การสร้างเครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับงานการทดสอบการรั่วซึมของถุงมือยาง

The Development of an Automated Water-Filling Machine for Rubber Glove Leak Tests

กรธรรม สถิรกุล

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการทดสอบรอยรั่วของถุงมือยางตามมาตรฐาน ISO 11193 หรือ มอก. 1056-2548 นั้น ห้องปฏิบัติการทดสอบของโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับตัวอย่างครั้งละหลายร้อยคู่ ซึ่งเป็นภาระงานที่มากผู้ปฏิบัติงานต้องใช้เวลาในการทดสอบนานเพราะต้องตวงน้ำใส่ถุงมือแต่ละข้างในปริมาณที่แน่นอน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานทดสอบรอยรั่วของถุงมือยางนี้ เครื่องมืออัตโนมัติที่ช่วยผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเติมน้ำให้แม่นยำ รวดเร็ว เป็นอัตโนมัติจึงได้รับการออกแบบพัฒนาขึ้นโดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานทดสอบอย่างละเอียด และพิจารณาลดขั้นตอนและเวลาในการปฏิบัติงาน เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีตามที่ได้คาดหมายไว้ ช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน เพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานโดยลดระยะเวลาการปฏิบัติงานได้ราวครึ่งหนึ่ง ในขณะที่ยังคงความเที่ยงตรงแม่นยำในการเติมน้ำในปริมาณที่ระบุไว้ในมาตรฐาน

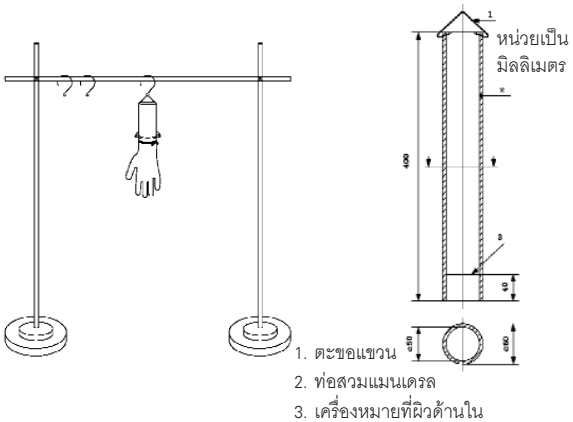
Abstract

At present, rubber glove leak tests - according to ISO 11193 or TISI 1056-2548 standard test procedure - performed by the laboratory of the Physics and Engineering Division, Department of Science Service, consume a lot of time, especially when hundreds of samples are sent for testing each time, and only one operator manually executes the tasks. Each glove samples needs to be filled with a precise amount of water, then being visually inspected for leakages. To improve the efficiency of the work, an automated machine that could help the operator in precisely, quickly and automatically filling water into glove samples was designed and developed. The machine worked perfectly as expected. It helps cut the testing process time in halve, while maintaining its designed precision.

