

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเกี่ยวกับการลดลำดับขั้นตอนในการเปลี่ยนยางในรถจักรยานยนต์ เพื่อลดระยะเวลาในการเปลี่ยนยางในรถจักรยานยนต์ให้รวดเร็วขึ้น การซ่อมรถจักรยานยนต์ คือ การซ่อมบำรุงรักษารถจักรยานยนต์เบื้องต้นมีส่วนประกอบที่สึกหรอโดยส่วนหลักๆ คือ การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง-เฟืองท้าย , เปลี่ยนหัวเทียน , เปลี่ยนผ้าเบรคหน้า-หลัง , เปลี่ยนหลอดไฟหน้า-ไฟท้าย , เปลี่ยนหลอดไฟเลี้ยวซ้ายขวาหน้า-หลัง , เปลี่ยนไส้กรอง , เปลี่ยนยางนอก , เปลี่ยนยางใน , เปลี่ยนแบตเตอรี่ , เติมลมยาง , และอื่นๆ เป็นต้น ส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้เป็นส่วนประกอบเบื้องต้นของการซ่อมบำรุงรักษารถจักรยานยนต์จากการใช้รถจักรยานยนต์ในชีวิตประจำวัน โดยมีทฤษฎีและเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ประวัติรถจักรยานยนต์
2. กระบวนการผลิตรถจักรยานยนต์
3. ประเภทรถจักรยานยนต์
4. หลักการทำงานของเครื่องยนต์
5. รายการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอบื้องต้นของรถจักรยานยนต์
6. ทฤษฎีที่นำมาใช้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ประวัติรถจักรยานยนต์

- **ต้นกำเนิดรถจักรยานยนต์**

รถมอเตอร์ไซค์คันแรกของโลกถือกำเนิดขึ้นมาในโลกแห่งวิศวกรรม โดยมาเป็นเวลาเดียวกับรถยนต์ ที่ใช้พลังขับเคลื่อนแบบสันดาปภายในทั่วไปเพียงแต่ว่ารูปทรงในระยะแรกต้องอาศัยรถพ่วงเข้ามาช่วยพ่วงเป็นล้อที่ 3 เพื่อการทรงตัวดีขึ้น โดยระยะแรกนั้น เจมส์ วัตต์ ได้สร้างเครื่องจักรไอน้ำขึ้นมา เป็นตัวต้นแบบทำให้มีกำลังขับเคลื่อน ซึ่งมีชิ้นส่วนขนาดค่อนข้างใหญ่ และ

มีน้ำหนักมากจนทำให้มีขีดจำกัดในการใช้งานของเครื่องยนต์ชนิดนี้ จึงถูกนำไปใช้ในยานพาหนะขนาดใหญ่เพื่อให้เกิดการสมดุลในน้ำหนักที่ค่อนข้างมากของตัวต้นกำลังเช่นรถจักรไอน้ำที่เราคุ้นตามาแต่ยุคบุกเบิก หรือเรือกลไฟที่เราเคยใช้งานเพื่อขนถ่ายสินค้า

ในช่วงปลาย ค.ศ. 1884 เป็นครั้งแรกที่มีการนำเสนอผลงาน “พิมพ์เจียว” แสดงให้เห็นถึงการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในขนาดเล็กที่จะมีการพัฒนาสำหรับการนำมาติดตั้งในรถจักรยานยนต์เป็นครั้งแรก โดยทุนสนับสนุนของมหาเศรษฐีชาวอังกฤษชื่อ Edward Butler โดยได้สร้างเครื่องยนต์ ที่ใช้คาบูเรเตอร์เป็นตัวผสมอากาศเป็นครั้งแรกโดยใช้คอยล์จุดระเบิดเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสันดาปภายในห้องเผาไหม้ในเวลาดังกล่าวนั้น เครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะของ OTTO ซึ่งทำการวิจัยอยู่โดยทางประเทศเยอรมนี ก็ดึงดูดความหวังในการสร้างรถจักรยานยนต์คันแรกด้วยทีมงานของ Gottlieb Daimler และ Karl Benz ซึ่งต่อมาทั้งคู่สามารถสร้างได้สำเร็จ แต่เสียดายที่รถคันแบบถูกไฟไหม้ไปพร้อมกับโรงงานในปี ค.ศ. 1903

ในช่วงปี ค.ศ. 1892 เฟลิกซ์ ซี โอดอร์ มิลเลอร์ นักค้นคว้าชาวอังกฤษได้นำเอาเครื่องยนต์แบบรูด (ในวงกาวิศกรรมยานยนต์เรียกกันว่าสูบดาว) ส่งกำลังโดยตรงจากห้องข้อเหวี่ยงลงสู่ดุมของวงล้อโดยตรงโดยมิลเลอร์ตั้งชื่อรถของเขาว่า Stellar ซึ่งมีความหมายว่าดวงดาว ด้วยเหตุที่ว่าโรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศอังกฤษยุคบุกเบิกในปลายศตวรรษที่ 18 Mr. John Boyd Dunlop ซึ่งเป็นบุตรชายของบริษัทผู้ผลิตยางตันลอปได้เข้ามามีบทบาทเสริมในด้านการผลิตยานยนต์ทำให้การวิจัยนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นในประเทศอิตาลี Mr. Enrico Bernardi ได้นำเอาเครื่องยนต์ตัดหญ้ามาเป็นตัวต้นกำลังขับ-ผลักดันให้รถจักรยานธรรมดา กลายเป็นรถมอเตอร์ไซค์ได้สำเร็จเป็นคนแรกของประเทศอิตาลีในช่วงปีค.ศ.1893 โดยเครื่องยนต์ชนิดนี้ ให้แรงม้าสุทธิเพียงครึ่งแรงม้า ที่รอบเครื่อง 280-500 รอบ/นาที

เมื่อผ่านไปอีก 2 ปี การพัฒนาเครื่องยนต์ขนาดเล็ก เพื่อนำมาติดตั้งในพาหนะระดับย่อย ก็ได้สำเร็จขึ้น โดย Mr. De Dion สามารถนำเอาเครื่องยนต์ แบบสูบเดี่ยว 4 จังหวะลงมาติดตั้งในรถ 3 ล้อขนาดเล็กได้สำเร็จโดยเครื่องยนต์ต้นแบบชนิดนี้ ยังไม่มีคาบูเรเตอร์ แต่ใช้กรรมวิธีการดึงเอาไอระเหยจากน้ำมันเบนซิน ป้อนเข้าไปในห้องเผาไหม้ในจังหวะดูด ส่วนผู้ที่สร้างระบบจุดระเบิดสำหรับใช้กระตุ้นจังหวะงานของหัวเทียน คือ Mr. Robert Bosch ซึ่งต่อมาได้พัฒนาระบบไฟฟ้าทุกชนิดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์จนกลายเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ของวงการรถยนต์และพาหนะ

เกือบทุกชนิดไปในปลายศตวรรษที่ 19 จนถึงยุคปัจจุบัน ส่วนรถจักรยานยนต์ที่ใช้วงล้อเดี่ยวและสามารถผลิตลงสู่ตลาดโลกได้สำเร็จ โดยได้ผลิตกันอยู่หลายประเทศ เช่น อังกฤษ เยอรมนี อิตาลี และฝรั่งเศส ทางด้านประเทศเยอรมนี เป็นผลงานของ เคมเลอร์ และเบนซ์ ก่อนที่จะยุบตัวลงในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 เนื่องจากต้องปรับฝั่งของโรงงานให้เข้ากับสถานการณ์จึงต้องเปลี่ยนแผนมาสร้างยุทธปัจจัยต่างๆ เพื่อสนับสนุนกองทัพ ส่วนทางด้านอังกฤษมีผลงานเด่นของ “Raleigh” ที่เริ่มผลิตรถจักรยานขายเป็นอุตสาหกรรมมาก่อน แล้วจึงนำเครื่องยนต์มาติดตั้งเอาไว้ที่แผงคอหน้ารถจักรยานในปี ค.ศ. 1899 ด้วยรูปทรงที่ค่อนข้างสมบูรณ์แบบในยุคนั้น

จากยุค 1900 มาจนถึง 2004 นับเป็นเวลากว่า 100 ปีเศษ ที่วงการอุตสาหกรรมยานยนต์ก้าวเดินต่อมาด้วยแนวความคิดอันหลากหลาย ของวิศวกรหลายชาติ และหลายประเทศ รวมมาถึงชนชาติญี่ปุ่นหนึ่งเดียวในเอเชียที่เริ่มก้าวเข้าสู่วงการผลิตรถลงสู่ตลาดโลกในช่วงหลังของปี ค.ศ. 1950 ชื่อของรถจากประเทศญี่ปุ่น ก็เริ่มดั่งรัศมี แนวความคิดเดิมๆ ของบริษัทยักษ์ใหญ่ของทวีปยุโรปลงอย่างสิ้นเชิงและแน่นอนว่าชื่อของ ฮอนด้า ยามาฮ่า ซูซูกิ และคาวาซากิ คือ 4 ในกระแสของความนิยมในระดับสูงสุดที่ยังเหลือผู้ผลิตรถจักรยานยนต์ลงปีอนตลาดโลกอยู่เพียงไม่กี่แห่ง จากจำนวนเกือบ 100 ยี่ห้อที่มีการผลิตรถในยุคนั้น สงครามโลกครั้งที่สองจะสงบลง

รถจักรยานยนต์สมัยแรกๆ ที่เข้ามาในประเทศไทย ได้แก่ บีเอ็มดับเบิลวิ ฮาร์เลย์ เดวิดสัน ไทรอัมพ์ จนกระทั่งเมื่อรถจักรยานยนต์จากญี่ปุ่น เริ่มเข้าตลาดเมืองไทยจนปัจจุบันนี้ เราจะเห็นแต่รถจักรยานยนต์จากประเทศญี่ปุ่นเป็นส่วนมาก ส่วนรถจักรยานยนต์จากประเทศยุโรป ก็ยังมีอยู่แต่มีราคาที่แพง กว่ามาก อะไหล่หายากจึงมีผู้สนใจเฉพาะผู้ที่รักรถจักรยานยนต์จากยุโรปจริงๆ และผู้ที่มีกำลังเงินในการซื้อเท่านั้นแต่ในปัจจุบันมีคู่แข่งหลากหลายบริษัททำให้ราคานั้นถูกลงมามากทำให้คนทั่วไปสามารถซื้อรถได้มากขึ้น โดยสามารถซื้อแบบผ่อนก็ได้และยังมีของสมนาคุณมากมายอีกด้วย

