

## การวิเคราะห์การให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ สเปกโทรมิเตอร์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธนาภรณ์ มาศวรรณา

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร 10520

อีเมลของผู้ประพันธ์บรรณกิจ: thanaporn.ma@kmitl.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการวิเคราะห์ เครื่อง Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR) ได้แก่ จำนวนผู้ใช้บริการ จำนวนตัวอย่างวิเคราะห์ และประเภทหน่วยงานของผู้ใช้บริการ รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลรายรับ รายจ่าย และรายรับสุทธิจากการให้บริการฯ โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลรายงานปฏิบัติงานบริการวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 - 2566 นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจำแนกประเภทและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา พบว่ามีผู้ใช้บริการเครื่อง NMR รวมทั้งสิ้น 511 ใบบาง และ มีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ทั้งหมด 2,134 ตัวอย่าง โดยมีจำนวนผู้ใช้บริการและจำนวนตัวอย่างวิเคราะห์ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz เฉลี่ย จำนวน 15.40 ใบบางต่อปี และ 44 ตัวอย่างต่อปี ส่วนเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีจำนวนผู้ใช้บริการและจำนวนตัวอย่างวิเคราะห์ฯ เฉลี่ย จำนวน 86.80 ใบบางต่อปี และ 382.80 ตัวอย่างต่อปี ในส่วนรายรับจากการให้บริการฯ พบว่ามีรายรับรวมทั้งสิ้น 2,375,273.00 บาท ประกอบด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน 659,003.00 บาท และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 1,716,270.00 บาท สำหรับรายจ่ายจากการให้บริการฯ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีรายจ่ายรวม 890,924.40 บาท และ 1,179,010.60 บาทตามลำดับ โดยพบว่า ร้อยละ 54.04 และ 86.85 ของรายจ่ายทั้งหมดของ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz คือ ค่าบำรุงรักษาในการเติมฮีเลียมเหลว และเมื่อคำนวณรายรับสุทธิการให้บริการฯ เครื่อง NMR พบว่า มีรายรับสุทธิ จำนวน 295,838.00 บาท ผลการวิเคราะห์ทั้งหมดบ่งชี้ให้เห็นว่า การให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR ยังมีการประชาสัมพันธ์ที่ไม่เพียงพอ เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้บริการส่วนใหญ่คือหน่วยงานภายในสถาบัน-ภายในคณะวิทยาศาสตร์

**คำสำคัญ:** เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรมิเตอร์; บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์; บริการตรวจวิเคราะห์; ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์; เครื่องเอ็นเอ็มอาร์สำหรับตัวอย่างของเหลว; เครื่องเอ็นเอ็มอาร์สำหรับตัวอย่างของแข็ง

## Analysis of Analytical Laboratory Services using Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR) at Scientific Instruments Center, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

Thanaporn Maswana

*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

This research aims to analyze data on laboratory analysis services using the Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR), including the number of service users, number of analyzed samples, and type of service user organization. In addition, the data were analyzed on income, expenses, and net income of analytical services. Data from the fiscal year 2019 to 2023 will be used from the database reporting on laboratory analysis services with NMR. The collected data was classified and analyzed using descriptive statistics. The number of service users was 511 NMR machine users, and 2,134 samples were sent for analysis. The average number of samples for analysis on the Solid-state NMR 400 MHz is 15.40 service forms/year and 44 samples/year. For the Solution-state NMR 500 MHz, the number of service users and the average number of samples for analysis are 86.80 service forms/year and 382.80 samples/year. A total income of 2,375,273.00 baht, consisting of a Solid-state NMR 400 MHz in the amount of 659,003.00 baht and a Solution-state NMR 500 MHz in the amount of 1,716,270.00 baht. For expenses from providing services, a Solid-state NMR 400 MHz and a Solution-state NMR 500 MHz have total costs of 890,924.40 baht and 1,179,010.60 baht, respectively. which were found that 54.04 and 86.85 percent of the total expenses of the Solid-state NMR 400 MHz and Solution-state NMR 500 MHz were maintenance costs for liquid helium refilling. When calculating the net income, it was found that there was a net income of 295,838.00 baht. All analysis results indicate that providing analytical services using NMR instruments still needs more publicity because the major service users are Departments within the institute - within the School of Science.

**Keywords:** Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR); Scientific instruments service; Laboratory analysis service; Scientific Instruments Center; Solution-state NMR; Solid-state NMR

### บทนำ

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เป็นส่วนงานวิชาการระดับคณะ ซึ่งสังกัดอยู่ภายในคณะวิทยาศาสตร์ โดยจัดตั้งขึ้นตามประกาศการแบ่งหน่วยงานของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สำนักนิติการ สำนักงานอธิการบดี สจล, 2554) เพื่อตอบสนองปณิธานของสถาบันฯ ที่มุ่งมั่นให้การศึกษาและวิจัย เพื่อผลิตทรัพยากรมนุษย์ที่

มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควบคุมจริยธรรม และรักษาไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรมอันดีของประเทศ โดย ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มีภารกิจในการที่จะให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พื้นฐานและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง เช่น เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์ (Nuclear Magnetic Resonance spectrometer, NMR) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffractometer, XRD) เครื่องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณธาตุด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-Ray Fluorescence Spectrometer, XRF) เครื่องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางความร้อน (Differential Scanning Calorimeter, DSC) เครื่องวิเคราะห์ทางอุณหพลศาสตร์ (Dynamic Mechanical Analyzer, DMA) เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริก (Thermogravimetric Analyzer, TGA) เครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer, FT-IR) เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer, GC-MS) เครื่องวิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ (Gel Permeation Chromatography, GPC) เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatograph, HPLC) เครื่องทดสอบและแยกไอออน (Ion Chromatography, IC) เครื่องวัดปริมาณคาร์บอนในน้ำ (Total Organic Carbon analyzer, TOC) เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ (Elemental Analyzer, CHNS/O) เป็นต้น รวมถึงให้บริการทดสอบทางด้านชีววิทยา ได้แก่ การบริการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ การวิเคราะห์อนุกรมวิธานของเชื้อจุลินทรีย์ และการให้บริการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ มีภารกิจในการให้บริการแก่ผู้ที่มาใช้บริการทั้งหน่วยงานภายในคณะวิทยาศาสตร์ ภายในสถาบันฯ หน่วยงานราชการภายนอก และเอกชน พร้อมทั้งสนับสนุนด้านการเรียนการสอนและงานวิจัยให้แก่บุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์และภายในสถาบันฯ รวมทั้งการบริการอบรมสาธิตและอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับหน่วยงานภายในและภายนอกสถาบันฯ