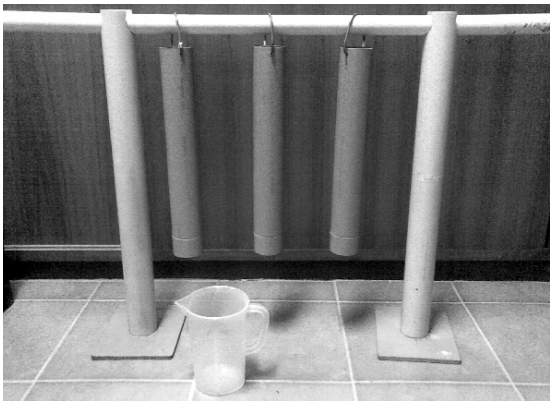
บทนำ

การทดสอบการรั่วซึมของถุงมือยางนั้น มาตรฐาน ISO 11193 หรือ มอก. 1056-2548 [1] ได้ระบุไว้ว่าให้ใช้น้ำเติมใส่ในถุงมือยางที่ทดสอบเพื่อให้ผู้ปฏิบัติการทดสอบสามารถสังเกตการรั่วซึมของน้ำหรือหารอยรั่วบนถุงมือยางได้ง่ายโดยการสังเกตด้วยตาและความรู้สึกโดยการสัมผัส น้ำที่ใช้เติมเพื่อการทดสอบนี้ใช้ ปริมาณ 1 ลิตร หรือ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร และในการเติมน้ำใส่ถุงมือยางนั้น ให้มีกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 60 มิลลิเมตร ปลายข้างหนึ่งของกระบอกให้สวมถุงมือยางไว้โดยเมื่อเติมน้ำแล้วไม่รั่วออก ส่วนอีกปลายหนึ่งอาจให้เกี่ยวหรือแขวนได้กับราวแขวนเพื่อให้กระบอกที่มีถุงมือติดอยู่ห้อยลงมาในแนวดิ่ง ซึ่งเมื่อเติมน้ำใส่ถุงมือผ่านทางกระบอกนี้แล้วจะทำให้ถุงมือยางรับน้ำหนักของน้ำราว 1 กิโลกรัม นอกจากนี้มาตรฐาน ISO 11193 หรือ มอก. 1056-2548 [1] ยังได้ระบุว่าในการสังเกตรอยรั่วถุงมือยางจะกระทำหลังจากเมื่อถุงมือยางได้รับน้ำหนักน้ำที่เติมเข้าไปเป็นเวลานานกว่า 2 นาที แต่ไม่เกิน 4 นาที รูปที่ 1 แสดงการจัดอุปกรณ์ในการทดสอบรั่วซึมถุงมือยางตามมาตรฐาน มอก. 1056-2548

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนซับซ้อน และหากต้องทำการทดสอบกับตัวอย่างที่มีจำนวนมาก ซ้ำแล้วซ้ำอีกจะทำให้เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้า ส่งผลถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานที่ลดลง การทดสอบการรั่วซึมของถุงมือยางตามมาตราฐาน ISO 11193 หรือ มอก. 1056-2548 ที่ทางกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ให้บริการนั้นก็เช่นกัน จำนวนตัวอย่างที่ส่งมาให้ห้องปฏิบัติการทำการทดสอบคราวละหลายร้อยคู่ มีขั้นตอนยุ่งยาก โดยเฉพาะการเติมน้ำด้วยปริมาณที่แน่นอนใส่ในถุงมือแต่ละข้าง ซึ่งในปัจจุบันผู้ปฏิบัติงานใช้กระบอกตวงน้ำเติมน้ำใส่กระบอกพีวีซีที่ปลายข้างหนึ่งมีถุงมือที่ทดสอบครอบรัดไว้ด้วยเส้นยางรัดของ และแขวงไว้บนราว ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งยุ่งยากและเสียเวลามาก การจัดหาเครื่องมือที่จะช่วยผ่อนภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ลงจึงจะส่งผลให้คุณภาพของงานทดสอบดี และเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตการทำงานของเจ้าหน้าที่อีกด้วย กลุ่มงานสร้างเครื่องมือความละเอียดสูงได้รับคำขอจากกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ให้ออกแบบและสร้างเครื่องมือที่จะลดภาระงานทดสอบถุงมือยางนี้ จึงได้ริเริ่มดำเนินการคิดแนวทางแก้ปัญหา ออกแบบ และสร้างเครื่องมือทดสอบรอยรั่วถุงมือยางนี้ขึ้นให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม โดยโครงการพัฒนาเครื่องมือทดสอบรอยรั่วถุงมือยางนี้เป็นหนึ่งในกิจกรรมภายใต้โครงการพัฒนาเครื่องมือทดสอบสอบเทียบแก่ภาคอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1 แสดงการจัดอุปกรณ์ในการทดสอบรั่วซึมถุงมือยางตามมาตรฐาน มอก. 1056-2548 [1]



ภาพที่ 2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบรั่วซึมถุงมือยางในปัจจุบัน

การออกแบบและพัฒนาเครื่อง

จากโจทย์ปัญหาที่กล่าวข้างต้น หากได้ทำการศึกษากระบวนงานในการทดสอบรอยรั่วถุงมือยางแล้วโดยการประเมินเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนกิจกรรมในกระบวนงานทดสอบ หากิจกรรมที่เป็นคอขวด เพื่อหาวิธีในการลดเวลาโดยการปรับปรุงกิจกรรมด้วยการใช้เครื่องมือช่วยที่เป็นระบบอัตโนมัติได้ดังนี้

