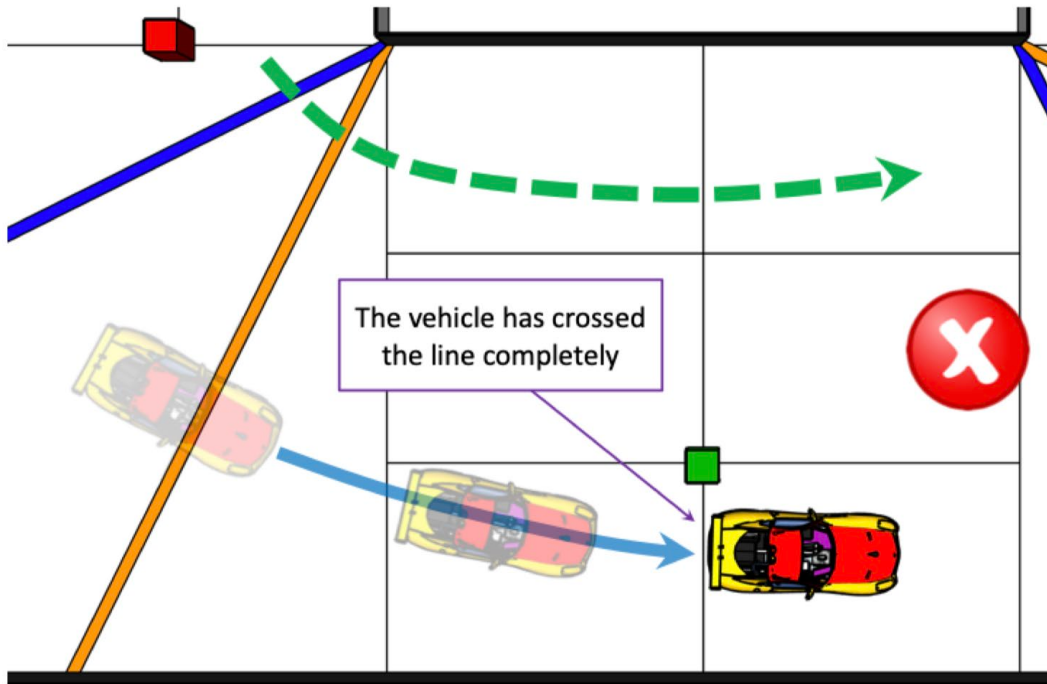
รูปที่ 32. รถไม่ผ่านรัศมีขณะขับรถจากด้านขวาของเสาสีเขียว



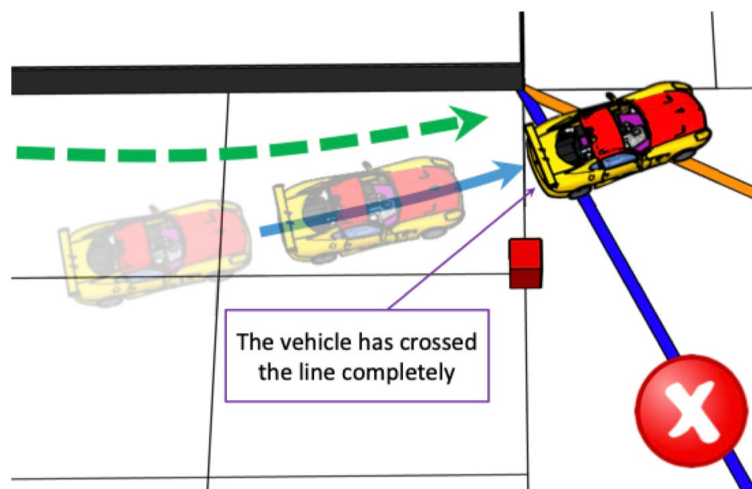
รูปที่ 33. รถไม่ผ่านรัศมีขณะขับรถจากด้านขวาของเสาสีแดง

พื้นที่ที่เส้นรัศมีถูกข้ามโดยสมบูรณ์โดยผู้ตัดสินจะหยุดการแข่งขันทันที

World Robot Olympiad and the WRO logo are trademarks of the World Robot Olympiad Association Ltd.2023

