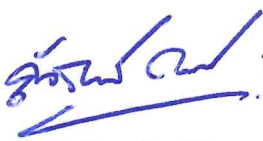
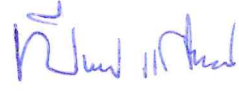


	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
		แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	1/12
		ประกาศใช้	26 ก.ย. 66

วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์
 (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)

ผู้จัดทำ	ผู้ทบทวน	ผู้อนุมัติ
 (กัมปนาท อ่วมกุล) นักพัฒนาอาวุโส 4	น.ท.  ร.น. (ณัฐภัทร คุ่มปรีดี) ผอ.ส่วนควบคุมคุณภาพและการมาตรฐาน	น.ท.  (พิรพงษ์ แก้วพันธ์) ผอ.ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย
26 / ก.ย. / 66	26 / ก.ย. / 66	26 / ก.ย. / 66

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	3/12

1. วัตถุประสงค์

ขั้นตอนนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้การปฏิบัติงานสำหรับวิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างถูกต้อง

2. ขอบข่าย

- 2.1 วิธีการทดสอบนี้ ใช้เพื่อทดสอบ ตรวจสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์
- 2.2 วิธีการทดสอบนี้ ครอบคลุมการทดสอบ ตรวจสอบในรายการดังต่อไปนี้ คือ
 - 2.2.1 ความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์
- 2.3 วิธีการทดสอบนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการทดสอบ ตรวจสอบตามรายละเอียดบางส่วนในมาตรฐาน Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard-0101.06
- 2.4 วิธีการทดสอบนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการทดสอบตามรายละเอียดบางส่วนในมาตรฐาน MIL-STD-810G Department of Defense Test Method Standard : Environmental Engineering Considerations and Laboratory Test (Method 501.7 High Temperature)
- 2.5 วิธีการทดสอบนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการทดสอบตามรายละเอียดบางส่วนในมาตรฐาน MIL-STD-810G Department of Defense Test Method Standard : Environmental Engineering Considerations and Laboratory Test (Method 502.7 Low Temperature)
- 2.6 วิธีการทดสอบนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการทดสอบตามรายละเอียดบางส่วนในมาตรฐาน MIL-STD-810G Department of Defense Test Method Standard : Environmental Engineering Considerations and Laboratory Test (Method 507.6 Humidity)
- 2.7 วิธีการทดสอบนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการทดสอบตามข้อกำหนดของผู้ให้บริการที่ประสงค์ให้ทดสอบ ความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์

3. คำนิยาม

- 3.1 การทดสอบ (Testing) หมายถึง กระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลของปริมาณในด้าน ประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ หรือคุณลักษณะตามที่ต้องการ โดยเป็นการแสดงถึงความสามารถเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าหรือผลอ้างอิง
- 3.2 ตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ผลิตภัณฑ์จำนวนหนึ่ง ที่เป็นตัวแทนหรือไม่เป็นตัวแทน ที่ถูกส่งมาทำการทดสอบ
- 3.3 อุณหภูมิ หมายถึง ระดับอุณหภูมิภายใน Chamber ที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ และ มีการบันทึกค่าอุณหภูมิในหน่วย องศาเซลเซียส (°C)
- 3.4 ความชื้น หมายถึง ระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายใน Chamber ที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ และ มีการบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ในหน่วย RH.% (%)

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	4/12

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 4.1 ตัวอย่างที่ส่งมาทดสอบ ตรวจสอบ
- 4.2 Temperature & Humidity Chamber Range -10 to 150 °C , 20-90 %RH
- 4.3 Heat Stress WBGT Meter Range TA : 0-50 °C , 1-99 %RH
- 4.4 Temperature and Humidity Data logger Range 0-50 °C , 0-100 %RH
- 4.5 Measuring Tape 0 – 10 m

