



การศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดมูลฝอยสำหรับรีสอร์ทตัวอย่าง

Comparative Study of Resort Waste Destruction: Case Study in a Resort

พรไพบุลย์ ปุษปาคม*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบกำจัดมูลฝอยสำหรับรีสอร์ทตัวอย่าง โดยหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้กำจัดมูลฝอย โดยศึกษา 2 ทางเลือก คือ (1) การติดตั้งเตาเผามูลฝอย และ (2) การจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการเก็บขนและกำจัด ทำการประเมินทางเลือกด้วยการวัดผลเชิงปริมาณด้วยกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ร่วมกับการวัดผลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process) ทำให้สามารถคำนวณผลตอบแทนร่วมที่สร้างความพึงพอใจสูงสุด และให้ผลค่าใช้จ่ายต่ำสุด พบว่าระบบกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับรีสอร์ทตัวอย่างคือ การติดตั้งเตาเผามูลฝอยและดำเนินการกำจัดเอง เมื่อกำหนดสภาวะการปฏิบัติงานที่เหมาะสม โดยควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเผาทำลายคือ ที่อุณหภูมิห้องเผาไหม้ที่ 1 เท่ากับ $625-655^{\circ}\text{C}$ อัตราการป้อนมูลฝอยที่ 6.5-7.5 กิโลกรัม ทุก 8 นาที มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 55,491.50 บาทต่อเดือน ซึ่งต่ำกว่าทางเลือกที่ 2 ที่มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 58,816.50 บาทต่อเดือน และทางเลือกที่ 1 มีผลการประเมินโดยนำค่าการจัดลำดับความสำคัญเชิงคุณภาพคำนวณร่วมกับกำหนดการเชิงเส้น พบว่าค่าเป้าหมายต่ำสุดเท่ากับ 15,482.12 งานวิจัยนี้มีประโยชน์ในการช่วยวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกในการเลือกระบบกำจัดมูลฝอย เพื่อให้ได้ประสิทธิผลในการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม

คำสำคัญ : ระบบกำจัดมูลฝอย วางแผนสิ่งอำนวยความสะดวก

*อาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ



Abstract

The objective of this research is to study the resort waste destruction, by considering 2 feasible alternatives methods: (1) installing an incinerator in the resort and (2) employing a waste management enterprise. There are two measures used in this research: quantitative measures only and quantitative and qualitative measures together. Linear Programming and Analytical Hierarchy Process are used to calculate the maximum satisfaction with minimum cost. The results have demonstrated that installing an incinerator in the resort is the most appropriate alternative based upon the controlled parameters of 625 – 655 oC operating temperature, at feed rate 6.5-7.5 kg. every eight minutes, which yields the operating cost of 55,491.50 Bath per month.

This is lower than second alternative, which has a cost of 58,816.50 Bath per month. Linear Programming and Analytical Hierarchy Process are used to calculate the maximum satisfaction with minimum at 15,482.12 (alternative 1). The benefit of this research lies in the assistance of providing facilities planning on investment in waste destruction management systems.

Keywords : Waste Destruction, Facility Planning

บทนำ

ความจำเป็นในการจัดการมูลฝอยเพื่อแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม และเพื่อเป็นไปตามข้อกำหนดตามกฎหมาย นำมาซึ่งความจำเป็นที่ต้องตัดสินใจในการดำเนินการเพื่อจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยมีปัจจัยหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเลือกกระบวนการกำจัดมูลฝอยที่ดีที่สุด ได้แก่ ปัจจัยด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และงบประมาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของรีสอร์ทที่อยู่ห่างจากแหล่งชุมชนเมือง และสภาพที่ตั้ง นำมาซึ่งข้อจำกัดทาง

