พิพิธภัณฑ์ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering , VE)

วิศวกรรมคุณค่าหรือการวิเคราะห์คุณค่า (Value Engineering / Value Analysis, VE / VA) ได้ถูกนำมาใช้ในโครงการต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนได้อย่างมีระบบโดยคงคุณภาพไว้ VA/VE นี้ ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตใหม่ ปัจจุบันได้มีการระบุเทคนิค VA/VE นี้ ไว้ในแผนอนุรักษ์พลังงานของชาติ 5 ปี (พ.ศ. 2543 - 2547) ว่าเป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการประหยัดพลังงานและถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานหนึ่งของการค้นหาปัญหาและแก้ไขปัญหาเพื่อการประหยัดพลังงาน

VE ได้เกิดในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เนื่องจาดเกิดปัญหาการขาดแคลนวัสดุในการผลิต โดยในระหว่างปี ค.ศ. 1940 วิกฤตการณ์ดังกล่าว ได้ส่งผลกระทบต่อ บริษัท เจนเนอรัล อิเลคทริค จำกัด (General Electric Company) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้มีความพยายามในการพัฒนาระบบสั่งซื้อตลอดมาอยู่แล้ว เกิดการขาดแคลนแอสเบสทอส (Asbestos) จนกระทั่งปี ค.ศ.1947 วิศวกรไฟฟ้าของบริษัทฯ ชื่อ Lawrence D. Miles ซึ่งทำงานอยู่แผนกจัดซื้อ ได้พยายามคิดหาวิธีการหาวัสดุมาแทนแอสเบสทอส โดยวัสดุทดแทนนั้นมีประโยชน์ใช้แทนเช่นเดียวกัน คือ ป้องกันอัคคีภัยและราคาถูกกว่า และเขาได้ค้นพบถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนของผลิตภัณฑ์และหน้าที่การทำงานหรือประโยชน์การใช้งาน (Function) โดยแสดงอยู่ในรูปคำว่า "คุณค่า" (Value) และได้มีการพัฒนาต่อมา แม้ว่าจะผ่านช่วงสงครามแล้วก็ตาม

Miles ได้รับคำสั่งให้พัฒนาแนวความคิดที่เรียกว่า การเน้นหน้าที่การงาน หรือประโยชน์การใช้งาน และได้มีการผลักดันแนวความคิดดังกล่าว ในระบบการสั่งซื้อ จนกระทั่งในที่สุดได้เป็นแนวทางของการพัฒนาระบบใหม่ที่เรียกว่า **การวิเคราะห์คุณค่า** (Value Analysis, VA) และได้มีการจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่พนักงานหลายพันคนของบริษัทฯ ให้เข้าใจถึงพื้นฐานของ VA โดยบริษัทฯ ยอมจ่ายเงินลงทุนสำหรับการพัฒนาให้คนมีจิตำนึกถึงสามล้านเหรียญสหรัฐในขณะนั้น (ค.ศ.1958) ต่อมาปี ค.ศ. 1964 ได้มีการประเมินผล ซึ่งตรงกับปีที่

Miles ปลดเกษียณ ได้พบว่าค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม VA สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาไม่นาน พนักงานหลายพันคนที่ได้ผ่านการฝึกอบรมได้มีจิตสำนึกถึงคุณค่า ซึ่งเป็นการคืนทุนที่คุ้มค่า เพราะว่า **เป็นการสร้างคนให้เกิดจิตสำนึกในเรื่องคุณค่าประโยชน์การใช้งานและต้นทุน** ซึ่งส่งผลดีต่อบริษัทฯ ในเวลาต่อมา ได้มีกานำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนในประเทศสหรัฐอเมริกา

ในระหว่างปี ค.ศ.1950 VE ได้แพร่หลายเข้าสู่วงการทหารของสหรัฐอเมริกา และช่วงต้นของ ค.ศ.1960 ได้มีการแพร่หลายเข้าสู่ประเทศญี่ปุ่น มีการแปลหนังสือของ Miles เป็นภาษาญี่ปุ่น มีผู้เขียนชาวอเมริกันได้กล่าวไว้ว่า ถ้าเปรียบเทียบว่า VA เป็นเกมอย่างหนึ่ง ถือได้ว่าประเทศญี่ปุ่นเป็นฝ่ายชนะเพราะว่าปัจจุบันนี้พนังงานทุกบริษัทในประเทศญี่ปุ่นมีความรู้เรื่องการวิเคราะห์คุณค่าเป็นพื้นฐาน

ในส่วนของรัฐบาลของสหรัฐอเมริกาได้มีการเปลี่ยนชื่อ การวิเคราะห์คุณค่า เป็นวิศวกรรมคุณค่า (Vale Engineering, VE) ด้วยความเห็นว่าวิศวกรรมคุณค่ามีความหมายเชิงปฏิบัติมากกว่า ผู้ที่ใช้มักเป็นวิศวกร ไม่ใช่ นักวิเคราะห์ และเป็นความเข้าใจที่ง่ายกว่า ดังนั้น จึงได้มีการชื่อเป็น VE ในเวลาต่อมา ทั้งนี้ยังนิยมเรียกกันว่า VA/VE

ในยุคแรก VA/VE ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ให้ประโยชน์การใช้งานเท่าเดิมแต่ให้ตุนทุนที่ต่ำกว่า นั่นคือ มีการลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น และ VA/VE ก็ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วย นับได้ว่าการนำ VA /VE ไปใช้ได้ประสบความสำเร็จมาแล้วในองค์กรต่างๆ อย่างเป็นที่น่าสนใจ

จิตสำนึกเรื่องประโยชน์การใช้งาน ต้นทุนและคุณค่า

เนื้อแท้ของแนวความคิดของวิศวกรรมคุณค่า คือ การมีจิตสำนึกเกี่ยวกับ **ประโยชน์การใช้งานและต้นทุน** ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ออกมาในรูปของ **คุณค่า** ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$V = \frac{F}{C}$$

เมื่อ V หมายถึง คุณค่า (Value)

F หมายถึง ประโยชน์การใช้งาน (Function)

C หมายถึง ต้นทุน (Cost)

การประยุกต์ใช้ VE ในการลดต้นทุนนั้น ก็คือ การปรับปรุง โดยการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งที่เป็นเป้าหมายที่กำลังสนใจอยู่ ตัวอย่างต่อไปนี้จะช่วยให้เข้าใจความหมายของความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้นได้ดียิ่งขึ้น

บริษัทไก่ จำกัด และบริษัท ไข่ จำกัด เป็นคู่แข่งและการทำการผลิตสินค้าชนิดเดียวกัน ลูกค้าที่ต้องการผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เพื่อประโยชน์การใช้งานตามที่ตนเองต้องการ แต่ในเมื่อมีให้เลือกถึง 2 ยี่ห้อ จึงต้องทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากทั้งสองบริษัทว่า ผลิตภัณฑ์จากบริษัทใด ที่ให้ประโยชน์การใช้งานตามความต้องการของลูกค้ามากที่สุด เมื่อพบว่าให้ประโยชน์การใช้งานไม่แตกต่างกันแล้ว ลูกค้าก็ย่อมพิจารณาราคา นั่นคือ ลูกค้าได้ใช้การตัดสินใจที่คำนึงถึงคุณค่าเป็นเกณฑ์ นั่นก็คือ บริษัท ไก่ จำกัด หรือ บริษัท ไข่ จำกัด ย่อมต้องหาวิธีปรับปรุงคุณค่า ให้สูงขึ้น ถ้าบริษัทใดทำการปรับปรุงคุณค่า ก็ย่อมได้เปรียบกว่าอีกบริษัทหนึ่ง ต่อไปนี้จะกล่าวถึงวิธีการเพิ่มคุณค่าซึ่งมีอยู่ 5 วิธีได้แก่

1) การเพิ่มคุณค่าด้วยการลดต้นทุน ส่วนประโยชน์การใช้สอยเท่าเดิม

$$V \uparrow = \frac{F \rightarrow}{C \downarrow}$$

2) การเพิ่มคุณค่าด้วยการเพิ่มประโยชน์การใช้งาน โดยที่ต้นทุนคงที่

$$V \uparrow = \frac{F \uparrow}{C \rightarrow}$$

3) การเพิ่มคุณค่าด้วยกาลดต้นทุนและเพิ่มประโยชน์การใช้งาน

$$V \uparrow = \frac{F \uparrow}{C \downarrow}$$

4) การเพิ่มคุณค่าด้วยการเพิ่มต้นทุน ด้วยประโยชน์การใช้งานเพิ่มขึ้นด้วยค่าที่มากกว่า

$$V \uparrow = \frac{F \uparrow}{C \uparrow}$$

5) การเพิ่มคุณค่าด้วยการลดประโยชน์การใช้งาน **เหลือเท่าที่จำเป็น** โดยที่ลดต้นทุนให้ต่ำลงด้วยอัตราที่มากกว่า

$$V \uparrow = \frac{F \downarrow}{C \downarrow}$$

จากวิธีการเพิ่มคุณค่า 5 วิธีดังกล่าวมาแล้ว ถ้าทำความเข้าใจให้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น จะพบว่า การเพิ่มคุณค่าด้วยวิธี 1, 3 และ 5 นั้น เป็นวิธีการที่เป็นไปได้ง่ายกว่า เพราะเป็นการปรับปรุงกันภายในองค์กร เพื่อให้ต้นทุนต่ำลง แต่ถ้าเป็นวิธีที่ 2 ก็สามารถเป็นไปได้ เพราะไม่ได้กระทบกระเทือนราคาขาย ส่วนวิธีที่ 4 คงเป็นไปได้ยากกว่า เมื่อพิจารณาจากการขาย เพราะว่าลูกค้าต้องจ่ายเงินสูงขึ้นสำหรับประโยชน์การใช้งานที่มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ประโยชน์การใช้งานนี้ก็คงต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้เป็นสำคัญ

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือให้การบริการนั้น ก็คงต้องเข้าใจว่า ต้นทุนจริงในการดำเนินการประกอบไปด้วยต้นทุนในอุดมคติและต้นทุนสูญเปล่า ต้นทุนสูญเปล่านี้เองที่จำเป็นต้องกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ส่วนสาเหตุของการเกิดต้นทุนสูญเปล่าอาจเกิดจากกระบวนการผลิตไม่ดี การบริหารงาน การควบคุมงาน หรือการจัดการไม่ได้ การออกแบบไม่ได้ เป็นต้น ถ้าได้มีการแก้ไขลดต้นทุนสูญเปล่าที่เกิดขึ้นอย่างจริงจัง จะสามารถทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้ ซึ่งสามารถเรียกต้นทุนจริงดังกล่าวว่า ต้นทุนมาตรฐาน

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งรวมถึงประเทศญี่ปุ่นและประเทศไทยด้วย ได้มีการนำหักการ VE ไปประยุกต์ใช้กับการลดต้นทุนการผลิตในงานต่างๆ เช่น ในงานขนส่ง งานพัสดุคงคลัง งานเอกสาร และในงานผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆ แม้ว่าการลดต้นทุนดังกล่าวจะมีวัตถุประสงค์เพื่อการลดค่าใช้จ่าย แต่ผลทางอ้อมก็คือ สามารถลดต้นทุนทางด้านพลังงานได้ด้วย

การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

จากจุดเริ่มต้นของเทคนิค VE ที่นำมาใช้ในการผลิตสินค้าเพื่อลดต้นทุนการผลิตหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นออกไปโดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพและน่าเชื่อถือเหมือนเดิม ได้มีการนำเทคนิค VE ไปใช้ในงานด้านอื่นๆ จึงได้เกิดศัพท์ใหม่ซึ่งเรียกต่างๆ กันไปตามชนิดของธุรกิจ ตัวอย่างเช่น VC (Value Control) มุ่งการศึกษาไปที่การควบคุมคุณภาพและต้นทุนการผลิต , VB (Value Buying) มุ่งไปที่การจัดซื้อวัสดุและผลิตภัณฑ์จากผู้ขาย ,VB (Value Buying) ใช้ในห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทดสอบ ,VI (Value Improvement) ใช้ในงานปรับปรุงผลิตภัณฑ์

เทคนิควิศวกรรมคุณค่าได้นำมาประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน โดยสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มีโครงการนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้กับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน 3 โครงการ คือ โครงการการศึกษากรณีตัวอย่างโรงงานที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมตามกฎกระทรวงเกี่ยวกับโรงงานควบคุม : การตรวจวินิจฉัยและการจัดทำข้อเสนอเพื่อการประหยัดพลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ , โครงการนำร่องประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมควบคุมด้วยเทคนิคการจัดการ (Value Engineering ,VE) และโครงการการศึกษาหาแนวทางกาสนับสนุนในภาครัฐและเอกชน (โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิคการจัดการ) ซึ่งทั้ง 3 โครงการดังกล่าว ได้นำเอาเทคนิควิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ใช้กับการอนุรักษ์พลังงายอย่างได้ผล โดยมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานไม่เน้นการลงทุนด้านการเงินจำนวนมาก เช่น การเปลี่ยนเครื่องจักร แต่เน้นการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์ ที่มีอยู่เดิมในโรงงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้พลังงานเท่าที่จำเป็น และลดการสูญเปล่าของพลังงาน ตัวอย่างการนำเทคนิคVE ไปประยุกต์ใช้กับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน ได้แก่ STOP LEAK , INSULATION , PRODUCTION LOST CONTROL , BETTER MAINTENANCE . BETTER OPERATION : OPTIMUM TUNNING , OPTIMUM OPERATION PROCEDURE . ENERGY CONSERVATION AWARNESS จะเห็นได้ว่าเทคนิคที่กล่าวมา ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ ในโรงงานให้สูงขึ้น โดยไม่ต้องลงทุนด้านการเงินและมุ่งให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์จากประสบการณ์การทำงานเพื่อคิดหามาตรการแนวทาง วิธีปฏิบัติ เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและการลดความสูญเปล่าของพลังงานในโรงงานได้ด้วยตัวเอง

3.1.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

เนื่องจากเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าขนาดตัวอย่างจำนวนเท่าใดที่เพียงพอต่อการศึกษาหรือการวิจัยในแต่ละครั้ง แม้ว่าการเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่โดยทั่วๆ ไปจะเป็นตัวแทนประชากรที่ดีกว่าการเลือกตัวอย่างขนาดเล็ก แต่การเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่จะทำให้มีการสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายมาก ยกตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยบางงานมีการเลือกตัวอย่างจำนวนมาก n = 1000ทั้งๆที่ความเป็นจริงใช้ขนาดตัวอย่างเพียง 500 ตัวอย่างก็เพียงพอแล้ว ดังนั้นนักวิจัยจึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดหรือคำนวณหาขนาดตัวอย่างหรือขนาดตัวอย่างโดยอาศัยหลักการทางสถิติที่ทำให้งานวิจัยนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือมีระดับความเชื่อมั่นมากที่สุด

ในการกำหนดขนาดตัวอย่างนั้นมีความสำคัญกับค่าสถิติที่จะประมาณมาก เพราะซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนเท่าใด จะทำให้การประมาณค่ามีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดหรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยทีสุด โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึงการกำหนดขนาดตัวอย่าง ที่สามารถนำไปปรับใช้งานวิจัยได้

1) เมื่อไม่ทราบจำนวนประชากร ทราบเพียงว่ามีจำนวนมาก

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{e^2}$$

เมื่อ

- n แทนจำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง
- P แทนสัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยกำหนดจะสุ่ม โดยทั่วไปนิยมกำหนดสัดส่วนประชากรที่คาดว่าจะสุ่มประมาณร้อยละ 50
- Z แทนระดับความมั่นใจที่ผู้วิจัยกำหนดไว้
- Z มีค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยความสำคัญ 0.05)
- Z มีค่าเท่ากับ 2.58 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ระดับนัยความสำคัญ 0.01)
- e แทนความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

2) กรณีทราบจำนวนประชากร และมีจำนวนไม่มาก

$$n = \frac{NZ^2P(1-P)}{Ne^2 + Z^2P(1-P)}$$

เมื่อ

n แทนจำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

P แทนสัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยกำหนดจะสุ่ม โดยทั่วไปนิยมกำหนดสัดส่วนประชากรที่คาดว่าจะสุ่มประมาณร้อยละ 50

Z แทนระดับความมั่นใจที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

Z มีค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยความสำคัญ 0.05)

Z มีค่าเท่ากับ 2.58 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ระดับนัยความสำคัญ 0.01)

e แทนความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

N แทนจำนวนประชากร

โดย งานวิจัยนี้ได้เลือกการสุ่มขนาดตัวอย่าง ประเภทกรณีทราบจำนวนประชากร และมีจำนวนไม่มาก

3.1.3 เทคนิคที่ใช้ในการออกแบบสอบถาม

ลักษณะทั่วไปของแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

1) บทนำที่ดี จดหมายแนะนำวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่แนบไปพร้อมกับแบบสอบถาม ควรมีลักษณะที่ดึงดูดใจผู้ให้ตอบสนใจในงานวิจัย และพร้อมจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับงานวิจัยได้ นอกจากนั้นยังต้องสร้างความมั่นใจให้กับผู้ตอบแบบสอบถามได้ทราบว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนั้นจะเป็นความลับ ไม่ถูกเปิดเผยต่อสาธารณะในลักษณะที่ระบุว่าผู้ใดเป็นผู้ให้ข้อมูล

2) องค์ประกอบที่ดี การวางองค์ประกอบของแบบสอบถามอย่างมีระบบระเบียบ เริ่มต้นจากการชี้แจงการทำแบบสอบถามที่ง่ายและกระชับ โดยใช้คำที่เข้าใจง่าย ไม่สร้างความสับสนให้กับผู้ตอบ และการวางคำถามควรจะเป็นระเบียบและดูสะอาดตา พร้อมทั้งจัดวางองค์ประกอบให้ดึงดูดใจ ควรเว้นช่องว่างระหว่างคำถามพอประมาณ เพื่อให้ผู้ตอบไม่มีความรู้สึกเหมือนถูกยัดเยียดให้ตอบคำถาม บางครั้งอาจใช้รูปภาพประกอบในการออกแบบแบบสอบถามได้ด้วย

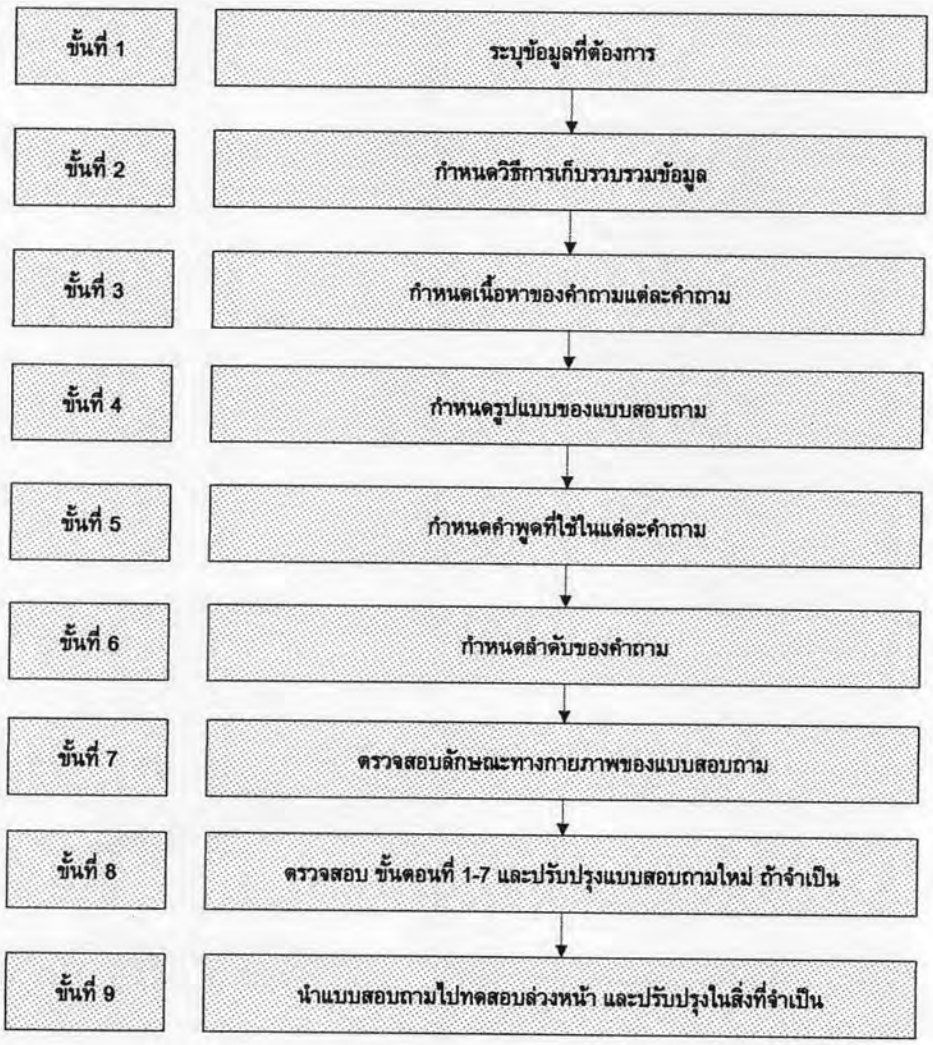
3) ปริมาณพอเหมาะ แบบสอบถามไม่ควรมีปริมาณเกินไป เพราะจะทำให้ผูตอบเกิดความเบื่อหน่ายในการตอบ และจะให้ข้อมูลแบบลวกๆ โดยที่ไม่ได้พิจารณามากนัก ซึ่งอาจจะให้ผลเสียต่องานวิจัยได้ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิจัยจะต้องคำนึงถึงปริมาณคำถามในการสอบถามอย่างมาก

