



**การพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพในอุตสาหกรรมเพื่อสุขภาพ
โรงพยาบาลศรีนครินทร์ ด้วยการออกแบบจำลอง 3 มิติ รถขนส่งอัตโนมัติ**

**Product Development Using Quality Conversion Technique in the Health Industry
Srinagarind Hospital With the Design of 3D Automatic Transportation Vehicles**

นันทพันธ์ กนกศิริรุจิยา^{1*}, คณิศร ภูนิคม¹

Nunthaphan Kanoksirujisaya^{1*}, Kanisorn Poonikom¹

(Received: April 3, 2020; Revised: August 4, 2020; Accepted: October 22, 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนะแนวทางในการออกแบบจำลอง 3 มิติ รถขนส่งอัตโนมัติ สำหรับใช้งานในห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง โรงพยาบาลศรีนครินทร์ ที่ต้องนำ สิ่งส่งตรวจ (Specimen) เป็นระยะทางไกลหลายรอบต่อวัน ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าและการสูญเสียเวลาในการเดินขนส่ง การออกแบบใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) โดยจัดการประชุมผู้ที่มีส่วนได้เสียเพื่อหาข้อกำหนดการออกแบบให้สนองความต้องการใช้งานประกอบด้วยพนักงานฝ่ายทะเบียน และ เจ้าหน้าที่ภายในห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง จากการวิเคราะห์นำไปสู่การออกแบบเพื่อเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ผลการวิจัยพบว่า ได้ต้นแบบรถขนส่งอัตโนมัติตรงตามความต้องการของพนักงาน สามารถลดความสูญเสียเวลาในการขนส่งจาก 8 นาที ลดลงเหลือ 3 นาที

คำสำคัญ: เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) รถขนส่งอัตโนมัติ (AGV) ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง สิ่งส่งตรวจ

Abstract

This study was a research and development aiming at suggesting guidelines on the design and development of 3D automatic transport vehicles used in the clinical laboratories of Srinagarind Hospital. As staff must deliver specimens over long distances per day, this resulted in fatigue and

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University

*Corresponding Author: nara.bu@ubu.ac.th



time-consuming transport. As a result, the design of the vehicles applied Quality Function Development (QFD) technique by holding a meeting of stakeholders including the registration and the clinical laboratory staff to find a design specification that could meet their needs. The analysis led to the design that could be suggested to experts. The results of research indicated that the prototype of the automatic transport vehicles suited the staff's needs and decreased the amount of time spent on delivery from 8 minutes to 3 minutes. .

Keywords: Quality function deployment (QFD), Automated guided vehicle (AGV), Clinical laboratory, Specimen

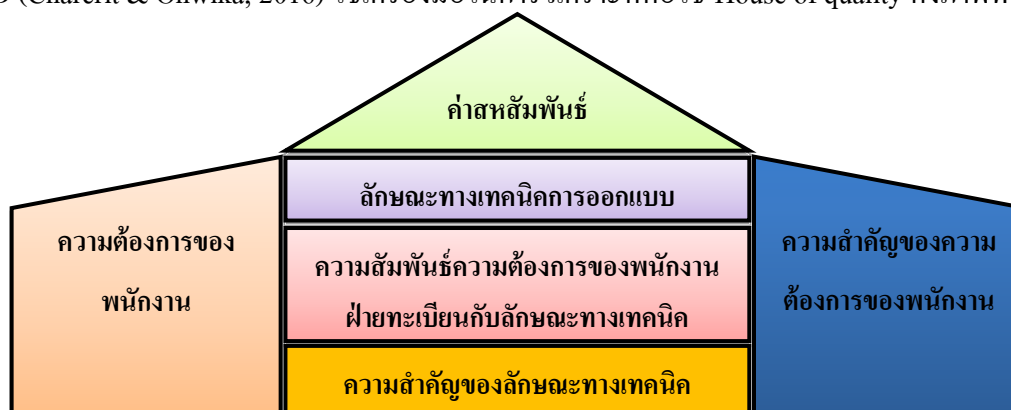
บทนำ

การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบาย Thailand 4.0 เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรม การแพทย์ การเลือกวิเคราะห์เทคโนโลยีที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรมทางการแพทย์ที่จะสามารถขับเคลื่อน เพื่อสามารถสร้างความ ได้เปรียบในการแข่งขันระดับโลกได้ ซึ่งประเทศไทยมีปัจจัยการผลิตเป็นบวก ด้านการเป็นแหล่งผลิตบุคลากรทางการแพทย์ แหล่งผลิตวัตถุดิบ และแหล่งผลิตยา และ วัสดุทาง การแพทย์ ส่วนปัจจัยการผลิตเป็นลบ คือ การพึ่งพาเทคโนโลยีทางการแพทย์ ขึ้นสูงจากต่างประเทศ ดังนั้นการที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมทางการแพทย์ให้มีศักยภาพในการขับเคลื่อนประเทศไทยได้นั้น จึงมีความจำเป็นต้องเร่งพัฒนาเทคโนโลยีด้านการแพทย์ขั้นสูง เพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจาก ต่างประเทศ ประกอบกับโอกาสในการเป็นศูนย์กลางการแพทย์ครบวงจร (Medical hub) ที่มีสัดส่วน ผู้ใช้บริการ ชาวต่างชาติที่เพิ่มขึ้น จึงเป็นปัจจัยสนับสนุนในการพัฒนาเทคโนโลยีการแพทย์พร้อมกับการบริการที่ รวดเร็ว การพึ่งพาเทคโนโลยีทางการแพทย์ ขึ้นสูงจากต่างประเทศ การที่จะพัฒนาอุตสาหกรรม การแพทย์ให้มีศักยภาพในการขับเคลื่อนประเทศไทยได้นั้น จึงมีความจำเป็นต้องเร่งพัฒนาเทคโนโลยี ด้านการแพทย์ขั้นสูง เพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจาก ต่างประเทศ (Department of Medical Service, 2017) จากการศึกษาโรงพยาบาลศรีนครินทร์ ในแต่ละปี จะมีผู้ป่วยจำนวนมาก แบ่งเป็น ผู้ป่วยภายนอก ประมาณ 1 ล้านคน และผู้ป่วยภายใน 50,000 คนต่อปี จากประชาชนในเขตภาคอีสาน 20 จังหวัด 22 - 23 ล้านคน จึงได้ขยายเตียงเป็น 1,100 เตียง แต่ก็ยังไม่เพียงพอ ทำให้โรงพยาบาลต้องไม่ปฏิเสธผู้ป่วย ดังนั้น เพื่อให้ผู้ป่วยเข้าถึงการรักษาสุขภาพ และเป็นที่พึ่งของประชาชน ทางโรงพยาบาลได้ขยายเพื่อ การรองรับการบริการมากขึ้นเป็น 5,000 เตียง (KKnews, 2018) การรักษาพยาบาลของแพทย์นั้น จะยัง ต้องทำการตรวจร่างกายของ กลุ่มผู้ป่วยภายนอก 3,000 - 4,000 คนต่อวัน การตรวจเพื่อการวินิจฉัยของ แพทย์ มีความจำเป็นในการเจาะของเหลวต่าง ๆ หรือชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อที่ได้จากร่างกายของผู้ป่วย ที่



นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าของสารต่าง ๆ หรือหาพยาธิสภาพเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรค ในทาง การแพทย์ ซึ่งในการนำสิ่งส่งตรวจไปตามแผนกต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง โดย เจ้าหน้าที่จำนวน 15 คน ที่มีหน้ารับสิ่งส่งตรวจจากแพทย์จัดบันทึกข้อมูล (ฝ่ายทะเบียน) และเดินในการ ขนส่ง โดยเฉลี่ยต่อวันระยะทาง 3,500 เมตร ก่อให้เกิดความสูญเสียเวลาในการทำงาน ความอ่อนล้าต่อ ร่างกาย และ ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะ ศึกษาปัจจัยในกระบวนการขนส่งสิ่งส่งตรวจ ใน ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง โรงพยาบาลศรีนครินทร์ เพื่อการออกแบบระบบการขนส่งอัตโนมัติ โดยการเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) คือเทคนิคการแปลง หน้าที่ทางคุณภาพ เป็นแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยในการออกแบบและพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สามารถ ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นเทคนิคที่เน้นความสำคัญของลูกค้าโดยนำข้อมูลป้อนกลับ จากลูกค้า มาศึกษาและพยายามระบุความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าออกมาและค้นหาวิธีการในการที่ จะทำให้บรรลุความต้องการดังกล่าวอย่างเหมาะสมทำให้ความผิดพลาดในเรื่องผลิตภัณฑ์ใหม่มีคุณภาพ ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้าลดลง ช่วยในการลดระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และยังสามารถ หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงการออกแบบในขณะที่เริ่มทำการผลิตไปแล้ว ทั้งยังทำให้เกิดการทำงานเป็น ทีมเนื่องจากการตัดสินใจจะขึ้นอยู่กับมติของเสียงส่วนใหญ่จึงเกิดเป้าหมายร่วมกันสมาชิกทุกคน มีส่วน ร่วมในการออกความคิดเห็นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการประสานความร่วมมือทำให้เกิดความ ร่าเริงและความถูกต้องชัดเจนในการดำเนินการออกแบบและการผลิต เพื่อได้ปัจจัยที่มีผลต่อการ ออกแบบกระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ ด้วยรถขนส่งอัตโนมัติ AGV (Automated Guided Vehicle) ตามความต้องการใช้งานของผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders) ตามขั้นตอนการทำเทคนิค QFD (Charcrit & Onwika, 2016) ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คือใช้ House of quality ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality: HOQ)

หมายเหตุ: ความต้องการของลูกค้า = ความต้องการของพนักงาน



วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์และระบุปัญหาพร้อมทั้ง ทบทวน ทฤษฎีการออกแบบการลำเลียงขนถ่ายอัตโนมัติ และเพื่อออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV (Automated Guided Vehicle) แบบ 3 มิติ

ขอบเขตงานวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดของแผนการดำเนินงานการศึกษา การนำ เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) ในภาคอุตสาหกรรม มาประยุกต์ใช้ในงานการบริการด้าน อุตสาหกรรมทางการแพทย์

1. สถานที่ในการวิจัย ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง ชั้น 9 อาคารกัลยาณิวัฒนาสุรณัฏ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2. กลุ่มประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

2.1 กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง ชั้น 9 อาคารกัลยาณิวัฒนาสุรณัฏ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้แก่ คณบดี รองคณบดี ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ หัวหน้า และพนักงาน

2.2 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบวางผังโรงงาน ระบบอัตโนมัติ และในสาขาที่เกี่ยวข้อง กับงานวิจัย

3. ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจาก ข้อ 2.1 และข้อ 2.2 โดยวิธีการแบบเฉพาะเจาะจง ขั้นตอนคือ การเข้าพบหารือกับผู้มีส่วนได้เสียโดยตรง เพื่อการวิเคราะห์หาแนวทาง การออกแบบระบบอัตโนมัติใน กระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ ด้วยรถขนส่งอัตโนมัติ AGV

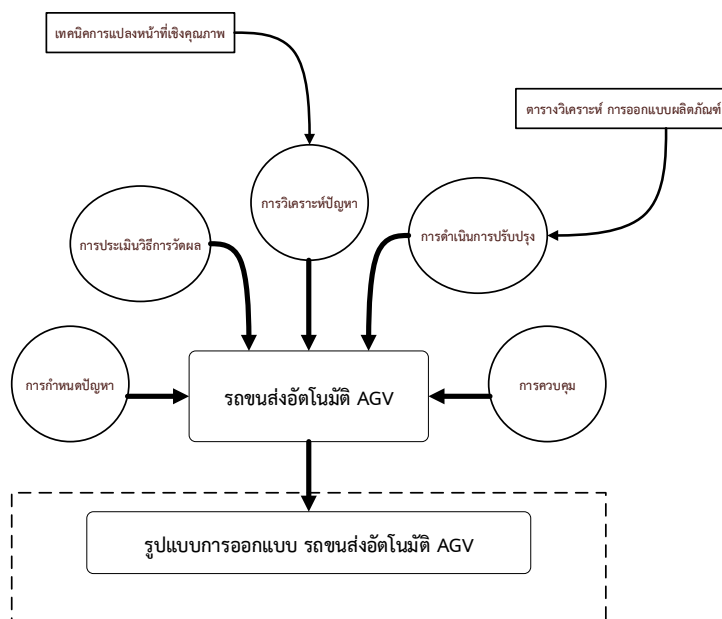
4. ออกแบบระบบอัตโนมัติในกระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ ด้วยรถขนส่ง อัตโนมัติ AGV 3 มิติ