เลือกกระบวนการกำจัดมูลฝอย จากความจำเป็นดังกล่าวงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม เพื่อการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับรีสอร์ท ตัวอย่าง ทำการศึกษาจากรีสอร์ทแห่งหนึ่งที่อยู่ห่างจากแหล่งชุมชนเมือง โดยประเมินทางเลือกในการกำจัดที่เป็นไปได้คือ (1) การติดตั้งเตาเผา มูลฝอย และ (2) การจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการเก็บขนและกำจัด สำหรับทางเลือกที่ 1 พิจารณาใช้ระบบเตาเผา มูลฝอย ซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับผู้ใช้



และประสิทธิภาพของเทคโนโลยี และทางเลือกที่ 2 พิจารณาบริษัทที่รับจ้างเก็บขนและกำจัดมูลฝอยที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการดำเนินการของบริษัทที่ไม่ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข และมีอัตราค่าเก็บขนและกำจัดมูลฝอยสูง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลสามระดับ (3^k)

การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลสามระดับ (3^k) หมายถึง การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลที่แต่ละปัจจัยประกอบด้วย 3 ระดับ ซึ่งถูกจัดอยู่ในรูปแบบของการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 3^k ในการทดลองนี้ประกอบด้วย การทดลองทั้งสิ้น 27 การทดลอง ดังนั้น จะมีระดับชั้นเสรีเท่ากับ 26 ผลหลัก แต่ละตัวจะมีระดับชั้นเสรีเท่ากับ 2 อิทธิพลร่วมสองปัจจัยแต่ละตัวจะมีระดับชั้นเสรีเท่ากับ 4 และอิทธิพลร่วมสามปัจจัยจะมีระดับชั้นเสรีเท่ากับ 8 กรณีการทดลองมีเพียง 2 ปัจจัย ($k=2$) ให้ x_1 แทนปัจจัย A และ x_2 แทนปัจจัย B แบบจำลองของความสัมพันธ์ระหว่าง y กับ x_1 และ x_2 สามารถแสดงได้โดย (Montgomery, 2009:81)

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \varepsilon$$

2. ทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming)

กำหนดการเชิงเส้นเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นแทนปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์การเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับเงื่อนไขที่มีอยู่ในปัญหานั้น โดยที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆในเป้าหมายและในเงื่อนไขของปัญหาจะอยู่ในรูปของเส้นตรง ในการนำตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นมาใช้ในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องศึกษาโครงสร้างส่วนประกอบ โครงสร้างต่างๆ ของตัวแบบ และสร้างตัวแบบขึ้นแทนปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยให้มีโครงสร้างของปัญหาครบถ้วน (Rao, et al., 2009 : 21)

3. ทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process)

ทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นคือกระบวนการของระบบความคิดที่นำเสนอแต่ละส่วนของปัญหาอย่างเป็นระบบในรูปแบบเชิงลำดับชั้น โดยมีกระบวนการวิเคราะห์โดยการแยกความซับซ้อนของปัญหาออกเป็นหมวดตามเกณฑ์หลักของปัญหา จากนั้นแบ่งกลุ่มย่อยของปัจจัยตามเกณฑ์หลักของปัญหานั้นออกเป็นระดับชั้นอีกครั้ง โดยเขียนในรูปของแผนภูมิลำดับชั้นประกอบด้วย ระดับของเป้าหมาย เกณฑ์หลัก เกณฑ์รอง และทางเลือกการตัดสินใจ การวิเคราะห์ต้องทำการกำหนดค่าการวินิจฉัยเปรียบเทียบลำดับความสำคัญที่ละระดับ และแต่ละหมวดของ



แต่แต่ละระดับจะเชื่อมโยงกันผ่านเกณฑ์เป้าหมายของแต่ละระดับดังกล่าว โดยรูปแบบการวิเคราะห์จะคำนึงถึงความคิดของผู้ประเมินให้อยู่ในลักษณะเชื่อมโยงความคิดของผู้ประเมินให้สามารถเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละลำดับปัจจัยที่ผู้ประเมินกำหนดไว้ได้ชัดเจน (วิฑูรย์ ตันศิริมงคล. 2542 : 10)

4. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่ได้มีการประเมินทางเลือกในการกำจัดมูลฝอยโดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม และความปลอดภัยต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการเผาร่วมของขยะกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตอาหารกึ่งสำเร็จรูปกับขยะแข็งในเตาเผาแบบหมุน โดยมีการค่าโปรไฟล์ของอุณหภูมิส่วนผสมของก๊าซ และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้กระดาษเป็นเชื้อเพลิงแข็งในการช่วยเผา อัตราส่วนโดยมวลของกากตะกอน/กระดาษที่เหมาะสมคือ 60/40 และเมื่อใช้ขี้ขี้ข้าวโพดช่วยเผาจะประหยัดกว่าใช้กระดาษช่วยเผาโดยมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 95 และ 115 บาท ตามลำดับ ต่อ 100 กิโลกรัมของขยะ (ธันวา วิฑูลกุล. 2538) จากการศึกษาหากรูปแบบการเผาทำลายของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม เพื่อประหยัดพลังงาน เพิ่มความปลอดภัย และลดการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม พบว่าการบ้อนของเสียสารเคมีติดไฟสลับกับการบ้อนของเสียสารเคมีไม่ติดไฟเป็นการรักษาสมดุลของอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ไม่ให้อุณหภูมิสูงหรือต่ำจนเกินไป โดยช่วงอุณหภูมิ

ที่เหมาะสมในห้องเผาไหม้แบบหมุนอยู่ที่ 550-700 องศาเซลเซียส และในห้องเผาไหม้หลังไม่ต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส ขยะอันตรายสามารถใช้แทนของเสียสารเคมีติดไฟได้ แต่ควรเผาในช่วงกลางของการปฏิบัติงาน (มงคล จึงสถาปัตยกรรม. 2546) มีการนำวิธีการทางการศึกษางานวิจัยร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) มาใช้งานร่วมกัน เพื่อให้ง่ายในการพิจารณาลักษณะของทางเลือกในหลายๆ ทางเลือกร่วมกันในการพิจารณาสถานที่ตั้งโรงงานเผาทำลายมูลฝอยที่เหมาะสม โดยได้จำลองปัญหาและใช้การวิเคราะห์ลำดับชั้นเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลทางเทคนิค และข้อมูลความคิดเห็นจากสาธารณชนร่วมด้วย โดยได้ทำการประเมินภายใต้เกณฑ์ค่าใช้จ่ายและผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมต่ำสุด (Way 2005:270) และจากการศึกษาทำเลที่ตั้ง และข้อจำกัดต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นปัจจัยในการประเมินทางเลือก รวมทั้งสภาพการจัดการมูลฝอยของรีสอร์ทตัวอย่าง

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการศึกษาเปรียบเทียบระบบการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมเพื่อการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับรีสอร์ทตัวอย่าง โดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมและความปลอดภัยต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เนื่องจากสภาพปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องในเชิงเศรษฐศาสตร์ และในเชิงสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยที่แปลงออกมาเป็นผลประโยชน์ที่เป็นตัวเลขได้ยาก เพื่อให้ได้แผนสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมและบรรลุ



ถึงความต้องการร่วมกันระหว่างผู้บริหารและ ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน สิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ในแต่ละทางเลือกที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ ควร เป็นทางเลือกที่มีการศึกษาสถานะของทางเลือก และอยู่ในสถานะจริง เพื่อป้องกันไม่ให้เป็น สิ่งอำนวยความสะดวกเกิดการคลาดเคลื่อนขึ้นได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เบื้องต้น

ทำการศึกษาผังรีสอร์ทและความสำคัญ ของระดับปัญหา และขอบเขตต่างๆ ที่เป็นปัจจัย ในการประเมินทางเลือก รวมทั้งข้อมูลและสภาพ การจัดการมูลฝอยของรีสอร์ทตัวอย่างในปัจจุบัน โดยข้อมูลนี้จะมีการรวบรวมโดยการออกแบบ สอบถาม และสัมภาษณ์โดยตรงจากส่วนงาน วางแผนสิ่งอำนวยความสะดวก ผู้รับผิดชอบกำจัด มูลฝอยของรีสอร์ท จำนวน 4 คน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ จะถูกนำไปในตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น เพื่อ วิเคราะห์ต่อไป

2. ระบุปัญหาเพื่อประเมินทางเลือก

การกำจัดมูลฝอย ที่เป็นไปได้มี 2 ทาง เลือกคือ การติดตั้งเตาเผาและเผาทำลายในสถานะ ที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานคือ เสียค่าใช้จ่าย น้อยที่สุดและให้ค่ามลพิษทางอากาศไม่เกินตาม กำหนดนั้น มีข้อจำกัดในด้านค่าใช้จ่ายในการ

ลงทุนติดตั้ง ความสมบูรณ์ในการใช้งานของ เตาเผา ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ เพื่อ เป็นการลดความแปรปรวนของการใช้งานเตาเผา สำหรับทางเลือกที่ 1 จึงดำเนินการทดลองหา ค่าสถานะการปฏิบัติงานที่เหมาะสมสำหรับเตาเผา และสำหรับทางเลือกที่ 2 คือการจ้างบริษัทเอกชน เข้าดำเนินการเก็บขนและกำจัด ซึ่งเป็นทางเลือก ที่นิยม แต่มีข้อจำกัดในเรื่องค่าใช้จ่ายในการเก็บ ขนและกำจัดที่สูง เนื่องจากสภาพของรีสอร์ท ตั้งอยู่ห่างไกลจากจุดศูนย์กลางการขนส่ง จึงมี บริษัทเอกชนที่เป็นตัวเลือกในการเข้ามารับดำเนินการ เก็บขนและกำจัดน้อยราย

3. การหาสถานะการปฏิบัติงานที่เหมาะสม สำหรับการกำจัดมูลฝอยด้วยการเผาทำลาย

ทำการทดลองจากเตามูลฝอยต้นแบบ ที่ติดตั้งและใช้งานจริงในรีสอร์ท ทำการทดสอบ สมรรถนะการเผาทำลายภายใต้ปัจจัยและระดับ ที่ทำการควบคุม ซึ่งกำหนดขนาดระดับปัจจัยนั้น ได้มาจากการศึกษางานวิจัย (มงคล จึงสถาปัตยกรรม, 2546) และหลักการเผาทำลายด้วยเทคโนโลยี โดยทดสอบผลของระดับปัจจัยที่ให้ผลตอบสนอง ต่างๆ เมื่อมีการปรับเปลี่ยนค่าปัจจัยนั้นๆ จะนำ หลักการออกแบบ 3^k factorial มาใช้เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูล ซึ่งจะได้สภาพการทดลองทั้งหมด 9 สภาพการทดลอง และทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดำเนินการทดลองโดยให้การทดลองนี้เป็นการ ทดลองแบบสุ่มเพื่อการลดผลของความคลาดเคลื่อน อันเนื่องจากการทดลองที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

อุณหภูมิ	Optimum Operating Condition		
	5 kg/batch (-)	7.5 kg/batch (0)	10 kg/batch (+)
500	5	13	16
(-)	10	4	9
650	6	11	18
(0)	2	7	15
800	1	14	8
(+)	7	3	12

4. การเปรียบเทียบโดยเกณฑ์ผลตอบแทนเชิงปริมาณ

โดยการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นจากรายละเอียดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องของทั้ง 2 ทางเลือก คือ (1) การติดตั้งเตาเผามูลฝอย และ (2) การจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการเก็บขนและกำจัด

5. การเปรียบเทียบโดยเกณฑ์ผลตอบแทนเชิงคุณภาพ

ทำการสอบถามความพึงพอใจต่อทางเลือก ด้วยแบบสอบถามที่มีลักษณะเปรียบเทียบเชิงคุณภาพ โดยสอบถามจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยจำนวน 3 คน แบบสอบถามนี้จะนำมาวิเคราะห์ด้วย AHP โดยโปรแกรม Expert Choice V.11

6. การประเมินทางเลือกที่เหมาะสมด้วยกำหนดการเชิงเส้น

การประเมินทำได้โดยการนำค่าการจัดลำดับความสำคัญเชิงคุณภาพคำนวณร่วมกับกำหนดการเชิงเส้น โดยจะต้องทำให้อยู่ในรูปของค่าต่ำสุด เพื่อวิเคราะห์ร่วมกับค่าเป้าหมายต่ำสุด (Minimize Z (Cost)) ดังนั้นทางเลือกที่เหมาะสมหาได้จากสมการเป้าหมาย ดังนี้

$$\text{Minimize } Z = \sum C_i X_i + K \quad (3-1)$$

$$\text{Subject to : } a \sum X_i \leq a \quad (3-2)$$

$$X_i \geq 0 \quad (i = 1, 2) \quad (3-3)$$

เมื่อกำหนดให้ X_i = ปริมาณมูลฝอยที่กำจัด

C = ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกำจัด

a = ปริมาณมูลฝอยที่เตาเผาสามารถกำจัดได้

C_i = ต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยต่อหน่วย

K = ค่าใช้จ่ายคงที่



ผลการออกแบบการทดลอง

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

จากการสำรวจลักษณะการวางผัง และการจัดการมูลฝอยของรีสอร์ทตัวอย่าง สรุปได้ดังนี้

1.1 รีสอร์ทขนาด 120 เตียงคู่ อัตราการเกิดมูลฝอยโดยเฉลี่ย 120 กก./วัน และมีพื้นที่ในการจัดเก็บมูลฝอยได้ประมาณ 300 กก.

1.2 ปัจจุบันกำจัดด้วยการฝังกลบและว่าจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการเก็บขนและกำจัด

1.3 รีสอร์ทนี้ตั้งอยู่นอกเขตเทศบาลเมือง อัตราค่าบริการเก็บขน 18.50 บาท/กก.

2. การกำหนดทางเลือกเพื่อการประเมินขั้นสุดท้าย

การกำจัดมูลฝอยที่เป็นทางเลือกที่เป็นไปได้มี 2 ทางเลือก คือ (1) การติดตั้งเตาเผามูลฝอยโดยเผาทำลายในสภาวะที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน ซึ่งเกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุดและให้ค่ามลพิษอากาศต่ำกว่าข้อกำหนดมาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย และ (2) การจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการเก็บขนและกำจัด

3. ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเผาทำลายมูลฝอย

จากการดำเนินการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมด้วยการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลสามระดับ (3^k) จากการทดลองจำนวน 18 การทดลอง ได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิธีการพื้นผิวผลตอบสนอง (Response Surface Methodology) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05 พบว่าปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิของห้องเผาไหม้ที่ 1 และอัตราการป้อนมูลฝอยมีผลต่อตัวแปรตอบสนอง ได้แก่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และปริมาณก๊าซแอลพีจี โดยไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และเปอร์เซ็นต์การเผาทำลาย อย่างไรก็ตามพบว่าระดับปัจจัยในทุกะดับที่ทำการทดลองมีปริมาณที่อยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และจากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานเผาทำลายมูลฝอยมีระดับอุณหภูมิการเผาทำลายมูลฝอยของห้องเผาไหม้ที่ 1 คือ 625 – 655 องศาเซลเซียส และอัตราการป้อนมูลฝอยที่เหมาะสม 6.5 – 7.5 กก. ทุก 8 นาที