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถาม (Questionnaire) คือ กลุ่มของคำถามที่ถูกเขียนขึ้นมาให้เพื่อให้ผู้ตอบ (Respondents) ตอบคำถามนั้น ซึ่งแบบสอบถามจะกำหนดตัวเลือกให้ตอบ โดยอาจเป็นคำถามปลายปิด (Closed-ended questions) หรือคำถามปลายเปิด (Open-ended questions) ที่ให้ผู้ตอบตอบได้อย่างเสรี ไม่มีการจำกัดคำตอบด้วยคำถามที่เป็นตัวเลือกก็ได้ แบบสอบถามนับเป็นเครื่องมือที่ใช้มากในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการวัดทัศนคติ (เจตคติ) ความ

คิดเห็น หรือความสนใจของผู้ตอบแบบสอบถาม แล้วนำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจ เพื่อนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ต่อไป

การออกแบบสอบถาม (Design questions) เป็นทั้งเรื่องของศาสตร์และศิลป์ กล่าวคือมีหลักเกณฑ์ในการออกแบบสอบถาม และในขณะเดียวกันก็เป็นทัศนคติของผู้วิจัยที่มีประสบการณ์ซึ่งอาจจะสร้างรูปแบบของตนเองได้ การสร้างแบบสอบถามมีขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 1 ระบุข้อมูลที่ต้องการ

ระบุข้อมูลที่ต้องการ (Specify what information will be sought) การตัดสินใจว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่ผู้วิจัยต้องการเป็นขั้นตอนขั้นแรกที่สำคัญของกระบวนการวิจัย ซึ่งต้องทำด้วยความพิพิถันทั้งในการวิจัยเชิงพรรณนาและการวิจัยเชิงเหตุผล ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ที่พอเพียงในการศึกษาโครงสร้างสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานจะช่วยชี้นำว่าควรจะได้ข้อมูลอะไรบ้างในแบบสอบถามและจากใคร เพราะสมมติฐานจะระบุถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการจะศึกษา นอกจากนี้ถ้าผู้วิจัยใช้ตารางดัมมี (Dummy) ซึ่งเป็นตารางสมมติที่กำหนดความสัมพันธ์ของตัวแปร กำหนดตัวแปรดัมมี (Dummy variable) (การกำหนดค่าตัวแปรให้มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เช่น หญิงให้เป็น 1 ชายให้เป็น 0 หรือใช้บัตรเครดิตให้เป็น 0 เป็นต้น) ที่กำหนดโครงสร้างในการวิเคราะห์ขอ้มูล ผู้วิจัยจะต้องรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรซึ่งกำหนดในตารางดัมมี (Dummy) เพื่อทดสอบสมมติฐานต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ อายุ เพศ ระดับการศึกษา สถานภาพ ระดับรายได้ ฯลฯ สิ่งสำคัญประการหนึ่งของงานวิจัย คือ ไม่ควรถามชื่อของผู้ตอบในแบบสอบถาม พราะจะระบุได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นใคร ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามไม่กล้าที่จะให้คำตอบที่จริง นักวิจัยควรชี้แจงให้ผู้ตอบแบบสอบถามทราบอย่างชัดเจนว่า ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะเป็นความลับไม่เปิดเผยต่อสาธารณชนในรูปแบบที่ระบุได้ว่าผู้ให้ข้อมูลเป็นใคร แต่ข้อมูลจะถูกเปิดเผยในรูปแบบของผลสรุปของงานวิจัยเท่านั้น

โดยทั่วไปคำถามที่นิยมใช้ในการถามข้อมูลส่วนตัวมักจะเป็นในรูปของการกำหนดช่วงของคำตอบ และให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่เหมาะสมกับตนเอง ดังตัวอย่าง

1. เพศ	( ) 1. ชาย	( ) 2. หญิง	( ) 1
2. อายุ	( ) 1. อายุต่ำกว่า 25 ปี	( ) 2. 25 – 35 ปี	
	( ) 3. 36 - 45 ปี	( ) 4. 46 – 55 ปี	
	( ) 5. มากกว่า 55 ปี	( ) 6. อื่นๆ โปรดระบุ.....	( ) 2
3. รายได้	( ) 1. ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20,000 บาท	( ) 2. 20,001 – 40,000 บาท	
	( ) 3. 40,001 – 60,000 บาท	( ) 4. 60,001 – 80,000 บาท	
	( ) 5. มากกว่า 80,000 บาท		( ) 3

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะต้องกำหนดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งอาจใช้การส่งทางไปรษณีย์ การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ หรือการสัมภาษณ์ส่วนบุคคล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับวิธีการสร้างแบบสอบถาม ความซับซ้อนของคำถาม จะเห็นได้จากตัวอย่างดังนี้

แบบที่ 1 รายได้ ( ) 1. ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท ( ) 2. 10,001 – 30,000 บาท
( ) 3. 30,001 – 50,000 บาท ( ) 4. 50,001 – 70,000 บาท
( ) 5. 70,001 -90,000 บาท ( ) 6. มากกว่า 90,000 บาท

แบบที่ 2 รายได้ ( ) 1. ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท ( ) 2. 10,001 – 30,000 บาท
( ) 3. 30,001 – 50,000 บาท ( ) 4. มากกว่า 50,000 บาท

แบบที่ 3 กรุณาระบุความพึงพอใจของท่านที่มีต่อการให้บริการของธนาคารแห่งหนึ่ง
(5) พอใจอย่างยิ่ง (4) พอใจ (3) เฉยๆ (2) ไม่พอใจ (1) ไม่พอใจอย่างยิ่ง

แบบที่ 4 กรุณาระบุความพึงพอใจของท่านที่มีต่อการให้บริการของธนาคารแห่งหนึ่ง
(9) พอใจอย่างยิ่ง (8) พอใจมาก (7) พอใจ (6) ค่อนข้างพอใจ (5) เฉยๆ
(4) ค่อนข้างไม่พอใจ (3) ไม่พอใจ (2) ไม่พอใจมาก (1) ไม่พอใจมากอย่างยิ่ง

การใช้คำถามแบบที่ 2 และแบบที่ 3 จะเหมาะกับการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์มากกว่าการใช้คำถามแบบที่ 1 และแบบที่ 4 เนื่องจากสั้นและเข้าใจง่าย แต่อาจให้ข้อมูลไม่ละเอียดเท่ากับการใช้คำถามแบบที่ 1 และแบบที่ 4 ในขณะเดียวกันการใช้คำถามแบบที่ 1 และแบบที่ 4 อาจเหมาะกับการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์มากกว่า แต่ไม่เหมาะกับการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดเนื้อหาของคำถามแต่ละคำถาม

กำหนดเนื้อหาของคำถามแต่ละคำถาม (Determine content of individual questions) ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะต้องกำหนดเนื้อหาของแต่ละคำถามและวัตถุประสงค์ โดยจะต้องพิจารณาประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) **จำเป็นต้องถามคำถามเหล่านั้นหรือไม่ (Is the question necessary?)** นักวิจัยต้องเลือกคำถามที่ตะครอบคลุมวัตถุประสงค์ของงานวิจัยจริงๆ คำถามบางประการเป็นคำถามที่น่าสนใจใคร่รู้ แต่ไม่ได้ช่วยในการตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยก็ไม่ควรนำมาถาม

2) **สามารถใช้คำถามเดียวแทนหลายคำถามหรือไม่ (Are several questions needed instead of one?)** บางสถานการณ์คำถามที่มีหลายข้อสามารถแทนได้ด้วยคำถามเดียว เช่น "ท่านเริ่มต้นใช้ยาสีฟัน Oral-B ได้อย่างไร" และคำถามที่ว่า "เหตุผลแรกในการใช้ยาสีฟัน Oral-B คืออะไร" สองคำถามนี้สามารถรวมในคำถามเดียวกันได้

3) **ผู้ตอบมีข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Do respondents have the necessary information?)** ผู้วิจัยควรระมัดระวังการตั้งคำถาม โดยต้องมั่นใจว่าผู้ตอบมีความรู้และข้อมูลเพียงพอที่สามารถให้คำตอบได้ ดังนั้นคำถามที่ยากเกินไปจึงไม่ควรนำมาใช้ เพราะบางครั้งผู้ตอบไม่มีความรู้พอและไม่สามารถตอบได้ เช่น ใน 1 ปี ท่านรับประทานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปกี่ครั้ง ผู้ตอบอาจไม่สามารถจำได้หากถามเป็นรายปี แต่อาจจำได้หากถามเป็นรายเดือนหรือรายสัปดาห์ เป็นต้น

4) **ผู้ตอบเต็มใจที่จะให้ข้อมูลหรือไม่ (Will Respondents give the information?)** แม้ว่าผู้ตอบมีความรู้และมีข้อมูลเพียงพอ แต่ผู้ตอบอาจไม่เต็มใจที่จะให้ข้อมูลก็ได้ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของผู้วิจัย เพราะถือว่าไม่ใช่ภาระหน้าที่ที่จะให้คำตอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรสร้างแรงจูงใจเพื่อกระตุ้นให้ผู้ตอบตอบให้มากที่สุด ดังตัวอย่างที่ถือว่าเป็นคำถามที่ตอบไม่พอใจที่จะตอบ และยังถือว่าเป็นคำถามที่ดูถูกผู้ตอบด้วย

ท่านเคยเป็นโรคริดสีดวงทวารหรือไม่
( ) เคย ( ) ไม่เคย
ท่านหรือคนในครอบครัวของท่านเคยเป็นโรคริดสีดวงทวารหรือไม่
( ) เคย ( ) ไม่เคย
ท่านเคยโกงภาษีของรัฐหรือไม่
( ) เคย ( ) ไม่เคย
ท่านเคยรู้จักคนที่หลีกเลี่ยงภาษีหรือไม่
( ) เคย ( ) ไม่เคย

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม

กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม (Determine form of question to each question) ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องกำหนดเกี่ยวกับรูปแบบคำถามว่าจะใช้แบบใดจาก (1) คำถามปลายเปิด (Open-ended question) (2) คำถามปลายปิด (closed-ended question) ซึ่งอาจจะมีออกมาในลักษณะคำถามเชิงบวก (Positive question) หรือคำถามเชิงลบ (Negative question) ก็ได้

1) **คำถามปลายเปิด (Open-ended question)** เป็นคำถามซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ตอบตอบได้อย่างเสรี โดยไม่มีข้อจำกัด เป็นคำถามลักษณะเปิดไม่มีโครงสร้าง (Unstructured question) ไม่มีการวางแผนหรือจัดแนวคำตอบไว้ให้ ดังนั้นผู้ตอบจึงสามารถตอบคำถามตามที่เขาต้องการได้ ดังตัวอย่าง

- ท่านเคยมีข้อเสนอแนะอย่างไรเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการของสายการบินไทย.....
- ท่านมีปัญหาเกี่ยวกับการหาซื้อสินค้าของบริษัท Nestle หรือไม่อย่างไร .....

ลักษณะของคำถามปลายเปิด (Open-ended question) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ คำถามปลายเปิดแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured question) และคำถามปลายเปิดแบบมีโครงสร้าง (Structured question) นอกจากนี้ คำถามปลายเปิดมักนิยมใช้ในงานวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ เทคนิคการคาดคะเน (Projective technique) ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของคำถามต่างๆดังนี้ (1) คำถามแบบโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำพูดหรือข้อความ (Word association)(2) การเติมประโยคให้สมบูรณ์ (Sentence completion) (3) การเติมเรื่องราวให้สมบูรณ์ (Story completion) (4) การเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture completion) (5) Thematic Apperception Test (TAT)

1.1) **คำถามปลายเปิดแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured question)** เป็นคำถามซึ่งไม่มีรูปแบบ ไม่มีการวางแผนหรือจัดลำดับการตอบเอาไว้ ดังตัวอย่าง

- ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการให้บริการของธนาคารออมสิน.....

1.2) **คำถามปลายเปิดแบบมีโครงสร้าง (Structured question)** เป็นคำถามที่มีการออกแบบเรียงตามลำดับไว้อย่างแน่นอน เพื่อให้ผู้ตอบตอบตามลำดับในแต่ละข้อ ดังตัวอย่าง

- ท่านชอบการให้บริการของธนาคารออมสินหรือไม่ เพราะเหตุใด
  ( ) ชอบเพราะ .....
  ( ) ไม่ชอบเพราะ .....
- การโฆษณาธนาคารอะไรบ้าง ที่ท่านได้เห็นในช่วงระยะเวลา 1 เดือนนี้
  .....
- คุณสมบัติที่ดีอะไรบ้าง ที่ท่านเห็นว่าธนาคารควรมี
  .....
- ปัญหาที่ท่านเห็นในการให้บริการของธนาคารออมสินคืออะไร
  .....
- ท่านมีข้อเสนอแนะอย่างไรในการให้บริการของธนาคารออมสิน
  .....

2) **คำถามปลายปิด (closed-ended question)** เป็นคำถามที่กำหนดคำตอบได้ล่วงหน้า ผู้ตอบจะต้องเลือกคำถามจากกลุ่มคำตอบที่ให้ไว้ ตัวอย่างเช่น คำถามที่ถามให้ผู้ตอบให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แทนที่จะให้ผู้ตอบให้ข้อมูลเอง นักวิจัยอาจจะกำหนดรายการคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องมาให้ เช่น ขนาดกะทัดรัด ทนทาน สีสีสันงดงาม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ตอบเลือกจากรายการเหล่านี้ ในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์การที่แบบสอบถามใช้มาตรการวัดระดับต่างๆ ได้แก่ มาตรานามบัญญัติ (Nominal scale) มาตราเรียงลำดับ (Ordinal scale) มาตราอันตรภาค (Interval scale) หรือมาตราอัตราส่วน (Ratio scale) เหล่านี้จัดว่าเป็นการวัดผลที่ใช้คำถามแบบปลายปิดทั้งสิ้น ดังตัวอย่าง

- ท่านใช้บริการ E-mail หรือไม่ บ่อยครั้งเพียงใด
  ( ) ตลอดเวลา ( ) บ่อยครั้ง ( ) นานๆครั้ง ( ) ไม่เคย

ในการออกแบบสอบถามที่ดีควรใช้รูปแบบคำถามทั้งเชิงบวกและเชิงลบผสมกันเพื่อลดความลำเอียงในการตอบคำถาม อันเนื่องมาจากการเลือกคำตอบจากสเกลเพียงด้านเดียว และเป็นการสร้างความตื่นตัวให้กับผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อผู้ตอบจะได้ให้ความสนใจกับคำถามมากกว่ากรณีที่ใช้เฉพาะคำถามรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งในแบบสอบถาม

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะคำถามปลายปิด (closed-ended question) เป็นคำถามที่มีการกำหนดแนวทางของคำตอบไว้คงที่ แล้วให้เลือก 1 คำตอบตามความคิดเห็นของผู้ตอบ แบ่งเป็น 9 ประเภท ดังนี้ (1) คำถามแบบเลือกได้ 2 คำตอบ (Two way question หรือ Dichotomous question) (2) คำถามแบบหลายตัวเลือก (Multiple choices question) (3) คำถามแบบให้ตอบได้หลายข้อ (Checklist) (4) คำถามแบบจัดลำดับ (Ranking question) (5) คำถามแบบ Likert scale (6) คำถามแบบมาตราวัดความแตกต่างที่ตรงข้ามกัน 2 ด้าน (Semantic differential scale) (7) คำถามแบบใช้สเกลความสำคัญ (Importance scale) (8) สเกลการให้คะแนน (Rating scale) (9) คำถามแบบใช้สเกลความตั้งใจซื้อ (Intention-to-buy scale) ดังนี้

2.1) **คำถามแบบเลือกได้ 2 คำตอบ (Two way question หรือ Dichotomous question)** ดังตัวอย่าง

- ท่านจำเป็นต้องใช้บริการสินเชื่อจากธนาคารออมสินหรือไม่ ( ) จำเป็น ( ) ไม่จำเป็น

2.2) **คำถามแบบหลายตัวเลือก (Multiple choices question)** เป็นคำถามที่มีหลายข้อตัวเลือกโดยผู้ให้ตอบเลือกหนึ่งคำตอบจากบรรดาคำตอบทั้งหมด ดังตัวอย่าง

- เหตุจูงใจสำคัญที่สุดที่ท่านตัดสินใจใช้บริการธนาคารออมสินคือข้อใด (เลือกได้เพียง 1 คำตอบ)

( ) ความมั่นคง ( ) สลากออมสินพิเศษ
( ) มีสิทธิ์กู้เงินในอัตราดอกเบี้ยต่ำ ( ) สามารถฝากเงินในมูลค่าต่ำต่อครั้งได้
( ) เป็นให้บริการในวันเสาร์ครึ่งวัน ( ) มีของขวัญ ของที่ระลึกจากการฝากเงิน

- ท่านใช้บริการจากธนาคารออมสินบ่อยครั้งเพียงใด

( ) สัปดาห์ละหนึ่งครั้ง ( ) เดือนละครั้ง
( ) 2 เดือนครั้ง ( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

2.3) **คำถามแบบให้ตอบได้หลายข้อ (Checklist)** เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบเลือกตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ โดยทำเครื่องหมายในข้อที่ต้องการตอบ ดังตัวอย่าง

- ปัจจัยอะไรบ้างที่ท่านเลือกใช้บริการจากธนาคารออมสิน (เลือกตอบได้หลายข้อ)

( ) ความมั่นคง ( ) สลากออมสินพิเศษ
( ) มีสิทธิ์กู้เงินในอัตราดอกเบี้ยต่ำ ( ) สามารถฝากเงินในมูลค่าต่ำต่อครั้งได้
( ) เป็นให้บริการในวันเสาร์ครึ่งวัน ( ) มีของขวัญ ของที่ระลึกจากการฝากเงิน

2.4) **คำถามแบบจัดลำดับ (Ranking question)** โดยนำเอาคุณลักษณะของสิ่งที่จะจัดอันดับมาเปรียบเทียบกันโดยแบ่งเป็นกลุ่มๆ และจัดอันดับภายในกลุ่ม แล้วจึงนำมาเรียงลำดับเชื่อมต่อกันและเรียงลำดับใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังตัวอย่าง

- ให้จัดลำดับความสำคัญ 3 อันดับ จากปัจจัยที่ทำให้ท่านเลือกใช้บริการจากธนาคารออมสิน ต่อไปนี้

( ) ความมั่นคง ( ) สลากออมสินพิเศษ
( ) มีสิทธิ์กู้เงินในอัตราดอกเบี้ยต่ำ ( ) สามารถฝากเงินในมูลค่าต่ำต่อครั้งได้
( ) เป็นให้บริการในวันเสาร์ครึ่งวัน ( ) มีของขวัญ ของที่ระลึกจากการฝากเงิน

2.5) **คำถามแบบ Likert scale** เป็นสเกลวัดทัศนคติของผู้ตอบเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย โดยให้คะแนนจาก เห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ 5 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ 1

2.6) **คำถามแบบมาตราวัดความแตกต่างที่ตรงข้ามกัน 2 ด้าน (Semantic differential scale)** เป็นมาตรการวัดทัศนคติที่แบ่งเป็นช่วงๆ โดยกำหนดให้ด้านใดด้านหนึ่งแทนคุณสมบัติที่ดีมาก ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นคุณสมบัติที่ตรงข้ามกัน

2.7) **คำถามแบบใช้สเกลความสำคัญ (Importance scale)** เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบให้คะแนนความสำคัญของคุณสมบัติ

2.8) **สเกลการให้คะแนน (Rating scale)** เป็นความพยายามที่จะวัดคุณลักษณะต่างๆ ให้ออกมาเป็นตัวเลขในระดับที่แตกต่างกัน

2.9) **คำถามแบบใช้สเกลความตั้งใจซื้อ (Intention-to-buy scale)** หรือแนวโน้มพฤติกรรมของผู้บริโภค (Customer behavior) เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบแสดงความตั้งใจในการซื้อ ดังตัวอย่าง

- ถ้าธนาคารออมสินมีการให้บริการสินเชื่อที่อยู่อาศัยท่านจะใช้บริการหรือไม่

( ) ใช้แน่นอน ( ) ใช้ ( ) ไม่แน่ใจ ( ) ไม่ใช้ ( ) ไม่ใช้แน่นอน

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดคำพูดที่ใช้ในแต่ละคำถาม

กำหนดคำพูดที่ใช้ในแต่ละคำถาม (Determine wording of each question) วิธีการใช้คำพูดของแต่ละคำถามมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อคุณภาพของแบบสอบถาม คำถามที่ใช้วลีไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุให้ผู้ตอบปฏิเสธที่จะตอบคำถาม แม้ว่าจะให้ความร่วมมือในการตอบในตอนแรกก็ตาม ซึ่งการไม่ยอมตอบคำถามนี้จะสร้างปัญหาหลายประการเมื่อวิเคราะห์ข้อมูล และจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัด ซึ่งก็คือการให้คะแนนหรือคะแนนที่ได้ไม่ตรงกับคะแนนที่เป็นจริงของผู้ตอบ

ภาษาและการใช้คำของแบบสอบถาม(Questionnaire's language and wording) ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถามควรจะเหมาะสมกับระดับความเข้าใจของผู้ตอบแบบสอบถาม การเลือกใช้คำขึ้นอยู่กับระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้การใช้คำพูด วลี และสำนวนต่างๆ ควรจะแตกต่างกันไปในแต่ละวัฒนธรรม รวมถึงกรอบการอ้างอิงของกลุ่มตัวอย่าง ดังตัวอย่าง เช่น

- ท่านมีความต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากน้อยเพียงใด

( ) มากที่สุด ( ) มาก ( ) ปานกลาง ( ) น้อย ( ) น้อยที่สุด

ผู้วิจัยมีประสบการณ์จะรู้จักใช้วลีในการตั้งคำถามเพื่อให้เกิดการตอบสนองโดยตรง ให้ระลึกว่าการใช้คำพูดในการตั้งคำถามจะมีผลกระทบต่อการได้รับคำตอบ บางครั้งเป็นการยากที่จะปรับปรุงวลีในการตั้งคำถามที่ดี

