



คู่มือวิธีการตรวจ

รหัส	TM-MQS-24
หน้า	1/15
แก้ไขครั้งที่	5
ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)



ผู้จัดทำ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้อนุมัติ
ฉิมลลสิริ (นางสาวฉิมลลสิริ จุทอง) นักพัฒนา 2	น.ท. ร.น. (ณัฐภัทร คุ่มปรีดี) ผอ.ส่วนควบคุมคุณภาพและการมาตรฐาน	น.ท. ร.น. (พีรพงษ์ แก้วพันธ์) ผอ.ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย
12 / 8.ค. / 66	13 / 8.ค. / 66	14 / 8.ค. / 66

	คู่มือวิธีการตรวจ		รหัส	TM-MQS-24
	การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)		หน้า แก้ไขครั้งที่ ประกาศใช้วันที่	2/15 5 15 ส.ค. 2566

ประวัติการเปลี่ยนแปลงเอกสาร

ลำดับ ที่	รายการเปลี่ยนแปลง/เพิ่มเติม	หน้าที่แก้ไข	แก้ไข ครั้งที่	DAR No.	หมายเหตุ
1	ฉบับเริ่มใช้	-	0	DA032/62	
2	- แก้ไขชื่อเอกสาร - แก้ไขขอบข่าย - เพิ่มคำนิยาม - เพิ่มการเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ - เพิ่มความผิดปกติ - เพิ่มเกณฑ์การยอมรับ - การเปรียบเทียบความสามารถระหว่างยานภาคพื้นไร่คนขับด้วยค่าดัชนีความสามารถในการเคลื่อนที่ - แนบฟอร์ม FM-MQS-006	ทุกหน้า 3 3 4 5 6 6 เอกสารแนบ	1	DA028/63	
3	- แก้ไขวัตถุประสงค์ - เพิ่มเติมเงื่อนไขการทดสอบ - ปรับแก้วิธีการทดสอบ - แก้ไขเกณฑ์การยอมรับ - แก้ไขบันทึกคุณภาพและวิธีจัดเก็บ - ยกเลิกเอกสารแนบ - เพิ่มภาคผนวก	3 4 5-6 7 7 7 8	2	DA034/64	
4	- เพิ่มมาตรฐานและข้อกำหนดในขอบข่าย - เพิ่มยานการใช้งานเครื่องมือ - ปรับแก้การเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ - การรายงานผลการทดสอบ - ปรับข้อความเกณฑ์การตัดสินผล - เพิ่ม/ ยกเลิกเอกสารอ้างอิง	3 4 5 6-7 8 8	3	DA039/64	

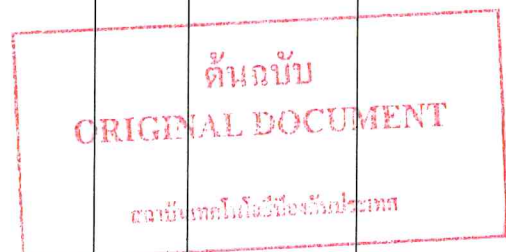
ORIGINAL DOCUMENT

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

	คู่มือวิธีการตรวจ	รหัส	TM-MQS-24
		หน้า	3/15
	การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)	แก้ไขครั้งที่ ประกาศใช้วันที่	5 15 ส.ค. 2565

ประวัติการเปลี่ยนแปลงเอกสาร

ลำดับ ที่	รายการเปลี่ยนแปลง/เพิ่มเติม	หน้าที่แก้ไข	แก้ไข ครั้งที่	DAR No.	หมายเหตุ
5	- เพิ่มเติมเงื่อนไขการทดสอบ - เพิ่มเติมการเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ - เพิ่มเติมรายละเอียดวิธีการทดสอบ - เพิ่มรายละเอียดการตรวจสอบความสามารถสูงสุดของยานฯ - เพิ่มรายละเอียดข้อผิดพลาด - เพิ่มรายละเอียดการรายงานผลการตรวจสอบ - เพิ่มรายละเอียดภาคผนวก 1. ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง 2. การหาค่าความเร็วยานฯ ขณะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง 3. ข้อเสนอแนะในการปรับระยะช่องว่างขณะทำการทดสอบ	5 – 6 7 7 – 8 8 9 10 13-15	4	DA004/65	
6	- แก้ไขการจัดเก็บบันทึกคุณภาพ	11	5	DA019/66	



	คู่มือวิธีการตรวจ การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)	รหัส	TM-MQS-24
		หน้า	4/15
		แก้ไขครั้งที่	5
		ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

1. วัตถุประสงค์

ใช้เป็นวิธีปฏิบัติงานในการทดสอบสมรรถนะการเคลื่อนที่ของยานภาคพื้นไร้คนขับ (Unmanned Ground Vehicle, UGV) เพื่อตรวจสอบความสามารถสูงสุด และประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของยานฯ และ/หรือยืนยันว่า ยานภาคพื้นไร้คนขับ (Unmanned Ground Vehicle, UGV) สามารถเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่างได้ตามมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้น

2. ขอบข่าย

2.1 คู่มือวิธีการตรวจนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ทดสอบสมรรถนะการเคลื่อนที่ของยานภาคพื้นไร้คนขับ (Unmanned Ground Vehicle, UGV) ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม

2.2 คู่มือวิธีการตรวจนี้ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจตามรายละเอียดบางส่วนในมาตรฐาน Standard Test Method for Evaluating Emergency Response Robot Capabilities: Mobility: Confined Area Obstacles: Gaps (ASTM E 2801-11)

