การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

ธยา ภิรมย์[1*] สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์[1] อภิรัตน์ดา ทองแกมแก้ว[2] และฉารีฝ๊ะ หัดยี[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ในชั้นเรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในชั้นเรียนระดับอนุบาลให้ตอบสนองต่อกลุ่มผู้ใช้งาน ทั้งรูปร่างและลักษณะการใช้งานที่ตรงต่อความต้องการ โดยเริ่มต้นดำเนินงานวิจัยนี้ด้วยการศึกษาข้อมูลการเรียนการสอนในห้องเรียนของนักเรียนอนุบาล เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการดำเนินงานวิจัย จากนั้นศึกษาเสียงความต้องการของผู้ใช้ และออกแบบแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญในแต่ละความต้องการของผู้ใช้ นำข้อมูลความต้องการของผู้ใช้และคะแนนความสำคัญมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD แยกออกเป็น 2 เมทริกซ์ คือ เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์โดยทำการแปลงความต้องการของผู้ใช้ไปเป็นความต้องการทางเทคนิค และเมทริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนโดยทำการแปลงความต้องการทางเทคนิคไปเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน และนำผลที่ได้ไปออกแบบทั้งทางด้านขนาด รูปแบบ รูปทรง สีสัน และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ผลลัพธ์จากการดำเนินงานวิจัยแสดงให้เห็นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในการกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนซึ่งสามารถนำไปออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในชั้นเรียนให้มีรูปร่างและการใช้งานที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยพบว่า ผลิตภัณฑ์ใหม่มีค่าความพึงพอใจเพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิมในทุกคุณลักษณะ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่เท่ากับ 4.373 คะแนน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผลิตภัณฑ์รูปแบบเก่ามีค่าเท่ากับ 3.437 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม 22.23 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ, เฟอร์นิเจอร์ในชั้นเรียน, นักเรียนอนุบาล, ไม้ยางพารา

[1] สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[2] สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ
[3] สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[*] ผู้ติดต่อ: อีเมล: p_thaya@hotmail.com, รับเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 ตอบรับ 3 ตุลาคม 2562

Design and Developed Product the Kindergarten Classroom Furniture with Rubber Wood Using Quality Function Development

Thaya Pirom[1*] Surasit Rawangwong[1] Apiratda Thongkamkaew[2] and Chareefah Hutyee[3]

Abstract

This research is to apply a Quality Function Deployment (QFD) technique for designing and developing rubber wood furniture of a kindergarten classroom. The objective of this research is to design and create the classroom furniture by focusing on the shape and usability according to the user requirements. The methodology began with a survey in the kindergarten classroom instruction in order to specify of the sample groups. After that the user requirements were collected by using the designed questionnaires. The collected data from the questionnaires, such as the importance requirement scores, was calculated and then analyzed by the QFD technique. The analysis of QFD technique was divided in to two matrixes, including the furniture product planning matrix and the furniture part deployment matrix. The furniture product planning matrix was related to translate the user requirements to the technical requirements, while the furniture part deployment matrix was about the translation of the technical requirement to the part characteristics. The results of this research showed that the QFD technique was able to design and develop the shape and usability of the kindergarten classroom furniture that responded to the user requirements. The survey results from the users revealed that the average of satisfaction values in case of all new products were greater than that of the previous products from 3.437 scores to 4.373 scores, which increased approximately 22.23 percentage.

Keywords: Quality function development, Classroom furniture, Kindergarten students, Rubber wood

[1] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya.

[2] Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Thaksin University.

[3] Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya.

[*] Corresponding, E-mail: p_thaya@hotmail.com, Received: 29 July 2019, Accepted: 3 October 2019

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตในไทยมีการแข่งขันทางด้านการตลาดสูงมาก ทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อและเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตได้มากขึ้น โดยผู้ผลิตทุกรายล้วนมีเป้าหมายเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ของตนสามารถครองใจผู้บริโภคให้มากที่สุด ด้วยกลยุทธ์การสร้างผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า และสิ่งที่จะสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าก็คือ การทำสิ่งที่ถูกต้องตั้งแต่การเริ่มต้นออกแบบผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อทำให้ลูกค้าพอใจ จึงเป็นสิ่งที่ควรจะกระทำในกระบวนการแรก หากการออกแบบผลิตภัณฑ์ถูกต้องและเป็นไปตามความต้องการของลูกค้าตั้งแต่เริ่มต้นแล้ว ก็จะส่งผลให้กระบวนการผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องและตรงตามความต้องการของลูกค้าด้วยเช่นกัน

การออกแบบผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จะได้รับการออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานและพอดีกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้ ซึ่งข้อมูลที่นำมาออกแบบจะเป็นข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ [1] ที่ได้มาจากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ จากนั้นวิเคราะห์โดยใช้หลักการยศาสตร์ในการออกแบบต่อไป การออกแบบเครื่องมือ และอุปกรณ์นั้นมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกสบายและเกิดความปลอดภัย ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านสัดส่วนร่างกาย ในสถาบันการศึกษามีการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเรียนการสอนซึ่งจะขึ้นอยู่กับช่วงวัยของผู้เรียน จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้งานในการเรียนการสอน เช่น โต๊ะ-เก้าอี้เรียน เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนการสอนสำหรับวัยดังกล่าว โดยอาศัยข้อมูลของกลุ่มบุคคลภายในสถานศึกษาแทนที่จะเป็นข้อมูลของกลุ่มบุคคลอื่น

สำหรับโรงเรียนในบางแห่ง พบว่าโต๊ะ-เก้าอี้เรียนแบบเดิมมีปัญหาในการใช้งาน คือ ความสูงของโต๊ะและเก้าอี้ไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของเด็กอนุบาลที่จะทำให้สามารถใช้งานได้อย่างคล่องตัวตามกระบวนการเรียนการสอน อีกทั้งต้องมีความสะดวกสบาย มีการออกแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการนำไปใช้ เช่น รูปแบบของโต๊ะ-เก้าอี้ โครงสร้างควรพอเหมาะกับผู้ที่ใช้ ความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอต่อหน้าที่ใช้สอย มีขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับหน้าที่ใช้งาน การจัดส่วนประกอบโครงสร้างได้อย่างงดงาม มีความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก มีความเหมาะสมสัมพันธ์กับสถานที่ และให้มีความเหมาะสมกับวัสดุและเครื่องมือในการผลิต [2]