5. ขั้นตอนการทำงาน

- 5.1 เงื่อนไขในกระบวนการทดสอบวิธีการทดสอบในเอกสารฉบับนี้เป็นการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์
 - 5.1.1 วิธีการทดสอบจะดำเนินการทดสอบสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่เกิดจาก Temperature & Humidity Chamber ที่เป็นผลมาจากระบบการทำงานของเครื่องทดสอบ
 - 5.1.2 การทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่ผู้ขอรับบริการต้องการให้มีการตัดสินผล โดยต้องมีการระบุไว้ในใบคำขอรับบริการ
 - 5.1.3 ชนิดและจำนวนของผลิตภัณฑ์ ให้เป็นไปตามที่ห้องปฏิบัติการทดสอบกำหนด หรือ ตามที่ผู้ขอรับบริการกำหนด โดยให้ระบุในใบคำขอรับบริการ
 - 5.1.4 รายละเอียดที่ประสงค์ให้พิจารณา เช่น ขนาด น้ำหนัก ความคงรูปร่าง ความแข็งแรง สี หรือ การแตกหัก ของผลิตภัณฑ์ (ตัวอย่าง) ในการทดสอบ ให้เป็นไปตามที่ห้องปฏิบัติการทดสอบกำหนด หรือตาม that ผู้ขอรับบริการกำหนด โดยให้ระบุในใบคำขอรับบริการ
 - 5.1.5 วิธีการทดสอบจะใช้เครื่องมือวัดทางด้านอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์/เครื่องมือมาตรฐานในการทดสอบและบันทึกผล
- 5.2 บุคลากร มีคุณสมบัติ ดังนี้
 - 5.2.1 เป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถตามที่กล่าวไว้ใน Job Description
 - 5.2.2 ผ่านการฝึกอบรม หลักสูตรข้อกำหนดด้วยหน่วยตรวจตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025
 - 5.2.3 ผ่านการฝึกอบรมด้านการทดสอบอุณหภูมิหรือความชื้น หรือผ่านการร่วมทดสอบ/ตรวจสอบ หรือผ่านการปฏิบัติงานในการร่วมทดสอบ/ตรวจสอบ
- 5.3 การรับตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ อ้างอิงเอกสาร WP-LAB-07 เรื่อง การจัดการตัวอย่างทดสอบ
- 5.4 ทำการตรวจเช็คคุณลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) โดยให้ดำเนินการดังนี้
 - 5.4.1 ระบุรหัส รุ่น Specification ของตัวอย่างก่อนการทดสอบ
 - 5.4.2 บันทึกรอยตำหนิที่มีอยู่ก่อนการทดสอบ (ถ้ามี)
 - 5.4.3 บันทึกสภาพการแตกหัก หรือเสียรูปจากสภาพของการปฏิบัติงานปกติ (ถ้ามี)
 - 5.4.4 ยืนยันความพร้อมของสภาพตัวอย่างเพื่อการทดสอบ