สำหรับ Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Spectroscopy เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับพิสูจน์โครงสร้างของสารตัวอย่างทางเคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ ชีวเคมีและผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2565) รวมถึงวัสดุอนินทรีย์ และโลหะอินทรีย์ของแข็ง (พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย, 2555) นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยทางด้านอื่นๆ ได้ เช่น การสังเคราะห์และปรับปรุงโครงสร้างของยา วัสดุศาสตร์ และพอลิเมอร์ เป็นต้น โดยอาศัยคุณสมบัติทางแม่เหล็กของนิวเคลียส นิวเคลียสดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่คลื่นวิทยุ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ สเปกตรัม ซึ่งบอกได้ว่านิวเคลียสที่ดูดกลืนพลังงานนั้นมีสภาพแวดล้อมทางเคมีเป็นอย่างไร สามารถระบุได้ว่านิวเคลียสนั้นมีกี่นิวเคลียสและต่ออยู่กับส่วนใดในโมเลกุล (วิริญญา สุทัศน์ วิชาชนะ, 2563) ข้อดีของ NMR คือ การเตรียมตัวอย่างน้อย และ การวัดตัวอย่างไม่ทำลายสาร สารที่ผ่านการวิเคราะห์สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์อื่นต่อได้ (เจอีโอแอล, 2566)

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)

ด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้สถานศึกษาทั่วประเทศ รวมถึงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ต้องทำการปิดสถานที่ชั่วคราว ส่งผลให้การเรียนการสอนของนักศึกษาไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเต็มที่ มีผลให้รายได้ของสถาบันฯ รวมถึงคณะวิทยาศาสตร์ลดลง ด้วยเหตุนี้ทางคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงมีนโยบายที่ต้องการ

เพิ่มรายได้จากการให้บริการตรวจวิเคราะห์และทดสอบของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และเพื่อตอบสนองต่อนโยบายของคณะฯ การวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการฯ รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุน (อาพร รั้วไพบุลย์, 2559) และ จุดคุ้มทุนการให้บริการ (คณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2565) จึงเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สามารถจะนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มรายได้จากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการ (สุคใจ ผุดผาด, 2565)

ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์การให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วย NMR ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลลูกค้าที่มาใช้บริการ รายรับ รายจ่าย และรายรับสุทธิจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ซึ่งเก็บข้อมูลจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์การให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง NMR เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางส่งเสริมการตลาดเพื่อเพิ่มรายได้ในผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ แต่ละกลุ่ม
2. เพื่อวิเคราะห์รายรับ รายจ่าย และรายรับสุทธิจากการบริการตรวจวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR เพื่อที่จะได้ทราบแนวโน้มรายรับและรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 อันได้แก่ จำนวนผู้ใช้บริการ จำนวนตัวอย่างในการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR รายรับและรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR

กลุ่มตัวอย่าง มี 4 กลุ่ม ได้แก่ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ และหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน

โดยงานวิจัยนี้ สนใจที่จะศึกษาเฉพาะการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR ณ ห้องปฏิบัติการเครื่อง NMRห้อง 119 อาคารจุฬารามวลัยลักษณ์ 1 (Sc04) ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

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

#### ข้อกำหนดเบื้องต้น

การวิเคราะห์การให้บริการตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์เฉพาะการให้บริการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการเครื่อง NMR โดยจะแบ่งประเภทการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตามชนิดของตัวอย่างที่ให้บริการฯ คือ เครื่อง NMR สำหรับให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดของแข็ง ขนาดความเข้มข้นเหล็ก 400 เมกะเฮิรตซ์ (Solid-state NMR 400 MHz) และ เครื่อง NMR สำหรับให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดของเหลว ขนาดความเข้มข้นเหล็ก 500 เมกะเฮิรตซ์ (Solution-state NMR 500 MHz)

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิเคราะห์ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บรวบรวมไว้แล้วจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายพัสดุ ฝ่ายการเงินและบัญชี และจากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 คือตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2561 ถึง 30 กันยายน 2566 และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิคือข้อมูลที่ยังไม่มีการเก็บบันทึก ได้แก่ การเก็บข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลผู้ใช้บริการ ทั้งจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ จำนวนตัวอย่างในการตรวจวิเคราะห์ และรายรับที่ได้รับจริงจากผู้ให้บริการตรวจวิเคราะห์ โดยระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 รวมระยะเวลา 5 ปี

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังจากการเก็บและรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) เพื่อทำการแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) ข้อมูลประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่รวบรวมไว้ ได้แก่ จำนวนผู้ใช้บริการ จำนวนตัวอย่างวิเคราะห์ รายรับและรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR มาจำแนกประเภทตามหน่วยงานผู้ใช้บริการและปีงบประมาณ และบรรยายลักษณะข้อมูล ได้แก่ จำนวน ร้อยละ (Percent) และ ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้โปรแกรม Computer Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด

### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ที่รวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 มาทำการวิเคราะห์ฐานข้อมูลลูกค้า ได้แก่ จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ จำนวนตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ และรายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ พร้อมทั้งได้นำข้อมูลรายจ่ายการให้บริการตรวจวิเคราะห์มาทำการวิเคราะห์รายรับสุทธิ โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

#### 1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR

##### 1.1 จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์

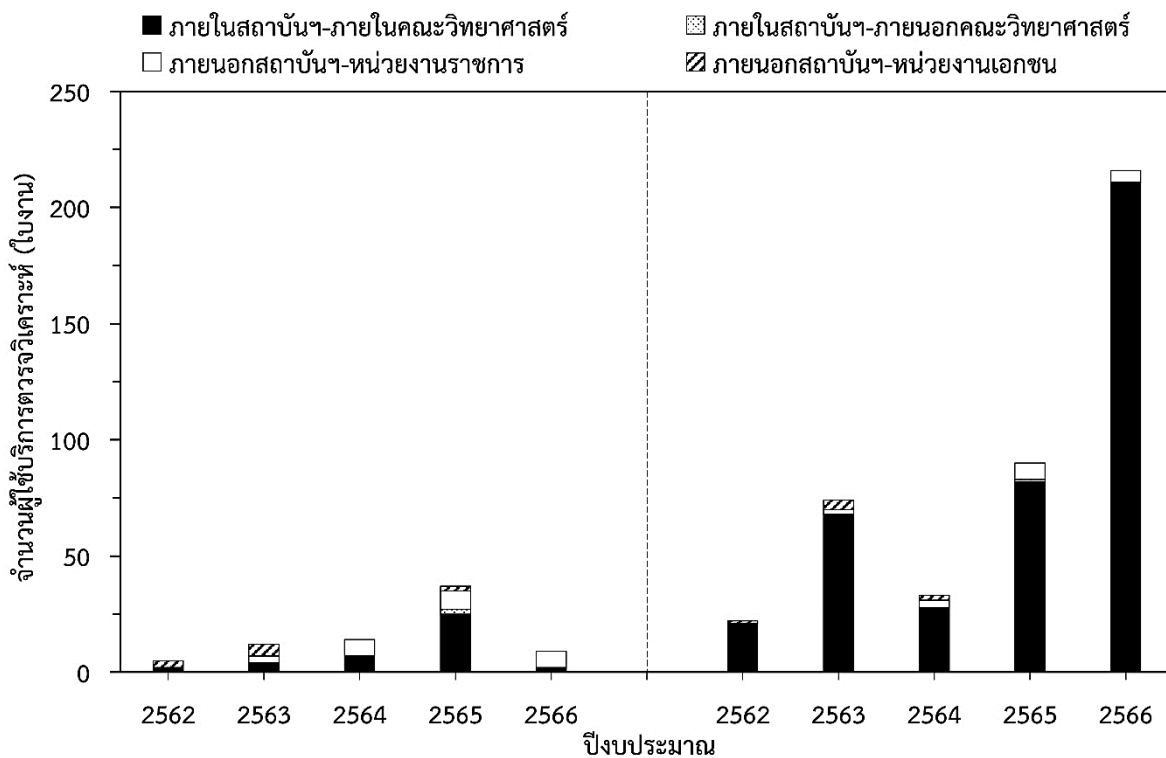
ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ที่ทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 มาทำการวิเคราะห์โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดใหญ่ ๆ ตามชนิดของเครื่อง NMR ได้แก่ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz โดยข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ทั้ง 2 ชุดนี้ได้ถูกจำแนกและแจกแจงความถี่ตามประเภทของหน่วยงานผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ และหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน ดังแสดงในภาพที่ 1 และทำการใช้สถิติเชิงพรรณนาในการอธิบายข้อมูลเป็นร้อยละและค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ใช้บริการเครื่อง NMR จำแนกตามหน่วยงานและปีงบประมาณ