นักเรียนในโรงเรียนอนุบาลจะใช้เวลาในการนั่งเรียนและทำกิจกรรมในห้องเรียนมากกว่าวันละ 4-5 ชั่วโมง โดยมีลักษณะของชุดโต๊ะ-เก้าอี้ของเด็กนักเรียน ดังรูปที่ 1 ทั้งนี้ถึงแม้จะเรียนหนังสือในห้องเรียนแล้วยังมีกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียนด้วย แต่จำนวนชั่วโมงในการนั่งเรียนในห้องก็ยังเป็นเวลานานและต่อเนื่อง [3] การที่นักเรียนนั่งในท่าเดิมเป็นเวลานาน อาจจะก่อให้เกิดการปวดเมื่อยตามร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นคอ ไหล่ บ่า และบริเวณหลังตอนล่าง โดยจากการสำรวจที่ผ่านมาพบว่า 28-50% ของจำนวนเด็กที่สำรวจมีอาการปวดหลัง ซึ่งมักจะพบเห็นว่านักเรียนมีความถี่ในการเคลื่อนไหวร่างกายเพื่อเปลี่ยนแปลงอิริยาบถมากขึ้นเมื่อใช้โต๊ะเก้าอี้เป็นเวลานานและต่อเนื่องในแต่ละวัน และมีการนั่งในท่าทางที่ไม่เหมาะสมจะเกิดการเมื่อยล้า การที่เด็กนักเรียนมีการเคลื่อนไหวหรือขยับร่างกายบ่อยครั้งนั้น จะมีส่วนช่วยให้การไหลเวียนโลหิตไปเลี้ยงอวัยวะของร่างกายได้ดียิ่งขึ้น

เพื่อช่วยลดและป้องกันอาการเมื่อยล้าลงได้บ้าง อีกทั้งยังช่วยลดโอกาสเกิดอาการบาดเจ็บหลังสะสมที่จะเกิดขึ้นในระยะยาวได้ [4] แต่การขยับตัวบ่อยครั้งก็มีผลต่อการตั้งใจในการเรียน และอาจนำไปสู่การไม่สนใจเรียนได้ นอกจากนั้นการที่นักเรียนมีพฤติกรรมการนั่งและท่านั่งที่ไม่เหมาะสมจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายเด็กและส่งผลต่อพัฒนาการและการเรียนรู้ในห้องเรียนได้เช่นกัน

รูปที่ 1 ชุดโต๊ะเก้าอี้ของเด็กนักเรียนระดับอนุบาลช่วงอายุ 4-6 ปี

การวิจัยในครั้งนี้ จึงได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ในชั้นเรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพาราของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นผู้ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพาราที่หลากหลาย แต่ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของบริษัท คือ เฟอร์นิเจอร์ในชั้นเรียนระดับอนุบาล โดยเฉพาะชุดโต๊ะ-เก้าอี้อนุบาล ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยเสริมพัฒนาการของเด็กอนุบาลในการเรียนรู้และพัฒนาการในชั้นเรียนที่เป็นความต้องการของบริษัทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้ามากที่สุด

จากการศึกษาพบว่า ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) เข้ามาช่วย ดังเช่น ในภาคอุตสาหกรรมได้นำเทคนิค QFD มาออกแบบอุปกรณ์ที่เรียกว่า Platform Deployment Arm (PDA) เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้กับหุ่นยนต์ในการตรวจสอบภายในของหม้อไอน้ำ ซึ่งพบว่าคุณสมบัติที่ต้องให้ความสำคัญในการออกแบบทั้งหมด 12 ด้าน โดยลำดับแรกคือ ด้านความปลอดภัย และอันดับที่สองขนาด ซึ่งมีคะแนนเท่ากัน 3 คุณสมบัติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง [5] และการประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาแบบอัตโนมัติสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดเล็กในประเทศอินเดีย ด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วแปลงความต้องการของลูกค้ามาเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค โดยในการออกแบบและพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาแบบอัตโนมัติได้พิจารณาประเด็นในการออกแบบ ได้แก่ กลไกการทำงานของเครื่อง ความสามารถในการใช้งาน ความปลอดภัย และหลักการยศาสตร์ [6] รวมไปถึงการออกแบบและพัฒนาของที่ระลึกโดยได้มีการประยุกต์ใช้บ้านคุณภาพซึ่งเป็นเมทริกซ์หนึ่งใน QFD มาใช้ในการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ของข้าวสารเพื่อเป็นของที่ระลึก ทั้งนี้เพื่อเชื่อมโยงความต้องการของลูกค้าสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยได้ทำการประเมินความพึงพอใจของลูกค้า พบว่า ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สร้างความพึงพอใจได้ถึงร้อยละ 83.11 คือ ของชำร่วยงานแต่ง และร้อยละ 79.76 คือ ของขวัญหรือของฝาก ซึ่งเทคนิคดังกล่าวมีส่วนช่วยพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการผู้ใช้ได้ [7] นอกจากนี้ในโรงงานผลิตของเล่นไม้เพื่อการศึกษาและโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องหนังก็ยังนำเทคนิค QFD มาประยุกต์ใช้โดยรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และ

ออกแบบผลิตภัณฑ์ และผลที่ได้รับคือ มีผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ และความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ใหม่มีคะแนนค่อนข้างสูง [8]

ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงนำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) มาช่วยในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ประเภทชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนในชั้นเรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา รวมไปถึงการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยประยุกต์ใช้ 2 เมทริกซ์ คือ การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning) และการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการงานวิจัยได้ ดังนี้

2.1 การเตรียมข้อมูลก่อนการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

2.1.1 การสำรวจความต้องการของลูกค้า เพื่อหาเสียงของลูกค้า

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้วิธีการสำรวจด้วยการสัมภาษณ์และแบบสอบถามแบบปลายเปิด ซึ่งกลุ่มเป้าหมายเป็นครูโรงเรียนอนุบาลในจังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง จำนวน 15 โรงเรียน หลังจากนั้นนำเสียงความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer) ที่ได้จากการสำรวจความต้องการมาจัดเรียงถ้อยคำใหม่ จัดกลุ่มคุณลักษณะความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement) โดยใช้เครื่องมือทางคุณภาพ คือ แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) และแผนผังต้นไม้ (Tree Diagrams) ช่วยในการจัดการข้อมูลเพื่อแก้ไขความสับสนและทำให้เกิดภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้นในการนำไปจัดทำแบบสอบถามสำรวจคะแนนความสำคัญในแต่ละเสียงความต้องการและนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพต่อไป

2.1.2 การวิเคราะห์คะแนนความสำคัญของความต้องการของลูกค้า

คำนวณคะแนนความสำคัญด้วยค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) เนื่องจากเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นค่ากลางของข้อมูล เมื่อข้อมูลนั้นไม่มีค่าใดค่าหนึ่งซึ่งสูงกว่าค่าอื่นมาก และข้อมูลไม่มีค่าศูนย์ เมื่อข้อมูลเป็นค่าบวกการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิตสามารถเข้าค่ากลางได้ดีที่สุด [9] การหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้เป็นค่าความสำคัญ (Important; IMP) ในการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ต่อไป

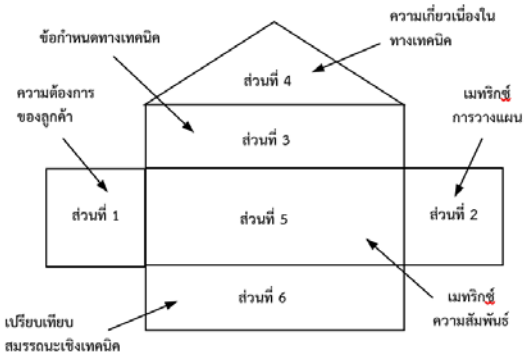
2.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.2.1 การประยุกต์ใช้เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

สำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในส่วนของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Panning) หรือบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ) [10-11] เริ่มจากการนำเสียงของลูกค้า (Voice of Customer) แปลงหน้าที่เป็นตัววัดผลงาน ซึ่งเป็นตัวแทนคุณลักษณะทางด้านคุณภาพ (Substitute Quality Characteristics; SQCs) ที่จะแสดงออกมาในรูปของผลงานที่สามารถวัดค่าได้ เช่น ข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) หลังจากได้ SQCs แล้วจะคำนวณหาค่าเป้าหมายและอัตราของการปรับปรุง จากนั้นคำนวณค่าความสำคัญของตัววัดผลงาน ซึ่งทั้ง

SQCs และค่าความสำคัญของตัววัดผลงานจะนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดข้อกำหนดที่จะใช้ในการออกแบบ ดังนั้นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ จะเป็นการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ) ซึ่งจะประกอบด้วยเมทริกซ์ย่อย 6 ส่วน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของเมทริกซ์การวางแผน [10-11]

โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้ [12-16]

1) การสร้างความต้องการของลูกค้า (Customer Need) เป็นการนำความต้องการของลูกค้าที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมการมาใส่ในส่วนที่ 1 ของบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ)

2) การสร้างเมทริกซ์การวางแผน (Planning Matrix) เป็นวิธีในการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารารูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ เพื่อกำหนดอัตราการปรับปรุงในผลิตภัณฑ์

3) การกำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคที่ต้องการ (Technical Requirement) ซึ่งเทคนิคที่ต้องการนี้จะเป็นคำอธิบายทั่วไปของผลิตภัณฑ์และการบริการในเชิงตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (SQCs) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ความต้องการของผลิตภัณฑ์ทางด้านเทคนิค (Product Technical Requirements; PTR) ที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้บริโภคโดยตรง โดยในการหาเทคนิคที่นำมาใช้นี้จะได้มาจากการระดมสมอง (Brain Storming) หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้มาใส่ในเมทริกซ์ที่ 3 ของบ้านแห่งคุณภาพ และกำหนดเป้าหมายทางด้านเทคนิคโดยจะพยายามกำหนดให้เป็นค่าที่สามารถวัดได้ และนำข้อมูลที่ได้มาใส่ในเมทริกซ์ที่ 6 ของบ้านแห่งคุณภาพ หลังจากนั้นกำหนดค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงทิศทางในการทำการปรับปรุง โดยจะเป็นการให้สัญลักษณ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ในค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย

สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
○	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี

4) การสร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์ ขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ลูกค้าต้องการและตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (SQCs) หรือส่วนที่ 1 และส่วนที่ 3 ของบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ) ซึ่งการดำเนินการในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องเข้าใจถึงความสามารถของแต่ละเทคนิคต่อระดับความพึงพอใจของลูกค้าทั้งหมด เพื่อแสดงให้เห็นว่าตัววัดทางเทคนิคนั้นจะสามารถช่วยตอบสนองต่อแต่ละความคาดหวังของลูกค้าได้อย่างไร [9] ในการให้ค่าคะแนนความสัมพันธ์ของความต้องการของลูกค้าและเทคนิคที่ต้องการส่วนใหญ่ในประเทศญี่ปุ่นจะนิยมใช้สัญลักษณ์หรือตัวเลข 0, 1, 3 และ 9 แทนความสัมพันธ์ ไม่มีความสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์น้อย มีความสัมพันธ์ปานกลาง และมีความสัมพันธ์มาก ตามลำดับ มาใช้เป็นเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนนความสัมพันธ์

5) ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค ส่วนนี้จะเป็นส่วนหลังคาของบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งจะแสดงถึงความ

เกี่ยวเนื่องของเทคนิคที่นำมาใช้ในตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ โดยจะเป็นการระบุว่าเทคนิคใดที่มีความเกี่ยวข้องกันบ้างและมีความเกี่ยวข้องกันมากน้อยเพียงใด โดยใช้สัญลักษณ์ “O” หมายถึง มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก “X” หมายถึง มีความสัมพันธ์ต่อกันน้อย และ “ช่องว่าง” หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

6) คำนวณหาลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์ (Priority Relationships) ส่วนนี้จะเป็นการบ่งบอกถึงความสำคัญในปริมาณที่ต่างกัน เพื่อให้กลุ่มผู้พัฒนาได้ทราบว่าความต้องการใดและตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพใดที่ต้องได้รับการเอาใจใส่อย่างสูง โดยจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อย คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์ เป็นการบอกลำดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ และค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบเป็นการแสดงให้เห็นถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์เป็นเปอร์เซ็นต์ โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$I_A = \sum (I_C \times W) \quad (1)$$

เมื่อ I_A คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์ (Absolute Technical Requirement Important)

I_C คือ ค่าความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางด้านเทคนิคต่อความต้องการของลูกค้า

W คือ ค่าลำดับที่ของการให้น้ำหนักเริ่มต้น

$$IMP = (I_A \div \sum I_A) \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ IMP คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ (Relative Technical Requirement Important)

หลังจากสร้างเมทริกซ์ย่อยทั้ง 6 ส่วนของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ หรือบ้านแห่งคุณภาพแล้ว ต่อไปก็จะเข้าสู่เมทริกซ์ที่ 2 ของ QFD นั่นคือ เมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

2.2.2 การประยุกต์ใช้เมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

เมทริกซ์การแปลงการออกแบบ (Design Deployment) เป็นส่วนของการกระจายหรือแยกส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะพิจารณา โดยจะพิจารณาถึงส่วนประกอบย่อยที่สามารถตอบสนองต่อเทคนิคที่นำมาใช้ที่ได้จากเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ในการดำเนินงานในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วย

1) เลือกเทคนิคที่นำมาใช้ (Technical Requirement) เป็นการเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคจากเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ) แปลงเป็นข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ โดยได้ทำการเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคทุกข้อกำหนด โดยข้อกำหนดทางเทคนิคทุกข้อมีความสำคัญและมีผลต่อความต้องการของลูกค้า จากนั้นจะนำข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมดมาใส่ทางช่องซ้ายมือของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

2) นำค่าความสำคัญ (Important; IMP) มาใส่ในเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ โดยค่า IMP นี้มาจากค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ โดยจะนำมาใส่ทางด้านซ้ายของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบติดกับข้อกำหนดทางเทคนิค

3) กำหนดข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย (Part Characteristics) โดยในการกำหนดข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยจะได้มาจากการระดมสมอง (Brain Storming) ช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยและข้อกำหนดทาง

เทคนิคที่จะส่งผลต่อความต้องการของลูกค้า หลังจากนั้นทำการกำหนดเป้าหมายของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย โดยจะพยายามกำหนดให้เป็นค่าที่สามารถวัดได้ และทำการกำหนดทิศทางการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงทิศทางในการปรับปรุง โดยใช้สัญลักษณ์ดังตารางที่ 1

