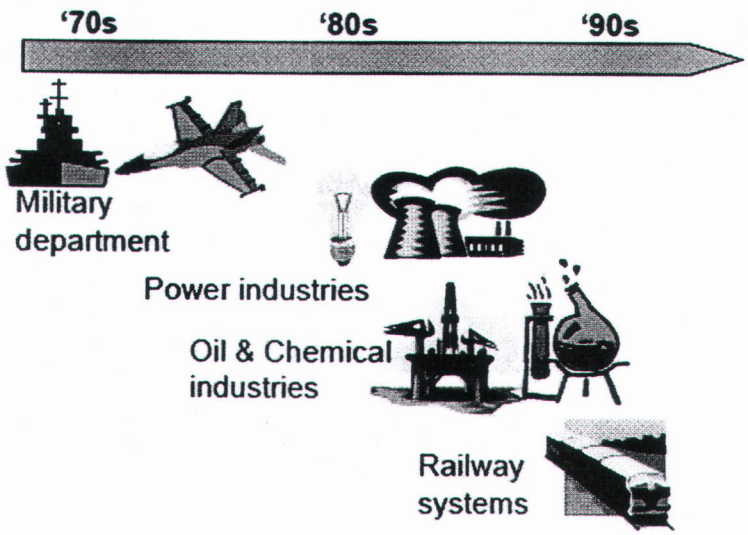
บทที่ 2
หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีการวิเคราะห์มูลค่าตลอดช่วงการใช้งาน (Life Cycle Costing : LCC)

1) ประวัติความเป็นมาของการประเมินต้นทุนตลอดช่วงการใช้งาน(Life Cycle Costing : LCC)

การประเมินต้นทุนตลอดช่วงการใช้งานหรือLCCนั้น เริ่มต้นมาจากแผนการทางการทหารของประเทศสหรัฐอเมริกา US-Department of Defense (DOD) ที่นำเอา LCC มาใช้ในการประเมินต้นทุนในกิจกรรมทางการทหาร เช่น การขนส่งเคลื่อนย้ายคนและวัสดุรวมถึงการจัดการความต้องการวัสดุ อุปกรณ์ การดำเนินการทางการทหาร และการจัดซื้อต่างๆ และแนวคิด LCC ที่เกิดขึ้นในตอนนั้นก็เริ่มขึ้นในแผนการที่มีชื่อเรียกว่า Integrated Logistics Support: ILS นั่นเอง โดยแผน ILS นี้จะทำการประเมินอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหมดภายในแผนการที่กำหนดของกองทัพ ว่าต้องการใช้อะไรบ้าง โดยจะเลือกที่สามารถนำมาใช้แล้วก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ในราคาที่เหมาะสมรวมถึงการซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน โดยเฉพาะการจัดซื้ออาวุธ และเมื่อแผนนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ก็มีการนำไปใช้เป็นแนวทางหลักของกองกำลังทหาร และในช่วงปลายปี 1980s นั้นก็ได้มีการนำแนวคิดของการประเมินค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนตลอดช่วงการใช้งานนี้ไปใช้ในภาคการอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องบิน โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมผลิตเชื้อเพลิงและสารเคมี และการรถไฟ ดังแสดงให้เห็นลำดับของการนำ LCC ไปประยุกต์ใช้ในช่วงเวลาต่างๆ ดังรูป 2.1 จนกระทั่งปัจจุบันนี้ก็ได้มีการนำเอา LCC มาใช้อย่างแพร่หลายในทุกภาคส่วนไม่เฉพาะในภาคอุตสาหกรรมเท่านั้น



รูป 2.1 การพัฒนาและการประยุกต์ใช้การประเมินต้นทุนตลอดช่วงการใช้งาน เริ่มตั้งแต่ยุกต์ 70s-90s (Yoshi and Marvin, 1999)

2) แนวคิดและหลักการประเมินต้นทุนตลอดช่วงการใช้งาน

ตามปกติแล้วทรัพย์สินประเภทที่สามารถจับต้องได้(Physical assets) นั้น จะมีอายุการใช้งานยาวนานนับตั้งแต่การจัดซื้อ ใช้งาน จนถึงการกำจัดหรือปลดทิ้ง Yoshio และ Marvin ได้แบ่งระยะช่วงการใช้งานของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดออกเป็น 3 ระยะหลักดังนี้

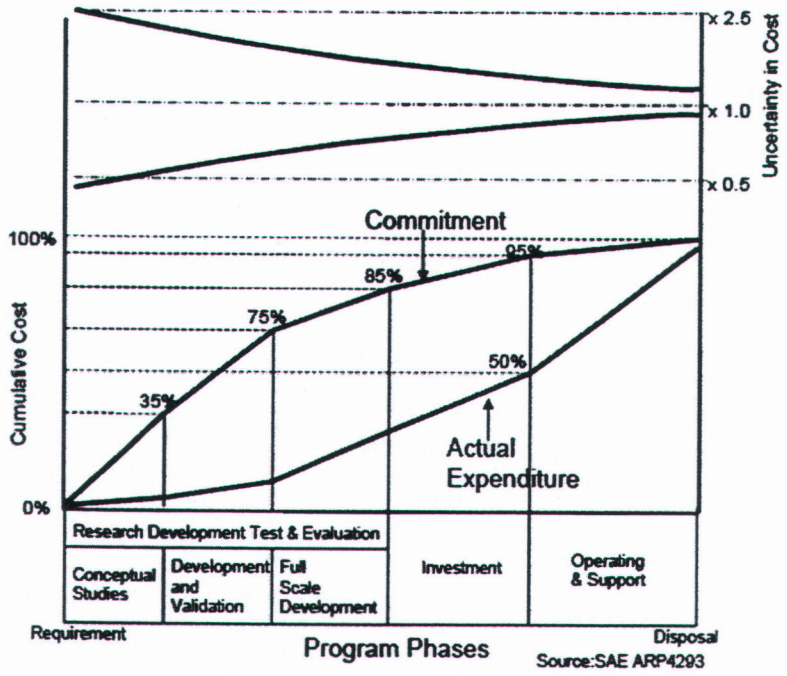
ระยะที่ 1 คือ ระยะของการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์(Research and development) ในระยะนี้เป็นช่วงเวลาที่องค์กรต้องใช้เวลา และงบประมาณในการสร้าง วิจัยค้นคว้า พัฒนาการตลาดตลอดจนการทดสอบการนำไปใช้ว่าจะสามารถตอบสนองต่อการใช้งานจริงได้หรือไม่