หลักในการใช้คำพูดของแต่ละคำถาม มีดังนี้

1) **ใช้คำพูดง่าย ๆ (Use simple words)** คำถามควรใช้คำง่ายๆ ตรงจุด ปัญหาการใช้ศัพท์เป็นปัญหาที่ผู้วิจัยส่วนใหญ่เผชิญอยู่ เพราะผู้วิจัยมีการศึกษามากกว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยจะใช้คำพูดที่ตนเองคุ้นเคยแต่ผู้ตอบไม่เข้าใจ สิ่งนี้เป็นปัญหาที่แก้ยาก

2) **หลีกเลี่ยงการใช้คำพูดและคำถามที่คลุมเครือ (Avoid ambiguous words and questions)** ไม่เพียงแต่ใช้คำพูดที่ง่าย แต่จะต้องเป็นคำถามที่ไม่คลุมเครือ มีความชัดเจน ให้พิจารณาคำถามต่อไปนี้

- ท่านชมรายการข่าวช่อง 7 บ่อยครั้งเพียงใด

( ) ไม่เคย ( ) แล้วแต่โอกาส ( ) เป็นบางครั้ง ( ) บ่อยครั้ง

จะเห็นว่าเป็นคำถามที่คลุมเครือ เพราะการใช้คำพูดแล้วแต่โอกาส (Occasionally) เป็นบางครั้ง (Sometimes) บ่อยครั้ง (Often) มีความคลุมเครือ เพราะว่าคำ "บ่อยครั้ง" สำหรับบางคนอาจจะหมายถึงเกือบทุกวัน ในขณะที่บางคนอาจจะหมายถึงว่าใช้เมื่อมีความจำเป็น คำพูด "แล้วแต่โอกาส" บางครั้งจะสามารถตีความได้แตกต่างสำหรับผู้ตอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นคำถามที่ต้องการคำตอบควรจะสร้างความเข้าใจที่เป็นจริงของความถี่ในการบันทึกโปรแกรม เพื่อให้เกิดความชัดเจนขึ้นอาจจะใช้คำถามดังตัวอย่าง

- ท่านชมรายการข่าวช่อง 7 บ่อยครั้งเพียงใด

( ) ไม่เคย ( ) ประมาณเดือนละครั้ง ( ) ประมาณสัปดาห์ละครั้ง ( ) เกือบทุกวัน

3) **หลีกเลี่ยงคำถามชี้นำ (Avoid leading questions)** คำถามชี้นำเป็นลักษณะคำถามที่ชี้นำให้ผู้ตอบตอบตามที่ผู้วิจัยต้องการ เป็นสิ่งที่ชี้นำคำตอบ ให้พิจารณาคำถามต่อไปนี้

- ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าการบริการของธนาคารพาณิชย์อื่นๆโดยทั่วไปดีกว่าบริการของธนาคารออมสิน

( ) เห็นด้วยอย่างยิ่ง ( ) เห็นด้วย ( ) ไม่แน่ใจ ( ) ไม่เห็นด้วย ( )ไ ม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

- ท่านรู้สึกว่าราคาสินค้าที่สรรพสินค้าแห่งนี้ สูงเกินไปหรือไม่

( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่ ( ) ไม่ตัดสินใจ

ในกรณีนี้ถือว่าเป็นคำถามที่ชี้นำ ซึ่งคนส่วนใหญ่จะคล้อยตามและตอบว่าใช่ เพราะเกิดจากการชี้นำว่าราคาสินค้าสูงเกินไป

- ธนาคาร ก ให้บริการดีกว่าธนาคาร ข ใช่หรือไม่

( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่ ( ) ไม่ตัดสินใจ

ในกรณีนี้ถือว่าเป็นคำถามที่ชี้นำว่า ธนาคาร ก ให้บริการดีกว่าธนาคารอื่น

4) **หลีกเลี่ยงทางเลือกให้ซ้อนเร้นเอาไว้ (Avoid implicit alternative)** การใส่ทางเลือกที่ซ้อนเร้นเอาไว้ทำให้เพิ่มโอกาสตอบ "ตกลง" มากขึ้น เช่น

- เมื่อท่านเดินทางในระยะไกลคุณต้องการเดินทางโดยเครื่องบินหรือไม่
- เมื่อท่านเดินทางในระยะใกล้คุณต้องการเดินทางโดยรถยนต์หรือไม่

คำถามข้อแรกไม่ได้เปิดทางเลือกในการขับรถอย่างชัดเจน ไม่เหมือนกับคำถามที่ 2 ดังนั้นคำถามข้อแรกมีแนวโน้มทำให้คนเลือกตอบว่าเดินทางโดยเครื่องบินมากกว่า

ข้อสมมติที่ซ่อนเร้นคือทางเลือกที่ไม่แสดงว่าเป็นทางเลือก เช่น การถามแม่บ้านที่ไม่ทำงาน เพื่อสำรวจข้อมูลที่มีต่อการทำงานนอกบ้าน

- ท่านต้องการที่จะมีงานทำหรือไม่ถ้ามีช่องทาง ( ) ใช่ ( ) ไม่ใช่

ซึ่งคำถามนี้แม่บ้านส่วนใหญ่จะตอบว่าใช่

5) **การเลี่ยงข้อสมมติที่ปกปิดไว้ (Avoid implicit assumption)** คำถามที่มีโครงร่างเกี่ยวกับข้อสมมติที่ตั้งเอาไว้เกี่ยวกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นคำถามที่ว่าท่านพอใจการควบคุมราคาน้ำมันใช่หรือไม่ จะซ่อมเร้นการตอบสนองที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผล วิธีการที่ดีที่สุดคือการระบุคำถามซึ่งทำให้เกิดผลลัพธ์ที่เปิดเผย ดังนั้นคำถามควรจะเป็นทางเลือกที่ให้คำตอบ เช่น ท่านพอใจในการควบคุมราคาน้ำมันหรือไม่ที่ทำให้เกิดการปันส่วนน้ำมัน

คำถามที่ไม่ควรทราบ คือ คำถามที่มีคำตอบหรือข้อสมมติบอกเป็นนัยว่า ถ้าเลือกตอบในคำถามดังกล่าวผลที่เกิดขึ้นตามมาเป็นอย่างไร

√ 1. คุณเห็นด้วยหรือไม่กับการเปิดเสรีทางการค้า FTA กับประเทศออสเตรเลีย

X 2. คุณเห็นด้วยหรือไม่กับการเปิดเสรีทางการค้า FTA กับประเทศออสเตรเลีย ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการบางกลุ่มประสบความยากลำบาก

6) **การหลีกเลี่ยงการสรุปอ้างอิงและการพยากรณ์ (Avoid generalizations and estimates)** ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ให้ผู้ตอบต้องสรุปเรื่องราวหรือคาดคะเนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตัวอย่าง การถามตัวแทนจำหน่ายว่า ท่านได้พบพนักงานขายจำนวน

เท่าใดเมื่อปีที่แล้ว เพื่อตอบคำถามนี้ตัวแทนจำหน่ายจำนวนครั้งที่พนักงานขายเข้าพบต่อสัปดาห์ จึงต้องใช้เวลาและความพยายามในการตอบ ซึ่งอาจตอบผิดได้

7) **การหลีกเลี่ยงคำถามแบบควบคู่ (Avoid double-barreled questions)** คำถามแบบควบคู่ (Avoid double-barreled questions) เป็นคำถามสองประเด็นในประโยคเดียวกัน และสร้างความสับสนสำหรับผู้ตอบ เพื่อให้ผู้ตอบตอบคำถามนี้ได้อย่างตรงประเด็นจึงควรแยกเป็น 2 คำถาม

- กระทิงแดงมีรสชาติดีและทำให้กระปรี้กระเปร่า ในกรณีนี้แยกเป็น 2 คำถาม คือ
  - กระทิงแดงมีรสชาติดี
  - กระทิงแดงทำให้กระปรี้กระเปร่า
- พนักงานของธนาคารออมสินมีความเป็นมิตร และมีประสิทธิภาพ ในกรณีนี้แยกเป็น 2 คำถาม คือ
  - พนักงานของธนาคารออมสินมีความเป็นมิตร
  - พนักงานของธนาคารออมสินมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 6 กำหนดลำดับของคำถาม

กำหนดลำดับของคำถาม (Determine sequence of questions) ลำดับของคำถามมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการวิจัย จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) **ลำดับของคำถาม** วิธีการจัดลำดับของคำถามในแบบสอบถามสามารถทำให้เกิดความเอนเอียงในการตอบได้ โดยหลักการทั่วไป ควรเรียงลำดับจากคำถามทั่วไป ไปยังคำถามเฉพาะในรายละเอียด และเรียงจากคำถามที่ง่ายไปยังคำถามที่ค่อนข้างยากหรือใช้ความคิดมากๆ ในการตอบ นอกจากนั้นคำถามบางข้อไม่ควรอยู่ในลำดับที่ใกล้กัน เนื่องจากอาจก่อให้เกิดความเอนเอียงในการตอบได้

2) **เริ่มต้นด้วยการใช้คำถามที่ง่ายและน่าสนใจก่อน (Use simple, interesting opening questions)** คำถามข้อแรกเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าผู้ตอบไม่สามารถตอบคำถามได้ จะทำให้ไม่น่าสนใจและรู้สึกยุ่งยาก ดังนั้นคำถามในช่วงแรกควรจะง่าย น่าสนใจ และไม่เป็น

อุปสรรคสำหรับผู้ตอบ บางครั้งการเริ่มต้นด้วยคำถามที่ให้แสดงความคิดเห็นอย่างเสรีก็จะทำให้ผู้ตอบรู้สึกสนใจ อยากตอบ และช่วยให้ผู้ตอบรู้สึกผ่อนคลาย

3) ใช้ทัศนะจาวงกว้างไปหาเจาะจง (Use funnel approach) เป็นการจัดลำดับคำถามจากคำถามเรื่องกว้าง ๆก่อน แล้วตามด้วยคำถามเรื่องแคบเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ดังตัวอย่าง ควรปรับปรุงอะไรบ้างที่จำเป็นเกี่ยวกับนโยบายการให้บริการของบริษัท ท่านชอบคุณภาพของหารให้บริการอย่างไร คำถามแรกจำเป็นจะต้องถามก่อนคำถามที่ 2 ซึ่งจัดลำดับตามเหตุผล ดังนั้นควรระวังในการใช้คำถาม

4) การใช้คำถามต่อเนื่อง (Design branching questions with care) คำถามต่อเนื่อง (branching questions) เมื่อจะต้องใช้คำถามในหลายพื้นที่ โดยทั่วไปจะต้อง (1) เตรียมผังการขนย้าย และการจัดเตรียมคำถามที่จะใช้ในหลายพื้นที่ พร้อมคำสั่งที่จะให้ติดตามผังขนย้าย (2) การบรรจุคำถามที่ใช้ในหลายพื้นที่ให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (3) ลำดับของคำถามที่ใช้หลายพื้นที่ให้เหมาะสม

5) การถามเพื่อจัดประเภทข้อมูลในภายหลัง (Ask for classification information last) ข้อมูลของแบบสอบถาม จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (1) ข้อมูลพื้นฐาน (Basic information) (2) การจัดประเภทข้อมูล (Classification information)

5.1) ข้อมูลพื้นฐาน (Basic information) หมายถึง การศึกษาในประเด็นต่าง ๆ เช่น ศึกษาเกี่ยวกับเจตคติ และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นต้น

5.2) ข้อมูลที่ใช้ในการจัดประเภท (Classification information) หมายถึง การใช้ข้อมูลบางอย่าง ในการแยกประเภทจัดกลุ่มของข้อมูลที่สนใจเป็นพิเศษ เช่น สนใจว่ารายได้มีผลต่อระดับความสนใจด้านกฎหมายหรือไม่ รายได้ก็จะเป็นตัวแปรที่ถูกนำมาจัดประเภท (Classification variable) อย่างไรก็ตาม ลักษณะด้านประชากรศาสตร์และสังคมศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามมักจะถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรในการจัดประเภทของข้อมูลเสมอ

ผลของการเลือกใช้แบบสอบถามที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องการศึกษาอย่างแท้จริงก่อนที่นำไปสู่การจัดประเภทของข้อมูลในที่สุด อย่างไรก็ตามเพื่อหลีกเลี่ยงอคติที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ตอบ ควรนำคำถามที่เป็นการจัดประเภทของข้อมูล (Classification information) ไปไว้ตอนท้ายแบบสอบถาม

6) การใช้คำถามที่ยากหรือคำถามที่ละเอียดอ่อนควรไว้ตอนท้าย (Place difficult or sensitive question at the end questionnaire) สำหรับคำถามที่ผู้ตอบมีความรู้สึกว่ายุ่งยากและละเอียดอ่อนต่อความรู้สึกของผู้ตอบจะต้องเอาไว้เป็นคำถามตอนหลัง เพราะหากผู้ตอบไม่เต็มใจที่จะตอบและอยากหยุดตอบ ผู้วิจัยจะไม่สูญเสียข้อมูลมาก เพราะคำตอบส่วนใหญ่ได้ตอบแล้วในตอนต้น

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถาม

ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถาม (Determine physical characteristics of questionnaire) ลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถามมีผลกระทบต่อผลการตอบที่ถูกต้อง และมีผลต่อการจัดการและการควบคุม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) สร้างการยอมรับในแบบสอบถาม (Securing acceptance of the questionnaire) ลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถามจะมีอิทธิพลต่อความร่วมมือของผู้ตอบ โดยเฉพาะแบบสอบถามทางไปรษณีย์และการใช้การสัมภาษณ์ส่วนบุคคลด้วย ถ้าแบบสอบถามดูไม่สวยงามและไม่มีความสำคัญ ผู้ตอบจะคิดว่าการวิจัยครั้งนี้เป็นเรื่องที่ไม่ต้องให้ความสำคัญมากนัก และปฏิเสธที่จะให้ความร่วมมือในการตอบ ถ้าผู้ตอบรู้สึกว่าแบบสอบถามนั้นสำคัญก็จะเห็นความสำคัญของการตอบแบบสอบถาม ดังนั้นแบบสอบถามจึงต้องสวยงาม โดยใช้กระดาษที่มีคุณภาพดี และจัดพิมพ์สวยงาม

การแนะนำลักษณะการวิจัยจะมีผลต่อการยอมรับแบบสอบถาม ดังตัวอย่าง จดหมายทางไปรษณีย์แนะนำผู้ทำวิจัยหรือประโยชน์ของการทำวิจัยเรื่องนั้น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องออกแบบเพื่อให้ผู้ตอบให้ความร่วมมือแบบสอบถามที่ส่งทางไปรษณีย์จะต้องคำนึงถึงปัจจัยนี้เป็นสำคัญ

แบบสอบถามที่ส่งทางไปรษณีย์ (Mail questionnaire) ต้องมีลักษณะดังนี้ (1) การติดต่อสื่อสารที่มีความเป็นส่วนตัว (2) การสร้างความพึงพอใจ (3) ระบุความสำคัญของโครงการการวิจัยและจุดมุ่งหมายของการวิจัย (4) ให้ความสำคัญกับผู้ตอบ (5) ให้ความสำคัญกับคำตอบ (6) ให้ความสำคัญกับคำตอบแม้ว่าผู้ตอบไม่ตอบคำถามทั้งหมด (7) ชี้ถึงผลประโยชน์ที่ผู้ตอบจะได้รับจากการวิจัย (8) ใช้เวลาสั้นในการตอบแบบสอบถาม (9) แบบสอบถามควรมีแบบที่ตอบได้โดยง่าย (10) แนบซองจดหมายติดแสตมป์พร้อมที่อยู่เพื่อส่งกลับมาให้ด้วย (11) ให้ผู้ตอบ

รู้สึกว่าคำตอบเป็นความลับ (12) ให้ผู้ตอบตอบคำถามด้วยความเชื่อมั่น (13) เสนอการส่งรายงานเกี่ยวกับผลการวิจัยให้กับผู้ตอบ (14) ให้ผู้ตอบตอบแบบสอบถามแล้วส่งกลับโดยเร็วที่สุด (15) แสดงความขอบคุณกับผู้ตอบที่ตอบและส่งคืนให้ (16) ให้ความสำคัญกับผู้ส่ง (17) ให้ความสำคัญของหน่วยงานของผู้ส่ง (18) ให้รายละเอียดและกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อการจูงใจให้ตอบ (19) การหลีกเลี่ยงอคติ (20) มีการเลือกผู้ตอบที่เหมาะสม (21) คำนึงถึงรูปแบบและลักษณะที่เหมาะสม (22) คำถามควรสั้นกะทัดรัด

2) การอำนวนความสะดวกในการจัดการและการควบคุม (Facilitate handing and control) มีหลายประการที่ต้องสร้างให้เกิดการยอมรับจากผู้ตอบซึ่งประกอบด้วยความยาวของแบบสอบถาม (Questionnaire size) การจัดผัง (Layout) และการจัดลำดับขั้นตอนของคำถาม (Question sequencing)

ความยาวของแบบสอบถาม (Questionnaire size) เป็นสิ่งสำคัญ แบบสอบถามที่สั้นจะดีกว่าแบบสอบถามที่ยาว เพราะจะทำให้ผู้ตอบตอบได้เสร็จโดยเร็ว ใช้เวลาน้อย และทำให้ผู้ตอบให้ความร่วมมือดีกว่า แบบสอบถามที่ยาวเกินไปจะมีภาพลักษณ์ที่ไม่ดีและผู้ตอบตอบคำถามไม่ครบถ้วน

ความยาวของแบบสอบถามจะมีผลกระทบต่อแบบสอบถาม เพราะเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีในด้านคุณภาพและก่อให้เกิดความร่วมมือจากผู้ตอบ โดยเฉพาะคำถามที่จะต้องตอบต่อเนื่องกันจะต้องระบุว่าตอบข้อ 2 ถ้าตอบว่าใช่ให้ข้ามไปตอบข้อ 5 ในกรณีนี้จะต้องมีลูกศรเข้าช่วย เทคนิคที่ดีก็คือการใช้สี รหัสสี

การให้หมายเลขของแบบสอบถามจะช่วยในการตรวจสอบ (Edit) การใส่รหัส (Code) และกำหนดตาราง (Tabulate) ในแบบสอบถามจะช่วยให้การตอบง่ายขึ้น แบบสอบถามควรมีตัวเลขให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้พิจารณา ทั้งยังเป็นการง่ายที่ติดตามการทำงานของผู้สัมภาษณ์และจะป้องกันอคติของผู้สัมภาษณ์อีกด้วย

<u>ขั้นตอนที่ 8 ตรวจสอบขั้นตอนที่ 1-7 ใหม่ และปรับปรุงแบบสอบถามใหม่ถ้าจำเป็น</u>

การตรวจสอบขั้นตอนที่ 1-7 ใหม่ และปรับปรุงแบบสอบถามใหม่ถ้าจำเป็น (Reexamine steps 1-7 and revision of the questions) เป็นการตรวจสอบขั้นตอนที่ 1-7

เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าคำถามเหมาะสม ไม่สับสน ไม่คลุมเครือ ไม่มีอคติ หรือไม่ชี้นำ ตลอดง่ายต่อการตอบโดยการสำรวจการใช้คำพูด ถ้อยคำของทุกคำถาม ความหมายและการประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยอาจตรวจสอบแบบสอบถามในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันกับที่กำหนดขึ้นในแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 9 นำแบบสอบถามไปทดลองสอบล่วงหน้า และปรับปรุงในสิ่งที่จำเป็น

การนำแบบสอบถามไปทดลองสอบล่วงหน้า และปรับปรุงในสิ่งที่จำเป็น (Pretest tha questionnaire and revise if necessary) เป็นการนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองสอบก่อนใช้จริง การทดลองสอบล่วงหน้าจะมีลักษณะเหมือนการทดสอบตลาดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยใช้พนักงานสัมภาษณ์ผู้ตอบที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ใช้ในการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงข้อเสนอแนะและปัญหาเกี่ยวกับแบบสอบถาม เพื่อการปรับปรุงแก้ไขในสิ่งที่จำเป็นและแนะนำไปทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 อีก

แบบสอบถามควรมีการทดสอบครั้งที่ 2 ซึ่งอาจใช้ส่งทางไปรษณีย์ โทณศัพท์ หรือการสัมภาษณ์รายบุคคล ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้สำหรับการศึกษาที่มีความสมบูรณ์ เพื่อพิจารณาว่าผู้สัมภาษณ์ที่มีรูปแบบจะมีปัญหาเฉพาะอย่างเกี่ยวกับแบบสอบถาม จุดมุ่งหมายของการทดสอบครั้งที่ 2 ก็คือเพื่อค้นหาปัญหาจากแบบสอบถามและปัญหาจากการบริหารแบบสอบถามด้วย

ขั้นสุดท้าย ผลจากการทดลองสอบก่อนจะนำใส่รหัสและการกำหนดตาราง รหัสจะใช้เมื่อกระบวนการของแบบสอบถามจำเป็นต่อการพิจารณา มีการอภิปรายล่วงหน้าต่อการจัดเตรียมตัวแปรในตารางดัมมี (Dummy table) ตัวอย่างเช่น การกำหนดค่าตัวแปรให้มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เช่น หญิงให้เป็น 1 ชายให้เป็น 0 ซื้อให้เป็น 1 ไม่ซื้อให้เป็น 0 เป็นต้น ซึ่งเป็นตารางสมมติเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างเพศกับการซื้อ/ไม่ซื้อ ต่อการพัฒนาแบบสอบถาม ตารางของการตอบสนองต่อการทดสอบล่วงหน้าสามารถตรวจสอบถึงแนวความคิดของปัญหาและข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ที่จำเป็น