4) สร้างเมทริกซ์ความสัมพันธ์ (Relationships) ซึ่งจะทำการให้ค่าระดับคะแนนความสัมพันธ์แบบตัวเลข 1, 3, 9 เช่นเดียวกับในขั้นตอนการประยุกต์ใช้เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

5) คำนวณหาลำดับความสำคัญของความ สัมพันธ์ (Priority Relationships) ซึ่งจะมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

เมทริกซ์การแปลงการออกแบบนี้จะทำให้ทราบได้ว่าคุณลักษณะของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยตัวใดที่มีความสำคัญต่อความพึงพอใจของลูกค้าและมีการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยโดยเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นตัววัดผลคุณลักษณะเหล่านั้นว่ามีความสำคัญมากหรือน้อยเพียงใด โดยข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยและค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยโดยเปรียบเทียบจะถูกนำไปใช้ในการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพาราต่อไป

2.3 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์

จากการสำรวจเก็บข้อมูลและประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อทำการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบผลิตภัณฑ์ในหลากหลายรูปแบบ คัดเลือกแบบผลิตภัณฑ์ที่จะใช้เป็นต้นแบบ และผลิตผลิตภัณฑ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ต่อไป

2.4 การประเมินความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์

หลังจากออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพาราเสร็จแล้ว ดำเนินการออกแบบแบบสอบถาม เพื่อสำรวจเปรียบเทียบระดับคะแนนความพึงพอใจในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารารูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ โดยเก็บข้อมูล ณ โรงเรียนอนุบาลในจังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นครูในพื้นที่ จำนวน 110 ตัวอย่าง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารารูปแบบเก่า และรูปแบบใหม่ เปรียบเทียบเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษารูปแบบการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) ด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้นนั้น มีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ผลการเตรียมข้อมูลก่อนการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

ในการศึกษารูปแบบการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา ตลอดจนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา โดยใช้การสัมภาษณ์และแบบสอบถาม สามารถแบ่งกลุ่มความต้องการได้เป็น 6 กลุ่มหลัก คือ ด้านรูปแบบ ด้าน

คุณภาพ ด้านวัสดุ ด้านความสะดวก ด้านประโยชน์ที่ได้รับ และด้านราคา ซึ่งได้ความต้องการของลูกค้าทั้งหมด 26 ความต้องการ จากนั้นนำความต้องการของลูกค้าที่ผ่านการวิเคราะห์รวมความต้องการที่คล้ายกันหรือซ้ำซ้อนกันมาจัดทำแบบสอบถาม เพื่อสำรวจระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา โดยรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าจากแบบสอบถามจำนวน 120 ตัวอย่าง นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (IMP) ซึ่งนำไปใช้ในการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในส่วนของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.2 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

3.2.1 ผลการประยุกต์ใช้เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

สำหรับผลการนำข้อมูลที่ได้มาเข้าสู่เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านแห่งคุณภาพ (HOQ) มีรายละเอียดของผลการดำเนินงาน ดังนี้

1) ความต้องการของลูกค้า (Customer Need) เป็นการนำความต้องการของลูกค้าจากทั้ง 6 กลุ่มหลัก จำนวน 26 ความต้องการ ใส่ทางด้านซ้ายมือของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 3

2) การสร้างเมทริกซ์การวางแผน (Planning Matrix) หลังจากที่ได้ความต้องการของลูกค้าแล้วจะนำค่า IMP ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยเรขาคณิตที่ได้จากแบบสอบถาม มาใส่ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าแต่ละตัว ดังรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าความต้องการของลูกค้าได้ให้ความสำคัญกับด้านคุณภาพ คือ แข็งแรงทนทาน เป็นอันดับที่หนึ่ง (4.47 คะแนน จาก 5 คะแนน)

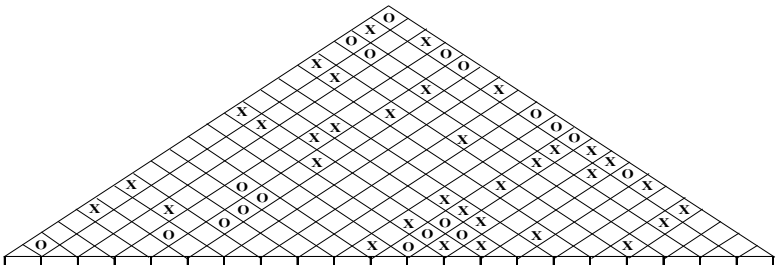
3) ข้อกำหนดทางเทคนิคที่ต้องการ (Technical Requirement) เป็นเทคนิคที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ช่วยกันวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เพื่อหาเทคนิคที่จะตอบสนองแต่ละความต้องการของลูกค้าได้ จากนั้นกำหนดเป้าหมายทางด้านเทคนิคโดยได้พยายามกำหนดให้เป็นค่าที่สามารถวัดได้ นอกจากนี้ทำการกำหนดค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงทิศทางในการปรับปรุง ซึ่งสามารถกำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคได้ 21 ข้อกำหนด ดังรูปที่ 3

4) เมทริกซ์ความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่ 1 (ความต้องการของลูกค้า) และส่วนที่ 3 (ข้อกำหนดทางเทคนิค) ของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ โดยจะได้ผลจากการให้คะแนนความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 3 ซึ่งในการให้คะแนนนี้จะทำการเปรียบเทียบแบบเป็นคู่โดยใช้การระดมสมองของทีมผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

5) ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค (Technical Correlations) ในส่วนนี้จะทำการระดมสมองของฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของเทคนิคที่จะนำมาใช้ออกแบบเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 3

สัญลักษณ์ด้านความสัมพันธ์ทางเทคนิค	
สัญลักษณ์	ความหมาย
o	มีความสัมพันธ์ต่อกันมาก
x	มีความสัมพันธ์ต่อกันน้อย
ช่องว่าง	ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

สัญลักษณ์ทิศทางการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย	
สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ยิ่งมากยิ่งดี
◯	เป้าหมายเหมาะสม
↓	ยิ่งน้อยยิ่งดี



