

# การวิเคราะห์ต้นทุนกำจัดมูลฝอยติดเชื้อระหว่างการบำบัดด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟ และการกำจัดโดยบริษัทเอกชน

## Cost-effectiveness analysis of infectious wastes between using autoclave technology or export methods

<sup>1</sup>ธนินทร์รัฐ ลิทธิเวชชนาศิริ, <sup>2</sup>ปัญญารักษ์ โกศลวัฒน์, <sup>3</sup>ชณิชา หมอยาดี

<sup>1,2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ กองวิศวกรรมเครื่องกลและอุตสาหกรรม  
กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

<sup>3</sup>วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

E-mail <sup>1</sup>amarit@rtaf.mi.th, <sup>2</sup>payarax@rtaf.mi.th, <sup>3</sup>chichamoryadee@gmail.com

Received: February 14, 2019

Revised: March 24, 2019

Accepted: April 2, 2019

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อระหว่างวิธีที่โรงพยาบาลดำเนินการเองด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟกับวิธีการส่งออกไปกำจัดโดยบริษัทเอกชน กรณีศึกษาโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนมูลฝอยติดเชื้อผ่านการบำบัดด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟก่อนส่งออกไปกำจัดโดยบริษัทเอกชน กรณีค่าธรรมเนียม 5 บาท/กก. มีต้นทุนรวม 5,816,779.60 บาท คิดเป็น 25.29 บาท/กก. และกรณีค่าธรรมเนียม 13 บาท/กก. มีต้นทุนรวม 5,908,757.20 บาท คิดเป็น 25.69 บาท/กก. ส่วนต้นทุนที่ไม่ผ่านการบำบัดด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟ กรณีค่าธรรมเนียม 5 บาท/กก. มีต้นทุน 2,931,320 บาท คิดเป็น 12.75 บาท/กก. และกรณีค่าธรรมเนียม 13 บาท/กก. มีต้นทุน 4,770,872 บาท คิดเป็น 20.74 บาท/กก. จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าควรใช้วิธีการจัดการมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าและคุ้มค่าที่สุดซึ่งผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริหารในการจัดสรรทรัพยากรสำหรับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล ตลอดจนเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกวิธีการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุดได้

**คำสำคัญ :** มูลฝอยติดเชื้อ; การวิเคราะห์ต้นทุน; เทคโนโลยีอโต้เคลฟ

### ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the cost of disposal of infectious wastes between using in-house autoclave technology or outsourcing services: a case study of Bhumibol Adulyadej Hospital, The Royal Thai Air Force. The study indicated that the total cost of infectious wastes through the autoclave technology, in case of 5 baht/kg fee, was 5,816,779.60 baht (25.29 baht/kg on average); while in case of 13 baht/kg fee, the total cost was 5,908,757.20 baht (25.69 baht/kg on average). On the other hand, the total cost of infectious wastes removal using outsourcing method, in case of 5 baht/kg fee, was 2,931,320 baht (12.75 baht/kg on average), whereas the

total cost, in case of fee 13 baht/kg, was 4,770,872 baht (20.74 baht/kg on average). As a result of this study, in order to minimize cost, outsourcing services should be taken into account rather than autoclave technology for eliminating infectious wastes. The study results can support resource allocation management as well as decision making of implementing an approach for hospital wastes management.

**Keywords :** infectious wastes; cost-effective; autoclave technology

## 1. บทนำ

จากพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2561 เป็นการปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ให้มีความสอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย และปรับปรุงหลักเกณฑ์การปฏิบัติให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้มีมาตรฐานอันเป็นที่ยอมรับ และได้รับความเชื่อมั่นจากทุกภาคส่วนในการดำรงไว้ซึ่งการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติควบคู่ไปกับการพัฒนาประเทศอย่างสมดุล (<http://asa.or.th/laws/news20180425>) กองทัพอากาศตระหนักถึงความสำคัญเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยผู้บัญชาการทหารอากาศ ได้อนุมัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมกองทัพอากาศดำเนินการจัดทำร่างยุทธศาสตร์สิ่งแวดล้อมกองทัพอากาศให้มีความสอดคล้อง และพร้อมสนับสนุนรัฐบาลในการขับเคลื่อนงานด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรม ประกอบด้วย 3 ประเด็นยุทธศาสตร์หลัก ซึ่งให้ความสำคัญต่อกำลังพลระบบจัดการ และการสร้างเครือข่าย ได้แก่ ยุทธศาสตร์ที่ 1 การป้องกันและลดการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ต้นทาง ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาระบบการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และยุทธศาสตร์ที่ 3 การเสริมสร้างเครือข่ายและองค์ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยกองทัพอากาศพร้อมประสานความร่วมมือกับทุกภาคส่วนในการดำเนินการเพื่อแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างโลกสีเขียว และมอบคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่กำลังพลกองทัพอากาศ