ระยะที่ 2 เป็นระยะของการลงทุน(Investment) เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการแล้วก็จะดำเนินการต่อไปในด้านของการลงทุน เพื่อให้ได้มาซึ่งความพร้อมที่จะผลิตผลิตภัณฑ์นั้นออกสู่ตลาด ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะอยู่ที่การซื้อที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง และเครื่องจักรเครื่องมือที่จำเป็นในการผลิต

ระยะที่ 3 เป็นระยะในการดำเนินการ(Operating and support) ระยะนี้จะดำเนินการผลิตสินค้าจริงออกขายค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็น การซื้อวัสดุ การจ้างงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินต่างๆอีกมากมาย

ในส่วนของค่าใช้จ่ายในแต่ละระยะจะเป็นเท่าใดนั้น ไม่ได้มีการกำหนดตายตัว เนื่องจากขึ้นกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป และขึ้นกับช่วงเวลา หรือปัจจัยทางเศรษฐกิจที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังรูปที่ 2.2 ที่แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างในการพิจารณาต้นทุนภายใต้

ความไม่แน่นอน(Uncertainty in cost)ในระยะต่างๆของต้นทุนตลอดช่วงการใช้งานของผลิตภัณฑ์หนึ่ง



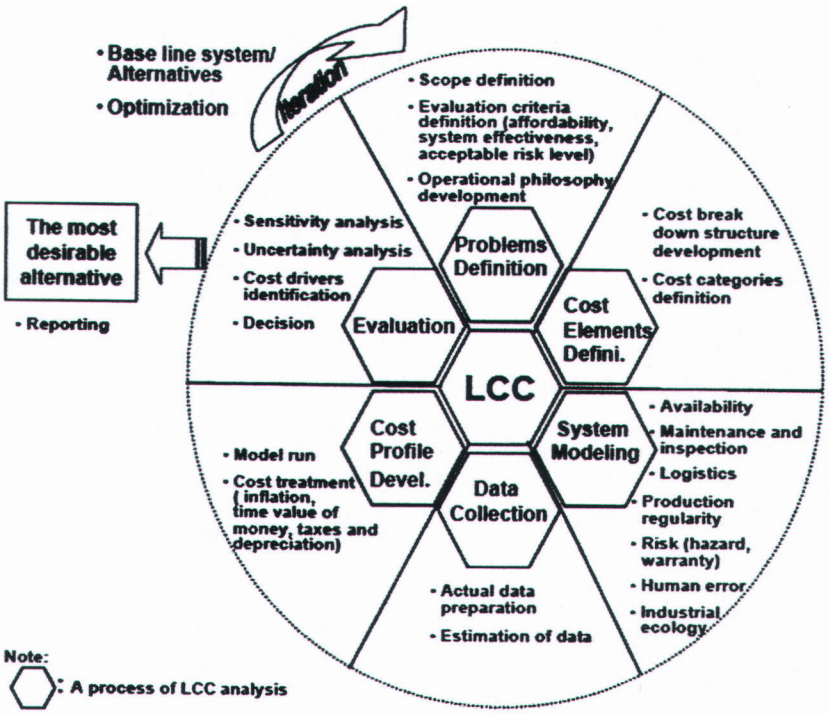
รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของปริมาณต้นทุนที่เกิดขึ้นในระยะต่างๆ ของต้นทุนตลอดช่วงการใช้งานของผลิตภัณฑ์ (Yoshi and Marvin,1999)

จากความหมายของต้นทุนแบบเดิมดังที่กล่าวมาแล้วนั้น การคิดต้นทุนให้ครอบคลุมทั้งสามระยะนั้นถูกมองข้ามไป เนื่องจากสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของต้นทุนการผลิตต่อหน่วยได้ยาก LCC จึงถูกนำมาใช้เพื่อสามารถทให้มองเห็นต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3) ขั้นตอนในการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดช่วงการใช้งาน

สามารถแบ่งขั้นตอนในการประเมินต้นทุนตลอดการใช้งานออกเป็น 6 ขั้นตอนดังรูป 2.3 ได้แก่

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Problem definition)
2. การกำหนดองค์ประกอบของต้นทุน (Cost element definition)
3. การกำหนดรูปแบบของระบบ (System modeling)
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection)
5. การกำหนดรูปแบบการวิเคราะห์ระบบ (Cost profile development)
6. การวิเคราะห์หรือประเมินต้นทุนของระบบ (Evaluation)



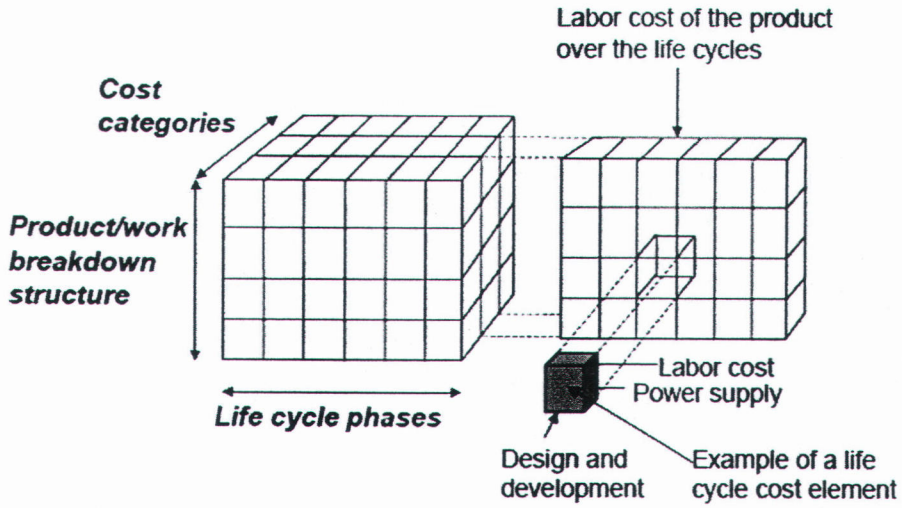
รูป 2.3 แผนภาพการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดการใช้งาน (Hexagons surrounding: LCA concept map)

3.1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา(Problem definition)

ขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์ LCC ของผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือการบริการใดๆ จะเริ่มต้นจากการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษาก่อน โดยจะมีการระบุถึงลักษณะของระบบที่เราจะทำการศึกษา เงื่อนไขของระบบ ลักษณะของกิจกรรม รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่เราต้องการศึกษาหรือไม่ต้องการศึกษาด้วย ซึ่งในการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตนี้ควรจะอธิบายอย่างละเอียดและชัดเจน ภายใต้ความเป็นไปได้เหมาะสม เพื่อเป็นที่ยอมรับได้โดยทั่วไป และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ในการกำหนดขอบเขตควรจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ LCC ว่าผลที่ได้จะนำไปใช้ทางด้านใด ไม่ว่าจะเป็นการประกอบการตัดสินใจในการเลือกหรือลงทุน หรือการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนต้นทุนให้เหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นต้น

3.2) การกำหนดองค์ประกอบของต้นทุน(Cost element definition)

จากรูป 2.4 แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ LCC เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ว่าในแต่ละระยะนั้นประกอบด้วยต้นทุนย่อยๆ อะไรบ้าง จึงได้มีการแบ่งแยกต้นทุนย่อยที่เกิดขึ้นตามหมวดหมู่ของต้นทุนหลักตลอดการใช้งาน(Cost breakdown structure หรือ Cost categories definition) โดยมีหลักการแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 หลักการแบ่งต้นทุนย่อยตามกลุ่มต้นทุนหลัก(Cost element concept)
(Yoshi and Marvin, 1999)

จากรูปสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อ LCC ของผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการ ของเรา คือรูปทรงสี่เหลี่ยมทางซ้ายมือ โดยแกน X คือ ระยะเวลาตลอดช่วงการใช้งาน(Life cycle phase) แกนZ คือ ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นตลอดช่วงการใช้งาน(Cost categories) และแกน Y คือ ต้นทุนหรืองานย่อยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในงานหลัก(Product/work breakdown structure) จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาต้นทุนที่เกิดทั้งหมดในส่วนของค่าแรงในการผลิตตลอดช่วงการใช้งานผลิตภัณฑ์ (Labor cost of the product over the life cycle) ค่าแรงที่เกิดทั้งหมดได้ได้มีเฉพาะค่าแรงในการผลิตเท่านั้น แต่ยังมีค่าแรงในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือค่าแรงคนงานในระบบการจ่ายพลังงานอีกด้วย ดังที่เห็นจากรูปทรงสี่เหลี่ยมเล็กที่ประกอบกันเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมใหญ่ทางด้านขวามือของรูปที่ 2.4 นั่นเอง

3.3) การกำหนดรูปแบบของระบบ(System modeling)

การกำหนดรูปแบบของระบบนั้นเปรียบเหมือนการวางแผน หรือการกำหนดกลยุทธ์ในการดำเนินการของเรานั่นเอง ซึ่งตลอดช่วงการใช้งานของผลิตภัณฑ์หนึ่งๆนั้น จำเป็นที่จะต้องมีความสอดคล้องในการดำเนินไปของกิจกรรมในทั้งสามระยะดังที่กล่าวมาแล้ว เพื่อให้การผลิตดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างเช่น ในการดำเนินการผลิตภัณฑ์นั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัยได้แก่ กำลังการผลิต ความต้องการวัตถุดิบ ระยะเวลาการผลิต ความน่าเชื่อถือของระบบ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเครื่องมือ การจัดเก็บและกระจายสินค้า เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนหรือกิจกรรมเหล่านี้ล้วนส่งเสริมการผลิตทั้งสิ้น ถ้ากิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งเกิดการขัดข้องหรือไม่สอดคล้องกันก็อาจทำให้การผลิตนั้นหยุดลงได้ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบของระบบขึ้น เช่น การกำหนดรูปแบบในการบำรุงรักษาเครื่องจักร(Maintenance modeling) โดยใช้วิธีให้ทุกคน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 17 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 247683
เลขเรียกหนังสือ.....

ในองค์กรมีส่วนร่วม(Total preventive maintenance) และกำหนดให้มีการตรวจสอบเครื่องจักรทุกครั้งหลังใช้งานประจำวัน เป็นต้น รูปแบบของระบบอื่นๆ ที่ควรมีการกำหนดนั้นอาจได้แก่ การกำหนดรูปแบบความพอเพียงในการใช้งานของวัสดุหรือสิ่งบริการ(Availability modeling) การกำหนดรูปแบบการจัดการสินค้าคงคลังและการกระจายสินค้า(Logistic modeling) การกำหนดรูปแบบการทำงานของระบบ(Production regularity modeling) การกำหนดรูปแบบการจัดการความเสี่ยง(Risk (hazard, warranty) modeling) การกำหนดรูปแบบการจัดการความผิดผลาดที่เกิดจากมนุษย์(Human error modeling) หรือการจัดการระบบนิเวศอุตสาหกรรม(Industrial ecology modeling) เป็นต้น

3.4) การเก็บรวบรวมข้อมูล(Data collection)

ในการวิเคราะห์ LCC นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลด้านราคา ของงานแต่ละอย่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ซึ่งประเภทของข้อมูลที่ได้นั้นแบ่งเป็นสองประเภท คือ

ข้อมูลที่แท้จริง(Actual data) เป็นข้อมูลที่เราทราบได้เป็นค่าที่แท้จริง(Known factor or rate) เมื่อเราทราบค่าหรือราคาอยู่แล้วว่าเป็นเท่าไหร่ก็สามารถนำไปคิดคำนวณตามอัตรานั้นได้เลย เช่น ราคาเครื่องจักร เป็นต้น

ข้อมูลที่ได้จากการประมาณ(Estimating data) ในบางค่าของข้อมูลนั้นเราสามารถทราบค่าที่แท้จริงได้ อาจเนื่องมาจากค่าไม่คงที่ตามเวลา หรือมีปัจจัยทางเศรษฐกิจเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ค่าเชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งการได้มาของข้อมูลสามารถทำได้จากการประมาณค่า(Cost estimating) โดย (1) Cost Estimating Relationships (CERs) คือ ประมาณราคาจากมูลค่าในอดีตที่มีอยู่หรือเชื่อโยงราคากับสิ่งที่เราประมาณหรือทราบค่าแล้ว (2) Expert opinion: คือ ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินราคาที่เราต้องการให้ การใช้ข้อมูลที่มาจากการประมาณต้องคำนึงปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้ก่อนที่จะนำข้อมูลมาใช้เพื่อให้ผลของ LCC ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุดและเกิดการผิดผลาดน้อยที่สุด

- ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล(Data accuracy)
- วิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าของข้อมูล(Prediction of technique)
- ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลกระทบ(Environmental factors)
- ปัจจัยในกระบวนการการผลิต(Manufacturing factors)
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ(Design related factors)
- ปัจจัยในการจัดการระยะสั้น(Short-term management factors)