5. สร้างต้นแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV

6. ทดสอบหาสมรรถนะต้นแบบของรถขนส่งอัตโนมัติ AGV

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการวิจัยการออกแบบและพัฒนาระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วย
รถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ

วิธีการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยโดยใช้เทคนิค QFD ครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 เฟส ดังนี้

เฟสที่ 1 เรียกว่า เฟสการวางแผนการผลิต (Product planning) เป็นการแปลงความต้องการของพนักงาน (Customer requirements) ให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical requirements) วางแผนการดำเนินงาน เพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ และระบุปัญหาพร้อมทั้งการทบทวนทฤษฎีการออกแบบการลำเลียงขนถ่ายอัตโนมัติ เพื่อออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV และเพื่อสร้างรถขนส่งอัตโนมัติ และหาค่าพารามิเตอร์ ในการควบคุมระบบของรถขนส่งอัตโนมัติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบการขนส่ง ตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ด้วยรถขนส่งอัตโนมัติ ใช้หลักการประชุมวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม และการศึกษาของ ได้แก่ กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง สิ่งส่งตรวจ ชั้น 9 อาคารกัลยาณิวัฒนา นุสรณ์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะบดี รองคณะบดี ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ หัวหน้า และพนักงาน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบวางแผนโรงงาน ระบบอัตโนมัติ และในสาขาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย



เฟสที่ 2 เรียกว่า เฟสการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Part development) เป็นการถ่ายข้อกำหนดทางเทคนิคให้อยู่ในรูปแบบของข้อกำหนดทางด้านส่วนประกอบ (Part characteristics) ซึ่งในการดำเนินการวิจัยขั้นตอนนี้ทำการสำรวจความต้องการจากกลุ่มทดสอบเบื้องต้น เพื่อหาความต้องการของผู้ใช้พนักงาน คั่นหารายละเอียดต่าง ๆ โดยคณะผู้วิจัยจึงกำหนดผู้ที่ตอบคำถามต่าง ๆ ในเบื้องต้น คือ กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานในผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเดินขบวน การสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อให้ได้ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured) โดยนำแบบสัมภาษณ์เชิงลึกให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจสอบก่อนนำไปสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ปฏิบัติงานในผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเดินขบวน และผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเดินขบวนจำนวน 15 คน เพื่อให้การซักถาม การสนทนาและการต่อยอดความคิด การออกแบบการสัมภาษณ์นั้นนอกจากจะมุ่งเน้นข้อมูลเพื่อให้ได้ซึ่งมาความเหมาะสมกับงาน และให้ได้ข้อมูลในเชิงความคิดและองค์ความรู้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่นำมาสกัดเป็นข้อมูลหาองค์ประกอบ เพื่อนำมาจัดทำแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมเชิงปริมาณนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร ดำเนินการข้อมูลที่สกัดได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ คือแนวคิดทฤษฎี 7S Model ของ McKinsey 7-S Framework กำหนดเป็นปัจจัย เป็นแนวทางในการกำหนดปัจจัยภายนอกของ การออกแบบ ระบบขนถ่ายสิ่งส่งตรวจด้วยรถขนส่งอัตโนมัติ และกำหนดปัจจัยความต้องการเครื่องมืออุปกรณ์การ จากนั้นนำแบบสอบถามที่เป็นต้นฉบับไปตรวจสอบคุณภาพ โดยแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของ (Content validity) เนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์หรือประเด็นการวิจัย (Item objective consistency: IOC) และปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ แล้วจัดส่งแบบสอบถามให้แก่ผู้มีส่วนได้เสีย ในห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง สิ่งส่งตรวจ (Specimen) จำนวน 5 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยทะเบียน หน่วยเคมีคลินิก หน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก หน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย และหน่วยจุลชีววิทยาคลินิก จำนวนทั้งสิ้น 300 คน

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูลและประมวลผล/วิเคราะห์ข้อมูล แบบสอบถามที่จัดส่งไปยังกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 300 ฉบับ ได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาจำนวน 251 ฉบับ ต่อจากนั้นได้นำข้อมูลมาประมวลผล/วิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญ



ตามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้จะนำไปสร้างนวัตกรรม การออกแบบและพัฒนากระบวนการขนส่งตรวจสอบด้วยรถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ

จากนั้นจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากนั้นทางคณะผู้วิจัยได้นำมาถ้อยคำการเรียกร้องของพนักงาน (Voice of customer) มาจัดเรียงถ้อยคำใหม่ แล้วจำแนกว่าถ้อยคำใดของพนักงานที่สามารถจัดว่าเป็นคุณลักษณะความต้องการของผลิตภัณฑ์ รถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ (Customer requirement) แล้วทำการจัดกลุ่มคุณลักษณะความต้องการของผลิตภัณฑ์โดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) แล รวมคุณลักษณะของความต้องการที่มีความซ้ำซ้อนกัน โดยใช้แผนผังต้นไม้ (Tree diagram) จัดกลุ่มของความต้องการด้านผลิตภัณฑ์รถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพเพื่อการศึกษา ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) รูปแบบ 2) การใช้งาน 3) ความปลอดภัย 4) วัสดุ และ 5) ความสะดวก

เฟสที่ 5 เรียกว่าเฟสการวางแผนกระบวนการ (Process planning) เป็นการแปลงข้อกำหนดทางด้านส่วนประกอบให้อยู่ในรูป ของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการผลิต (Process characteristics) กระบวนการทำงานที่สถานีรับส่งสิ่งส่งตรวจ นั้นมีขั้นตอนการทำงานที่แบบเดิม คือ การยกภาชนะส่งส่งตรวจ (Specimen) ด้วยรถเข็น ของกระบวนการทำงานแบบเดิมได้ถูกปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ โดยจากการใช้กำลังคนเป็นการใช้กำลังของรถขนส่งสิ่งส่งตรวจอัตโนมัติแทน ซึ่งสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่า โดยเจ้าหน้าที่ไม่ต้องยกภาชนะส่งตรวจ ใส่รถเข็นเอง เพราะอาศัยประโยชน์จากระบบการขนส่งอัตโนมัติ

