

บทที่ 5

การออกแบบวิศวกรรมและต้นทุน

บทนำ

การออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design) เป็นหัวใจของการพัฒนาและเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งความสามารถในการออกแบบจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการแข่งขัน สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ ม.จ.ธ. (2004) และการออกแบบนี้เองจะเป็นตัวกำหนดได้ว่าจะต้องเสียต้นทุนมากหรือน้อยเท่าไรในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบนั้นมีมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ซึ่งมนุษย์จะนำสิ่งที่มิในธรรมชาติมาเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิต เช่น การล่าสัตว์ การอาศัยอยู่ในถ้ำ การใช้ส่วนต่างๆของสัตว์เป็นเครื่องนุ่งห่มและการนำพืชต่างๆมาใช้เป็นยารักษาโรค เป็นต้น (สกนธ์ ภู่งามดี, 2545, 91) หรือพูดกันแบบง่ายๆก็คือปัจจัย 4 นั้นเอง แต่ถึงอย่างไรก็ตามเพื่อความอยู่และให้รอดพ้นจากภัยธรรมชาติท่ามกลางสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง มนุษย์จึงมีการพัฒนาตนเองขึ้นมาเรื่อยๆค่อยๆปรับสภาพตามสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงให้มีความคิดที่จะเอาชนะธรรมชาติ รู้จักคิดประดิษฐ์สิ่งต่างๆไม่ว่าจะเป็นพาหนะเพื่อเพิ่มความรวดเร็ว เครื่องประดับ เครื่องแต่งกาย เครื่องใช้ต่างๆ การคิดลดทอนเพื่อความสวยงามด้วย การกระทำและการคิดที่วานี้ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบ แต่ทั้งนี้การกระทำและการคิดที่เรียกได้ว่าการออกแบบของมนุษย์นั้น ต้องมีการทดลองและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นไปพร้อมกันด้วย เช่น การสังเกตเห็นว่า เมื่อดินเหนียวถูกเผาไหม้ก็จะแข็งตัวและไม่ละลายน้ำสิ่งที่สังเกตได้นี้เป็นพื้นฐานความคิดของการทำเครื่องปั้นดินเผา จากการที่คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่และการดัดแปลงรูปทรงธรรมชาติให้เป็นไปตามความพอใจนี้ถือได้ว่าเป็น การเริ่มต้นของการออกแบบโดยมนุษย์และเป็นพื้นฐานของพัฒนาการการออกแบบในเวลาต่อมาไม่ว่าจะเป็นการสร้างอักษรขึ้นมาใช้ การพัฒนาทางด้านวัตถุและโครงสร้าง การคิดออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้นำมาใช้ประโยชน์จนถึงการก่อสร้างบ้านเรือนที่พักอาศัย

ปัจจุบันในการดำเนินงานทางธุรกิจอุตสาหกรรม การออกแบบได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ต่างๆและเป็นส่วนหนึ่งของการลดต้นทุน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่อุตสาหกรรม เป็นต้น การออกแบบเปรียบได้กับการวางแผนสร้างสรรค์รูปแบบสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ แบบที่ได้ถูกออกแบบมานั้นจะถูกนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์โดยนักประดิษฐ์หรือวิศวกรเป็นผู้สร้าง จะเห็นได้จากในอดีต มีนักประดิษฐ์มากมายที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็น เจมส์ วัตต์ ซึ่งเป็นนักประดิษฐ์ชาวอังกฤษที่รู้จักกันดีในนามของผู้ประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำที่มีประสิทธิภาพและส่งผลให้วงการอุตสาหกรรมในขณะนั้นมีความเจริญก้าวหน้า โทมัส อัลวา เอดิสัน

ประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์จำนวนมากกว่า 1,000 ชิ้น นอกจากนี้เขายังปรับปรุงเครื่องใช้ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่นประดิษฐ์หลอดไฟฟ้า เครื่องเล่นจานเสียง กล้องถ่ายภาพยนตร์ เครื่องขยายเสียง หีบเสียงเครื่องบันทึกเสียง **นิโคลอส ออกัส ออโตโต** ชาวเยอรมันได้พัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายในและ **ลีโอนาโด ดา วินชี** ผู้เป็นทั้งจิตรกรและนักวิทยาศาสตร์ ชาวอิตาลีที่ยิ่งใหญ่ ผลงานที่สร้างชื่อ “Mona Lisa” ซึ่งถือได้ว่าเป็นบิดาซึ่งเป็นตัวกำหนดของการออกแบบ

ประเภทของการออกแบบ

1. **การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design)** เป็นการออกแบบเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ ที่เน้นประโยชน์ใช้สอยผนวกกับการใช้คุณค่าทางความงามเป็นปัจจัยที่ทำให้งานออกแบบสวยงาม น่าสนใจควบคู่กับประโยชน์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การออกแบบจะมีความทันสมัยและซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีและวิทยาการต่างๆที่มีมากมาย

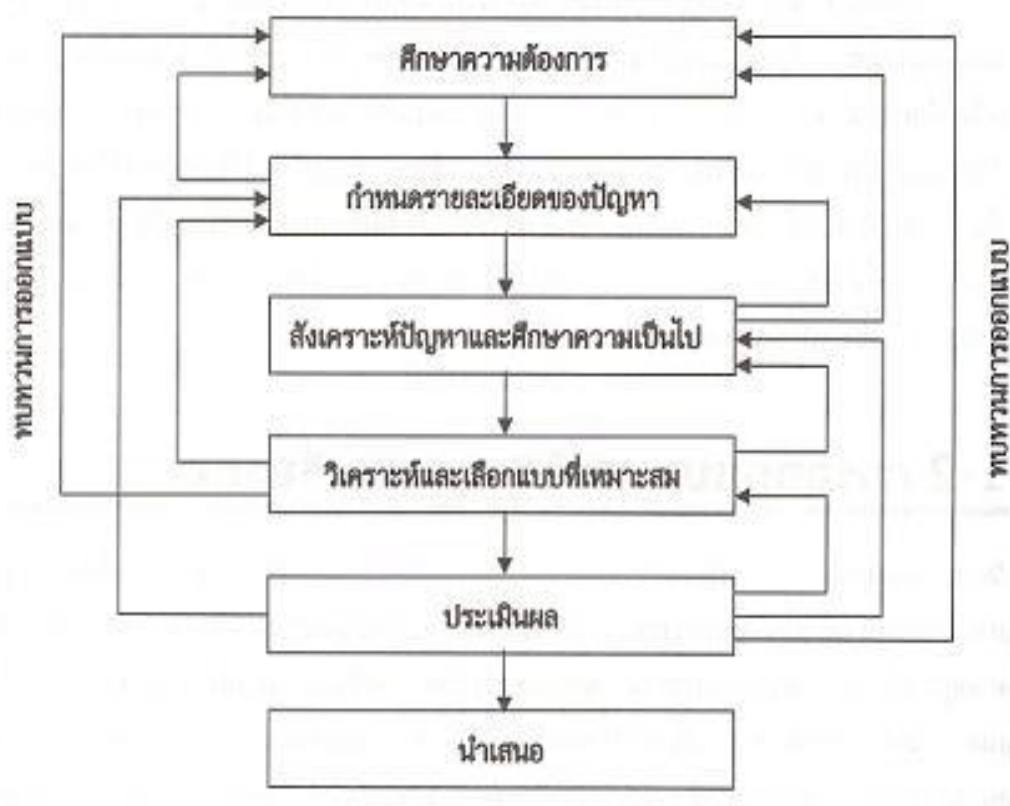
2. **การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative design)** เป็นการออกแบบในลักษณะสองหรือสามมิติที่เสนอความคิดทางด้านงานเพื่อให้เกิดอารมณ์และความรู้สึกนึกคิด จินตนาการของผู้ชมผลงาน (ไรดา เก่งเขตรกิจ, 2527, 4)