		ข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement)		ขนาด	น้ำหนัก	ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย	มีความสวยงาม	ความปลอดภัยของรูปทรงเข้าอ่างล้าง	จำนวนสีและความสดใสของสี	มีสีที่ใช้งานเด่นออกจากสีที่ตัดกัน	รูปร่างไม่ซับซ้อน	ถูกหลักวิศวกรรม	มีความประณีต	อยู่ทรงได้งาม	การป้องกันคมและสิ่งที่คมเมื่อใช้งาน	ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างและการยึดติด	วัสดุที่ใช้มีคุณภาพ	ความหนาของสี	ความปลอดภัยของวัสดุ	การออกแบบรูปร่างส่วน	การดูแลรักษาทำความสะอาด	การเคลื่อนย้าย	การซ่อมแซม	อื่นๆ
		No.	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17	B-18	B-19	B-20	B-21
ความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement)		No.	IMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
รูปแบบ	รูปแบบมีความเหมาะสม และสวยงาม	A-1	4.09	3	3	9	9	3		9	3	3	3	3		3				3	3	3	3	3
	สีสันสวยงาม	A-2	4.09			9	9		9				3				3	3	1					3
	รูปแบบและรูปทรงมีความหลากหลาย	A-3	4.09	3	3	9	3	3	3	3	3	3	3			3				3	3	3	3	9
	ขนาดเหมาะสม	A-4	4.06	9	9	3	3	1	1	3	1	9		3		3				3	3	3	3	3
	น้ำหนักเหมาะสม	A-5	3.97	9	9			3		3	1			3		3	1			3		3		
	รูปทรงไม่เป็นอันตราย	A-6	3.78				9	9		1	1	3	3				1							9
	จัดรูปแบบในการใช้งานได้หลากหลาย	A-7	3.78	3	3	9	1	3	3	3	1	3		3		3				3	3	3	3	9
คุณภาพ	แข็งแรงทนทาน	A-8	4.47	1	3					1	3		1	9	3	9	9	3	3	9		3	3	3
	มีความละเอียดและประณีต	A-9	4.18				9	1	3	3	3		9	1		1				3	3			3
	มีผิวเรียบ	A-10	4.00				9	1	3				3				3	1	1		3			3
	รอยต่อไม่แตกร้าวได้ง่าย	A-11	3.97	1	3		9	1		3	1		3	3			3	3	1	3	3	3	3	1
	ปลวก มอด และแมลงไม่กิน	A-12	3.67				1							3	9		3		3		3			3
	มีความเงางาม	A-13	3.57				3		1				1				3	3			3			3
วัสดุ	วัสดุที่ใช้มีคุณภาพและแข็งแรงทนทาน	A-14	4.18	1	3		3			3		1		9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	9
	วัสดุที่ใช้ไม่เป็นอันตราย	A-15	4.16													3	3	3	9					9
	ส่วนประกอบย่อยมีคุณภาพ	A-16	3.97	1	1		3			3		1		3	3	3	3	3	3	3	3		3	3
ความสะดวก	เก็บรักษาง่าย	A-17	4.18	3						3	3			3			3	3	3	3	9			3
	สามารถซ่อมแซมได้ง่าย	A-18	4.18	3			1		3	3	3	1		3		3	3			3	3	1	9	3
	สามารถดูแลรักษาทำความสะอาดได้ง่าย	A-19	4.16	3			1			3	3		1	3	1	3	3	1		3	9			3
	เคลื่อนย้ายได้สะดวก	A-20	4.09	9	9	1		1		1	1			3		3	1			9	3	9	3	3
ประโยชน์ที่ได้รับ	ทำให้เด็กรู้จักปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่น	A-21	4.18	3		3			9		3	9				3			1			1		
	พัฒนาทักษะการเรียนรู้	A-22	4.18	3		9		3	9	3	3	9										3		
	สร้างสรรค์จินตนาการของเด็ก	A-23	4.16	3		9	3	3	9	3	9	9												
	ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	A-24	4.09	3		3			3			3												
	ทำให้เด็กกล้าแสดงความคิดเห็น	A-25	3.97	3		3			3			3												
อื่นๆ	ราคามีความเหมาะสม	A-26	3.97	9		3	9	3	3	9		3	1	3	3	3	9	3	3	3			1	9	
ลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์				3	13	4	2	17	5	8	14	7	19	12	21	11	6	20	18	9	10	15	16	1	รวม
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์				296.71	186.88	284.42	340.66	139.03	253.95	244.15	174.23	244.93	125.87	226.40	112.09	228.21	245.35	117.87	127.02	235.47	230.58	155.60	151.76	377.73	4498.91
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ				6.60	4.15	6.32	7.57	3.09	5.64	5.43	3.87	5.44	2.80	5.03	2.49	5.07	5.45	2.62	2.82	5.23	5.13	3.46	3.37	8.40	100.00
เป้าหมายทางด้านเทคนิค				ใช้วัสดุง่ายที่มีขนาดเหมาะสมและมีคุณภาพ	มีน้ำหนักและขนาดเหมาะสม	สามารถเลือกขนาดรูปร่าง สี ขนาดได้หลากหลาย	ผู้ผลิตมีมากกว่า 3 ราย	รูปทรงมีความปลอดภัย 100%	ใช้สีมากกว่า 2 สีขึ้นไป และสีที่ใช้มีความสดใส	สามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่า 3 อย่าง	ไม่มีชิ้นส่วนที่ต้องการความประกอบได้เอง	มีชิ้นงานรูปร่างซับซ้อนต้องการช่างฝีมือ	ผลิตภัณฑ์ต้องมีสภาพพร้อมใช้งานและไม่มีส่วนที่มีคมตัด	เนื้อสัมผัสมีความมากกว่า 10 ปี	สามารถป้องกันไม่ให้เกิดคมและขอบได้มากกว่า 5 ปี	การยึดชิ้นส่วนทุกชิ้นต้องแข็งแรงและมีการทำงานร่วมกันอย่างสอดคล้อง	วัสดุที่ใช้มีคุณภาพและได้มาตรฐาน	ไม่เกิดการผิดเพี้ยนภายใน 5 ปี	ใช้วัสดุที่สามารถปลอดภัย	ชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้	สามารถดูแลรักษาทำความสะอาดได้ง่าย	สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	สามารถถอดประกอบซ่อมแซมได้ง่าย	มีราคาความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์	

รูปที่ 3 เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ หรือบ้านแห่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียน

6) การคำนวณหาลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์ (Priority Relationships) ซึ่งจากรูปที่ 3 พบว่า การจัดเรียงลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ คะแนนที่มากที่สุดคือ ข้อกำหนดทางเทคนิคด้านราคา (8.40%) รองลงมาคือ มีความสวยงาม (7.57%) อันดับสาม คือ ขนาด (6.60%) อันดับสี่ คือ ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย (6.32%) อันดับห้า คือ จำนวนสีและความสดใสของสี (5.64%) และอันดับสุดท้ายเป็นข้อกำหนดเทคนิคด้านการป้องกันมอดแมลงที่กัดกินเนื้อไม้ (2.49%) จากนั้นจะนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้ผ่านการจัดเรียงลำดับแล้วมาทำการสร้างเมทริกซ์การแปลงการออกแบบต่อไป

ทั้งนี้ แม้ว่าปัจจัยด้านขนาดหรือรูปร่าง และความหลากหลายในการใช้งาน จะเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการผู้บริโภคและสามารถนำไปใช้งานได้จริง แต่จากผลการวิจัยกลับพบว่า ปัจจัยด้านราคากลับมีค่าน้ำหนักความสำคัญมาเป็นอันดับแรก แสดงให้เห็นว่า สภาพเศรษฐกิจมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อความรู้สึกในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันเป็นอย่างมาก จึงควรพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างรอบด้านในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อเพื่อการออกแบบและผลิตจริงต่อไป