จากการวิเคราะห์ท่าทางการเดินทำงานของเจ้าหน้าที่ในสถานีรับส่งสิ่งส่งตรวจ เพื่อทำการประเมินความเสี่ยงจากการปฏิบัติงานโดยใช้แบบประเมินความเสี่ยงท่าทาง ตัวโครงสร้างของรถขนส่งอัตโนมัติ (AGV) ทำจากวัสดุที่เป็นอลูมิเนียม และชุดครอบแผงวงจรทำจากวัสดุ ด้านล่างประกอบไปด้วยชุดระบบขับเคลื่อนด้วยล้อออกแบบ 4 ล้อ ด้านบนมีแผงวงจรและช่องอินพุต ส่วนด้านหน้ามีเซ็นเซอร์ 2 ตัว เป็นส่วนประกอบ

เฟสที่ 4 เรียกว่าเฟสการวางแผนการผลิต (Production planning) เป็นการแปลงข้อกำหนดทางด้านกระบวนการผลิตมา ออกแบบและกำหนดวิธีในการควบคุม ผลการออกแบบออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV โดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD วิเคราะห์เครื่องโดยกำหนดเป็นชุด ๆ เพื่อให้ครอบคลุมและเข้าถึงปัญหามากที่สุด ส่งผลให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ละเอียด โดยสามารถแยกได้ 8 ชุด ดังนี้ 1) ชุดตัด 2) ชุดป้อน 3) ชุดสับ 4) ชุดฟัน 5) ชุดกลาน 6) ชุดต่อพ่วง 7) ชุดฝาครอบ และ 8) ชุดล้อ และผลการเขียนแบบเครื่องเก็บเกี่ยวออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV โดยนำข้อมูลจากการออกแบบ มาเขียนแบบ

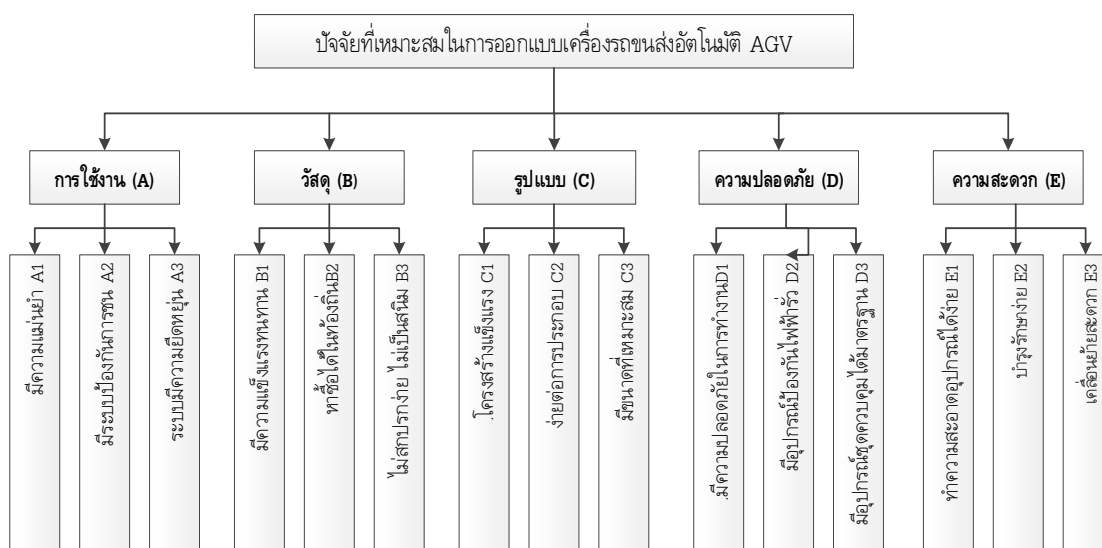


โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SolidWorks 2014 และ Auto Cad 2014 มีรายละเอียดดังนี้ 1) แบบภาพประกอบ 2 มิติ 2) แบบภาพประกอบ 3 มิติ และ 3) แบบสั่งงานการผลิต

ผลการประเมินคุณภาพแบบสั่งงานการผลิต โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต 90% ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านประเมินผล ผลการประเมินแบบสั่งงานการผลิตผ่านเกณฑ์ ที่ระดับคะแนน 94.2%

ผลการวิจัย

เฟสที่ 1 การประชุมวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม ได้แก่ กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง (Specimen) คณบดี รองคณบดี ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ หัวหน้า และพนักงาน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบวางแผนโรงงาน ระบบอัตโนมัติ และในสาขาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รวมการจัดกลุ่มของความต้องการด้านผลิตภัณฑ์รถขนส่งอัตโนมัติในอุตสาหกรรมสุขภาพ ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น AHP มาใช้ทำแผนภูมิหรือโมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 3 เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD ต่อไป ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) รูปแบบ 2) การใช้งาน 3) ความปลอดภัย 4) วัสดุ และ 5) ความสะดวก



ภาพที่ 3 แผนภูมิหรือโมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV



ตารางที่ 1 จำนวนความถี่และร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประเภทของหน่วยงาน

หน่วยงาน	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
หน่วยทะเบียนกลาง	119	47.4
หน่วยเคมีคลินิก	64	25.5
หน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก	34	13.5
หน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัย	17	6.8
หน่วยจุลชีววิทยาคลินิก	12	4.8
ผู้บริหารระดับสูง	5	2.0
รวม	251	100

เฟสที่ 2 จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยจึงได้นำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างโดยใช้แนวทางการเลือกกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นหน่วยทะเบียนกลางจำนวน 119 ราย คิดเป็นร้อยละ 47.4 ลำดับที่สองเป็นหน่วยเคมีคลินิกจำนวน 64 ราย คิดเป็นร้อยละ 25.2 ลำดับที่สามเป็นหน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิกจำนวน 34 ราย คิดเป็นร้อยละ 13.5% ลำดับที่สี่เป็นหน่วยจุลทรรศน์วินิจฉัยจำนวน 17 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.8% ลำดับที่ห้าเป็นหน่วยจุลชีววิทยาคลินิกจำนวน 12 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.8% และลำดับที่หกผู้บริหารระดับสูงจำนวน 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 2.0%