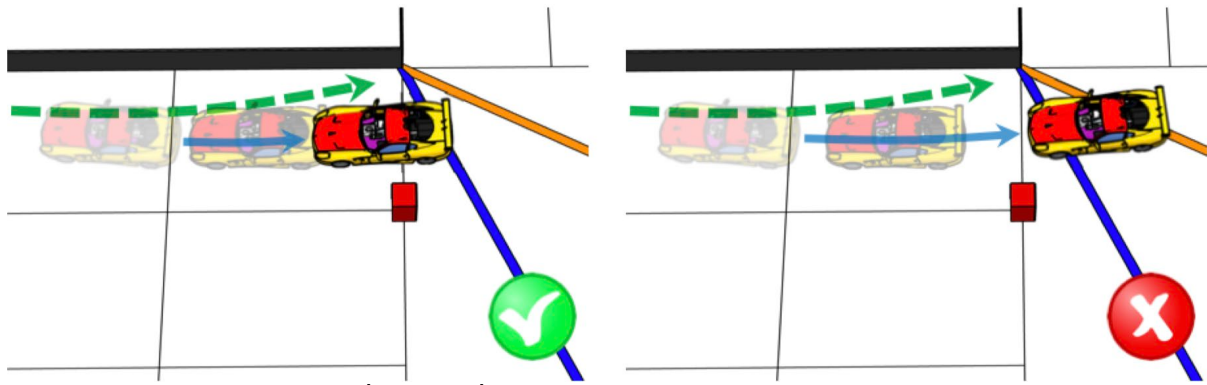


รูปที่ 34. รถวิ่งข้ามรัศมีจากด้านขวาของเสาสีเขียวโดยสมบูรณ์



รูปที่ 35. ตัวรถข้ามเส้นรัศมีจากด้านซ้ายของเสาสีแดงจนสุด

เช่นเดียวกับกรณีที่รถกำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้าในทิศทางที่ตรงกัน



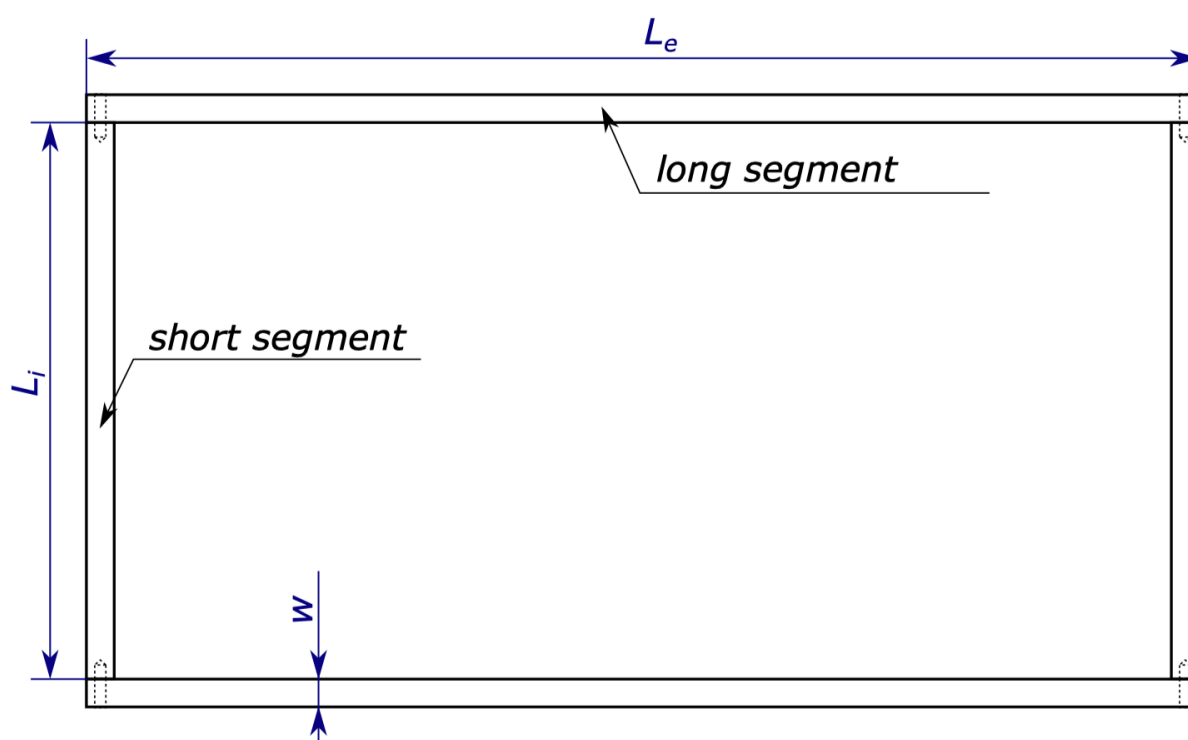
รูปที่ 36. รถวิ่งผ่านเส้นรัศมีมีขณะขับรถถอยหลัง