ตารางที่ 3.1 แสดงสิ่งที่ควรทำและไม่ควรทำในการจัดเตรียมแบบสอบถาม

ขั้นที่ 1 ระบุข้อมูลที่ต้องการทราบ **(Specify what information will be sought)**
1) มีความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับปัญหาและสิ่งที่ต้องการทราบ โดยการถ่ายทอดจากวัตถุประสงค์งานวิจัยลงมาเป็นคำถามในแบบสอบถาม
2) กำหนดวัตถุประสงค์เพื่อคำถามการวิจัยและสำรวจเป็นระยะในขณะที่พัฒนาแบบสอบถาม
3) สร้างตารางดัมมี "Dummy tables" เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล
4) สร้างแบบสอบถามเพื่อตอบปัญหาการวิจัย (วัตถุประสงค์ในการวิจัย)
5) ปรับปรุงคำถามและปัญหาที่มีอยู่และการจัดเตรียมคำถามใหม่ๆที่ระบุถึงปัญหาการวิจัย
ขั้นที่ 2 กำหนดประเภทของแบบสอบถามและวิธีการบริหาร **(Determine type of questionnaire and method of administraction)**
1) ใช้รูปแบบวิธีการเก็บข้อมูล (ไปรษณีย์ โทรศัพท์ สัมภาษณ์) เป็นตัวกำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม
2) การพิจารณาระดับโครงสร้างของแบบสอบถาม รวมทั้งต้นทุนในการบริหาร
3) เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียแต่ละวิธีและคุณค่าของข้อมูลที่ได้รับจากวิธีเก็บแต่ละวิธี
ขั้นที่ 3 กำหนดเนื้อหาของคำถาม **(determine content of individual questions)**
1) ให้นักวิจัยถามตัวเองในแต่ละคำถามว่าทำไมฉันต้องการทราบสิ่งนี้
2) คำถามควรถามอย่างเจาะจงและระบุประเด็นที่สำคัญเพียงประเด็นเดียวในแต่ละข้อ
3) พิจารณาว่าคำถามนั้นจำเป็นที่ทุกคนจะต้องตอบหรือไม่ บางคนข้ามไม่ตอบได้หรือไม่
4) แยกคำถามที่มีหลายคำตอบออกเป็นหลายคำถาม
5) ถามตัวเองว่าผู้ตอบมีความรู้พอที่จะตอบหรือไม่
6) คำถามแต่ละข้อมีความสำคัญต่องานวิจัยหรือไม่
7) หลีกเลี่ยงคำถามที่ต้องใช้ความพยายามมากเกินไป หรือคำถามที่ละเอียดอ่อนเกินไป
8) ถ้าจำเป็นต้องถามคำถามที่ละเอียดอ่อน ควรมีข้อปฏิบัติ ดังนี้
8.1) พยายามซ่อนคำถามไว้ให้ดูไม่โดดเด่น พยายามใช้คำพูดที่ลดอคติ
8.2) ใช้ถ้อยคำในคำถามในรูปของสิ่งอื่นและวิธีการที่ฏิบัติได้
8.3) ถามผู้ตอบว่าเคยเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ไม่พึงพอใจทั้งในอดีตและปัจจุบันหรือไม่
8.4) ใช้คำถามประเภทจัดกลุ่ม

ขั้นที่ 4 กำหนดรูปแบบของคำถาม (Determine form of respond to each question)
1) พิจารณาถึงรูปแบบของคำถาม จะเป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended question) คำถามที่มีสองตัวเลือก (Dichotomous) หรือคำถามที่มีหลายเลือก (Multichotomous) ซึ่งต้องให้เหมาะสมกับความต้องการใช้ข้อมูลของโครงการวิจัย 2) ใช้คำถามที่มีโครงสร้างให้มากที่สุดเท่าที่จะได้ 3) ใช้คำถามปลายเปิด (Open-ended question) ซึ่งต้องการคำตอบแบบสั้นเพื่อเริ่มต้นทำแบบสอบถาม 4) พยายามที่จะเปลี่ยนคำถามปลายเปิด (Open-ended question) ให้เป็นคำถามปลายปิด (closed-ended question) เพื่อลดงานของผู้ตอบและการใส่รหัสสำหรับการวิจัยเชิงพรรณนาและการวิจัยเชิงเหตุผล 5) ถ้าจำเป็นต้องใช้คำถามปลายเปิดก็อาจจะกำหนดแนวทางของการตอบคำถาม 6) เมื่อใช้คำถามที่มีสองตัวเลือก (Dichotomous) ให้ระบุรายละเอียดด้านที่เป็นตัวเลือกด้านบวกหรือเป็นด้านลบ 7) กำหนดค่าของคำตอบที่ว่า "ไม่ทราบ" "ไม่มีความคิดเห็น" และ "ถูกต้องทั้งคู่" 8) ให้ระลึกว่าอาจมีความคิดเห็นเป็นกลางทีทั้งในกรณีที่เป็นจริงและในกรณีที่ผู้ตอบต้องการเลี่ยงคำตอบ 9) ให้มีความระมัดระวังในการกำหนดตัวเลือกในแบบสอบถาม 10) เมื่อใช้คำถามที่มีหลายเลือก (Multichotomous question) จะต้องเชื่อมั่นว่าในแต่ละตัวเลือกต้องไม่ซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน กล่าวคือ แต่ละตัวเลือกต้องแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด (Exhaustive) 11) ขอบเขตของตัวเลือกต้องชัดเจนและรวมเอาตัวเลือกที่สมเหตุสมผลไว้ครบถ้วน 12) ถ้ามีตัวเลือกมากเกินไป อาจใช้มากกว่า 1 คำถาม 13) เมื่อใช้คำถามแบบสองตัวเลือก หรือหลายตัวเลือกให้แยกคำถาม (Split ballot) เพื่อลดอคติ 14) ระบุในคำชี้แจงให้ชัดเจนว่าจะให้เรียงลำดับหรือให้เลือกเพียงคำตอบเดียว
ขั้นที่ 5 กำหนดการใช้คำพูดของแต่ละคำถาม **(Determine wording of each questions)**
1) ใช้คำพูดอย่างง่ายๆ 2) หลีกเลี่ยงคำถามที่คลุมเครือ 3) หลีกเลี่ยงคำถามชี้นำ 4) หลีกเลี่ยงตัวเลือกที่ไม่ชัดเจน

5) หลีกเลี่ยงข้อสมมติที่ปกปิดไว้
6) หลีกเลี่ยงการสรุปและการพยากรณ์
7) ใช้ประโยคที่เข้าใจง่ายๆ และหลีกเลี่ยงประโยคที่ซับซ้อน
8) เปลี่ยนแปลงคำพูดหรือวลีที่ยาวเกินไปให้สั้นลง
9) หลีกเลี่ยงคำถามแบบควบคู่ (Double-barreled question)
10) คำถามแต่ละคำถามต้องมีลักษณะเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 6 กำหนดลำดับของคำถาม
(Determine question sequence)

1) คำถามแรกๆควรใช้คำถามง่ายๆ และน่าสนใจ
2) ให้คำถามจากกว้างไปหาเจาะจง (Tunnel-approach) ถามคำถามอย่างกว้างๆก่อน แล้วถามให้แคบลง
3) คำถามที่ยากหรือต้องใช้ความคิดควรถามตอนหลังจึงจะเหมาะสมกว่า
4) ถ้าเก็บข้อมูลในอดีตควรถามลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง
5) ถามในแต่ละข้อให้ครอบคลุมครบถ้วนสมบูรณ์ ก่อนถามหัวข้อถัดไป
6) เมื่อใดก็ตามที่มีการจัดเตรียมผังการเคลื่อนย้าย (Flowchart) จะต้องมีคำถามกรอง (Filter question)
7) ถามคำถามหลัก/กรอง (Filter question) ก่อนถามคำถามที่เป็นรายละเอียด
8) คำถามด้านประชากรศาสตร์ควรถามเป็นอันดับสุดท้าย เพื่อว่าถ้าผู้ตอบปฏิเสธที่จะตอบข้อมูลอื่นที่ถามไว้ตอนต้นก็ยังคงใช้ได้

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของแบบสอบถาม
(Determine physical characteristics of questionnaire)

1) แบบสอบถามต้องมีลักษณะที่ง่ายต่อการตอบ
2) ใช้กระดาษและหมึกพิมพ์ที่มีคุณภาพดีและมีความชัดเจน
3) พยายามทำแบบสอบถามให้สั้นที่สุด
4) ใช้รูปแบบที่ง่ายต่อการวิเคราะห์และประหยัดหน้ากระดาษ
5) ระบุชื่อขององค์กรที่ทำการสำรวจในหน้าแรก
6) ใส่หมายเลขข้อให้แก่คำถามเพื่อสะดวกในการประมวลข้อมูล
7) ถ้าผู้ตอบต้องตอบมากกว่า 1 คำถาม ต้องใช้คำว่า ข้ามไปตอบข้อ .....
8) ถ้าผู้ตอบต้องตอบข้ามข้อจะต้องพิจารณาการใช้สีเข้าช่วย
9) ระบุถึงวิธีการตอบ เช่น กาเครื่องหมายถูก √ หรือวงกลม ฯลฯ

ขั้นที่ 8 การตรวจสอบขั้นตอนที่ 1-7 ใหม่ (Reexamine steps 1-7 and revision if necessary)
1) ตรวจสอบล่วงหน้า การใช้คำพูดของทุกคำถามไม่สับสน คลุมเครือ ก้าวร้าว หรือชี้นำ 2) ประเมินผลแบบสอบถามต้นฉบับ
ขั้นที่ 9 ทดลองสอบแบบสอบถามก่อนใช้ และปรับปรุงในสิ่งที่จำเป็น (Pretest the questionnaire and revise if necessary)
1) นำแบบสอบถามไปทดสอบ (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย 2) เมื่อได้รับข้อเสนอแนะให้นำไปปรับปรุงและทดสอบซ้ำ 3) ใส่รหัสและการจัดทำตารางการตอบล่วงหน้าในตารางดัมมี เพื่อพิจารณาว่าคำถามให้ข้อมูลเพียงพอหรือไม่ 4) ตัดคำถามที่ไม่ให้ข้อมูลเพียงพอและปรับปรุงคำถามที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหา

3.1.4 ระบบการจัดการพลังงาน

การทำวิจัยนี้ได้อ้างอิงหลักการจาก ระบบการจัดการพลังงานจำนวน 2 แหล่ง คือ

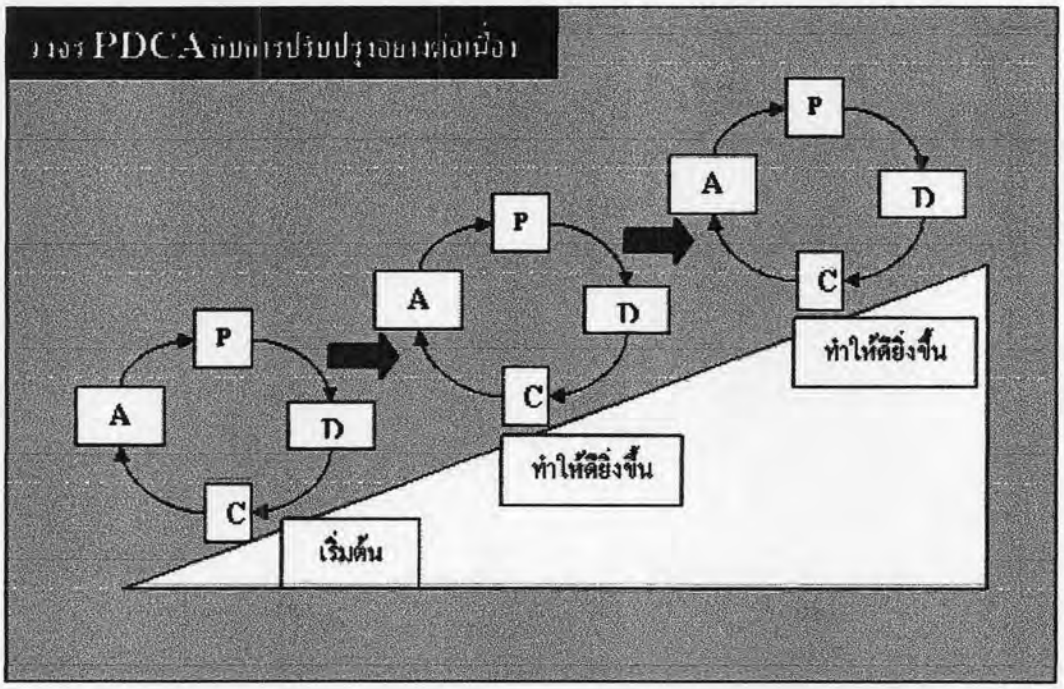
1) ระบบการจัดการพลังงาน จาก โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (8 ขั้นตอน)
2) ระบบการจัดการพลังงาน จาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (6 ขั้นตอน)

โดย ระบบการจัดการพลังงานจาก 2 แหล่งนั้นใช้หลักการเหมือนกัน คือ การประยุกต์นำวงจรเดมมิ่ง ซึ่งเป็น แนวความคิดในการแก้ปัญหา และการพัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานของวิธีการต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน นำมาใช้กับการจัดการด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในสถานประกอบการ โดยกระบวนการแก้ไขปัญหาตามแนวทางของวงจรเดมมิ่ง ประกอบด้วย

1) **การวางแผนและเตรียมการ (Plan)** ซึ่งจะครอบคลุมถึงการ กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย วิธีการแก้ไขและจัดทำแผนดำเนินงาน จากนั้นจึงนำไปสู่ขั้นตอนที่สอง
2) **การลงมือปฏิบัติตามแผน (Do)**
3) **ขั้นตอนของการตรวจสอบ (Check) หรือการศึกษา (Study)** ผลลัพธ์ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติตามแผนงานเพื่อให้สามารถเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นและดำเนินการแก้ไขจนได้กระบวนการหรือวิธีการปฏิบัติงานที่สามารถกำหนดเป็นมาตรฐานได้
4) **ขั้นตอนสุดท้ายของวงจรเดมมิ่ง คือ การปฏิบัติการใดๆ ที่เหมาะสมตามผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการตรวจสอบ (Action)** หากผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามเป้าหมายจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ในกรณีผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ให้จัดทำเป็นมาตรฐาน ซึ่งเรียกขั้นตอนนี้ว่า การนำไปปฏิบัติและกำหนดเป็น

โดยขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมาจะต้องมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาเสมือนเป็นวงล้อที่กำลังวิ่งขึ้นเนินที่แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานนั่นเอง

I24539715

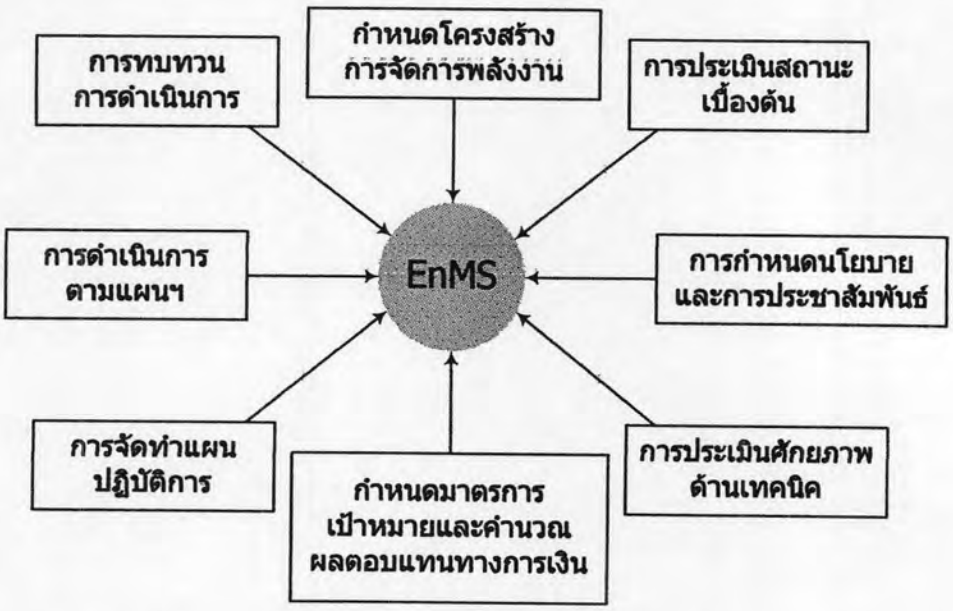


รูปที่ 3.2 วงจรเดมมิ่ง

1) <u>ระบบการจัดการพลังงาน จาก โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม</u>
ซึ่งแบ่งได้ออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การกำหนดโครงสร้างการจัดการพลังงาน	(Plan)
(2) การประเมินสถานะเบื้องต้น	(Plan)
(3) การกำหนดนโยบายและการประชาสัมพันธ์	(Plan)
(4) การประเมินศักยภาพด้านเทคนิค	(Plan)
(5) การกำหนดมาตรการ เป้าหมาย	(Plan)
(6) การจัดแผนปฏิบัติการ	(Plan)
(7) การดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ	(Do)
(8) การทบทวนผลการดำเนินการ	(Check & Action)

ความสัมพันธ์และองค์ประกอบของขั้นตอนเหล่านี้กับระบบการจัดการพลังงานได้นำแสดงไว้ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 องค์ประกอบในการพัฒนาระบบจัดการพลังงาน)8 ขั้นตอน(

2) <u>ระบบการจัดการพลังงาน จาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน</u>
ซึ่งแบ่งได้ออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การกำหนดนโยบายพลังงาน	(Plan)
(2) การกำหนดโครงสร้างหน้าที่และความรับผิดชอบ	(Plan)
(3) การวางแผนการจัดการพลังงาน	(Plan)
(4) การนำไปปฏิบัติและควบคุม	(Do)
(5) การตรวจสอบและปฏิบัติแก้ไข	(Check & Action)
(6) การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร	(Check & Action)

โดยระบบการจัดการพลังงาน จาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานมีหลักการดังนี้

2.1) <u>หลักการจัดการด้านพลังงาน</u>

การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของแต่ละหน่วยงาน ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความยั่งยืนนั้นจำเป็นต้องมีระบบการจัดการพลังงานที่เหมาะสม ซึ่งครอบคลุมถึงความมุ่งมั่นที่จะก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงานของตนเองของผู้บริหารระดับสูง อันจะนำไปสู่การกำหนดนโยบาย เป้าหมาย ตลอดจนการวางแผน และการนำไปปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์

ต่อไป สำหรับการจัดระบบการจัดการดังกล่าวนั้น ยังเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอีกหลายส่วนไม่ว่าจะเป็น คณะบุคคลที่ดำเนินงานอนุรักษ์พลังงาน ความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนมาตรฐานและข้อกำหนด การใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละประเภท เป็นต้น

ทั้งนี้ เราอาจสรุปภาพรวมและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องสำหรับการจัดการระบบ การอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งได้กำหนดหลักการของระบบการจัดการพลังงาน เป็นขั้นตอนในการดำเนินงานต่างๆดังนี้

1) การกำหนดนโยบายพลังงาน

ผู้บริหารระดับสูงต้องกำหนดนโยบายพลังงาน เพื่อใช้ในการสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานและประกาศให้ทราบกันทั้งองค์กร

2) การกำหนดโครงสร้างหน้าที่และความรับผิดชอบ

ผู้บริหารต้องแต่งตั้งคณะทำงาน และตัวแทนฝ่ายบริหาร ในการวางแผนการจัดการพลังงาน

3) การวางแผนการจัดการพลังงาน

คณะทำงานและตัวแทนฝ่ายบริหาร ศึกษาลักษณะการใช้พลังงาน ภายในองค์กร สถานประกอบการ และทำการเปรียบเทียบผลการตรวจวัดกับข้อกำหนดการใช้พลังงานอุปกรณ์แต่ละชนิด ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ

- ข้อกำหนดการใช้งาน : เพื่อให้เปรียบเทียบให้เกิดการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดอย่างถูกต้อง
- ข้อกำหนดพิจารณาเพื่อปรับปรุง : เพื่อใช้เปรียบเทียบพิจารณาปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- ข้อกำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษา : เพื่อใช้เปรียบเทียบในการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) การนำไปปฏิบัติและควบคุม