● การวิวัฒนาการของรถจักรยานยนต์

การวิวัฒนาการของรถจักรยานยนต์ เริ่มตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 ลงงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน ได้แก่ ไอน้ำ รถที่ออกแบบมา มีขนาดใหญ่ ต่อมาในศตวรรษที่ 18 จึงเริ่มมีการปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลง และในศตวรรษที่ 19 ได้มีการสร้างถนนให้เพียงพอกับจำนวนของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น

ในปี พ.ศ. 2419 ดร. ออตโต (Dr. Otto) ชาวเยอรมันได้สร้างเครื่องยนต์ 4 จังหวะเผาไหม้ภายในขึ้น ซึ่งก็คือเครื่องยนต์ 4 จังหวะในปัจจุบันนี้ และเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้คือเชื้อเพลิงที่มีส่วนประกอบของไฮโดรคาร์บอน (น้ำมันดิบที่นำมากลั่นเป็น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล)

เครื่องยนต์ที่ ดร.ออตโต คิดขึ้นมีวัฏจักรการทำงาน 4 ครั้งครบรอบการทำงาน คือ (1) จังหวะดูด (2) จังหวะอัด (3) จังหวะระเบิดหรือกำลัง (4) จังหวะคาย และเป็นเครื่องยนต์ที่จะเกิดการเผาไหม้ได้ก็โดยการจุดประกายไฟ เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงชนิดเบา เช่น น้ำมันเบนซิน

- **รถจักรยานยนต์คันแรกของโลก**

ประวัติรถจักรยานยนต์คันแรกของโลก เป็นการออกแบบวัสดุทำจากไม้ Aug. 30 1885 Mr. Gottlieb Daimler ได้สร้างรถจักรยานยนต์คันแรกในโลกเป็นวิศวกรชาวเยอรมนีผู้คิดประดิษฐ์รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แทนการใช้ม้าเทียมได้เป็นครั้งแรก ข้อมูลรถจักรยานยนต์คันแรกในโลกคันนี้มีชื่อว่า "Reitwagen" เป็นภาษาเยอรมัน แปลว่า "riding car" หรือ รถขี่ มีเครื่องยนต์สันดาบภายในแบบหนึ่งสูบ สี่จังหวะ ที่เรียกว่า Otto-cycle engine เครื่องยนต์มีความเร็วรอบ 264 CCM เครื่องยนต์มีกำลัง 0.5 แรงม้า ทำความเร็วสูงสุดได้ 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตัวโครงรถทำจากไม้ รถหนัก 90 กิโลกรัมมีล้อหน้า และหลังขนาด 1030 มิลลิเมตร



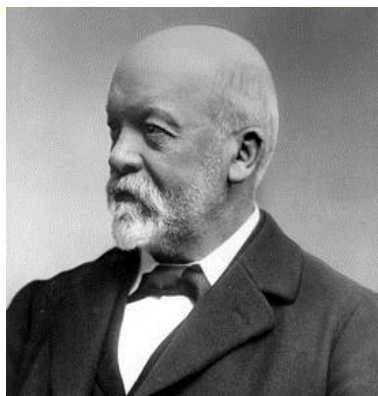
รูปที่ 2.1 รถจักรยานยนต์คันแรกของโลก

รถจักรยานยนต์คันแรกของโลกถูกออกแบบและสร้างโดยนักประดิษฐ์ชาวเยอรมัน ที่ชื่อ ก๊อตต์ลีบ เดมเลอร์ (Gottlieb Daimler) จดสิทธิบัตรเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม ปี พ.ศ. 2428 (ค.ศ. 1885) ซึ่งต่อมาได้รับการพัฒนาให้เป็นรถสำหรับใช้ในสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง อย่างไรก็ตาม ถ้าจะนับยานพาหนะสองล้อที่ขับเคลื่อนด้วยพลังไอน้ำว่าจักรยานยนต์แล้ว ได้เกิดขึ้นที่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2410 (1867) โดย Sylvester Howard Roper จาก Massachusetts

ในปี พ.ศ. 2437 (ค.ศ. 1894) Hildebrand & Wolfmüller ออกจำหน่ายจักรยานยนต์เพื่อการค้าเป็นครั้งแรก โดยปรับปรุงการเผาไหม้ภายในเครื่องยนต์ให้ดีขึ้น จนกระทั่งสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง ผู้ผลิตจักรยานยนต์มากที่สุดเห็นจะเป็น อินเดีย ผลิตจักรยานยนต์จำนวนสองหมื่นคันต่อปี โดยในปี 1920 ฮาร์ลีย์-เดวิดสัน ผลิตจักรยานยนต์เพื่อขายมากกว่า 67 ประเทศ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2471 (ค.ศ. 1928) DKW ได้กุมตลาดใหญ่ไว้

หลังสงครามโลกครั้งที่สอง BSA Group เป็นผู้ผลิตใหญ่ ผลิตจักรยานยนต์ 75,000 คันต่อปี ในทศวรรษที่ 50 และบริษัทจากเยอรมัน Motorenwerke AG เป็นผู้ผลิตมากที่สุดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498 (ค.ศ. 1955) ถึง ทศวรรษที่ 70

ปัจจุบัน บริษัทจากญี่ปุ่น อย่าง ฮอนด้า คาวาซากิ ซูซูกิ และยามาฮา ได้มีอิทธิพลต่อวงการจักรยานยนต์ ในขณะที่ในอเมริกา ฮาร์ลีย์-เดวิดสัน ก็ยังคงรักษาระดับความนิยมไว้ได้ ทางฝั่งยุโรป ก็มี ดูคาติ-จากอิตาลี บีเอ็มดับเบิลยู-จากเยอรมัน และ ไทอัมพ์-จากอังกฤษ ซึ่งในส่วนของบริษัทไทยนั้นก็มี เช่น ไทเกอร์, บีทีแอล, สตาเลียน, แพล็ททินัม และ จีพีเอ็กซ์ เรสซึ่ง นอกจากนี้ยังมีกลุ่มผู้ขึ้นชมรถประเภทสกูตเตอร์ ในกลุ่มเล็ก ๆ ที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลกเช่นกัน



รูปที่ 2.2 Mr. Gottlieb Daimler วิศวกรชาวเยอรมันผู้คิดประดิษฐ์รถจักรยานยนต์คันแรกในโลก

- การผลิตรถจักรยานยนต์ในประเทศไทย

การผลิตรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยได้เริ่มขึ้นเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๐๗ โดย ดร. ถาวร พรประภาได้ก่อตั้งโรงงานประกอบรถจักรยานยนต์ขึ้นเป็นแห่งแรก โดยใช้ชื่อว่า บริษัทสยาม ยามาฮ่า จำกัด ตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ การผลิตในระยะเริ่มแรก มีการใช้ชิ้นส่วนประกอบที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศเพียงบางส่วน แต่หลายชนิดต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ต่อมาได้มีการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานของชิ้นส่วนประกอบ จนสามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ ทำให้มีการใช้ชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ผลิตในประเทศเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จนถึงขณะนี้ การผลิตรถจักรยานยนต์สามารถใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตได้เองภายในประเทศมากถึงร้อยละ ๕๐ แต่ก็ยังมีชิ้นส่วนประกอบที่ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น อุปกรณ์พิเศษทางด้านระบบไฟฟ้า ป้อนน้ำมันหล่อลื่นอัตโนมัติ มอเตอร์สตาร์ท (Starting Motor)



รูปที่ 2.3 โรงงานผลิตรถจักรยานยนต์ของบริษัทสยาม ยามาฮ่า จำกัด ในปี พ.ศ. 2516



รูปที่ 2.4 ดร.เกษม-คุณหญิงพรทิพย์ ณรงค์เดช น้อมเกล้าฯถวายรถจักรยานยนต์
แด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เพื่อใช้ในกิจการส่วนพระองค์

2.1.2 กระบวนการผลิตรถจักรยานยนต์

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์

1. การทุบขึ้นรูป

ทำโดยตัดเหล็กตามขนาดที่กำหนด แล้วนำมาอบความร้อนให้อ่อนตัว ก่อนที่จะทุบขึ้นรูปในแม่พิมพ์ โดยใช้เครื่องปั๊ม เช่น การทำเพลาค้อเหวี่ยง เฟืองเกียร์

2. การหล่อขึ้นรูป

ทำโดยนำเหล็กหรืออะลูมิเนียมมาหลอมละลาย แล้วเทน้ำโลหะในแบบแม่พิมพ์ เช่น การทำเสื้อสูบ และฝาสูบ

3. การฉีดอะลูมิเนียมขึ้นรูป

ทำโดยฉีดอะลูมิเนียมเหลวเข้าไปในแบบ แล้วปล่อยให้แบบเย็นตัว เช่น การทำเสื้อเกียร์ ฝาครอบเครื่อง

ขั้นต่อไป นำชิ้นส่วนที่สำเร็จรูปที่ได้จากขั้นต้นมากลึงผิวขึ้นรูป โดยนำวัตถุดิบต่างๆ มาผ่านเครื่องจักรขึ้นรูป ซึ่งอาจเป็นเครื่องกลึง เครื่องกัด โลหะ เครื่องเจียรไน เครื่องชุบผิวแข็ง และเครื่องเจาะตามแบบที่กำหนด แล้วตรวจสอบขนาดและคุณภาพ

เมื่อผ่านขั้นตอนที่สองแล้ว ชิ้นส่วนต่างๆ จะถูกส่งเข้าประกอบเป็นเครื่องยนต์ สำหรับรถจักรยานยนต์ต่อไป

2.1.2.1 กระบวนการผลิตชิ้นส่วนโครงรถจักรยานยนต์หรือตัวถัง

ชิ้นส่วนหลายชิ้น ผลิตโดยกระบวนการปั๊มขึ้นรูป ซึ่งมีหลายขั้นตอน โดยใช้แม่พิมพ์หลายชนิด เริ่มด้วยการตัดรูปร่างคร่าวๆ ขึ้นรูป ตัดขอบ และเจาะรู จนได้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ตามแบบที่วิศวกรกำหนด

ชิ้นส่วนที่ผ่านการปั๊มขึ้นรูปแล้ว จะถูกนำไปเชื่อมประกอบตามแบบเป็นชุดๆ ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า จิ๊กเชื่อม ต่อจากนั้น ชิ้นส่วนบางชิ้น ที่ผ่านขั้นตอนการเชื่อมแล้ว จะถูกนำไปเข้ากระบวนการชุบเคลือบผิว ด้วยนิกเกิล และโครเมียม เพื่อป้องกันสนิม และเพื่อให้สวยงามสะอาดตา