สำหรับการทดสอบรั่วซึมถุงมือยางข้างหนึ่งกระบวนงานเป็นดังนี้

กิจกรรมที่ 1 : ติดถุงมือยางเข้ากับกระบอกเติมน้ำทดสอบแล้ว ใช้เวลา ประมาณ 20 วินาที

กิจกรรมที่ 2 : แขวนกระบอกบนราว ใช้เวลาประมาณ 5 วินาที

กิจกรรมที่ 3 : ตวงน้ำโดยเปิดก๊อกน้ำประปาตวงใส่กระบอกตวงให้ได้ 1 ลิตร ใช้เวลา ประมาณ 35 วินาที

กิจกรรมที่ 4 : เทน้ำที่ตวงได้จากกระบอกตวงลงใส่ในกระบอกเติมน้ำทดสอบที่ได้ติดถุงมือยางแล้ว ใช้เวลาประมาณ 10 วินาที

กิจกรรมที่ 5 : รอเวลาตามกำหนดในมาตราฐาน ISO 11193 หรือ มอก. 1056-2548 อย่างน้อย 2 นาที แต่ไม่เกิน 4 นาที (โดยเฉลี่ยใช้เวลา ประมาณ 2 นาที 40 วินาที หรือประมาณ 160 วินาที)

กิจกรรมที่ 6 : ตรวจสอบหารอยรั่วของน้ำบนถุงมือยางพร้อมบันทึกข้อมูลผลการทดสอบ ใช้เวลาประมาณ 50 วินาที

กิจกรรมที่ 7 : ถอดถุงมือยางออกจากกระบอก

พร้อมเทน้ำออกจากถุงมือ และเก็บถุงมือใช้เวลาประมาณ 15 วินาที

จะเห็นว่าในการทดสอบถุงมือยางข้างหนึ่งนั้นจะมีกิจกรรมอยู่ 7 กิจกรรม และใช้เวลาทั้งหมด 295 วินาที หรือประมาณ 5 นาที และกิจกรรมทั้ง 7 ต้องกระทำเป็นอนุกรมกัน และเนื่องจากว่ากิจกรรมที่ 5 และ 6 ใช้เวลานานกว่ากิจกรรมอื่นๆ จึงเป็นกิจกรรมที่เป็น “คอขวด” แต่หากมีถุงมือยางต้องทดสอบมากกว่าหนึ่งข้างกิจกรรมที่1 ถึง 4 สำหรับถุงมือยางข้างใหม่ที่จะทดสอบสามารถกระทำคู่ขนาดไปกับกิจกรรมที่ 5 ของการทดสอบถุงมือยางข้างแรก หรือการใช้หลักการทำงานแบบคู่ขนานได้ ดังนั้นหากมีเครื่องมือที่สามารถทำกิจกรรมที่ 3 และ 4 กล่าวคือการตวงและเติมน้ำใส่กระบอกเติมน้ำทดสอบถุงมือยางได้อย่างอัตโนมัติ ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำกิจกรรมอื่นๆในกระบวนการทดสอบแบบคู่ขนานกันได้ จะทำให้ลดเวลาการทำงานลงได้มาก (ราวกว่า 1 นาที) การปฏิบัติงานจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการวิเคราะห์กระบวนการทดสอบถุงมือยางข้างต้น ในการตวงและเติมน้ำใส่ถุงมือยางตามข้อกำหนดของมาตรฐานการทดสอบการรั่วซึม กลุ่มงานฯ ได้ออกแบบพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติที่สามารถตวงและเติมน้ำใส่ถุงมือยางได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยมีเป้าหมายลักษณะสมบัติของเครื่องที่พัฒนาขึ้นกำหนดดังข้างล่างนี้

ลักษณะสมบัติของเครื่อง :

1) สามารถตวงน้ำได้ 1 ลิตร ภายในความแม่นยำ +/- ไม่เกิน 50 ลบ.ซม.