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	5/12

- 5.5 การยืนยันความใช้ได้ของเครื่องมือวัดและ/หรือ เครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการทดสอบ ในกรณีที่เครื่องมือวัดและ/หรือ เครื่องมือทดสอบเป็นของห้องปฏิบัติการ จะต้องมีหลักฐานดังนี้คือ
- 5.5.1 เครื่องมือวัดหรือเครื่องมือทดสอบ ต้องผ่านการสอบเทียบ โดยสามารถสอบกลับไปยังระบบ SI UNIT ได้
- 5.5.2 ทำการทวนสอบเครื่องมือวัด และ/หรือ เครื่องมือทดสอบก่อนการใช้งาน
- 5.5.3 ค่าผิดพลาดของเครื่องมือวัดและหรือเครื่องมือทดสอบรวมกับค่าความไม่แน่นอนในการวัด จะต้องไม่เกินค่าเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้
- 5.6 การยืนยันความใช้ได้ของสภาวะแวดล้อมและตัวอย่างทดสอบ ในการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ คือให้ห้องปฏิบัติการจะต้องดำเนินการดังนี้คือ
- 5.6.1 ตรวจเช็คสภาวะบริเวณที่ทำการทดสอบหรือที่นำตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ไปติดตั้งที่สภาวะแวดล้อมดังต่อไปนี้
- 5.6.1.1 Temperature : $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ และ Relative Humidity : 20 % to 50 % สำหรับการทดสอบที่อ้างอิงตามมาตรฐาน Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard 0101.06
- 5.6.1.2 Temperature : $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ และ Relative Humidity : 20 % to 70 % สำหรับการทดสอบ Robot UGV (Explosive Ordnance Disposal Robot) และ ตัวอย่างทดสอบอื่นๆ
- 5.6.2 ตรวจเช็คสภาพของตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) เช่น ขนาด หรือ น้ำหนัก หรือ สี หรือ รูปร่าง เป็นต้น
- 5.7 การทบทวนความพร้อมในการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนดังนี้
- 5.7.1 ผู้ทดสอบ (ก่อนเริ่มการทดสอบและตรวจสอบ) จะต้องกำหนดขอบเขตการทดสอบ :
- 5.8.1.1 จำนวนตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ที่ส่งมาทดสอบ เช่น 1 ชิ้น , 2 ชิ้น เป็นต้น
- 5.8.1.2 ระบุประเภท/ชนิดของตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) พร้อม Specification
- 5.8.1.3 ระบุสิ่งที่ต้องการให้ประเมินหรือบันทึกจากการทดสอบ
- 5.8 ทำการ Soak Time ตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ก่อนการทดสอบ โดยให้ดำเนินการดังต่อไปนี้
- 5.8.1 ตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ที่จะทดสอบโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard-0101.06 ให้ Soak Time ที่ Temperature : $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ และ Relative Humidity : 20-50 RH.% เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง
- 5.8.2 ตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ที่เป็น Robot UGV (Explosive Ordnance Disposal Robot) และ
- 5.8.3 ตัวอย่างทดสอบอื่นๆ ให้ Soak Time ที่ Temperature : $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ และ Relative Humidity : 20-70 RH.% เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง
- 5.9 การทดสอบอุณหภูมิภายในห้องโดยสารของยานพาหนะ มีขั้นตอนดังนี้
- 5.9.1 นำตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ไปจัดวางไว้ใน Chamber ของเครื่องทดสอบ
- 5.9.2 Set ค่า Temperature หรือ Relative Humidity และระยะเวลาในการทดสอบที่เครื่องทดสอบ
- 5.9.3 กดปุ่ม Start/Record ที่เครื่องทดสอบ เพื่อทำการทดสอบ

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	6/12

5.9.4 หรือ ในกรณี ก่อน หรือ ระหว่าง หรือหลัง ที่ตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) มีการ Operated ให้เริ่มทำการ Operated ได้ตามที่ระบุไว้ในใบคำขอรับบริการ

5.9.5 เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาในการทดสอบ ให้ทำการ Stop ที่เครื่องทดสอบ และ Download ข้อมูลการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ และนำผลทดสอบที่ได้มาบันทึกลงในใบบันทึกผลการทดสอบ (FT-LAB-03)

6. การรายงานผลการทดสอบ โดยแสดงผลดังต่อไปนี้

ดำเนินการตาม WP-LAB-09 เรื่อง การรายงานผลการทดสอบ และแสดงผลดังต่อไปนี้

- 6.1 รหัสตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์)
- 6.2 ประเภท/ชนิดของตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์)
- 6.3 ขนาดและน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์)
- 6.4 สภาพแวดล้อม ก่อนและหลังการทดสอบ
- 6.5 ผลการทดสอบอุณหภูมิหรือความชื้น
- 6.6 รูปภาพตัวอย่างทดสอบ (ผลิตภัณฑ์) ก่อนและหลังการทดสอบ
- 6.7 ระบุค่าเกณฑ์การยอมรับ (ถ้ามี)

7. การประกันคุณภาพในการทดสอบ

7.1 ห้องปฏิบัติการ ได้มีการกำหนดรูปแบบการประกันคุณภาพการทดสอบ เพื่อควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการทดสอบ ตาม WP-LAB-05 เรื่อง การรับรองความใช้ได้ของผล ของการทดสอบเพื่อสามารถยืนยันความสามารถและความพร้อมในการทดสอบและการแสดงผลการทดสอบ โดยได้มีการเลือกเทคนิควิธีการต่าง ๆ มาใช้ดำเนินการให้เกิดประสิทธิผล ดังต่อไปนี้ เช่น