ขั้นต่อไปเป็นกระบวนการพ่นสี โดยนำชิ้นส่วนโลหะที่สำเร็จรูปจากการเชื่อมแล้วบางชิ้น เช่น ตัวถังรถ ท่อไอเสีย ถังน้ำมัน รวมทั้งชิ้นส่วนพลาสติก เช่น ฝาครอบต่างๆ มาพ่นสี เพื่อป้องกันสนิม และเพื่อให้มีสีที่สวยงาม กระบวนการพ่นสีมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน เริ่มตั้งแต่ทำความสะอาดผิว

พินสี และติดสติ๊กเกอร์ เพื่อความสวยงาม และความคงทนของสีผิว จากนั้นส่งชิ้นส่วนไปประกอบ เป็นรถจักรยานยนต์บนสายพานลำเลียง ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย

2.1.2.2 กระบวนการประกอบเครื่องยนต์เข้ากับตัวถังเป็นรถจักรยานยนต์ สำเร็จรูป

เครื่องยนต์สำเร็จรูป จะถูกประกอบเข้ากับตัวถัง และอุปกรณ์ส่วนประกอบอื่นๆ บนสายพานการผลิต และจะถูกตรวจสอบคุณภาพทุกครั้ง โดยตรวจความเรียบร้อยภายนอก การทำงานของเครื่องยนต์ ระบบไฟฟ้า ระบบเบรก ระบบบังคับเลี้ยว และการควบคุมมลพิษจากไอเสีย ก่อนที่จะส่งไปตรวจสอบคุณภาพ จากหน่วยงานควบคุมคุณภาพ แล้วบันทึกหมายเลขของเครื่องยนต์ และเก็บประวัติไว้ทั้งหมด เพื่อประโยชน์ในการสอบสวนกลับถ้าจำเป็น จากนั้น จึงส่งรถจักรยานยนต์ที่ผลิตได้ ไปยังผู้จำหน่ายทั่วทุกภาคของประเทศต่อไป

2.1.2.3 กระบวนการผลิตเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์

การผลิตเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การเตรียมวัตถุดิบ และชิ้นส่วน สำหรับการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ ชิ้นส่วนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์นี้มีหลายชนิดด้วยกันคือ

1. ชิ้นส่วนวัตถุดิบที่ใช้สำหรับการผลิตเบื้องต้น หรือวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่

ก. กระบวนการทูนขึ้นรูป

โดยการตัดเหล็กตามขนาดที่กำหนด มาขึ้นรูปในแม่พิมพ์ ซึ่งได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยใช้เครื่องปั๊ม วัตถุดิบที่ผ่านขั้นตอนนี้ ได้แก่ เพล้าข้อเหวี่ยง เฟืองเกียร์ต่างๆ เป็นต้น

ข. กระบวนการหล่อขึ้นรูป

โดยการหลอมละลายเหล็กหรืออะลูมิเนียม และเทน้ำโลหะลงในแบบแม่พิมพ์ เมื่อน้ำโลหะเย็นตัว ก็จะได้ชิ้นส่วนตามที่ต้องการ วัตถุดิบที่ผ่านขั้นตอนนี้ ได้แก่ เสื้อสูบ ฝาสูบ เป็นต้น

ค. กระบวนการฉีดอะลูมิเนียม

โดยการฉีดอะลูมิเนียมเหลวเข้าไปในแบบ เมื่อน้ำโลหะเย็นตัว ก็จะได้ชิ้นงานที่ ต้องการ วัตถุดิบที่ผ่านขั้นตอนนี้ ได้แก่ เสื้อเกียร์ ฝาครอบเครื่อง เป็นต้น

2. ชิ้นส่วนวัตถุดิบชนิดที่เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น สกรูนัท ตลับลูกปืน แหวนสปริง ฯลฯ ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้จัดหาดตามแบบที่กำหนด เพื่อส่งเข้ากระบวนการประกอบเครื่องยนต์ต่อไป

3. ชิ้นส่วนวัตถุดิบชนิดที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป จากผู้ผลิตชิ้นส่วนอื่นภายนอกโรงงาน ซึ่งผู้ผลิตรถจักรยานยนต์ไม่จำเป็นต้องลงทุนผลิตเอง เช่น ชุดจานไฟ สายยาง หัวเทียน คาร์บูเรเตอร์ ปะเก็น ลูกสูบ ฯลฯ ชิ้นส่วนเหล่านี้จะถูกจัดหา และผ่านการตรวจสอบตามมาตรฐานที่กำหนด ก่อนจะถูกส่งเข้ากระบวนการประกอบเครื่องยนต์ต่อไป

- **การผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์**

หลังจากที่เตรียมวัตถุดิบต่างๆ แล้ว ขั้นตอนการผลิตที่สำคัญคือ กระบวนการกลึงผิวขึ้นรูป โดยการนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ ซึ่งมีเครื่องจักรหลายๆ ประเภท อยู่ในสายการผลิตนั้น เช่น

- ก. เครื่องกลึง
- ข. เครื่องกัดโลหะ
- ค. เครื่องเจียรระโน
- ง. เครื่องหุบผิวแข็ง
- จ. เครื่องเจาะ

โดยสายการผลิต จะถูกออกแบบตามขั้นตอนกระบวนการผลิตของแต่ละชิ้นส่วน และต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ ตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนสุดท้าย ตัวอย่างเช่น สายการผลิตเพลาค้อเหวี่ยง และสายการผลิตเสื้อสูบ เป็นต้น

- **การประกอบเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์**

หลังจากที่ชิ้นส่วนต่างๆ ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพตามที่กำหนดแล้ว ชิ้นส่วนจะถูกจัดตามสูตรกำหนดของการผลิตของเครื่องยนต์แต่ละชนิด และถูกส่งเข้าสายการประกอบ (Engine Assembly Line) ตามจุดที่กำหนด โดยพนักงานประกอบจะทำการประกอบเครื่องยนต์ตามขั้นตอน มาตรฐานที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- อัลดูกปืนเข้ากับเสื้อเกียร์
- ประกอบชุดเฟืองเกียร์
- ประกอบชุดเพลาค้อเหวี่ยง
- ประกอบชุดปั้มน้ำมันหล่อลื่น
- ประกอบชุดครัทซ์

- ประกอบชุดงานไฟ
 - ประกอบชุดคันสตาร์ท
 - ปิดฝาครอบเครื่องด้านข้าง
 - ประกอบลูกสูบ เสื้อสูบ ฝาสูบ
 - เติมน้ำมันเครื่อง
 - ตรวจสอบขั้นสุดท้าย
 - ทดเครื่องจริง
- กระบวนการปั๊มขึ้นรูปโลหะ (Pressing Process)
- องค์ประกอบในการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
1. เครื่องปั๊ม
 - ขนาด 60 - 300 ตัน
 - แบบใช้น้ำมันจับดัน
 - แบบใช้ข้อเหวี่ยง
 2. แม่พิมพ์
 - ทำด้วยโลหะแข็งแรง
 - เป็นตัวกดแผ่นเหล็กให้เกิดเป็นรูปร่างชิ้นส่วนตามที่ต้องการ
 3. แผ่นเหล็กกล้า
 - มีความหนาตั้งแต่ 0.8 - 2.3 มม.
 - มีทั้งชนิดแบบแผ่นและชนิดเป็นท่อเหลี่ยมและกลม
 4. ภาชนะใส่ชิ้นงาน
 - ประแจต่างๆ
 - ตัวจับยึดแม่พิมพ์
 - ตัวหยิบชิ้นงานออก
 5. พนักงาน
 - ทำงานประจำเครื่อง

- ติดตั้งแม่พิมพ์
- เคลื่อนย้ายสิ่งของและชิ้นงาน
- ตรวจสอบคุณภาพ
- การผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ด้วยกระบวนการปั๊มขึ้นรูปโลหะ (Pressing Process)

ชิ้นส่วนหลายชิ้นของรถจักรยานยนต์ จะถูกผลิตขึ้นมาด้วยกระบวนการปั๊มขึ้นรูป และก่อนจะกลายมาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้นั้น จะต้องผ่านกระบวนการดังกล่าวหลายขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนก็จะต้องใช้องค์ประกอบ ๖ อย่าง โดยมีชื่อแม่พิมพ์เป็นตัวกำหนดชื่อขั้นตอนเหล่านั้น อาทิ

1. ตัดรูปร่างคร่าวๆ

เป็นการนำแผ่นเหล็กกล้ามาทำการตัดเป็นรูปร่างคร่าวๆ บนเครื่องปั๊ม โดยแม่พิมพ์ที่เรียกว่า แบล็งกิ้ง ดาย (BLANKING DIE)

2. ขึ้นรูป

นำแผ่นชิ้นงานที่ตัดเป็นรูปร่างคร่าวๆ มาปั๊มขึ้นรูปเป็นรูปร่างชิ้นงานจริงบนเครื่อง โดยใช้แม่พิมพ์เป็นตัวปั๊ม (DRAWING DIE)

3. ตัดขอบ

นำชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้วไปทำการตัดขอบให้ได้ขนาดตามต้องการ โดยใช้แม่พิมพ์ที่เรียกว่า ทริมมิ่ง ดาย (TRIMMING DIE)

4. เจาะรู

นำชิ้นงานที่ตัดขอบเสร็จแล้วมาทำการเจาะรู โดยใช้แม่พิมพ์ที่เรียกว่า เพียซซิ่ง ดาย (PIERCING DIE) ทั้งนี้ ชิ้นงานแต่ละชนิด อาจจะใช้จำนวน ขั้นตอน หรือแม่พิมพ์มากน้อยแตกต่างกันไป ซึ่งฝ่ายวิศวกรรมการผลิตจะเป็นผู้กำหนด

- กระบวนการเชื่อม (Welding Process)

องค์ประกอบในการเชื่อมชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จิก (Jig)

- เป็นอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไม่ให้เคลื่อนที่
- เป็นอุปกรณ์กำหนดคุณภาพของชิ้นส่วน

2. เครื่องเชื่อม

- เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อมประสานโลหะ
- มีทั้งแบบทิก (Tig) เชื่อมด้วยอาร์กอน และแบบมิก (Mig) เชื่อมด้วยก๊าซด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3. ชิ้นงาน

- เป็นชิ้นงานที่เสร็จจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแล้ว

4. รถใส่ชิ้นงาน

- สำหรับใส่ชิ้นงานก่อนและหลังการเชื่อม

5. พนักงาน

- ทำงานประจำจุดของตนเอง
- เปลี่ยนจิก
- เคลื่อนย้ายชิ้นงาน
- ตรวจสอบคุณภาพ

6. มาตรฐานการปฏิบัติงานคุณภาพ

- กำหนดวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐานการควบคุม และวิธีการตรวจสอบคุณภาพ
- การผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ด้วยกระบวนการเชื่อม (Welding Process)