3. **การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design)** เป็นการออกแบบเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกัน ต้องใช้ความรู้ความสามารถและเทคโนโลยีในการผลิตสูง ผู้ออกแบบคือ วิศวกร ซึ่งจะรับผิดชอบในเรื่องของประโยชน์ใช้สอย ความปลอดภัยและ กรรมวิธีในการผลิต บางอย่างต้องทำงาน ร่วมกันกับนักออกแบบสาขาต่าง ๆ ด้วย งานออกแบบประเภทนี้ได้แก่

- งานออกแบบเครื่องใช้ไฟฟ้า
- งานออกแบบเครื่องยนต์
- งานออกแบบเครื่องจักรกล
- งานออกแบบเครื่องมือสื่อสาร
- งานออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ฯลฯ

กระบวนการในการออกแบบ

มีคำถามเป็นจำนวนมากที่วิศวกรผู้ออกแบบจะต้องหาคำตอบว่าจะเริ่มต้นออกแบบอย่างไร จะต้องมีการจัดบันทึกแนวคิดอย่างไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีส่วนในการควบคุมการตัดสินใจและขั้นตอนการออกแบบอย่างไร (ภาณุฤทธิ์ ยุคตะทัต, 2547, 4)



ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนในการออกแบบ

จากภาพที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการในการออกแบบ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาความต้องการ

ก่อนการออกแบบวิศวกรต้องทำการศึกษาถึงความต้องการของสังคมก่อนว่ามีความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์อะไรบ้างซึ่งในขั้นตอนนี้วิศวกรเองต้องมีจินตนาการผสมกับความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

2. การกำหนดรายละเอียดของปัญหา

เมื่อเราทราบถึงความต้องการแล้วและสามารถกำหนดการออกแบบได้แล้ว วิศวกรจำเป็นต้องกำหนดหลักเกณฑ์ที่จะใช้ในการออกแบบ กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะต่างๆของชิ้นงานที่จะออกแบบไม่ว่าจะเป็นขนาด ข้อจำกัดต่างๆ ต้องการผลิตเท่าไรและมีความน่าเชื่อถือเพียงใด

3. การสังเคราะห์ปัญหาและศึกษาความเป็นไปได้

เมื่อกำหนดหลักเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบแล้ว ก็จะต้องนำรายละเอียดของปัญหานั้นมาทำการศึกษาความเป็นไปได้ของชิ้นงานที่จะทำการออกแบบทั้งด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ วิธีการแก้ไขปัญหา สังเคราะห์ ศึกษาความเป็นไปได้ ข้อดี-ข้อเสียและตามด้วยการสเก็ตรูปร่างอย่างง่าย หากพบว่าไม่สามารถออกแบบชิ้นงานได้ให้กลับไปทบทวนหลักเกณฑ์และรายละเอียดใหม่

4. การวิเคราะห์และเลือกแบบที่เหมาะสม

เมื่อทราบว่ามีความเป็นไปได้ในการที่จะสร้างชิ้นงานให้เป็นไปตามแบบแล้วก็ต้องมาวิเคราะห์ว่าจะสามารถใช้งานได้ดีเพียงใด ประสิทธิภาพเป็นอย่างไรบ้างและนอกจากนี้วิศวกรต้องใจกว้างยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ

5. การประเมินผล

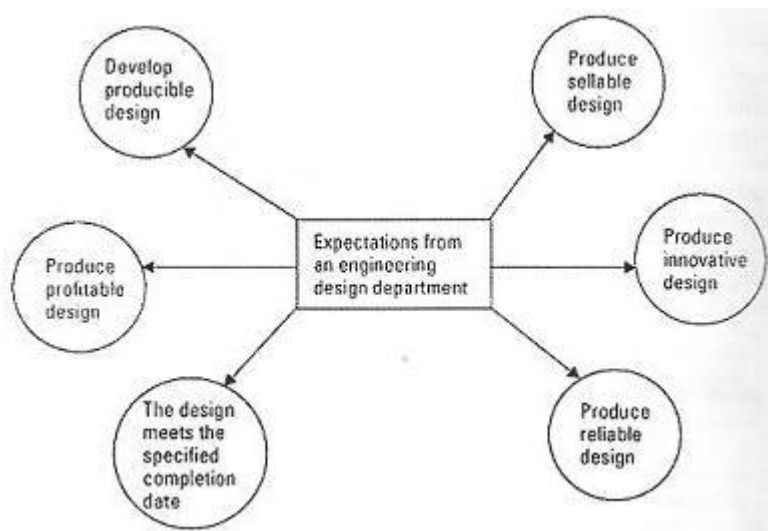
เมื่อทำการออกแบบในเบื้องต้นแล้วก็ต้องมีการประเมินผล ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการสร้างต้นแบบตามรายละเอียดหลังจากนั้นจึงทำการประเมินผลด้วยการทดสอบสมรรถนะ

6. การนำเสนอแบบ

เป็นการสื่อสารเพื่อนำไปสู่วิธีการออกแบบเพื่อการผลิต นั่นคือการเสนอด้วยการพูด การเขียน การวาด โดยแบบต้องมีความชัดเจนและสมบูรณ์ จากนั้นจึงทำการออกแบบเพื่อการผลิตต่อไป

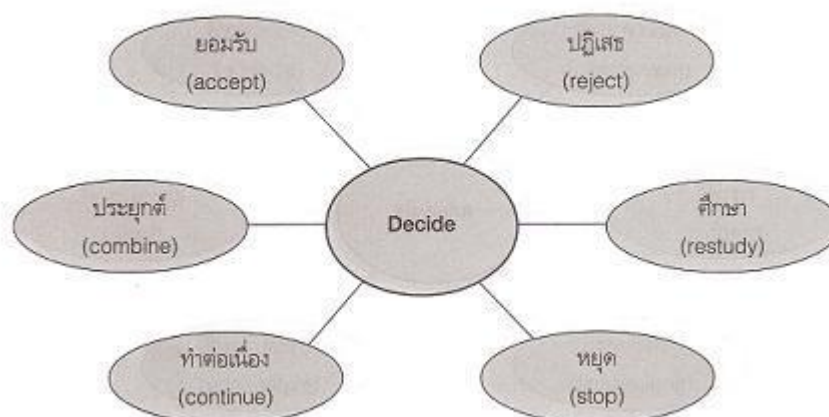
การคาดหมายการออกแบบ

การคาดหมายการออกแบบแบ่งออกได้เป็น **การออกแบบสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์** เพื่อพัฒนาการออกแบบปรับปรุงการผลิต,ลดต้นทุนและการใช้งาน **การออกแบบเพื่อจำหน่าย** เป็นการออกแบบทางเทคนิค,ทางจิตใจ,ทางฟิสิกส์,ทางสังคมและความต้องการทางวัฒนธรรม **การออกแบบจิตวิทยาพัฒนา**เป็นการหาความต้องการ ความเชี่ยวชาญ ทางด้านเทคโนโลยี และพิจารณาถึงการใช้งาน **การออกแบบความเชื่อถือผลิตภัณฑ์**ออกแบบความมั่นใจให้กับลูกค้าเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามเป้าหมาย **การออกแบบผลิตภัณฑ์ใช้สอย**เป็นการออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ได้หลายรูปแบบ **ความเชี่ยวชาญพิเศษในการออกแบบ** การพิจารณาการออกแบบให้แบบที่ออกมาสมบูรณ์มากที่สุด