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สามารถแบ่งตามโครงสร้างของระบบต้นทุนตลอดช่วงอายุการใช้งานโดยแบ่งต้นทุนเป็น 2ส่วนคือต้นทุนการจัดหาและต้นทุนการดูแลรักษาตามตาราง2.1

ตาราง 2.1 โครงสร้างของระบบต้นทุนวงจรอายุ

LCC	ต้นทุนการจัดหา	A1 ต้นทุนการพัฒนา	ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโครงการ ค่าใช้จ่ายในการสำรวจตลาด ค่าใช้จ่ายในการทดลอง ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือใช้ติดตั้ง ค่าวัสดุสิ้นเปลื้องในการทดลอง ค่าพลังงานในการทดลอง	ต้นทุนข้อมูลทางเทคนิค EDP ต้นทุนทางสำนักงาน
		A2 ต้นทุนออกแบบ	ค่าใช้จ่ายออกแบบ ค่าสิขสิทธิ์	ต้นทุนทางด้าน Staff , IE ,QC , EE
		A3 ต้นทุนในการสร้างและติดตั้ง	ค่าใช้จ่ายในการสร้าง ค่าหีบห่อบรรจุภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายในการเก็บ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ค่าใช้จ่ายในการทำคู่มือความปลอดภัย ค่าอบรมผู้เดินเครื่อง ค่าใช้จ่ายในการจัดการอบรม ค่าวัสดุเตรียมการอบรม	ค่าหนังสือเอกสาร ค่าเกี่ยวกับสัญญา
		A4 ต้นทุนในการลองเดินเครื่อง	ต้นทุนลองเดินเครื่อง	
	ต้นทุนการดูแลรักษา	S1 ต้นทุนเดินเครื่อง	ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง ค่าแรงพลังงานเกี่ยวข้อง ค่าเชื้อเพลิง ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าน้ำ ค่าอบรมพนักงานเดินเครื่อง ค่าลิขสิทธิ์ ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	ต้นทุนขนส่ง ต้นทุนการสำรวจ ต้นทุนต่างๆในสำนักงาน ต้นทุนด้าน EDP , IE , QC , EE ค่าเอกสาร
		S2 ต้นทุนด้านความปลอดภัย	ค่าบำรุงรักษาวัสดุและอะไหล่ ค่าพลังงานดูแลการบำรุงรักษา รายจ่ายด้านการบำรุงรักษา ค่าปรับปรุง ค่าอบรมพนักงานด้านความปลอดภัย	
		S3 ต้นทุนสนับสนุนงาน	ค่าเก็บรักษาของในคลังสินค้า ค่าทำคู่มือมาตรฐานและแบบ ค่าสัญญาดูแลรักษา ค่าใช้จ่ายมาตรการป้องกันความปลอดภัย ค่าประกันความเสียหาย ภาษีสินทรัพย์ถาวร ภาษีรถยนต์ ค่าแรงพนักงานขาย ค่าใช้จ่ายการขาย ค่าใช้จ่ายในการบริการลูกค้า ต้นทุนด้านการประกันคุณภาพ	
		S4 ค่าเสื่อมราคา	ราคาขายทิ้ง ต้นทุนในการขจัดทิ้ง	

จากตาราง 2.1 ได้แบ่งต้นทุนตามช่วงอายุการใช้งาน คือ ต้นทุนก่อนเริ่มดำเนินการคือ ต้นทุนการจัดการจัดหา ประกอบด้วย ต้นทุนการพัฒนา ต้นทุนออกแบบ ต้นทุนในการสร้างและติดตั้ง และต้นทุนในการลองเดินเครื่อง ส่วนต้นทุนหลังจากดำเนินการคือ ต้นทุนการดูแลรักษา ประกอบด้วย ต้นทุนเดินเครื่อง ต้นทุนด้านความปลอดภัย และค่าเสื่อมราคา

3.5) การกำหนดรูปแบบการวิเคราะห์ระบบ(Cost profile development) และ การวิเคราะห์หรือประเมินต้นทุนของระบบ(Evaluation)

1. ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost: LCC)

เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการตัดสินระบบว่าระบบนั้นๆ ควรมีกระบวนการในการดำเนินงานไปในทิศทางใด เพื่อที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานน้อยที่สุด ซึ่งจะตัดสินใจเลือกระบบที่ได้ค่า LCC ต่ำที่สุด

ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานสามารถเขียนอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการดังนี้

สมการพื้นฐานในรูปของมูลค่าปัจจุบัน

$$LCC = \sum_{t=0}^{N} \frac{C_t}{(1+d)^t} \qquad (1)$$

เมื่อ LCC = ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของระบบ (บาท)

C_t = ต้นทุนรวมทั้งหมดในระบบ (รวมทั้งต้นทุนเริ่มต้นและต้นทุนในอนาคต ที่เกิดขึ้นในปีที่ t)

N = จำนวนปีที่ศึกษา

D = อัตราส่วนลดที่ปรับมูลค่าเงินในอนาคตมาเป็นมูลค่าปัจจุบัน

สมการแสดงความสัมพันธ์ของระบบที่สนใจ

$$LCC = I_o + Repl + E + OM\&R - Res \qquad (2)$$

เมื่อ LCC = ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของระบบ (บาท)

I_o = ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ (บาท)

Repl = ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ (บาท)

OM&R = ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ, บำรุงรักษา, ซ่อมบำรุงระบบ (บาท)

E = ค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานในการเดินระบบ (บาท)

Res = มูลค่าซากของระบบ (บาท)

ค่า Repl, E, OM&R และ Res ต้องทำให้เป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยสมการ

$$P = \mathrm{A}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}\right]$$

$$P = \mathrm{F}\left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]$$

เมื่อ P = จำนวนเงินปัจจุบัน หรือ มูลค่าเริ่มต้น (บาท)

A = จำนวนเงินที่รับ หรือ จ่ายเท่าๆกันทุกๆช่วงเวลา (บาท)

F = จำนวนเงินอนาคต หรือ มูลค่าสุดท้าย (บาท)

i = อัตราส่วนลด (%)

n = อายุการใช้งานของระบบ (ปี)

ที่มา: Handbook "Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program" Life-Cycle Cost Analysis Primer, U.S. Department of Transportation, August 2002.