(<http://www.rtaf.mi.th/RTAFNews/Pages/A20180605.aspx>)

จากผลรายงานของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ พบว่า แนวโน้มมูลฝอยติดเชื้อมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2557 ถึงปี 2560 โดยมีปริมาณ 39.92%, 35.83%, 41.68% และ 45.77% ตามลำดับ เนื่องจากอยู่ในแนวเส้นทางของโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร (BTS) ที่สถานีหมอชิตไปตามถนนพหลโยธินและสิ้นสุดบริเวณคลองสองสถานี่จุด ด้วยเหตุนี้คาดว่าจะทำให้จำนวนผู้เดินทางมาใช้บริการโรงพยาบาลภูมิพลเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้โรงพยาบาลมีแผนการขยายห้องตรวจเพิ่มอีก 6 ห้อง เพิ่มอาคารอีก 4 อาคาร ได้แก่ อาคารเฉลิมพระเกียรติ อาคารสนับสนุนการรักษาพยาบาล อาคารพยาภิกรรม และอาคารศูนย์มะเร็ง อีกทั้งเพิ่มพื้นที่บริการอีก 4 แห่งเพื่อเป็นการรองรับจำนวนผู้มารับบริการในอนาคต ผลกระทบที่ตามมาคือ มูลฝอยติดเชื้อที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต โรงพยาบาลภูมิพล อดุลยเดช ฯ จึงต้องมีระบบการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่ดี เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นทั้งเพื่อป้องกันและควบคุมโรคติดเชื้อให้กับบุคลากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับผู้ป่วย ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อจากผู้ป่วย จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อระหว่างการใช้เทคโนโลยีอโต้เคลฟ (Autoclave Technology) กับวิธีการส่งออกไปกำจัด โดยบริษัทเอกชน (Outsourcing Services) กรณีศึกษาโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ โดยจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการตัดสินใจในการวางแผนค่าใช้จ่าย และงบประมาณที่ต้องใช้ในแต่ละปี ซึ่งโรงพยาบาลภูมิพล อดุลยเดช ฯ ให้ความสำคัญของการนำเครื่องอโต้เคลฟเข้ามาใช้ในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อโดยที่เครื่อง

อ้อได้อัลเฟลจะเป็นการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีผ่านกระบวนการไอน้ำที่ความร้อน  $121^{\circ}\text{C}$  เพื่อกำจัดมูลฝอยติดเชื้อให้กลายเป็นมูลฝอยทั่วไป ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อให้กับโรงพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสถานการณ์มูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ ในปัจจุบันและอนาคต

2.2 เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนของการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อระหว่างการนำเทคโนโลยีอ้อได้อัลเฟลกับวิธีการส่งมูลฝอยติดเชื้อออกไปกำจัดโดยบริษัทเอกชน

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ โดยศึกษามูลฝอยติดเชื้อ (ถุงแดง) ที่ส่งกำจัดนอกโรงพยาบาลเท่านั้น

3.2 ศึกษาต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลรวมถึงต้นทุนที่จ่ายให้กับหน่วยงานภายนอกหรือบริษัทเอกชนที่รับกำจัดมูลฝอยนอกโรงพยาบาลเท่านั้น

การศึกษาต้นทุนค่าลงทุนในงานวิจัยนี้จะคำนวณต้นทุนผันแปร (ค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมบำรุง และค่าน้ำประปา) ด้วยเทคโนโลยีอ้อได้อัลเฟล

## 4. การทบทวนวรรณกรรม

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อ ในคำจำกัดความของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ให้คำจำกัดความว่ามูลฝอยติดเชื้อเป็นผลมาจากกระบวนการให้การรักษาพยาบาล การตรวจวินิจฉัยการให้ภูมิคุ้มกันโรค การศึกษาวิจัย ที่ดำเนินการทั้งในมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมีเหตุอันควรสงสัยว่ามีหรืออาจมีเชื้อโรค หรือมีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณหรือมีความเข้มข้นซึ่งถ้ามีการสัมผัส หรือใกล้ชิดกับมูลฝอยนั้นแล้วสามารถทำให้เกิดโรคได้ ส่วนกองวิชาการสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร ให้คำจำกัดความว่ามูลฝอยติดเชื้อหมายถึง สิ่งของ เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่สัมผัสกับ