- 7.1.1 การใช้เครื่องมือวัดที่ได้รับการสอบเทียบ โดยสามารถสอบกลับได้ โดยดำเนินการสอบเทียบ Temperature & Humidity Chamber ทุก 2 ปี
- 7.1.2 การทำ Intermediate Check ดำเนินการทุกๆ 1 ปี
- 7.1.3 การตรวจสอบ Function การทำงานของเครื่องมือวัด หรือ เครื่องทดสอบ

7.2 ห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการในการยืนยันความสามารถและความพร้อมในการทดสอบดังนี้

- 7.2.1 ค่าอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องทดสอบที่ใช้ทดสอบ ต้องอยู่ใน Tolerance ที่กำหนดโดยใช้การทวนสอบซ้ำกับเครื่องมือวัดอุณหภูมิในพิสัยเดียวกัน และมาคำนวณค่า Average และนำไปเทียบกับค่า Tolerance ที่กำหนด จึงจะนำเครื่องทดสอบไปใช้ในการทดสอบได้
- 7.2.2 บันทึกผลการประกันคุณภาพในวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องทดสอบที่ใช้ทดสอบลงในใบตรวจสอบเครื่องมือระหว่างใช้งาน (FQ-LAB-36)

	วิธีการทดสอบ		รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)		แก้ไขครั้งที่	00
			หน้า	7/12

7.3 ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการไม่มีงานทดสอบภายใน 1 ปี ทางห้องปฏิบัติการจะทำการจำลองการทดสอบ 1 ครั้ง เพื่อคงความสามารถของเจ้าหน้าที่ทดสอบ

7.4 การยืนยันความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบ/เจ้าหน้าที่ทดสอบ มีการพิจารณาดังนี้

7.4.1 การเลือกใช้วิธีการ เช่น

7.4.1.1 การใช้กระบวนการทดสอบซ้ำหรือการสอบเทียบซ้ำโดยอ้างอิงวิธีการเดิมหรือต่างวิธี หรือ

7.4.1.2 การใช้กระบวนการทดสอบซ้ำหรือการสอบเทียบซ้ำโดยอ้างอิงกับตัวอย่างอ้างอิงที่กำหนดไว้ หรือ

7.4.1.3 การทำ Inter-lab Comparison หรือ Intra-laboratory comparison ในขอบข่ายการทดสอบ

7.4.2 ห้องปฏิบัติการพิจารณาจากปัจจัยหลัก ได้แก่ ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ได้จากการทดสอบ

8. การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดในการทดสอบ (Estimation of Measurement Uncertainty of Product Temperature and Humidity Resistance Test)

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดในการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ ทางห้องปฏิบัติการจะทำการนำปัจจัยต่างๆ (Sources of uncertainty) เช่น ความคลาดเคลื่อนของระบบในการทดสอบ คุณสมบัติ (Specification) ของอุปกรณ์/เครื่องมือวัด/เครื่องมือทดสอบ สภาวะแวดล้อมในการทดสอบ ความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน ข้อมูลเทคนิคจากเอกสารอ้างอิง ประสบการณ์ในการทำงาน และ Certificate of Calibration เป็นต้น ที่มีผลกระทบต่อกระบวนการทดสอบ โดยวัตถุประสงค์หลักของการทดสอบเพื่อทดสอบความสามารถในการทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นปัจจัยที่จะนำมาใช้ในการคำนวณค่าความไม่แน่นอนในการวัดของการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ จะเป็นไปในรูปแบบของตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญต่อการทดสอบฯ และนำมากำหนดสำหรับคำนวณค่า Uncertainty of Testing ในการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยมีการจำลองข้อมูลประกอบในการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดของการทดสอบฯ ในการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด โดยมีการแบ่งรูปแบบของแหล่งที่มาเป็น 2 รูปแบบคือ