2) มีกระบอกสำหรับสวมใส่ถุงมือทดสอบเพื่อเติมน้ำดูรอยรั่วอยู่ 4 กระบอก

3) ควบคุมการตวงและเติมน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ

4) ง่ายและสะดวกในการใช้งาน

เครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับทดสอบรั่วซึมถุงมือยางนี้ผ่านการออกแบบหลักการทำงานอยู่หลากหลายแนวทางจนกลุ่มงานฯ ได้พิจารณาเลือกหลักการทำงานที่เหมาะสมที่สุดซึ่งมีแผนภาพหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3 ส่วนตารางที่ 1 แสดงรายการอุปกรณ์และส่วนประกอบหลักของเครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับทดสอบรั่วซึมถุงมือยางพร้อมหน้าที่การทำงานในระบบ การทำงานของระบบอัตโนมัติของเครื่องนั้นมีขั้นตอนดังนี้

1) วาล์วโซลินอยด์สำหรับน้ำเข้าถังตวง อยู่ในสถานะเปิด เพื่อให้น้ำจากท่อประปาเข้าถังตวงน้ำ

2) เมื่อน้ำเต็มถังตวง สวิตช์ลูกลอยส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่สมองกลควบคุมระบบ สั่งให้วาล์วโซลินอยด์ในข้อ 1) ปิด น้ำหยุดไหล เนื่องจากว่าปริมาตรของถังรวมถึงระดับน้ำที่ควบคุมแน่นอน ออกแบบคำนวณไว้ให้ได้ 1 ลิตรแล้ว ทำให้ตวงน้ำได้ 1 ลิตรพอดีเมื่อสวิตช์ลูกลอยตัดน้ำเข้าถังตวง

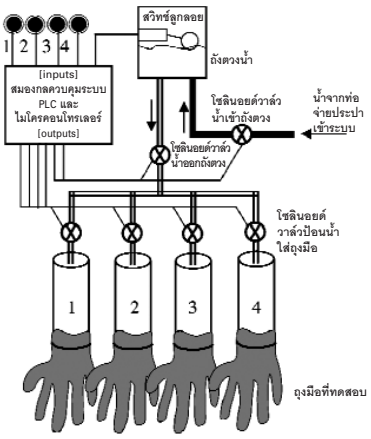
3) เมื่อผู้ปฏิบัติงานติดตั้งถุงมือยางกับปากกระบอกเติมน้ำทดสอบแล้ว กดปุ่มเลือกเติมน้ำในกระบอกเติมน้ำที่ต้องการทดสอบถุงมือยาง สัญญาณไฟฟ้าจากปุ่มสวิตช์ที่กดจะไปยังสมองกลควบคุมระบบ ซึ่งจะสั่งงานให้วาล์วโซลินอยด์น้ำขาออกจากถังตวง และวาล์วโซลินอยด์เติมน้ำประจำกระบอกเติมน้ำนั้นเปิด ทำให้น้ำจากถังตวงน้ำไหลเข้ากระบอกเติมน้ำทดสอบถุงมือยาง จนครบปริมาณน้ำที่ตวงไว้ 1 ลิตร

4) ในขณะที่รอเวลาหลังจากเติมน้ำแล้วผ่านไป 2 นาที ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินการในขั้นตอนที่ 1) ถึง 3) สำหรับการทดสอบถุงมือยางถัดไป

5) เมื่อระยะเวลาผ่านไปกว่า 2 นาที แต่ไม่เกิน 4 นาที ผู้ปฏิบัติงานตรวจหารอยรั่วบนถุงมือยาง

6) ปลดถุงมือยางที่ตรวจสอบแล้วออกจากปากกระบอกเติมน้ำทดสอบ

7) ดำเนินการต่อไปตามข้อ 1) ถึงข้อ 6) สำหรับถุงมือยางที่ทดสอบต่อๆมาอย่างต่อเนื่องจนถุงมือทุกข้างได้รับการทดสอบเสร็จสิ้นลง

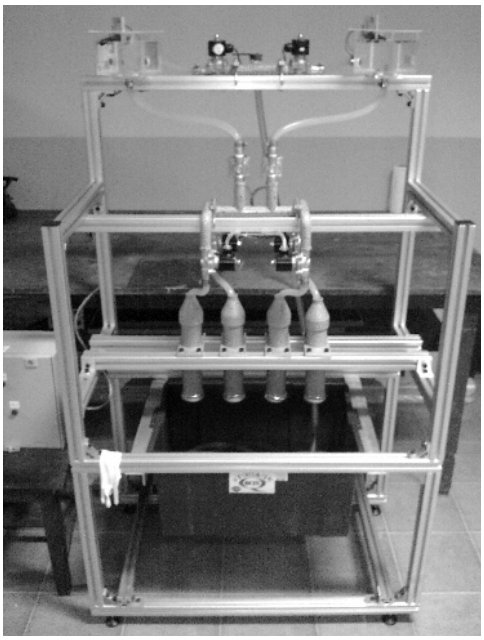


ภาพที่ 3 แสดงแผนภาพหลักการทำงานของเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้น

เครื่องมืออัตโนมัติที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนี้ใช้ Programmable Logic Controller หรือ PLC เป็นส่วนสมองกลควบคุมการทำงานของเครื่องเพราะง่ายและสะดวกในการพัฒนาระบบอัตโนมัติ โดยกลุ่มงานฯ ได้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานตามเงื่อนไขกระบวนการทำงานดังที่กล่าวข้างต้น ภาพที่ 4 แสดงเครื่องมืออัตโนมัติที่ได้พัฒนาขึ้น จากภาพจะสังเกตได้ว่าถังตวงน้ำของเครื่อง ได้ออกแบบให้มีสองชุดทำงานประสานกันเพื่อให้แน่ใจว่ามีน้ำที่ตวงไว้แล้วพร้อมเสมอที่จะเติมใส่ถุงมือยาง ทำให้การทำงานของเครื่องรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์และส่วนประกอบหลักของเครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับทดสอบรั่วซึมถุงมือยาง

ลำดับที่	ส่วนประกอบย่อย	รายการอุปกรณ์	จำนวน	หน้าที่การทำงานในระบบ
1.	ส่วนตวงน้ำอัตโนมัติ	1) ถังตวงน้ำ	2	- สำหรับบรรจุน้ำที่ตวง มี 2 ชุดเพื่อให้สามารถตวงน้ำได้อย่างต่อเนื่อง
		2) ท่อน้ำเข้า-ออกและโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve)	2	- สำหรับเป็นทางเดินของน้ำเข้าและออกจากถังตวงน้ำ โดยมีโซลินอยด์วาล์วเป็นตัวเปิดปิดควบคุมการไหลเข้าและออกของน้ำในถังตวงน้ำ
		3) สวิตช์ลูกลอย	2	- ทำหน้าที่จับระดับน้ำภายในถังตวงน้ำ หากปริมาณน้ำในถังตวงได้ตามที่ต้องการ ระดับน้ำขึ้นถึงขีดที่เหมาะสม ลูกลอยจะลอยขึ้นตามระดับน้ำ และคานที่เชื่อมต่อระหว่างลูกลอยกับหน้าสัมผัสไฟฟ้าจะกระดกทำให้หน้าสัมผัสไฟฟ้าปิด ครบวงจร สัญญาณไฟฟ้าจะเกิดขึ้นและส่งผ่านไปยังส่วนสมองกลควบคุมเครื่อง
2.	ส่วนเติมน้ำอัตโนมัติ	1) กระบอกเติมน้ำทดสอบถุงมือยาง	4	- เป็นกระบอกพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 60 มิลลิเมตร ไว้สำหรับติดยึดถุงมือยางทดสอบ และสำหรับเติมและเก็บน้ำที่ใส่ลงในถุงมือยาง ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ISO 11193 หรือ มอก. 1056-2548
		2) ห่วงล็อคถุงมือยาง	4	- เป็นห่วงโลหะ คล้องอยู่รอบปากกระบอกเติมน้ำ และอยู่บนบ่าของปากกระบอก ทำหน้าที่ในการเป็นกลไกอย่างง่ายยึดถุงมือยางที่ทดสอบเข้ากับปากกระบอกเติมน้ำทดสอบถุงมือยาง ถุงมือยางที่เติมน้ำปริมาณ 1 ลิตรเข้าไปแล้วจะต้องอยู่ติด กับปากกระบอกได้ ถุงมือไม่ลื่นหลุดหรือฉีกขาด
		3) โซลินอยด์วาล์วเติมน้ำใส่กระบอก	4	- เป็นตัวรับสัญญาณคำสั่งจากส่วนสมองกลควบคุมเครื่องให้ทำการเปิดหรือปิดวาล์วน้ำไหลเข้ากระบอกเติมน้ำทดสอบถุงมือยาง หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดแรงยกลิ้นเปิดปิดวาล์ว
		4) ปุ่มกดเติมน้ำ	4	- เป็นปุ่มสวิตช์แบบสปริง กดติดปล่อยดับ สำหรับให้ผู้ปฏิบัติงานได้กดปุ่มส่งสัญญาณสั่งให้เครื่องเติมน้ำในกระบอกที่ต้องการเติมน้ำ
3.	ส่วนสมองกลควบคุม	1) Programmable Logic Controller พร้อม Power supply	1	- ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องอย่างเป็นอัตโนมัติ
4.	เครื่องอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ	1) โครงอลูมิเนียม	1 ชุด	- ทำโครงสร้างของเครื่อง ยึดอุปกรณ์ส่วนต่างๆของเครื่องเข้าไว้ด้วยกัน
		2) สลักเกลียวและนัทยึดโครงสร้าง	1 ชุด	- ยึดโครงอลูมิเนียมเพื่อทำโครงสร้างของเครื่อง



ภาพที่ 4 แสดงเครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับงานทดสอบรั่วซึมถุงมือยาง

ผลสำเร็จของโครงการ

เครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับทดสอบรั่วซึมถุงมือยางที่พัฒนาขึ้นเองภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการ สามารถนำมาใช้งานได้จริง สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยลดระยะเวลาในการทำงานได้ราวครึ่งหนึ่ง ส่งผลถึงความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ และเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ยังเป็นการประหยัดเงินตราต่างประเทศจากการนำเข้าเครื่องมือราคาแพงจากต่างประเทศอีกด้วย

อภิปรายและสรุปผลการดำเนินงานโครงการ

ต้นแบบเครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับทดสอบรั่วซึมถุงมือยางได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยสามารถทำงานแบ่งเบาภาระของผู้ปฏิบัติการทดสอบโดยการตวงน้ำและเติมน้ำใส่ถุงมือยางในปริมาณ 1 ลิตร ได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำอย่างอัตโนมัติ เป็นการลดเวลาในการปฏิบัติงานทดสอบถุงมือยางเป็นอย่างมาก เครื่องเติมน้ำอัตโนมัติสำหรับทดสอบรั่วซึมถุงมือยางถึงแม้ว่าจะไม่ได้เป็นเครื่องจักรอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ กล่าวคือยังต้องมีผู้ปฏิบัติงานทำงานร่วมกับเครื่องมือนี้ หรือใช้เครื่องมือนี้ประกอบกับการปฏิบัติงาน แต่ในอนาคตอาจจะออกแบบพัฒนาให้สามารถทำงานได้อย่างเป็นอัตโนมัติโดยสมบูรณ์โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลภาพดิจิตอลหรือควบคู่กับเทคโนโลยีในการรับรู้อื่นๆ เพื่อช่วยให้เครื่องสามารถตรวจหารอยรั่วซึมน้ำบนถุงมือยางได้ โครงการนี้เป็นตัวอย่างที่ดีตัวอย่างหนึ่งในการนำเอาเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้กับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทดสอบทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งกลุ่มงานสร้างเครื่องมือความละเอียดสูง (คส.) โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการจักได้ยึดเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานต่อไป

ข้อเสนอแนะ

เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานอาจเพิ่มเติมฟังก์ชั่นในการจับเวลาระยะเวลาระหว่าง 2 ถึง 4 นาที หลังจากการเติมน้ำใส่ถุงมือยางแล้วเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบเวลาที่เหมาะสมในการตรวจดู การรั่วซึมถุงมือยางนั้น โดยอาจจะมีสัญญาณไฟกระพริบแสดงให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงระยะเวลาดังกล่าวอย่างชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. **ระบบ PLC (Programmable Logic Controller).** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด, 2545.

วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. **การวัดและควบคุมกระบวนการ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถุงมือสำหรับการตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว : เกณฑ์กำหนดสำหรับถุงมือที่ทำจากน้ำยางหรือสารละลายยาง. **มอก. 1056-2548. เล่ม 1.**