ปีงบประมาณ	ประเภทหน่วยงานผู้ใช้บริการ (ใบงาน)										
	ภายในสถาบันฯ				ภายนอกสถาบันฯ				รวม	รวม	รวม
	ภายในคณะ		ภายนอกคณะ		หน่วยงาน		หน่วยงาน				
	วิทยาศาสตร์		วิทยาศาสตร์		ราชการ		เอกชน		(1)	(2)	(1)+(2)
NMR	NMR	NMR	NMR	NMR	NMR	NMR	NMR	(1)	(2)	(1)+(2)	
400	500	400	500	400	500	400	500	(1)	(2)	(1)+(2)	
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)				
2562	2	21	-	-	-	-	3	1	5	22	27
2563	4	68	-	-	3	2	5	4	12	74	86
2564	7	28	-	-	7	3	-	2	14	33	47
2565	25	81	2	1	8	7	2	-	37	90	127
2566	2	211	-	-	7	5	-	-	9	215	224
รวม	40	410	2	1	25	17	10	7	77	434	511
ร้อยละ	51.95	94.4 7	2.60	0.23	32.47	3.92	12.99	1.61	100	100	-
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	15.40	86.80	102.20

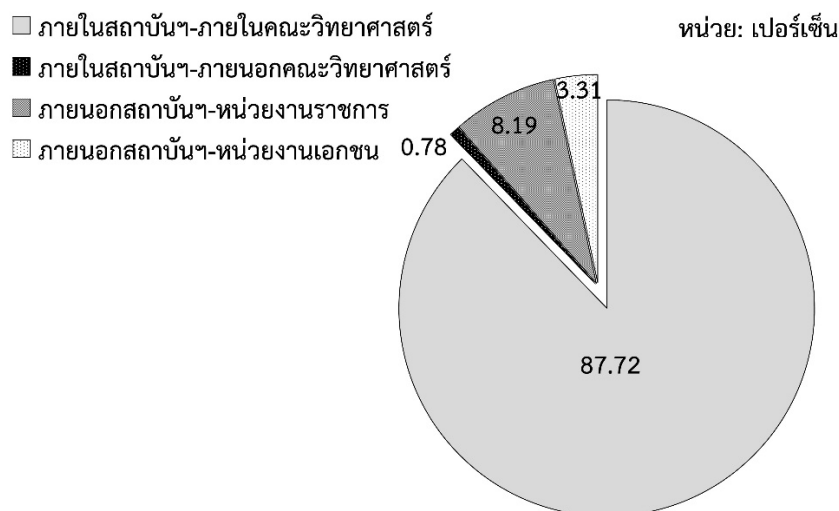
(1) เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz;

(2) เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR จำแนกตามปีงบประมาณ

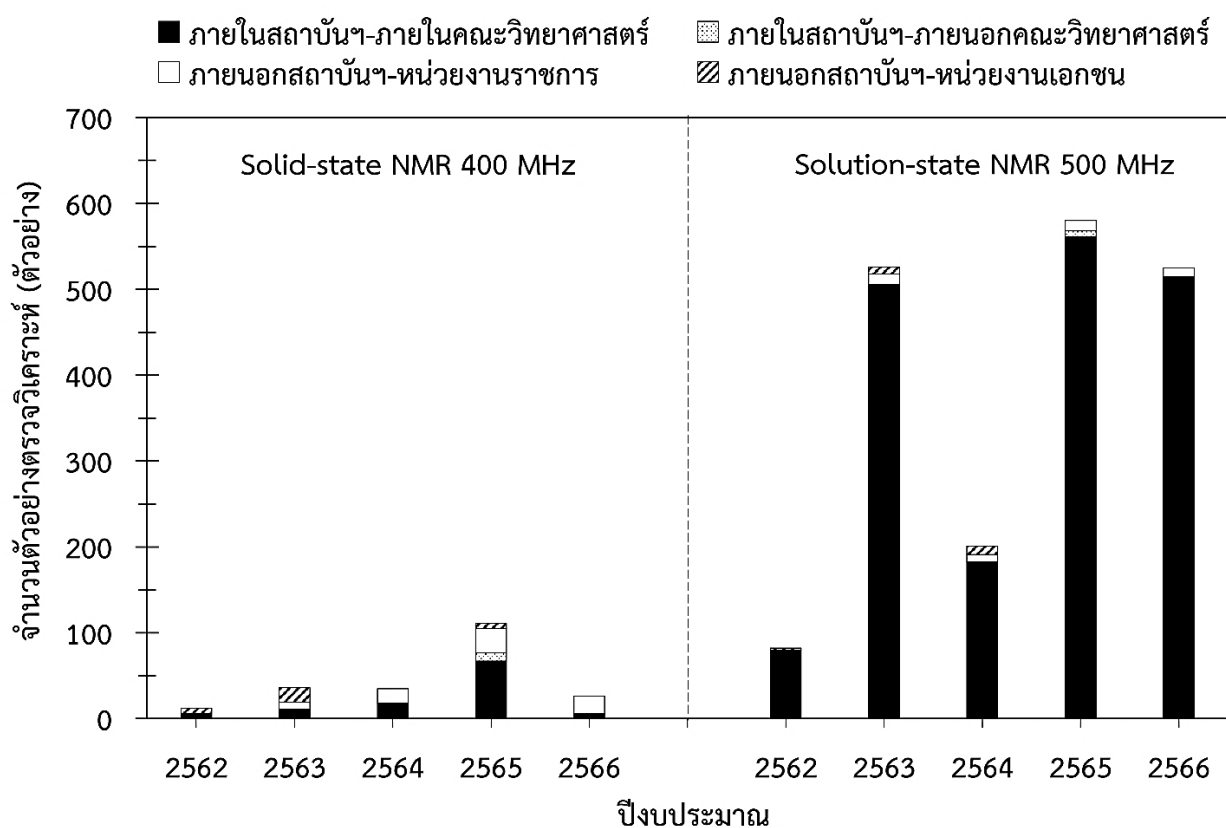
จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 รวมทั้งสิ้น 511 ใบงาน ประกอบด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน 77 ใบงาน และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 434 ใบงาน โดยพบว่าผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์เครื่อง NMR ส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้บริการจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 87.72 ของจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์จากหน่วยงานอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงสัดส่วนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์เครื่อง NMR ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2562 ถึง 2566 จำแนกตามประเภทหน่วยงานผู้ใช้บริการ

จากการวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 พบว่า กลุ่มผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์กลุ่มหลัก คือผู้ใช้บริการจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ - ภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 40 ใบงานจากทั้งหมด 77 ใบงาน คิดเป็น สัดส่วนร้อยละ 51.95 ของจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด รองลงมาคือ ผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์จากหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน และหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ เมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่า จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.40 ใบงานต่อปี โดยปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เป็นปีงบประมาณที่มีผู้มาใช้บริการตรวจวิเคราะห์เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มากที่สุด โดยมีผู้ใช้บริการทั้งสิ้น 37 ใบงาน

จากการวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 พบว่า กลุ่มผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์กลุ่มหลัก คือผู้ใช้บริการจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 410 ใบงานจากทั้งหมด 434 ใบงาน หรือมีสัดส่วนถึงร้อยละ 94.47 จากจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด รองลงมาคือ ผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์จากหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน และ ผู้ใช้บริการจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ และเมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ย พบว่าจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 86.80 ใบงานต่อปี โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 เป็นปีงบประมาณที่มีจำนวนผู้มาใช้บริการตรวจวิเคราะห์มากที่สุด โดยมีผู้ใช้บริการทั้งสิ้น 215 ใบงาน



ภาพที่ 3 แสดงจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ เครื่อง NMR จำแนกตามปีงบประมาณ



## 1.2 จำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR ที่ทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 มาทำการวิเคราะห์โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดใหญ่ ๆ ตามชนิดของเครื่อง NMR ได้แก่ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz โดยข้อมูลจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ทั้ง 2 ชุดนี้ได้ถูกจำแนกและแจกแจงความถี่ตามประเภทของหน่วยงานผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ และหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน ดังแสดงในภาพที่ 3 และทำการใช้สถิติเชิงพรรณนาในการอธิบายข้อมูลเป็นร้อยละและค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 2

จำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ฯ ด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 จำนวนรวมทั้งสิ้น 2,134 ตัวอย่าง ประกอบด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน 220 ตัวอย่าง และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 1,914 ตัวอย่าง โดยพบว่าจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์เครื่อง NMR ส่วนใหญ่มาจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 91.47 ของจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด

ตารางที่ 2 จำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR จำแนกตามหน่วยงานและปีงบประมาณ

ปีงบประมาณ	ประเภทหน่วยงานผู้ใช้บริการ (ตัวอย่าง)										
	ภายในสถาบันฯ				ภายนอกสถาบันฯ				รวม	รวม	รวม
	ภายในคณะวิทยาศาสตร์		ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์		หน่วยงานราชการ		หน่วยงานเอกชน				
	NMR 400 (1)	NMR 500 (2)	NMR 400 (1)	NMR 500 (2)	NMR 400 (1)	NMR 500 (2)	NMR 400 (1)	NMR 500 (2)	(1)	(2)	(1)+(2)
2562	6	80	-	-	-	-	6	2	12	82	94
2563	11	506	-	-	8	12	17	8	36	526	562
2564	18	183	-	-	17	8	-	10	35	201	236
2565	67	561	10	7	28	12	6	0	111	580	691
2566	5	515	1	0	20	10	0	0	26	525	551
รวม	107	1,845	11	7	73	42	29	20	220	1,914	2,134
ร้อยละ	48.64	96.39	5.00	0.37	33.18	2.19	13.18	1.04	100	100	-
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	44.00	382.80	426.80

(1) เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz;

(2) เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz

จากการวิเคราะห์จำนวนตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz พบว่าข้อมูลภาพรวม ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 ตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ส่วนใหญ่ จะเป็นตัวอย่างวิเคราะห์จากผู้ให้บริการที่มาจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 107 ตัวอย่างจากทั้งหมด 220 ตัวอย่าง หรือมีส่วนถึงร้อยละ 48.64 ของจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด รองลงมาคือ ตัวอย่าง

ตรวจวิเคราะห์จากผู้ให้บริการกลุ่มหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน และหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ โดยเมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยพบว่า จำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 44 ตัวอย่างต่อปี โดยปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เป็นปีงบประมาณที่มีจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มากที่สุด ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 111 ตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 พบว่า ตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ส่วนใหญ่ จะเป็นตัวอย่างวิเคราะห์จากผู้ให้บริการที่มาจากหน่วยงานภายในคณะวิทยาศาสตร์ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 1,845 ตัวอย่างจากทั้งหมด 1,914 ตัวอย่าง หรือมีสัดส่วนถึงร้อยละ 96.39 ของจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด รองลงมาคือ ตัวอย่างตรวจวิเคราะห์จากผู้ให้บริการตรวจวิเคราะห์จากหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน และหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ และเมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยพบว่า จำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 382.80 ตัวอย่างต่อปี โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เป็นปีงบประมาณที่มีจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มากที่สุด ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 580 ตัวอย่าง

## 2. รายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลรายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz ซึ่งทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 โดยทำการจำแนกและแจกแจงความถี่ของข้อมูลตามประเภทของหน่วยงานผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ หน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ และหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานเอกชน และทำการใช้สถิติเชิงพรรณนาอธิบายข้อมูลเป็นร้อยละและค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 3

รายรับจากการให้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 รวมทั้งสิ้น 2,375,273.00 บาท ประกอบด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน 659,003.00 บาท หรือมีรายรับเฉลี่ยต่อปี คือ 131,800.60 และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 1,716,270.00 บาท หรือมีรายรับเฉลี่ยต่อปี คือ 343,254.00 บาท