2. การคำนวณผลประหยัดสุทธิ (Net Savings: NS)

การหาผลประหยัดสุทธิทำให้ทราบถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับอย่างแท้จริงในอนาคตหลังจากที่ได้กำหนดมาตรการฯ โดยเทียบกับระบบฐานก่อนเริ่มมาตรการฯ ให้อยู่ในรูปของมูลค่าปัจจุบัน การคำนวณ NS นี้ เป็นข้อพิจารณาหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกมาตราที่ดีที่สุด โดยเลือกมาตรการที่มีค่า NS สูงที่สุด นั่งคือได้ผลประหยัดสุทธิมากที่สุด สามารถเขียนอธิบายในรูปสมการได้ดังนี้

สมการพื้นฐาน

$$NS_{A:BC} = LCC_{\text{Base case}} - LCC_{\text{Alternative}} \qquad (3)$$

เมื่อ

$NS_{A:BC}$ = ผลประหยัดสุทธิของระบบที่สนใจ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน(BC) (บาท)

$LCC_{\text{Base case}}$ = ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของระบบฐาน(BC) (บาท/ปี)

$LCC_{\text{Alternative}}$ = ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของระบบที่สนใจ(A) (บาท/ปี)

สมการแสดงความสัมพันธ์ของระบบที่สนใจ

ซึ่งอยู่ในรูปของมูลค่าปัจจุบัน

$$NS = [\Delta E + \Delta W + \Delta OM\&R] - [\Delta I_0 + \Delta Repl - \Delta Res] \quad (4)$$

เมื่อ

$NS_{A:BC}$ = ผลประหยัดสุทธิของระบบที่สนใจ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน(BC) (บาท)

ΔE = $(E_{BC} - E_A)$ ผลต่างในการประหยัดค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานของระบบ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน(BC) (บาท)

ΔW = $(W_{BC} - W_A)$ ผลต่างในการประหยัดค่าใช้จ่ายการใช้น้ำของระบบ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน (BC) (บาท)

$\Delta OM\&R$ = $(OM\&R_{BC} - \Delta OM\&R_A)$ ผลต่างในการประหยัดค่าใช้จ่ายเดินระบบ, บำรุงรักษา, ซ่อมบำรุงระบบ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน (BC) (บาท)

ΔI_0 = $(I_A - I_{BC})$ ผลต่างในการประหยัดค่าใช้จ่ายติดตั้งระบบ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน (BC) (บาท)

$\Delta Repl$ = $(Repl_A - Repl_{BC})$ ผลต่างในการประหยัดค่าใช้จ่ายเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบ (A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน (BC) (บาท)

ΔRes = $(Res_A - Res_{BC})$ ผลต่างจองมูลค่าซากของระบบ(A) เมื่อเทียบกับระบบฐาน (BC) (บาท)

โดยแบ่งระบบที่ศึกษาออกเป็น 4 มาตรการ คือ มาตรการการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟ, มาตรการการเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง, มาตรการการหุ้มฉนวนความร้อน และ มาตรการการติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบ ซึ่งสามารถแสดงสมการ NS ของแต่ละระบบได้ดังนี้

3. อัตราส่วนผลประหยัดต่อการลงทุน (Savings to Investment Ratio: SIR)

การหาอัตราส่วนผลประหยัดต่อการลงทุน เป็นการคำนวณประสิทธิภาพในการเดินระบบทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างผลประหยัดที่ได้กับต้นทุนที่ลงทุนเพิ่ม ในรูปของมูลค่าปัจจุบัน คล้ายกับการคำนวณหาอัตราผลได้ต่อต้นทุน (Benefit to Cost Ratio) คือ เมื่อเกิดผลได้ในขณะที่ต้นทุนลดลงและคล้ายกับการวัดประสิทธิภาพแบบ NS ด้วย ซึ่ง SIR จะวัดประสิทธิภาพในส่วนของการเดินระบบ นั่นคือสามารถเปรียบเทียบกับระบบฐานก่อนเดินระบบ

ใหม่ ภายใต้เงื่อนไขช่วงเวลาและอัตราคิดลดเหมือนกันทั้งระบบที่สนใจและระบบฐาน ระบบที่ดีที่สุดคือระบบที่ได้ค่า SIR มากกว่า 1 ถือว่าเกิดประสิทธิภาพในการเดินระบบสูงสุด สามารถเขียนอธิบายในรูปสมการได้ดังนี้

สมการพื้นฐาน

$$SIR_{A:BC} = \frac{\sum_{t=0}^{N} S_t/(1+d)^t}{\sum_{t=0}^{N} \Delta I_t/(1+d)^t} \qquad (5)$$

เมื่อ $SIR_{A:BC}$ = มูลค่าปัจจุบันของผลประหยัดเทียบกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่ลงทุน

S_t = ผลประหยัดในปีที่ t ที่เกิดจากการเพิ่มต้นทุนเดินระบบที่สนใจ

ΔI_t = ต้นทุนในการติดตั้งระบบที่สนใจในปีที่ t

t = ปีที่คำนวณ (กำหนดให้ปีฐาน คือ ปีที่ 0)

d = อัตราส่วนลด

N = อายุการใช้งานทั้งระบบ (ปี)

สมการแสดงความสัมพันธ์ของระบบที่สนใจ

เมื่อค่าใช้จ่ายเกิดความแตกต่างระหว่างระบบฐานกับระบบที่สนใจ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้ ซึ่งค่าทุกค่าอยู่ในรูปของมูลค่าปัจจุบัน

$$SIR_{A:BC} \quad \frac{\Delta E + \Delta W + \Delta OM\&R}{\Delta I + \Delta Repl - \Delta Res} \qquad (6)$$

เมื่อ $SIR_{A:BC}$ = อัตราผลประหยัดจากการเดินระบบเทียบกับค่าใช้ในการลงทุนของระบบระหว่างระบบฐานกับระบบที่สนใจ

ΔE = $(E_{BC} - E_A)$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานระหว่างระบบที่สนใจ(A) กับระบบฐาน(BC)

ΔW = $(W_{BC} - W_A)$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายการใช้น้ำระหว่างระบบที่สนใจ(A) กับระบบฐาน(BC)

$\Delta OM\&R$ = $(OM\&R_{BC} - \Delta OM\&R_A)$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานระหว่างระบบที่สนใจ(A) กับระบบฐาน(BC)

ΔI_0 = $(I_A - I_{BC})$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายติดตั้งระบบ(A) กับระบบฐาน (BC)

$\Delta Repl$ = $(Repl_A - Rep_{BC})$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ติดตั้งระบบ (A) กับระบบฐาน (BC)

ΔRes $= (Res_A - Res_{BC})$ ผลต่างของมูลค่าซากที่ได้รับของระบบ(A) กับระบบฐาน (BC)