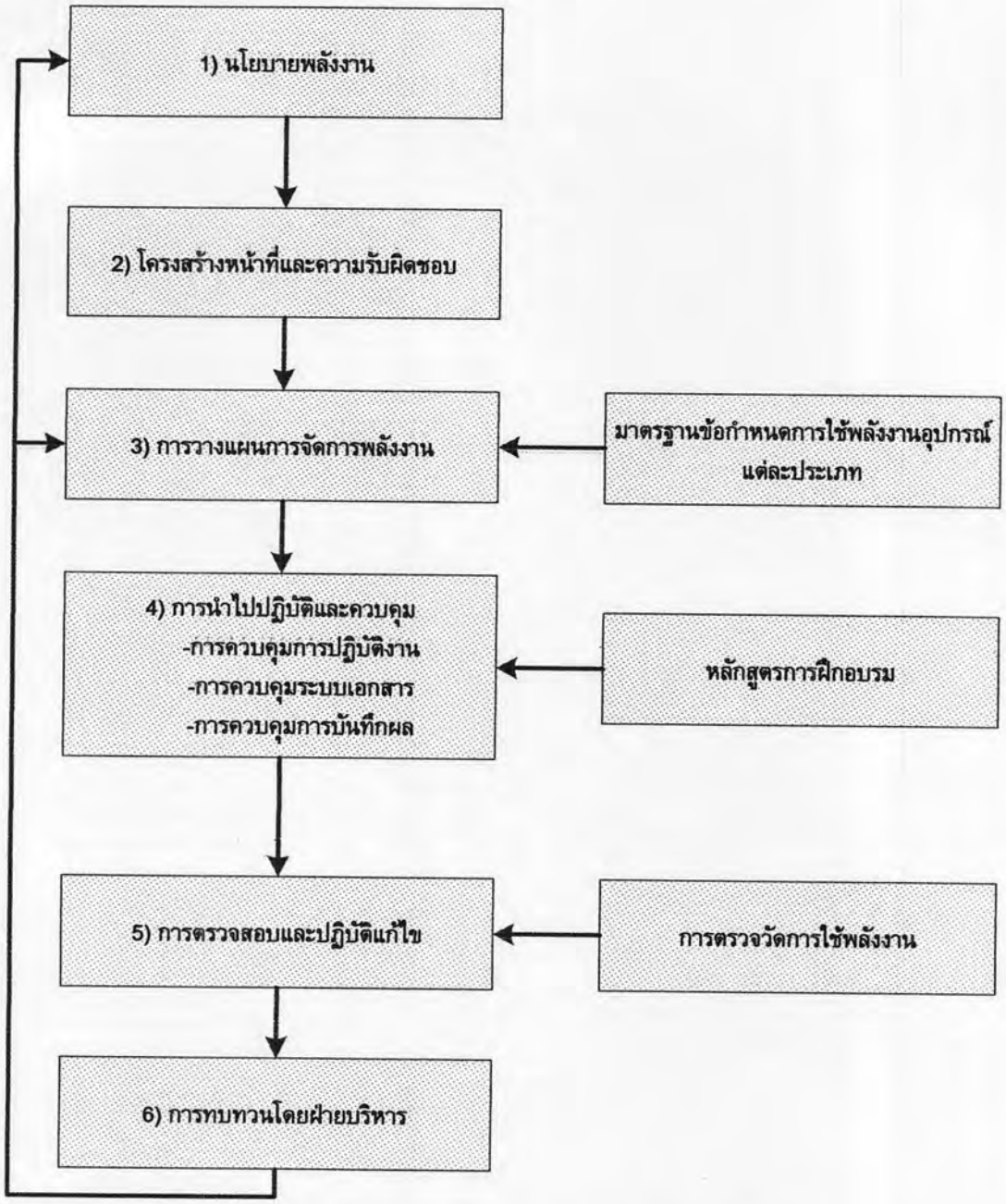
คณะทำงานต้องทำการกำหนดคู่มือปฏิบัติงานในการควบคุมการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพอีกทั้งลดความสูญเปล่าด้านพลังงาน

5) การตรวจสอบและปฏิบัติแก้ไข

คณะทำงานต้องทำการติดตามและวัดผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานและดำเนินการเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับผลผลิตที่ได้

6) การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

ฝ่ายบริหารองค์กรจะต้องทบทวนผลการดำเนินงานด้านพลังงาน และกำหนดนโยบายตลอดจนวัตถุประสงค์และ เป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานให้คณะทำงานดำเนินการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 3.4 องค์ประกอบในการพัฒนาระบบจัดการพลังงาน (6 ขั้นตอน)

2.2) <u>แนวทางปฏิบัติในการกำหนดนโยบายพลังงานและความรับผิดชอบฝ่ายบริหาร</u>

การจัดระบบการจัดการพลังงานของแต่ละหน่วยงานที่มีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดผลอย่างยั่งยืนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ฝ่ายบริหารต้องเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุน ซึ่งการ

ดำเนินงานดังกล่าวให้บรรลุวัตถุประสงค์ ฝ่ายบริหารจำเป็นต้องรับผิดชอบในส่วนของการกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน การกำหนดโครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้อง และการทบทวนผลการดำเนินงาน ทั้งนี้ขั้นตอนหลักและตัวอย่างดำเนินงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

2.2.1) การกำหนดนโยบายพลังงาน

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

1) กำหนดนโยบายพลังงาน

2) การเผยแพร่นโยบายพลังงาน

ทางหน่วยงานต้องสร้างความเข้าใจในนโยบายพลังงานให้พนักงานทุกคน ทุกระดับแล้วให้นำนโยบายไปปฏิบัติอย่างจริงจัง สม่ำเสมอ

3) การติดตามการดำเนินงานตามนโยบายพลังงาน

ผู้บริหารระดับสูงต้องมีมาตรการในการติดตาม และการปฏิบัติตามนโยบายพลังงานซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี

2.2.2) การกำหนดโครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบ

การดำเนินงานดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยขั้นตอนหลักสำหรับดำเนินงานดังนี้

1) จัดทำองค์กร (Organization Chart) แสดงภาพรวมของสายการบังคับบัญชา อำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบ
2) จัดทำใบบรรยายหน้าที่งาน (Job Description) แสดงอำนาจหน้าที่และหน้าที่ความรับผิดชอบของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านพลังงาน ตลอดจนความสัมพันธ์ของงานภายในองค์กร
3) แต่งตั้งคณะทำงานจัดการด้านพลังงานและประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ
4) แต่งตั้งเจ้าหน้าที่ระดับบริหารเป็นตัวแทนฝ่ายบริหารด้านพลังงาน (EGR) ซึ่งควรพิจารณาจากผู้มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
    - เป็นที่ยอมรับภายในองค์กร
    - มีความสามารถในการประสานงานกับผู้อื่น
    - มีความเป็นผู้นำ

- มีความสามารถในการผลักดันการดำเนินกิจกรรมต่างๆ
- เข้าใจมาตรฐานการจัดการด้านพลังงาน เป็นต้น

2.2.3) การทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

ในการดำเนินการทบทวนของฝ่ายบริหาร แบ่งเป็นขั้นตอนหลักสำหรับดำเนินการดังนี้

1) ผู้บริหารระดับสูงจะต้องทบทวนระบบการจัดการกด้านพลังงานตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้มั่นใจว่าระบบยังมีประสิทธิภาพประสิทธิผลอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดเป็นระเบียบปฏิบัติ

2) การกำหนดองค์ประชุมของการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร

ผู้บริหารซึ่งมีอำนาจตัดสินในอนุมัติปรับปรุง แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงระบบการจัดการด้านพลังงานมาประชุมเพื่อระดมความคิด ในการทบทวนระบบฯ

3) การกำหนดความถี่

ต้องกำหนดความถี่ในการประชุมฝ่ายบริหาร ซึ่งอาจจะเดือนละ 1 ครั้ง 3 เดือนครั้ง หรือปีละหนึ่งครั้งก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

4) เตรียมการประชุม

การกำหนดวาระการประชุม และจัดทำหนังสือเชิญประชุม ซึ่งวาระการประชุมควรครอบคลุม

- นโยบายพลังงาน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายด้านพลังงาน
- แผนงานและโครงการ ที่จัดทำโดยคณะทำงานการจัดการพลังงาน
- การดำเนินงานตามแผนงานและโครงการ
- การเฝ้าติดตาม และการวัดผลด้านพลังงาน
- ปัญหาความสูญเปล่า
- ผลจากการตรวจประเมิน

5) ดำเนินการประชุม

ตามวาระการประชุม และมอบหมายผู้รับผิดชอบ ดำเนินงานในเรื่องต่างๆ ตามมติที่ประชุม ซึ่งควรมีการกำหนดเวลาแล้วเสร็จและวิธีการติดตามผล

6) บันทึกการประชุมไว้เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อสรุปผลการประชุม

7) การติดตามผลการประชุม

ให้มีการติดตามผลการประชุม ตามมติที่มอบหมายไว้ และนำมารายงานในที่ประชุมครั้งต่อไป

2.3) <u>แนวทางปฏิบัติและตัวอย่างการวางแผนการอนุรักษ์พลังงาน</u>

2.3.1) การวางแผนการอนุรักษ์พลังงาน

การดำเนินการวางแผนแบ่งเป็นขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) ต้องจัดทำระเบียบปฏิบัติ (Producere) ในการระบุลักษณะการใช้พลังงานและผลกระทบต่อคุณภาพ
2) รวบรวมข้อมูลมาตรฐานการใช้พลังงานอุปกรณ์แต่ละประเภท
3) กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย
4) กำหนดแผนงาน

2.3.2) การรวบรวมข้อมูลมาตรฐานการใช้พลังงาน

รวบรวมข้อมูลมาตรฐานการใช้พลังงานอุปกรณ์แต่ละประเภท ซึ่งได้กำหนดไว้ในหลักสูตรทางเทคนิคสำหรับอุปกรณ์หลักๆ ที่มีการใช้งานทั่วไปในโรงงาน เช่น หม้อน้ำ เครื่องอัดอากาศ เครื่องปรับอากาศ ค่าตัวประกอบกำลัง และค่าตัวประกอบโหลด เป็นต้น

2.3.3) การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

1) จากการวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานภายในสถานประกอบการและเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือข้อกำหนดการใช้พลังงาน อุปกรณ์แต่ละประเภท ทำให้สามารถกำหนดหัวข้อในการปรับปรุงการใช้พลังงาน
2) ศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค
3) ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (ศึกษาการคืนทุน)
4) กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะต้องสามารถวัดค่าได้ในเชิงปริมาณ

2.3.4) การจัดทำแผนงานด้านพลังงาน

1) จัดทำแผนงานด้านพลังงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้
2) กำหนดหน่วยงานที่ต้องรับผิดชอบดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

3) ดำเนินงานตามแผนการจัดการพลังงาน

4) ติดตามการดำเนินงานตามแผนงานการจัดการพลังงาน

5) ทบทวนและปรับปรุงแผนงานด้านพลังงาน

2.4) <u>แนวทางปฏิบัติและตัวอย่างในการดำเนินงาน</u>

หลังจากคณะทำงานฯ ได้ดำเนินการวางแผนการอนุรักษ์พลังงานแล้ว คณะทำงานฯ จะต้องจำแผนงานไปสู่การปฏิบัติ และจัดทำระเบียบปฏิบัติในการควบคุมการใช้พลังงาน โดยข้อกำหนดแบ่งเป็น 3 ข้อหลัก ดังนี้

- การควบคุมการปฏิบัติงาน
- การควบคุมเอกสาร
- การควบคุมการบันทึก

2.4.1) การดำเนินการควบคุมการปฏิบัติงาน

1) สถานประกอบต้องกำหนดให้มีการปฏิบัติงานตามแผนงาน โครงการปรับปรุงด้านการอนุรักษ์พลังงาน

จากการกำหนดการวางแผนการดำเนินโครงการตามข้อกำหนด การวางแผน สถานประกอบการจะต้องมีการควบคุมการปฏิบัติงานและการประชุมติดตามความคืบหน้าในการดำเนินงาน

2) สถานประกอบการต้องกำหนดผู้รับผิดชอบเปิด-ปิดอุปกรณ์ใช้พลังงานทุกอุปกรณ์ สถานประกอบการจะต้องกำหนดผู้รับผิดชอบเปิด-ปิดอุปกรณ์ใช้พลังงานทุกอุปกรณ์ โดย

(1) ควรจัดทำป้ายชื่อผู้รับผิดชอบ เปิด-ปิดติดไว้ที่อุปกรณ์

(2) ชี้แจงผู้รับผิดชอบและกำหนดระยะเวลาเปิด-ปิด หรือขั้นตอนวิธีกาเปิด-ปิด

(3) ในกรณีที่อุปกรณ์นั้นๆมีขั้นตอนการเปิด-ปิดที่ซับซ้อน สถานประกอบการควรจัดทำคู่มือวิธีการเปิด-ปิด อุปกรณ์ดังกล่าว

2.4.2) การควบคุมเอกสาร

มีขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) จัดทำระเบียบปฏิบัติและกำหนดอำนาจหน้าที่ในการจัดทำ ทบทวน อนุมัติ เปลี่ยนแปลง ยกเลิกและแจกจ่ายเอกสาร
2) จัดทำบัญชีควบคุมแสดงสถานะของเอกสารที่อนุมัติแล้ว และเป็นปัจจุบัน และบัญชีผู้ถือครองสำเนา
3) ดำเนินการแจกจ่ายเอกสารไปยังจุดปฏิบัติงานและต้องเป็นสำเนาเอกสารฉบับที่เป็นปัจจุบัน สำหรับสำเนาที่ไม่ได้ใช้/ยกเลิกแล้วจะต้องนำออกจากจุดปฏิบัติทันที ในกรณีที่ต้องการจัดเก็บเอกสารที่ยกเลิกแล้วไว้ในจุดปฏิบัติต้องชี้บ่งให้ชัดเจน

2.4.3) การควบคุมการบันทึกผลการปฏิบัติงาน

มีขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) จัดทำรายงานบันทึกด้านพลังงานซึ่งควรครอบคลุม บันทึกต่างๆดังนี้
   - บันทึกการประชุม
   - บันทึกการระบุลักษณะการใช้พลังงาน แผนงาน/โครงการด้านพลังงาน
   - การฝึกอบรม เช่น แผนการฝึกอบรม ประวัติการอบรม เป็นต้น
   - ผลการติดตามและตรวจวัดด้านพลังงาน
2) การจัดทำต้องกำหนดสารบัญบันทึกที่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากบันทึกที่จัดเก็บจะมีมากกว่า 1 เรื่อง และมากกว่า 1 ฉบับ เพื่อความสะดวกในการค้นหา
3) กำหนดระยะเวลาการจัดเก็บ ตามความจำเป็น และเหมาะสม เช่น 6 เดือน, 1 ปี หรือ 3 ปี
4) การกำจัดบันทึก ต้องกำหนดผู้มีอำนาจอนุมัติการกำจัดบันทึกต่างๆ เมื่อครบอายุ เพื่อป้องกันการทำลายบันทึกก่อนหมดอายุ อีกทั้งเป็นการลดจำนวนบันทึกที่ต้องจัดเก็บ การกำจัดอาจใช้วิธีการย่อยทิ้ง หรือประทับตรายกเลิก และนำไป Reuse เป็นต้น

2.5) แนวทางปฏิบัติและตัวอย่างในการตรวจสอบและปฏิบัติการแก้ไข

2.5.1) การติดตามและวัดผลการดำเนินงาน

สถานประกอบการต้องมีระเบียบปฏิบัติในการเฝ้าติดตามและวัดผลการดำเนินงานด้านการจัดการด้านพลังงาน โดยเทียบกับผลผลิต ซึ่งการเฝ้าติดตามการดำเนินงานการจัดการพลังงาน มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าพลังงานที่ต้องมีการเฝ้าติดตาม/ตรวจวัด โดยค่าพลังงานที่เฝ้าติดตามและตรวจวัดต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการใช้พลังงาน และค่าที่ต้องเฝ้าตรวจวัดและตรวจติดตามดังเช่น ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Peak Demand) ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ค่าจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้า (Unit :kwh) อุณหภูมิก๊าซเสีย (ในระบบเตาเผา)
2) จัดทำแผนการเฝ้าติดตามและตรวจวัด
3) ดำเนินการเฝ้าติดตามและตรวจวัดตามแผนที่กำหนดไว้
4) ดำเนินการวิเคราะห์และรายงานผลการเฝ้าติดตามและตรวจวัดให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ
5) กรณีที่ผลการเฝ้าติดตามและตรวจวัดไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ให้ดำเนินการตามหัวข้อ การแก้ไขและป้องกันความสูญเปล่าด้านพลังงาน

2.5.2) การแก้ไขและป้องกันการสูญเปล่าด้านพลังงาน

สถานประกอบการต้องมีระเบียบปฏิบัติในการป้องกัน/ปรับปรุง แก้ไขปัญหาต่างๆที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าด้านพลังงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ต้องทำระเบียบปฏิบัติในการแก้ไขและป้องกันความสูญเปล่าด้านพลังงาน โดยประเภทของความสูญเปล่า อาจแบ่งเป็น
   - ความสูญเปล่า หรือความไม่เป็นไปตามเป้าหมายจากการตรวจ ติดตามระบบการจัดการพลังงาน
   - ผลจากการเฝ้าติดตามและตรวจวัดด้านพลังงาน ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
   - พนักงานผู้พบความสูญเปล่าด้านพลังงาน
   - ความไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดของระบบการจัดการด้านพลังงาน

2) จัดทำแบบฟอร์มเพื่อใช้สำหรับบันทึกปัญหา
3) ผู้ตรวจพบความสูญเปล่าและความไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดข้างต้น จะต้องบันทึกสิ่งที่พบลงในแบบฟอร์ม
4) ผู้รับผิดชอบแก้ไข จะต้องค้นหาและวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง ซึ่งควรใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม เช่น
   - ผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram)
   - Process Control Chart
   - ผังการกระจาย (Scatter Diagram)
5) ดำเนินการแก้ไขและป้องกันตามสาเหตุที่แท้จริง โดยกำหนดเวลาแล้วเสร็จ
6) บันทึกและสรุปรายละเอียดของปัญหาเพื่อนำไปพิจารณาในการประชุมทบทวนโดยฝ่ายบริหารต่อไป

2.5.3) การนำเอกสารไปสู่การปฏิบัติ

บริษัทต้องนำเอกสารในระบบการจัดการพลังงานที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งได้แก่ระเบียบปฏิบัติ วิธีปฏิบัติงาน และเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง ไปใช้จริงให้เกิดผล ซึ่งโดยทั่วไปเอกสารต่างๆจะแล้วเสร็จไม่พร้อมกัน ดังนั้นจึงสามารถทยอยนำเอกสารที่ผ่านการอนุมัติแล้วเริ่มไปปฏิบัติ โดยไม่จำเป็นต้องรอให้เอกสารทุกฉบับเสร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้ระเบียบปฏิบัติการจัดทำและควบคุมเอกสาร และระเบียบปฏิบัติการฝึกอบรม ควรจัดทำขึ้นก่อน เนื่องจากระเบียบปฏิบัติดังกล่าวเป็นขั้นตอนหลักที่ระเบียบปฏิบัติอื่น จะต้องนำหลักการไปใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) จัดทำเอกสาร/อบรม/พนักงานปฏิบัติงาน

จัดทำเอกสารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงาน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะยังไม่เคยปฏิบัติหรือสิ่งที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบันกับสิ่งที่เขียนอาจไม่ตรงกัน

ดังนั้นจึงต้องมีการอบรม หรือทำความเข้าใจในเอกสารระบบการจัดการพลังงานที่ได้จัดทำขึ้นใหม่กับผู้ปฏิบัติงานเสียก่อน โดยการอบรมซึ่งสามารถทำได้ ทั้งในลักษณะการ อบรมในห้อง (Classroom Training) หรือการสอบงาน (On The Job Training-OJT) ทั้งนี้การอบรมให้กับผู้ปฏิบัติงานจะต้องให้ความสำคัญกับการทำให้ผู้ปฏิบัติเข้าใจถึงแนวคิด และเหตุผลที่ต้องดำเนินการตามเอกสารตามระบบการจัดการพลังงาน ประโยชน์ที่จะได้รับ

2) ปฏิบัติ

เมื่อผ่านการอบรมแล้ว ก็นำไปปฏิบัติจริงตามเอกสารที่ได้จัดทำขึ้นตลอดจนบันทึกผลการปฏิบัติงานไว้ด้วย หากนำไปปฏิบัติจริงแล้ว อาจจะพบปัญหาและข้อขัดข้องต่างๆ ก็ให้ปรับปรุงแก้ไขเอกสารต่างๆ เพื่อให้มั่นใจว่าเอกสารต่างๆสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

2.6) หลักการและวิธีการตรวจติดตามระบบการจัดการพลังงาน

วัตถุประสงค์ของการติดตามระบบการจัดการพลังงาน เพื่อหาจุดอ่อน หรือข้อบกพร่องของระบบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข มิใช่เป็นการจับผิดการทำงานของตัวบุคคล

2.6.1) ลักษณะของการตรวจติดตามการจัดการพลังงาน

1) การตรวจติดตามภายใน

ในข้อกำหนดระบบการจัดการพลังงาน มีข้อหนึ่งได้ระบุให้องค์กรมีระบบการตรวจติดตามภายใน ซึ่งเป็นบุคลากรขององค์กรเป็นผู้ประเมินโดยสลับหน่วยงานกันภายในองค์กรตรวจประเมิน โดยมีการดำเนินอย่างเป็นระบบ และเป็นเอกเทศเพื่อประเมิน

(1) สมรรถนะของระบบการจัดการพลังงาน

(2) กิจกรรมในการวางแผน และกำหนดเป้าหมาย ได้ดำเนินไปตามแผนหรือไม่

(3) กิจกรรมที่มีการใช้พลังงาน ได้มีการนำทรัพยากรพลังงานในรูปแบบต่างๆไปใช้อย่างคุ้มค่าหรือไม่ และเป็นไปตามมาตรฐานการใช้พลังงานแต่ละอุปกรณ์

(4) เพื่อพัฒนาปรับปรุงระบบการใช้พลังงานขององค์กรให้เป็นไปตามนโยบายและเป้าหมายที่วางไว้

2) การตรวจติดตามจากบุคคลภายนอก

เป็นการประเมินโดยผู้ตรวจติดตามจากสถานบันที่ออกใบรับรองฯโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) เพื่อขอรับรองมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน

(2) เพื่อหาข้อบกพร่องของความสูญเปล่าด้านพลังงาน และระบบการจัดการพลังงาน

(3) พัฒนา ปรับปรุงระบบฯ อย่างต่อเนื่อง

2.6.2) ขั้นตอนในการตรวจประเมิน

แบ่งเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 กำหนดหน่วยงานหรือกิจกรรมที่จะตรวจ

ตัวแทนฝ่ายบริหารด้านพลังงานต้องวางแผนในการประเมินภายใน โดยกำหนดให้มีการประเมินทุกแผนก ทุกกิจกรรมอย่างน้อย 1 ปี

2) ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเจ้าหน้าที่ที่จะตรวจ

ตัวแทนฝ่ายบริหาร เป็นผู้คัดเลือกเจ้าหน้าที่จะทำการประเมิน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

(1) ต้องเป็นผู้ได้รับการฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการพลังงาน

(2) ต้องเป็นผู้ได้รับการฝึกอบรมหลักสูตรการตรวจติดตามการจัดการพลังงาน

(3) เป็นผู้ไม่สังกัดหน่วยงานที่จะเข้าประเมิน

(4) เป็นผู้บุคลิกน่าเชื่อถือ

(5) เป็นผู้มีมนุษย์สัมพันธ์ดี กล้าถาม สื่อความหมายได้ดี

คณะผู้ประเมินชุดหนึ่งไม่ควรเกิน 3 คน ใช้เวลาในการประเมิน 1-2 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยงาน

3) ขั้นตอนที่ 3 การประชุมคณะผู้ตรวจ

ก่อนที่จะมีการประชุม คณะผู้ตรวจแต่ละท่านจะต้องศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน ระเบียบปฏิบัติ (Procedure) วิธีปฏิบัติงาน หน่วยงานที่จะเข้าทำการประเมินให้เข้าใจก่อนการประชุม

<u>วาระการประชุม</u>

(1) แบ่งงานให้ผู้ตรวจแต่ละท่านรับผิดชอบโดยกำหนดขอบเขตและหน้าที่ให้ชัดเจน

(2) จัดทำ Check List

(1.1) ประเภทของคำถาม

- คำถามทั่วไป ซึ่งใช้ถามได้ทุกหน่วยงาน
- คำถามเฉพาะหน่วยงานหรือเฉพาะกิจกรรมนั้นๆ

(1.2) ลักษณะของคำถาม

- คำถามปลายเปิดเพื่อให้ได้ข้อมูลกว้างขวาง เช่น ทำไม อย่างไร
- คำถามปลายปิด เช่น ใช่หรือไม่ใช่ (พยายามใช้เท่าที่จำเป็น)

(3) จัดทำกำหนดเวลา (Agenda) ของการตรวจ

(4) แจ้งหน่วยงานที่จะตรวจ โดยจะต้องส่งเอกสารกำหนดการเพื่อยืนยัน

4) ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการประเมิน

(1) เปิดประชุม (Operation Meeting : 10-15 นาที)

(1.1) แนะนำตัวผู้ตรวจประเมิน

(1.2) ชี้แจงวัตถุประสงค์

(1.3) ยืนยันกำหนดการตรวจประเมิน

(2) ดำเนินการตรวจประเมินตามแผนที่วางไว้

(2.1) สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องตามขอบเขตการประเมิน เพื่อ

- ประเมินความเข้าใจของผู้ปฏิบัติ
- ความถูกต้องในการปฏิบัติ โดยเทียบกับเอกสาร

(2.2) ตรวจสอบเอกสารที่ใช้ในการทำงาน ได้แก่ การบันทึกเอกสารในแบบฟอร์มต่างๆ เพื่อยืนยันการทำงาน

(2.3) ตรวจสอบการปฏิบัติงานว่าเป็นไปตามข้อกำหนดระบบฯ และมาตรฐานการใช้พลังงานอุปกรณ์ต่างๆหรือไม่

(3) ตรวจสอบการปฏิบัติงานว่าเป็นไปตามข้อกำหนดระบบฯ และมาตรฐานการใช้พลังงานอุปกรณ์ต่างๆหรือไม่

คณะตรวจประเมินจะต้องประชุมกันเพื่อสรุปการประเมินได้พบเพื่อเตรียมรายงานให้กับหน่วยทราบ โดยการเขียนรายงานผลดังนี้

- ใช้แบบฟอร์มการรายงานผล
- แนบหลักฐานการประกอบ (ถ้าเป็นไปได้)
- ระบุรายละเอียดและตำแหน่งที่พบข้อบกพร่อง ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ระบบหรือมาตรฐานการใช้พลังงานอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยในการแก้ไข

(4) ประชุมปิด

เป็นการประชุมรวมกันทั้งคณะผู้ประเมินและผู้ถูกประเมิน เพื่อสรุปผลให้กับผู้ถูกประเมินทราบ ซึ่งเรื่องที่ประชุมประกอบด้วย

- เริ่มด้วยการกล่าวขอบคุณ
- ชี้แจงกติกา
- ทบทวนวัตถุประสงค์ของการประเมิน (เน้น Zero Energy Loss)
- สรุปข้อดี
- สรุปข้อเสียไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ข้อผิดพลาดที่ตรวจพบ

- จบด้วยการขอบคุณ

5) ขั้นตอนที่ 5 รายงานสรุปผลการประเมิน

เมื่อคณะตรวจประเมินสรุปเรียบร้อยแล้ว ก็จัดรายงานเสนอ EGR เพื่อรับทราบและการดำเนินการติดตามแก้ไขสิ่งที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานต่อไป

การสรุปผลการประเมินสำคัญมากเพราะเป็นการสรุปปัญหาที่ตรวจพบ ต้องให้หน่วยงานยอมรับข้อผิดพลาดนั้นๆ

สิ่งที่ไม่เป็นไปตามกำหนด แบ่งเป็น 2 ประเภท

(1) การไม่เป็นตามข้อกำหนดแบบหลัก (Major Non Conformance) ได้แก่ การที่ระบบโดยรวมไม่เป็นตามข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน และข้อกำหนดการใช้พลังงานอุปกรณ์ต่างๆ

(2) การไม่เป็นไปตามข้อกำหนดแบบรอง (Manor Non Conformance) ได้แก่ การไม่ปฏิบัติตามระเบียบที่องค์กรกำหนด หรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน

6) ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาและแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อตัวแทนฝ่ายบริหารด้านพลังงาน ได้รับรายงานสรุปผลการประเมินแล้ว เมื่อมีข้อบกพร่องที่ทางคณะผู้บริหารแจ้งให้มีการปรับปรุงแก้ไข ตัวแทนฝ่ายบริหารด้านพลังงานจะต้องพิจารณาผู้เป็นต้นเหตุของปัญหานั้น

7) ขั้นตอนที่ 7 ขั้นปรับปรุงแก้ไข

เมื่อผู้เป็นต้นเหตุของปัญหา จะต้องดำเนินการแก้ไขในการแก้ไขนั้นมีทั้งมาตรการแก้ไขเบื้องต้น และการแก้ไขเชิงป้องกันปัญหาการสูญเปล่าของพลังงานที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว โดยต้องกำหนดระยะเวลาการแก้ไขปัญหาไว้ เมื่อถึงกำหนดการดำเนินการแก้ไขเสร็จ จะมีการประเมินผลการแก้ไขปัญหา โดยคณะผู้ประเมินในครั้งถัดไป

2.6.3) การเตรียมตัวก่อนการประเมิน

1) มีระบบในรูปแบบของเอกสาร
2) ระบบต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ระบบการจัดการพลังงาน
3) การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐาน
4) มีการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับเอกสาร
5) ระบบถูกนำไปใช้ระยะหนึ่งแล้ว (มีหลักฐาน การบันทึก ผลการดำเนินงาน)
6) มีการแก้ไขข้อบกพร่องในอดีต

2.6.4) สิ่งมีพึงปฏิบัติของผู้ถูกประเมิน

1) แจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องในหน่วยงานทราบถึงกำหนดการประเมิน
2) พึงระลึกอยู่เสมอว่า คณะผู้บริหารมาช่วยค้นหา Energy Loss มิได้มาจับผิด
3) จัดเตรียมพื้นที่ให้เป็นระเบียบ เอกสารต่างๆให้หยิบง่าย
4) ตั้งใจฟังคำถามอย่างระมัดระวัง
5) ตอบคำถามเฉพาะที่ถูกถาม และตอบให้ตรงประเด็น ตอบตามความจริง
6) อย่าอธิบายในส่วนที่ตนไม่ได้รับผิดชอบ
7) ยอมรับในความผิดพลาด (อย่าเถียงถ้าผิดจริง)
8) อย่ามีอารมณ์โมโห
9) ให้ความร่วมมือกับผู้ตรวจประเมิน
10) อย่าหลบเลี่ยงคำถาม เมื่อไม่ทราบต้องตอบตามความจริง

3.1.5 การศึกษาการใช้พลังงานของภาคอุตสาหกรรม

เพื่อทราบถึงสถานภาพและแนวโน้มการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิตของไทย ตลอดจนการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศ จึงได้สำรวจข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดดังนี้

1) การใช้พลังงานโดยรวมของประเทศไทย

ความต้องการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อพิจารณาความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายตั้งแต่ช่วงระหว่างปี 2545 จนถึงปี 2549 ดังแสดงในตารางที่ 3.2 มีความต้องการใช้พลังงานรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.4 (เปรียบเทียบระหว่างปี 2545 กับ ปี 2549) โดยในปี 2545 มีความต้องการใช้พลังงานโดยรวมทั้งสิ้น 52,979 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (kiloton of oil equivalence: ktoe) และเพิ่มขึ้นเป็น 56,289 และ 61,262 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ในปี 2546 และปี 2547 ตามลำดับ และในปี 2549 ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานโดยรวมเท่ากับ 63,256 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ซึ่งความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.6 ต่อปี

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานแต่ละประเภทในปี 2545 มีสัดส่วนการใช้ปริมาณพลังงานขั้นสุดท้ายในเชิงพาณิชย์และพลังงานหมุนเวียนคิดเป็นร้อยละ 82.9 และ 17.0 ตามลำดับ เฉพาะในส่วนการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ จะมีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในปริมาณสูงสุด (ร้อยละ 65.4) รองลงมาเป็นพลังงานไฟฟ้า (ร้อยละ 19.4) และถ่านหิน (ร้อยละ 11.1)

ในปี 2549 ประเทศไทยมีสัดส่วนการใช้ปริมาณพลังงานขั้นสุดท้ายในเชิงพาณิชย์และพลังงานหมุนเวียนคิดเป็นร้อยละ 82.6 และ 17.4 ตามลำดับ เฉพาะในส่วนการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ จะมีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในปริมาณสูงสุด (ร้อยละ 60.6) รองลงมาเป็นพลังงานไฟฟ้า (ร้อยละ 20.8) และถ่านหิน (ร้อยละ 14.3)

ตารางที่ 3.2 ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง

หน่วย : ktoe

ประเภท	2545	2546	2547	2548	2549
พลังงานเชิงพาณิชย์	43,935	45,558	50,746	51,573	52,264
ถ่านหิน	4,884	4,987	5,918	5,757	7,489
แอนทราไซต์	138	270	227	202	317
บิทูมินัส	1,927	2,535	2,544	3,643	2,799
ถ่านโค้ก	46	42	45	45	45
ลิกไนต์	1,910	1,067	1,729	1,939	1,309
ถ่านอัดและอื่นๆ	863	1,073	1,376	1,108	3,029
น้ำมันสำเร็จรูป	28,765	30,447	32,684	32,460	31,650
ก๊าซปิโตเลียมเหลว	2,446	2,505	2,543	2,750	3,140
เบนซิน 91	3,234	3,390	3,451	3,228	3,326
เบนซิน 95	2,233	2,296	2,210	1,669	1,098
แก๊สโซฮอล์ 91	0	0	0	22	71
แก๊สโซฮอล์ 95	1	2	45	480	883
น้ำมันเครื่องบิน	3,088	3,074	3,476	3,509	3,694
น้ำมันก๊าด	51	29	19	17	18
น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	1,375	15,007	16,753	16,745	15,711
น้ำมันดีเซลหมุนช้า	97	86	91	65	51
ปาล์มดีเซล	1	1	2	4	3
น้ำมันเตา	0	0	0	4	37
ก๊าซธรรมชาติ	1,751	1,990	2,430	2,028	2,234
ไฟฟ้า	8,538	9,114	9,803	10,330	10,891
พลังงานใหม่และหมุนเวียน	9,043	9,751	10,516	10,824	10,993
ฟืน	3,342	3,493	3,881	4,176	2,578
ถ่าน	2,307	2,357	2,608	2,698	2,807
แกลบ	998	1,084	1,078	996	896
กากอ้อย	2,498	2,905	2,949	2,886	2,435
รวม	52,979	56,289	61,262	62,397	63,257

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายสามารถจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจได้ 7 ประเภท คือ สาขาเกษตรกรรม สาขาเหมืองแร่ สาขาอุตสาหกรรมการผลิต สาขาการก่อสร้าง สาขาบ้านอยู่อาศัย สาขาธุรกิจการค้า และสาขาการขนส่ง จากตารางที่ 3.3 พลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2549 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตใช้พลังงานขั้นสุดท้ายสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 37.1 ของการใช้พลังงานรวม รองลงมาเป็นสาขาคมนาคมและขนส่ง และสาขาบ้านอยู่อาศัยซึ่งมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 36.3 และร้อยละ 14.3 ของพลังงานรวม ตามลำดับ

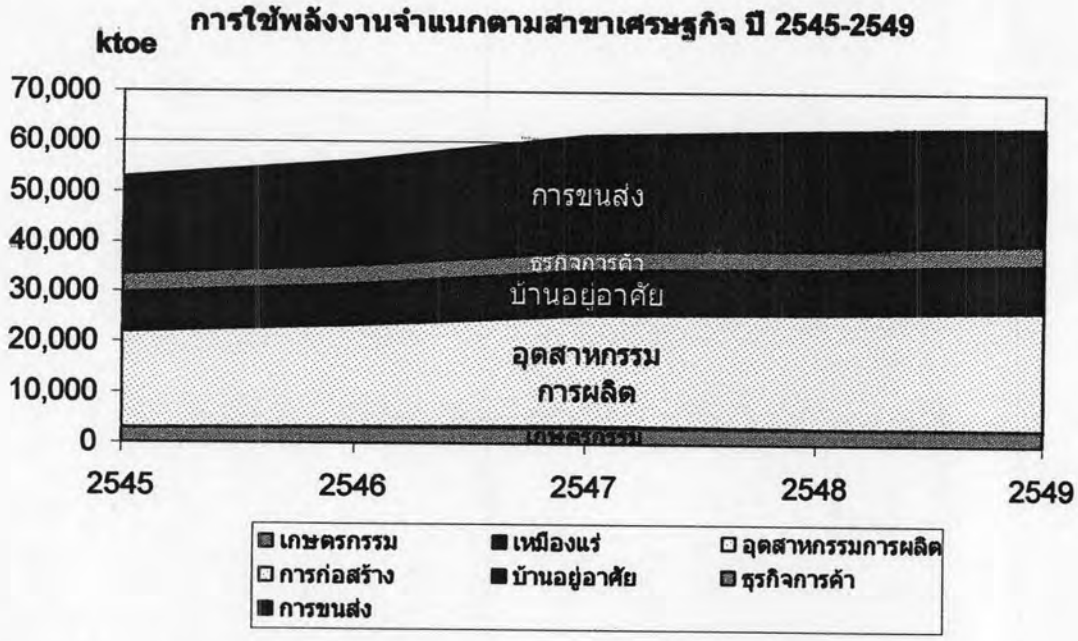
ตารางที่ 3.3 ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ

หน่วย : ktoe
ร้อยละ

สาขา	2545	2546	2547	2548	2549
เกษตรกรรม	3,032	3,308	3,520	3,207	3,312
	5.7	5.9	5.7	5.1	5.2
เหมืองแร่	106	115	131	125	130
	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
อุตสาหกรรมการผลิต	18,679	19,988	21,961	22,643	23,442
	35.3	35.5	35.8	36.3	37.1
การก่อสร้าง	149	152	171	152	139
	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
บ้านอยู่อาศัย	7,909	8,173	8,801	8,933	9,034
	14.9	14.5	14.4	14.3	14.3
ธุรกิจการค้า	3,468	3,626	3,866	3,846	4,215
	6.5	6.4	6.3	6.2	6.7
การขนส่ง	19,636	20,927	22,812	23,491	22,985
	37.1	37.2	37.2	37.6	36.3
รวม	52,979	56,289	61,262	62,397	63,257
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

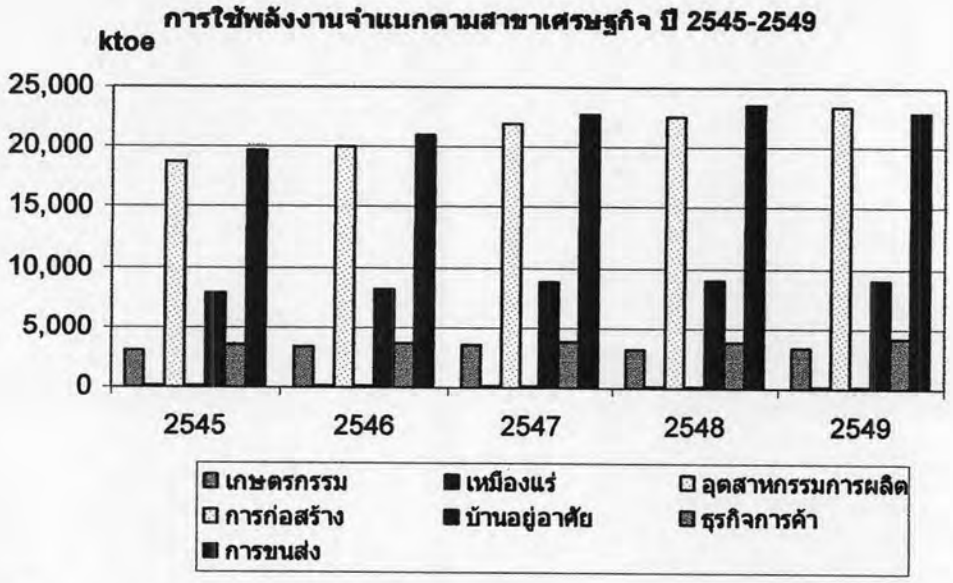
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจระหว่างปี 2545 ถึง 2548 พบว่า สาขาอุตสาหกรรมการผลิตมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงเป็นอันดับที่สองเมื่อเปรียบเทียบกับสาขาเศรษฐกิจอื่นๆ และปี 2549 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสาขาเศรษฐกิจอื่นๆ อีกทั้งยังมีอัตราการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือในช่วงระหว่างปี 2545 ถึง 2549 อัตราการใช้พลังงานของสาขาอุตสาหกรรมการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.5 หรือเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 6 ต่อปี โดยการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจในช่วงปี 2545-2549 แสดงได้ดังในรูปที่ 3.5 (ก) และรูปที่ 3.5 (ข)



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

รูปที่ 3.5 (ก) การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ



รูปที่ 3.5 (ข) การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ แยกตามรายปี2545-2549

2) ความต้องการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม

2.1) ภาพรวมการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตนั้นยังคงมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างมากถึงร้อยละ 25.5 ในระหว่างปี 2545 ถึง 2549 เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานประเภทต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตในช่วงเวลาดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 3.4 พบว่าในปี 2549 ภาคอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศไทยมีการใช้ถ่านหินคิดเป็นร้อยละ 31.9 พลังงานใหม่และพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 23.8 ไฟฟ้าร้อยละ 21.1 น้ำมันสำเร็จรูปร้อยละ 14 และก๊าซธรรมชาติร้อยละ 9.2 ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานจำแนกตามประเภทพลังงาน ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้า พลังงานใหม่และหมุนเวียน ในช่วงปี 2545 ถึง 2549 ดังแสดงในรูปที่ 3.6 (ก) และรูปที่ 3.6 (ข) พบว่าการใช้พลังงานโดยรวมมีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงปี 2545-2547ยกเว้นการใช้น้ำมันสำเร็จรูป ซึ่งมีปริมาณการใช้ลดลงตั้งแต่ปี 2547-2549 โดยในช่วงปี 2545-2549 ดังกล่าว มีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปลดลงคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.7

ในขณะที่มีการใช้ถ่านหิน พลังงานหมุนเวียน และไฟฟ้า มีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 5.8, 2.3 และ 0.7 ตามลำดับ

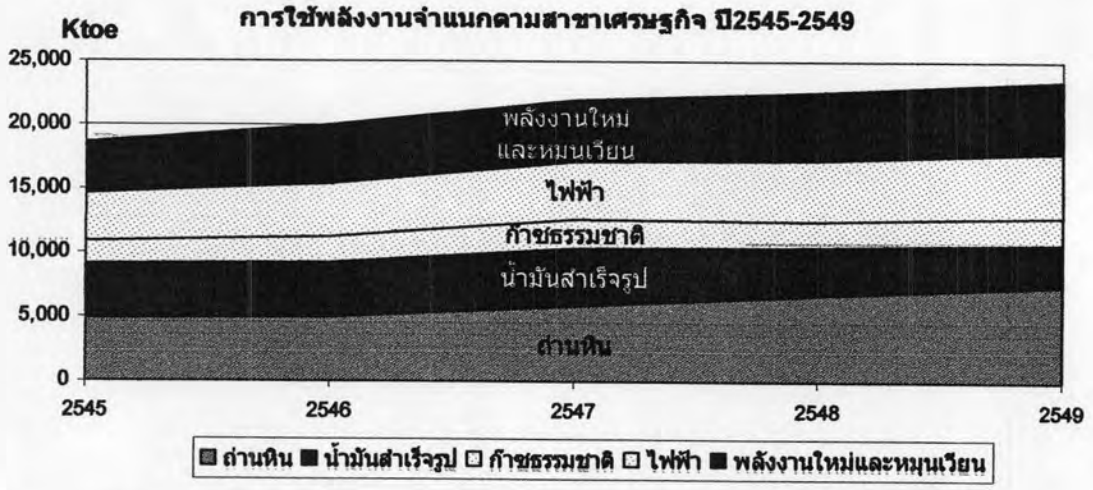
ตารางที่ 3.4 ความต้องการใช้พลังงานจำแนกตามประเภทพลังงาน

หน่วย : ktoe

ร้อยละ

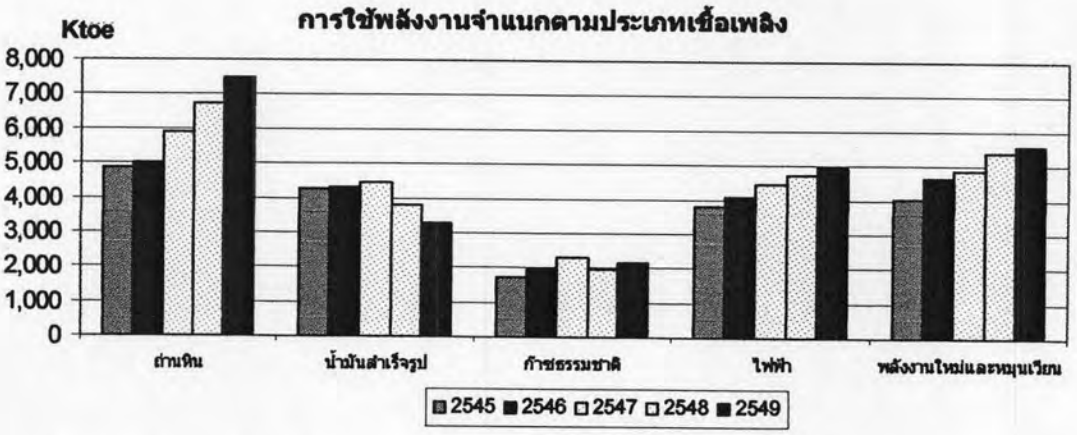
พ.ศ.	ถ่านหิน	น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	ไฟฟ้า	พลังงานใหม่และหมุนเวียน	รวม
2545	4,844	4,235	1,745	3,808	4,007	18,639
	26.0	22.7	9.4	20.4	21.5	100.0
2546	4,987	4,310	1,977	4,089	4,625	19,988
	24.9	21.6	9.9	20.5	23.1	100.0
2547	5,918	4,423	2,314	4,437	4,869	21,961
	26.9	20.1	10.5	20.2	22.2	100.0
2548	6,757	3,779	1,977	4,748	5,382	22,643
	29.8	16.7	8.7	21.0	23.8	100.0
2549	7,489	3,278	2,152	4,953	5,570	23,442
	31.9	14.0	9.2	21.1	23.8	100.0

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

รูปที่ 3.6 (ก) การใช้พลังงานจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง



รูปที่ 3.6 (ข) การใช้พลังงานจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง แยกตามรายปี 2546-2549

พระมหากรุณาธิคุณ ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2) การใช้พลังงานของสาขาอุตสาหกรรมการผลิตในแต่ละสาขา

ภาคอุตสาหกรรมการผลิตสามารถแยกออกเป็นสาขาย่อย ได้ทั้งหมด 9 สาขาย่อย ตามหลักการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทย (Thailand Standard Industrial Classification) หรือ TSIC แบ่งออกเป็น อาหารและเครื่องดื่ม สิ่งทอ ไม้และเครื่องเรือน กระดาษ เคมี อโลหะ โลหะขั้นมูลฐาน ผลิตภัณฑ์โลหะ และสาขาย่อยอื่นๆ (จำแนกไม่ได้) โดยการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมแยกตามสาขาย่อยในช่วงปี 2545 ถึง 2549 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.5

เมื่อพิจารณาข้อมูลในปี 2545 ดังแสดงในรูปที่ 3.7 พบว่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมย่อยสาขาอโลหะมีการใช้พลังงานสูงที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.0 ของปริมาณการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมทั้งหมด รองลงมาเป็นสาขาอาหารและเครื่องดื่มคิดเป็นร้อยละ 28.3 สาขาเคมีคิดเป็นร้อยละ 12.0 สาขาผลิตภัณฑ์โลหะคิดเป็นร้อยละ 5.2 สาขาสิ่งทอคิดเป็นร้อยละ 6.2 สาขาโลหะมูลฐานคิดเป็นร้อยละ 5.2 สาขากระดาษคิดเป็นร้อยละ 4.5 สาขาไม้และเครื่องเรือนคิดเป็นร้อยละ 0.9 และสาขาย่อยอื่นๆ (จำแนกไม่ได้) คิดเป็นร้อยละ 7.8

และเมื่อพิจารณาข้อมูลในปี 2549 ดังแสดงในรูปที่ 3.8 พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมสาขาย่อยสาขาอโลหะมีการใช้พลังงานสูงที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 31.8 ของปริมาณการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมทั้งหมด รองลงมาเป็นสาขาย่อยอาหารและเครื่องดื่มคิดเป็นร้อยละ 29.0 สาขาเคมีคิดเป็นร้อยละ 10.7 สาขาผลิตภัณฑ์โลหะคิดเป็นร้อยละ 6.7 สาขาโลหะมูลฐานคิดเป็นร้อยละ 5.5 สาขาสิ่งทอคิดเป็นร้อยละ 4.0 สาขากระดาษคิดเป็นร้อยละ 3.4 สาขาไม้และเครื่องเรือนคิดเป็นร้อยละ 0.8 และสาขาย่อยอื่นๆ (จำแนกไม่ได้) คิดเป็นร้อยละ 8.1

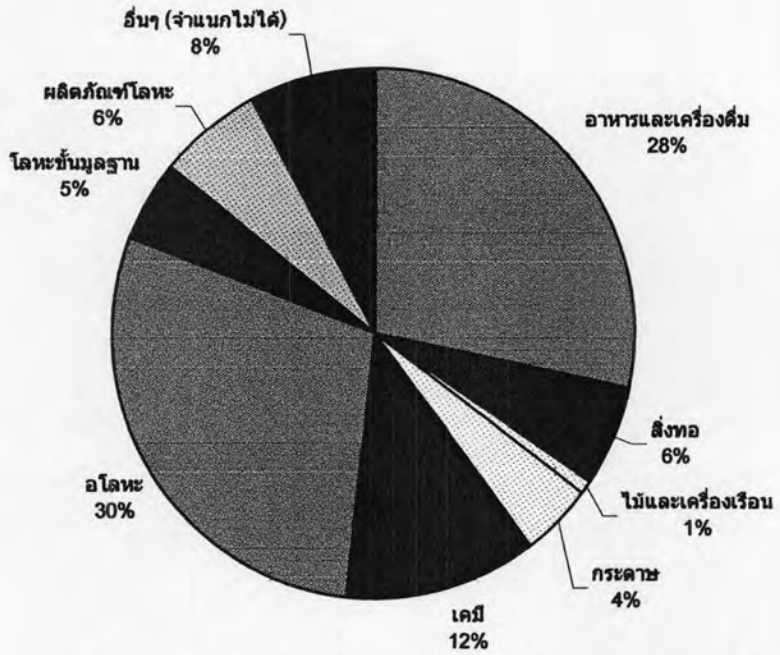
ตารางที่ 3.5 ความต้องการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมแยกตามสาขาย่อย

หน่วย : ktoe

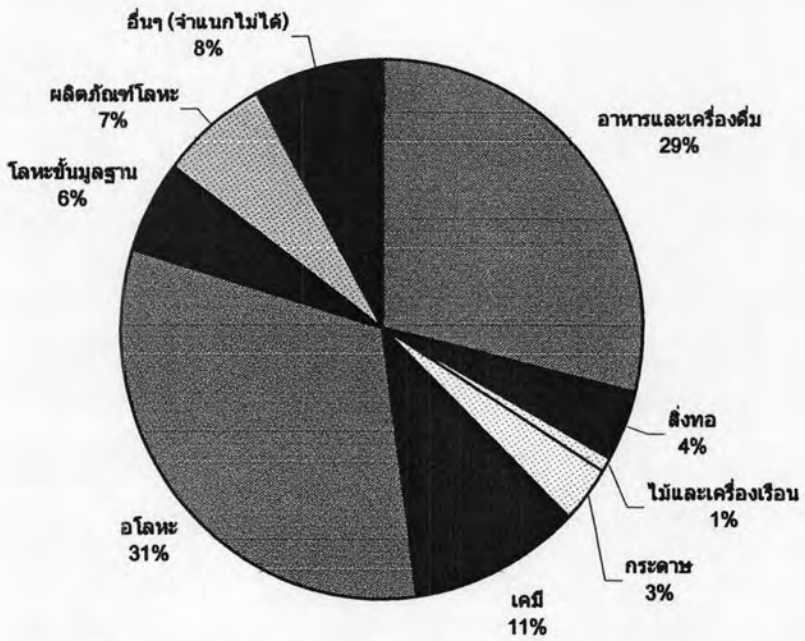
ร้อยละ

ประเภทอุตสาหกรรม	2545	2546	2547	2548	2549
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	5,285	6,029	6,376	6,352	6,798
	28.3	30.3	29.0	28.1	29.0
สิ่งทอ	1,157	1,142	1,116	1,044	943
	6.2	5.7	5.1	4.6	4.0
ไม้และเครื่องเรือน	160	170	185	192	192
	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
กระดาษ	832	694	794	815	801
	4.5	3.5	3.6	3.6	3.4
เคมี	2,240	2,555	2,731	2,747	2,509
	12.0	12.8	12.4	12.1	10.7
อโลหะ	5,408	5,663	6,557	7,582	7,460
	29.0	28.4	29.9	33.5	31.8
โลหะมูลฐาน	970	1,053	1,214	1,048	1,287
	5.2	5.3	5.5	4.6	5.5
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	1,169	1,314	1,530	1,500	1,557
	6.3	6.6	7.0	6.6	6.6
อุตสาหกรรมอื่นๆ ที่จัดเข้าประเภทไม่ได้	1,458	1,305	1,458	1,363	1,895
	7.8	6.5	6.6	6.0	8.1
รวม	18,679	19,925	21,961	22,643	23,442
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน



รูปที่ 3.7 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต จำแนกตามสาขาย่อยในปี 2545



รูปที่ 3.8 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต จำแนกตามสาขาย่อยในปี 2549

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ตามประเภทพลังงานที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 3.6 พบว่า ในปี 2549 ในอุตสาหกรรมการผลิตมีสัดส่วนการใช้พลังงานประเภทต่างๆเป็น ถ่านหินคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 31.9 พลังงานหมุนเวียนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 23.7 ไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 21.1 น้ำมันสำเร็จรูปคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13.9 และก๊าซธรรมชาติคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.1

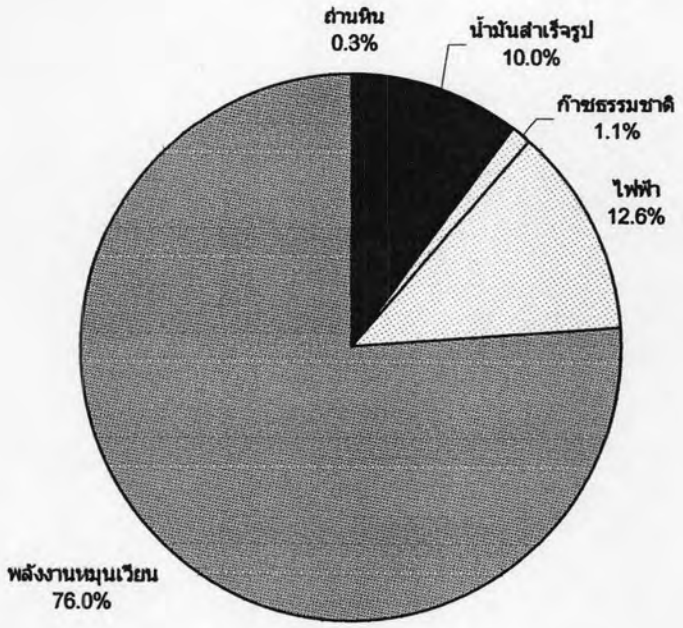
ตารางที่ 3.6 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตย่อยในปี 2549

หน่วย : ktoe

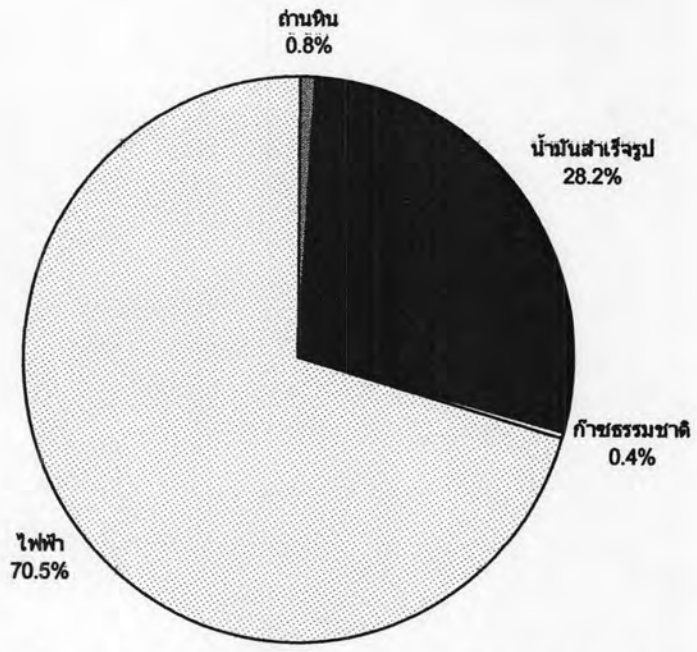
ประเภทอุตสาหกรรม	ถ่านหิน	น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	ไฟฟ้า	พลังงานใหม่และหมุนเวียน	รวม
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	17	683	76	857	5,164	6,797
สิ่งทอ	8	266	4	665	0	943
ไม้และเครื่องเรือน	0	33	0	135	24	192
กระดาษ	424	191	0	187	0	802
เคมี	592	465	504	806	143	2,510
อโลหะ	5,062	310	1,243	605	239	7,459
โลหะมูลฐาน	408	324	0	555	0	1,287
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	0	137	325	1,095	0	1,557
อุตสาหกรรมอื่นๆ ที่จัดเข้าประเภทไม่ได้	978	669	0	48	0	1,695
รวม	7,489	3,078	2,152	4,953	5,570	23,242
ร้อยละ	31.9	13.9	9.1	21.1	23.7	100.0

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

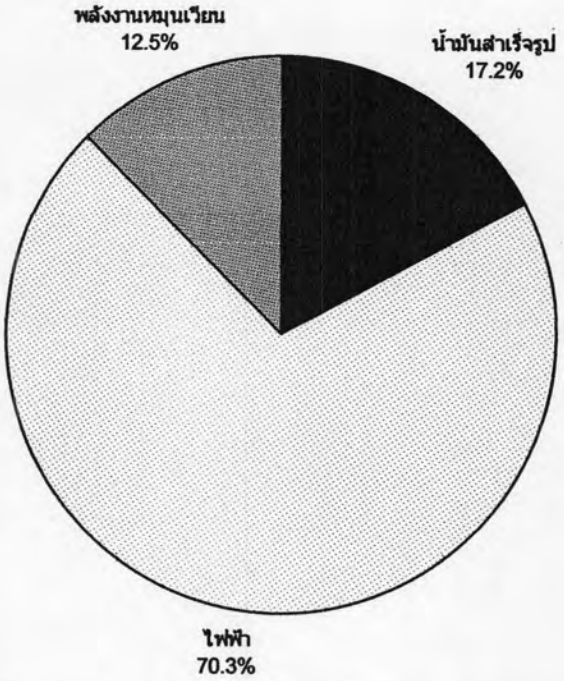
ถึงแม้ว่าถ่านหินและพลังงานหมุนเวียนจะถูกนำมาใช้มากที่สุดในสัดส่วนโดยรวมของภาคอุตสาหกรรมการผลิต ในปี 2549 แต่สัดส่วนการใช้พลังงานแต่ละประเภทในแต่ละสาขาย่อยของภาคอุตสาหกรรม ยังมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างการผลิตและกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ถึง 3.17



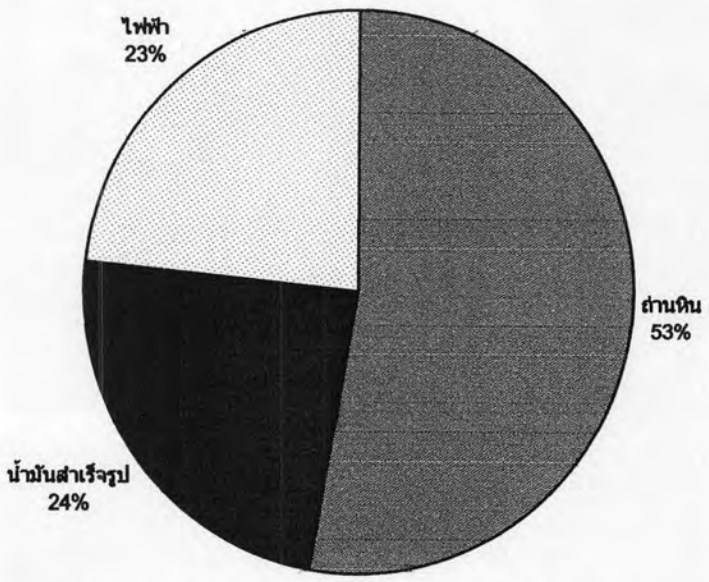
รูปที่ 3.9 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาอาหารและเครื่องดื่ม ในปี 2549



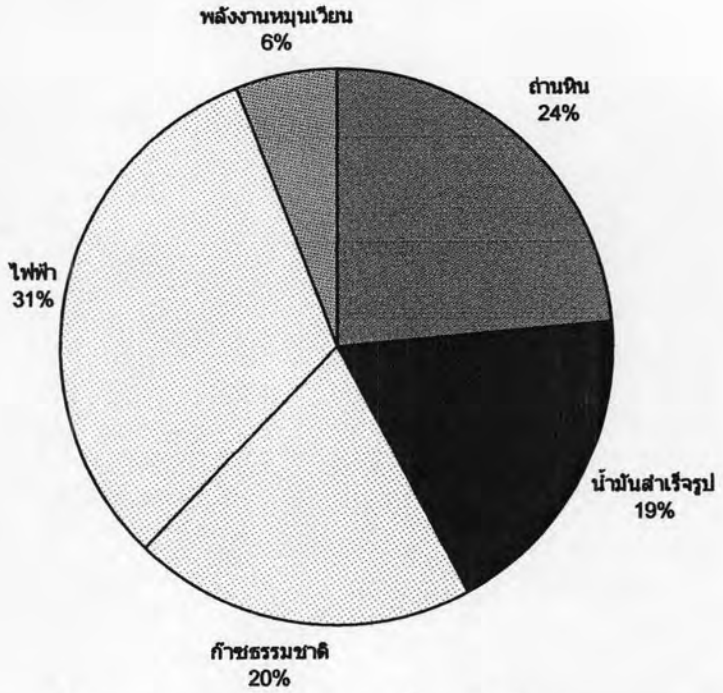
รูปที่ 3.10 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาสิ่งทอ ในปี 2549



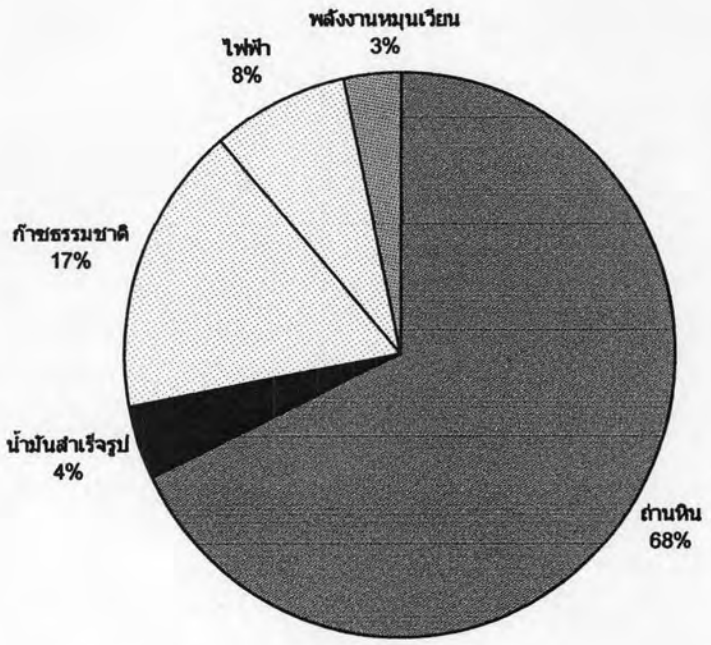
รูปที่ 3.11 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาไม้และเครื่องเรือน ในปี 2549



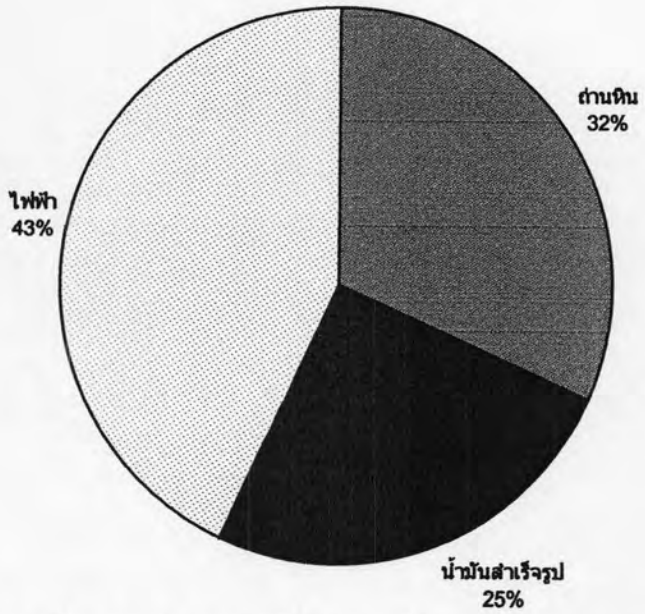
รูปที่ 3.12 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขากระดาษ ในปี 2549



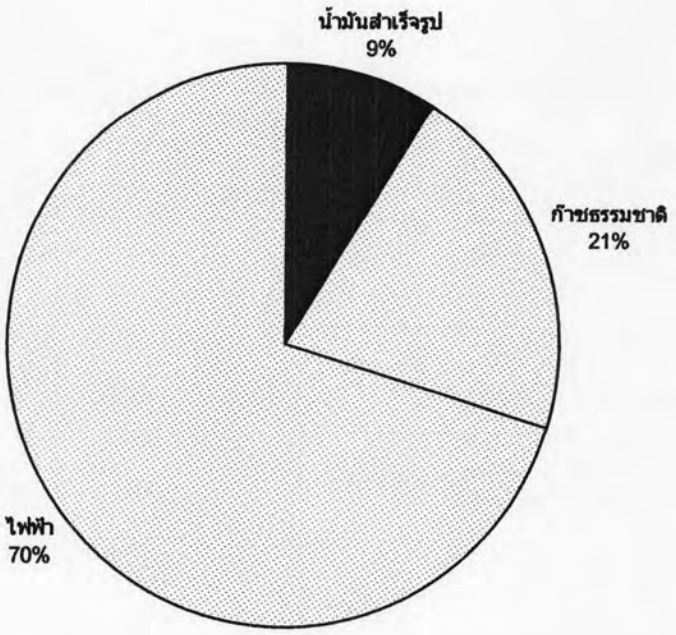
รูปที่ 3.13 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาเคมี ในปี 2549



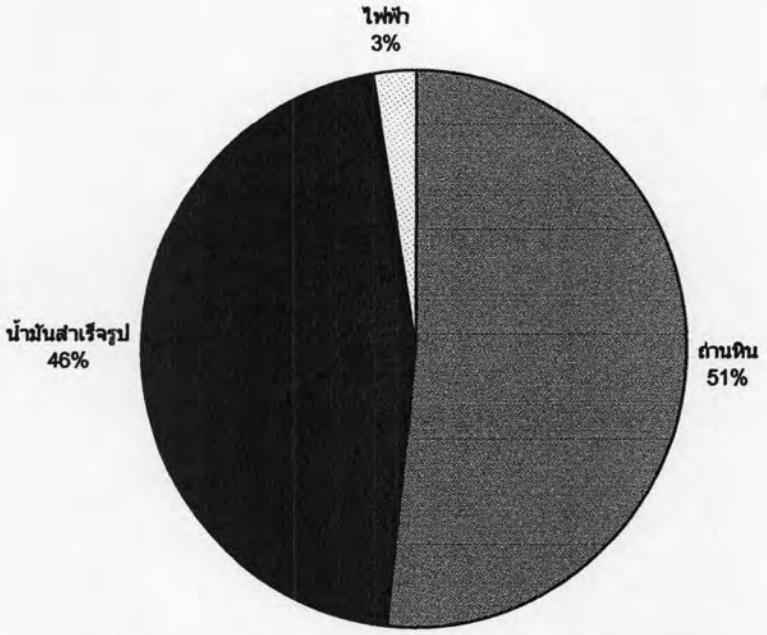
รูปที่ 3.14 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาอโลหะ ในปี 2549



รูปที่ 3.15 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาโลหะขั้นมูลฐาน ในปี 2549



รูปที่ 3.16 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาผลิตภัณฑ์โลหะ ในปี 2549



รูปที่ 3.17 สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในอุตสาหกรรมการผลิต สาขาอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่จัดเข้าประเภทไม่ได้ ในปี 2549

จากสัดส่วนการใช้พลังงานแยกตามประเภทเชื้อเพลิงในข้างต้น เมื่อพิจารณาในแต่ละสาขาอุตสาหกรรมพบว่ามีลักษณะการใช้พลังงานแต่ละประเภท ดังนี้

- **สาขาอาหารและเครื่องดื่ม** มีปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียนมากที่สุด (ร้อยละ 76) รองลงมาเป็นพลังงานไฟฟ้า (ร้อยละ 12.6)
- **สาขาสิ่งทอ** มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด (ร้อยละ 70.5) รองลงมาเป็นน้ำมันสำเร็จรูป (ร้อยละ 28.2)
- **สาขาไม้และเครื่องเรือน** มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด (ร้อยละ 70.3) รองลงมาเป็นน้ำมันสำเร็จรูป (ร้อยละ 17.2)
- **สาขากระดาษ** มีปริมาณการใช้ถ่านหินมากที่สุด (ร้อยละ 53) รองลงมาเป็นน้ำมันสำเร็จรูป (ร้อยละ 24)
- **สาขาเคมี** มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด (ร้อยละ 31) รองลงมาเป็นถ่านหิน (ร้อยละ 24)

- **สาขาอโลหะ** มีปริมาณการใช้ถ่านหินมากที่สุด (ร้อยละ 68) รองลงมาเป็นก๊าซธรรมชาติ (ร้อยละ 17)
- **สาขาโลหะมูลฐาน** มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สุด (ร้อยละ 43) รองลงมาเป็นถ่านหิน (ร้อยละ 32)
- **สาขาผลิตภัณฑ์โลหะ** มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สุด (ร้อยละ 70) รองลงมาเป็นก๊าซธรรมชาติ (ร้อยละ 21)
- **สาขาอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่จัดเข้าประเภทไม่ได้** มีปริมาณการใช้ถ่านหินมากที่สุด (ร้อยละ 51) รองลงมาเป็นน้ำมันสำเร็จรูป (ร้อยละ 46)

3) กิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรม

เป็นที่ทราบกันดีว่าปัจจุบันประเทศไทยได้เผชิญกับวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน และปัญหานี้ได้รุนแรงขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยมีขีดจำกัดในการผลิตพลังงานด้านต่างๆ เพื่อใช้ภายในประเทศ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ และราคาพลังงานที่นำเข้าจากต่างประเทศได้ปรับราคาขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น ปัญหาความไม่สงบของกลุ่มประเทศตะวันออกกลางและการเก็งกำไรของตลาดกลางซื้อ-ขายน้ำมันซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตสินค้าและการบริการภายในประเทศอย่างมาก ทั้งนี้ **ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจและการบริการ ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานประมาณ 42%** ของทั้งประเทศ จึงได้รับการกำหนดให้เป็นเป้าหมายหลักของการอนุรักษ์พลังงาน

ในช่วงที่ผ่านมา กระทรวงพลังงานในฐานะองค์กรหลักของประเทศในการดำเนินการกำกับ ดูแล และส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานของประเทศได้ดำเนินกิจกรรมด้านการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง และยังมีองค์กรในภาคอุตสาหกรรมที่ได้ดำเนินการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน คือ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ดำเนินกิจกรรมด้านการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเช่นกัน โดยมีเป้าหมายที่จะให้เกิดการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทั้งสององค์กรมีการจัดโครงการอนุรักษ์พลังงานที่นำแนวความคิดของระบบการจัดการพลังงานมาประยุกต์ใช้ดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย

1) **โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE)** ซึ่งสนับสนุนโดย สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) และกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน
2) **โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบสมบูรณ์ (Total Energy Management, TEM)** ซึ่งสนับสนุน โดย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

โดยทั้ง 2 โครงการมีความคล้ายคลึงกัน สถาบันฯ จึงศึกษาความต่อเนื่องของการจัดการเพื่อการอนุรักษ์พลังงานทั้ง 2 โครงการ ซึ่งสามารถนำรายละเอียดโครงการ VE เปรียบเทียบกับโครงการ TEM ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ตารางการเปรียบเทียบระหว่างโครงการ VE และ โครงการ TEM

รายละเอียดโครงการ	โครงการ VE	โครงการ TEM
ชื่อโครงการ	โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	โครงการการจัดการพลังงานแบบสมบูรณ์
หน่วยงานที่ดำเนินการ	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) และกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน	กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
• เป้าหมายโครงการ	มีผลการประหยัดพลังงานไม่ต่ำกว่า 0.020 ktoe/ปี/โรง (เป้าหมายปี 2549) และไม่ต่ำกว่า 0.015 ktoe/ปี/โรง (เป้าหมายปี 2550)	มีผลการประหยัดพลังงานคิดเป็นจำนวนเงินไม่ต่ำกว่า 100,000 บาท/ปี/โรง
• แนวทางและขั้นตอนการดำเนินการ	มีการส่งทีมที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญมาร่วมประชุมกับทางโรงงานเพื่อกำหนดมาตรการและติดตามความก้าวหน้าการดำเนินการ โดยจะเข้าร่วมประชุมทั้งหมด 5-6 ครั้ง	มีการส่งทีมที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญมาร่วมประชุมกับทางโรงงานเพื่อกำหนดมาตรการและติดตามความก้าวหน้าการดำเนินการ โดยจะเข้าร่วมประชุมทั้งหมด 6 ครั้ง
• กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงาน	เน้นกิจกรรมทางด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานเป็นหลัก	คำนึงถึงความสำคัญของทุกๆ กิจกรรมที่ทำให้โรงงานมีผลประหยัดมากที่สุด เช่น การ

รายละเอียดโครงการ	โครงการ VE	โครงการ TEM
		อนุรักษ์พลังงานจากกระบวนการผลิตหรือวิธีการผลิต
• ลักษณะมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	มุ่งเน้นเทคนิคการปรับปรุงมาตรการการอนุรักษ์พลังงานทางด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์มากกว่าการปฏิบัติการการอนุรักษ์พลังงานของพนักงาน	มีการกำหนดระเบียบวิธีการปฏิบัติงานให้พนักงานมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดจากการปรับปรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ และกระบวนการผลิต

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาทั้ง 2 โครงการได้ดำเนินการมาแล้วหลายรุ่น ทั้งในส่วนที่เป็นโรงงานควบคุมขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ และโรงงานประเภท SME โดยมีจำนวนโรงงานที่เคยเข้าร่วม ดังนี้

1) โรงงานควบคุมที่เคยเข้าร่วม **"โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (VE)"** (ช่วงปี พ.ศ. 2545-2549) มีจำนวนโรงงานที่เข้าร่วมทั้งสิ้น 581 โรง ตามรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 โรงงานควบคุมที่เคยเข้าร่วมโครงการ VE

ประเภทอุตสาหกรรมที่เคยเข้าร่วมโครงการ VE	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549
	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	2	16	12	43	43
สิ่งทอ	5	11	14	29	42
ไม้และเครื่องเรือน	0	1	0	5	4
กระดาษ	1	2	0	8	7
เคมี	3	9	11	35	47
อโลหะ	2	2	4	10	20
โลหะมูลฐาน	0	5	2	11	13

ประเภทอุตสาหกรรมที่เคยเข้าร่วมโครงการ VE	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549
	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	2	7	6	57	72
อุตสาหกรรมอื่นๆ	0	12	1	2	3
รวม	15	65	50	200	251

2) โรงงาน SME ที่เคยเข้าร่วม **"โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (VE)"** (ช่วงปี พ.ศ. 2545-2549) มีจำนวนโรงงาน SME ที่เข้าร่วมทั้งสิ้น 237 โรง

3) โรงงานที่เคยเข้าร่วม **"โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบสมบูรณ์ (TEM)"** (ช่วงปี พ.ศ. 2547-2549) มีจำนวนโรงงานที่เข้าร่วมทั้งสิ้น 107 โรง ตามรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 โรงงานควบคุมที่เคยเข้าร่วมโครงการ TEM

ประเภทอุตสาหกรรมที่เคยเข้าร่วมโครงการ TEM	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549
	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)	เข้าร่วม (โรง)
อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	6	8	8
สิ่งทอ	4	5	5
ไม้และเครื่องเรือน	3	1	2
กระดาษ	0	1	1
เคมี	9	10	6
อโลหะ	0	2	2
โลหะมูลฐาน	2	2	4
ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	5	6	15
อุตสาหกรรมอื่นๆ	0	0	0
รวม	29	35	43

ตารางที่ 3.10 สรุปจำนวนโรงงานที่เคยเข้าร่วมโครงการ VE/TEM

โครงการ	ประเภทโรงงาน	จำนวน (โรง)
โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (VE)	โรงงานควบคุม	581
	โรงงาน SME	237
โครงการการจัดการพลังงานแบบสมบูรณ์ (TEM)	โรงงานควบคุม	107
รวม		925

จากกลุ่มจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการ VE ตั้งแต่ปี 2545-2549 และโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ TEM ตั้งแต่ปี 2547-2549 ได้ทำการคัดเลือกจำนวนกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่จะดำเนินงานสำรวจ เพื่อประเมินผลถึงความสำเร็จและความยั่งยืนในกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานต่อไป

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) ฝ่ายวิจัย สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2547) ได้ศึกษาการลดความสูญเปล่าของพลังงาน การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่า โดยใช้เทคนิคการจัดการเชิงวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) ควบคู่กับเทคนิคเฉพาะทาง (Specific Technique) ได้แก่ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า และ วิศวกรรมอุตสาหการ ในการดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน

คณะนักวิจัยจากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำงานร่วมกับคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของบริษัทเพื่อหามาตรการและแนวทางปฏิบัติ ในการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการลดการสูญเปล่าของพลังงาน โดยคณะนักวิจัยจะให้คำปรึกษาแนะนำในด้านทฤษฎีและวิชาการ การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค ส่วนการปฏิบัติงานตามมาตรการและแผนงานต่างๆ คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานของบริษัทจะเป็นผู้ปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรม

ผลจากการดำเนินงาน โครงการการจัดการในโรงงาน จะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ในระดับหนึ่ง อันเป็นการช่วยลดภาระของรัฐที่จะต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าพลังงาน และที่สำคัญจะเป็นการช่วยลดผลกระทบด้านราคาพลังงานที่จะตกถึงแก่ประชาชนทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม

2) ศุภกิจ บุญศิริ (2543) ได้ศึกษามาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลาง โดยได้เลือกโรงงานผลิตอาหารกระป๋อง และได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานของโรงงาน ตลอดจนปัญหา อุปสรรคต่อการพัฒนางานทางด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จากการสำรวจพบว่าภายในโรงงานมีการใช้พลังงาน 2 ชนิด คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน และจากการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานพบว่าโรงงานมีดัชนีการใช้พลังงานสูง ดังนั้นเพื่อหาแนวทางประหยัดพลังงาน จึงจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับโรงงาน โดยใช้ปัญหาและอุปสรรคของโรงงานอุสาหกรรมขนาดกลางเป็นกรอบในการดำเนินการดังนี้

- ลดพลังงานสูญเสียโดยการลดปริมาณอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ
- ลดพลังงานสูญเสียโดยการลดการโบวล์ดาวน์น้ำทิ้งของหม้อไอน้ำ
- ลดพลังงานสูญเสียโดยการหุ้มฉนวนหม้อไอน้ำ

- ลดพลังงานสูญเสียโดยการหุ้มฉนวนหม้อฆ่าเชื้อ

และได้ทำการประเมินหลังใช้มาตรการดังกล่าวพบว่าสามารถลดดัชนีการใช้พลังงานลงจาก4.41 กิกะจูลต่อตันผลผลิต เป็น 4.04 กิกะจูลต่อตันผลผลิต

3) เอกสิทธิ์ สุวรรรณศรี (2543) จากวิทยานิพนธ์ เรื่อง การปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการการผลิตปูนซีเมนต์ ได้ทำการสรุปว่า การดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ จะช่วยทำให้อัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณเม็ดปูน โดยมีวิธีแนวทางการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานดังนี้

(1) การกำหนดนโยบายจากผู้บริหารระดับสูงและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน
(2) กำหนดแผนงานหลักในการดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานและแผนในระดับแผนก
(3) ปรับปรุงองค์กรดำเนินงานให้เข้าถึงทุกส่วนในกระบวนการผลิต
(4) วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เหมาะสม โดยการควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
(5) ปรับปรุงระบบการตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการจัดทำเอกสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบและทำการจัดตั้งทีมงานในการตรวจสอบการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง
(6) ปรับปรุงกระบวนการติดตามการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินการที่เกิดขึ้น

4) สงวน ตั้งโพธิธรรม (2529) จากวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาการใช้และการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยการทำการศึกษาในภาคความร้อนและภาคไฟฟ้า การศึกษาส่วนใหญ่ทำในส่วนของการเปลี่ยนโหลด ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพของการสันดาปและการใช้ไอน้ำ จากการศึกษาพบว่า สามารถประหยัดพลังงานในระบบต่างๆ ได้ประมาณ 10% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ปัจจุบัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางการประหยัดเหล่านี้ มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น

5) ธนะ ปรีชาหาญ (2547) ศึกษาการประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตสายไฟฟ้าแห่งหนึ่ง มีกำลังการผลิตเฉลี่ยวันละ 85 ตัน มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ย 3.11 Gj/ton เป็นพลังงานไฟฟ้า 1.51 Gj/ton พลังงานความร้อน 4.71 Gj/ton โดยพลังงานความร้อนนั้นได้จากน้ำมันเตา

โดยใช้ในการหลอมอลูมิเนียมในเตาหลอมซึ่งมีขนาดความจุ 4 ตัน และใช้น้ำมันเตาเฉลี่ยเดือนละ 106,167 ลิตร

แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า คือทำการยุบภาระของหม้อแปลงไฟฟ้ามารวมกันจาก 8 ลูกให้เหลือหม้อแปลงไฟฟ้า 3 ลูก และแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้าเป็น 0.9 ตัวประกอบภาระของหม้อแปลงจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.46 จากเดิม 0.39 มีผลให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 60,167 Kwh/ปี ลดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 171,812 1บาท โดยไม่ต้องลงทุนใดๆ

ในด้านพลังงานความร้อน การลดอัตราส่วนอากาศให้เหลือ 1.3 จะสามารถประหยัดพลังงาน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 201,657 บาท/ปี โดยไม่ต้องลงทุนใดๆ

6) บุญยงค์ ลิ้มชูพรวิกุล (2541) รายงานผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตสบู่ ซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด โรงงานที่ทำการศึกษาใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 434 kW มีค่าตัวประกอบภาระไฟฟ้า 0.79 และตัวประกอบพลังงานไฟฟ้า 0.75 ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการประหยัดพลังงาน โดยให้มีการย้ายสายการผลิตที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงบางราย ไปทำงานในเวลากลางคืน และติดตั้งตัวเก็บประจุในสายการผลิตย่อยบางสาย และดับไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณที่ใช้แสงธรรมชาติได้ สามารถเพิ่มค่าตัวประกอบภาระไฟฟ้าเป็น 0.86 และลดค่าไฟฟ้าได้ 320,000 บาท/ปี

7) ยงยุทธ เชษฐเชาวลิต (2546) ได้ศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานเคลือบหนังแห่งหนึ่ง โดยสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักรในกระบวนการผลิตและในระบบการทำน้ำหล่อเย็น จากการศึกษาพบว่า ค่าตัวประกอบกำลังมีค่าใกล้เคียง 0.85 และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงสุดอยู่ที่เครื่องเคลือบ ซึ่งใช้ไฟฟ้าประมาณ 50% ของพลังงานไฟฟ้ารวม พลังงานไฟฟ้าสูญเสียในหม้อแปลงและในสายที่ต่อระหว่างตู้กับเครื่องจักรอุปกรณ์มีค่าประมาณ 7.4 kW ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการประหยัดพลังงาน โดยการตัดวงจรด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงขณะไม่มีการจ่ายกำลังงาน การจัดหม้อแปลงสำรองเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์บางจุดเพื่อลดพลังงานสูญเสียในหม้อแปลงขณะไม่มีภาระ สำหรับน้ำหล่อเย็นได้มีการปรับปรุงเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้ในกระบวนการมีค่าตามความต้องการ และมีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น ซึ่งสามารถประหยัดเงินได้ประมาณ 2,000 บาท/เดือน

8) อำนาจ แสงอิน (2545) ได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมปั่นด้ายแห่งหนึ่ง ซึ่งมีผลผลิต 280 ตัน/เดือน มีการใช้พลังงานเฉลี่ยเดือนละ 1,777,8000 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000,000 บาท/เดือน พลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในกระบวนการผลิตและระบบปรับอากาศ ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า 6,480 kWh/tons ผลผลิต ผู้วิจัยได้ประเมินภาระความร้อนในระบบปรับอากาศซึ่งมีค่ารวม 1,675 kW และได้เสนอแนวทางในการประหยัดพลังงานในส่วนดังกล่าว โดยการใช้อากาศใหม่แทนการให้อากาศเก่า เมื่อเอนทัลปีของอากาศใหม่ต่ำกว่าของอากาศกลับ จะทำให้พลังงานที่ต้องใช้ในระบบทำน้ำเย็นของระบบเครื่องปรับอากาศลดลง

9) วิษณุ ปั้นพันธุ์ (2541) ได้ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานรีดเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตแห่งหนึ่ง เน้นศึกษาการใช้พลังงานของเตา reheating furnace เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่ประมาณ 81% มาจากเชื้อเพลิงน้ำมันเตา C ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพเตา reheating furnace ได้เท่ากับ 40.33% และหาแนวทางในการประหยัดพลังงานคือการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อที่จะเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อนจากก๊าซไอเสียไปให้น้ำมันเตา จากการประเมินเบื้องต้นสามารถลดภาระทางไฟฟ้า 75% คิดเป็นค่าใช้จ่ายไฟฟ้า 622,080 บาท/ปี ซึ่งมีระยะเวลาทุนคืน 1.94 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุน 37.02% และเสนอแนวทางการปรับปรุงอัตราส่วนอากาศในการเผาไหม้ทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงได้ 6,461,456 บาท/ปี

10) Babar Ghias (2539) ได้ทำการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมของโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์แห่งหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 2,400 MWh ต่อปี ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 1,200 kW และความต้องการใช้ไอน้ำประมาณ 1.5 ตันต่อชั่วโมง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลไฟฟ้าสามารถที่จะหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานโดยการ ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ลดกำลังสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าโดยการรวมโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า ปรับปรุงมอเตอร์ไฟฟ้า ปรับปรุงระบบสายพานลำเลียง ปรับปรุงระบบอัดอากาศ ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และการวางแผนระบบการผลิต พบว่าสามาร้าสูงสุด และการวางแผนระบบการผลิต พบว่าสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 1,721,708 บาท/ปี คิดเป็น 28% ของค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าทั้งหมด ระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 3 ปี