ตารางที่ 2 ตารางผลตอบสนองที่ได้จากการทดลอง

Run order	Std. Run	อุณหภูมิห้อง 1	ปริมาณขยะ	ค่าสังเกต				
				% เผาทำลาย	CO (ppm)	NO2 (ppm)	SO2 (ppm)	LPG (litre)
5	1	500	5	89	50	165	30	0.30
10	2	500	5	88	61	168	35	0.31
13	3	500	7.5	89	200	165	37	0.29
4	4	500	7.5	90	300	169	68	0.31
16	5	500	10	89	896	166	80	0.41
9	6	500	10	87	1000	170	98	0.43
6	7	650	5	85	78	173	35	0.13
2	8	650	5	89	80	175	41	0.14
11	9	650	7.5	90	749	176	49	0.11
17	10	650	7.5	88	650	180	50	0.13
18	11	650	10	91	2645	175	54	0.13
15	12	650	10	89	2100	175	65	0.15
1	13	800	5	86	159	187	50	0.11
7	14	800	5	91	205	189	35	0.13
14	15	800	7.5	92	4839	196	175	0.15
3	16	800	7.5	90	4126	197	100	0.15
8	17	800	10	88	4035	201	70	0.10
12	18	800	10	89	4429	198	75	0.31



4. การเปรียบเทียบโดยเกณฑ์ผลตอบแทนเชิงปริมาณ

ตัวแบบของค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานต่ำสุดจากสองทางเลือก จากขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ จะทำให้ทราบอัตราค่าใช้จ่ายในแต่ละทางเลือกในการกำจัดมูลฝอยในรีสอร์ท ซึ่งสามารถนำเข้ามาป้อนเข้าสู่ตัวแบบ

ทางคณิตศาสตร์ แล้วคำนวณออกมาจะได้ราคาค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยในรีสอร์ทแต่ละทางเลือก ผลลัพธ์ที่ได้คือ ค่าเป้าหมายของการเปรียบเทียบซึ่งก็คือปริมาณตัวเลขที่ต่ำที่สุดหรือค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Min Z (cost)) แสดงการคำนวณและรายการค่าใช้จ่ายโดยสมการตามตัวแบบ และสรุปค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือก ดังตารางที่ 3 ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายคงที่

ทางเลือกที่ 1	เงินลงทุนในการสร้างระบบเตาเผา	2,100,000	บาท
	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาปีละ	45,000	บาท
ทางเลือกที่ 2	ค่าระบบทำความสะอาด	36,000	บาท
	ค่าซ่อมบำรุงปีละ	3,000	บาท

2. ค่าใช้จ่ายคิดต่อหน่วยมูลฝอยที่กำจัด

ทางเลือกที่ 1	ค่าใช้จ่ายสำหรับเจ้าหน้าที่	13,500	บาทต่อเดือน
	ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง	25.75	บาทต่อลิตร
	ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าโดยเฉลี่ย	600	บาทต่อเดือน
ทางเลือกที่ 2	ค่าใช้จ่ายในการจ้างกำจัด	18.50	บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 3 สรุปค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด
1	55,491.50 บาท
2	58,816.50 บาท



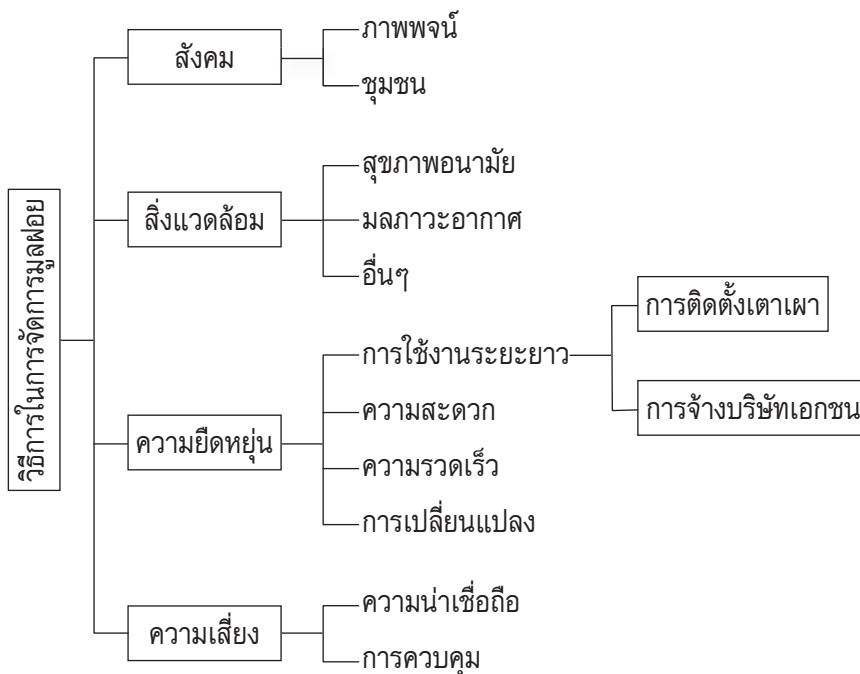
5. ผลการประเมินเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

ผลจากวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการเลือกวิธีการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม แสดงดัง

รูปที่ 1 จากการวิเคราะห์ผลลำดับความสำคัญทางเลือกที่ 1 คือการติดตั้งเตาเผามูลฝอยให้ผลตอบแทนในด้านความพึงพอใจในการใช้งานสูงกว่าทางเลือกที่ 2 ดังตารางที่ 4 แสดงผลการจัดลำดับตามเหตุผลความพึงพอใจของทางเลือก

ตารางที่ 4 แสดงผลคำนวณการวิเคราะห์ลำดับชั้น

ทางเลือก	ความเสี่ยง	ความยืดหยุ่น	ประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม	ประโยชน์ทางสังคม	ลำดับความสำคัญ (สูงสุด)
	การควบคุม (0.080)	ระยะยาว (0.136)	ความปลอดภัย (0.281)	ภาพพจน์ (0.503)	
1	0.061	0.080	0.180	0.400	0.721
2	0.019	0.056	0.101	0.103	0.279



รูปที่ 1 รูปแบบการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น



6. ผลการประเมินทางเลือกในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมด้วยกำหนดการเชิงเส้นร่วมกับการพิจารณาเหตุผลเชิงคุณภาพ

ผลการนำค่าการจัดลำดับความสำคัญเชิงคุณภาพคำนวณร่วมกับกำหนดการเชิงเส้น โดยการพิจารณาเลือกจะต้องทำให้อยู่ในรูปของค่าต่ำสุด เพื่อวิเคราะห์ร่วมกับค่าเป้าหมายต่ำสุด ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินทางเลือกที่เหมาะสม

ทางเลือก	$\text{Min } Z = \sum C_i X_i + K$	ลำดับความสำคัญต่ำสุด	ผลตอบแทนที่เหมาะสม
1	55,491.50	0.279	15,482.12
2	58,816.50	0.721	42,406.70

จากผลการประเมินพบว่า ค่าเป้าหมายต่ำสุดเท่ากับ 15,482.12 ผลการประเมินดังกล่าวไม่ใช่ผลตอบแทนที่เหมาะสมที่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากได้รวมผลมาจากการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถแปลงความเป็นจำนวนเงินได้ จากผลการประเมินส่งผลให้รีสอร์ทตัวอย่าง เลือกทางเลือกที่ 1 ด้วยการติดตั้งเตาเผามูลฝอย เนื่องจากให้ผลตอบแทนทั้งปริมาณและคุณภาพสูงสุด

7. การทบทวนการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อนำไปสู่การใช้งาน

หลังจากการวิเคราะห์ผลการประเมินทางเลือกในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมด้วยกำหนดการเชิงเส้นร่วมกับการพิจารณาเหตุผลเชิงคุณภาพ พบว่า ทางเลือกที่ 1 คือการติดตั้งเตาเผามูลฝอยเป็นวิธีที่ให้ผลรวมของการพิจารณา กำหนดการเชิงเส้นร่วมกับเหตุผลเชิงคุณภาพนั้น เป็นไปตามเป้าหมาย อย่างไรก็ตามในการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ประเมินมาจากข้อมูลปัจจุบัน จากการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความไว พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่ เงินลงทุนในการสร้างระบบเตาเผา และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา หากทั้ง 2 ตัวนี้มีการคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเกินกว่า 15% จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจไปสู่ทางเลือกที่ 2 ซึ่งต้องควบคุมโดยการศึกษาค่าปัจจัยเหล่านี้ เพื่อจำกัดความคลาดเคลื่อนให้เกิดขึ้นต่ำที่สุด

สรุปผลการวิจัย

สำหรับผลการวิจัยโดยรวมนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์และสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยที่ได้มีการประเมินทางเลือกในการกำจัดมูลฝอย โดยสามารถทำให้ได้ระบบการกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสมมาวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับรีสอร์ทตัวอย่าง โดยเริ่มจากศึกษา



ข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเตาเผามูลฝอย สำหรับทางเลือกที่ 1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของเตาเผามูลฝอย ได้ผลสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานคือ การควบคุมปัจจัยการเผาทำลายที่อุณหภูมิในการเผาทำลายของห้องเผาไหม้ที่ 1 ในช่วง 625-655 องศาเซลเซียส และอัตราการป้อนมูลฝอยที่เหมาะสม 6.5-7.5 กก. ทุก 8 นาที จากการเปรียบเทียบผลเชิงปริมาณโดยตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น ได้ผลคือ ทางเลือกที่ 1 มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าทางเลือกที่ 2 โดยมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 55,491.50 บาท และ 58,816.50 บาท ตามลำดับ สำหรับการเปรียบเทียบผลเชิงคุณภาพพบว่า ได้ผลสอดคล้องกันคือ จากการประเมิน

ทางเลือกด้วยเหตุผล พบว่าความพึงพอใจในทางเลือกที่ 1 มากกว่าทางเลือกที่ 2 ซึ่งทำให้ผลตอบแทนรวมกัน คิดเป็นเป้าหมายต่ำสุดได้เท่ากับ 15,482.12 สำหรับทางเลือกแรก และ 42,406.70 สำหรับทางเลือกที่ 2

สำหรับการดำเนินการเพื่อเตรียมการให้ทางเลือกที่ 1 นำไปใช้งานเป็นระบบกำจัดมูลฝอยในรีไซเคิลได้สมบูรณ์ที่สุดควรมีการศึกษาตัวแปรที่อาจมีผลทำให้เกิดการคลาดเคลื่อน ซึ่งทำให้การวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกเปลี่ยนไปให้ละเอียดขึ้น เพื่อให้ทางเลือกที่เลือกมานั้นได้ผลตอบแทนตามการประเมิน รวมทั้งมีการดำเนินการตามแผนสิ่งอำนวยความสะดวก

เอกสารอ้างอิง

- วิฑูรย์ ดันศิริมงคล. (2542) **AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก**. กรุงเทพมหานคร : กราฟ พิคแอนด์ ปรินต์ติ้ง.
- ธันวา วิฑูลกุล. (2538) **การศึกษาความเป็นไปได้ในการเผาพร้อมระหว่างขยะกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียและขยะที่เป็นของแข็งในเตาเผาแบบหมุน**. ปริญญาานิพนธ์ วศ.ม. (ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล) กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มงคล จิ่งสถาปัตยกรรมชัย. (2546) **การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำลายขยะอันตราย**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล) กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Rao, Singiresu S. (2009) **Engineering Optimization : Theory and Practice**. 4th ed. Hoboken, N. J. : John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C. (2009) **Design and Analysis of Experimental**. 7th ed. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Way, W. M. (2005) "An integrated expert system/operations research approach for the optimization of waste incinerator sizing problem" **Knowledge – base System**. 18 : 267 – 278.