4. อัตราการปรับตัวของผลตอบแทนภายใน (Adjusted Internal Rate Of Return: AIRR)

อัตราการปรับตัวของผลตอบแทนภายใน ใช้กับระบบที่ให้ผลประโยชน์ในสัดส่วนที่เท่าๆกัน ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาคล้ายกับวิธี NS, SIR คือ AIRR จะใช้วัดประสิทธิภาพของต้นทุนที่ลงทุนเพิ่ม เมื่อเทียบกับระบบฐานก่อนเริ่มเดิมระบบ แต่ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขช่วงเวลาที่ศึกษา และ อัตราคิดลดเดิม

การนำค่าAIRRมาเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนที่น้อยที่สุด(minimum caaceptable rate of return (MARR) ซึ่งส่วนมากจะมีค่าเท่ากับค่าคิดลด (Discount Rate) ที่ใช้คำนวณใน LCC ถ้าค่า AIRR มากกว่า MARR จะถือว่าระบบนั้นมีคุณค่าในแง่ของเศรษฐศาสตร์ แต่ถ้าน้อยกว่าจะถือว่าไม่มีคุณค่า ถ้าAIRR เท่ากับอัตราคิดลด ถือว่าผลประหยัดของระบบนั้นมีค่าเท่ากับต้นทุนที่ลงทุนไป

สมการพื้นฐาน

$$\text{AIRR} = (1 + r)\,(SIR)^{\frac{1}{N}} - 1 \qquad (7)$$

ก่อนที่จะคำนวณ AIRR ต้องคำนวณ SIR ก่อน หลังจากนั้นถึงจะหาค่า AIRR ได้ง่ายขึ้น

เมื่อ

AIRR = อัตราการปรับตัวของผลตอบแทนภายใน

r = อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก โดยทั่วไปจะเท่ากับค่า (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR)

n = จำนวนปีที่ศึกษา

สมการแสดงความสัมพันธ์ของระบบที่สนใจ

ค่า AIRR คือ ค่า i ในสมการ

$$\frac{\sum_{t=0}^{N} S_t\,(1+r)^{N-t}}{(1+i)^N} - \sum_{t=0}^{N} \frac{\Delta I_t}{(1+r)^t} = 0 \qquad (8)$$

เมื่อ

S_t = ผลประหยัดที่ได้เท่ากันทุกๆปีของระบบใหม่ ภายใต้อัตราคิดลดเดิม

r = อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก โดยทั่วไปจะเท่ากับค่า (Minimum Acceptable Rate of Return: MARR)

$\Delta I_t / (1+r)^t$ = ต้นทุนที่เลือกลงทุนในระบบที่ให้ผลประหยัดสูงสุด

จากสมการผลประหยัดที่ได้จากการเดินระบบภายใต้อัตราที่ได้รับจากการลงทุน(r) ในแต่ละปีจนสิ้นสุดระยะเวลาที่ศึกษา เรียนกว่า "มูลค่าผลประหยัดสุทธิ" (Terminal V alue of Saving: TVS) ต้นทุนทั้งหมดในการติดตั้งระบบโดยปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน เรียนก PVI ที่ได้รับจากลงทุนเดิม ซึ่งเท่ากับค่า PVI จะได้ค่า AIRR โดยทั่วไป มูลค่าเงินในอนาคตรวมอัตราดอกเบี้ยในรูปของมูลค่าปัจจุบัน คือค่า F นำมาเทียบกับจำนวนเงินปัจจุบัน (P) สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$i = \left[\frac{F}{P}\right]^{\frac{1}{N}} - 1 \qquad (9)$$

เราสามารถหาค่า AIRR ได้เมื่อเรารู้ค่าของ TVS , PVI และ N ได้ตามสมการนี้

$$AIRR = \left[\frac{TVS}{PVI}\right]^{\frac{1}{N}} - 1 \qquad (10)$$

เมื่อ TVS = มูลค่าผลประหยัดสุทธิจากการเดินระบบ

PVI = ต้นทุนในการติดตั้งระบบในรูปของมูลค่าปัจจุบัน

5. ระยะเวลาคืนทุนปกติ (Simple Payback Period: SPB) และระยะเวลาคืนทุนภายใต้อัตราคิดลด (Discounted Payback Period: DPB)

กรณีที่ผลตอบแทน และค่าใช้จ่ายในแต่ละปี มีค่าเท่ากันทุกปี ระยะเวลาคืนทุนหาได้ดังนี้

$$\sum_{t=1}^{y} \frac{(S_t - \Delta I_t)}{(1+d)^t} \geq \Delta I_0 \qquad (11)$$

เมื่อ y = จำนวนปีที่น้อยที่สุดที่รวมผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับแต่ละปี ถึงปีที่ผลสะสมของผลตอบแทนสุทธิเท่ากับจำนวนเงินที่ลงทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

St = ผลประหยัดที่เกิดจากค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สนใจ ในปีที่ t

ΔI_0 = ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งก่อนใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ΔI_t = ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สนใจในปีที่ t จะมีค่ามากกว่าค่าติดตั้งก่อนใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

d = อัตราส่วนลด (Discount Rate)

จากสมการ

ถ้าอัตราคิดลดเท่ากับ 0 ค่า y จะเป็นระยะเวลาคืนทุนปกติ (SPB)

ถ้าอัตราคิดลดไม่เท่ากับ 0 ค่า y จะเป็นระยะเวลาคืนทุนภายใต้อัตราคิด ลด (DPB)

สมการแสดงความสัมพันธ์ของระบบที่สนใจ

เมื่อนำค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเข้ามาวิเคราะห์ด้วย สามารถเขียนสมการเพื่อหาค่า y ที่น้อยที่สุดได้ดังนี้

$$\sum_{t=1}^{y}\left(\frac{\Delta E_{1t} + \Delta W_{1t} + \Delta OM\&R_{1t} - \Delta Repl_{1t} + \Delta Res_{1t}}{(1+d)^{t}_{1}}\right) \geq \Delta I_{1t} \qquad (12)$$

เมื่อ

ΔE_t = $(E_{BC} - E_A)_t$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานระหว่างมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (A) กับก่อนทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (BC) (บาท) ในปีที่ t

ΔW_t = $(W_{BC} - W_A)_t$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายการใช้น้ำระหว่างมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (A) กับก่อนทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (BC) (บาท) ในปีที่ t

$\Delta OM\&R_t$ = $(OM\&R_{BC} - \Delta OM\&R_A)_t$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานระหว่างมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (A) กับก่อนทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (BC) (บาท) ในปีที่ t