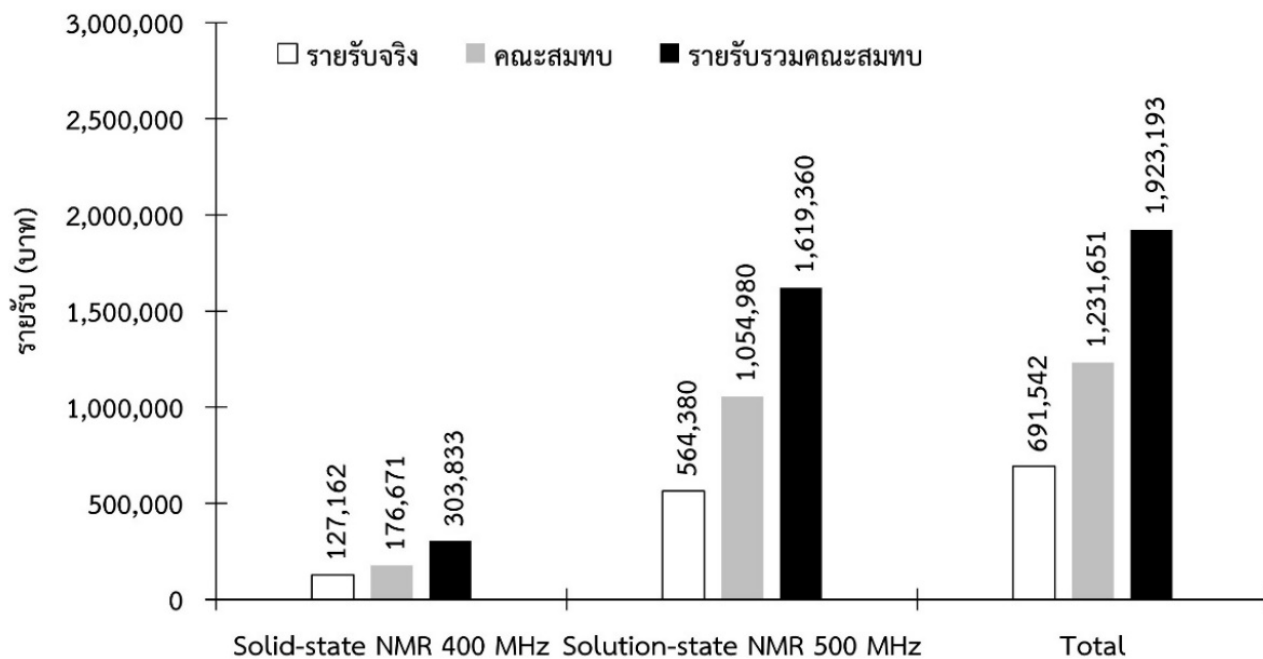
จากตารางที่ 3 รายรับที่เกิดขึ้นจากผู้ให้บริการในคณะวิทยาศาสตร์ในงานวิเคราะห์นี้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ รายรับจริงภายในคณะฯ (รายรับที่ได้รับจริงซึ่งคิดค่าบริการในอัตราสำหรับบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์) และรายรับรวมคณะสมทบ (รายรับที่รวมงบประมาณส่วนที่คณะวิทยาศาสตร์สมทบเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัยของบุคลากรและนักศึกษาภายในคณะฯ)

เมื่อทำการวิเคราะห์รายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ผลการวิเคราะห์พบว่า รายรับจากการให้บริการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ส่วนใหญ่มาจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 46.10 ของรายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด รองลงมาคือรายรับจากหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ-หน่วยงานราชการ คิดเป็นร้อยละ 35.70 ในทำนองเดียวกัน เมื่อทำการวิเคราะห์รายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz พบว่า รายรับจากการให้บริการวิเคราะห์ส่วนใหญ่มาจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ-ภายในคณะวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 94.10 ของรายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด นอกจากนั้นแล้ว ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 คณะวิทยาศาสตร์มีการใช้งบประมาณในการสมทบค่าบริการตรวจวิเคราะห์ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR

500 MHz เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัย สูงถึงร้อยละ 58.15 และ 65.15 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4

ตารางที่ 3 จำนวนร้อยละและค่าเฉลี่ยของรายรับจากการตรวจวิเคราะห์ฯ จำแนกตามหน่วยงานและปีงบประมาณ (รายรับรวมคณะสมทบ)

การให้บริการเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz (1)							
ปีงบประมาณ	หน่วยงานผู้ให้บริการ (บาท)						
	ภายในสถาบันฯ			ภายนอกสถาบันฯ			รวม
	ภายในคณะวิทยาศาสตร์			ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์	หน่วยงาน		
	รับจริง	คณะสมทบ	รวม		ราชการ	เอกชน	
2562	10,440.00	10,373.00	20,813.00	0.00	0.00	33,600.00	54,413.00
2563	27,860.00	36,840.00	64,700.00	0.00	52,200.00	48,900.00	165,800.00
2564	18,526.00	20,674.00	39,200.00	0.00	46,120.00	0.00	85,320.00
2565	60,336.00	96,784.00	157,120.00	13,900.00	99,200.00	19,100.00	289,320.00
2566	10,000.00	1,2000.00	22,000	4,400.00	37,750	0.00	64,150.00
รวม	127,162.00	176,671.00	303,833.00	18,300.00	235,270.00	101,600.00	659,003.00
ร้อยละ	-	-	46.10	2.78	35.70	15.42	100.00
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	131,800.60
การให้บริการเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz (2)							
ปีงบประมาณ	ภายในสถาบันฯ			ภายนอกสถาบันฯ			รวม
	ภายในคณะวิทยาศาสตร์			ภายนอกคณะวิทยาศาสตร์	หน่วยงาน		
	รับจริง	คณะสมทบ	รวม		ราชการ	เอกชน	
	2562	24,460.00	48,920.00	73,380.00	0.00	0.00	7,500.00
2563	127,670.00	275,330.00	403,000.00	0.00	11,140.00	9,150.00	423,920.00
2564	50,560.00	83,800.00	134,360.00	0.00	2,500.00	10,100.00	146,960.00
2565	198,750.00	346,090.00	544,840.00	26,640.00	21,510.00	0.00	583,490.00
2566	162,940.00	300,840.00	463,780.00	0.00	8,370.00	0.00	472,150.00
รวม	564,380.00	1,054,980.00	1,619,360.00	36,020.00	43,520.00	26,750.00	1,716,270.00
ร้อยละ	-	-	94.10	2.10	2.34	1.46	100.00
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	343,254.00



ภาพที่ 4 แสดงรายรับภายในคณะวิทยาศาสตร์ที่รับจริงเทียบกับรายรับภายในคณะวิทยาศาสตร์รวมคณะสมทบ จาก การให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566

### 3. รายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์

เมื่อทำการนำข้อมูลรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ที่มีการ เก็บรวบรวมตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 มาทำการจัดจำแนกและแจกแจงรายจ่ายจากการให้บริการตรวจ วิเคราะห์ฯ ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยข้อมูลรายจ่ายที่แจกแจงจะเป็นรายจ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงในการให้บริการตรวจ วิเคราะห์ฯ โดยคิดเฉพาะรายจ่ายที่มีการตัดยอดจากงบประมาณที่ศูนย์เครื่องมือฯ ได้รับจัดสรรมาเท่านั้น

ตารางที่ 4 รายจ่ายการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz ปีงบประมาณ 2562 ถึง 2566