3.2.2 ผลการประยุกต์ใช้เมทริกซ์การแปลงการออกแบบ

ผู้วิจัยได้นำข้อกำหนดทางเทคนิค ที่ผ่านการจัดเรียงลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญ โดยเปรียบเทียบจากเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์มาทำการแปลงให้กลายเป็นข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย (Part Characteristics) โดยเมทริกซ์การแปลงการออกแบบสามารถแบ่งข้อมูลออกได้เป็น 4 ส่วน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับในส่วนของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การเลือกข้อกำหนดทางเทคนิค และค่า IMP ที่นำมาใช้ ซึ่งได้จากเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการจัดเรียงลำดับความสำคัญจากค่ามากไปหาค่าน้อย โดยเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคทุกข้อ ซึ่งข้อกำหนดทางเทคนิคทุกข้อมีความสำคัญและมีผลต่อความต้องการของลูกค้า จากนั้นจะนำข้อกำหนดทางเทคนิค และค่า IMP ทั้งหมดมาใส่ทางช่องซ้ายมือของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ ดังรูปที่ 4

2) ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย ที่ได้จากการระดมสมองของทีมงานวิจัยและฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อหาข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยที่สามารถทำให้ตอบสนองต่อข้อกำหนดทางเทคนิคที่ส่งผลไปยังความต้องการของลูกค้า จากนั้นกำหนดเป้าหมายของส่วนประกอบย่อย โดยได้พยายามกำหนดให้เป็นค่าที่สามารถวัดได้ นอกจากนี้จะทำการกำหนดค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงทิศทางในการทำการปรับปรุง ซึ่งสามารถกำหนดข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยทั้งหมด 15 ข้อกำหนด ดังรูปที่ 4

3) เมทริกซ์ความสัมพันธ์ (Relationships) เป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิค และข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ โดยจะได้ผลจากการให้คะแนนความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4 ซึ่งในการให้คะแนนจะทำการเปรียบเทียบแบบเป็นคู่โดยการใช้การระดมสมองของฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

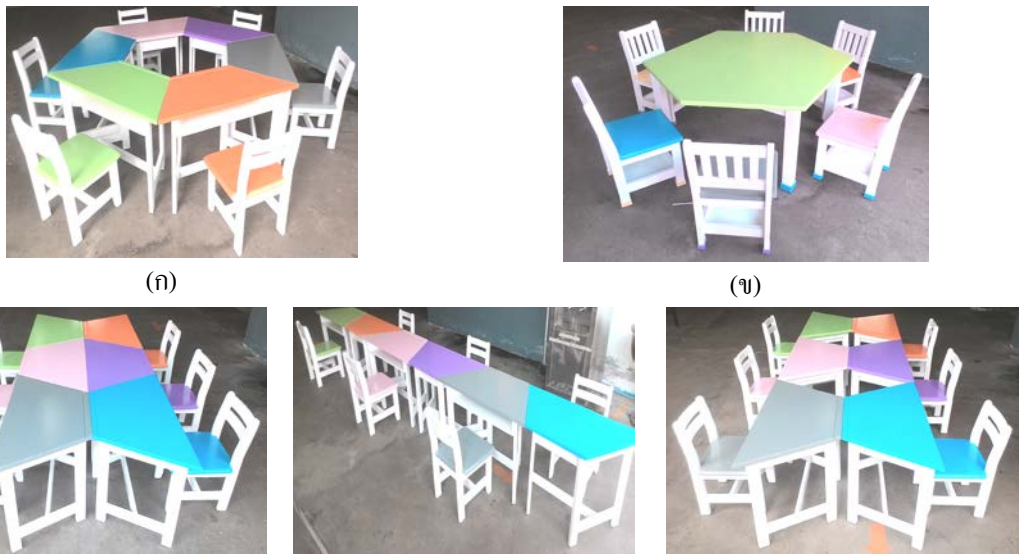
4) การคำนวณหาลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์ พบว่า คะแนนที่มากที่สุดคือ ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยด้านการกำหนดราคาที่เหมาะสม (15.64%) รองลงมาคือ จำนวนสี (9.03%) อันดับสาม คือ ความหลากหลายของสี (8.77%) อันดับสี่ คือ ความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์ (8.45%) อันดับห้า คือ ขนาดของผลิตภัณฑ์ (8.14%) และอันดับสุดท้ายเป็นข้อกำหนดเทคนิคด้านการออกแบบให้ทำความสะอาดได้สะดวก (3.04%) จากนั้นจะนำข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยที่ได้ผ่านการจัดเรียงลำดับแล้วมาทำการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไป

			ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย (Part Characteristics)	ขนาดของผลิตภัณฑ์	น้ำหนักของผลิตภัณฑ์	จำนวนสี	ความหลากหลายของสี	ความสดใสของสี	ความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์	การออกแบบให้มีรูปโครงหลากหลาย	จำนวนชิ้นส่วน	อุปกรณ์จับยึด	ความปลอดภัยของวัสดุ	การออกแบบชิ้นส่วนให้ประกอบกันได้	ความปลอดภัยของรูปทรง	การออกแบบให้ทำความสะอาดได้สะดวก	การเคลื่อนย้าย	การกำหนดขอบเขตที่เหมาะสม	
				C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15		
ค่าการเคลื่อนที่ของค่าเป้าหมาย (Movement of Target Value)				◯	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓		
ข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement)	No.	IMP		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ราคา	B-21	8.40		3		9	9	3	9	9	3	1	9	3	1	1	1	9		
มีความสวยงาม	B-4	7.57		1		9	9	9	3	3		1						9		
ขนาด	B-1	6.60		9	9	1					1	1		1			3	3		
ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย	B-3	6.32				3	3		9	9								3		
จำนวนสีและความสดใสของสี	B-6	5.64				9	9	9	3									3		
วัสดุที่ใช้มีคุณภาพ	B-14	5.45										3	9					9		
ถูกหลักสรีระศาสตร์	B-9	5.44		3						1					9			3		
มีหน้าที่ใช้งานเพิ่มนอกจากหน้าที่หลัก	B-7	5.43							1	1								3		
การถอดประกอบชิ้นส่วน	B-17	5.23		1	1						3	3		3		1	1	1		
การดูแลรักษาทำความสะอาด	B-18	5.13		1					3	3	1	1		3	1	9		1		
ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างและการยึดติด	B-13	5.07		1	1				1	1	3	9		3			1	3		
อายุการใช้งาน	B-11	5.03		3	3						1	1		1			1	3		
น้ำหนัก	B-2	4.15		9	9						3	3					3			
รูปร่างไม่ซับซ้อน	B-8	3.87							1	1	3	1		3		3	3	1		
การเคลื่อนย้าย	B-19	3.46		9	9				3	3							9			
การซ่อมแซม	B-20	3.37				3	3				1	1		1		1				
ความปลอดภัยของรูปทรงเฟอร์นิเจอร์	B-5	3.09							1	1	1				9		3	3		
ความปลอดภัยของวัสดุ	B-16	2.82											9					3		
มีความประณีต	B-10	2.80						1						1		1		9		
ความคงทนของสี	B-15	2.62						1										3		
การป้องกันมอดแมลงที่กัดกินเนื้อไม้	B-12	2.49											3					9		
ลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย				5	8	2	3	9	4	6	12	10	7	13	14	15	11	1	รวม	
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยสมบูรณ์				207.50	153.28	230.16	223.56	149.51	215.34	203.86	103.38	130.09	157.50	100.90	90.30	77.58	108.00	398.80	2549.76	
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยโดยเปรียบเทียบ				8.14	6.01	9.03	8.77	5.86	8.45	8.00	4.05	5.10	6.18	3.96	3.54	3.04	4.24	15.64	100.00	
เป้าหมายของส่วนประกอบย่อย				มีขนาดเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระศาสตร์ของส่วนประกอบมาก	มีน้ำหนักต่อชุดไม่เกิน 50 กิโลกรัม	ชุดผลิตภัณฑ์มีสีสัน อย่างน้อย 5 สี ขึ้นไป	สามารถเลือกสีได้หลากหลาย	ใช้สีที่มีความสดใส	ผลิตภัณฑ์มีหลากหลายรูปแบบให้เลือก	ผลิตภัณฑ์มีรูปโครงต่างๆ ให้เลือก	ให้มีจำนวนชิ้นส่วนให้น้อยที่สุด	ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานและเหมาะสม	ใช้สีที่ปลอดสารพิษ	ชิ้นส่วนประกอบผลิตกันได้สะดวก	ไม่มีเหลี่ยมหรือมุมที่เป็นอันตราย	ไม่มีซอกหรือมุมที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้	สามารถเคลื่อนย้าย จัดรูปแบบได้สะดวก	ผลิตภัณฑ์มีรายละเอียดชุดไม่เกิน 12,000 บาท		