1. Uncertainty of Measurement Type A : ผลจากการทดสอบและประเมินผลทางสถิติ

2. Uncertainty of Measurement Type B : ผลกระทบจากปัจจัยในการทดสอบ โดยสามารถพิจารณาได้

จากปัจจัยต่างๆเหล่านี้ เช่น ความคลาดเคลื่อนของระบบในการทดสอบ คุณสมบัติ (Specification) ของอุปกรณ์/เครื่องมือวัด/เครื่องมือทดสอบ สภาวะแวดล้อมในการทดสอบ ความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน ข้อมูลเทคนิคจากเอกสารอ้างอิงประสบการณ์ในการทำงาน Certificate of Calibration เป็นต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

8.1 ความไม่แน่นอนในการวัดของการจำนวนครั้งในการทดสอบ โดยเรียกว่า Type A Uncertainty ตัวอย่างผลการทดสอบ คือ การทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยนำผลการทดสอบอุณหภูมิและความชื้น มาคำนวณ ดังต่อไปนี้

Reference value of Temperature = 65°C , Relative Humidity = 80 % RH.

Number of repeated measurements at 5 Days is 5 times. ; Temp

Number of repeated measurements at 5 Days is 5 times. ; Humidity

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	8/12

8.1.1 คำนวณค่าในรูปแบบทางสถิติ : X-bar Value , Standard Deviation (SD.) , Standard Error of Mean (SEOM)

8.1.1.1 คำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ดังสมการ

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} \text{ เมื่อ } X_i = \text{ค่าที่วัดได้ครั้งใด ๆ } n = \text{จำนวนครั้งของการวัด ; } n = 10$$

$$\bar{X}_{Temp} = \frac{65.10 + 65.10 + 65.10 + 65.10 + 65.10}{5} = 65.100^\circ\text{C}$$

$$\bar{X}_{Temp} = 65.100^\circ\text{C}$$

$$\bar{X}_{RH} = \frac{80.2 + 80.2 + 80.2 + 80.2 + 80.2}{5} = 80.20\%RH.$$

$$\bar{X}_{RH} = 80.20\%RH.$$

8.1.1.2 คำนวณค่า Standard Deviation, σ_{n-1} : SD) ดังสมการ

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \text{ เมื่อ } X_i = \text{ค่าที่วัดได้ครั้งใด ๆ } \bar{X} = \text{ค่าเฉลี่ยของการวัด}$$

$$n = \text{จำนวนครั้งของการวัด ; } n = 5$$

$$SD_{T_{30}} = \sqrt{\frac{(65.10 - 65.100)^2 + (65.10 - 65.100)^2 + (65.10 - 65.100)^2 + (65.10 - 65.100)^2 + (65.10 - 65.100)^2}{5-1}} = 0.000^\circ\text{C}$$

$$SD = 0.000^\circ\text{C}$$

$$SD_{T_{90}} = \sqrt{\frac{(80.2 - 80.20)^2 + (80.2 - 80.20)^2 + (80.2 - 80.20)^2 + (80.2 - 80.20)^2 + (80.2 - 80.20)^2}{5-1}} = 0.00\%RH.$$

$$SD = 0.00\%RH.$$

8.1.1.3 คำนวณค่า Standard Error of Mean (SEOM) : $u(Temp)$, $u(\%RH)$ Type A = U_A

คือ ค่าความไม่แน่นอนในการวัดที่เกิดจากการวัดซ้ำ Repeatability ดังสมการนี้

$$u(Temp) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} = \frac{SD}{\sqrt{n}} \rightarrow u(Temp) = \frac{0.000^\circ\text{C}}{\sqrt{5}} = 0.000^\circ\text{C}$$

$$u(\%RH) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} = \frac{SD}{\sqrt{n}} \rightarrow u(\%RH.) = \frac{0.00\%RH.}{\sqrt{5}} = 0.00\%RH.$$

$\therefore$ Uncertainty $u(Temp)$ (U_A) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 68% มีค่า = 0.000°C

$\therefore$ Uncertainty $u(\%RH.)$ (U_A) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 68% มีค่า = $0.00\%RH.$

8.2 ค่าความไม่แน่นอนในการวัดในรูปแบบของ Type B ที่มีผลกระทบจาก Specification ของเครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard) คือ Specification of Temperature & Humidity Chamber : $u(\delta T_{STD}) = U_{B1} = \pm 2^\circ\text{C}$ มีการกระจายแบบ Rectangular (Divisor = $2\sqrt{3}$ or $\sqrt{3}$) ดังสมการนี้

$$u(\delta T_{STD}) = \frac{\text{Specification of Temperature \& Humidity Chamber}}{\sqrt{3}} \rightarrow u(\delta T_{STD}) = \frac{2^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 1.1547^\circ\text{C}$$