ปีงบประมาณ	2562	2563	2564	2565	2566	รวม (บาท)	ร้อยละ
รายการค่าใช้จ่าย*	ค่าใช้จ่าย (บาท)						
ค่าวัสดุ	4,815.00	0.00	0.00	5,243.00	93,090.00	103,148.00	11.58
ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเหลว)	18,490.00	55,468.80	55,468.80	55,468.80	55,468.00	240,364.40	26.98
ค่าบำรุงรักษา (ฮีเลียมเหลว)	0.00	0.00	151,940.00	151,940.00	177,620.00	481,500.00	54.04
ค่าซ่อมแซม	0.00	0.00	0.00	66,340.00	4,815.00	71,155.00	7.99
<b>ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)</b>	<b>23,305.00</b>	<b>55,468.80</b>	<b>207,408.80</b>	<b>273,748.80</b>	<b>330,993.00</b>	<b>890,924.40</b>	<b>100.00</b>

\*รายจ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงในการดำเนินงาน ซึ่งเป็นรายจ่ายที่ตัดยอดจากเงินงบประมาณที่ศูนย์เครื่องมือฯ ได้รับ จัดสรร

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 และ 2563 มีรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz คือ 23,305.00 บาท และ 55,468.80 บาท ซึ่งมีรายจ่ายน้อยกว่ารายจ่ายตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ถึง 2566 เนื่องจากในปี พ.ศ. 2562 และ 2563 จะได้รับการยกเว้นค่าบริการในการบำรุงรักษา กรณีการเติมฮีเลียมเหลว เพราะยังอยู่ในระยะเวลารับประกันการติดตั้งเครื่องใหม่ (ระยะเวลารับประกัน 2 ปี) โดยรายจ่ายที่สูงที่สุดจะอยู่ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ซึ่งมีรายจ่ายเท่ากับ 330,993.00 บาท

และเมื่อพิจารณาร้อยละของรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ทั้งหมด ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 พบว่า ร้อยละ 54.04 ของรายจ่ายทั้งหมด คือ ค่าบำรุงรักษาในการเติมฮีเลียมเหลว และรองลงมาคือ ค่าบำรุงรักษา กรณีการเติมไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีร้อยละรายจ่ายเท่ากับ 26.98 ของรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ทั้งหมด

ในทำนองเดียวกัน ข้อมูลรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ที่มีการเก็บรวบรวมตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 ก็จะถูกนำมาทำการจัดจำแนกและแจกแจงรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ดังแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** รายจ่ายการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566

ปีงบประมาณ	2562	2563	2564	2565	2566	รวม (บาท)	ร้อยละ
<b>รายการค่าใช้จ่าย*</b>	<b>ค่าใช้จ่าย (บาท)</b>						
ค่าวัสดุ	43,870.00	0.00	0.00	30,366.00	19,880.60	74,236.00	7.98
ค่าบำรุงรักษา (ไนโตรเจนเหลว)	0.00	0.00	0.00	0.00	27,734.00	0.00	2.35
ค่าบำรุงรักษา (ฮีเลียมเหลว)	0.00	0.00	325,280.00	325,280.00	373,430.00	650,560.00	86.85
ค่าซ่อมแซม	0.00	0.00	0.00	33,170.00	0.00	33,170.00	2.81
<b>ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)</b>	<b>43,870.00</b>	<b>0.00</b>	<b>325,280.00</b>	<b>388,816.00</b>	<b>421,044.60</b>	<b>757,966.00</b>	<b>100.00</b>

\*รายจ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงในการดำเนินงาน ซึ่งเป็นรายจ่ายที่ตัดยอดจากเงินงบประมาณที่ศูนย์เครื่องมือฯ ได้รับจัดสรร

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่า ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มีรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz เพียง 43,870.00 บาท ซึ่งมียอดรายจ่ายน้อยกว่ารายจ่ายตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ถึง 2566 และในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ไม่มีรายจ่ายเกิดขึ้นเลย เนื่องจากในปี พ.ศ. 2562 และ 2563 ได้รับการยกเว้นค่าบริการในการบำรุงรักษา กรณีการเติมฮีเลียมเหลว เพราะยังอยู่ในระยะเวลารับประกันการติดตั้งเครื่องใหม่ (ระยะเวลารับประกัน 2 ปี) และตั้งแต่ปีงบประมาณ 2562 ถึง 2565 จะไม่มีค่าบำรุงรักษา กรณีการเติมไนโตรเจนเหลวเลย เนื่องจาก เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับป้องกันการระเหยของไนโตรเจนเหลว (ทางบริษัทที่จำหน่ายให้ทดลองใช้ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม) จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการเติมไนโตรเจนเหลวตลอดทั้งปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2565 แต่ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มีรายจ่ายในการเติมไนโตรเจนเหลวเกิดขึ้น เนื่องจาก อุปกรณ์สำหรับป้องกันการระเหยของไนโตรเจนเหลวเริ่มเสื่อมประสิทธิภาพ และด้วยทางบริษัทผู้ให้บริการในการเติมฮีเลียมเหลวได้ปรับขึ้นค่าบริการ ดังนั้นรายจ่ายที่สูงที่สุดจึงอยู่ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ซึ่งมีรายจ่ายเท่ากับ 421,044.60 บาท

และเมื่อพิจารณาร้อยละของรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ พบว่า ร้อยละ 86.85 ของรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ทั้งหมด ตั้งแต่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 คือ ค่าบำรุงรักษาในการเติมฮีเลียม ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า รายจ่ายหลักจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR คือ ค่าบำรุงรักษาทั้งการเติมฮีเลียมเหลวและไนโตรเจนเหลว ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวด เนื่องจากทั้งฮีเลียมเหลวและไนโตรเจนเหลวจะใช้เพื่อรักษาอุณหภูมิของ Superconducting Magnet ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤติ (Critical Superconducting Temperature;  $T_c$ ) ของตัวมันเอง โดยทั่วไปอุณหภูมิวิกฤติของ Superconducting Magnet จะมีค่าอยู่ที่ 10 เคลวิน (-263.15 องศาเซลเซียส) โดยในเครื่อง NMR จะมี Cooling Dewar เชื่อมต่ออยู่กับ Vacuum Chambers เพื่อใช้ในการปกป้องและรักษา Magnet โดยจะมีส่วนประกอบหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นส่วนที่อยู่ภายนอก (Outer Dewar) ในส่วนนี้จะมีการเติมไนโตรเจนเหลวเพื่อใช้ในการลดอุณหภูมิขั้นต้น (Precooling) ของภายใน Magnet ลงไปที่อุณหภูมิ 77 เคลวิน (-196.15 องศาเซลเซียส) และส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนที่อยู่ภายใน (Inner Dewar) ซึ่งในส่วนนี้จะมีการเติม Superconducting Magnet และมีการเติมฮีเลียมเหลวเพื่อใช้ในการรักษา Magnet โดยจะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 4 เคลวิน (-269.15 องศาเซลเซียส)

โดยปกติการเติมไนโตรเจนเหลวจะต้องทำการเติมทุก ๆ 10 วัน แต่อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่แนะนำให้เติมคือ ภายใน 7 วัน หรือ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ส่วนระยะเวลาสำหรับการเติมฮีเลียมเหลวจะขึ้นอยู่กับรุ่นของเครื่องมือ และสภาวะแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature) สำหรับเครื่อง NMR ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดของแข็ง หรือ Solid-state NMR 400 MHz จะมีกำหนดการเติมฮีเลียมเหลวในทุก ๆ 365 วัน หรือเมื่อระดับฮีเลียมเหลวไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับเครื่อง NMR ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดของเหลว หรือ Solution-state NMR 500 MHz จะมีกำหนดในการเติมฮีเลียมเหลวในทุก ๆ 90 วัน หรือเมื่อระดับฮีเลียมเหลวไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

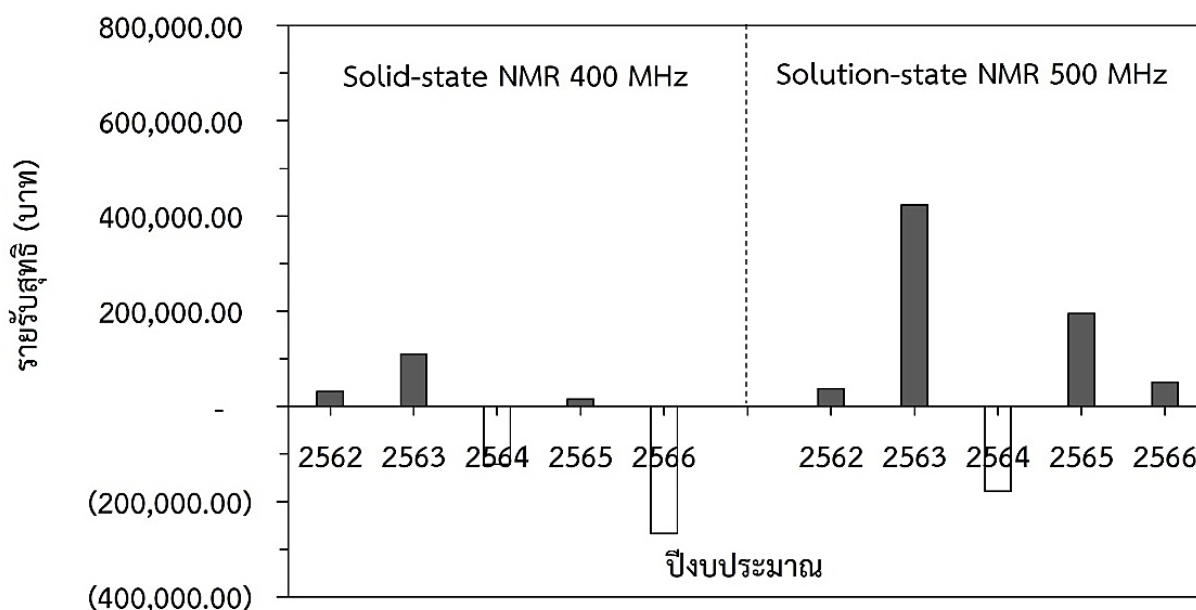
#### 4. รายรับสุทธิการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลรายรับและรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz ซึ่งทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 มาคำนวณรายรับสุทธิ โดยแสดงดังตารางที่ 6 และภาพที่ 5

ตารางที่ 6 รายรับสุทธิการให้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR จำแนกตามปีงบประมาณ

ปีงบประมาณ	เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz			เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz			รวมรายรับสุทธิ (1)+(2) (บาท)
	(1)			(2)			
	รายรับ*	รายจ่าย	รายรับสุทธิ	รายรับ*	รายจ่าย	รายรับสุทธิ	
2562	54,413.00	23,305.00	31,108.00	80,880.00	43,870.00	37,010.00	68,118.00
2563	165,800.00	55,468.80	110,332.20	423,920.00	0.00	423,290.00	533,622.20
2564	85,320.00	207,408.80	-122,088.80	146,960.00	325,280.00	-178,320.00	-300,408.80
2565	289,320.00	273,748.80	15,571.20	583,490.00	388,816.00	194,674.00	210,245.20
2566	64,150.00	330,993.00	-266,843.00	1,716,270.00	421,044.60	51,105.40	-215,737.60
รวม	-	-	-231,921.40	-	-	527,759.40	295,838.00

\*รายรับรวมคณะสมทบ



ภาพที่ 5 แสดงรายรับสุทธิจากการให้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2562 ถึง 2566

ผู้วิจัยคำนวณรายรับสุทธิโดยนำรายรับหักลบด้วยรายจ่ายที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 โดยพบว่า รายรับสุทธิรวมจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR มีจำนวน 295,838.00 บาท (รายรับเฉลี่ย 59,167.60 บาทต่อปี) โดยประกอบด้วยรายรับสุทธิของ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน -231,921.40 บาท และ Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 527,759.40 บาท โดยพบว่าในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 เป็นปีงบประมาณที่มีกำไรหรือรายรับสุทธิจากการให้บริการวิเคราะห์ NMR สูงที่สุดถึง 533,622.20 บาท เนื่องจากเป็นปีงบประมาณที่ได้รับการยกเว้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่อง กรณีการเต็มฮิลียมเหลว เพราะยังอยู่ในระยะเวลารับประกันเครื่องฯ ในทางตรงกันข้าม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 เป็นปีงบประมาณที่ขาดทุนหรือมีรายรับสุทธิน้อยที่สุด โดยพบว่ามีการขาดทุนหรือขาดทุนไป 300,408.80 บาท เนื่องจากเป็นปีงบประมาณที่สถาบันฯ ประกาศปิดทำการจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ฯ ไม่สามารถเปิดรับบริการวิเคราะห์ทดสอบได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นปีที่มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่อง กรณีการเต็มฮิลียมเหลว ตามปกติ เหตุเพราะหมดระยะเวลาประกันเครื่องฯ ไปแล้ว

### อภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เครื่อง Nuclear Magnetic Resonance spectrometer (NMR) พบว่า ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 ระยะเวลาเปิดให้บริการทั้งหมด 5 ปี มีผู้ใช้บริการเครื่อง NMR รวมทั้งสิ้น 511 ใบงาน และมีจำนวนตัวอย่างส่งวิเคราะห์ทั้งหมด 2,134 ตัวอย่าง ประกอบด้วย เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน 77 ใบงาน หรือ 220 ตัวอย่าง และ เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 434 ใบงาน หรือ 1,914 ตัวอย่าง

โดยตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 - 2566 เห็นได้ว่าในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มีจำนวนผู้ใช้บริการมีสูงกว่าค่าเฉลี่ย (15.40 ใบงานต่อปี) อยู่ที่ 21.60 ใบงาน (~21 ใบงาน) และเป็นปีงบประมาณที่มีผู้มาใช้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ มากที่สุด โดยมีผู้ใช้บริการทั้งสิ้น 37 ใบงาน ส่วนเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีจำนวนผู้ใช้บริการในปี พ.ศ.2565 และ 2566 สูงกว่าค่าเฉลี่ย (86.80 ใบงานต่อปี) อยู่ที่ 3.2 ใบงาน (~