ผลิตผลของผู้ป่วยโรคติดเชื้ออันตราย ได้แก่ เลือด น้ำเหลือง หนอง เสมหะ น้ำลาย ปัสสาวะ อุจจาระ และอื่น ๆ กล่าวโดยสรุป มูลฝอยติดเชื้อ หมายถึง มูลฝอยที่สัมผัสกับผลิตผลของผู้ป่วยที่เป็นโรคติดเชื้ออันตราย ไม่ว่าจะเป็นโรคเอดส์ ไข้เลือดออก ฯลฯ โดยการสัมผัสนั้นไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับตัวผู้ป่วยเองก็ได้ อาจเกิดจากการสัมผัสกับสิ่งของ เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ผู้ป่วยใช้ไปแล้ว

เทคโนโลยีอ้อได้อัลเฟล เป็นระบบการทำงานร่วมกันของความชื้น ความร้อน และความดัน เพื่อหยุดยั้งการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมระบุว่าเป็นเทคนิคการทำลายเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน สามารถใช้ได้กับมูลฝอยที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น สาลี ก๊อช ถูมือ ของมีคม พลาสติกต่าง ๆ แต่ไม่เหมาะกับมูลฝอยที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ชิ้นส่วนของอวัยวะ ของเหลว และ ไม่ควรใช้กับมูลฝอยที่เกิดจากการรักษาด้วยเคมีบำบัด สารระเหย มูลฝอยทางรังสี หรือมูลฝอยอันตรายต่าง ๆ การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และสปอร์ของแบคทีเรีย กระบวนการทำลายเชื้อเริ่มต้นด้วยการแทรกตัวของไอน้ำเข้าไปในมูลฝอย ติดเชื้อ โดยที่มูลฝอยทุกส่วนต้องมีการสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต้องการภายในระยะเวลาที่กำหนด ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อขึ้นกับความสามารถในการแทรกตัวของไอน้ำเข้าไปทุกส่วนของมูลฝอยติดเชื้อ ดังนั้นปัจจัยสำคัญสำหรับการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำจึงขึ้นกับความดัน อุณหภูมิ ระยะเวลา องค์ประกอบของมูลฝอยติดเชื้อ ขนาด และความหนาของชิ้นส่วนมูลฝอย ระบบการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำที่มีการบดย่อยขยะมูลฝอยให้มีขนาดเล็ก อุณหภูมิที่ใช้ในการบำบัดต้องไม่น้อยกว่า  $121^{\circ}\text{C}$  ที่ระดับความดันไม่ต่ำกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที สำหรับระบบที่ไม่มีการบดย่อยขยะมูลฝอยให้มีขนาดเล็ก อุณหภูมิที่ใช้ในการบำบัดต้องไม่น้อยกว่า  $121^{\circ}\text{C}$  ที่ระดับความดันไม่ต่ำกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และใช้เวลาอย่างน้อย 60 นาที สภาพมูลฝอยติดเชื้อที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้สามารถส่งกำจัดแบบมูลฝอยทั่วไปโดยมูลฝอยหลังการบำบัดจะไม่เปลี่ยนแปลงสภาพและอาจมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไร

ก็ตามปัจจุบันหลายบริษัทมีการรวมระบบการบดย่อย การบีบอัดมูลฝอย การทำให้แห้ง ทำให้มูลฝอยหลังการบำบัดมีปริมาตรลดลง 60% -80% ของมูลฝอยเดิม

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการจะเริ่มจากเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณ และประเภทมูลฝอย ดิจิทัลจากแผนกสิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการเงิน ที่เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ หรือค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ฝ่ายการเงินและงบประมาณ และหน่วยการเจ้าหน้าที่ จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและทำลายมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุอุปกรณ์

จัดเก็บมูลฝอย เช่น ถุงแดง ถุงมูลฝอย ฯลฯ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุอุปกรณ์จัดเก็บมูลฝอย การบำบัดมูลฝอย และค่าใช้จ่ายที่จ่ายให้กับหน่วยงานที่รับกำจัดมูลฝอย นอกโรงพยาบาลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ ได้แก่ ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายเวชภัณฑ์ หน่วยยานยนต์ และกลุ่มงานส่วนโศกนาฏกรรม และทำการรวบรวมรายละเอียดค่าใช้จ่าย การใช้เทคโนโลยีในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยอโต้เคลฟ

การวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการพยากรณ์ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อโดยอาศัยข้อมูลย้อนหลังแล้วทำการวิเคราะห์ต้นทุนทั้งการบำบัดโดยเทคโนโลยีอโต้เคลฟ และการส่งออกไปกำจัดโดยบริษัทเอกชนเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่า โดยมีรูปแบบการแสดง ดังตัวอย่างตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อแบบเทคโนโลยีอโต้เคลฟ และการให้บริษัทเอกชนดำเนินการ

| ปี   | ต้นทุนในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ                |                                                 |                                             |                                              |
|------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
|      | ไม่ผ่านการบำบัดด้วย<br>อโต้เคลฟ<br>(5 บาท/กก.) | ไม่ผ่านการบำบัดด้วย<br>อโต้เคลฟ<br>(13 บาท/กก.) | ผ่านการบำบัดด้วย<br>อโต้เคลฟ<br>(5 บาท/กก.) | ผ่านการบำบัดด้วย<br>อโต้เคลฟ<br>(13 บาท/กก.) |
| 2561 |                                                |                                                 |                                             |                                              |
| 2652 |                                                |                                                 |                                             |                                              |
| 2563 |                                                |                                                 |                                             |                                              |

## 6. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาประเภทและปริมาณมูลฝอยติดเชื้อในอนาคต จากการเก็บรวบรวมและคัดแยกประเภทมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา พบว่า มีปริมาณมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ยปีละ 215,827.40 กิโลกรัม โดยจะพบว่ามูลฝอยติดเชื้อที่สามารถบำบัดด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟ ได้แก่ สำลี ผ้าก๊อช

ผ้าพันแผล ถุงมือยาง หัวเข็ม งานเพาะเชื้อ แก้ว 95% ของปริมาณมูลฝอยติดเชื้อทั้งหมด และที่ไม่สามารถบำบัดด้วยเทคโนโลยีอโต้เคลฟ ได้แก่ เนื้อเยื่อ ของเหลว กัดเป็น 5 % ซึ่งสามารถประมาณการปริมาณมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลในอนาคต จากข้อมูลสถิติมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล ปี พ.ศ.2551 - 2560 รายละเอียด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ ปี พ.ศ. 2551 - 2560

| ปี   | ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ (กก.) |
|------|----------------------------|
| 2551 | 202,411                    |
| 2552 | 205,947                    |
| 2553 | 205,700                    |
| 2554 | 211,735                    |
| 2555 | 212,065                    |
| 2556 | 214,500                    |
| 2557 | 216,330                    |
| 2558 | 223,067                    |
| 2559 | 236,575                    |
| 2560 | 229,944                    |

จากข้อมูลแนวโน้มปริมาณมูลฝอยติดเชื้อมีลักษณะ  
รูปแบบความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงทางผู้วิจัยจึงได้

เลือกใช้การพยากรณ์แบบเส้นตรงโดยสามารถพยากรณ์  
ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อในอนาคตได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการพยากรณ์ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ ปี พ.ศ.2561 - 2570

| ปี   | ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ (กก.) |
|------|----------------------------|
| 2561 | 234,721.44                 |
| 2562 | 238,156.72                 |
| 2563 | 241,592.00                 |
| 2564 | 245,027.28                 |
| 2565 | 248,462.56                 |
| 2566 | 251,897.84                 |
| 2567 | 255,333.12                 |
| 2568 | 258,768.40                 |
| 2569 | 262,203.68                 |
| 2570 | 265,638.96                 |

ประมาณค่าสัดส่วนของมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถ  
บำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ จากมูลฝอยติดเชื้อที่คำนวณได้ใน  
10 ปี โดยมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ  
ได้แก่ ถูยาง สำลี ก๊อช ผ้าพันแผล พลาสติก หวีเข็ม จาน  
เพาะเชื้อ แก้ว และอื่น ๆ คิดเป็น 95 % ส่วนมูลฝอยติด  
เชื้อที่ไม่สามารถบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ ได้แก่ ชันเนื้อ

สารเคมี ฯลฯ คิดเป็น 5% จากนั้นหาสัดส่วนมูลฝอยติด  
เชื้อ ปี พ.ศ.2560 ที่สามารถบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ และ  
ไม่สามารถบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ เพื่อนำข้อมูลไป  
ประกอบการวิเคราะห์ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ  
รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถผ่านการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ ปี พ.ศ.2561 - 2570

| ปี   | ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ<br>(กก.) | ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถ<br>ผ่านการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ | ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่ไม่สามารถ<br>ผ่านการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ |
|------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 2561 | 234,721.44                    | 222,985.37                                                   | 11,736.07                                                       |
| 2562 | 238,156.72                    | 226,248.88                                                   | 11,907.84                                                       |
| 2563 | 241,592                       | 229,512.40                                                   | 12,079.60                                                       |
| 2564 | 245,027.28                    | 232,775.92                                                   | 12,251.36                                                       |
| 2565 | 248,462.56                    | 236,039.43                                                   | 12,423.13                                                       |
| 2566 | 251,897.84                    | 239,302.95                                                   | 12,594.89                                                       |
| 2567 | 255,333.12                    | 242,566.46                                                   | 12,766.66                                                       |
| 2568 | 258,768.40                    | 245,829.98                                                   | 12,938.42                                                       |
| 2569 | 262,203.68                    | 249,093.50                                                   | 13,110.18                                                       |
| 2570 | 265,638.96                    | 252,357.01                                                   | 13,281.95                                                       |

ผลการวิเคราะห์การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ประกอบด้วย ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่าน กระบวนการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ (กรณีอัตราค่า ธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่จ่ายให้กรุงเทพมหานคร 5 บาท/กก.) ต้นทุนการใช้ขี้เถ้าเคลฟรุ่น SMS AS6618 ที่ผลิตโดยบริษัท SMS ประเทศโปแลนด์ มีความสามารถในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ 100 กก./ชม. ต้นทุนค่าลงทุนเครื่องขี้เถ้าเคลฟ 5,000,000 บาท มีค่า

ซ่อมบำรุงประมาณ 5,000 -50,000 บาท/ปี และในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ 229,944 กิโลกรัม โดยปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ คิดเป็น 95 % เท่ากับ 218,446.80 กิโลกรัมคิดอัตรา 2 บาท/กิโลกรัม และไม่สามารถบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ ได้ 11,497.20 กิโลกรัมโดยมีรายละเอียด การวิเคราะห์ ต้นทุน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ โดยผ่านการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ (5 บาท/กก.)

| รายการต้นทุน                                                                                                                                                                                                                                                              | จำนวนเงิน (บาท)                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ต้นทุนคงที่<br>- ค่าลงทุนเครื่องขี้เถ้าเคลฟ                                                                                                                                                                                                                            | 5,000,000                                                                                 |
| 2. ต้นทุนผันแปร<br>- ค่าไฟ<br>- ค่าน้ำ<br>- ค่าซ่อมบำรุง<br>- ค่าแรงงาน<br>- ค่าวัสดุอุปกรณ์<br>- ค่ากำจัดมูลฝอยติดเชื้อผ่านการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ (218,446.80 x 2 บาท)<br>- ค่ากำจัดมูลฝอยติดเชื้อไม่ผ่านการบำบัดด้วยขี้เถ้าเคลฟ (11,497.20 x 5 บาท)<br>รวมต้นทุนผันแปร | 12,000<br>32,400<br>20,000<br>108,000<br>150,000<br>436,893.60<br>57,486.00<br>816,779.60 |

| รายการต้นทุน                                                | จำนวนเงิน (บาท) |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| รวมต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ | 5,816,779.60    |
| ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/กก.)                                      | 25.29           |

จากตารางที่ 5 พบว่า การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัดก่อนส่งออกนอกโรงพยาบาลโดยใช้ออโต้เคลฟที่มีความสามารถในการบำบัด 100 กก./ชม. โรงพยาบาลจะมีต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อประมาณปีละ 5,816,779.60 บาท เฉลี่ยคิดเป็น 25.29 บาท/กก.

ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านกระบวนการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ (กรณีอัตราค่าธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่จ่ายให้กรุงเทพมหานคร 13 บาท/กก.)

ต้นทุนการใช้ออโต้เคลฟรุ่น SMS AS6618 ที่ผลิตโดยบริษัท SMS ประเทศโปแลนด์ มีความสามารถในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ 100 กก./ชม. ต้นทุนค่าลงทุนเครื่องออโต้เคลฟ 5,000,000 บาท มีค่าซ่อมบำรุงประมาณ 5,000 - 50,000 บาท/ปี และในปี 2560 มีปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ 229,944 กิโลกรัม โดยปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถบำบัดด้วยออโต้เคลฟคิดเป็น 95 % เท่ากับ 218,446.80 กิโลกรัมคิดอัตรา 2 บาท/กิโลกรัม และไม่สามารถบำบัดด้วยออโต้เคลฟได้ 11,497.20 กิโลกรัม โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ต้นทุน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ (13 บาท/กก.)

| รายการต้นทุน                                                                                                                                                                                                                                                    | จำนวนเงิน (บาท)                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ต้นทุนคงที่<br>- ค่าลงทุนเครื่องออโต้เคลฟ                                                                                                                                                                                                                    | 5,000,000                                                                                  |
| 2. ต้นทุนผันแปร<br>- ค่าไฟ<br>- ค่าน้ำ<br>- ค่าซ่อมบำรุง<br>- ค่าแรงงาน<br>- ค่าวัสดุอุปกรณ์<br>- ค่ากำจัดมูลฝอยติดเชื้อผ่านบำบัดออโต้เคลฟ (218,446.80 x 2 บาท)<br>- ค่ากำจัดมูลฝอยติดเชื้อไม่ผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ (11,497.20 x 13 บาท)<br>รวมต้นทุนผันแปร | 12,000<br>32,400<br>20,000<br>108,000<br>150,000<br>436,893.60<br>149,463.60<br>908,757.20 |
| รวมต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ                                                                                                                                                                                                     | 5,908,757.20                                                                               |
| ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/กก.)                                                                                                                                                                                                                                          | 25.69                                                                                      |

จากตารางที่ 6 พบว่า การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัดก่อนส่งออกนอกโรงพยาบาลโดยใช้ออโต้เคลฟที่มีความสามารถในการบำบัด 100 กก./ชม.