ΔI_0 = $(I_A - I_{BC})_0$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายติดตั้งมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (A) กับก่อนทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (BC) (บาท)ในปีที่ o

$\Delta Repl_t$ = $(Repl_A - Rep_{BC})_t$ ผลต่างของค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ติดตั้งมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (A) กับก่อนทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (BC) (บาท) ในปีที่ t

ΔRes_t = $(Res_A - Res_{BC})_t$ ผลต่างของมูลค่าซากที่ได้รับของมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (A) กับก่อนทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (BC) (บาท) ในปีที่ t

d = อัตราส่วนลด (Discount Rate)

จากสมการสามารถคำนวณได้ทั้ง SPB และ DPB

ถ้าอัตราคิดลดเท่ากับ 0 ค่า y จะเป็นระยะเวลาคืนทุนปกติ (SPB)

ถ้าอัตราคิดลดไม่เท่ากับ 0 ค่า y จะเป็นระยะเวลาคืนทุนภายใต้อัตราคิดลด (DPB)

2.1.2 ทฤษฎีมาตรการประหยัดพลังงาน

มาตรการประหยัดพลังงาน คือ วิธีการดำเนินการเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะในอาคารธุรกิจ บ้านที่อยู่อาศัยหรือโรงงาน ซึ่งการดำเนินการเหล่านี้จะสามารถทำได้ทั้งที่ต้องลงทุนและไม่ต้องลงทุน

วิธีการไม่ลงทุน การดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานไม่จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนเสมอไป อาจทำได้โดยการอธิบายหรือชี้แจงให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าใจถึงวิธีการอนุรักษ์พลังงานหรือวิธีการประหยัดพลังงาน วิธีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการลงทุน เป็นการลงทุนเกี่ยวกับอุปกรณ์การใช้พลังงานต่างๆ ถ้าเป็นอาคารสำนักงานตจะมีการใช้ไฟฟ้าในเรื่องความสะดวกสบาย หรือเพื่อการทำงาน เช่น ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าและเครื่องปรับอากาศ และถ้าหากมีการเลือกอุปกรณ์ประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูงมาใช้แล้วจะช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปกับการใช้พลังงานไฟฟ้า และเครื่องปรับอากาศได้

มาตรการประหยัดพลังงานที่ทำการประเมินสำหรับงานวิจัยนี้ มีทั้งหมด 4 มาตรการ ดังนี้

1) การเปลี่ยนชนิดหลอดไฟ

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ มีค่าความสว่างเท่ากับหลอด T5 ขนาด 28 วัตต์ ดังนั้นถ้าสามารถเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 ขนาด 29 วัตต์ได้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการใช้หลอด T8 (kWh/ปี)

= (จำนวนหลอด x กำลังไฟฟ้า x เวลาการทำงาน)/1,000 (13)

พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการใช้หลอด T5 (kWh/ปี)

= (จำนวนหลอด x กำลังไฟฟ้า x เวลาการทำงาน)/1,000 (14)

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kW) = พลังงานไฟฟ้า(หลอดT8) - พลังงานไฟฟ้า (หลอดT5)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุด

2) การเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์มาตรฐาน (Standard Motor) จะมีค่าการสูญเสียในขดลวด (Copper Loss), การสูญเสียในแกนเหล็ก (Iron Loss), การสูญเสียจากการต้านลมและแรงเสียทานต่างๆ ที่สูงกว่ามอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor) ดังนั้นถ้าสามารถเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ดังนี้

โหลดมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง(kW) = [โหลดที่วัดได้โดยเฉลี่ย(kW) x ประสิทธิภาพมอเตอร์มาตรฐาน] / ประสิทธิภาพมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (15)

พลังงานที่ประหยัดได้ (kW) = โหลดที่วัดได้โดยเฉลี่ย – โหลดมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (16)

3) การหุ้มฉนวนความร้อน

ฉนวนเป็นวัสดุที่นำมาใช้หุ้มท่อหรือภาชนะเพื่อป้องกันความร้อนสูญเสีย ทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดพลังงาน โดยลดอุณหภูมิจากการถ่ายโอนความร้อนที่ฉนวนไปสู่บรรยากาศสัมพันธ์กับปริมาณความร้อนดั้งเดิม และเพื่อความปลอดภัยจากการสัมผัสโดยตรงจากคนและป้องกันการลุกไหม้ ดังนั้นถ้าสามารถหุ้มฉนวนวัสดุที่ต้องการลดการสูญเสียความร้อนได้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ ดังนี้

ค่าความร้อนที่สูญเสีย (MJ/y)

= [ความยาวท่อ(m) x การสูญเสียความร้อน(W/m) x 3600 s/h x 2600 h/y] / 1,000,000(J/MJ) (17)

ค่าความสูญเสียความร้อนตลอดปี (บาท/ปี)

= ค่าความร้อนที่สูญเสีย(MJ/y) / ค่าความร้อนของน้ำมันเตาที่ประสิทธิภาพ 80%(MJ/y) / ประสิทธิภาพ 80% (18)

พลังงานที่ประหยัดได้ = ค่าความสูญเสียความร้อนตลอดปี (บาท/ปี)

4) การติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ย่อมาจาก Vari Speed Dive Inverter คือ ชุดควบคุมความเร็วรอบกระแสการทำงานของมอเตอร์ มีผลทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลง กำลังไฟฟ้ามอเตอร์ลดลง ซึ่งทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้นถ้าสามารถติดตั้งชุดควบคุมความเร็วรอบให้เหมาะสมกับมอเตอร์ได้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ ดังนี้

พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ก่อนติดตั้งอินเวอร์เตอร์ (บาท/ปี)

= กำลังไฟฟ้ามอเตอร์ (kWh/ปี) x อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh) (19)

พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์หลังติดตั้งอินเวอร์เตอร์ (บาท/ปี)

= กำลังไฟฟ้ามอเตอร์ (kWh/ปี) x อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh) (20)

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (บาท/ปี) = พลังไฟฟ้าก่อนติดตั้ง – พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้ง (21)

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. คู่มือมาตรการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก. 2553.