ภาพที่ 5.2 การคาดหวังจากการออกแบบ

การตัดสินใจในการออกแบบ



ภาพที่ 5.3 ขั้นตอนการตัดสินใจ

การตัดสินใจในการออกแบบเป็นกระบวนการที่อยู่บนพื้นฐานของความจริงและข้อมูลตลอดจนประสบการณ์การทำงานของทีมงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องซึ่งผลการตัดสินใจอาจจะตกลงประยุทธิ์วิธีการเพื่อทำต่อเนื่องต่อไปหรือหยุดปฏิเสธแนวความคิดนั้นและศึกษาใหม่(นริช สุตสังข์, 2548, 36)

คุณลักษณะวิศวกรออกแบบ

บริษัทที่ผลิตสินค้าส่วนใหญ่ต้องการพัฒนาสินค้าของตนอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันไม่ไห้ส่วนแบ่งทางการตลาดลดลง วิศวกรออกแบบของบริษัทจะต้องรับผิดชอบต่อนี้ ความรู้และประสบการณ์ด้านการออกแบบเชิงกลจะใช้เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ง่าย มีคุณภาพดีขึ้น ทนทานขึ้น ปลอดภัยขึ้นและสามารถผลิตได้ในราคาที่ถูกลง วิศวกรออกแบบสามารถทำงานได้อย่างหลากหลายทั้งในด้านอุตสาหกรรมโดยตรง และในส่วนบุคคล โดยตัวอย่างของลักษณะงานที่เกี่ยวข้อง แสดงได้ดังนี้

1. วิศวกรโครงการ: บริษัทขนาดใหญ่มักลงทุนขยายกำลังการผลิตหรือปรับปรุงหน่วยการผลิตที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ถ้าการลงทุนมีค่ามากวิศวกรโครงการจะเข้ามาดูแลโครงการก่อสร้าง ทีมงานของวิศวกรโครงการอาจประกอบด้วยวิศวกรจากต่างสาขา เช่น วิศวกรเครื่องกล วิศวกรไฟฟ้าและวิศวกรโยธา วัตถุประสงค์หลักของทีมงานคือการควบคุมให้การก่อสร้างเสร็จสิ้นไปอย่างปราศจากอุบัติเหตุ ให้ค่าก่อสร้างไม่เกินงบประมาณ และให้โครงการเสร็จสิ้นภายในระยะเวลาที่กำหนด

2. วิศวกรความปลอดภัย: อุบัติเหตุในสถานที่ทำงานเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาอย่างยิ่งเพราะมันทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากแรงงานที่หายไปจากการบาดเจ็บและค่าตอบแทนให้คนงานที่บาดเจ็บ ถ้าหากมีการเสียชีวิตเพราะอุบัติเหตุปัญหาที่ตามมาก็จะรุนแรงขึ้นเพราะผู้รับผิดชอบต่ออุบัติเหตุอาจถูกดำเนินคดีตามกฎหมายได้ โรงงานขนาดใหญ่มีโปรแกรมส่งเสริมความปลอดภัยในโรงงานเพื่อกระตุ้นให้คนงานตระหนักต่อความสำคัญของความปลอดภัย วิศวกรความปลอดภัยจะทำหน้าที่ดำเนินมาตรการต่างๆ ที่ป้องกันอุบัติเหตุ ซึ่งอาจเป็นการบรรยาย การตรวจสอบ การคาดคะเนและหาหนทางป้องกันอุบัติเหตุ เนื่องจากอุบัติเหตุในสถานที่ทำงานมักเกิดจากการใช้งานเครื่องจักรกลที่ผิดหรือเครื่องจักรกลทำงานผิดพลาด วิศวกรเครื่องกลจึงได้รับการฝึกฝนให้ทำหน้าที่เป็นวิศวกรความปลอดภัยได้โดยง่าย

3. วิศวกรขาย: หลายบริษัทในประเทศไทยเป็นประเภทขายและให้บริการ บริษัทเหล่านี้ส่งสินค้าจากต่างประเทศหรือจากผู้ผลิตรายใหญ่ในประเทศแล้วจำหน่ายสินค้าให้ลูกค้าทั่วประเทศซึ่งมักเป็นโรงงานอุตสาหกรรม วิศวกรขายจะได้รับการว่าจ้างจากบริษัทให้เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้า อย่างไรก็ตามวิศวกรขายไม่ใช่พนักงานขายสินค้าที่ต้องเดินทางเร่ร่อนไปเคาะประตูบ้านเพื่อเสนอขายสินค้า โดยทั่วไปบริษัทต้นสังกัดจะส่งวิศวกรขายไปหาลูกค้าที่แสดงความสนใจในสินค้า วิศวกรขายจะอธิบายข้อได้เปรียบทางเทคนิคของสินค้าและอาจสาธิตวิธีการใช้สินค้าด้วย ดังนั้นวิศวกรขายที่ดีต้องมีทักษะทางเทคนิคและการสื่อสาร

4. วิศวกรบำรุงรักษา: อุปกรณ์กลจะเสื่อมสภาพตามการเวลา อัตราการเสื่อมสภาพขึ้นอยู่กับว่าอุปกรณ์นั้นได้รับการบำรุงรักษาดีแค่ไหน วิศวกรบำรุงรักษาทำหน้าที่ควบคุมให้ได้อัตราที่เหมาะสมที่สุด วิศวกรบำรุงรักษาจะปฏิบัติตามแนวทางการบำรุงรักษาอุปกรณ์ชนิดต่างๆ ซึ่งได้มาจาก

ประสบการณ์และการทำวิจัย อย่างไรก็ตามในบางครั้งวิศวกรต้องใช้ความรู้ของตนเองแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อประสบกับกรณีที่ไม่มีแนวทางปฏิบัติ วิศวกรอาจแก้ปัญหาเองได้หรือตัดสินใจว่าต้องการความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ

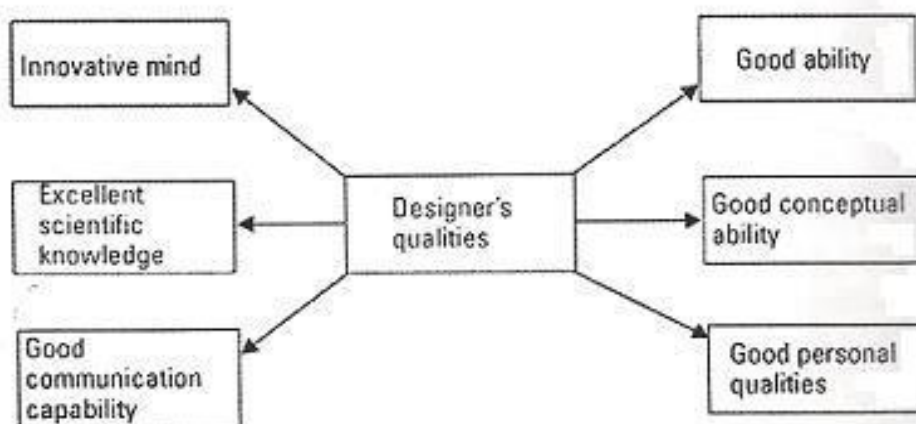
5. วิศวกรตรวจสอบ: หน้าที่ของวิศวกรตรวจสอบคือการทดสอบวัสดุของอุปกรณ์กลว่ามี ความแข็งแรงทนทานเพียงพอสำหรับการใช้งานอุปกรณ์กลหรือไม่ การทดสอบอาจกระทำได้โดยวัสดุเสียหายหลังทดสอบและโดยวัสดุไม่เสียหายหลังทดสอบ วิศวกรตรวจสอบต้องใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ นอกจากนี้วิศวกรจะต้องมีประสบการณ์ที่มากพอซึ่งจะได้มาจากการปฏิบัติงานและความรู้อย่างถ่องแท้ในวิชาความแข็งแรงของวัสดุและกลศาสตร์ของแข็ง