โรงพยาบาลจะมีต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อประมาณปีละ 5,908,757.20 บาท เฉลี่ยคิดเป็น 25.69 บาท/กก. ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านกระบวนการ

การบำบัดด้วยออกไซด์เคลฟ (กรณีอัตราค่าธรรมเนียมใน 5 บาท/กก.) มีรายละเอียด ดังตารางที่ 7

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่จ่ายให้กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 7 แสดงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออกไซด์เคลฟ (5 บาท/กก.)

| รายการต้นทุน                                                     | จำนวนเงิน (บาท) |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. ค่ากำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยส่งให้บริษัทเอกชนไปดำเนินการ         | 1,149,720       |
| 2. ค่าแรงงาน                                                     | 324,000         |
| 3. ค่าวัสดุอุปกรณ์                                               | 1,457,600       |
| รวมต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออกไซด์เคลฟ | 2,931,320       |
| ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/กก.)                                           | 12.75           |

จากตารางที่ 7 พบว่า การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดก่อนส่งออกนอกโรงพยาบาลซึ่งทางโรงพยาบาลจะมีต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อประมาณปีละ 2,931,320 บาท เฉลี่ยคิดเป็น 12.75 บาท/กก.

ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยออกไซด์เคลฟ (กรณีอัตราค่าธรรมเนียมในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่จ่ายให้กรุงเทพมหานคร 13 บาท/กก.) มีรายละเอียด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออกไซด์เคลฟ (13 บาท/กก.)

| รายการต้นทุน                                                     | จำนวนเงิน (บาท) |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. ค่ากำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยส่งให้บริษัทเอกชนไปดำเนินการ         | 2,989,272       |
| 2. ค่าแรงงาน                                                     | 324,000         |
| 3. ค่าวัสดุอุปกรณ์                                               | 1,457,600       |
| รวมต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออกไซด์เคลฟ | 4,770,872       |
| ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/กก.)                                           | 20.74           |

จากตารางที่ 8 พบว่า การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดก่อนส่งออกนอกโรงพยาบาลซึ่งทางโรงพยาบาลจะมีต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อประมาณปีละ 4,770,872 บาท เฉลี่ยคิดเป็น 20.74 บาท/กก.

โดยจากต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อทั้ง 4 กรณีสามารถนำมาพยากรณ์ต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อตั้งแต่ปี พ.ศ.2561-2570 ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อในปี พ.ศ.2561 - 2570

| ปี   | ต้นทุนในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ                 |                                                  |                                              |                                               |
|------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|      | ไม่ผ่านการบำบัดด้วย<br>ออโต้เคลฟ<br>(5 บาท/กก.) | ไม่ผ่านการบำบัดด้วย<br>ออโต้เคลฟ<br>(13 บาท/กก.) | ผ่านการบำบัดด้วย<br>ออโต้เคลฟ<br>(5 บาท/กก.) | ผ่านการบำบัดด้วย<br>ออโต้เคลฟ<br>(13 บาท/กก.) |
| 2561 | 2,955,207.20                                    | 4,832,978.72                                     | 5,827,051.09                                 | 5,920,939.65                                  |
| 2562 | 2,972,383.60                                    | 4,877,637.36                                     | 5,834,431.96                                 | 5,929,699.68                                  |
| 2563 | 2,989,560                                       | 4,922,296                                        | 5,841,822.80                                 | 5,938,459.60                                  |
| 2564 | 3,006,736.40                                    | 4,966,954.64                                     | 5,849,208.64                                 | 5,947,219.52                                  |
| 2565 | 3,023,912.80                                    | 5,011,613.28                                     | 5,856,594.51                                 | 5,955,979.55                                  |
| 2566 | 3,041,089.20                                    | 5,056,271.92                                     | 5,863,980.35                                 | 5,964,739.47                                  |
| 2567 | 3,058,265.60                                    | 5,100,930.56                                     | 5,871,366.22                                 | 5,973,499.50                                  |
| 2568 | 3,075,442                                       | 5,145,589.20                                     | 5,878,752.06                                 | 5,982,259.42                                  |
| 2569 | 3,092,618.40                                    | 5,190,247.84                                     | 5,886,137.90                                 | 5,991,020.34                                  |
| 2570 | 3,109,794.80                                    | 5,234,906.48                                     | 5,893,523.77                                 | 5,999,779.37                                  |

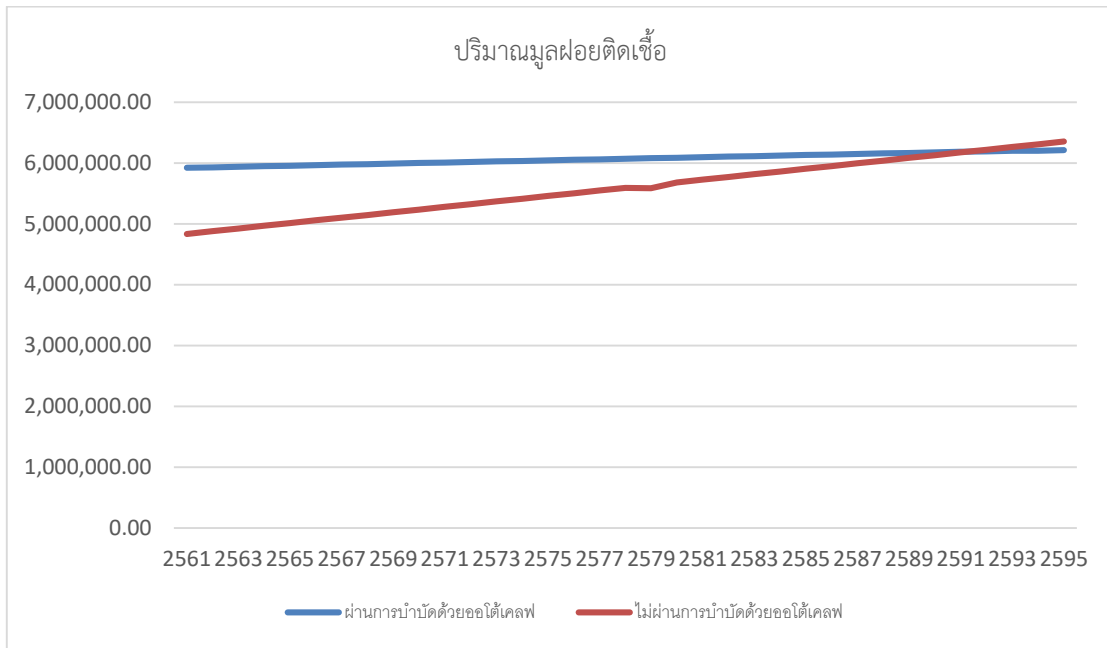
จากตารางที่ 9 พบว่าอัตราค่าธรรมเนียม 5 บาท/กก. จะมีต้นทุนในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อทั้ง 2 วิธี ซึ่งแตกต่างกันมาก สามารถสรุปได้ว่าการจัดการมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟเป็นวิธีที่คุ้มค่ามากที่สุด เนื่องจากวิธีการบำบัดด้วยออโต้เคลฟจะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงเครื่อง ค่าน้ำ เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากหนังสือสัญญาของกรุงเทพมหานครกับโรงพยาบาล ในเรื่องการเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยติดเชื้อในอัตรา กิโลกรัมละ 5 บาท จะสิ้นสุดสัญญาในปี พ.ศ. 2564 และมีแนวโน้มที่จะเก็บอัตราค่าธรรมเนียมที่สูงขึ้น เนื่องจากปัจจุบันทางกรุงเทพมหานครได้แบ่งเบาภาระอัตราค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล โดยเรียกเก็บค่าธรรมเนียมแค่การขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ

เท่านั้น ด้วยเหตุผลนี้ทางโรงพยาบาลควรตระหนักถึงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เนื่องจากว่าในอนาคตมีแนวโน้มปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่สูงขึ้น ดังนั้นการนำเทคโนโลยีออโต้เคลฟมาใช้ในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อถือว่าเป็นหนึ่งทางเลือกที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้ออยู่ในระดับ High Level Disinfection ของ Center for Disease Control and Prevention (C.D.C) ของประเทศสหรัฐอเมริกา อีกทั้งเมื่อพิจารณาต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อพบว่าในอนาคตอาจจะมีต้นทุนที่ถูกกว่าการจัดการมูลฝอยติดเชื้อกรณีไม่ผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ (กรณีค่าธรรมเนียม 13 บาท/กก.) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลสำหรับผู้บริหารในการจัดสรรทรัพยากรสำหรับใช้ในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลต่อไป