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	9/12

∴ Uncertainty (U_{B1}) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 68% มีค่า = 1.1547 °C

- 8.3 ค่าความไม่แน่นอนในการวัดรูปแบบของ Type B ที่มีผลกระทบจาก ความละเอียดของเครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard) คือ Resolution Effect of Temperature & Humidity Chamber : $u(Res_{Temp}) = U_{B2} = 0.01^{\circ}\text{C}$ มีการกระจายแบบ Rectangular (Divisor = $2\sqrt{3}$ or $\sqrt{3}$) ดังสมการนี้

$$u(Res_{H_s}) = \frac{\text{Resolution Effect of Temperature \& Humidity Chamber}}{2\sqrt{3}} \rightarrow u(Res_{Temp}) = \frac{0.01^{\circ}\text{C}}{2\sqrt{3}} = 0.00289^{\circ}\text{C}$$

∴ Relative Uncertainty (U_{B2}) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 68% มีค่า = 0.0289°C

- 8.4 ค่าความไม่แน่นอนในการวัดในรูปแบบของ Type B ที่มีผลกระทบจาก Specification ของเครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard) คือ Specification of Temperature & Humidity Chamber : $u(\delta RH_{STD}) = U_{B1} = \pm 5 \% \text{RH}$. มีการกระจายแบบ Rectangular (Divisor = $2\sqrt{3}$ or $\sqrt{3}$) ดังสมการนี้

$$u(\delta \% RH_{STD}) = \frac{\text{Specification of Temperature \& Humidity Chamber}}{\sqrt{3}} \rightarrow u(\delta \% RH_{STD}) = \frac{5 \% RH.}{\sqrt{3}} = 2.887 \% \text{RH.}$$

∴ Uncertainty (U_{B3}) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 68% มีค่า = 1.1547 °C

- 8.5 ค่าความไม่แน่นอนในการวัดรูปแบบของ Type B ที่มีผลกระทบจาก ความละเอียดของเครื่องมือวัดของเครื่องมือวัดมาตรฐาน (Standard) คือ Resolution Effect of Temperature & Humidity Chamber : $u(Res_{\%RH.}) = U_{B2} = 0.1 \% \text{RH.}$ มีการกระจายแบบ Rectangular (Divisor = $2\sqrt{3}$ or $\sqrt{3}$) ดังสมการนี้

$$u(Res_{\%RH.}) = \frac{\text{Resolution Effect of Temperature \& Humidity Chamber}}{2\sqrt{3}} \rightarrow u(Res_{\%RH.}) = \frac{0.1 \% RH.}{2\sqrt{3}} = 0.0289 \% \text{RH.}$$

∴ Uncertainty (U_{B2}) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 68% มีค่า = 0.0289 %RH.

- 8.6 Combine Uncertainty ; $U_{C(68\%)}$ (Temp)

$$\begin{aligned}
 U_{C68\%} &= \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + \dots + U_{Bn}^2} \\
 &= \sqrt{0.000^2 + 1.1547^2 + 0.0289^2} = 1.1551^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

∴ $U_{C(68\%)} = 1.1551^{\circ}\text{C}$

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	10/12

8.7 Combine Uncertainty ; $U_{C(68\%)}$ (Relative Humidity)

$$\begin{aligned}
 U_{C(68\%)} &= \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + \dots + U_{Bn}^2} \\
 &= \sqrt{0.00^2 + 2.887^2 + 0.0289^2} = 2.887 \%RH. \\
 \therefore U_{C(68\%)} &= 2.887 \%RH.
 \end{aligned}$$

8.8 Effective degree of freedom (Temp)

$$V_{\text{eff}} = \frac{\frac{U_c^4}{n-1}}{\frac{U_A^4}{n-1}} = \frac{U_c^4(n-1)}{U_A^4} = \frac{1.1551^4 \times (5-1)}{0.000^4} = \infty$$

$$V_{\text{eff}} = \infty > 100 \quad \therefore k = 2 \quad \text{ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95\% (k=2)}$$

8.9 Effective degree of freedom (Relative Humidity)

$$V_{\text{eff}} = \frac{\frac{U_c^4}{n-1}}{\frac{U_A^4}{n-1}} = \frac{U_c^4(n-1)}{U_A^4} = \frac{2.887^4 \times (5-1)}{0.00^4} = \infty$$

$$V_{\text{eff}} = \infty > 100 \quad \therefore k = 2 \quad \text{ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95\% (k=2)}$$

ตาราง Coverage factors k for difference effective degree of freedom

ตาราง t												
V_{eff}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
k95	13.97	4.53	3.31	2.37	2.56	2.52	2.43	2.37	2.28	2.23	2.20	2.17
V_{eff}	18	20	25	30	35	40	45	50	60	80	100	infinte
k95	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02	2.01	2.00

8.10 Expanded Uncertainty ; $U_{\text{exp}(95\%)}$ (Temp)

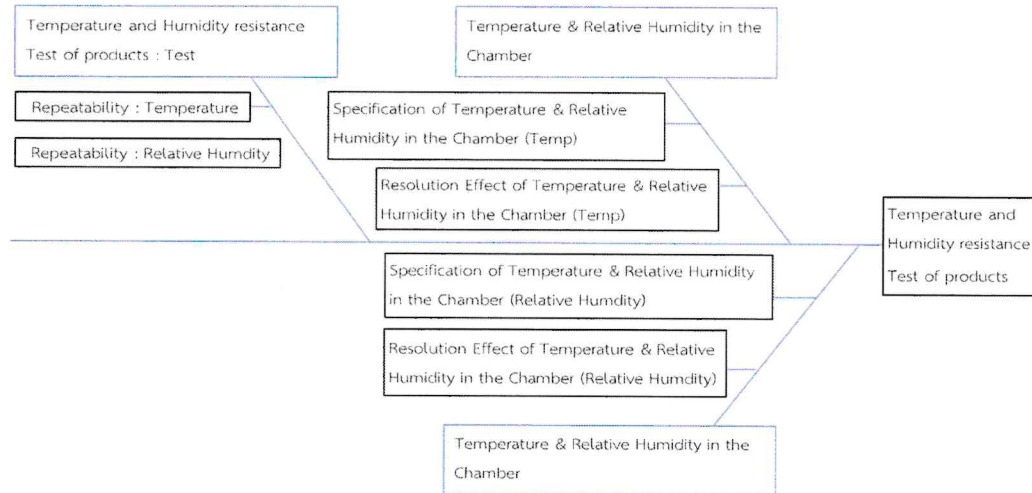
$$\begin{aligned}
 U_{\text{exp}(95\%)} &= U_{C(68\%)} \times k \\
 &= 1.1551 \times 2 = \pm 2.310 ^\circ\text{C} \approx \pm 2.31 ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

8.11 Expanded Uncertainty ; $U_{\text{exp}(95\%)}$ (Relative Humidity)

$$\begin{aligned}
 U_{\text{exp}(95\%)} &= U_{C(68\%)} \times k \\
 &= 2.887 \times 2 = \pm 5.774 \%RH. \approx \pm 5.8 \% RH.
 \end{aligned}$$

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	11/12

9. ผังแสดงปัจจัยของค่า Uncertainty ในการทดสอบ Temperature and Humidity resistance Test of products



10. ตาราง Uncertainty Budget หรือ (worksheet for uncertainty calculation)

ในการทดสอบ Temperature and Humidity resistance Test of products (Temp)

Symbol	Source of Uncertainty	Value ($\pm$) Equation	Value ($\pm$)	Unit	Reference Value	Unit	Probability Distribution	Divisor	Ci	U(xi)	Unit	v_{eff}
U _A	Repeatability : Temperature $u(T_{x,30})$	$\frac{\sigma_{x-1}}{\sqrt{n}}$	0.0044	°C	40.0	°C	Normal	1	1	0.0044	°C	5-1
U _{B1}	Specification of Heat Stress Meter $u(\delta T_{Hr})$	Specification	2.0	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	1.1547	°C	∞
U _{B2}	Resolution Effect of Heat Stress Meter $u(Res_{Hr})$	Resolution	0.1	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	0.0289	°C	∞
U _{B3}	Specification of Temperature and Humidity Data logger $u(\delta T_{T\&H})$	Specification	2.0	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	1.1547	°C	∞
U _{B4}	Resolution Effect of Temperature and Humidity Data logger $u(Res_{T\&H})$	Resolution	0.1	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	0.0289	°C	∞
Uc68%	Combined Uncertainty						Normal			1.63351	-	7.6E+03
U95%	Expanded Uncertainty						Normal k = 2			3.267	-	7.6E+03

∴ Uncertainty of Measurement for Temperature and Humidity resistance Test of products (Temp)

± 3.3 °C

Symbol	Source of Uncertainty	Value ($\pm$) Equation	Value ($\pm$)	Unit	Reference Value	Unit	Probability Distribution	Divisor	Ci	U(xi)	Unit	v_{eff}
U _A	Repeatability : Temperature $u(T_{x,90})$	$\frac{\sigma_{x-1}}{\sqrt{n}}$	0.0306	°C	40.0	°C	Normal	1	1	0.0306	°C	5-1
U _{B1}	Specification of Heat Stress Meter $u(\delta T_{Hr})$	Specification	2.0	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	1.1547	°C	∞
U _{B2}	Resolution Effect of Heat Stress Meter $u(Res_{Hr})$	Resolution	0.1	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	0.0289	°C	∞
U _{B3}	Specification of Temperature and Humidity Data logger $u(\delta T_{T\&H})$	Specification	2.0	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	1.1547	°C	∞
U _{B4}	Resolution Effect of Temperature and Humidity Data logger $u(Res_{T\&H})$	Resolution	0.1	°C	40.0	°C	rectangular	$\sqrt{3}$	1	0.0289	°C	∞
Uc68%	Combined Uncertainty						Normal			1.63379	-	3.2E+07
U95%	Expanded Uncertainty						Normal k = 2			3.268	-	3.2E+07

∴ Uncertainty of Measurement for Temperature test within the Vehicle cabin (Ramp Rate within

90 minute)= ± 3.3 °C

	วิธีการทดสอบ	รหัสเอกสาร	TM-LAB-06
	วิธีการทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิและความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Test Methods for temperature and humidity resistance of products)	แก้ไขครั้งที่	00
		หน้า	12/12

11. การจัดเก็บบันทึกคุณภาพและเอกสาร

รหัส	รายชื่อเอกสาร	วิธีการเก็บ	สถานที่เก็บ	ระยะเวลาที่เก็บ	ผู้เก็บ
FQ-LAB-36	ใบตรวจสอบเครื่องมือระหว่างใช้งาน	เก็บในแฟ้มเรียงตามลำดับวันที่ก่อนหลัง	ตู้เก็บเอกสาร	5 ปี	หัวหน้าห้องปฏิบัติการ
FT-LAB-03	ใบบันทึกผลการทดสอบ	เก็บในแฟ้มเรียงตามลำดับวันที่ก่อนหลัง	ตู้เก็บเอกสาร	5 ปี	เจ้าหน้าที่ควบคุมเอกสาร

12. เอกสารอ้างอิง

- 12.1 Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard-0101.06
- 12.2 MIL-STD-810G Department of Defense Test Method Standard : Environmental Engineering Considerations and Laboratory Test (Method 501.7 High Temperature)
- 12.3 MIL-STD-810G Department of Defense Test Method Standard : Environmental Engineering Considerations and Laboratory Test (Method 502.7 Low Temperature)
- 12.4 MIL-STD-810G Department of Defense Test Method Standard : Environmental Engineering Considerations and Laboratory Test (Method 507.6 Humidity)
- 12.5 WP-LAB-05 เรื่อง การรับรองความใช้ได้ของผล
- 12.6 WP-LAB-07 เรื่อง การจัดการตัวอย่างทดสอบ
- 12.7 WP-LAB-09 เรื่อง การรายงานผลการทดสอบ

13. ภาคผนวก/เอกสารแนบ

-