6. วิศวกรที่ปรึกษา: บางบริษัทไม่ได้ดำเนินธุรกิจด้วยการผลิตสินค้าแต่ให้บริการให้คำปรึกษา แนะนำแก่บริษัทหรือโรงงานที่อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิต พนักงานที่สำคัญของบริษัทคือวิศวกรที่ปรึกษา ปัญหาทางเทคนิคมาจากหลายสาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิศวกรเครื่องกลจะรับผิดชอบปัญหาที่ เกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุ การควบคุมการสันสะเทือน การประหยัดพลังงาน การปรับปรุงอุปกรณ์และ การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต แต่ในบางปัญหาก็กต้องให้วิศวกรเครื่องกลแก้ปัญหา ร่วมกับวิศวกรไฟฟ้า วิศวกรโยธา วิศวกรเคมีและวิศวกรอุตสาหกรรม

7. วิศวกรประมาณราคา: ก่อนเริ่มดำเนินการก่อสร้าง โครงการจะต้องได้รับการประมาณค่า ก่อสร้าง เนื่องจากอุปกรณ์กลมักเป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงการ วิศวกรเครื่องกลจึงเหมาะสมที่ จะทำหน้าที่นี้ นอกจากการประมาณราคาโครงการ วิศวกรยังจะต้องวางกำหนดการทำโครงการว่าใช้ เวลาเท่าไร งานของวิศวกรประมาณราคาจะช่วยในการตัดสินใจของบริษัทว่าราคาและระยะเวลา มีความคุ้มค่าและเหมาะสมเพียงพอที่จะเริ่มโครงการหรือไม่

คุณลักษณะของนักออกแบบ

นักออกแบบที่ดีจะต้องเป็นผู้ที่มีทักษะที่หลากหลาย รู้จักวิเคราะห์ลักษณะกลุ่มผู้บริโภค มีความเข้าใจลึกซึ้งในระเบียบวิธีและระบบการออกแบบเป็นผู้ที่มีความรู้กว้างเกี่ยวกับการจัดการทาง ธุรกิจ การตลาด วิศวกรรมการผลิตและออกแบบได้เป็นอย่างดีและที่สำคัญต้องเป็นผู้ที่มีความคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) อีกด้วย (นิริช สุตสังข์, 2548, 13)



ภาพที่ 5.4 คุณสมบัตินักออกแบบ

คุณสมบัตินักออกแบบที่ดี ควรมีคุณสมบัติที่สำคัญ 6 ประการดังนี้

1. แนวคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative mind) คือ มุมมองและกระบวนการคิดที่เปิดรับสิ่งใหม่ๆ เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และมองวิกฤตเป็นโอกาสเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงบวก เป็นการผสมผสานความอยากรู้อยากเห็น การกล้าทดลอง การเปิดรับแนวคิดใหม่ๆ และความยืดหยุ่นเข้าด้วยกัน เพื่อพัฒนาแนวคิดและวิธีการใหม่ๆ ที่มีประโยชน์และสามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง

2. องค์กรความรู้วิทยาศาสตร์ชั้นเยี่ยม (Excellent scientific knowledge) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ยอดเยี่ยม ซึ่งแสดงออกผ่านการอธิบาย การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และการรายงานผลการวิจัย มีความหลงใหลในวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี รวมถึงมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมในระดับสูง

3. ความสามารถในการสื่อสารที่ดี (Good communication capability) คือความสามารถในการ ส่งสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน โดยอาศัยทักษะการพูด การเขียน การฟัง และการอ่าน ที่ผสมผสานกับการใช้ภาษาที่ชัดเจน กระชับ สุภาพ มีข้อมูลครบถ้วน และแสดงออกถึงความเข้าใจผู้อื่น เพื่อสร้างความเข้าใจ ความร่วมมือ และความสัมพันธ์ที่ดี

4. ความสามารถที่ดี (good ability) หมายถึงความสามารถในระดับหนึ่งที่น่าพอใจ ซึ่งสามารถใช้ได้ในหลายบริบท เช่น ระดับความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษที่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้, ความสามารถในการทำงานเป็นทีม, หรือความสามารถในการจัดการและการสื่อสารในระดับที่ดี

5. ทักษะเชิงแนวคิดที่ดี (Good conceptual ability) คือความสามารถในการคิดอย่างนามธรรม เข้าใจสถานการณ์ที่ซับซ้อน มองเห็นภาพรวมความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ และวางแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาและบรรลุเป้าหมายระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ. ทักษะนี้สำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้นำและผู้บริหารในการตัดสินใจอย่างรอบรู้ ขับเคลื่อนนวัตกรรม และรักษาความสามารถในการแข่งขันขององค์กร

6. คุณลักษณะส่วนบุคคลที่ดี (Good personal quality) คือลักษณะนิสัย ทัศนคติ และความสามารถโดยธรรมชาติที่สะท้อนถึงความเป็นตัวคุณ และมีส่วนสำคัญในการสร้างความสำเร็จทั้งในชีวิตส่วนตัวและการทำงาน คุณลักษณะเหล่านี้ส่งผลต่อพฤติกรรม การคิด และการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม ความยืดหยุ่น และการสื่อสาร