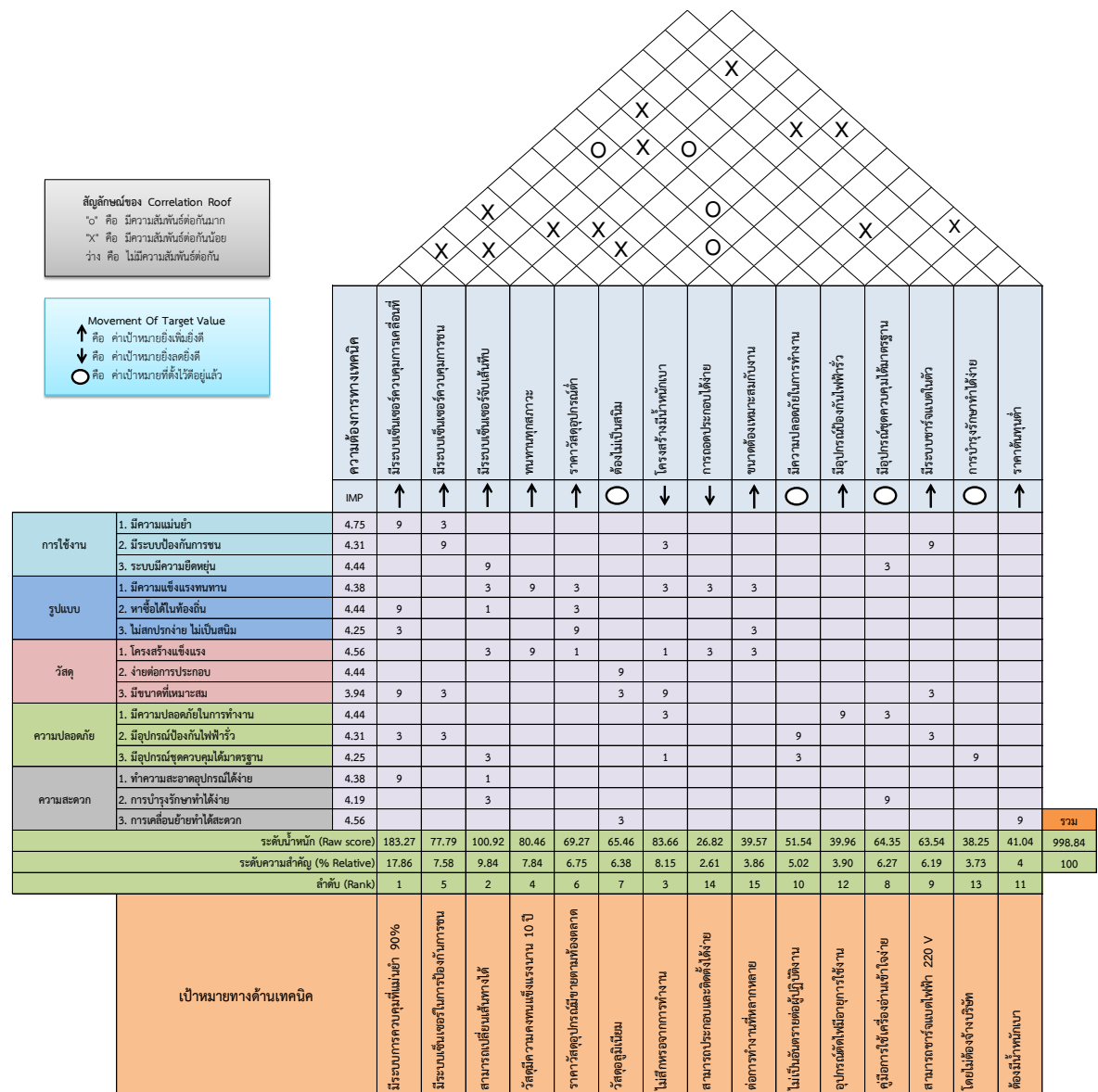
ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักในการออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	น้ำหนักความสำคัญ (%)	น้ำหนักความสำคัญสะสม (%)
1	ด้านการใช้งาน	49.50	49.50
2	ด้านวัสดุ	23.20	72.70
3	ด้านรูปแบบ	14.50	87.20
4	ด้านความปลอดภัย	6.80	94.00
5	ความสะดวก	6.10	100

จากตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยหลักด้านการใช้งานมีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด เท่ากับ 49.50 เปอร์เซนต์ ลำดับที่สอง ปัจจัยหลักด้านวัสดุ มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 23.20 เปอร์เซนต์ ลำดับที่สาม ปัจจัยหลักด้านรูปแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 14.50 เปอร์เซนต์ ลำดับที่สี่ ปัจจัยหลักด้าน



ความปลอดภัย มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 6.80 เปอร์เซนต์และลำดับที่ห้าปัจจัยหลักด้านความ สะดวก มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 6.10 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 4 เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านแห่งคุณภาพ

จากภาพที่ 4 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปัจจัยที่ได้มีการสังเคราะห์แล้วนำมาใช้ในเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ) โดยในเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์จะประกอบด้วยเมทริกซ์ย่อย ๆ 6 ส่วนจากนั้นนำความต้องการดังกล่าว มาจัดทำแบบเพื่อหาความเหมาะสม ความสอดคล้องและ



ความตรงในเชิงเนื้อหาของปัจจัย เพื่อหาระดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ (ค่า IMP) คือการนำค่าเฉลี่ยเรขาคณิตที่ได้จากแบบสอบถามมาใส่ให้ตรงกับความต้องการแต่ละตัว

เฟส 3 การประยุกต์ใช้เมทริกซ์การแปลงการออกแบบ เมทริกซ์ความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคและข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ โดยจะได้ผลจากการให้คะแนนความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 5 ซึ่งในการให้คะแนนในที่นี้ จะทำการเปรียบเทียบแบบเป็นคู่โดยใช้การระดมสมอง (Brain Storming) ของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ เสียในการบริหารงาน และเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานภายใน ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง สิ่งส่งตรวจ (Specimen) นักวิชาการหรืออาจารย์ที่สอนการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์

การออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้น (Part Design) เป็นการออกแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบของชุดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ เช่น เฟือง เพลาขับเคลื่อน ปีกนกขับเคลื่อน ชิ้นส่วนแกนแอสซี เป็นต้น โดยการออกแบบจะเน้นด้านด้านวิศวกรรม (Engineering) หน้าที่ (Functionality) ด้านความปลอดภัย (Safety) ด้านประโยชน์ใช้สอย (Usability) ด้านศิลปะ (Art design) มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ออกแบบด้านหน้าที่ (Functionality) ด้านความปลอดภัย (Safety) ด้านประโยชน์ใช้สอย (Usability) และด้านศิลปะ (Art design)
- 2) วิเคราะห์ด้านวิศวกรรม (Engineering)
- 3) เขียนแบบงาน (Working drawing) โดยเขียนด้วยโปรแกรม AutoCAD inventor หรือโปรแกรมอื่น ๆ ให้ได้รูปทรง สัดส่วน และการทำงานตามแนวคิดที่กำหนด
- 4) สร้างโมเดล (Model) เพื่อประเมินรูปแบบ รูปทรงตามแนวคิด
- 5) ปรับปรุงแบบงาน