รูปที่ 4 เมทริกซ์การแปลงการออกแบบของผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียน

3.3 ผลการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์

หลังจากสำรวจข้อมูลและประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อทำการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพาราจนได้ข้อกำหนดทางเทคนิคในด้านที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์เข้าสู่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดที่ได้จากการวิเคราะห์ในเชิงเทคนิค เพื่อนำเสนอรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความหลากหลายและตรงกับความต้องการของลูกค้า โดยในการออกแบบได้คำนึงถึงขนาดสัดส่วนร่างกายของนักเรียนอนุบาลชายและหญิงในภาคใต้ [17] ทั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้ออกแบบขึ้นมาสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Product Prototype) ในช่วงต้นของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยผลการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 5



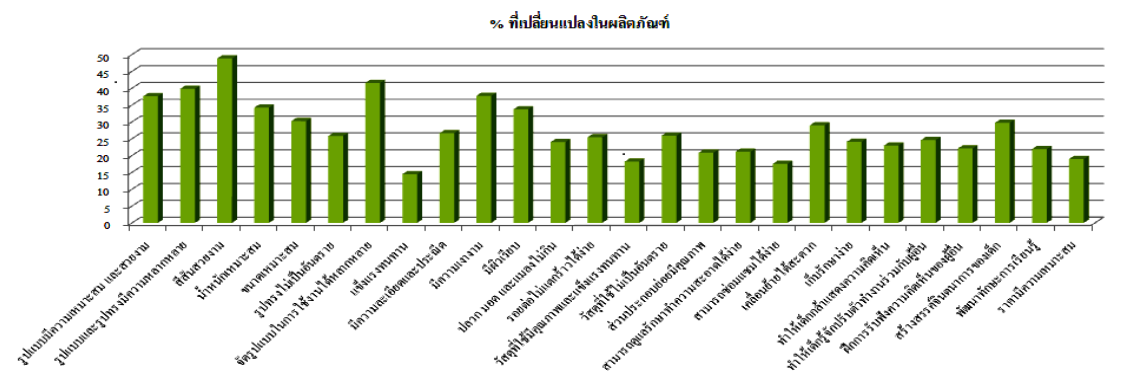
รูปที่ 5 (ก-จ) ผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพาราและรูปแบบการจัดวาง

3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์รูปแบบเก่าและใหม่

หลังจากออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพาราเสร็จแล้ว ดำเนินการสำรวจความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา ด้วยแบบสอบถามที่มีลักษณะเปรียบเทียบคะแนนผลิตภัณฑ์รูปแบบเก่ากับรูปแบบใหม่ ซึ่งได้ผลความพึงพอใจ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารารูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่

คุณลักษณะความต้องการของลูกค้า			ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของลูกค้า		
			ผลิตภัณฑ์รูปแบบเก่า	ผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่	% ที่เปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์
รูปแบบ	1	รูปแบบมีความเหมาะสม และสวยงาม	3.229	4.443	37.60
	2	รูปแบบและรูปทรงมีความหลากหลาย	3.229	4.514	39.80
	3	สีสันสวยงาม	3.043	4.529	48.83
	4	น้ำหนักเหมาะสม	3.214	4.314	34.23
	5	ขนาดเหมาะสม	3.357	4.371	30.21
	6	รูปทรงไม่เป็นอันตราย	3.486	4.386	25.82
	7	จัดรูปแบบในการใช้งานได้หลากหลาย	3.229	4.571	41.56
คุณภาพ	8	แข็งแรงทนทาน	3.757	4.300	14.45
	9	มีความละเอียดและประณีต	3.486	4.414	26.62
	10	มีความเงางาม	3.257	4.486	37.73
	11	มีผิวเรียบ	3.429	4.586	33.74
	12	ปลวก มอด และแมลงไม่กิน	3.457	4.286	23.98
	13	รอยต่อไม่แตกร้าวได้ง่าย	3.314	4.157	25.44
วัสดุ	14	วัสดุที่ใช้มีคุณภาพและแข็งแรงทนทาน	3.614	4.271	18.18
	15	วัสดุที่ใช้ไม่เป็นอันตราย	3.586	4.514	25.88
	16	ส่วนประกอบย่อยมีคุณภาพ	3.571	4.314	20.81
ความสะดวก	17	สามารถดูแลรักษาทำความสะอาดได้ง่าย	3.657	4.429	21.11
	18	สามารถซ่อมแซมได้ง่าย	3.586	4.214	17.51
	19	เคลื่อนย้ายได้สะดวก	3.500	4.514	28.97
	20	เก็บรักษาง่าย	3.557	4.414	24.09
ประโยชน์ที่ได้รับ	21	ทำให้เด็กกล้าแสดงความคิดเห็น	3.486	4.286	22.95
	22	ทำให้เด็กรู้จักปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่น	3.486	4.343	24.58
	23	ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	3.486	4.257	22.12
	24	สร้างสรรค์จินตนาการของเด็ก	3.414	4.429	29.73
	25	พัฒนาทักษะการเรียนรู้	3.457	4.214	21.90
อื่น ๆ	26	ราคามีความเหมาะสม	3.486	4.147	18.96



จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์รูปแบบเก่า ลูกค้ามีความพึงพอใจในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารารูปแบบใหม่เพิ่มขึ้นในทุกคุณลักษณะ ซึ่งคุณลักษณะที่ลูกค้าพึงพอใจในเปอร์เซ็นต์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงที่สุดคือ สีสันสวยงาม (48.83%) รองลงมาคือ จัดรูปแบบในการใช้งานได้หลากหลาย (41.56%) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การแปลงการออกแบบของผลิตภัณฑ์ คือ จำนวนสี (9.03%) ความหลากหลายของสี (8.77%) ความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์ (8.45%)

โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่มีค่าเท่ากับ 4.373 คะแนน เมื่อได้เปรียบเทียบกับระดับคะแนนสูงสุดที่ใช้กำหนดระดับคะแนนความพึงพอใจในแบบสอบถามพบว่าลูกค้ามีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่นี้ค่อนข้างมาก ซึ่งค่าเฉลี่ยความพึงพอใจมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3.437 เป็น 4.373 คะแนน หรือเพิ่มขึ้น 0.936 คะแนน เพิ่มขึ้นเท่ากับ 27.23% $\{((4.373-3.437) \div 3.437) \times 100\}$ เกิดจากผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ามากขึ้น ส่งผลให้ลูกค้ามีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ได้รับความพึงพอใจจากผู้ประเมินมากกว่ารูปแบบเก่า โดยผู้ประเมินในงานวิจัยนี้คือ ครูผู้สอนนักเรียนระดับอนุบาล ซึ่งเป็นบุคคลที่ใกล้ชิดนักเรียนมากที่สุดในขณะที่นักเรียนนั่งเรียนและทำกิจกรรมในห้องเรียน และสัมผัสกับวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนอยู่ทุกวัน อีกทั้งจากประสบการณ์ของครูผู้สอนและทักษะทางวิชาชีพครูสามารถคาดการณ์และประเมินคุณลักษณะความต้องการในมิติการใช้งานที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนอนุบาลจากการใช้ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารารูปแบบใหม่ได้อย่างเหมาะสม

4. สรุปผล

ในการศึกษารูปแบบการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะ-เก้าอี้เรียนระดับอนุบาลจากไม้ยางพารา โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพแบบ 2 เมทริกซ์ ได้แก่ เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมทริกซ์การแปลงการออกแบบ โดยเริ่มจากการออกแบบสอบถาม เพื่อสำรวจความต้องการของลูกค้า ซึ่งกลุ่มเป้าหมายเป็นครูโรงเรียนอนุบาลในจังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง หลังจากนั้นนำความต้องการเหล่านั้นมาจัดเรียงถ้อยคำใหม่และจัดกลุ่มคุณลักษณะของความต้องการที่มีความหมายซ้ำซ้อนเข้าด้วยกัน เพื่อนำความต้องการมาจัดทำเป็นแบบสอบถามเพื่อให้ลูกค้าได้ทำการประเมินความสำคัญของความต้องการ ซึ่งคะแนนความสำคัญที่ได้จากการประเมิน และความต้องการของลูกค้าจะนำเข้าสู่เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์และเมทริกซ์การแปลงการออกแบบของบ้านแห่งคุณภาพ เพื่อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ จากนั้นจะนำคุณลักษณะเหล่านั้นมาทำการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ สำรวจความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่กับรูปแบบเก่า พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3.437 เป็น 4.373 คะแนน เพิ่มขึ้น 0.936 คะแนน หรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 27.23 %

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษา โรงเรียนอนุบาล คุณครูนักเรียนในจังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง ที่ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] K. Intaranont, "Ergonomics", Chulalongkorn University Press, Bangkok, 2005. (in Thai)

[2] K. Sengna, "Study and Development of the Learning Art Table and Chair Set", Master Thesis, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand, 2007. (in Thai)

[3] S. A. Oyewole, J. M. Haight and A. Freivalds, "The Ergonomic Design of Classroom Furniture/Computer Work Station for First Graders in the Elementary School", International Journal of Industrial Ergonomics, 40 (4), 2010, pp.437-447.

[4] S. Milanese and K. Grimmer, "School Furniture and the User Population: An Anthropometric Perspective, Ergonomics, 47 (4), 2004, pp.416-426.

[5] I. N. Ismail, K. Ab. Halim, K. S. M. Sahari, A. Anuar, M. F. A. Jalal, F. Syaifoelida, and M. R. Eqwan, "Design and Development of Platform Deployment Arm (PDA) For Boiler Header Inspection at Thermal Power Plant by Using the House of Quality (HOQ) Approach", Procedia Computer Science, 105, 2017, pp.296-303.

[6] Sh. S. Patil, C. Gopinath and S. Suresha, "Design and Development of an Automated Pottery Wheel for MSME", MSRUAS-SAS Tech Journal, 15(1), 2016, pp.21-24.

[7] R. Sinthavalai and S. Ruengrong, "An Application of House of Quality (HOQ) for Designing Rice Product as a Souvenir", Naresuan University Journal: Science and Technology, 26(3), 2018, pp.36-51. (in Thai)

[8] A. Pinta, "The Improvement of Product by Using Quality Function Deployment (QFD) Technique: A Case Study of an Educational Wood Toy Factory", The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 13(4), 2003, pp.36-42. (in Thai)

[9] G.B. Crawford, "The Geometric Mean Procedure for Estimating the Scale of a Judgment Matrix", Mathematical Modeling, 9(3), 1987, pp. 327-334.

[10] A. Kengpol, "Concurrent Engineering". Publishing Center of King Mongkut Institute of Technology North Bangkok, Bangkok, 2004.

[11] R. Sinthavalai, P. Boonchu and S. Polmai, "An Application of House of Quality (HOQ) in Improving a Package of Medical Equipment", The Journal of KMUTNB, 26 (3), 2016, pp.437-450. (in Thai)

[12] M. E. González , G. Quesada and A. T. Bahill, "Improving Product Design Using Quality Function Deployment: The School Furniture Case in Developing Countries", Quality Engineering, 16 (1), 2003, pp.45-56

[13] A. Chumphoo and A. Kengpol, "The Improvement of Product by Using Quality Function Deployment (QFQ) Technique: A Case Study of an Educational Wood Toy Factory", The Journal of KMUTNB, 13 (4) , 2003, pp.36-42. (in Thai)

[14] N. Meemongkol, P. Junsong and W. Santiamorntut, "Application of Quality Function Deployment Technique for Searching of Device Characteristic and Design of Health Care Monitoring Device", KKU Res. J, 17 (4), 2012, pp.515-527. (in Thai)

[15] C. Homkhiew, T. Ratanawilai and K. Pochana, "Application of a Quality Function Deployment Technique to Design and Develop Furniture Products", Songklanakarin J. Sci. Technol, 34 (6), 2012, pp.663-668.

[16] Ch. Sritong and O. Sritong, Product Development Using Quality Function Deployment (QFD) in Furniture Industry: A Case Study of Office Chair Design, Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Science), 6 (2), 2016, pp.111-124. (in Thai)

[17] Th. Pirom, S. Rawangwong, J. Chattong and W. Boonchouytan, "The Ergonomic Design of Classroom Furniture/Art Desk-Sets for Kindergarten School", The 4th National Conference of Industrial Operations Development, Bangkok, 2013, pp.240-246. (in Thai)