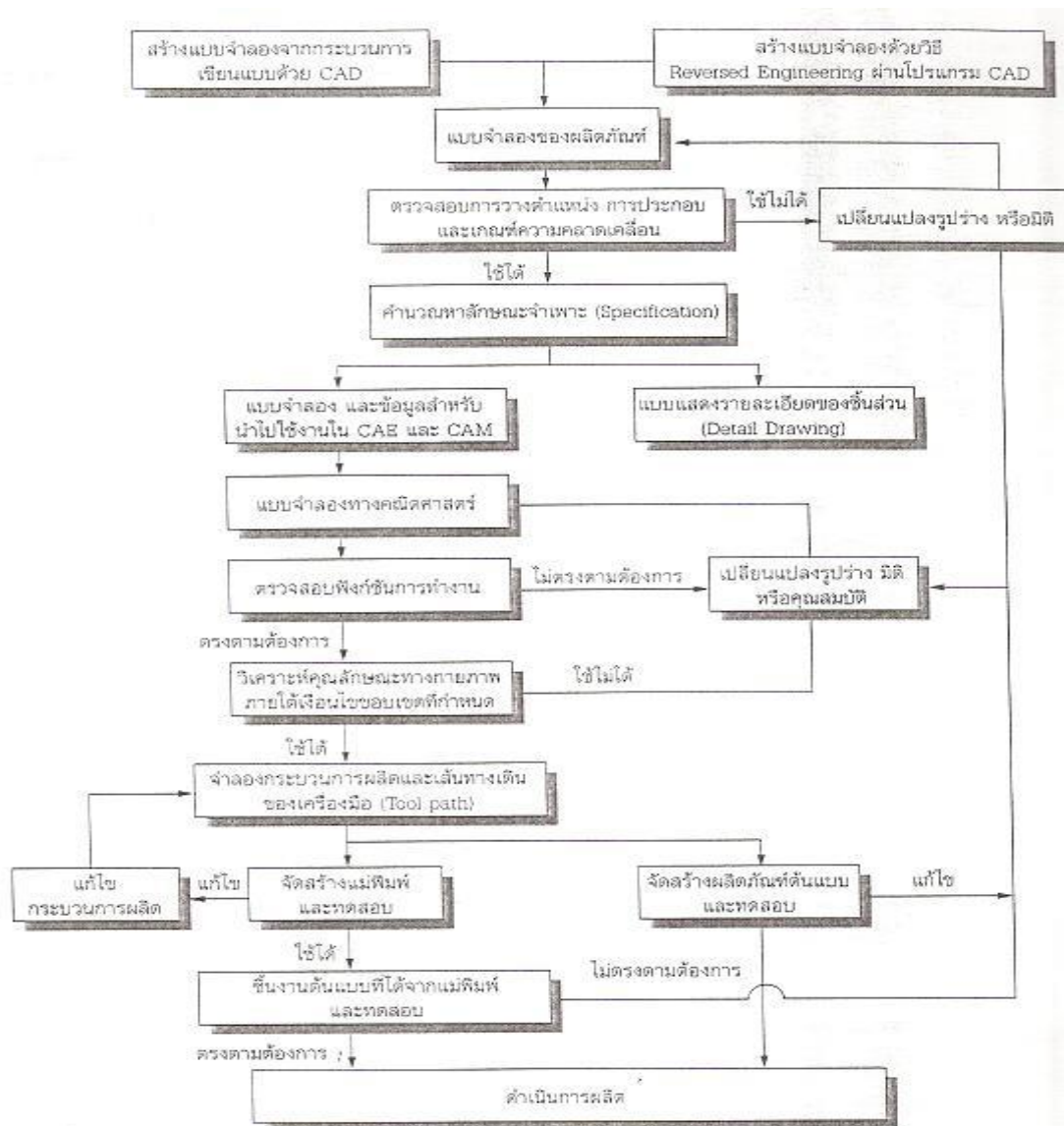
การทบทวนมาตรฐานการออกแบบ

เป็นแนวทางในการปรับปรุงความเชื่อมั่นประสิทธิภาพ (โกศล ดีศีลธรรม, 2547, 72) ซึ่งสามารถดำเนินการได้ดังนี้

1. ออกแบบอุปกรณ์ไม่ให้ความซับซ้อน
2. ปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อยืดอายุการใช้งาน
3. ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อให้เกิดความคล่องตัว
4. การฝึกอบรมให้แก่พนักงาน
5. การเตรียมเครื่องมือให้พร้อมก่อนการใช้งาน
6. จัดเตรียมอุปกรณ์สำรอง
7. ออกแบบสนับสนุนการทำงานและลดความผิดพลาดของพนักงาน

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

เป็นการประยุกต์การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAD (Soft ware) เพื่อจำลองลักษณะทางกายภาพซึ่งแสดงให้เห็นในรูปของเส้นตรงต่างๆ พื้นผิวและทรงตันที่เป็น 2 หรือ 3 มิติโดยผู้ใช้สามารถกำหนดคุณลักษณะและแสดงรูปร่างของผลิตภัณฑ์ได้ก่อนดำเนินการผลิตจริง ตลอดจนการคำนวณค่าต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ในส่วนของ CAD เริ่มจากการกำหนดรูปร่างอย่างคร่าวๆของผลิตภัณฑ์แล้วปรับเปลี่ยนมิติ เพื่อให้มีรูปทรงตามที่ต้องการเมื่อได้แล้วจะสามารถตรวจสอบการประกอบและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานต่างๆที่ได้รับการออกแบบด้วย CAD ได้ เมื่อได้รูปทรงของชิ้นงานแล้วสามารถที่จะจัดทำแบบรายละเอียด(Detail Drawing)เพื่อใช้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดสร้างผลิตภัณฑ์จาก CAD ได้ทันที (ณรงค์ พิทักษ์ทรัพย์สิน, 2547, 1)



ภาพที่ 5.5 แสดงขั้นตอนการประยุกต์ CAD/CAE/CAM ในการออกแบบและผลิต

วิศวกรรมต้นทุน

คำว่า “ต้นทุน” เป็นคำรวมที่ใช้เรียกทรัพยากรต่างๆ เช่น เงินและเวลา ทรัพยากรเหล่านี้มีจำกัดและควรนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และนี่คือจุดที่วิศวกรรมต้นทุนมุ่งเน้น “การจัดการต้นทุนตลอดวงจรชีวิตขององค์กรใดๆ (เช่น โครงการหรือโปรแกรม)

วิศวกรรมต้นทุน คือ การนำหลักการและเทคนิคทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการต้นทุนในโครงการต่างๆ ตั้งแต่การวางแผน การประมาณการ การควบคุม ไปจนถึงการ

ปรับปรุงต้นทุนตลอดวงจรชีวิตโครงการ เพื่อให้โครงการสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายด้านเวลา คุณภาพ และงบประมาณที่กำหนดไว้

เป้าหมายวิศวกรต้นทุน

1. การจัดการต้นทุน เป็นการจัดการทรัพยากรที่มีค่าใช้จ่าย เช่น เงินและเวลา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. การจัดการความสมดุล เป็นการสร้างความสมดุลระหว่างต้นทุน คุณภาพ และ ข้อกำหนดด้านเวลาของโครงการ
3. การมองการณ์ไกล เป็นการคาดการณ์ความคืบหน้าของโครงการและตรวจหาความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นตั้งแต่เนิ่นๆ เพื่อให้สามารถปรับแผนได้ทันทั่วทั้ง

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ วิศวกรต้นทุนต้องอาศัยแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมที่ดี วิศวกรต้นทุนจะนำทักษะและประสบการณ์ทางวิศวกรรมมาใช้เพื่อคาดการณ์การพัฒนาโครงการ คาดการณ์ความคืบหน้าของโครงการ และตรวจหาความคลาดเคลื่อนจากแผนตั้งแต่เนิ่นๆ ในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการออกแบบเดิม สิ่งสำคัญคือต้องเข้าใจว่าปัจจัยอื่นๆ ที่จะได้รับผลกระทบมีอะไรบ้าง และปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการออกแบบและการวางแผนส่วนที่เหลืออย่างไร พยายามหาคำตอบสำหรับคำถามที่ว่า 'การพัฒนาทางเทคนิคในปัจจุบันจะนำไปสู่ทิศทางใด และจะส่งผลกระทบต่อโอกาสทางเศรษฐกิจของโครงการนี้อย่างไร กิจกรรมของวิศวกรต้นทุนสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทกว้างๆ ได้แก่ การวัด การควบคุม การปรับปรุง

1. การวัด (measurement) เพื่อจัดการทรัพยากร จำเป็นต้องมีการกำหนดและวัดผล โดยเริ่มจากการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากโครงการก่อนหน้า และตรวจสอบให้แน่ใจว่าความรู้นั้นสามารถเข้าถึงได้ เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับโครงการในอนาคตได้ หากจัดเก็บข้อมูลอย่างถูกต้อง ข้อมูลนี้จะ เป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินความเสี่ยงและต้นทุน เบื้องต้น การประเมินความเสี่ยงใช้เพื่อ ประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับโครงการ ในขั้นต้น ความแม่นยำของการประเมินเหล่านี้ อาจแตกต่างกันไปอย่างมาก แต่เมื่อขอบเขตของโครงการมีความชัดเจนมากขึ้น ความแม่นยำของการ ประเมินก็จะดีขึ้นเช่นกัน การประมาณต้นทุนเป็นสิ่งสำคัญในการทราบจำนวนทรัพยากรทั้งหมดที่ จำเป็นสำหรับโครงการและจะทำหน้าที่เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนโครงการ

2. การควบคุม (controlling) เมื่อกำหนดขอบเขตของโครงการและจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสมแล้ว วิศวกรต้นทุนจะเป็นผู้ควบคุมทรัพยากรสำหรับวิศวกรต้นทุน การติดตามความ เบี่ยงเบนจากเกณฑ์มาตรฐานเบื้องต้นเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ พวกเขาควรป้องกันปัญหา เหล่านั้น มองหาตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมและตรวจพบความเบี่ยงเบนตั้งแต่เนิ่นๆ ค้นหาและวิเคราะห์วิธี

แก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และสนับสนุนผู้จัดการโครงการในการตัดสินใจ โดยให้ข้อมูลที่จำเป็นแก่เขาในการเลือกทางเลือกต่างๆ

3. การทำให้ดีขึ้น (improvement) เมื่อมองย้อนกลับไปโครงการ สิ่งสำคัญคือการเรียนรู้จากความผิดพลาด การนำบทเรียนที่ได้เรียนรู้จากวิธีการทำงานของคุณมาปรับใช้ และสื่อสารผลลัพธ์เหล่านี้ออกไป ดังนั้น การจัดการการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นส่วนสำคัญในความรับผิดชอบของวิศวกรต้นทุน เพื่อให้มั่นใจว่าทั้งบริษัทจะได้รับประโยชน์อย่างแท้จริง เพื่อให้มั่นใจว่าวิธีการทำงานของพวกเขาทันสมัย วิศวกรต้นทุนควรเข้ารับการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอ ได้รับการรับรองที่เกี่ยวข้อง และแบ่งปันแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดระหว่างกัน และสุดท้ายแต่ไม่ท้ายสุด ตรวจสอบให้แน่ใจว่าคุณใช้เครื่องมือและซอฟต์แวร์การจัดการต้นทุน ที่ดีที่สุด สำหรับงานนั้นๆ!

กิจกรรมวิศวกรต้นทุน

กิจกรรมหลักวิศวกรต้นทุนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมหลายอย่างในโครงการ ได้แก่:

1. การประมาณการต้นทุน (Cost Estimation): กระบวนการคาดการณ์จำนวนเงินและทรัพยากรทางการเงินที่จำเป็นในการดำเนินโครงการให้เสร็จสิ้น โดยพิจารณาจากปริมาณวัสดุ ค่าแรง ค่าเครื่องมือ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดงบประมาณของโครงการและช่วยในการตัดสินใจอนุมัติโครงการ. ความแม่นยำของการประมาณการต้นทุนจะเพิ่มขึ้นตามความชัดเจนของขอบเขตโครงการเพื่อประเมินต้นทุนของวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับโครงการ

2. การวางแผนต้นทุน (Cost Planning): เป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการประมาณการ จัดสรร และควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการหรือกิจกรรม เพื่อให้แน่ใจว่าโครงการจะสำเร็จลุล่วงไปได้ภายในงบประมาณที่กำหนดไว้ โดยครอบคลุมการวิเคราะห์ต้นทุนที่คาดการณ์ไว้ การกำหนดงบประมาณ การจัดสรรทรัพยากร และการวางแผนเพื่อให้โครงการสามารถบรรลุเป้าหมายทางการเงินได้ กล่าวคือเป็นการจัดทำแผนและงบประมาณสำหรับโครงการนั้นๆ

3. การควบคุมต้นทุน (Cost Control): ติดตามค่าใช้จ่ายจริงของโครงการ เปรียบเทียบกับงบประมาณ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเมื่อจำเป็น หรืออาจกล่าวได้ว่าการควบคุมต้นทุนเป็นกระบวนการระบุ ลด หรือกำจัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น เพื่อเพิ่มผลกำไรและสร้างความมั่นคงทางการเงิน โดยใช้การจัดทำงบประมาณเป็นรากฐาน จากนั้นจึงเปรียบเทียบต้นทุนจริงกับงบประมาณ เพื่อหาความคลาดเคลื่อนและดำเนินการแก้ไข รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ เช่น การจัดการสต็อก การเจรจาต่อรองกับผู้ขาย การใช้ซอฟต์แวร์จัดซื้อ และการกำหนดนโยบายควบคุมค่าใช้จ่ายภายในองค์กร.

4. การวิเคราะห์ต้นทุน (Cost Analysis): วิเคราะห์ต้นทุนรวมของโครงการเพื่อหาทางเพิ่มประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการตรวจสอบ วิเคราะห์ และทำความเข้าใจต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ บริการ กระบวนการ หรือการตัดสินใจต่างๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อนำข้อมูลต้นทุนไปใช้ในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ เช่น การตั้งราคาสินค้า การจัดสรรทรัพยากร การควบคุมต้นทุน และการปรับปรุงผลกำไร ซึ่งมักจะดำเนินการโดยการเปรียบเทียบต้นทุนกับผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) หรือการพิจารณาต้นทุนต่อปริมาณการผลิตและกำไร (Cost-Volume-Profit Analysis) เพื่อประเมินความคุ้มค่าและสร้างผลกำไรที่ต่อเนื่องให้กับธุรกิจ

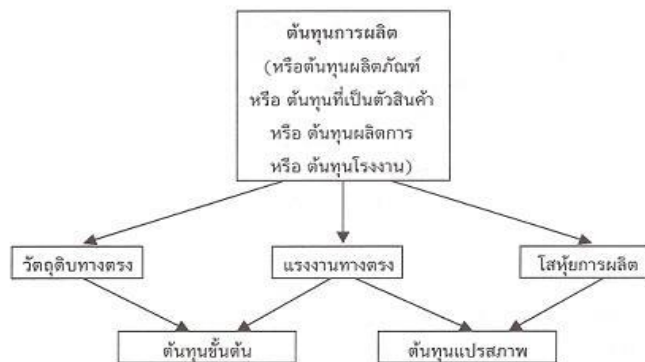
5. การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) กระบวนการระบุความไม่แน่นอน (ความเสี่ยง) และวิเคราะห์โอกาส (Likelihood) ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงนั้นๆ ควบคู่ไปกับการประเมินผลกระทบหรือความรุนแรง (Impact) ที่จะเกิดขึ้น หากเหตุการณ์นั้นๆ เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ทราบถึงระดับความเสี่ยงที่แท้จริง นำไปสู่การตัดสินใจจัดลำดับความสำคัญและกำหนดมาตรการในการจัดการความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อปกป้ององค์กรจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น.

ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

เป็นการแบ่งช่วงการผลิตและช่วงการขายหรือกล่าวได้ว่าต้นทุนรวมประกอบด้วย ต้นทุนการผลิต (Manufacturing cost) และค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (marketing and administrative expense) **ต้นทุนการผลิต** เป็นผลรวมขององค์ประกอบทั้งสามอันได้แก่ วัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายการผลิต สำหรับผลรวมของวัตถุดิบทางตรงและแรงงานทางตรงเรียกว่าต้นทุนขั้นต้น (prime cost) และผลรวมของแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายการผลิตเรียกว่าต้นทุนแปรสภาพ (conversion cost) **วัตถุดิบทางตรง** (direct material) เป็นวัตถุดิบที่เป็นส่วนสำคัญในการผลิตโดยตรงของโรงงาน เช่น โรงงานทำเฟอร์นิเจอร์ไม้ วัตถุดิบที่เป็นส่วนสำคัญในการผลิตคือไม้ โรงงานทำพลาสติก พลาสติกถือได้ว่าเป็นวัตถุดิบทางตรง

แรงงานทางตรง (direct labor) เป็นค่าแรงงานที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสภาพวัตถุดิบทางตรงให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ค่าจ้างหรือเงินเดือนที่จ่ายให้แก่คนงาน **ค่าเสียหายการผลิต** (factory overhead) ประกอบด้วยต้นทุนการผลิตอื่นๆที่ไม่สามารถคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้โดยตรงหรือค่าเสียหายการผลิตคือต้นทุนการผลิตอื่นๆที่ไม่ใช่วัตถุดิบทางตรงและแรงงานทางตรง ได้แก่ **วัตถุดิบทางอ้อม** (indirect material) เป็นวัสดุที่จะต้องใช้ในการผลิตสินค้าแต่ไม่จำแนกเป็นวัตถุดิบทางตรงได้เพราะไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์เช่น เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ กระดาษทราย ดอกสว่าน เป็นต้น **แรงงานทางอ้อม** (indirect labor) เป็นแรงงานที่ไม่สามารถคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง เช่นค่าแรงผู้ควบคุมงาน ค่าแรงของฝ่ายธุรการในฝ่ายการผลิต ค่าแรงคนงานซ่อมบำรุง เป็นต้น **ค่าสวัสดิการ** (payroll fringe cost) เช่นค่าประกันสังคม ค่าเงินกองทุนบำเหน็จ

บ้านาญ เป็นต้นบริษัทส่วนใหญ่มักจำแนกต้นทุนนี้เป็นค่าใช่จ่ายการผลิต **ค่าใช้จ่ายการค้า** เป็นค่าใช้จ่าย 2 ส่วนคือค่าใช้จ่ายการขายและการบริหารปกติแล้วค่าใช้จ่ายในการขายเกิดเมื่อได้ผลิตสินค้าเสร็จสิ้นแล้วรอการขายต่อไป ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการส่งเสริมการขาย โฆษณา และการขนส่ง เป็นต้น สำหรับค่าใช้จ่ายในการบริหารเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการกำกับ ดูแลและควบคุมองค์กรที่นอกเหนือจากส่วนการผลิต (จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์,2543,33)



ภาพที่ 5.6 ต้นทุนการผลิต

วัตถุดิบทางตรง	+	แรงงานทางตรง	=	ต้นทุนขั้นต้น
----------------	---	--------------	---	---------------

+

วัตถุดิบทางอ้อม	+	แรงงานทางอ้อม	+	ต้นทุนทางอ้อมอื่น ๆ	=	ค่าเสียหายการผลิต
-----------------	---	---------------	---	---------------------	---	-------------------

ประกอบด้วย:	ประกอบด้วย:	ประกอบด้วย:	
- วัสดุสิ้นเปลืองในโรงงาน	- ผู้ควบคุมงาน	- ค่าเช่า	
- น้ำมันหล่อลื่น	- ผู้ตรวจสอบงาน	- ค่าเบี้ยประกันต่าง ๆ	
ฯลฯ	- เงินเดือนเสมียนใน โรงงาน	- ภาษีที่ดิน	
	- ค่าแรงซ่อมงานเสียหาย	- ค่าเสื่อมราคา	=
	ฯลฯ	- ค่าซ่อมแซมและ บำรุงรักษา	
		- ค่าไฟฟ้า ประปา	
		ฯลฯ	
		ต้นทุนการผลิต	
		+	

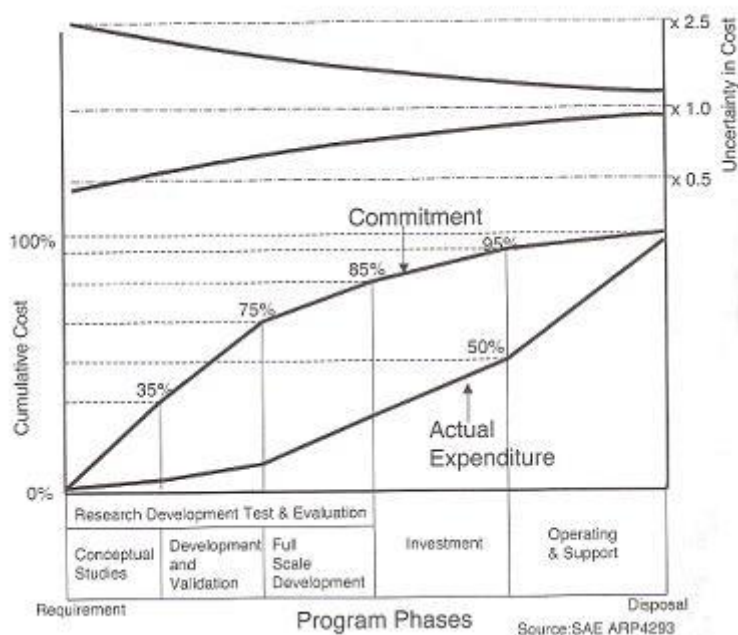
ค่าใช้จ่ายการขาย	+	ค่าใช้จ่ายการบริหาร	=	ค่าใช้จ่ายการค้า
------------------	---	---------------------	---	------------------

ประกอบด้วย:	ประกอบด้วย:	
- เงินเดือนพนักงานขาย	- เงินเดือนพนักงานบริหาร	
- ค่าคอมมิชชั่น	- ค่าเช่า	
- ค่าโฆษณา	- ค่าเสื่อมราคา	
- ค่าใช้จ่ายเดินทาง	- ค่าผู้สอบบัญชี	=
- ค่าเช่า	- ค่าโทรศัพท์	
- ค่าเสื่อมราคา	- ค่าแสดมปี	
- ค่าโทรศัพท์	ฯลฯ	
ฯลฯ		ต้นทุนรวม

ภาพที่ 5.7 การจำแนกต้นทุนผลิตภัณฑ์

ต้นทุนวงจรอายุ

ต้นทุนวงจรอายุ (Life cycle cost) หรือ LCC เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายโดยตรง ค่าใช้จ่ายทางอ้อม ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถคาดการณ์ในช่วงระยะการพัฒนาและออกแบบ แต่ในแนวคิดแบบ Design-to-cost (DTC) ที่พิจารณา LCC เป็นปัจจัยหนึ่งของการออกแบบ (Design factors) ในการระบุข้อกำหนดเฉพาะของการออกแบบ (Design specification) เช่น ความเที่ยงตรง ความเร็ว น้ำหนัก ความน่าเชื่อถือ เป็นต้น ส่วนการวิเคราะห์ต้นทุนวงจรอายุจะประกอบด้วย การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ความเสี่ยงและอื่น ๆ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมของความเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership) ตลอดช่วงอายุขัย โดยมีการใช้สารสนเทศในการคาดการณ์สำหรับการตัดสินใจในการจัดซื้อและกำหนดการบำรุงรักษา ดังนั้น LCC จึงถูกประยุกต์ใช้ในกิจกรรมต่างๆ อาทิ การประเมินและเปรียบเทียบทางเลือกของการออกแบบในเชิงเศรษฐศาสตร์ ,ระบุตัวผลักดันต้นทุน (Cost drivers) เพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพทางต้นทุน (Cost effectiveness) และการวางแผนทางการเงินระยะยาว เป็นต้น (โกศล ดิสิลธรรม, 2547, 64)



ภาพที่ 5.8 การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจในแต่ละช่วงของต้นทุนวงจรชีวิต

จากรูปแสดงประเภทต้นทุนกิจกรรมในแต่ละช่วงและยังแสดงถึงความไม่แน่นอนของการคาดการณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์จะให้ความสำคัญต่อ LCC ในช่วงต้นที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงต้นทุนวงจรอายุให้มีค่าน้อยที่สุด (Minimizing LCC) เนื่องจากรายการค่าใช้จ่ายจะเพิ่มอย่างรวดเร็วในช่วงต้น โดยทั่วไปใน 20 % แรกของอายุการใช้งานจะมีการจัดสรรค่าใช้จ่ายในสัดส่วน

80 % ของค่าใช้จ่ายรวมดังนั้นก็มีการพิจารณาความไม่แน่นอนในแต่ละช่วงซึ่งความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ต้นทุนวงจรอายุจะขึ้นกับเวลาที่คาดการณ์ จากแผนภาพ ได้แสดงถึงการคาดการณ์ในช่วงต้นจะมีความไม่แน่นอนมากกว่าในช่วงปลาย ดังนั้นความสำคัญในการวิเคราะห์และตัดสินใจในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดของ LCC จึงต้องคำนึงถึงผลได้-ผลเสีย ระหว่าง commitment curve และ uncertainty curve

โครงสร้างและแนวทางของการออกแบบต้นทุนวงจรอายุ

1. ระบุรายการค่าใช้จ่ายเป้าหมายหรือรายการที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการออกแบบ LCC
2. วิธีการประมาณค่า LCC โดยทั่วไปมักประมาณค่าใช้จ่ายเริ่มต้นมักใช้ฐานของการลงทุนเครื่องจักร
3. ความเหมาะสมของการประเมิน LCC
4. รายการประเมินสำหรับ(Intangible Factors) ซึ่งแสดงด้วยปัจจัยเชิงคุณภาพ
 - ความปลอดภัย(Safety)
 - ความน่าเชื่อถือ (Reliability)
 - ความเป็นไปได้ของการคาดการณ์ผลกระทบ (Possibility of predicted effects)
 - การสะสมทางเทคโนโลยี (Accumulation of technology)
 (โกศล ดีศีลธรรม,2547,67)

วิธีการออกแบบ LCC

องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการออกแบบ LCC คือแนวทางการออกแบบเพื่อต้นทุน (Design-to-cost) และค่าใช้จ่ายต่างๆที่ถูกกระจายในระบบย่อย (Subsystem) อาจแสดงด้วยสมการพื้นฐานดังนี้

$$LCC = \text{ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (Initial cost)} + \text{ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (Running cost)}$$

กระบวนการออกแบบพื้นฐานสำหรับ LCC มีขั้นตอนที่สำคัญ (โกศล ดีศีลธรรม, 2547, 68) คือ

1. ดำเนินการลดค่าใช้จ่ายเริ่มต้นให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด (Minimize Initial cost)
2. ทำการคำนวณหาค่า LCC
3. ดำเนินการลดค่าใช้จ่ายในรายการที่มีค่าใช้จ่ายสูงสุด
4. สำหรับการออกแบบเพื่อลดค่าใช้จ่ายดำเนินงานควรที่จะดำเนินการวางแผนการปรับปรุงโดยเสนอเป็นทางเลือก(Alternative plan)
5. การคาดการณ์ผลกระทบของแต่ละทางเลือก

6. ดำเนินการเปรียบเทียบถึงผลได้-ผลเสีย(Trade-off) โดยใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เป้าหมายและข้อจำกัดของการออกแบบต้นทุนวงจรอายุ(LCC Design) ขึ้นกับปัจจัยการใช้งานของเครื่องจักรซึ่งภารกิจของการออกแบบจะต้องทำการประเมินในแต่ละแนวทางของการออกแบบ ดังนี้

1. การมุ่งลดค่าใช้จ่ายเริ่มต้นโดยไม่มีการเพิ่มค่าใช้จ่ายดำเนินงานตามหลักทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสำหรับการออกแบบจะต้องมีการใช้เงินทุนเพื่อสร้างผลตอบแทนแต่จะต้องคำนึงถึงผลกระทบให้รอบคอบเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นการออกแบบที่ดีจึงอย่าพยายามมุ่งความสมบูรณ์แต่ควรดำเนินการออกแบบตามการใช้งานที่จำเป็นด้วยต้นทุนที่เหมาะสมจึงต้องวิเคราะห์ต้นทุนที่จำเป็น(Functional cost analysis)ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะทำการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรและหาแนวทางลดค่าใช้จ่ายด้วยการจัดรูปแบบการทำงานที่ไม่จำเป็นโดยทั่วไปจะมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องคือ 1) ระบุการทำงานของระบบโดยรวม 2) การนิยามการทำงานของระบบ 3) การระบุข้อกำหนดของการทำงาน

2. การมุ่งลดค่าใช้จ่ายดำเนินงานโดยไม่มีการเพิ่มค่าใช้จ่ายเริ่มต้น ดังนั้นจึงได้มีการใช้แนวทางออกแบบ LCC เพื่อการประหยัดค่าใช้จ่ายดำเนินงานและมีการควบคุมค่าใช้จ่ายขั้นต้นไม่ให้สูงขึ้น

3. การมุ่งลดทั้งค่าใช้จ่ายดำเนินงานและค่าใช้จ่ายเริ่มต้นซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบ LCCและมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับโครงการขนาดใหญ่ และมีการลงทุนสูงการออกแบบ LCC สำหรับสายการผลิตซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงโดยมีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

3.1 กำหนดภารกิจของการออกแบบ

3.2 ศึกษาข้อมูลทำการออกแบบเบื้องต้น โดยมุ่งเน้นหน้าที่การทำงานพื้นฐานและมีการทำข้อเสนอการออกแบบ ที่สอดคล้องกับความจำเป็นของการทำงานรวมทั้งแผนงานการออกแบบดังนั้นในการออกแบบ LCC ต้องทำการประเมินหาความชัดเจนของแผนการลดค่าใช้จ่ายเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ซึ่งการดำเนินการออกแบบช่วงนี้ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรและประมาณค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ
2. ประมาณค่าต้นทุนวงจรอายุ ซึ่งแสดงในรูปความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$$LCC=I+K(O+M+S)-R$$

เมื่อ I=ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น

M=ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษารายปี

K=ค่าคงที่ของวงจรชีวิต

S=ค่าใช้จ่ายคงที่

O=ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแต่ละปี

R=มูลค่าซาก

3. ทำความกระจ่างกับการออกแบบ
4. ดำเนินการออกแบบ
5. ประมาณค่าใช้จ่ายเริ่มต้นเพิ่มเติมสำหรับแผนทางเลือก
6. การประเมินผลได้-ผลเสีย

คำถามทบทวน

1. การออกแบบวิศวกรรม มีความสำคัญต่อองค์กรธุรกิจอย่างไร
2. กระบวนการในการออกแบบ มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง จงอธิบาย
3. คุณลักษณะวิศวกรรมออกแบบ ประกอบด้วยอะไรบ้าง
4. คุณลักษณะของนักออกแบบ มี 6 ประการอะไรบ้าง
5. การทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางวิศวกรรม มีความสำคัญอย่างไร
6. วิศวกรรมต้นทุน มีความสำคัญต่อองค์กรธุรกิจอย่างไร
7. วิศวกรรมต้นทุน มีความหมายอย่างไร
8. กิจกรรมของวิศวกรต้นทุน มีกิจกรรมทั่วไป และกิจกรรมหลัก จงอธิบายให้ครอบคลุมทุกประเด็น
9. ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ มีอะไรบ้าง จงอธิบาย
10. จงอธิบายต้นทุนวงจรอายุ มาพอเข้าใจ

เอกสารอ้างอิง