ภาคผนวก B: สนามแข่งขันสำหรับรอบชิงชนะเลิศระดับชาติ/ระดับภูมิภาค

ความแตกต่างหลักในการเตรียมสนามแข่งขันสำหรับรอบชิงชนะเลิศระดับชาติ/ระดับภูมิภาคจากรอบชิงชนะเลิศระดับนานาชาติคือวิธีการสร้างผนังภายใน เนื่องจากการกำหนดขนาดของผนังจะขึ้นอยู่กับกลุ่มที่เกิดขึ้นก่อนการแข่งขันรอบคัดเลือกทุกครั้ง

ด้านล่างนี้เป็นคำแนะนำที่สามารถใช้ในการเตรียมส่วนของผนังภายในได้

ประการแรก คำแนะนำนี้อนุมานว่าวัสดุของผนังภายในเป็น ไม้/พาร์ติเคิลบอร์ด/MDF จากนั้น ผนังจะประกอบด้วยสี่ส่วน: ส่วนยาวสองส่วนและส่วนสั้นสองส่วน และความหนาของทุกส่วนจะเท่ากัน ส่วนเหล่านี้ได้รับการแก้ไขโดยใช้สกรูยึนยันหรือสกรูโดมและน็อตสอด ความสูงของส่วนคือ 100 มม. สีของเช็กเมนต์เป็นสีดำ



รูปที่ 37. แบบแปลนของส่วนที่ใช้สำหรับผนังด้านใน

ดังนั้นการกำหนดค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของผนังด้านในสามารถทำได้หากเตรียมชุดของส่วนต่อไปนี้:

Long segments	Short segments
2 segments per 1000 mm	2 segments per $(1000 - 2w)$ mm
2 segments per 1400 mm	2 segments per $(1400 - 2w)$ mm
2 segments per 1800 mm	2 segments per $(1800 - 2w)$ mm
	where “w” is the thickness of a segment

ตัวอย่างเช่น หากความหนาของส่วนคือ 17 มม. ความยาวของส่วนที่สั้นจะเป็น 966 มม., 1366 มม. และ 1766 มม.

หลังจากการสั่ก่อนการแข่งขัน การรวมกันของเซกเมนต์ต่างๆที่ตรงกันจะถูกยึดเข้าด้วยกันด้วยสกรูและตั้งอยู่บนสนาม ในการทำให้โครงสร้างเคลื่อนตัวโดยตัวรถยากขึ้น น้ำหนักบางส่วนอาจอยู่ที่มุมด้านในของผนัง

ภาคผนวก C: การประเมินเอกสารทางวิศวกรรม

แนวทางต่อไปนี้จะใช้ในการประเมินวารสารทางวิศวกรรมและเอกสารเกี่ยวกับรถ ด้านล่างนี้คือรายการคะแนนและเกณฑ์สำหรับทุกรายการ:

พื้นที่ทำคะแนน	คะแนนสูงสุด
1. การจัดการการเคลื่อนไหว	4
2. การจัดการพลังงานและการตรวจเช็ค	4
3. การจัดการอุปสรรค	4
4. รูปภาพ – ทีมงานและรถ	4
5. วิดีโอผลงาน	4
6. การแชร์ข้อมูลลง GitHub	4
7. ปัจจัยทางวิศวกรรม	4
8. ความประทับใจของผู้ตัดสินโดยรวม	2
คะแนนรวม	30

กระบวนการในการดำเนินการประเมินเอกสารตัวรถอาจเป็นดังนี้:

1. มีผู้ตัดสินอย่างน้อย 3 คนซึ่งจะเป็นผู้ประเมินเอกสาร
2. ผู้ตัดสินทุกคนจะคุ้นเคยกับเอกสารของรถ และให้การประเมินสำหรับรายการการให้คะแนนทุกรายการตามเกณฑ์ที่อธิบายไว้ ผู้ตัดสินไม่ได้รับอนุญาตให้ข้ามรายการให้คะแนนใด ๆ ไม่อนุญาตให้มีการอภิปรายระหว่างผู้ตัดสินในขณะนี้ การประเมินรายการขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้ตัดสินเกี่ยวกับเกณฑ์และความรู้สึกของเขาเกี่ยวกับการสะท้อนเกณฑ์ที่สอดคล้องกันในเอกสารประกอบ – นี่ไม่ใช่การเปรียบเทียบเอกสารประกอบที่จัดทำโดยหลายทีมระหว่างกัน
3. ค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกรายการคำนวณตามคะแนนของผู้ตัดสิน
4. ผลรวมของคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดคือผลรวมของเอกสารประกอบของรถสำหรับทีมใดทีมหนึ่ง

เกณฑ์สำหรับการตัดสินเอกสารทางวิศวกรรม

1	การจัดการการเคลื่อนไหว	
	การอธิบายเกี่ยวกับการจัดการการเคลื่อนที่ควรครอบคลุมถึงวิธีการจัดการการเคลื่อนที่ของรถ เลือกมอเตอร์อะไร เลือกและใช้งานอย่างไร สามารถจัดให้มีการอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับการออกแบบ/การเลือกโครงสร้างของรถ ตลอดจนการติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดเข้ากับโครงแชสซี/โครงสร้างของรถ การอธิบายอาจรวมถึงหลักการทางวิศวกรรมเช่น ความเร็ว แรงบิด กำลัง ฯลฯ การใช้งาน สามารถจัดเตรียมคำแนะนำในการสร้างหรือประกอบพร้อมกับไฟล์ 3D CAD ไปยังชิ้นส่วนการพิมพ์ 3 มิติ	
	ไม่มีข้อมูลหรือการอธิบาย	0
	ข้อมูลไม่เพียงพอ	1
	ข้อมูลต้องการการปรับปรุง	2
	ข้อมูลตรงตามความคาดหวัง	3
	ข้อมูลเกินความคาดหวัง	4

2	การจัดการพลังงานและการตรวจเช็ค	
	การอธิบายเกี่ยวกับการจัดการพลังงานและการตรวจเช็คควรครอบคลุมแหล่งพลังงานสำหรับรถยนต์ ตลอดจนเซ็นเซอร์ที่จำเป็นในการจัดเตรียมข้อมูลให้กับรถยนต์เพื่อให้เข้ากับการกิจต่างๆ การอธิบายอาจรวมถึงเหตุผลในการเลือกเซ็นเซอร์ต่างๆ และวิธีการใช้งานเซ็นเซอร์ในรถยนต์รวมกับการใช้พลังงาน การอธิบายอาจรวมถึงการเดินสาย ไดอะแกรมพร้อมวัสดุอุปกรณ์ สำหรับรถยนต์ที่มีไดอะแกรมการเดินสายแบบมีอาชีพทุกด้าน	
	ไม่มีข้อมูลหรือการอธิบาย	0
	ข้อมูลไม่เพียงพอ	1
	ข้อมูลต้องการการปรับปรุง	2
	ข้อมูลตรงตามความคาดหวัง	3
	ข้อมูลเกินความคาดหวัง	4

ข้อมูลสนับสนุนสำหรับแผนภาพการเดินสาย:

1. <https://www.edrawsoft.com/wiring-diagram.html>
2. <https://www.smartdraw.com/wiring-diagram/>
3. <https://www.doityourself.com/stry/3-different-types-of-electrical-wiring-diagrams-explained>
4. <https://www.allaboutcircuits.com/projects/build-your-own-robot-design-and-schematic/>

3	การจัดการอุปสรรค	
	การอภิปรายการจัดการสิ่งกีดขวางควรรวมถึงกลยุทธ์สำหรับหุ่นยนต์ ในการพิจารณาภารกิจทั้งหมด ซึ่งอาจรวมถึงโฟลว์ไดอะแกรม รหัสจำลอง และซอร์สโค้ดพร้อมความคิดเห็นโดยละเอียด	
	ไม่มีข้อมูลหรือการอธิบาย	0
	ข้อมูลไม่เพียงพอ	1
	ข้อมูลต้องการการปรับปรุง	2
	ข้อมูลตรงตามความคาดหวัง	3
	ข้อมูลเกินความคาดหวัง	4

4	รูปภาพ – ทีมงานและยานพาหนะ	
	ต้องมีรูปภาพของทีมและหุ่นยนต์ รูปภาพของหุ่นยนต์ต้องครอบคลุมทุกด้านของหุ่นยนต์ ต้องชัดเจน อยู่ในโฟกัส และแสดงแง่มุมของความคล่องตัว แหล่งพลังงานและเซนเซอร์ และการจัดการสิ่งกีดขวาง การอ้างอิงในส่วนการอภิปราย 1, 2 และ 3 สามารถอ้างอิงกับรูปภาพเหล่านี้ได้ ภาพถ่ายของทีมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ตัดสินในการระบุตัวตนของทีมในระหว่างการแข่งขันระดับประเทศและระดับนานาชาติ	
	ไม่มีข้อมูลหรือการอธิบาย	0
	ข้อมูลไม่เพียงพอ	1
	ข้อมูลต้องการการปรับปรุง	2
	ข้อมูลตรงตามความคาดหวัง	3
	ข้อมูลเกินความคาดหวัง	4

5	วิดีโอผลงาน	
	วิดีโอผลงานต้องแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ตั้งแต่ต้นจนจบสำหรับแต่ละภารกิจ วิดีโออาจมีการซ้อนทับของคำบรรยาย ชื่อเรื่อง หรือภาพเคลื่อนไหว วิดีโออาจรวมถึงแง่มุมของ ส่วนที่ 1, 2 หรือ 3	
	ไม่มีข้อมูลหรือการอธิบาย	0
	ข้อมูลไม่เพียงพอ	1
	ข้อมูลต้องการการปรับปรุง	2
	ข้อมูลตรงตามความคาดหวัง	3
	ข้อมูลเกินความคาดหวัง	4

6	การแชร์ข้อมูลลง GitHub	
	Git และ GitHub พร้อมใช้งานสำหรับการจัดการโครงการโอเพ่นซอร์ส(opensource project management)และการควบคุมเวอร์ชันไฟล์(file version control) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบและพัฒนา ทีมต้องใช้แพลตฟอร์มนี้เพื่อบันทึกความคืบหน้า การพัฒนาโค้ด และแชร์ไฟล์ การตัดสินใจแพลตฟอร์มจะรวมถึงความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ให้ไว้ การจัดโครงสร้างข้อมูล และความถี่ในการคอมมิต ทีมสามารถใช้แพลตฟอร์มนี้เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบทางวิศวกรรมและการเขียนโค้ดของตนได้เช่นกัน	
	ไม่มีข้อมูลหรือการอธิบาย	0
	ข้อมูลไม่เพียงพอ	1
	ข้อมูลต้องการการปรับปรุง	2
	ข้อมูลตรงตามความคาดหวัง	3
	ข้อมูลเกินความคาดหวัง	4

ข้อมูลสนับสนุนสำหรับการแชร์ข้อมูล]’ GitHub:

1. <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/what-do-developers-use-github-for-heres-why-its-vital/>
2. [What is GitHub?](#)
3. <https://apiumhub.com/tech-blog-barcelona/using-github/>
4. <https://kinsta.com/knowledgebase/what-is-github/>
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub>
6. <https://www.howtogeek.com/180167/htg-explains-what-is-github-and-what-do-geeks-use-it-for/>
7. <https://www.simplilearn.com/tutorials/git-tutorial>

7	ปัจจัยทางวิศวกรรม	
	ไม่มีข้อมูลหรือไม่มีคำอธิบายการออกแบบ	0
	โครงสร้างหรือชุดควบคุมของรถ " หาได้ง่าย " ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ	1
	โครงสร้างหรือชุดควบคุมของรถ " หาได้ง่าย " มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบเล็กน้อย	2
	โครงสร้างหรือชุดควบคุมของรถ " หาได้ง่าย " มีการเปลี่ยนแปลงและทีมงานได้เพิ่มส่วนประกอบที่ออกแบบเอง เช่น ตัวยึดเซ็นเซอร์	3
	เป็นเจ้าของการออกแบบโครงสร้างรถยนต์และส่วนประกอบต่างๆ ด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่หาได้ง่าย เช่น มอเตอร์และเซ็นเซอร์	4

8	ความประทับใจของผู้ตัดสินโดยรวม	
	ข้อมูลบน GitHub นั้นไม่เพียงพอและขาดการอธิบายเกี่ยวกับการออกแบบและการเขียนโค้ดของรถ ไม่สามารถนำไปใช้ซ้ำได้	0
	ข้อมูลบน GitHub มีการอธิบายการออกแบบหุ่นยนต์และการเขียนโค้ด นำไปใช้ซ้ำได้ยาก	1
	ข้อมูลบน GitHub มีการอธิบายที่ยอดเยียมเกี่ยวกับการออกแบบและการการเขียนโค้ดของหุ่นยนต์ สามารถนำไปใช้ซ้ำได้ง่าย	2

ภาคผนวก D: ชุดส่วนประกอบทางไฟฟ้าขั้นต่ำ

รายการด้านล่างแสดงรายการอุปกรณ์ที่สามารถใช้สำหรับชิ้นส่วนระบบเครื่องกลไฟฟ้าของรถยนต์ นี่เป็นข้อเสนอแนะมากกว่าข้อกำหนด ทีมงานเองจะปฏิบัติตามคำแนะนำเหล่านี้หรือไม่

- คอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว: ใช้สำหรับการประมวลผลวิดีโอแบบเรียลไทม์ วิเคราะห์ข้อมูลเซนเซอร์ ส่ง/จัดการสัญญาณไปยังตัวควบคุมมอเตอร์
- ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบบอร์ดเดียว + แผงป้องกันมอเตอร์: อุปกรณ์นี้จะรับสัญญาณการจัดการจาก SBC หลักและทำงานด้วยมอเตอร์ตามลำดับ
- กล้องมุมกว้าง
- เซนเซอร์วัดระยะ 2 ตัว
- เซนเซอร์วัดแสงสองตัว
- เซอร์โวมอเตอร์: ควบคุมการบังคับเลี้ยว
- มอเตอร์ DC พร้อม Gear box : ควบคุมความเร็วของรถ
- encoder อย่างน้อยหนึ่งตัว : ช่วยให้รถวัดความเร็วเชิงมุมของมอเตอร์ DC ได้
- IMU (หน่วยวัดเฉื่อย) – มักจะเป็นการรวมกันของไจโรสโคปและมาตรความเร่ง: สามารถใช้เพื่อปรับปรุงการนำทางของรถ
- แบตเตอรี่สองก้อน: ก้อนหนึ่งสำหรับ SBC และ SBM อีกก้อนสำหรับมอเตอร์
- a voltage stabilizer : จำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายไฟเพียงพอสำหรับ SBC/SBM
- สวิตช์สองตัวสำหรับเชื่อมต่อแบตเตอรี่กับผู้ใช้ไฟฟ้า: SBC/SBM, มอเตอร์
- ปุ่มกด: สามารถใช้เป็นทริกเกอร์เพื่อเริ่มการแข่งขันได้

ตัวอย่างการกำหนดค่าตัวรถอาจเป็น:

- โครงรถจากรถยนต์ที่ควบคุมด้วยรีโมท (RC)
- ตัวควบคุมหลัก -- Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi3-model-b-plus/>) และการ์ด MicroSD เพื่อเก็บระบบปฏิบัติการและโปรแกรมต่างๆ
- โมดูลกล้อง (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) พร้อมเลนส์มุมกว้างพิเศษ
- ตัวควบคุมมอเตอร์และเซนเซอร์ -- Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-unorev3>) พร้อมเกราะป้องกันต้นแบบ (<https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size>)
- ตัวควบคุมมอเตอร์กระแสตรง (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motorcontroller.html>)
- มอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนตัวรถ (อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงรถ)

- เซอร์โวมอเตอร์สำหรับบังคับเลี้ยว (อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงรถ)
- เซนเซอร์ IMU (<https://www.sparkfun.com/products/13762>)
- เซนเซอร์ Analog Line 2 ตัว (<https://www.sparkfun.com/products/9453>)
- Rotary Encoder (<https://www.sparkfun.com/products/10790>)
- 2 Ultrasonic Distance Sensor (<https://www.sparkfun.com/products/15569>)
- แบตเตอรี่ USB ภายนอกที่มีฮับเพื่อแยกการใช้ไฟระหว่าง Raspberry Pi และ Arduino
- แบตเตอรี่เพิ่มเติมสำหรับจ่ายไฟให้กับมอเตอร์กระแสตรง (อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงรถ)

หมายเหตุ ในภาคผนวก D สำหรับการแข่งขันในประเทศไทย อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ตามข้อที่ 11 เรื่อง วัสดุและข้อกำหนดของตัวรถ เท่านั้น