## 7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและอัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา พบว่า ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นจะมีอัตราส่วนแปรผันตรงกับปริมาณผู้รับบริการซึ่งจากการพยากรณ์การเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย 629.98 กก./วัน และมีการคาดการณ์ในปี พ.ศ.2564 โครงการระบบขนส่งมวลชนเสร็จสิ้นคาดว่าจะมีผู้รับบริการโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ฯ เพิ่มขึ้น เนื่องจากอยู่ในแนวเส้นทางของโครงการระบบขนส่งมวลชน (BTS) ทำให้สามารถที่จะเดินทางมายังโรงพยาบาลสะดวกมากขึ้น โดยในปัจจุบันมีอัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย 671.30 กก./วัน จากค่าพยากรณ์มูลฝอยติดเชื้อ โรงพยาบาลสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ไปประกอบในการจัดทำแผนกลยุทธ์ และหาวิธีการในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่ใช้ต้นทุนคุ้มค่าที่สุด เพื่อลดต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รวมทั้งวางแผนงบประมาณในระยะยาวในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อกรณีปรับอัตราค่าธรรมเนียม 13 บาท/กก. สำหรับต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยจากการศึกษา พบว่าการจัดการมูลฝอยติดเชื้อกรณีโรงพยาบาลส่งออกไปยังบริษัทเอกชนโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ มีต้นทุนรวมและต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่ผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ ก่อนส่งออกไปยังบริษัทเอกชน เนื่องจากการใช้เครื่องออโต้เคลฟในการบำบัด มีค่าใช้จ่ายในส่วนของการ

ลงทุนสูง โดยจะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 5,000,000 บาท/เครื่อง ทำให้การเลือกใช้เครื่องออโต้เคลฟในการบำบัดเป็นทางเลือกที่ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดด้วยออโต้เคลฟ พบว่าโรงพยาบาลมีต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อเพียงแค่ต้นทุนในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ ต้นทุนในการจ้างพนักงาน และต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่ส่งออกไปยังบริษัทเอกชน อีกทั้งทางโรงพยาบาลไม่ต้องกังวลในเรื่องของความปลอดภัย เนื่องจากทางบริษัทเอกชนจะดำเนินการ ในส่วนของการขนส่ง และการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงการคำนวณต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อคือ อัตราค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่ส่งออกไปกำจัดยังบริษัทเอกชนจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันทางกรุงเทพมหานครได้ แยกภาระต้นทุนในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่ส่งออกไปยังบริษัทเอกชนเพื่อช่วยลดต้นทุน ในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล โดยในปัจจุบันทางโรงพยาบาลได้ทำสัญญากับกรุงเทพมหานครเกี่ยวกับต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ (ปี พ.ศ. 2560-2564) มีอัตราค่าธรรมเนียมอยู่ที่ 5 บาท/กก. ซึ่งหลังจากปี พ.ศ.2564 อาจจะมีแนวโน้มปรับอัตราค่าธรรมเนียมเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นไปตามสัญญา โดยเมื่อพิจารณาต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อกรณีอัตราค่าธรรมเนียมเพิ่มขึ้นเป็น 13 บาท/กก. แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้ออัตราค่าธรรมเนียมเพิ่มขึ้นเป็น 13 บาท/กก.

จากรูปที่ 1 พบว่าต้นทุนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ โดยผ่านการบำบัดด้วยไฮโดรคลอรีน มีแนวโน้มที่ต่ำกว่า การจัดการมูลฝอยติดเชื้อกรณีไม่ผ่านการบำบัดด้วยไฮโดรคลอรีน โดยคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ.2592 การนำ เทคโนโลยีไฮโดรคลอรีนมาใช้ในการบำบัดก่อนส่งออกไปยังบริษัทเอกชนจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า ดังนั้นการกำจัดโดยส่งให้บริษัทเอกชนดำเนินการเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2561). พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. สืบค้น 2 กุมภาพันธ์ 2561, จาก <http://asa.or.th/laws/news20180425>
- [2] กองทัพอากาศ. (2561). ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ 20 ปี. สืบค้น 16 ธันวาคม 2561, จาก <http://www.rtaf.mi.th/RTAFNews/Pages/A20180605asp>
- [3] เฟลินพิศ พรหมมะลิ. (2541). การศึกษาการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลศิริราช (ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล).
- [4] วัชรารักษ์ ผลพล. (2549). การศึกษาระบบการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลตัวอย่าง (ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).
- [5] เบญจพร จิตรหาญ. (2548). วิเคราะห์ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัด และการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยไม่ผ่านการบำบัดก่อนส่งออกนอกโรงพยาบาล (ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).