ชิ้นส่วนที่เสร็จสิ้นจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแล้ว จะถูกจ่ายเข้าไปที่หน่วยงานเชื่อมประกอบ เพื่อนำเอาชิ้นส่วนปั๊มย่อยๆ เหล่านั้น เข้ามารวมกันเป็นชุดๆ ด้วยเครื่องมือจิกเชื่อม ซึ่งเป็นอุปกรณ์จับยึดชิ้นส่วนย่อยๆ ให้แน่น อีกทั้งยังเป็นตัวกำหนดมิติทางด้านคุณภาพชิ้นส่วนอีกด้วย จากนั้น ชิ้นส่วนเหล่านั้นจะถูกเชื่อมให้ติดกันเป็นรูปร่างตามที่ถูกรออกแบบ ก่อนจะถูกถอดออกจากจิกไปเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

1. การแบ่งชนิดของกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วน

- การเชื่อมแบบมิก (Mig; Metal Inert Gas) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 1.2 การเชื่อมแบบทิก (Tig; Tungsten Inert Gas) หรือก๊าซเฉื่อยอาร์กอน
- 1.3 การเชื่อมแบบสปอต (Spot) หรือแบบความต้านทาน
- 1.4 การเชื่อมแบบก๊าซอะเซทิลีน

● กระบวนการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

องค์ประกอบในการชุบเคลือบผิวชิ้นส่วน รถจักรยานยนต์ มีดังต่อไปนี้

1. สารเคมี : นิกเกิล โครเมียม ทั้งชนิดเงาและสีดำ

หน้าที่ : ทำปฏิกิริยาทางเคมีโดยใช้กระแสไฟฟ้าที่แปลงจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง เพื่อให้สารเคมีดังกล่าวไปเคลือบบนผิวของชิ้นงาน

2. ถังบรรจุน้ำและสารเคมี

วัสดุ : ถังบรรจุซัลฟูริก (Sulfuric) ถังบรรจุคอสติกโซดา ถังบรรจุนิกเกิล ถังบรรจุโครเมียม
ถึงส่วนใหญ่จะทำด้วยโลหะเหล็ก และเคลือบภายในด้วยไฟเบอร์กลาส หรือเคลือบด้วยแผ่นพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน เพื่อป้องกันการผุกร่อน

3. แผ่นบาร์

วัสดุ : ทำด้วยแผ่นทองแดง

4. ไม้แขวนชิ้นงาน

วัสดุ : ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แขวนชิ้นงาน ซึ่งจะแขวนได้จำนวนมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของชิ้นงาน นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นสื่อรับกระแสไฟฟ้า จากแผ่นบาร์ผ่านไปยังชิ้นงาน

ทำด้วยแผ่นทองแดงหุ้มยางซิลิโคน

5. ชุดเคลื่อนย้ายแผ่นบาร์

ทำหน้าที่ : เป็นเครื่องมือเคลื่อนย้ายแผ่นบาร์จากถังหนึ่งไปสู่อีกถังหนึ่ง ซึ่งจะทำงานภายใต้คำสั่งจากชุดควบคุม ด้วยโปรแกรมทางอิเล็กทรอนิกส์

6. ชุดควบคุมด้วยโปรแกรมทางอิเล็กทรอนิกส์

จะทำงานโดยการควบคุมสั่งการทำงานไปยังชุดเคลื่อนย้ายแผ่นบาร์ ซึ่งจะเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ

7. ชิ้นงาน

เป็นชิ้นส่วนที่เสร็จสิ้นจากกระบวนการเชื่อมแล้ว ซึ่งส่วนใหญ่ จะเป็นชิ้นส่วนชุดท่อไอเสีย

8. พนักงาน

ทำหน้าที่นำชิ้นงานแขวนเข้ากับไม้แขวน เมื่อเสร็จจากการชุบเคลือบผิวแล้ว เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังจุดต่อไป ควบคุมดูแลสภาพของน้ำยาเคมี รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน

9. รถเข็นใส่ชิ้นงาน

สำหรับใส่ชิ้นงานก่อนและหลังการชุบ และใช้เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังจุดอื่นๆ

10. มาตรฐานการปฏิบัติงานและมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ

กำหนดวิธีการทำงานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพ

● การผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ด้วยกระบวนการชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของรถจักรยานยนต์บางชิ้น เช่น ท่อไอเสีย หลังจากผ่านขั้นตอนการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะนำมาเข้ากระบวนการชุบเคลือบผิวด้วยนิเกิล และ โครเมียม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อป้องกันสนิมกัดกร่อน และเพื่อความสวยงามสะอาดตา ซึ่งในกระบวนการชุบ ก็จะมีขั้นตอนย่อยภายในอีกหลายขั้นตอน แต่ก็จะมีองค์ประกอบหลักๆ แต่ละขั้นตอนตามที่กล่าวมาแล้ว

● กระบวนการพ่นสี

องค์ประกอบในการพ่นสีชิ้นส่วนรถจักร- ยานยนต์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ปืนและปั๊มคู่สี พ่นสี : มีทั้งชนิดที่พ่นด้วยงาน และชนิดที่พ่นด้วยเครื่องพ่นอัตโนมัติ
2. ปั๊มลม : ต้องเป็นชนิดที่ขจัดน้ำมันออกจากลม เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวดันสีออกจากปืนพ่น ให้เป็นละออง (สเปรย์)
3. โซ่หิ้วชิ้นงาน : เพื่อทำหน้าที่หิ้วไม้แขวนชิ้นงานเข้าไปในห้องพ่นสี ห้องอบสีให้แห้ง
วัสดุ : ทำด้วยโลหะเหล็กทนความร้อน
4. ห้องพ่นสี : เป็นห้องสำหรับทำการพ่นสี ซึ่งจะมีสองห้องเรียงกันคือ ห้องพ่น สีรองพื้น และห้องพ่นสีจริง คุณสมบัติของห้องคือ จะต้องสามารถป้องกันฝุ่นและผง และควบคุมปริมาณอากาศเข้า-ออกอย่างสมดุลกัน มีม่านน้ำไว้ป้องกันไม่ให้ละอองสีเกาะติด มีช่องสำหรับให้ละอองสีถูกดูดออกไปภายนอก
5. ห้องพักตัวชิ้นงาน : เพื่อใช้เป็นห้องพักตัว หลังจากชิ้นงานถูกพ่นสีจากห้องพ่นสีแล้ว

6. ห้องอบสี : เพื่อใช้อบสีให้แห้ง ซึ่ง ห้องดังกล่าวจะได้รับ พลังงานความร้อนจากก๊าซแอลพีจี โดยใช้อุณหภูมิในการอบ ๙๐ - ๙๕ องศาเซลเซียส สำหรับชิ้นงานพลาสติก และ ๑๒๐ - ๑๓๐ องศาเซลเซียส สำหรับชิ้นงานเหล็ก
7. สี : มีใช้อยู่ ๓ ชนิด คือ สี Solid สี Metallic และสีทนความร้อน โดยทั้ง ๓ ชนิด เป็นสีชนิดที่ต้องผสมกับทินเนอร์
8. น้ำยาผสมสี (ทินเนอร์) : ใช้ผสมสีเพื่อให้สีมีความหนืดตามมาตรฐานที่กำหนด
9. ชิ้นงาน : มีทั้งชิ้นงานพลาสติกและชิ้นงานเหล็ก
10. ไม้แขวนชิ้นงาน : ใช้สำหรับแขวนชิ้นงาน ซึ่งจะแขวนชิ้นงานได้จำนวนมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของชิ้นงาน
11. ห้องล้างทำความสะอาดชิ้นงาน : เป็นห้องสำหรับล้างชิ้นงานให้สะอาดปราศจาก ฝุ่นและไขมัน โดยใช้สารเคมีเป็นส่วนผสมกับน้ำ แล้วฉีดผ่านหัวฉีดพ่นไปบนชิ้นงาน
12. ชุดจ่ายอากาศ : เพื่อจ่ายอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไปในห้องพ่นสี เพื่อให้ระบบการหมุนเวียนอากาศในห้องพ่นสีเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้
13. ห้องติดสติ๊กเกอร์ : เพื่อทำการติดสติ๊กเกอร์สีต่างๆ บนชิ้นส่วนที่พ่นสีเสร็จแล้ว
14. พนักงาน (Worker) : ทำหน้าที่แขวนชิ้นงาน เป่าลม เช็ดทำความสะอาด ผสมสี พ่นสี ติดสติ๊กเกอร์ ปลดชิ้นงานหลังจากที่อบแห้งแล้ว ตรวจสอบคุณภาพ เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังจุดต่อไป
15. มาตรฐานการปฏิบัติงานและมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ : กำหนดวิธีการทำงาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพ
16. รถเข็นใส่ชิ้นงาน : สำหรับใส่ชิ้นงานหลังจากพ่นสีเสร็จแล้ว และใช้ส่งชิ้นงาน

- **การผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ด้วยกระบวนการพ่นสี (Painting Process)**

ชิ้นส่วนโลหะบางชนิดที่สำเร็จรูปจากกระบวนการเชื่อมแล้ว เช่น ตัวถังรถ ท่อไอเสีย ถังน้ำมัน รวมทั้งชิ้นส่วนพลาสติก เช่น ฝาครอบข้าง ฝาครอบหน้า ฝาครอบหลัง จะถูกนำมาเข้ากระบวนการพ่นสี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันสนิมและสร้างสีที่สวยงาม กระบวนการพ่นสีจะประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ หลายขั้นตอน โดยจะมีองค์ประกอบที่สำคัญในกระบวนการดังกล่าวมาแล้ว

ขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการพ่นสีมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: การแขวนชิ้นงานเข้ากับไม้แขวน

ขั้นตอนที่ 2: การล้างทำความสะอาด ผิวของชิ้นงาน เพื่อทำ การกำจัดไขมัน และคราบน้ำมันที่ติดอยู่บนผิวออกให้หมดน้ำยาที่ใช้ล้างจะต้องมีการควบคุม อุณหภูมิ เพื่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 3: การเป่าลมเช็ดทำความสะอาด ชิ้นงาน เพื่อขจัดฝุ่นผงออกจากชิ้นงานให้หมด สำหรับชิ้นงานพลาสติก จะใช้น้ำยาพิเศษชุบน้ำุ่มเช็ดถูชิ้นงานเพื่อกำจัดไฟฟ้าสถิตในชิ้นงานพลาสติก