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ(2524) ได้มอบหมายให้ทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นผู้ดำเนินการโครงการเพิ่มผลผลิตด้วยการอนุรักษ์พลังงานสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในเขตภาคเหนือจำนวน 10 แห่ง เพื่อปรับปรุงการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยโรงงานทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการแบ่งตามประเภทของอุตสาหกรรมเป็น 4 ประเภท ดังนี้ อุตสาหกรรมอาหาร จำนวน 6 โรงงาน อุตสาหกรรมไม้ จำนวน 1 โรงงาน อุตสาหกรรมกระดาษ จำนวน 1 โรงงาน และอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์ จำนวน 2 โรงงาน สำหรับการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบ่งเป็นการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้าและด้านความร้อน ซึ่งการอนุรักษ์พลังงานด้านพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ คือ การลด Peak Demand, การปรับ Tap หม้อแปลง, การปรับ Power Factor, การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศและการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง ส่วนการอนุรักษ์พลังงานด้านพลังงานความร้อนส่วนใหญ่คือการลดการสูญเสียความร้อนและการนำ Condensate กลับมาใช้ใหม่ การดำเนินการครั้งนี้เพื่อให้ทาง

ผู้ประกอบการได้รับประโยชน์สูงสุดจากการใช้พลังงาน ตลอดจนเป็นการลดต้นทุนการผลิตซึ่งส่งผลต่อภาพรวมของการอนุรักษ์พลังงานของประเทศอีกด้วย

ทรงสุภา พุ่มชุมพล และคณะ(2545) ได้ศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมสำหรับอาคารราชการขนาดกลาง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากอาคารมีจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 1,560 แห่ง วิธีการศึกษาจึงใช้กลุ่มอาคารตัวอย่างซึ่งได้มาจากากรสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ แล้วจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตาจากกลุ่มอาคารราชการขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เข้าร่วมโครงการอาคารของรัฐและอยู่ในการดูแลของสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างปี พ.ศ.2539 ถึง 2544 ซึ่งได้จำนวนตัวอย่าง 40 แห่ง ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มอาคารตัวอย่างมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักใน 2 ระบบ คือ ในระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ ดังนั้นจึงเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมเฉพาะ 2 ระบบนี้ และทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ แล้วสรุปผลในรูปกราฟ โดยให้คำตอบในรูปอัตราผลตอบแทนการลงทุน และเมื่อประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานของอาคารทั้ง 1,561 แห่ง จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 133 กิกะวัตน์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ประมาณ 341 ล้านบาทต่อปี โดยต้องลงทุนประมาณ 3,100 ล้านบาท มีระยะเวลาคืนทุน 9.09 ปี

ศิริวรรณ ขาวดา (2547) ได้ศึกษาผลการอนุรักษ์พลังงานของอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางในประเทศไทย จำนวน 11,398 แห่ง ซึ่งขยายผลจากการประเมินฐานข้อมูลโรงงานอาหารขนาดกลางที่เคยตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานมาแล้ว จำนวน 478 แห่ง ผลการประเมินการอนุรักษ์พลังงานแยกเป็น 7 มาตรการ คือ 1.การปรับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง 2.การเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิง 3.การปรับแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้เหมาะสม 4.การใช้โคมไฟฟ้าชนาดรีแฟคเตอร์ 5.การใช้บัลลาสต์อิเลคทรอนิคส์ 6.การใช้บัลลาสต์โลว์แบบค่าตัวประกอบกำลังสูง 7.การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง โดยแต่ละมาตรการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ผลการประเมินเชิงมาตรการสำหรับแต่ละโรงงาน เพื่อเป็นแนวทางให้อุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางสามารถประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานเชิงมาตรการได้ด้วยตนเอง และผลการประเมินเชิงมาตรการโดยรวมทั้งประเทศ ผลการประเมินเชิงมาตรการสำหรับแต่ละโรงงาน แสดงพลังงานเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าที่ประหยัดได้ จำนวนเงินที่ประหยัดได้ เงินลงทุน ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนการลงทุน โดยนำเสนอในลักษณะของตาราง กราฟ และสมการความสัมพันธ์ สำหรับโรงงานอาหารขนาดกลางที่ต้องการประเมินผลการอนุรักษ์พลังงานด้วยตนเองนั้นไม่จำเป็นต้องทำการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานอย่างละเอียด สำหรับผลการประเมินเชิงมาตรการโดยรวมทั้งประเทศ พบว่า มีศักยภาพในการประหยัดพลังงาน 673 ถึง 1,280 ล้านบาทต่อปี เทียบเท่ากับ 26.05

ถึง 40.81 ktoe ซึ่งสามารถลดการผลิตกระแสไฟฟ้า 46.50 ถึง 70.86 MW โดยลงทุนประมาณ 709 ถึง 965 ล้านบาท และมีระยะคืนทุน 0.75 ถึง 1.05 ปี

ชลธิชา สุทธิบุตร(2550) ได้ศึกษาถึงการประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำ ในฐานะที่เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในประเทศ ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหลายประการ แต่การได้มาของไบโอดีเซลสบู่ดำนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยในการศึกษาวิจัยนี้ได้อาศัยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) มาวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำ โดยแบ่งการศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตเป็นสามช่วงกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำ (Trans-esterification) และการนำไปใช้ โดยผลที่ได้จากการศึษาพบว่า LCA ของไบโอดีเซลสบู่ดำเป็น 5.8E-3 Pt โดยกระบวนการทางการเกษตรก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด รองลงมาคือ การนำไปใช้และการผลิตไบโอดีเซลตามลำดับ และเมื่อเทียบกับวัฏจักรชีวิตของน้ำมันดีเซลพบว่า ในขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำนั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าขั้นตอนการผลิตน้ำมันดีเซล 47.12% แต่ในทางกลับกันในการใช้งานไบโอดีเซลสบู่ดำนั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการใช้งานน้ำมันดีเซล และเมื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตโดยเทคนิค LCC (Life Cycle Costing) พบว่า ต้นทุนในการดำเนินการทั้งในการเกษตรและในการผลิตไบโอดีเซลนั้นเป็นมูลค่ามากที่สุด ในขณะที่ราคาต่อลิตรของการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำนั้นยังสูงกว่าราคาจำหน่ายน้ำมันดีเซลในปัจจุบัน โดยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำคิดเป็น 29.09 บาทต่อลิตร ในกรณีที่ไม่ได้รวมต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม และคิดเป็น 33.72 บาทต่อลิตร เมื่อมีการรวมต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมเข้าด้วย ดังนั้น ในการที่จะเลือกใช้หรือลงทุนผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำ จึงจำเป็นต้องศึกษาหากระบวนการที่เหมาะสม โดยพิจารณาปัจจัยและมุมมองทางด้านอื่นร่วมด้วย เพื่อหากระบวนการที่เหมาะสม ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น และลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลง