

การวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการ เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธนาภรณ์ มาศวรรณ*

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

*อีเมลของผู้ประพันธ์บรรณกิจ: thanaporn.ma@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR) ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยการเก็บข้อมูลต้นทุนตามความสัมพันธ์ของระดับกิจกรรมของปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ผลการศึกษาพบว่า เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz มีอัตราส่วนต้นทุนเงินสดคงที่: ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 94.72 : 5.28 และ 90.05 : 9.95 ตามลำดับ และมีต้นทุนค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ เป็นต้นทุนที่ไม่ใช่เงินสดที่สูงที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 79.56 และ ร้อยละ 84.16 ตามลำดับ และมีต้นทุนค่าบำรุงรักษา-กรณีเดิมีฮีเลียมเหลว เป็นต้นทุนที่เป็นเงินสดที่สูงที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 27.35 และ ร้อยละ 42.65 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การที่จะบริหารงบประมาณให้ดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีศักยภาพเต็มที่ คณะวิทยาศาสตร์จะต้องจัดสรรและควบคุมงบประมาณสำหรับปีงบประมาณถัดไป ในการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz เป็นจำนวนเงิน 649,514.28 และ 883,111.95 บาท ตามลำดับ รวมทั้ง ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ จะต้องให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz โดยในแต่ละเดือนจะต้องมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ ไม่ต่ำกว่า 42 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานราชการ) หรือ 34 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานเอกชน) จึงจะคุ้มทุนต้นทุนที่เป็นเงินสด และสำหรับเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จะต้องมีการมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ ไม่ต่ำกว่า 73 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานราชการ) หรือ 62 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานเอกชน) การให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR ของศูนย์เครื่องมือฯ จึงจะสามารถอยู่รอดในสถานการณ์เศรษฐกิจปัจจุบันได้

คำสำคัญ: ต้นทุนการให้บริการ จุดคุ้มทุนการให้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์

An Analysis of Services Cost of Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR) at Scientific Instruments Center, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Thanaporn Maswanna *

Scientific Instruments Center, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

*Corresponding author's e-mail: thanaporn.ma@kmitl.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the cost and break-even point of analytical laboratory services of Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR) at Scientific Instruments Center, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The cost data in the fiscal year 2023 was collected and analyzed by activity-based costing method. The study found that the Solid-state NMR 400 MHz and Solution-state NMR 500 MHz machines have a ratio of fixed cash costs: variable costs equal to 94.72: 5.28 and 90.05: 9.95, respectively, and have equipment depreciation costs. It has the highest non-cash cost, accounting for 79.56 percent and 84.16 percent, respectively, and includes maintenance costs - in the case of liquid helium refilling. It is the highest cash cost, accounting for 27.35 percent and 42.65 percent, respectively.

In addition, it was also found that to manage the budget to operate efficiently and with full potential, The Faculty of Science must allocate a budget for the next fiscal year. To provide analysis services with Solid-state NMR 400 MHz and Solution-state NMR 500 MHz machines in 649,514.28 and 883,111.95 baht, respectively. Furthermore, The Scientific Instruments Center must provide analysis service with a Solid-state NMR 400 MHz machine. Each month, there must be a minimum of 42 samples (rate for government agencies) or 34 samples (rate for private agencies) to Break even on cash costs. For the Solution-state NMR 500 MHz, the number of samples sent for analysis must be at least 73 (rate for government agencies) or 62 (rate for private agencies). It was providing analysis services with the NMR machine of the Scientific Instruments Center. Therefore, it will be able to survive in the current economic situation.

Keywords: Analytical laboratory services cost, Break-even point for scientific instrument services, Nuclear Magnetic Resonance spectrometer.

บทนำ

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จัดตั้งขึ้นตามประกาศการแบ่งหน่วยงานของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สำนักนิติการ สำนักงานอธิการบดี สจล, 2554) เพื่อตอบสนองปณิธานของสถาบันฯ ที่มุ่งมั่นให้การศึกษาและวิจัย เพื่อผลิตทรัพยากรมนุษย์ที่มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควบคู่จริยธรรม และรักษาไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรมอันดีของประเทศ โดยศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ มีภารกิจในการที่จะให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐานและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ได้แก่ กลุ่มห้องปฏิบัติการคุณสมบัติทางกายภาพและโครงสร้าง (Physical and Structural characterization properties Laboratory) กลุ่มห้องปฏิบัติการเคมีประยุกต์ (Applied Chemical Laboratory) กลุ่มห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและชีวโมเลกุล (Microbiological and Molecular Biological Laboratory) และ กลุ่มห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ (Animal Cell Culture Laboratory)

ห้องปฏิบัติการเครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์ (Nuclear Magnetic Resonance spectrophotometer; NMR) เป็นห้องปฏิบัติการที่อยู่ในกลุ่ม ห้องปฏิบัติการเคมีประยุกต์ (Applied Chemical Laboratory) โดยเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับพิสูจน์โครงสร้างของสารตัวอย่างทางเคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ ชีวเคมีและผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2565) รวมถึงวัสดุอินทรีย์ และโลหะอินทรีย์ ของแข็ง (พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย, 2555) นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยทางด้านอื่นๆ ได้ เช่น การสังเคราะห์และปรับปรุงโครงสร้างของยา วัสดุศาสตร์และพอลิเมอร์ เป็นต้น โดยอาศัยคุณสมบัติทางแม่เหล็กของนิวเคลียส นิวเคลียสดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่คลื่นวิทยุ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ สเปกตรัม ซึ่งบอกได้ว่านิวเคลียสที่ดูดกลืนพลังงานนั้นมีสภาพแวดล้อมทางเคมีเป็นอย่างไร สามารถระบุได้ว่านิวเคลียสนั้นมีกี่นิวเคลียส และต่ออยู่กับส่วนใดในโมเลกุล (วิริญญา สุทัศนวิธานะ, 2563) ข้อดีของ NMR คือ การเตรียมตัวอย่างน้อย และการวัดตัวอย่างโดยไม่ทำลายสาร สารที่ผ่านการวิเคราะห์สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์อื่นต่อได้ (เจือโอแอล, 2566) โดยศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ ได้เปิดให้บริการรับวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ คือ เครื่อง NMR สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างของแข็ง หรือ Solid-state NMR ขนาด 400 MHz และ เครื่อง NMR สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลว หรือ Solution-state NMR ขนาด 500 MHz

องค์ประกอบของเครื่อง NMR จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วน Computer ส่วน Spectrometer และ ส่วน Super-conducting Magnet โดยส่วน Computer ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการประมวลผลข้อมูล หน้าจอแสดงผล และคีย์บอร์ด ส่วน Spectrometer ประกอบด้วยอิเล็กทรอนิกส์ฮาร์ดแวร์ เช่น เครื่องส่งความถี่วิทยุ เครื่องรับความถี่วิทยุ เครื่องขยายสัญญาณ และเครื่องบันทึกสัญญาณ และส่วนสุดท้าย ส่วน Super-conducting Magnet ประกอบด้วย แม่เหล็กที่ให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ระบบการ Shim และ Probe (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2565) โดยเครื่อง NMR จะต้องมีการบำรุงรักษาด้วยการเติมฮีเลียมเหลวและไนโตรเจนเหลวอย่างสม่ำเสมอเพื่อรักษาสภาพของ Super-conducting Magnet การบำรุงรักษาเครื่อง NMR กรณีการเติมไนโตรเจนเหลว ทั้งเครื่อง Solid-state NMR และ Solution-state NMR จะต้องทำเต็มทุก ๆ 10 วัน แต่ระยะเวลาที่แนะนำคือ ทุกๆ 7 วัน หรือเมื่อระดับไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการบำรุงรักษาเครื่อง NMR กรณีการเติมฮีเลียมเหลว ระยะเวลาการเติมจะขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องมือและสถานะอุณหภูมิแวดล้อมของห้องปฏิบัติการฯ สำหรับเครื่อง Solid-state NMR จะต้องทำการเติมทุก ๆ 1 ปี และสำหรับเครื่อง Solution-state NMR จะต้องทำการเติมทุก ๆ 3 เดือน หรือเมื่อระดับไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ โดยในแต่ละปีงบประมาณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ มีต้นทุนในการบำรุงรักษาเครื่องสูงมาก และเนื่องด้วยราคาฮีเลียมเหลวและไนโตรเจนเหลวมีราคาที่ปรับสูงขึ้นทุกปี จึงส่งผลให้ค่าบำรุงรักษาเครื่อง NMR มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ทำให้ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ ต้องพิจารณาถึงการปรับตัวเพื่อให้มีความสามารถในการบริหารงานให้มีความอยู่รอดในสถานการณ์เศรษฐกิจปัจจุบันได้ ด้วยเหตุนี้ ศูนย์เครื่องมือ

วิทยาศาสตร์ฯ จึงจำเป็นต้องทราบว่าการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR ในแต่ละปีงบประมาณ มีต้นทุน การให้บริการวิเคราะห์ จำนวนเท่าไร การวิเคราะห์ต้นทุนในการให้บริการวิเคราะห์ จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถ ใช้ในการบริหารงบประมาณเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีศักยภาพอย่างเต็มที่

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR พร้อมทั้งหาจุดคุ้มทุนของ การให้บริการตรวจวิเคราะห์ เครื่อง NMR ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะมีประโยชน์ในการวางแผน การกำหนดนโยบาย สำหรับการบริหารงาน ใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดสรรงบประมาณ การควบคุม ประเมินประสิทธิภาพการให้บริการ และการบริหารงบประมาณได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ผู้บริหารสามารถนำข้อมูลต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR ไปประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง NMR
2. เพื่อหาจุดคุ้มทุนของการให้บริการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง NMR

ระเบียบวิธีวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้สนใจศึกษาเฉพาะการให้บริการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง NMR ณ ศูนย์เครื่องมือ วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. แบบการเก็บรวบรวม เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยการศึกษาจากเอกสาร ทฤษฎี และงาน วิเคราะห์หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการเก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล จะครอบคลุมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้
 - 1.1 แบบบันทึกข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR
 - 1.2 แบบบันทึกต้นทุนค่าวัสดุ เช่น วัสดุสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์
 - 1.3 แบบบันทึกต้นทุนค่าบำรุงรักษาครุภัณฑ์และค่าซ่อมแซม
 - 1.4 แบบบันทึกและคำนวณค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์
 - 1.5 แบบบันทึกและคำนวณค่าไฟฟ้า
2. ใช้โปรแกรม Computer Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. การวิเคราะห์การให้บริการตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์เฉพาะการให้บริการตรวจวิเคราะห์ของ ห้องปฏิบัติการเครื่อง NMR โดยประกอบไปด้วย การให้บริการตรวจวิเคราะห์ตามชนิดของตัวอย่างที่ให้บริการฯ คือ เครื่อง NMR สำหรับให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดของแข็ง ขนาดความเข้มข้นแม่เหล็ก 400 เมกะเฮิร์ตซ์ (Solid-state NMR 400 MHz)ยี่ห้อ JEOL รุ่น JNM-ECZ-400R/S1 และ เครื่อง NMR สำหรับให้บริการตรวจ วิเคราะห์ตัวอย่างชนิดของเหลว ขนาดความเข้มข้นแม่เหล็ก 500 เมกะเฮิร์ตซ์ (Solution-state NMR 500 MHz) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JNM-ECZ-500R/S1
2. การคิดระยะเวลาปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ คือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ 8 ชั่วโมงต่อวัน

3. การคิดค่าเสื่อมราคาของครุภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์จะคิดค่าเสื่อมราคาตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง เรื่องการคำนวณค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ถาวรสำหรับหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งกำหนดให้มีอายุการใช้งานอย่างต่ำ 5 ปี และอย่างสูงเป็น 15 ปี (กรมบัญชีกลาง, 2557)

4. การคิดจำนวนตัวอย่างคัมพูนและจำนวนตัวอย่างคัมพูนเงินสดเป็นการคิดโดยกำหนดให้การวิเคราะห์ตัวอย่าง จำนวน 1 ตัวอย่างจะเท่ากับการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง และจะเป็นการคิดเฉพาะ ค่าบริการวิเคราะห์เท่านั้น ไม่รวมค่าตัวทำละลายหรือค่าเตรียมตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บรวบรวมไว้ แล้วจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายพัสดุ ฝ่ายการเงินและบัญชี และจากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 คือตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2566 และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิคือข้อมูลที่ยังไม่มีการเก็บบันทึก ได้แก่ การเก็บข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามหลักเกณฑ์ต้นทุนทางบัญชีสำหรับการให้บริการวิเคราะห์ฯ โดยเก็บรวบรวมต้นทุนตามเกณฑ์ต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม (อนุรักษ์, 2565) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) คือ ต้นทุนในการให้บริการวิเคราะห์ที่มีพฤติกรรมคงที่ เป็นต้นทุนรวมที่มิได้เปลี่ยนแปลงไปตามระดับของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่

ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ ได้แก่ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จะคิดค่าเสื่อมราคาค่าครุภัณฑ์ที่ใช้เฉพาะกับการทดสอบนั้น ๆ โดยใช้วิธีการคิดค่าเสื่อมราคาวิธีเส้นตรงและกำหนดอายุการใช้งานตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง

ค่าจ้างพนักงานสถาบันฯ หรือค่าแรงบุคลากร จะใช้ข้อมูลค่าจ้างขั้นต่ำของพนักงานสถาบัน ตำแหน่งสนับสนุนวิชาการ ตามข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วย ค่าจ้าง เงินประจำตำแหน่ง ค่าตอบแทน เงินเพิ่มพิเศษของพนักงานสถาบัน พ.ศ. 2562 ซึ่งได้กำหนดค่าจ้างไว้ที่ 20,280 บาทต่อเดือน โดยจะเก็บข้อมูลด้วยวิธีการกระจายตามสัดส่วนความถี่ของการวิเคราะห์ตัวอย่างระหว่างเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz

ค่าบำรุงรักษาเครื่องมือวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าไนโตรเจนเหลว และค่าบริการการเติมฮีเลียมเหลว

ค่าไฟฟ้าทางตรง ได้แก่ ค่าไฟฟ้าจากการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ เนื่องจากเครื่อง NMR เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่จำเป็นต้องเปิดใช้งานอยู่ตลอดเวลา แม้จะไม่ได้วิเคราะห์ตัวอย่าง ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจึงจัดอยู่ในต้นทุนคงที่ และด้วยทางหน่วยงานของผู้วิเคราะห์ไม่ได้มีการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแยกไว้แต่ละอาคาร ดังนั้นการคำนวณต้นทุนค่าไฟฟ้าจะทำการคำนวณโดยคิดจากกำลังไฟฟ้าของเครื่องมือวิเคราะห์และจำนวนชั่วโมงที่เครื่องเปิดใช้งาน โดยใช้โปรแกรมการคำนวณค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง โดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณค่าไฟฟ้าสำหรับกิจการขนาดใหญ่ อัตรา 4.2.2 อัตราตามช่วงเวลาการใช้งาน (Time of Use Tariff; TOU) แร่งดัน 12-24 กิโลโวลต์

ค่าไฟฟ้าทางอ้อม ได้แก่ ค่าไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ติดตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการเดียวกัน จึงมีการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกัน ดังนั้นการเก็บข้อมูลจะใช้วิธีการกระจายเฉลี่ยในสัดส่วนที่เท่ากัน และในทำนองเดียวกันกับค่าไฟฟ้าทางตรง เครื่องปรับอากาศจำเป็นต้องถูกเปิดอยู่ตลอดเวลาเพื่อควบคุมอุณหภูมิห้องให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่อง NMR ค่าไฟฟ้าทางอ้อมที่เกิดขึ้น จึงจะถูกคิดรวมใน ต้นทุนคงที่

ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) คือ ต้นทุนผันแปรของกิจกรรมในแต่ละบริการวิเคราะห์ และคำนวณต้นทุนตามทรัพยากรที่ใช้ในการวิเคราะห์รายการนั้น ๆ ได้แก่

คำวัสดุสิ้นเปลือง ประกอบด้วย ตัวทำละลายอินทรีย์สำหรับตัวอย่าง NMR สารเคมีชนิดต่าง ๆ และวัสดุทางวิทยาศาสตร์ประเภทใช้แล้วทิ้ง

ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ ได้แก่ ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องสำรองไฟที่ใช้ร่วมกับเครื่อง NMR และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังจากการเก็บและรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) เพื่อบรรยายลักษณะข้อมูล ได้แก่ จำนวน ร้อยละ (Percent) และ ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้โปรแกรม Computer Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด และจำแนกการวิเคราะห์ต้นทุนของการให้บริการฯ ตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล จะใช้ข้อมูลต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรของปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 (ระยะเวลาเก็บข้อมูล ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2566) เนื่องจากปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 และ 2563 ได้รับการยกเว้นค่าบำรุงรักษาเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ (ค่าบริการเดิมเสียเลหมด) เหตุเพราะยังอยู่ในระยะเวลารับประกันเครื่องมือตามข้อตกลงที่ทำไว้กับบริษัทที่ทำการซื้อขาย (ระยะเวลารับประกันคือ 2 ปีแรกหลังจากติดตั้งเครื่อง) และเนื่องจากในช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ถึง 2566 ราคาเสียเลหมดและไนโตรเจนเลหมด มีการปรับราคาขึ้นทุกปี ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ซึ่งเป็นปีงบประมาณที่ใกล้เคียงปัจจุบันที่สุด ในการวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ฯ ในการวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์ต้นทุนรวมเพื่อหาจุดคุ้มทุนจากการให้บริการ โดย

1.1 คำนวณต้นทุนคงที่ จากผลรวมของต้นทุนทั้งหมดที่ใช้โดยตรงในการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ค่าแรงบุคลากร ค่าบำรุงรักษาเครื่องมือวิเคราะห์ ค่าไฟฟ้าทางตรง และค่าไฟฟ้าทางอ้อม

1.2 คำนวณต้นทุนผันแปร จากผลรวมของต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ร่วมกันกับบริการหรือการตรวจวิเคราะห์อื่นด้วย ได้แก่ คำวัสดุสิ้นเปลืองและค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์

1.3 คำนวณต้นทุนรวม จากผลรวมของต้นทุนคงที่ ข้อ 1.1 และต้นทุนผันแปร ข้อ 1.2

1.4 คำนวณต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด โดยนำต้นทุนรวมที่คำนวณได้จากข้อ 1.3 หักลบต้นทุนที่ไม่ใช่เงินสด (ในที่นี้คือ ค่าเสื่อมครุภัณฑ์)

1.5 คำนวณจุดคุ้มทุนจาก จุดที่รายรับเท่ากับต้นทุนการผลิตหรือจุดที่กำไรและขาดทุนเป็นศูนย์ ในที่นี้จุดคุ้มทุนจะเท่ากับต้นทุนรวม และจุดคุ้มทุนที่เป็นเงินสดจะเท่ากับต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนของการให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR

เมื่อทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ เครื่อง NMR ตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม (อนุรักษ์ ทองสุขโขวงศ์, 2565) โดยนำข้อมูลต้นทุนทั้งหมดของปีงบประมาณ 2566 มาทำการวิเคราะห์ต้นทุน โดยจะคำนวณต้นทุน 2 แบบ คือ ต้นทุนรวมและต้นทุนที่เป็นเงินสด โดยคิดต้นทุนรวมจากผลรวมระหว่างต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ ค่าแรงบุคลากร ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเลหมด) ค่าบำรุงรักษา (เสียเลหมด) ค่าไฟฟ้าทางตรง และค่าไฟฟ้าทางอ้อม ส่วนต้นทุนผันแปร ได้แก่ คำวัสดุสิ้นเปลือง และค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ ในกรณีต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด จะคำนวณโดยนำต้นทุนที่ไม่ใช่เงินสดมาหักลบออก ซึ่งในที่นี้ ก็คือ ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ ข้อมูลการวิเคราะห์ต้นทุนของการให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง Solid state NMR 400 MHz (ตารางที่ 1) และ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ปีงบประมาณ พ.ศ 2566

รายการต้นทุน	ต้นทุนต่อปี (บาท)		ต้นทุนต่อเดือน (บาท)		ร้อยละ ต้นทุน รวม	ร้อยละ ต้นทุนเงิน สด
	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด		
ต้นทุนคงที่						
ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์*	-	2,527,777.78	-	210,648.15	79.56	-
ค่าแรงบุคลากร	121,680.00	-	10,140.00	-	3.83	18.73
ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเหลว)	86,400.00	-	7,200.00	-	2.72	13.30
ค่าบำรุงรักษา (ฮีเลียมเหลว)	177,620.00	-	14,801.67	-	5.59	27.35
ค่าไฟฟ้าทางตรง	128,153.76	-	10,679.48	-	4.03	19.73
ค่าไฟฟ้าทางอ้อม (เครื่องปรับอากาศ)	101,356.32	-	8,446.36	-	3.19	15.60
รวมต้นทุนคงที่ (1)	615,210.08	2,527,777.78	54,126.19	210,648.15		
ต้นทุนผันแปร						
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	1,134.20	-	94.52	-	0.04	0.17
ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	33,170.00	-	2,764.17	-	1.04	5.11
รวมต้นทุนผันแปร (2)	34,304.20	-	2,858.68	-		
ต้นทุนรวม						
ต้นทุนรวม (1+2)	649,514.28	2,527,777.78	54,126.19	210,648.15		100.00
	3,177,292.06		264,774.34		100.00	

*ค่าเสื่อมครุภัณฑ์ คำนวณโดยคิดอายุการใช้งานที่ 15 ปี ตามระเบียบของกรมบัญชีกลาง (กรมบัญชีกลาง, 2557)

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาต้นทุนของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ปีงบประมาณ พ.ศ 2566 พบว่าต้นทุนรวมต่อปี เท่ากับ 3,177,292.06 บาท หรือต้นทุนรวมต่อเดือน เท่ากับ 264,774.34 บาท ในขณะที่ต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด (ต้นทุนที่ไม่รวมค่าเสื่อมครุภัณฑ์) ต่อปีและต่อเดือน จะเท่ากับ 649,514.28 บาท และ 54,126.19 บาท ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาต้นทุนในรายประเภท พบว่า ต้นทุนประเภทค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ จัดเป็นต้นทุนที่สูงที่สุด โดยสูงถึงร้อยละ 79.56 ของต้นทุนรวม ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด (ต้นทุนที่ไม่รวมค่าเสื่อมครุภัณฑ์) หรือต้นทุนที่มีการชำระในรูปแบบเงินสด พบว่า ต้นทุนค่าบำรุงรักษา กรณีเติมฮีเลียมเหลว เป็นต้นทุนที่สูงที่สุด หรือ ร้อยละ 27.35 ของร้อยละต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดทั้งหมด และพบว่า ร้อยละ 19.73 ของต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด คือ ต้นทุนค่าไฟฟ้าทางตรง ซึ่งเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสดที่สูงรองลงมา

ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาต้นทุนในการให้บริการวิเคราะห์ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ในปีงบประมาณ พ.ศ 2566 ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ามีต้นทุนรวมต่อปีและต้นทุนรวมต่อเดือน มีค่าเท่ากับ 5,573,945.28 บาท และ 464,495.44 บาท ตามลำดับ ในขณะที่ต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดต่อปี จะเท่ากับ 883,111.95

บาท และต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดต่อเดือน จะเท่ากับ 73,592.66 บาท ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาต้นทุนในรายประเภท พบว่า ต้นทุนประเภทค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ จัดเป็นต้นทุนที่สูงที่สุด โดยสูงถึงร้อยละ 84.16 ของต้นทุนรวม ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกันกับเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด (ต้นทุนที่ไม่รวมค่าเสื่อมครุภัณฑ์) พบว่า ต้นทุนค่าบำรุงรักษา กรณีเติมฮีเลียมเหลว เป็นต้นทุนที่สูงที่สุดถึงร้อยละ 42.65 ของร้อยละต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด และรองลงมาคือ ต้นทุนไฟฟ้าทางตรง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 18.88 ของร้อยละต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง Solution state NMR 500 MHz ปีงบประมาณ พ.ศ 2566

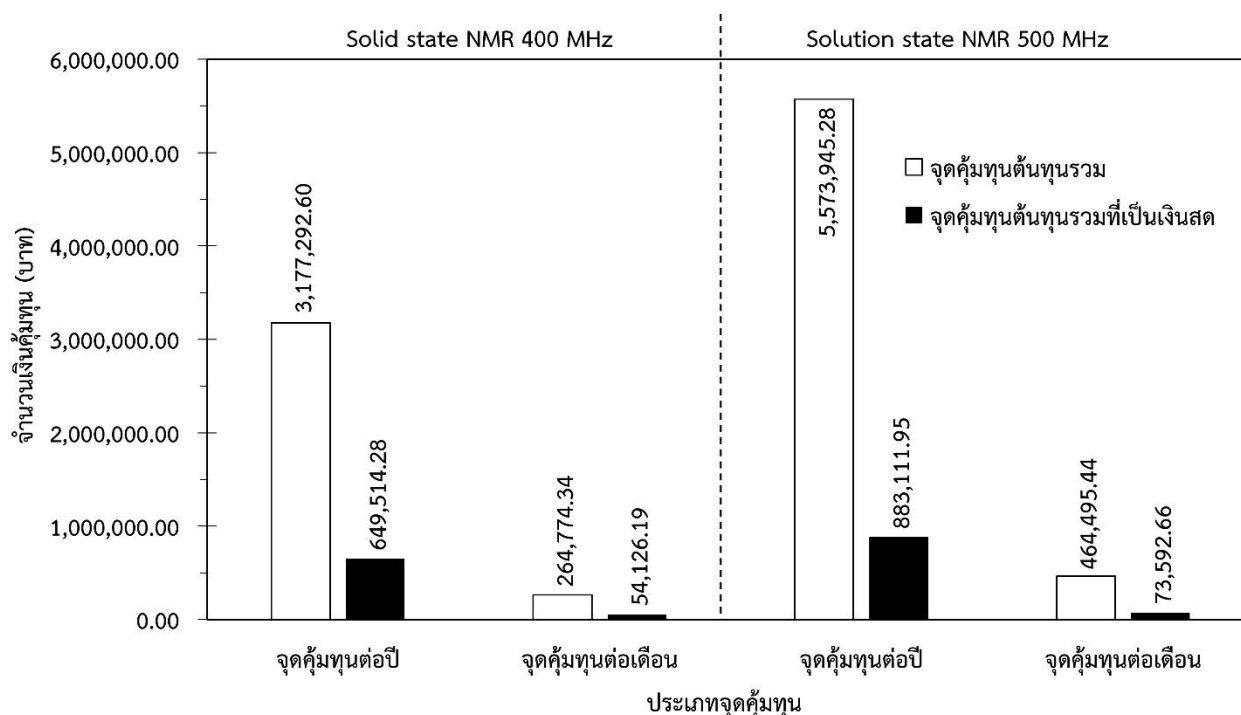
รายการต้นทุน	ต้นทุนต่อปี (บาท)		ต้นทุนต่อเดือน (บาท)		ร้อยละ ต้นทุน รวม	ร้อยละ ต้นทุนเงิน สด
	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด		
ต้นทุนคงที่						
ค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์*	-	4,690,833.33	-	390,902.78	84.16	-
ค่าแรงบุคลากร	121,680.00	-	10,140.00	-	2.18	13.78
ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเหลว)	86,400.00	-	7,200.00	-	0.52	3.26
ค่าบำรุงรักษา (ฮีเลียมเหลว)	376,640.00	-	31,386.67	-	6.76	42.65
ค่าไฟฟ้าทางตรง	166,745.88	-	13,895.49	-	2.99	18.88
ค่าไฟฟ้าทางอ้อม (เครื่องปรับอากาศ)	101,356.32	-	8,446.36	-	1.82	11.48
รวมต้นทุนคงที่ (1)	795,222.20	4,690,833.33	66,268.52	390,902.78		
ต้นทุนผันแปร						
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	21,549.75	-	1,795.81	-	0.39	2.44
ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	66,340.00	-	5,528.33	-	1.19	7.51
รวมต้นทุนผันแปร (2)	87,889.75	-	7,324.15	-		
ต้นทุนรวม						
ต้นทุนรวม (1+2)	883,111.95	4,690,833.33	73,592.66	390,902.78		100.00
	5,573,945.28		464,495.44		100.00	

*ค่าเสื่อมครุภัณฑ์ คำนวณโดยคิดอายุการใช้งานที่ 15 ปี ตามระเบียบของกรมบัญชีกลาง (กรมบัญชีกลาง, 2557)

2. ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR

เมื่อนำต้นทุนทั้งหมดมาคำนวณหาจุดคุ้มทุนของการให้บริการวิเคราะห์ฯ โดยจะทำการวิเคราะห์หาจุดที่มีกำไรและขาดทุนเป็นศูนย์ หรือจุดที่รายรับเท่ากับต้นทุนการผลิต (กัญญาณัฐ์ สาธกธรรณันท์, 2563) ดังนั้นต้นทุน

รวมและต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ที่คำนวณได้จะมีค่าเท่ากับจุดคุ้มทุนการให้บริการ จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR แสดงดังภาพที่ 1

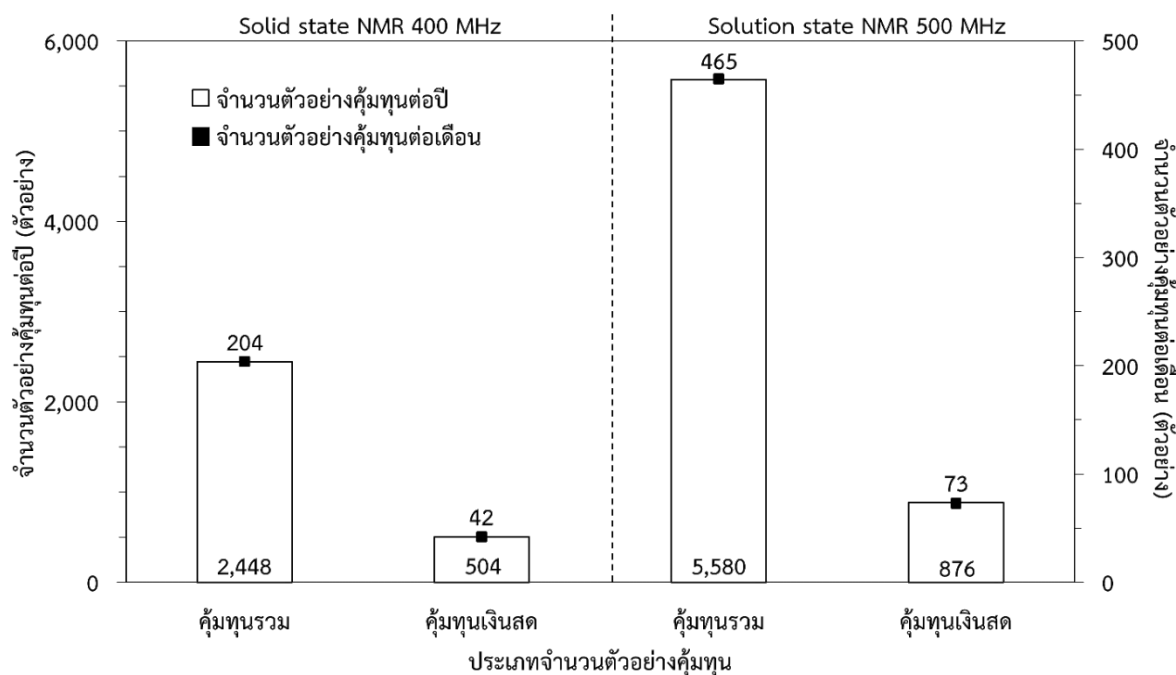


ภาพที่ 1 แสดงจุดคุ้มทุนจากการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR โดยใช้ข้อมูลต้นทุนในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

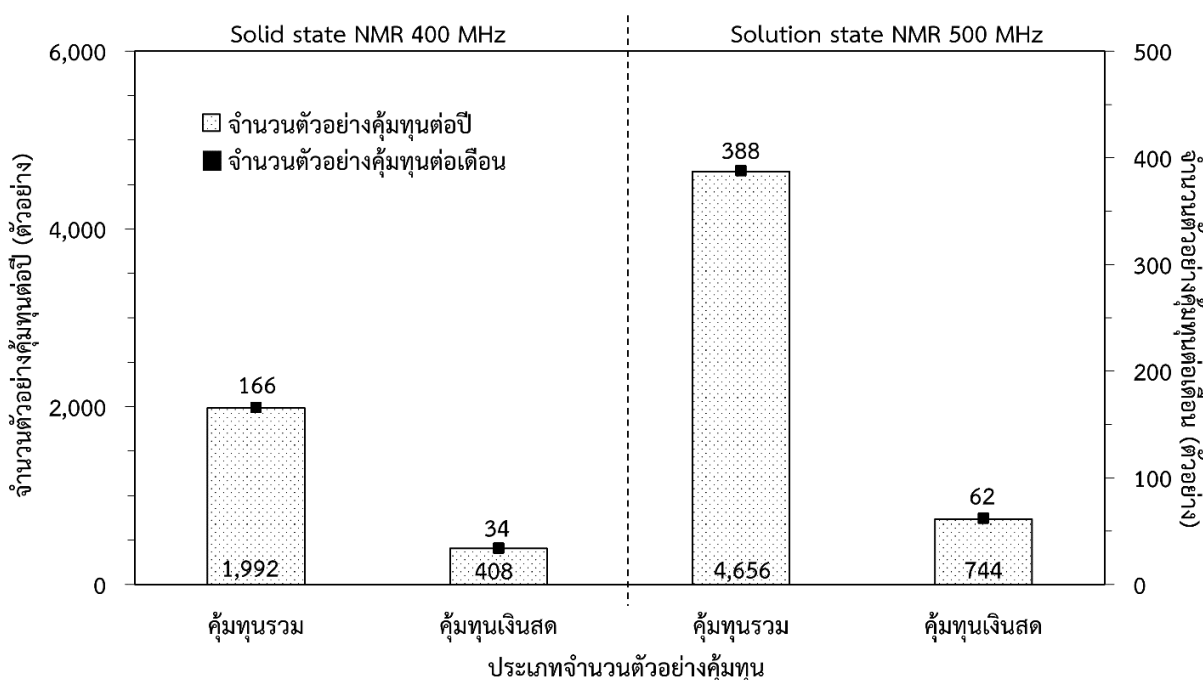
จากภาพที่ 1 เมื่อนำต้นทุนทั้งหมดมาคำนวณหาจุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการที่รวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์หรือต้นทุนรวมที่ไม่ใช่เงินสด เท่ากับ 3,177,292.06 บาท แต่หากพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดหรือต้นทุนที่ชำระสามารถเป็นเงินสดได้ พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ จะเท่ากับ 649,514.28 บาท ซึ่งหากในปีงบประมาณนั้น การให้บริการตรวจวิเคราะห์ มียอดรายรับจากการให้บริการฯ เท่ากับ 649,514.28 บาท หมายความว่า ในปีงบประมาณนั้น มีความคุ้มทุนในการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz แต่หากในปีงบประมาณนั้น มียอดรายรับมากกว่า 649,514.28 ส่วนที่เกินจะนับเป็นกำไร ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำต้นทุนทั้งหมดของการให้บริการวิเคราะห์ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มาคำนวณหาจุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการที่รวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ เท่ากับ 5,573,945.28 บาท แต่หากพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ จะเท่ากับ 883,111.95 บาท ซึ่งหากในปีงบประมาณนั้น การให้บริการวิเคราะห์ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มียอดรายรับจากการให้บริการวิเคราะห์ เท่ากับ 883,111.95 บาท หมายความว่า ในปีงบประมาณนั้น มีความคุ้มทุนในการให้บริการตรวจวิเคราะห์ แต่หากยอดรายรับในปีงบประมาณนั้น มียอดรายรับมากกว่า 883,111.95 บาท ส่วนที่เกินมาจะนับเป็นกำไร