ขั้นตอนที่ 4: การพ่นสี พนักงานจะใช้ปืนพ่นสีสำหรับการพ่นสีรองพื้น และสีจริง แต่จะใช้เครื่องพ่นสีอัตโนมัติสำหรับชิ้นส่วนหลัก

ขั้นตอนที่ 5: การตรวจสอบคุณภาพ ตรวจสอบคุณภาพหลัง จากชิ้นงานผ่านออกมา จากห้องอบสี

ขั้นตอนที่ 6: การติดสติ๊กเกอร์ เพื่อความสวยงาม และความคงทนของสีผิว และทำการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 7: การจัดส่ง ชิ้นส่วนทุกชิ้น เมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการพ่นสีแล้ว จะถูกนำส่งไปยังหน่วยงานประกอบรถสำเร็จรูป

● กระบวนการประกอบตัวถัง (Body Assembly Process)

องค์ประกอบในการประกอบตัวถังเพื่อให้เป็นรถจักรยานยนต์สำเร็จรูป มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สายพานลำเลียง : ทำหน้าที่จับยึดตัวถังรถ และลำเลียงรถ จากจุดประกอบต้นๆ ไปสู่จุดประกอบสุดท้าย
2. จิ๊กจับตัวถังรถ : สำหรับยึดรถไม่ให้ตกลงมาจากสายพานลำเลียง
3. ประแจขันแรงบิด : เป็นประแจขันนอตที่ควบคุมมาตรฐานแรงบิด
4. ประแจลม : เป็นเครื่องมือสำหรับขันนอต และ สลักเกลียวให้แน่น ซึ่งใช้พลังงานลมจากปั๊มลม
5. ประแจช่างพื้นฐาน (เช่น ประแจปากตาย ไขควง คีม ค้อน ฯลฯ) : ใช้สำหรับขันนอต และสลักเกลียว ซึ่งเป็นเครื่องมือเสริมมิใช่เครื่องมือหลัก
6. เครื่องอัดด้วยรองลูกปืนคอ : สำหรับอัดด้วยรองลูกปืนที่คอตัวถังทั้งบนและล่าง
7. เครื่องอัดบูช : สำหรับอัดบูชเพื่อร้อยเพลลาที่สวิงอาร์ม

8. ชั้นส่วนประกอบต่างๆ :

- ชั้นส่วนหลักๆ ที่ผ่านการประกอบย่อย (Sub Assembly) แล้ว ภายในโรงงาน
- ชั้นส่วนหลักๆ ที่ผ่านการประกอบย่อยเข้าเป็นชุดแล้ว จากผู้ผลิตรับช่วงภายนอกโรงงาน
- ชั้นส่วนย่อยๆ จากผู้ผลิตรับช่วง
- ชั้นส่วนย่อยๆ จากกระบวนการผลิตภายในโรงงาน

9. พนักงานประกอบ : ทำงานประจำจุดของตนเอง โดยการนำชิ้นส่วนเข้าประกอบเป็นตัวรถ

10. รถเดินใส่ชิ้นส่วน : สำหรับใส่ชิ้นงาน และเข็นเคลื่อนย้ายแต่ละจุดทำงาน

11. ก่อ่งใส่ชิ้นส่วน : สำหรับใส่ชิ้นงานขนาดเล็กลงไว้ข้างตัวพนักงานประกอบ เพื่อให้สะดวกในการหยิบใช้

12. มาตรฐานการทำงาน และมาตรฐาน การควบคุมคุณภาพ :

- กำหนดวิธีการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการประกอบ
- กำหนดวิธีการปฏิบัติการตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพแต่ละจุดการประกอบ
- **การประกอบตัวถังรถสำเร็จรูป**

ชิ้นส่วนประกอบทุกชิ้น ทั้งชิ้นส่วนย่อย และชิ้นส่วนหลัก ที่ผ่านการผลิตจากกระบวนการต่างๆ จะถูกจัดส่งเข้ามาที่หน่วยงานประกอบตัวถัง เพื่อให้พนักงานประกอบนำชิ้นส่วนทั้งหมดเหล่านั้น เข้าประกอบเป็นตัวรถจักรยานยนต์สำเร็จรูปบนสายพานลำเลียง (Conveyor) โดยการประกอบตามลำดับขั้น ตามที่ส่วนวิศวกรรมการผลิตเป็นผู้กำหนด ซึ่งจะมีการใช้องค์ประกอบต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว เป็นองค์ประกอบในการดำเนินการ

- **การตรวจสอบคุณภาพรถสำเร็จรูป (Final Inspection)**

รถสำเร็จรูปที่ผ่านการประกอบจากสายพาน ลำเลียงทุกคัน จะถูกตรวจสอบคุณภาพ ตามรายการต่างๆ ที่ระบุไว้ในมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งหน่วยงานประกัน และควบคุมคุณภาพ จะเป็นผู้กำหนด



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนหลักๆ ในการประกอบรถ

- **หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย (Final Inspection Standard)**

1. ความเรียบร้อยภายนอก

- ความเรียบร้อยในการประกอบ
- รอยตำหนิการพ่นสี
- การรื้อชิ้น

2. การติดเครื่องยนต์

- ติดเครื่องได้
- การวิ่ง
- การฟังเสียงเครื่องยนต์เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติ

3. ระบบไฟฟ้า

- ไฟหน้า/ไฟเลี้ยว/ไฟเบรก/ไฟสัญญาณทั้งหมด
- แตร
- เรือนไมล์

4. ระบบเบรก

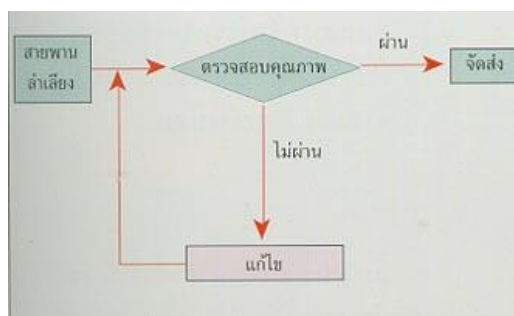
- เบรกหน้า/หลัง

5. ระบบบังคับเลี้ยว

- ความคล่องตัว

6. การควบคุมมลพิษจากไอเสีย

- คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- ไฮโดรคาร์บอน (HC)



รูปที่ 2.6 แผนผังแสดงระบบการควบคุมคุณภาพ

นอกเหนือจากการตรวจสอบคุณภาพในขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้ผลิตได้กำหนดให้มีการตรวจสอบ และยืนยันมาตรฐานของงานที่มีคุณภาพ ในทุกขั้นตอน โดยจัดเป็นกิจกรรม เพื่อควบคุมคุณภาพ ไว้ในการทำงานขั้นตอนต่างๆ ตัวอย่างเช่น ๕ ส กิว.ซี.ซี. (QCC ; Quality Control Circle) ที.พี.เอ็ม. (TPM ; Total Productive Maintenance) ไอ.อี. (IE; Industrial Engineering) เป็นต้น

● การจัดส่งมอบ

รถจักรยานยนต์ทุกคัน เมื่อผ่านการรับรองคุณภาพ จากหน่วยงานควบคุมคุณภาพแล้ว จะถูกบันทึกควบคุมหมายเลขเครื่องยนต์ และเก็บประวัติไว้ทั้งหมด เพื่อใช้ประโยชน์ในการสอบ ทวน กลับเมื่อถึงเวลาจำเป็น จากนั้นจะลำเลียงรถ ไปยังสถานที่จัดเตรียม เพื่อส่งให้กับผู้จำหน่าย ต่อไป

สำหรับรถจักรยานยนต์ประเภทสกูตเตอร์ (Scooter) ยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทย อาจมีสาเหตุมาจากสภาพถนน ซึ่งยังไม่สะดวกต่อการขับขี่ในต่างจังหวัด โดยเฉพาะช่วงฤดูฝน ซึ่งในอนาคต หากสภาพถนนดีขึ้นแล้ว ความนิยมรถจักรยานยนต์ ก็อาจจะมามากขึ้นเหมือนกับในประเทศอื่น

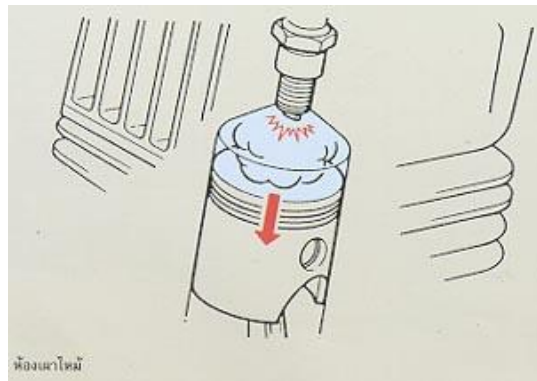
2.1.3 ประเภทรถจักรยานยนต์

รถจักรยานยนต์ทั่วไปที่มีใช้งานอยู่ในประเทศไทยและทั่วโลก จะเป็นรถจักรยานยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีน (Gasoline) คือ น้ำมันเบนซิน เป็นเชื้อเพลิงถึงเกือบ 100 % เราสามารถแบ่งประเภทของรถจักรยานยนต์ ตามชนิดของเครื่องยนต์ได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. รถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบ 2 จังหวะ (2 Stroke)
2. รถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะ (4 Stroke)

2.1.4 หลักการทำงานของเครื่องยนต์

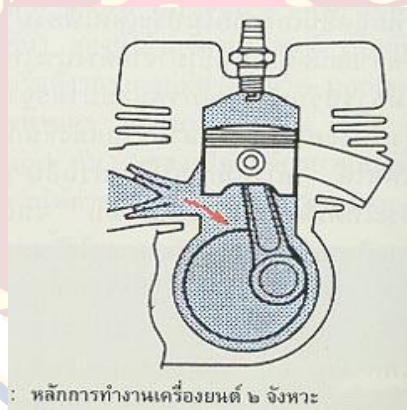
น้ำมันเบนซินถูกทำให้ผสมกับอากาศด้วยเครื่องผสมน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ หรือคาร์บูเรเตอร์ (Carbureter) จนกลายเป็นไอ แล้วถูกส่งเข้าไปในกระบอกสูบ และไอน้ำมันถูกแรงอัดของลูกสูบอัดจนเหลือปริมาตรน้อยลง เมื่อหัวเทียนจุดประกายไฟออกมาเผาไหม้ไอดังกล่าว ทำให้เกิดการระเบิดในห้องเผาไหม้ จึงเกิดแรงดันผลักดันลูกสูบให้เคลื่อนลง จึงกลายเป็นพลังงานถ่ายทอดผ่านกลไกต่างๆ ไปขับเคลื่อนล้อให้หมุนไป



รูปที่ 2.7 ห้องเผาไหม้

- หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

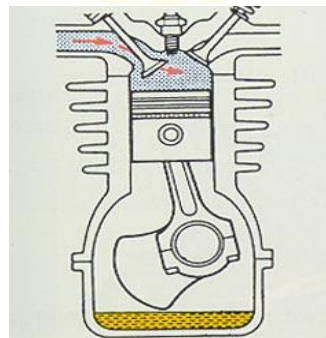
เครื่องยนต์ 2 จังหวะ หมายถึง เพลา ข้อเหวี่ยงหมุน 1 รอบ (1 กลวัตร) เครื่องยนต์ทำงานไป 2 จังหวะ



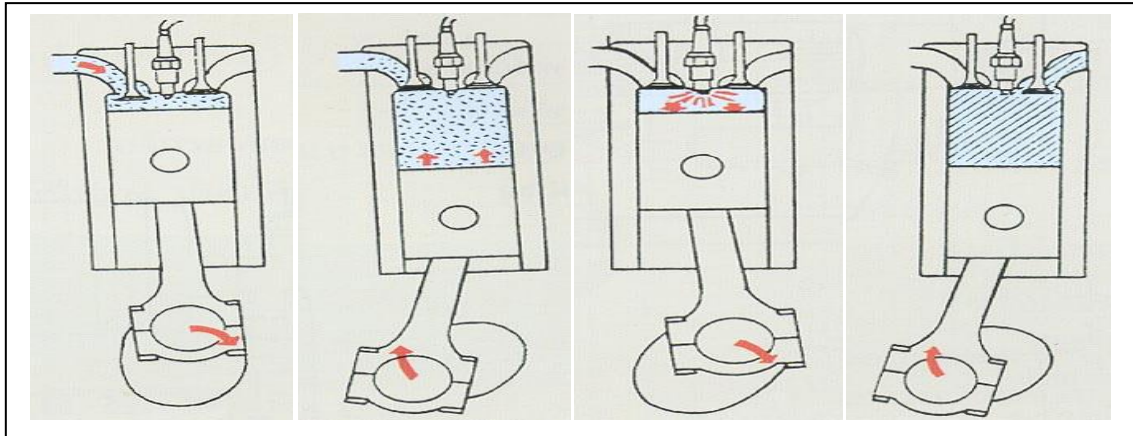
รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

- หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

เครื่องยนต์ 4 จังหวะ หมายถึง เพลา ข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ เครื่องยนต์ทำงานไป 4 จังหวะ



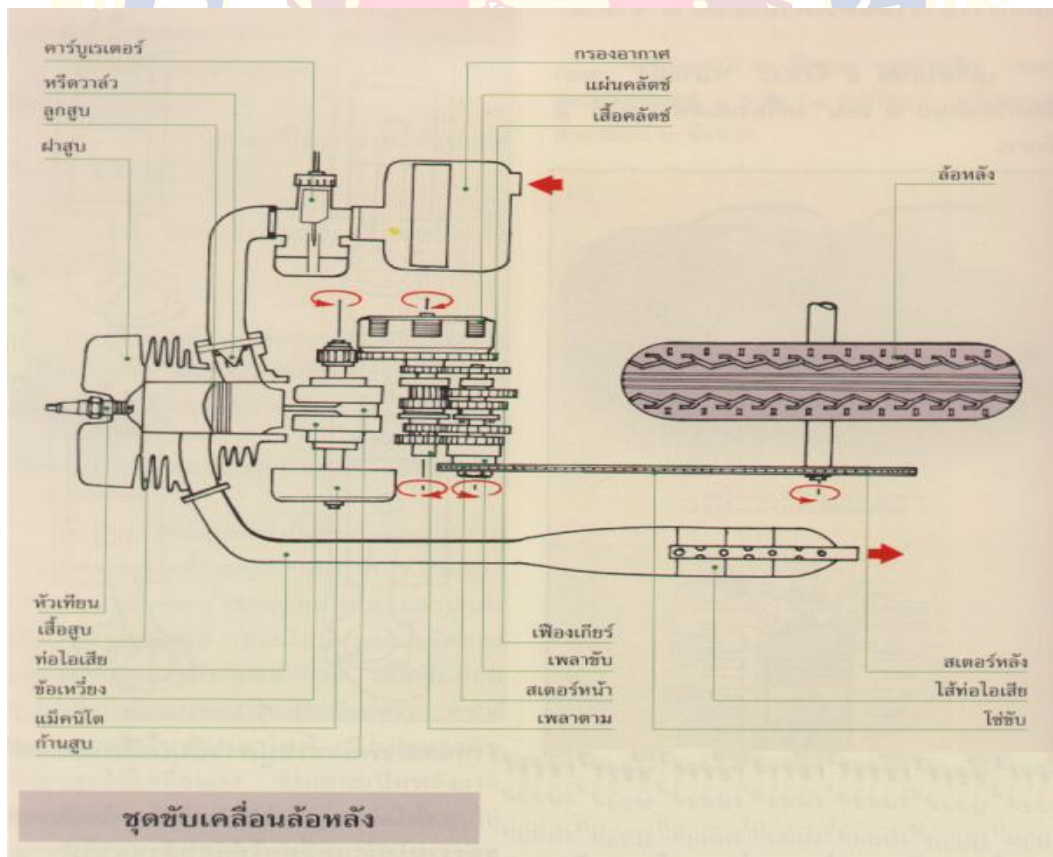
รูปที่ 2.9 เครื่องยนต์ประเภท 4 จังหวะ



รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของเครื่องยนต์4จังหวะ 1.จังหวะดูด 2.จังหวะอัด 3.จังหวะระเบิด 4.จังหวะไอเสีย

- จากแหล่งพลังงานสู่การขับเคลื่อนล้อหลัง

ตั้งแต่การจุดระเบิดในห้องเผาไหม้ จนเกิดพลังงานไปขับเคลื่อนให้ล้อหลังหมุนไป เราสามารถทำความเข้าใจตั้งแต่ต้นจนจบ ได้ดังนี้



รูปที่ 2.11 หลักในการขับเคลื่อนล้อหลังรถจักรยานยนต์

- **กระบอกสูบของเครื่องยนต์**

กระบอกสูบของเครื่องยนต์มี 2 แบบ คือ

1. ชนิดมีสูบเดียว

คุณสมบัติ : ปริมาตรความจุต่ำ ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา

2. ชนิดมี 2 สูบ - 4 สูบ

คุณสมบัติ : ปริมาตรความจุมาก แรงม้า (กำลังของเครื่องยนต์) สูง การทำงานราบเรียบกว่า

- **ระบบระบายความร้อน**

1. ระบายความร้อนด้วยอากาศปะทะขณะรถวิ่ง

2. ระบายความร้อนด้วยอากาศจากพัดลม

3. ระบายความร้อนด้วยน้ำ

4. ระบายความร้อนด้วยน้ำมัน

- **ระบบการขับเคลื่อน**

1. ขับด้วยโซ่ - เปลี่ยนอัตราทดได้ง่าย

2. ขับด้วยเพลาลูกเบี้ยว - ประหยัดในการบำรุงรักษา

3. ขับด้วยสายพาน - ทำงานนี้มนวลไม่กระตุก

- **ระบบหล่อลื่น**

1. ระบบหล่อลื่นแบบแยกส่วน สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ โดยปั๊มออโตลูบ (Automatic Lubrication)

2. ระบบหล่อลื่นแบบรวม สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

2.1.5 รายการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอบื้องต้นของรถจักรยานยนต์

รายการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอบื้องต้นของรถจักรยานยนต์

1. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง-เฟืองท้าย

2. เปลี่ยนหัวเทียน

3. เปลี่ยนผ้าเบรคหน้า-หลัง

4. เปลี่ยนหลอดไฟหน้า-ไฟท้าย

5. เปลี่ยนหลอดไฟเลี้ยวซ้ายขวาหน้า-หลัง

6. เปลี่ยนใส่กรอง
7. เปลี่ยนยางนอก
8. เปลี่ยนยางใน
9. เปลี่ยนเบตเตอร์
10. เติมลมยาง
11. อื่นๆ

2.1.6 ทฤษฎีที่นำมาใช้

- **การศึกษาการทำงาน**

“การศึกษาการทำงาน” (Work Study) เป็นคำที่ใช้แทนถึงวิธีการต่างๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และ การวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษาอย่างมีระเบียบถึงการทำงานของคน และพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐกิจของการทำงานเพื่อการปรับปรุงการทำงานนั้นๆ ให้ดีขึ้น

การศึกษาการทำงานจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มผลผลิต เราจึงใช้การศึกษาการทำงานนี้มาช่วยในการเพิ่มผลผลิตจากทรัพยากรที่มีเดิมด้วยค่าใช้จ่ายการลงทุนที่น้อยลง

การศึกษาการทำงานเป็นที่รู้จักกันในนามของ การศึกษาเวลาและการเคลื่อนที่ (Time and Motion Study) แต่เนื่องจากผลงานจากการวิวัฒนาการทางวิธีการเหล่านี้และผลจากการใช้งานอย่างกว้างขวาง เราจึงนิยามนั้นใหม่ว่า “การศึกษาการทำงาน” แทน

- **การจดบันทึกงาน**

การพัฒนาวิธีการที่ปรับปรุงใหม่ หัวใจของเรื่องนี้จึงอยู่ที่ว่าการจดบันทึกนั้นต้องชัดเจนและรวบรัด โดยทั่วไปแล้วการจดบันทึกมักกระทำกันโดยการเขียนข้อความไว้ แต่วิธีการนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้จดบันทึกทุกขั้นตอนของขบวนการผลิตที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เลยในอุตสาหกรรมสมัยนี้ โดยเฉพาะเมื่อต้องการจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นจริงๆ ในรายละเอียดของทุกๆ นาทีของขบวนการผลิตหรือทุกการปฏิบัติงานในรายงานผลิต การบันทึกอย่างละเอียดถึงทุกๆ สิ่งที่ทำ การปฏิบัติงานในงานง่ายๆ ซึ่งประกอบด้วยการทำงานเพียงสองสามนาทีอาจจะใช้หลายหน้ากระดาษในการเขียนลงไปและต้องทบทวนอย่างละเอียดอีกก่อนที่จะส่งไปให้คนทุกๆ ไปอ่าน

เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ใดก็ตามเมื่ออ่านแล้วต้องเข้าใจในสิ่งที่ต้องการให้เขาเข้าใจจนเขาสามารถสร้างเค้าโครงด้วยจินตนาการได้ดังกับเขาไปเห็นมาด้วยตา

เพื่อขจัดอุปสรรคอันยุ่งยากนี้ จึงมีการพัฒนาเทคนิคหรือ “เครื่องมือ” สำหรับใช้ในการจดบันทึกของสายงานนี้ขึ้นมา รายละเอียดต่างๆ ที่ได้มาจะถูกบันทึกอย่างกระชับในรูปแบบฟอร์มมาตรฐาน การบันทึกแบบพิเศษลงบนแบบฟอร์มแบบมาตรฐานมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องอยู่ในวงการ การศึกษาวิธีการไม่ว่าเขาจะทำงานอยู่ในโรงงานใดก็ตามหรืออยู่ประเทศไหนก็ตามเข้าใจเหมือนกันหมด

เทคนิคในการจดบันทึกในสายงานนี้ที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปก็คือ แผนภูมิไดอะแกรม แผนภูมิมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้มีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสมกับแต่ละงานรายละเอียดเกี่ยวกับแผนภูมิและไดอะแกรมจะได้กล่าวต่อไปในบทนี้และบทต่อไป ส่วนในตอนนี้จะกล่าวถึงเรื่องแผนภูมิอย่างกว้างๆ ก่อนแผนภูมิต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้สองกลุ่มคือ

(ก) พวกที่ใช้สำหรับบันทึกลำดับของขบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเรียงกันมาตามลำดับก่อนหลัง พวกนี้ไม่มีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง

(ข) พวกที่ใช้บันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและลำดับก่อนหลังเหมือนกันแต่มีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นผลกระทบต่อกันของเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องสามารถศึกษาได้ง่าย แผนภูมิประเภทนี้เป็นแผนภูมิที่เกี่ยวกับขั้นตอนของการผลิต

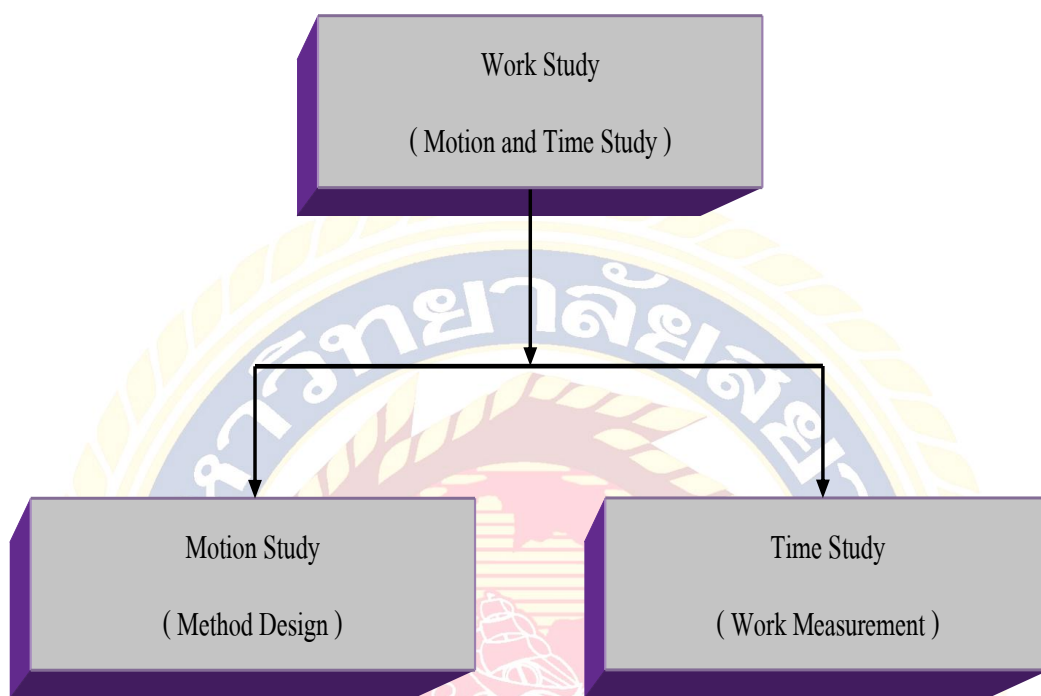
● การศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลา (Motion and Time Study)

การศึกษากการทำงาน เป็นวิธีการที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิธีการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลา (Motion and Time Study) แต่เนื่องจากผลงานจากการวิวัฒนาการทางวิธีการเหล่านี้และผลการใช้งานอย่างกว้างขวาง จึงนิยามนามใหม่ว่า “ การศึกษากการทำงาน ” โดย Frederick W. Taylor และ Frank B. Gilbreth เป็นผู้นำวิธีการบริหารงานตามหลักวิทยาศาสตร์มาใช้จนเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในปลายศตวรรษที่ 19 – 20 โดย Frederick W. Taylor เป็นบุคคลแรกที่ริเริ่มค้นคว้าหาหลักเกณฑ์ในการทำงานให้มีประสิทธิภาพ จนถือเป็น บิดาของการบริหารงานแบบวิทยาศาสตร์ (Father of Scientific Management) ต่อมาการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลาได้ขยายเพิ่มขึ้น โดยเดิมทีการศึกษาการเคลื่อนที่จะพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากการ

ทำงานของร่างกายประกอบรวมกับการจัดสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของคนงานโดยเฉพาะ ต่อเมื่อมีการใช้เครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการผลิตของขายของการศึกษาจึงกว้างขึ้นมากกลายเป็น “การศึกษาวิธี” (Method Study) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาการเคลื่อนที่โดยจะเป็นการศึกษาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมและใช้หลักการปรับปรุงพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ที่ดีกว่าเดิม ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น ความสูญเสียลดลง และต้นทุนการผลิตต่ำลง ในส่วนของการศึกษาเวลาเนื่องจากเป็นกระบวนการวัดเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานและเก็บข้อมูลเวลาทำงาน ใช้เป็นการวัดผลงานส่วนหนึ่ง การวัดผลงานสามารถทำได้ด้วยกระบวนการอื่น ๆ อีกนอกเหนือจากการศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลา จึงพัฒนาเป็นวิชา “การวัดผลงาน” (Work Measurement) ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาเวลาการสู่่งงาน การใช้เวลามาตรฐาน ฟิสิกส์เทอร์มินและการใช้ข้อมูลมาตรฐานเวลาที่วิจัยเป็นฐานข้อมูลประกอบการใช้งานการวัดผลงาน และในปัจจุบันได้มีการให้ความหมายของการศึกษาการทำงานไว้ว่า ดังนี้ ดร. วันชัย วิจิรวณิช ได้ให้ความหมายของการศึกษาการทำงานไว้ว่า “การศึกษางาน (Work Study) คือการศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่างๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และใช้ประโยชน์ด้านการพัฒนามาตรฐานของการทำงานและเวลาการทำงาน รวมไปถึงการใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่งเสริมจูงใจบุคลากรนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต”

- การวัดงาน (Work Measurement) คือ การศึกษาเวลา (Time Study) เป็นการศึกษาเพื่อวัดปริมาณงานออกมาเป็นหน่วยเวลาหรือกำหนดหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ เช่น การวางแผนการผลิต การปรับปรุงคุณภาพของสายการผลิต เป็นข้อมูลในการจ่ายค่าแรงจูงใจหรือกำหนดมาตรฐานการผลิต (Production Standard)
- การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) คือ การวิเคราะห์การปฏิบัติงานเพื่อจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกและคิดหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงาน รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน เครื่องมือต่างๆ และการเพิ่มประสิทธิภาพของงาน

- การศึกษาการเคลื่อนไหวและการศึกษางาน โดยมีความหมายที่เหมือนกัน คือ การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ดังนั้นต่อมาจึงมีผู้นิยมใช้คำว่า “การศึกษาวิธีการทำงาน” แทนคำว่า “การศึกษาการเคลื่อนไหว” นั่นเอง



รูปที่ 2.12 การศึกษาการทำงาน

• วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิธีการทำงานมีดังนี้

- 1 เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น
- 2 เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้มีความสะดวก เข้าใจง่าย และสามารถลดความเมื่อยล้าได้
- 3 เพื่อปรับปรุงการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น
- 4 เพื่อลดขั้นตอนการทำงานให้สะดวกรวดเร็วต่อกระบวนการทำงาน
- 5 เพื่อกำหนดพัฒนาการเคลื่อนย้ายการหยิบอุปกรณ์ให้เหมาะสม
- 6 เพื่อลดการสูญเสียเวลาที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการทำงาน

- **การบันทึกข้อมูลวิธีการทำงาน**







การบันทึกข้อมูล (Record form direct observation) เป็นการรวบรวมข้อมูลและการบันทึกข้อเท็จจริงทั้งหมดที่เกี่ยวกับวิธีการทำงาน การแสดงลำดับขั้นตอนวิธีการทำงาน และเวลาที่ใช้ในการทำงาน เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีขึ้นได้