2.3 คู่มือวิธีการตรวจนี้ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจตามรายละเอียดบางส่วนในมาตรฐาน ยุทธโศภณกรรมกระทรวงกลาโหมว่าด้วย ระบบยานภาคพื้นไร้คนขับ สำหรับภารกิจตรวจการณ์และ/หรือการเก็บกู้/ทำลายวัตถุระเบิด

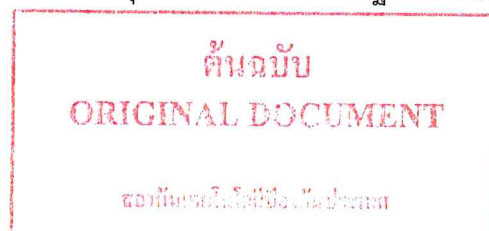
2.4 คู่มือวิธีการตรวจนี้ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้กับข้อกำหนดของผู้ให้บริการที่ประสงค์ให้ตรวจสอบสมรรถนะการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่างของยานภาคพื้นไร้คนขับ

3. คำนิยาม

3.1 ยานภาคพื้นไร้คนขับ (Unmanned Ground Vehicle, UGV) หมายถึง ยานพาหนะที่ทำงานในขณะที่สัมผัสกับพื้นดินโดยไม่มีมนุษย์อยู่บนยานพาหนะนั้น สามารถทำงานในพื้นที่ที่ไม่สะดวก มีความอันตราย หรือพื้นที่ที่มนุษย์ไม่สามารถทำงานได้ โดยทั่วไยยานภาคพื้นไร้คนขับจะติดตั้งเซนเซอร์เพื่อสังเกตการณ์ และตัดสินใจด้วยตนเอง หรือส่งผ่านข้อมูลไปยังผู้ใช้ซึ่งควบคุมการทำงานของยานพาหนะผ่านระบบควบคุมระยะไกล

3.2 ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับ หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับ (UGV) พิจารณาความพร้อมของยานภาคพื้นไร้คนขับว่าจะดำเนินการทดสอบหรือไม่ หรือเมื่อได้เริ่มดำเนินการทดสอบแล้วหากเกิดปัญหาสามารถแจ้งขอหยุดทดสอบได้

3.3 ผู้ควบคุมการทดสอบ หมายถึง เจ้าหน้าที่ส่วนงานควบคุมภาพและการมาตรฐาน (MQS) ที่ทำหน้าที่ควบคุม กำกับ ดูแลการทดสอบนั้น



	คู่มือวิธีการตรวจ การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)	รหัส	TM-MQS-24
		หน้า	5/15
		แก้ไขครั้งที่	5
		ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

3.4 สถานีปฏิบัติงาน (Operator Station) หมายถึง ตำแหน่งที่ผู้ควบคุมยานฯ ทำการควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับ (Unmanned Ground Vehicle, UGV) โดยผู้ควบคุมยานฯ จะต้องประจำที่ตำแหน่งดังกล่าวเพื่อป้องกันการมองเห็นและเสียงที่เกิดขึ้นจากยานภาคพื้นไร้คนขับ

3.5 ข้อผิดพลาด (Fault Condition) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบแล้วเป็นอุปสรรคในการปฏิบัติการกิจให้สำเร็จรวมถึงสิ่งที่เบี่ยงเบนจากวิธีการทดสอบ เช่น หากยานภาคพื้นไร้คนขับเคลื่อนที่ออกนอกเส้นทางมากเกินไปผู้ควบคุมการทดสอบสามารถพิจารณาให้เป็นข้อผิดพลาดของการทดสอบนั้น ๆ ได้

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 4.1 สนามทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E-2801, Range 0 - 100 cm.
- 4.2 นาฬิกาจับเวลา, Range 0 - 100 Hours
- 4.3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์, Range 0 - 50 °C, 0 - 100%RH
- 4.4 เครื่องวัดความเข้มแสง (Light Meter), Range 0.1 – 500 Lux
- 4.5 ตลับเมตร, Range 0 - 5 m.
- 4.6 เครื่องชั่ง, Range 0 - 150 kg.
- 4.7 กล้องถ่ายวิดีโอ/กล้องถ่ายภาพ
- 4.8 อุปกรณ์ระงับอัคคีภัย

5. ขั้นตอนการทำงาน

5.1 เงื่อนไขการทดสอบ

5.1.1 การทดสอบในเอกสารฉบับนี้เป็นการทดสอบในรูปแบบการประเมินสมรรถนะการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวาง ไม่ครอบคลุมการประเมินด้านความปลอดภัยของยานภาคพื้นไร้คนขับ

5.1.2 การทดสอบจะดำเนินการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบ ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์และควบคุมสภาวะแวดล้อมเป็นการเฉพาะ โดยลักษณะสนามทดสอบมี 2 รูปแบบ คือ การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่างแบบปกติ และการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่างแบบมีท่อลอดแรงดูด (ผู้ยื่นคำขอต้องระบุลักษณะสนามที่ต้องการทดสอบ)

5.1.3 การทดสอบจะดำเนินการเพื่อตรวจสอบสมรรถนะการเคลื่อนที่ ความสามารถสูงสุดของยานภาคพื้นไร้คนขับ และประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของยานฯ หากผู้ขอรับบริการต้องการให้มีการตัดสินผลให้ระบุในใบคำขอรับบริการ



	คู่มือวิธีการตรวจ การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)	รหัส	TM-MQS-24
		หน้า	6/15
		แก้ไขครั้งที่	5
		ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

5.1.4 ตามคู่มือการตรวจฉบับนี้จะกำหนดค่าความน่าเชื่อถือที่ระดับ 80% (Reliability) และค่าความเชื่อมั่นที่ระดับ 85% (Confidence) ทั้งนี้ผู้ขอรับบริการจะต้องเลือกจำนวนรอบในการทดสอบตามตารางที่ 1

5.1.5 หากผู้ขอรับบริการต้องการใช้ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความเชื่อมั่น (Confidence) นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้ ให้ผู้ขอรับบริการระบุในใบคำขอรับบริการ พร้อมทั้งกำหนดจำนวนรอบในการทดสอบที่ต้องการ

5.1.6 ผู้ขอรับบริการหรือผู้บังคับยานต้องกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะข้ามช่องว่างที่ต้องการให้ทำการตรวจ/ทดสอบ (รายละเอียดภาคผนวกข้อ 2.ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง) ซึ่งอาจเลือกแบบใดแบบหนึ่งหรือทั้งสองแบบ โดยทำการเคลื่อนที่ตามที่กำหนดในทุกกรอบของการทดสอบ

5.1.7 ในกรณีไม่มีโหมดความเร็วให้เลือกใช้ ให้ทำการทดสอบที่โหมดความเร็วมากที่สุด (ดัน Joy Stick ไปด้านหน้าสุด) หรือ ทดสอบที่การเคลื่อนที่ช้าสุดและการเคลื่อนที่เร็วสุด ในกรณีที่ยานฯ มีโหมดความเร็วมากกว่า 1 โหมด โดยขณะยานฯ เคลื่อนที่ข้ามช่องว่างให้ทำการบันทึกค่าโหมดความเร็วที่เลือกและความเร็วที่คำนวณได้ใส่ในรายงาน

5.1.8 คู่มือการตรวจนี้จะประเมินเฉพาะสมรรถนะยานภาคพื้นไร้คนขับ ผู้ยื่นคำขอต้องคัดเลือกผู้ควบคุมยานฯ ที่มีทักษะ/ความชำนาญที่ดีที่สุดมาควบคุมยานฯ ขณะทำการทดสอบ (ผลการทดสอบจะไม่นำทักษะผู้ควบคุมยานฯ มาเป็นปัจจัยในการตัดสินผล)

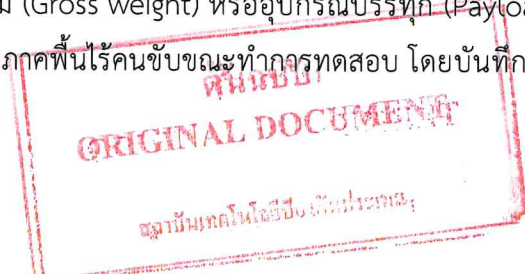
5.1.9 คู่มือการตรวจนี้จะประเมินสมรรถนะการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่างในสนามกว้าง 1.2 เมตร ยาว 4.8 เมตร มีระยะการเคลื่อนที่จากช่องว่างด้านละ 30 cm. ขนาดช่องว่างต่ำสุดที่สามารถทดสอบได้คือ 10 cm. ในการทดสอบผู้ควบคุมยานฯ ไม่สามารถมองเห็นยานฯ และสนามขณะทำการทดสอบ

5.2 การเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ

5.2.1 ตรวจสอบความพร้อมของสนามทดสอบก่อนใช้งานโดยบันทึกผลการตรวจลงในฟอร์มใบตรวจสอบการปรับนับตั้งเครื่องมือวัด เครื่องมือ และ อุปกรณ์ (FM-MQS-10)

5.2.2 เพื่อเป็นการตรวจสอบวัตถุประสงค์ในการทดสอบและสามารถใช้ตรวจสอบย้อนกลับข้อมูลการทดสอบได้นั้นให้ผู้ควบคุมการทดสอบดำเนินการตรวจประเมินความพร้อม และบันทึกรายละเอียดของการทดสอบ ได้แก่ วัน-เวลา, สถานที่ทดสอบ, รุ่นของระบบยานภาคพื้นไร้คนขับ, ชื่อผู้ปฏิบัติงาน, สภาพแวดล้อมในการทดสอบ, ระบบการสื่อสาร เป็นต้น

5.2.3 ผู้ควบคุมการทดสอบทำการชั่งน้ำหนักรวม (Gross weight) หรืออุปกรณ์บรรทุก (Payload) ที่จะติดตั้งขณะทดสอบ (ถ้ามี) เพื่อตรวจสอบสภาวะของยานภาคพื้นไร้คนขับขณะทำการทดสอบ โดยบันทึกผลลงในรายงานการตรวจผลผลิตภัณฑ์



	คู่มือวิธีการตรวจ	รหัส TM-MQS-24
		หน้า 7/15 แก้ไขครั้งที่ 5 ประกาศใช้วันที่ 15 S.ก. 2566

การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง
(Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)

5.2.4 ก่อนเริ่มการทดสอบ ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับสามารถฝึกปฏิบัติก่อนการทดสอบจริงได้

5.2.5 ผู้ควบคุมการทดสอบทำการชี้แจงต่อผู้ขอรับบริการ (ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับ) ในรายละเอียดของการตรวจเพื่อประเมินสมรรถนะการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่างของยานภาคพื้นไร้คนขับ ดังต่อไปนี้
 1.กระบวนการตรวจ 2. ข้อจำกัดของสนาม 3.ข้อควรระวัง

5.2.6 ค่าความสว่างของแสงส่งผลโดยตรงต่อการมองเห็นผ่านชุดควบคุม (Operator Control Unit : OCU) ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถจำแนกวัตถุในสนามทดสอบได้ โดยผู้ควบคุมการทดสอบทำการตรวจวัดค่าความสว่างในสนามทดสอบเป็นจำนวน 3 จุด คือ 1.พื้นที่บริเวณจุดเริ่มต้น (Launch Area) 2.บริเวณช่องว่าง (Gaps) 3.พื้นที่บริเวณด้านในของช่องว่าง (Landing Area) (อ้างอิงตามภาคผนวก ภาพที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะข้ามช่องว่าง)

5.2.7 ทำการตรวจสอบความเร็วยานฯ ขณะวิ่งข้ามช่องว่างแล้วบันทึกในฟอร์ม (หน่วย: เมตร/วินาที) (อ้างอิงตามภาคผนวกข้อ 3.การหาค่าความเร็วยานฯ ขณะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง)

5.3 วิธีการทดสอบ

5.3.1 ผู้ควบคุมการทดสอบ (Administrator) กำหนดและตรวจสอบการตั้งค่าอุปกรณ์ และชี้แจงวิธีการทดสอบ จำนวนการทำซ้ำที่จะดำเนินการ

5.3.2 ผู้ควบคุมการทดสอบ (Administrator) กำหนดและตรวจสอบสภาพแวดล้อมการทดสอบ

5.3.3 ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับ (Operator) นำยานภาคพื้นไร้คนขับจอดที่ตำแหน่งเริ่มต้นที่ด้านหน้าช่องว่าง (Gaps) ให้หันเข้าหาช่องว่างในสนามทดสอบ โดยให้ยานฯ อยู่ด้านนอกเส้นระยะที่กำหนด (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก 2.ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง)

5.3.4 ผู้ควบคุมการทดสอบ (Administrator) แจ้งให้ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับทราบว่า ห้ามใช้เครื่องช่วยเหลือและบุคคลเข้าไปแทรกแซงต่อการปฏิบัติงานในการทดสอบ ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับเข้าประจำที่สถานีปฏิบัติงาน (Operator Station)

5.3.5 ผู้ควบคุมการทดสอบ (Administrator) แจ้งให้ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับเริ่มทำการทดสอบ และผู้ควบคุมการทดสอบเริ่มจับเวลาและบันทึกเวลาทั้งหมด

5.3.6 ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับควบคุมให้ยานภาคพื้นไร้คนขับเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง (Gaps) ที่อยู่ในสนามทดสอบจากจุดเริ่มต้นข้ามช่องว่าง (Gaps) ไปอีกด้านแล้วเคลื่อนที่กลับมายังจุดเริ่มต้นจะถือเป็นการทดสอบ 1 รอบ (การเคลื่อนที่ไปและกลับแต่ละรอบ ยานฯ ต้องเคลื่อนที่เลยเส้นสีแดงที่กำหนดระยะทั้ง 2 ด้านของช่องว่าง) โดยผู้ควบคุมการทดสอบจะบันทึกผลการทดสอบลงในแบบฟอร์ม หากยานภาคพื้นไร้คนขับเกิดข้อผิดพลาด (Fault Condition) ผู้ควบคุมการทดสอบจะหยุดเวลาการทดสอบ และอนุญาตให้ผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับนำ

ต้นฉบับ
ORIGINAL DOCUMENT

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

	คู่มือวิธีการตรวจ		รหัส	TM-MQS-24
	การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)		หน้า	8/15
			แก้ไขครั้งที่	5
			ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

ยานภาคพื้นไร้คนขับไปแก้ไขโดยแล้วนำกลับมายังจุดเริ่มการทดสอบใหม่ โดยผู้ควบคุมการทดสอบจะทำการบันทึกข้อมูลข้อผิดพลาด (Fault Condition) เวลาที่หยุดไป และดำเนินการทดสอบต่อเมื่อผู้ควบคุมการทดสอบ (Administrator) ให้สัญญาณ

หมายเหตุ : การจับเวลาให้ใช้นาฬิกาตัวที่ 1 จับเวลาตั้งแต่นานา เริ่มเคลื่อนที่ไปจนจบการทดสอบ หากระหว่างการทดสอบหากเกิดข้อผิดพลาด (Fault Condition) ให้หยุดเวลาที่นาฬิกาตัวที่ 1 และเริ่มจับเวลาโดยใช้นาฬิกาตัวที่ 2 ทำการจับเวลาไปจนกว่าข้อผิดพลาดจะได้รับการแก้ไขเรียบร้อยแล้วพร้อมเริ่มทดสอบต่อไป เมื่อจะเริ่มทดสอบต่อให้ทำการกดเวลาของนาฬิกาตัวที่ 1 ให้เดินต่อไปจนกว่าจะจบการทดสอบหรือเกิดข้อผิดพลาดขึ้นอีก

5.3.7 ทำซ้ำตามข้อ 5.3.6 จนกว่าการทดสอบที่ต้องทำซ้ำทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ หรือผู้ควบคุมยานจะแจ้งหยุดการทดสอบ

5.3.8 เมื่อทำการทดสอบครบตามจำนวนรอบที่กำหนดแล้ว ให้ Set up สนามทดสอบให้มีความช่องว่างที่กว้างมากขึ้น (พิจารณาระยะช่องว่างที่จะดำเนินการทดสอบตามแนวทางภาคผนวก ข้อ 4.ข้อเสนอแนะในการปรับระยะช่องว่างขณะทำการทดสอบ) และดำเนินการทดสอบซ้ำตามข้อ 5.3.6 ถึง 5.3.7 จนทดสอบเสร็จหรือไม่สามารถดำเนินการทดสอบต่อไปได้ บันทึกค่าระดับที่ยานภาคพื้นไร้คนขับสามารถทำ

การทดสอบได้สมบูรณ์เป็นความสามารถของยานภาคพื้นไร้คนขับ และคำนวณประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของยาน ฯ จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{Repetitions per Minute} = \text{Complete Repetitions} / \text{Elapsed Time (minutes)}$$

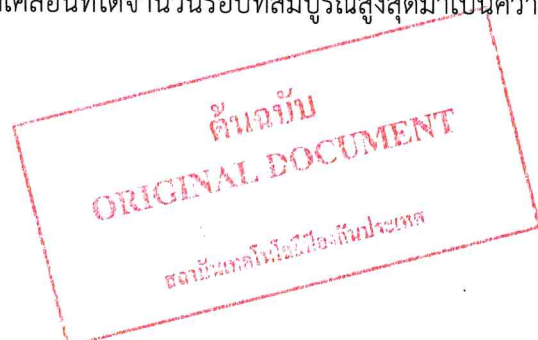
(ประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ ; รอบต่อนาที) = (จำนวนรอบในการเคลื่อนที่ซ้ำได้อย่างสมบูรณ์ ; รอบ / เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ซ้ำได้อย่างสมบูรณ์ ; นาที)

หมายเหตุ : การคำนวณค่าประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ให้รายงานค่าตามระยะช่องว่างที่ได้ทำการทดสอบ

5.4 การตรวจสอบความสามารถสูงสุดของยานฯ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.4.1 ให้ดำเนินการตรวจสอบการเคลื่อนที่ตามระยะช่องว่างที่กำหนดไว้จากต่ำสุดไปสูงสุดจนกว่าจะถึงระยะที่ยานฯ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ผ่านได้

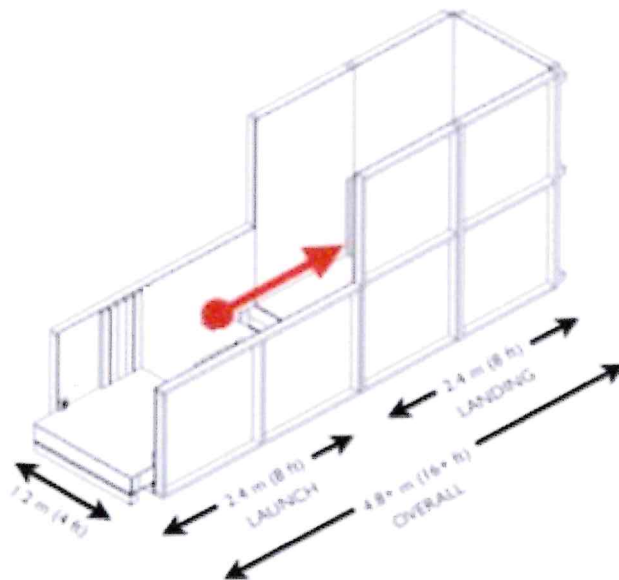
5.4.2 ให้นำระยะของช่องว่างที่ยานฯ สามารถเคลื่อนที่ได้จำนวนรอบที่สมบูรณ์สูงสุดมาเป็นความสามารถในการเคลื่อนที่ข้ามช่องว่างสูงสุดของยานฯ



	คู่มือวิธีการตรวจ	รหัส TM-MQS-24
		หน้า 9/15 แก้ไขครั้งที่ 5 ประกาศใช้วันที่ 15 S.ก. 2566

5.5 ข้อผิดพลาด (Fault Conditions)

- 5.5.1 ยานภาคพื้นไร้คนขับสัมผัสพื้นล่างบริเวณช่องว่างขณะเคลื่อนที่
- 5.5.2 ไม่สามารถดำเนินการทดสอบให้เสร็จสมบูรณ์
- 5.5.3 มีการสื่อสารกับผู้ควบคุมยานภาคพื้นไร้คนขับเกี่ยวกับสถานะของยานภาคพื้นไร้คนขับหรือสถานะสนามทดสอบ
- 5.5.4 การแทรกแซงของมนุษย์กับยานภาคพื้นไร้คนขับ เช่น การปรับ (Adjustment) การบำรุงรักษา (Maintenance) การซ่อมแซม (Repair) การดำเนินการเกี่ยวกับแหล่งพลังงาน ฯลฯ
- 5.5.5 ยานภาคพื้นไร้คนขับไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเส้นระยะที่กำหนดในสนามทดสอบโดยสมบูรณ์ทั้งตัวยานฯ ทั้ง 2 ฝั่งของช่องว่างได้
- 5.5.6 ยานภาคพื้นไร้คนขับเคลื่อนที่ไม่เป็นไปตามลักษณะที่กำหนด (ผู้ควบคุมการทดสอบสามารถพิจารณาเป็นข้อผิดพลาดได้)



ภาพที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Gaps)



	คู่มือวิธีการตรวจ	รหัส TM-MQS-24
		หน้า 10/15 แก้ไขครั้งที่ 5 ประกาศใช้วันที่ 1.5.5.ก. 2566

การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง
(Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)

5.6 เกณฑ์การยอมรับ

5.6.1 ยานภาคพื้นไร้คนขับต้องสามารถเคลื่อนที่ได้ตามระยะช่องว่างที่กำหนด ตามจำนวนรอบที่ผู้ขอรับบริการระบุ

5.6.2 จำนวนรอบที่เกิดข้อผิดพลาด (Fault Conditions) ต้องไม่เกินค่าในตารางที่ 1 ภาคผนวก หรือตามที่ผู้ขอรับบริการกำหนดความน่าเชื่อถือ (Reliability) ความเชื่อมั่น (Confidence) สำหรับการทดสอบ

5.7 การรายงานผลการตรวจสอบ โดยให้ครอบคลุมในรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.7.1 ให้ระบุชื่อ/หมายเลข/รหัส ของตัวอย่างหรือผลิตภัณฑ์ที่ส่งเข้ามาทำการตรวจสอบ

5.7.2 ให้ระบุค่าคุณลักษณะ เช่น ขนาด น้ำหนัก ตำแหน่ง หรือค่าที่กำหนดในการตรวจสอบ โดยให้มีความชัดเจน ตามที่ระบุไว้ในใบคำขอรับบริการ

5.7.3 ให้ระบุองค์ประกอบและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบให้มีความชัดเจน เช่น เครื่องมือวัด อุปกรณ์สำหรับการตรวจ และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ระดับความน่าเชื่อถือ ระดับความเชื่อมั่น และเงื่อนไขกับผู้ควบคุมยานฯ

5.7.4 ให้ระบุค่าผลการตรวจสอบที่ถูกกระทำภายใต้กิจกรรมในขอบข่ายของการตรวจ โดยให้มีความชัดเจน และสอดคล้องกับค่าคุณลักษณะในข้อที่ 5.7.2 การรายงานผลการตรวจจะรายงานข้อมูลดังต่อไปนี้

1) สมรรถนะการเคลื่อนที่ของยานฯ เป็นจำนวนรอบการทดสอบทั้งหมดที่ยานฯเคลื่อนที่ข้ามช่องว่างที่กำหนดได้ และจำนวนครั้งที่เกิดความผิดพลาด

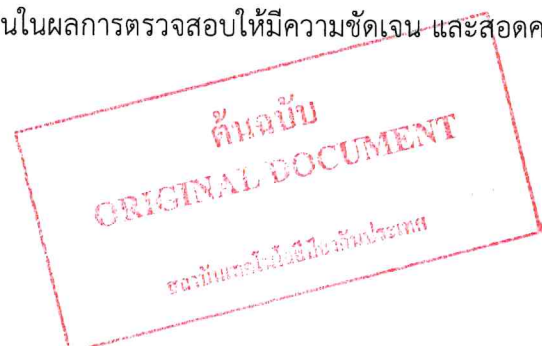
2) ประสิทธิภาพของยานฯ

3) การตรวจสอบความสามารถสูงสุดของยานฯ

4) การตัดสินใจตัดสินในเกณฑ์ข้อ 5.6

5.7.5 ให้ระบุหน่วยวัดที่แสดงผลในการตรวจสอบให้มีความชัดเจน และสอดคล้องกับค่าคุณลักษณะในข้อที่ 5.7.2 เช่น 1) การแสดงผลการตรวจขนาด ให้แสดงหน่วยวัดเป็น meter (m) หรือ millimeter (mm) 2) การแสดงผลการตรวจน้ำหนัก ให้แสดงหน่วยวัดเป็น Kilogram (kg) หรือ Gram (g) หรือ milligram (mg) เป็นต้น

5.7.6 ให้ระบุเกณฑ์การยอมรับหรือเกณฑ์การตัดสินในผลการตรวจสอบให้มีความชัดเจน และสอดคล้องกับค่าคุณลักษณะในข้อที่ 5.7.2



	คู่มือวิธีการตรวจ การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)	รหัส TM-MQS-24
		หน้า 11/15 แก้ไขครั้งที่ 5 ประกาศใช้วันที่ 15 ส.ค. 2566

6. การจัดเก็บบันทึกคุณภาพและเอกสาร

รหัส	รายชื่อเอกสาร	วิธีการเก็บ	สถานที่เก็บ	ระยะเวลาที่เก็บ	ผู้เก็บ
FM-IB-001	รายงานการตรวจผลิตภัณฑ์	เก็บแนบกับใบคำขอ	ตู้เก็บเอกสารที่ล็อค	5 ปี	เจ้าหน้าที่ธุรการ

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 Standard Test Method for Evaluating Emergency Response Robot Capabilities: Mobility: Confined Area Obstacles: Gaps (ASTM E 2801-11)

7.2 WI-MQS-36 คู่มือวิธีการปฏิบัติงานการใช้งานและบำรุงรักษาห้องปฏิบัติการมาตรฐานและทดสอบหุ่นยนต์

7.3 https://reliabilityanalyticstoolkit.appspot.com/sample_size

7.4 มาตรฐานยุโรปกรณีกระทรวงกลาโหมว่าด้วย ระบบยานภาคพื้นไร้คนขับ สำหรับภารกิจตรวจการณ์และ/หรือการเก็บกู้/ทำลายวัตถุระเบิด

7.5 ข้อกำหนดอื่นใดของผู้ยื่นคำขอ (ลูกค้า)

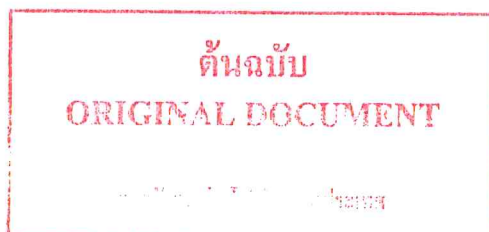
8. ภาคผนวก/เอกสารแนบ

8.1 สูตรคำนวณความน่าเชื่อถือ (Reliability) ความเชื่อมั่น (Confidence) และจำนวนรอบในการทดสอบ

8.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง

8.3 การหาค่าความเร็วยานฯ ขณะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง

8.4 ข้อเสนอแนะในการปรับระยะช่องว่างขณะทำการทดสอบ



	คู่มือวิธีการตรวจ การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)	รหัส	TM-MQS-24
		หน้า	12/15
		แก้ไขครั้งที่	5
		ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

ภาคผนวก

1.ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความเชื่อมั่น (Confidence)

1.1 การคำนวณความน่าเชื่อถือ (Reliability) ความเชื่อมั่น (Confidence) และจำนวนรอบในการทดสอบ

สูตรการคำนวณ

$$1 - C = \sum_{i=0}^f \binom{n}{i} (1 - R)^i R^{n-i}$$

เมื่อ ;

C : ระดับความเชื่อมั่น

R : ความน่าเชื่อถือ

f : จำนวนความผิดพลาด

n : รอบการทดสอบ

1.2 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ความเชื่อมั่น (Confidence) และจำนวนรอบในการทดสอบ กรณีผู้ขอรับบริการระบุให้ใช้ความน่าเชื่อถือ (Reliability) 80% และความเชื่อมั่น (Confidence) 85%

ตารางที่ 1 จำนวนรอบในการทดสอบที่ระดับความน่าเชื่อถือ (Reliability) 80% และความเชื่อมั่น (Confidence) 85%

จำนวนรอบที่พบความผิดปกติ ระหว่างการทดสอบ	จำนวนรอบในการเคลื่อนที่ได้ อย่างสมบูรณ์
0	10
1	20
3	30
4	40
6	50
8	60

ต้นฉบับ
ORIGINAL DOCUMENT

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

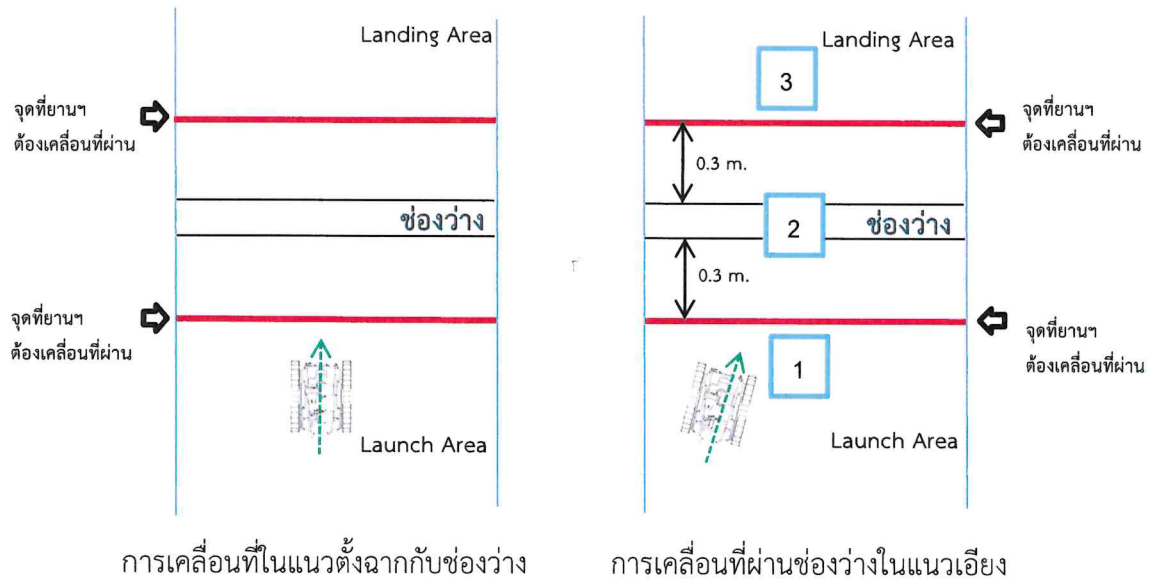
	คู่มือวิธีการตรวจ	รหัส TM-MQS-24
		หน้า 13/15 แก้ไขครั้งที่ 5 ประกาศใช้วันที่ 115 S.ค. 2566

การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง
(Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)

2.ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง

2.1 การเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวตั้งฉากกับช่องว่าง (Forward Direction)

2.2 การเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในแนวเอียง (Oblique Direction)



ภาพที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของยานฯ ขณะข้ามช่องว่าง

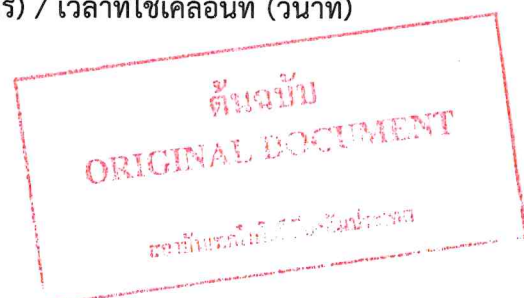
3.การหาค่าความเร็วยานฯ ขณะเคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง

ผู้ควบคุมการทดสอบจะทำการตรวจสอบความเร็วของยานฯ เพื่อบันทึกเป็นความเร็วขณะข้ามช่องว่าง โดยการจับเวลาขณะยานฯ เคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง (หน่วย : วินาที) ในระยะทางระหว่างเส้นสีแดงที่กำหนดระยะทั้งสองด้านของช่องว่าง โดย

$$\text{ระยะทาง (เมตร)} = 0.30 + 0.30 + \text{ระยะช่องว่างที่ทำการทดสอบ (หน่วย : เมตร)}$$

นำมาคำนวณจากสูตร

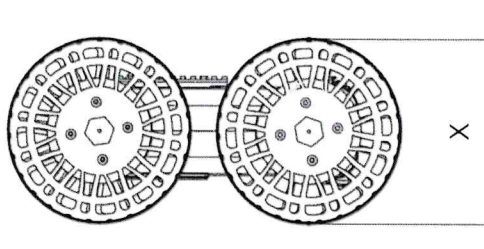
$$\text{ความเร็ว (m/s)} = \text{ระยะทาง (เมตร)} / \text{เวลาที่ใช้เคลื่อนที่ (วินาที)}$$



	คู่มือวิธีการตรวจ		รหัส	TM-MQS-24
	การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)		หน้า	14/15
			แก้ไขครั้งที่	5
			ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566

4. ข้อเสนอแนะในการปรับระยะช่องว่าง

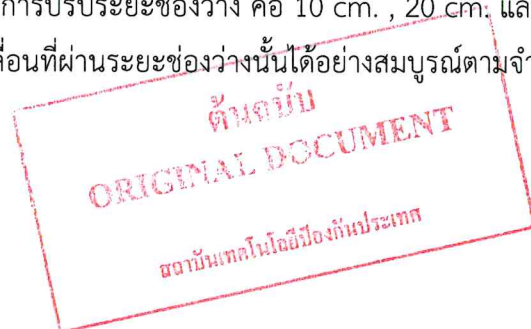
4.1 กรณียานฯ มีระบบขับเคลื่อนเป็นแบบล้อ (Wheel) การปรับระยะของช่องว่างจะนำเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อของยานฯ มาเป็นระยะตั้งต้นสำหรับช่องว่างที่จะปรับ โดยระยะแรกจะเริ่มที่ 10 cm. และจะทำการเพิ่มทีละ 10 cm. ไปจนกว่าระยะจะเกินกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อ ระยะต่อไปจึงทำการปรับระยะช่องว่างทีละ 2 cm. เช่น ยานภาคพื้นไร้คนขับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อ 210 มม. จะกำหนดระยะการปรับระยะช่องว่าง คือ 10 cm. , 20 cm. , และเพิ่มจาก 20 cm. ไปทีละ 2 cm. จนกว่ายานฯ จะไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านระยะช่องว่างนั้นได้อย่างสมบูรณ์ตามจำนวนรอบที่กำหนดในการทดสอบ เป็นต้น



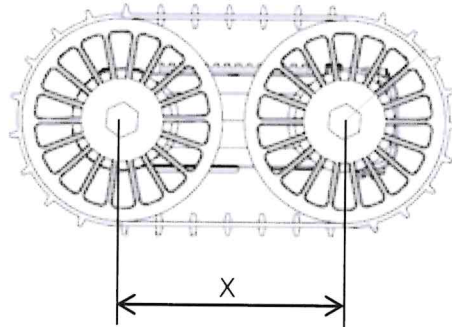
X = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อ

ภาพที่ 3 ลักษณะยานภาคพื้นไร้คนขับแบบล้อ (Wheel)

4.2 กรณียานฯ มีระบบขับเคลื่อนเป็นแบบสายพาน (Track) การปรับระยะของช่องว่างจะนำครึ่งความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางของล้อสายพาน ($X/2$) มาเป็นระยะตั้งต้นสำหรับช่องว่างที่จะปรับ โดยระยะแรกจะเริ่มที่ 10 cm. จะทำการเพิ่มทีละ 10 cm. ไปจนกว่าระยะจะเกินกว่าครึ่งความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางของล้อสายพาน ระยะต่อไปจึงทำการปรับระยะช่องว่างทีละ 2 cm. เช่น ยานภาคพื้นไร้คนขับมีความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางของล้อสายพาน 410 มม. ($X/2 = 20.5$ cm.) จะกำหนดระยะการปรับระยะช่องว่าง คือ 10 cm. , 20 cm. และเพิ่มจาก 20 cm. ไปทีละ 2 cm. จนกว่ายานฯ จะไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านระยะช่องว่างนั้นได้อย่างสมบูรณ์ตามจำนวนรอบที่กำหนดในการทดสอบ เป็นต้น



	คู่มือวิธีการตรวจ		รหัส	TM-MQS-24
	การเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางที่เป็นช่องว่าง (Mobility : Confined Area Obstacles : Gaps)		หน้า	15/15
			แก้ไขครั้งที่	5
			ประกาศใช้วันที่	15 ส.ค. 2566



X = ความยาวระหว่างจุดกึ่งกลางของล้อสายพาน

ภาพที่ 4 ลักษณะยานภาคพื้นไร่คันขับเคลื่อนแบบสายพาน (Track)

หมายเหตุ: การประเมินนี้เป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อกำหนดค่าระยะช่องว่างขณะทำการทดสอบ ในการทดสอบจริงจะมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบอื่นเพิ่มเติมได้อีก เช่น จุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) , อุปกรณ์บรรทุก (Payload) ที่ติดตั้งในขณะทดสอบ , ทิศทางขณะเคลื่อนที่ข้ามช่องว่าง , ความเร็วในขณะข้ามช่องว่าง เป็นต้น ดังนั้นในขณะทำการทดสอบผู้ควบคุมยานฯ สามารถประเมินได้อีกครั้งว่าแต่ละระยะที่กำหนดไว้จะทำการทดสอบหรือไม่ หากมีความเสี่ยงต่อความเสียหายของยานฯ สามารถแจ้งผู้ควบคุมการทดสอบเพื่อไม่ทดสอบในระยะนั้น โดยผู้ควบคุมการทดสอบจะระบุข้อมูลที่ผู้ควบคุมยานฯ ร้องขอไว้ในรายงานการตรวจผลิตภัณฑ์ การตัดสินใจจะนำระยะของช่องว่างสูงสุดที่ยานฯ สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้จำนวนรอบสมบูรณ์ตามที่กำหนดเป็นความสามารถสูงสุดในการเคลื่อนที่ของยานฯ