3. ผลการวิเคราะห์จำนวนตัวอย่างค้ำทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR

เมื่อนำจุดค้ำทุนต่อปีของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz มาคิดจำนวนตัวอย่างค้ำทุน ได้ผลแสดงดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 แสดงจำนวนตัวอย่างค้ำทุนของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR กรณีคำนวณจากอัตราค่าบริการสำหรับหน่วยงานราชการ โดยคิดเฉพาะค่าบริการวิเคราะห์เท่านั้น ไม่รวมค่าตัวทำละลายหรือค่าเตรียมตัวอย่าง



ภาพที่ 3 แสดงจำนวนตัวอย่างค้ำทุนของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR กรณีคำนวณจากอัตราค่าบริการสำหรับหน่วยงานเอกชน โดยคิดเฉพาะค่าบริการวิเคราะห์เท่านั้น ไม่รวมค่าตัวทำละลายหรือค่าเตรียมตัวอย่าง

จากภาพที่ 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่า ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ จะต้องให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz โดยจะต้องทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง ในกรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานราชการให้ได้น้อยกว่า 504 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 42 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนเงินสด และจะต้องวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 2,448 ต่อปี (หรือ 204 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ หรือในกรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานเอกชน จะต้องทำการวิเคราะห์ตัวอย่างให้ได้น้อยกว่า 408 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 34 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนเงินสด และจะต้องวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 1,992 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 166 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ ในทำนองเดียวกัน การให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ จะต้องให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz โดยจะต้องวิเคราะห์ตัวอย่างในกรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานราชการให้ได้น้อยกว่า 876 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 73 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนเงินสด และจะต้องวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 5,580 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 465 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ และในกรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานเอกชน จะต้องทำการวิเคราะห์ตัวอย่างให้ได้น้อยกว่า 744 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 62 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนเงินสด และจะต้องวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 4,656 ตัวอย่างต่อปี (หรือ 388 ตัวอย่างต่อเดือน) เพื่อให้ค้ำทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์

สรุปผลวิจัย

การวิเคราะห์ต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรมิเตอร์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่า ต้นทุนรวมที่สูงที่สุดของการให้บริการวิเคราะห์ฯ ทั้งเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz คือ ต้นทุนประเภทค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ โดยสูงถึงร้อยละ 79.56 และ ร้อยละ 84.16 ของต้นทุนรวมตามลำดับ ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด (ต้นทุนที่ไม่รวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์) หรือต้นทุนที่มีการชำระในรูปแบบเงินสด พบว่า ต้นทุนค่าบำรุงรักษา กรณีเดิมฮิลเลียมเหลว เป็นต้นทุนที่สูงที่สุด หรือ ร้อยละ 27.35 และ ร้อยละ 42.65 ของร้อยละต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด และเพื่อให้การบริหารงบประมาณดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีศักยภาพเต็มที่ คณะวิทยาศาสตร์จะต้องจัดสรรและควบคุมงบประมาณในการให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz สำหรับปีงบประมาณถัดไป เป็นจำนวนเงิน 649,514.28 และ 883,111.95 บาท ตามลำดับ นอกจากนั้นแล้ว ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ จะต้องให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz โดยในแต่ละเดือนจะต้องมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ ไม่ต่ำกว่า 42 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานราชการ) หรือ 34 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานเอกชน) จึงจะค้ำทุนต้นทุนที่เป็นเงินสด และสำหรับเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จะต้องมีการส่งวิเคราะห์ ไม่ต่ำกว่า 73 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานราชการ) หรือ 62 ตัวอย่าง (อัตราสำหรับหน่วยงานเอกชน) การให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR ของศูนย์เครื่องมือฯ จึงสามารถอยู่รอดในสถานการณ์เศรษฐกิจปัจจุบันได้

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR โดยศึกษาต้นทุนรวม 2 ประเภท คือ ต้นทุนรวมที่ไม่ใช่เงินสด (ต้นทุนรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์) และต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่ไม่ใช่เงินสด พบว่า ต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 79.56 (เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz) และ ร้อยละ 84.16 (เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz) และเมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด พบว่า

ต้นทุนส่วนใหญ่ของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz เป็น ค่าบำรุงรักษา (ฮีเลียมเหลว) คิดเป็นร้อยละ 27.35 รองลงมาเป็น ค่าไฟฟ้าทางตรง คิดเป็น ร้อยละ 19.73 ค่าแรงบุคลากร คิดเป็นร้อยละ 18.73 ค่าไฟฟ้าทางอ้อม (เครื่องปรับอากาศ) คิดเป็นร้อยละ 15.60 ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเหลว) คิดเป็นร้อยละ 13.30 ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 5.11 และ ค่าวัสดุสิ้นเปลือง คิดเป็นร้อยละ 0.17 และในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz พบว่า ต้นทุนส่วนใหญ่ เป็น ค่าบำรุงรักษา (ฮีเลียมเหลว) คิดเป็นร้อยละ 42.65 รองลงมาเป็น ค่าไฟฟ้าทางตรง คิดเป็น ร้อยละ 18.88 ค่าแรงบุคลากร คิดเป็นร้อยละ 13.78 ค่าไฟฟ้าทางอ้อม (เครื่องปรับอากาศ) คิดเป็นร้อยละ 11.48 ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 7.51 ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเหลว) คิดเป็นร้อยละ 3.26 และ ค่าวัสดุสิ้นเปลือง คิดเป็นร้อยละ 2.44

ผลการศึกษาต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR ตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม พบว่า ต้นทุนของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ส่วนใหญ่มีต้นทุนเงินสดคงที่ คิดเป็น ร้อยละ 94.72 และ ร้อยละ 90.05 ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนต้นทุนเงินสดคงที่ : ต้นทุนผันแปร เป็น 94.72 : 5.28 และ 90.05 : 9.95 ซึ่งต้นทุนเงินสดคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลง แม้ระดับของกิจกรรม จะมากขึ้นหรือน้อยลง แต่ต้นทุนผันแปรและต้นทุนต่อหน่วยของการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR จะลดลง เมื่อมีกิจกรรม หรือในที่นี้คือ จำนวนตัวอย่างที่ให้บริการวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น

ผลการศึกษาจุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ ที่รวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์หรือต้นทุนรวมที่ไม่ใช่เงินสด เท่ากับ 3,177,292.06 บาท แต่หากพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสดหรือต้นทุนที่ชำระสามารถเป็นเงินสดได้ พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ จะเท่ากับ 649,514.28 บาท ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำต้นทุนทั้งหมดของการให้บริการวิเคราะห์ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มาคำนวณหาจุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการที่รวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ เท่ากับ 5,573,945.28 บาท แต่หากพิจารณาเฉพาะต้นทุนรวมที่เป็นเงินสด พบว่า จุดคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการวิเคราะห์ จะเท่ากับ 883,111.95 บาท ซึ่งหากในปีงบประมาณนั้น การให้บริการวิเคราะห์ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มียอดรายรับจากการให้บริการวิเคราะห์ เท่ากับ 883,111.95 บาท หมายความว่า ในปีงบประมาณนั้น มีความคุ้มทุนในการให้บริการตรวจวิเคราะห์ แต่หากยอดรายรับในปีงบประมาณนั้น มียอดรายรับมากกว่า 883,111.95 บาท ส่วนที่เกินมาจะนับเป็นกำไร

ผลการศึกษาจำนวนตัวอย่างคุ้มทุนต่อปีของการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ จะต้องมีการมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ (กรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานราชการ) ไม่ต่ำกว่า 504 ตัวอย่างต่อปีเพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนเงินสด หรือ จำนวน 2,448 ตัวอย่างต่อปี เพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ และในกรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานเอกชน จะต้องมีการมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ ไม่ต่ำกว่า 408 ตัวอย่างต่อปี เพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนเงินสด หรือ 1,992 ตัวอย่างต่อปีเพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ ในทำนองเดียวกัน การให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ จะต้องมีการมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ (กรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานราชการ) ไม่ต่ำกว่า 876 ตัวอย่างต่อปี เพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนเงินสด หรือ 5,580 ตัวอย่างต่อปีเพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ หรือในกรณีที่ผู้ใช้บริการมาจากหน่วยงานเอกชน จะต้องมีการมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ ไม่ต่ำกว่า 744 ตัวอย่างต่อปี เพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนเงินสด หรือ 4,656 ตัวอย่างต่อปี เพื่อให้คุ้มทุนต้นทุนทั้งหมดรวมค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างในการคำนวณ ต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดสรรงบประมาณในการบริหารงานสำหรับหน่วยงานที่มีรูปแบบการบริการที่ใกล้เคียงกัน
2. เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริหารในการนำข้อมูลต้นทุนการให้บริการวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง NMR นี้ไปประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- กัญญาณัฐ สาทธณัณย์. (2563). การวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าต้นทุนของการจัดการศึกษา ของคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. *วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล*, 36(1), 39–54.
- กรมบัญชีกลาง. (2557). *หลักเกณฑ์การคำนวณค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ถาวรสำหรับหน่วยงานภาครัฐ*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก www.cgd.go.th (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2566).
- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. (2565). *องค์ประกอบและการทำงานของเครื่อง NMR*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://science.buu.ac.th/nmrsci/index.php?> (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2566).
- เจอีโอแอล. (2566). *พื้นฐานวิทยาศาสตร์: นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรมิเตอร์ (NMR)*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://th.jeol.com/products/science/nmr.php> (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2566).
- พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย. (2555). โซลิตสเตทนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี: หลักการและพื้นฐานเบื้องต้นของการทดลอง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 28(1), 165–182.
- วิรัชญา สุทัศนวิชานนะ. (2563). การใช้งานเครื่อง NMR สำหรับวิเคราะห์สารตัวอย่าง. ใน *คู่มือการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการ NMR ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร*.
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2565). *เทคนิคนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.mtec.or.th/technical-service-2/nmr-spectroscopy/> (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2566).
- สำนักนิติการ สำนักงานอธิการบดี สจล. (2554). *ประกาศสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เรื่องการแบ่งหน่วยงานภายในของส่วนงานวิชาการในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://law.kmitl.ac.th/wp-content/uploads/2018/02/j11.pdf> (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2566).
- อนรรักษ์ ทองสุโขวงศ์. (2565). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบัญชีต้นทุน*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://home.kku.ac.th/anuton/cost%20accounting/cost%20split.htm> (สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2565).