การสร้างต้นแบบ (Prototype) มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผลิตชิ้นส่วนต้นแบบ โดยนำแบบแยกชิ้นที่เขียนขึ้นมาผลิตต้นแบบรายชิ้น
- 2) ประกอบเป็นชุดชิ้นส่วน
- 3) ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์
- 4) ทดสอบหาคุณภาพ/ประสิทธิภาพ (Q&E Evaluation)
- 5) ปรับปรุงให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial design) ด้วย The FSUDEE System ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยและตอบสนองความต้องการของตลาด นั้นจำเป็นต้องดำเนินการวิเคราะห์

- 1) การกำหนดองค์ประกอบสำหรับการวิเคราะห์ห้ออกแบบ
- 2) การศึกษาสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์
- 3) การวิเคราะห์ปัญหาของผลิตภัณฑ์
- 4) การวิเคราะห์สาเหตุของผลิตภัณฑ์
- 5) การวิเคราะห์แนวทางแก้ไขปัญหาของผลิตภัณฑ์
- 6) รูปแบบแนวความคิดตามแนวทางในการแก้ปัญหา

ภาพที่ 5 เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ



คำนวณหาลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์ (Priority relationships) ซึ่งจะมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์โดยประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย ๆ คือ

1. คำนวณน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของชิ้นส่วนย่อยสมบูรณ์ (Absolute part characteristics หรือ important)

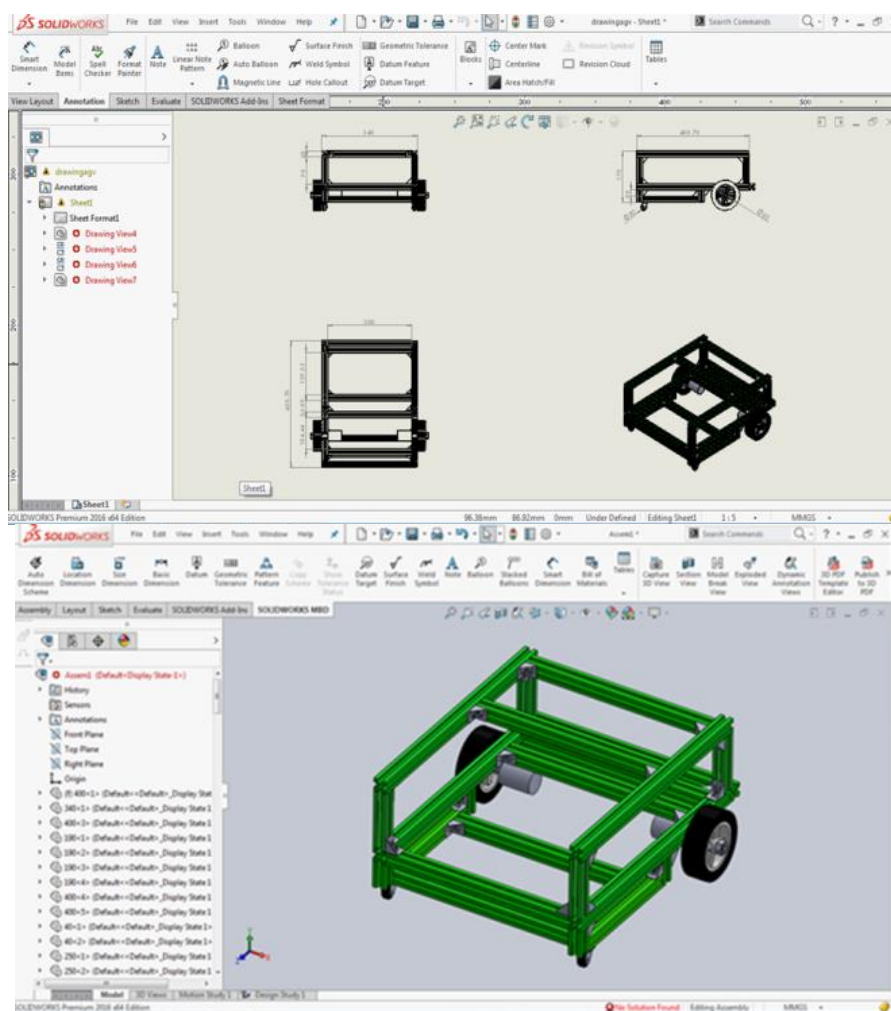
2. คำนวณน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของชิ้นส่วนย่อยโดยเปรียบเทียบ (Relative part characteristics important) เมื่อได้ทำการสร้างเมทริกซ์การแปลงการออกแบบแล้วหลังจากนั้นนำข้อกำหนดของชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากเมทริกซ์การแปลงการออกแบบมาทำการเรียงลำดับความสำคัญตามค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Relative part characteristics important) จากมากไปหาน้อย ดังตารางที่ 3 พบว่าการจัดเรียงลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบคะแนนที่มากที่สุดคือ อุปกรณ์ควบคุมมีคุณภาพและมาตรฐาน 18.54% ลำดับต่อมา ล้อมีความแข็งแรง ไม่ลื่น 18.00% และค่าน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุดคือ ขนาดของมอเตอร์ต้องมีความเหมาะสม 2.83% ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้นำกำหนดของชิ้นส่วนย่อยและเป้าหมายของชิ้นส่วนย่อยไปพิจารณาการออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ ต่อไป

ตารางที่ 3 การเรียงลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของชิ้นส่วนย่อยสมบูรณ์

ลำดับ	ข้อกำหนดของชิ้นส่วนย่อย	Absolute Part Char. Important	% Relative Part Char. Important
1	อุปกรณ์ควบคุมมีคุณภาพและมาตรฐาน	207.93	18.54
2	ล้อมีความแข็งแรง ไม่ลื่น	201.96	18.00
3	ความคงทนของชิ้นส่วน	180.06	16.05
4	รถขนส่ง มีระบบควบคุมความเร็ว	141.79	12.64
5	วัสดุใช้ทำโครงสร้างและชิ้นส่วนไม่เป็นสนิม	124.21	11.07
6	ชุดควบคุมการทำงานต้องมีคุณภาพ	66.60	5.94
7	อุปกรณ์ตัดไฟเมื่อมีเหตุฉุกเฉินที่มีคุณภาพ	59.98	5.35
8	คู่มือการดูแลรักษาอ่านเข้าใจง่าย	37.95	3.38
9	มีฐานเพื่อการเคลื่อนย้ายสะดวก	36.00	3.21
10	มีสัญญาณไฟเตือนเวลาเครื่องทำงาน	33.57	2.99
11	ขนาดของมอเตอร์ต้องมีความเหมาะสม	31.71	2.83



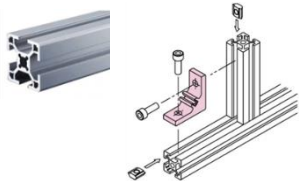
เฟส 4 ผลการออกแบบรถขนส่งสิ่งส่งตรวจระบบอัตโนมัติด้วยเทคนิค QFD ร่วมกับเทคนิค FSUDEE โดยการแปลงตารางที่ 4 ตารางการแปลงความต้องการเพื่อในการออกแบบผลิตภัณฑ์ผลการเขียนแบบรถขนส่งสิ่งส่งตรวจระบบอัตโนมัติแบบสั่งงานแบบรถขนส่งสิ่งส่งตรวจระบบอัตโนมัติการเขียนแบบด้วยโปรแกรมช่วยในงานเขียนแบบเสมือนจริงในการออกแบบทางผู้วิจัยได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนแบบ มาช่วยในการออกแบบภาพเสมือนจริงของรถ AGV โดยในตัวโปรแกรมทางผู้เขียนจะต้องมีการวาดภาพ Sketch รูปร่างของชิ้นงานขึ้นมาก่อนซึ่งหน้าตาของโปรแกรมจะเป็นดังภาพที่ 6 และแบบของรถ AGV ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขึ้นตามการวิเคราะห์และออกแบบรถขนส่งสิ่งส่งตรวจระบบอัตโนมัติด้วยเทคนิค QFD



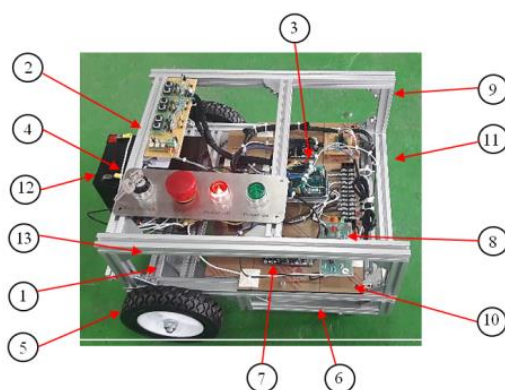
ภาพที่ 6 Drawing ต้นแบบ ของรถขนส่งอัตโนมัติ



ตารางที่ 4 ตารางการแปลงความต้องการเพื่อในการออกแบบผลิตภัณฑ์

	ความต้องการของเจ้าหน้าที่ (Customer Requirements)	การแปลงเป็นรูปแบบ ด้านงานออกแบบ
การใช้งาน	1. มีความแม่นยำ 2. มีระบบป้องกันการชน 3. ระบบมีความยืดหยุ่น	1. ระบบการควบคุมด้วย PLC. 2. การเคลื่อนที่ ตามเส้นทึบ 3. เซ็นเซอร์ป้องกัน
วัสดุ	1. มีความแข็งแรงทนทาน 2. หาซื้อได้ในท้องถิ่น 3. ไม่สกปรกง่าย ไม่เป็นสนิม	Aluminium Profile ข้อดีที่น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม 
รูปแบบ	1. โครงสร้างแข็งแรง 2. ง่ายต่อการประกอบ 3. มีขนาดที่เหมาะสม	รองรับน้ำหนักได้สูง จึงถูกใช้ในงานต่าง ๆ เช่น Product display, Exhibition boot, Production line, Soft wall clean room
ความปลอดภัย	1. มีความปลอดภัยในการทำงาน 2. มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่ว 3. มีอุปกรณ์ชุดควบคุมได้มาตรฐาน	ไม่ก่อให้เกิดอันตรายไฟฟ้าทำให้มีความปลอดภัย ต่อผู้ใช้งาน
ความสะดวก	1. ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย 2. การบำรุงรักษาทำได้ง่าย 3. การเคลื่อนย้ายทำได้สะดวก	สามารถทำความสะอาดได้สะดวกโดยใช้ ลมเป่า หรือการใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด

โครงสร้างและส่วนประกอบการพัฒนากระบวนการควบคุมการเคลื่อนที่ตามเส้นของรถขนส่งอัตโนมัติ (AGV) (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบของรถขนส่ง
อัตโนมัติ (AGV) ที่ได้จาก QFD



ตัวโครงสร้างของรถขนส่งอัตโนมัติ (AGV) ทำจากวัสดุที่เป็นอลูมิเนียม และชุดประกอบแผงวงจร ทำจากวัสดุ ด้านล่างประกอบไปด้วย ชุดระบบขับเคลื่อนด้วยล้อออกแบบ 4 ล้อ ด้านบนมีแผงวงจรและช่องอินพุต ส่วนด้านหน้ามีเซ็นเซอร์ 2 ตัว โดยมีส่วนประกอบได้ (ภาพที่ 7) ดังนี้คือ

1. เซอร์โวมอเตอร์ (ZYTD45S-R-019-190304DC 12V 9000 RPM.)
2. ปุ่มป้อนคำสั่ง (Push button)
3. เมนบอร์ด Arduino (Microcontrollers)
4. เซ็ตสวิตช์แบบกุญแจ (Key switch module)
5. ล้อ (Wheel)
6. โมดูลตรวจจับเส้น (Cytron advanced auto-calibrating line sensor)
7. วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Cytron 13A, 5-30V Single DC Motor Controller)
8. วงจรบอร์ดแบตเตอรี่ (NPE Kit Battery Check PK-3008)
9. อลูมิเนียมรีดขึ้นรูป (Aluminum profile)
10. แผ่นอะคริลิก (Acrylic clear sheet)
11. เซ็นเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง (Ultrasonic sensor HC SR04 Module for Arduino)
12. แบตเตอรี่ 12V (Transpower VRLA Battery 12V 12A)
13. อะลูมิเนียมสำหรับยึดมอเตอร์ ซ้าย/ขวา (Aluminum L-R Bracket)

อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เพื่อศึกษากระบวนการขนส่งตัวอย่างทดสอบทางการแพทย์ และระบุปัญหาพร้อมทั้ง ทบทวนทฤษฎีการออกแบบการลำเลียงขนถ่ายอัตโนมัติ และเพื่อออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV แบบ 3 มิติ โดยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD และใช้เครื่องมือบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality: HOQ) เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV แบบ 3 มิติ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ได้เสีย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอขั้นตอนการเพื่อการเพื่อออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV และผลที่ได้พบว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ร่วมกัน แล้วให้ความเห็นว่า รถขนส่งอัตโนมัติ AGV ที่ได้จากการออกแบบ ขั้นตอนการพัฒนากระบวนการขนส่งสิ่งส่งตรวจ ที่สามารถลดเวลาในการเคลื่อนที่ และมีความเที่ยงตรงต่อความต้องการใช้งาน นอกจากผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญแล้วทางคณะผู้วิจัยยัง พบว่างานวิจัยของคณะผู้วิจัย มีความสอดคล้องกับ งานวิจัยของ (Sathirapinitkun & Taweesaengsakunthai, 2012) ที่ใช้ QFD ในการออกแบบอุปกรณ์สำหรับผู้ป่วย โดย มีขั้นตอนคล้ายกันแต่มีความแตกต่างกัน



คือ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการสำรวจซึ่ง นักสหพร มีมงคล และคณะใช้ผู้ป่วยและหมอในโรงพยาบาลเป็นกลุ่มเป้าหมาย แต่ผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีลักษณะสอดคล้องกันคือ ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้ และเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้เหมือนกัน นอกจากนี้ ขั้นตอนการใช้ QFD ของ ชวกริต ศรีทอง มีขั้นตอนการสำรวจในลักษณะเดียวกันต่างกันตรงส่วนการใช้ QFD เพื่อออกแบบเก้าอี้สำนักงานตรงตามต้องการของลูกค้า แต่ในลักษณะเดียวกันนี้มีความแตกต่างกันตรงกลุ่มผู้ใช้งาน คือกลุ่มที่มีเสียได้เสีย ได้แก่ คณบดี คณะแพทย์ รองคณบดี ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ หัวหน้า และ พนักงาน เพื่อการได้ต้นแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV

สรุป

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนารถขนส่งอัตโนมัติ AGV โดยการประยุกต์เครื่องมือด้านปรับปรุงคุณภาพ QFD ร่วมกับการวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ที่มี 5 ปัจจัยหลักได้แก่ 1) ด้านการใช้งาน 2) ด้านวัสดุ 3) ด้านรูปแบบ 4) ด้านความปลอดภัย และ 5) ด้านความสะดวก สามารถเขียนในรูปแบบโมเดลปัจจัยที่เหมาะสมในการออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ AGV ผลการประเมินคุณภาพแบบสั่งงานการผลิต โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพด้านการเขียนแบบสั่งงานการผลิต 90% ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่านประเมินผล ผลการประเมินแบบสั่งงานการผลิตผ่านเกณฑ์ ที่ระดับคะแนน 94.2% ผลการออกแบบการทดลอง โดยกำหนดปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยการเคลื่อนที่ตัด และปัจจัยความเร็วรอบชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน แต่ละปัจจัยศึกษา 3 ระดับ และทดลองซ้ำ 4 ครั้ง จากการวิ่งทดสอบและทดสอบค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยการเคลื่อนที่และปัจจัยความเร็วรอบชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนมีผลทำให้ต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ยังพบว่าความเร็วรอบชุดหัวตัดที่เหมาะสมคือ 1,800 รอบ/นาที ที่อัตราเคลื่อนที่ 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลการประเมินสมรรถนะเครื่อง ใช้ผลจากการทดสอบโดยนำค่าที่ดีที่สุด มาทำการวิเคราะห์ พบว่า รถขนส่งอัตโนมัติ AGV ต้นแบบที่สร้างขึ้น รับน้ำหนักสิ่งของได้ 50 กิโลกรัม สามารถวิ่งต่อเนื่องได้นานถึง 10 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 การนำรถอัตโนมัติไปใช้งานในพื้นที่ต่างๆควรจะต้องศึกษาพื้นที่ในการวิ่งของรถจะต้องไม่เป็นพื้นกระเบื้องที่มีความลื่น

1.2 จะต้องมันตรวจสอบและทำความสะอาดเส้นทางเดินของรถอัตโนมัติ



2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาขนส่งอัตโนมัติ ควรจะต้องศึกษาระบบเส้นทางการจราจรใหม่สำหรับการเคลื่อนที่ ของรถขนส่งอัตโนมัติ ตัวเดินสามารถประยุกต์ใช้คยู่่นในการใช้งานร่วมกันได้

2.2 แต่ละสถานที่จะต้องทำการจัดวางผังเส้นทางการวิ่งของรถอัตโนมัติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์ชั้นสูง อาคารกัลยาณิวัฒนานุสรณ์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่มอบทุนเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

รายการอ้างอิง (References)

- Charcrit, S., & Onwika, S. (2016). Product development using quality function deployment (qfd) in furniture industry: a case study of office chair design. *Journal of Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Science)*, 111 - 124.
- Department of Medical Service. (2017). M.D., Director General of the Department of Medical Service: (in Thai).
- Francia, D., Caligiana, G., Liverani, A., Frizziero, L., & Donnici, G. (2018). PrinterCAD: A QFD and TRIZ integrated design solution for large size open moulding manufacturing. *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, 12, 81 - 94.
- KKnews. (2018). *KKnews*. Retrieved from KKnews: <https://www.kknews.in.th/content/2026/>
- Meemongkol, N., Junsong, P., & Santiamorntut, W. (2012). Application of Quality Function Deployment Technique for searching of Device Characteristic and Design of Health Care Monitoring Device. *KKU Research Journal*, 515-527.
- Sathirapinitkun, T., & Taweesaengsakunthai, D. (2012). Application of QFD and TRIZ techniques for innovation in the feed industry. *For Quality Management*, 24-30.