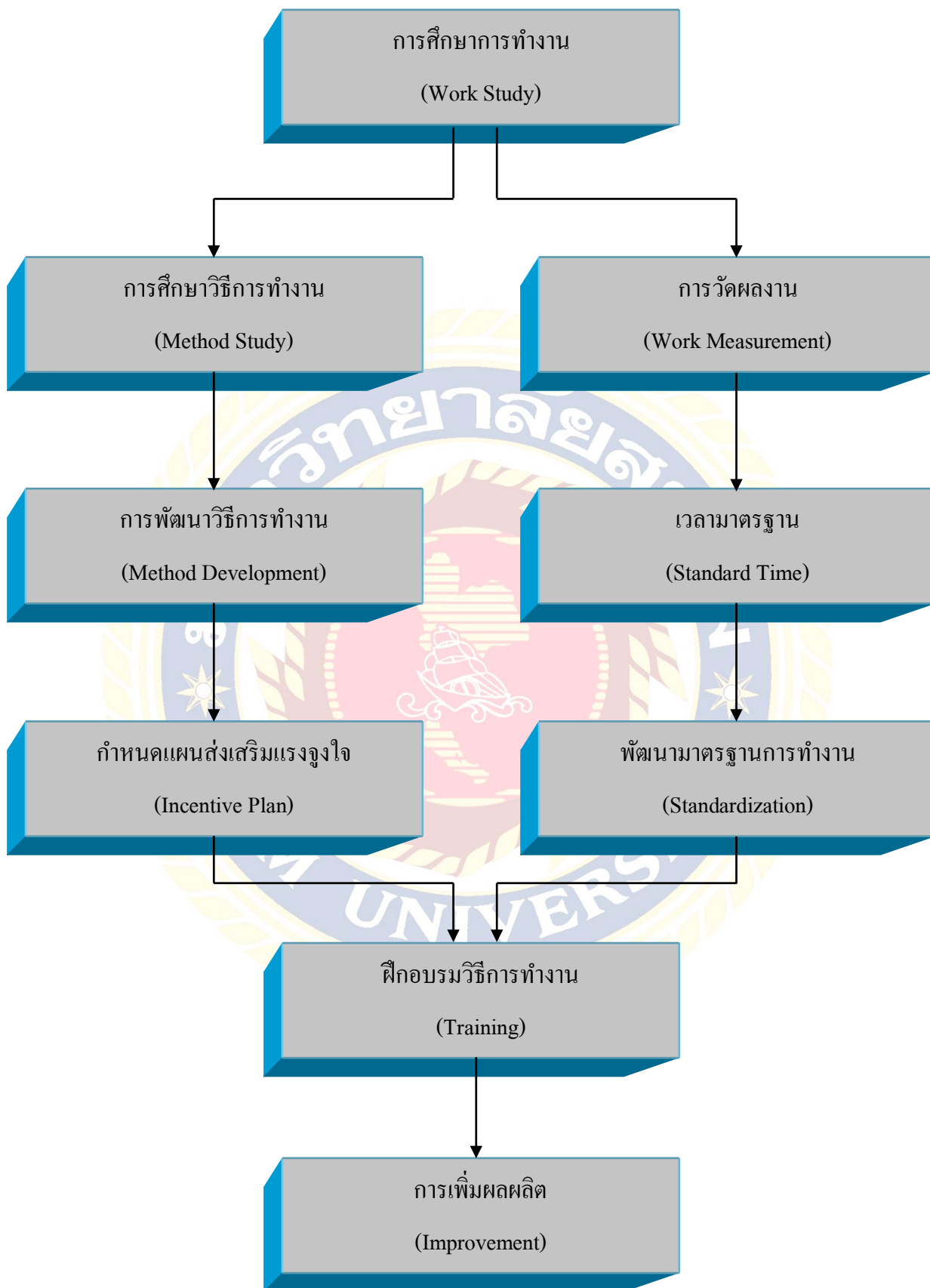
การบันทึกข้อมูลนิยมใช้รูปแบบของแผนภูมิ (Flow process chart) โดยจะบันทึกขั้นตอนการทำงานทั้งก่อนและหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานนั้น การบันทึกข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิจะใช้สัญลักษณ์เป็นมาตรฐานสากลแทนขั้นตอนต่างๆ ของการทำงาน เพื่อความสะดวกและง่ายต่อความเข้าใจในการปรับปรุงและแก้ไขการปฏิบัติงาน

- **สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกกระบวนการ (Process chart symbols) มีดังนี้**

- การปฏิบัติงาน (Operation) สัญลักษณ์ คือ ○ แสดงถึงขั้นตอนหลักของการปฏิบัติงาน
- การตรวจสอบ (Inspection) สัญลักษณ์ คือ □ แสดงถึงการตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณของงาน
- การเคลื่อนย้าย / ขนส่ง (Transport) สัญลักษณ์ คือ → การเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เคลื่อนที่ ของผู้ปฏิบัติงาน วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง
- การรอคอย / ล่าช้า (Delay) สัญลักษณ์ คือ D แสดงถึงการเกิดการล่าช้าในขั้นตอนของงาน เช่น การรอคอยงานจากผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ก่อนหน้าหรือการที่ชิ้นงานถูกวางหรือหยุดชะงักชั่วคราวทำให้เกิดการล่าช้า
- การหยุด / การเก็บถาวร (Storage) สัญลักษณ์ คือ ▽ แสดงถึงการเก็บรักษาสิ่งของ
- กิจกรรมรวม (Combined activities) แสดงถึงการทำกิจกรรมต่างๆ ในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น การปฏิบัติงานไปพร้อมกับการตรวจสอบงานก็แสดงสัญลักษณ์ □ เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกกระบวนการ (Process chart symbols)

สัญลักษณ์	คำอ่าน	ความหมาย
	(Operation)	การปฏิบัติงาน
	(Inspection)	การตรวจสอบ
	(Transport)	การเคลื่อนย้าย
	(Delay)	การรอคอย
	(Permanent Storage)	การหยุดหรือการเก็บถาวร
	(Combined activities)	กิจกรรมรวม



รูปที่ 2.13 การศึกษางาน

2.1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัจฉรา วัฒนานนท์ (2543). สรุปผลมาตรฐานการผลิตฝาสุบยานยนต์ ผลการศึกษาในปัจจุบันพบว่า การวางแผนการผลิตไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่กำหนดไว้ ดังนั้นผลจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นการผลิตลูกสูบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 70% ของการผลิต เนื่องจากปัจจุบันในสายการผลิตใช้ CYCLE TIME ซึ่งเป็นการนำมาใช้โดยไม่ได้มีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักการของ Time Study การปฏิบัติงานของ CYCLE TIME ของพนักงานซึ่งในรอบการปฏิบัติงานนี้จะมีการทำมาตรฐานไว้ในหลายระดับกำลังการผลิต ดังนี้คือ CYCLE TIME ที่ 2.3 นาทีต่อชิ้น , 2.5 นาทีต่อชิ้น การวางแผนการผลิตในเดือนกรกฎาคม 2543 ซึ่งพบว่ามีความคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 8 ซึ่งถือว่ายอมรับได้ในระดับหนึ่ง

ปฐมพงษ์ หอมศรี , จักมिरพรรณ คงชนะ (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน : กรณีศึกษาโรงงานผลิตปั้มน้ำรถยนต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักที่จะนำแนวคิดของการผลิตแบบลีนเข้าไปปรับปรุงกระบวนการผลิตคลัทช์ โดยมุ่งกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ผลจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนพบว่า ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 67.44 เวลานำในการส่งมอบชิ้นส่วนให้ลูกค้าลดลงร้อยละ 16.82 พื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนลดลงร้อยละ 11.43 และวัสดุคงคลังในกระบวนการผลิตและสินค้าสำเร็จรูปลดลงร้อยละ 16.83 ลดพื้นที่ในการทำงานลง 4 ตารางเมตรหรือร้อยละ 11.43 และพนักงานในกระบวนการผลิตลดลงร้อยละ 11.11 รวมแล้วสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของโรงงานตัวอย่างเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 40,271,196.80 บาทต่อปี

กิริติ ตรีสุวรรณ (2537). ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตคลัทช์รถยนต์ วัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีการเพิ่มผลผลิตของการขาดประสิทธิภาพและความไม่ประหยัดวิธีการ คือ จัดทำเวลายาตราฐานของการผลิต ปรับปรุงวิธีการทำงานละฝ้งการผลิตของการทำงาน ผลจากการศึกษาพบว่า การปรับปรุงการทำงานสามารถลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการผลิตลง เวลาการผลิตของวิธีการเดิมเฉลี่ยคือ 0.25 นาที/ชิ้น หลังจากการปรับปรุงสามารถลดเวลาในการผลิตลงเหลือเพียง 0.18 นาที/ชิ้น เหลือลดลงร้อยละ 28 ค่าจ้างแรงงานการผลิตของวิธีการเดิมเฉลี่ยคือ 4.77 บาท/ชิ้น หลังจากการปรับปรุงสามารถลดค่าจ้างแรงงานการผลิตให้เหลือเพียง 3.32 บาท/ชิ้น หรือลดลงร้อยละ 30.40

ณัฐวัฒน์ ฉันทนโพธิ์กุล (2558). การปรับปรุงเวลารอบในการผลิตสำหรับกระบวนการประกอบสายไฟรถยนต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้กับโรงงานอุตสาหกรรมรถยนต์ โรงงานตัวอย่างมีกำลังการผลิตสายไฟสำหรับรถยนต์ OEM อยู่ที่เฉลี่ย 55 ชิ้นต่อวัน หรือประมาณ 7 ชิ้นต่อชั่วโมง ในช่วงเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ความต้องการของลูกค้าในปัจจุบันอยู่ที่ 70 ชิ้นต่อวันในช่วงเวลางานปกติ ผลการวิจัยพบว่ามีสองแนวทางหลักในการแก้ปัญหา ได้แก่การใช้รถเข็นในการเคลื่อนย้ายวัสดุ และไม้ลำเลียงชิ้นส่วนเพื่อช่วยเคลื่อนย้ายวัตถุนานเล็ก โดยทั้งสองแนวทางสามารถลดเวลาการผลิตจากสูงสุดที่ 504 วินาทีต่อรอบ ลดลงเหลือสูงสุดที่ 405 วินาที ซึ่งลดลงไป 19.6% และภายในช่วงสองเดือน (พฤษภาคม 2558 ถึงเดือนมิถุนายน 2558) หลังการปรับปรุงเวลาผลิตและประกอบสายไฟรถยนต์ ผลผลิตสามารถเพิ่มขึ้นได้จากเดิมที่เฉลี่ย 1454 ชิ้นต่อเดือน เป็นเฉลี่ยที่ 1836 ชิ้นต่อเดือน หรือ 26.5% เพิ่มขึ้นจากเดิม โดยอัตราการผลิตต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นจากเดิมที่ 7 ชิ้นต่อชั่วโมงเป็นเฉลี่ย 8.83 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งทำให้ส่งผลต่อการผลิตต่อวันที่เพิ่มขึ้นจากเฉลี่ยที่ 55 ชิ้นต่อวันเป็น 70 ชิ้นต่อวัน ในเวลาการผลิตปกติที่แปดชั่วโมงงาน

ซัชชล เกียรติวิริสกุล (2560). การปรับปรุงขั้นตอนการออกใบอนุญาตก่อสร้าง การศึกษานี้ได้นำหลักการของการศึกษาการทำงานเข้ามาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเหตุของปัญหาและกำหนดแนวทางในการควบคุมการให้บริการออกใบอนุญาตก่อสร้าง / ดัดแปลง / รื้อถอนอาคาร เพื่ออำนวยความสะดวกและลดขั้นตอนลดเวลาในการให้บริการแก่ประชาชน และทำการสำรวจความพึงพอใจผลการศึกษาพบว่าสามารถลดระยะเวลาดำเนินการออกใบอนุญาตให้กับประชาชนจากเดิม 30 วัน ลดเหลือ 14 วัน และสำหรับการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในด้านต่างๆ พบว่าด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ ประชาชนพึงพอใจระดับดี (3.59) ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ ประชาชนพึงพอใจระดับดี (3.35) และด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ประชาชนพึงพอใจระดับดี (3.43)