3 ใบงาน) และ 128.20 ใบงาน (~128 ใบงาน) ตามลำดับ โดยปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 เป็นปีงบประมาณที่มีจำนวนผู้มาใช้บริการตรวจวิเคราะห์ มากที่สุด โดยมีผู้ใช้บริการทั้งสิ้น 434 ใบงาน

ในด้านจำนวนตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR พบว่า จำนวนตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 44 ตัวอย่างต่อปี โดยปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เป็นปีงบประมาณที่มีจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz มากที่สุด ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 111 ตัวอย่าง และมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 67 ตัวอย่าง ในทำนองเดียวกัน เครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มีจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์เฉลี่ยอยู่ที่ 382.80 ตัวอย่างต่อปี โดยปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เป็นปีงบประมาณที่มีจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz มากที่สุด ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 580 ตัวอย่าง และมีจำนวนตัวอย่างที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 197.20 (~197 ตัวอย่าง) อีกทั้งยังพบว่าสัดส่วนของผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ ร้อยละ 48.64 และ ร้อยละ 96.39 ของจำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz มาจากหน่วยงานภายในสถาบันฯ - ภายในคณะวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ผู้ใช้บริการจากหน่วยงานภายนอกสถาบันฯ อันได้แก่ หน่วยงานราชการและเอกชน มีจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz เพียง ร้อยละ 33.18 และ ร้อยละ 13.18 และจำนวนตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz เพียงร้อยละ 2.19 และ ร้อยละ 1.04 เท่านั้น ซึ่งผลวิเคราะห์นี้บ่งชี้ให้เห็นว่า การให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการประชาสัมพันธ์ที่ไม่เพียงพอ

ในส่วนของรายรับจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 พบว่ามีรายรับรวมทั้งสิ้น 2,375,273.00 บาท ประกอบด้วยเครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน 659,003.00 บาท หรือมีรายรับเฉลี่ยต่อปีคือ 131,800.60 และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 1,716,270.00 บาท หรือมีรายรับเฉลี่ยต่อปี คือ 343,254.00 บาท

โดยในรายรับทั้งหมดนี้ คณะวิทยาศาสตร์มีการใช้งบประมาณในการสมทบค่าบริการตรวจวิเคราะห์ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัยของบุคลากรและนักศึกษาภายในคณะวิทยาศาสตร์ สูงถึงร้อยละ 58.15 และ 65.15 ตามลำดับ สำหรับรายจ่ายจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 มีรายจ่ายจำนวน 890,924.40 บาท และ 1,179,010.60 บาท ตามลำดับ โดยพบว่า ร้อยละ 54.04 และ 86.85 ของรายจ่ายทั้งหมดของ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และเครื่อง Solution-state NMR 500 MHz คือ ค่าบำรุงรักษาในการเติมฮีเลียมเหลว และเมื่อนำรายรับและรายจ่ายที่เกิดขึ้นมาคำนวณรายรับสุทธิการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ พบว่า รายรับสุทธิตั้งจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR มีจำนวน 295,838.00 บาท โดยประกอบไปด้วยรายรับสุทธิของ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz จำนวน -231,921.40 บาท และ Solution-state NMR 500 MHz จำนวน 527,759.40 บาท

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาทั้งด้านจำนวนผู้ใช้บริการ ตัวอย่าง รายรับ รายจ่าย และรายรับสุทธิจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างฯ ด้วยเครื่อง NMR ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 - 2566 สรุปได้ดังนี้ จำนวนผู้ใช้บริการตรวจวิเคราะห์ จำนวนทั้งสิ้น 511 ใบงาน ตัวอย่างในการตรวจวิเคราะห์ 2,134 ตัวอย่าง มีรายรับสุทธิทั้งหมดจากการให้บริการฯ คือ 295,838.00 บาท โดยมีส่วนที่คณะวิทยาศาสตร์จะต้องสมทบเพื่อสนับสนุนการเรียนและการวิจัยของบุคลากรและนักศึกษาภายในคณะฯ สูงถึงร้อยละ 65.15 ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่สนับสนุนว่าควรจะมีการพิจารณาเพิ่มอัตราค่าบริการสำหรับบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์ในอนาคต



## ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ผู้ใช้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างส่วนใหญ่จะเป็นผู้ใช้บริการที่มาจากหน่วยงานภายในสถาบัน- ภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้ใช้บริการที่มาจากหน่วยงานภายนอกสถาบัน ได้แก่ หน่วยงานราชการ และหน่วยงานเอกชน จำนวนน้อยมาก ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง NMR ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการประชาสัมพันธ์ที่ไม่เพียงพอ ซึ่งควรต้องเพิ่มการประชาสัมพันธ์ โดยจัดทำสื่อในการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบออนไลน์ เพื่อให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าให้มากขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ เช่น Facebook, YouTube, Line หรือ TikTok เป็นต้น การจัดโปรโมชั่นพิเศษเพื่อเชิญชวนให้ลูกค้าส่งตัวอย่างมาวิเคราะห์ รวมถึงควรทำความร่วมมือกับกลุ่มลูกค้าเอกชนที่ต้องใช้เครื่อง NMR ในการวิเคราะห์ตัวอย่างต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ข้อดีคือ เป็นกลุ่มลูกค้าที่คาดว่าจะส่งตัวอย่างวิเคราะห์เป็นจำนวนมาก เพราะมักจะต้องการทำการวิเคราะห์เป็น Routine ในแง่ของการวิเคราะห์ที่สามารถทำได้ง่าย เนื่องจากส่วนใหญ่มักจะทราบสถานะในการวิเคราะห์แล้ว และมักจะใช้สภาวะการทดลองแบบเดียวกันทั้งหมด รวมถึงการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ใหม่ โดยใช้เครื่อง NMR เพื่อรองรับการให้บริการในกลุ่มลูกค้าจากหน่วยงานเอกชน ก็ น่าจะเป็นอีกหนึ่งช่องทางที่ช่วยเพิ่มรายได้เช่นกัน

2. ปัจจุบันคณะวิทยาศาสตร์มีการใช้งบประมาณในการสมทบค่าบริการตรวจวิเคราะห์ เครื่อง Solid-state NMR 400 MHz และ Solution-state NMR 500 MHz เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัยของบุคลากรและนักศึกษาภายในคณะวิทยาศาสตร์ สูงถึงร้อยละ 58.15 และ 65.15 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยมาจากการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 5 ปี ซึ่งรวมช่วงสถานการณ์โควิดอยู่ด้วย อาจมีผลให้ข้อมูลวิเคราะห์รายได้ในช่วง 5 ปี นั้น ไม่สะท้อนความเป็นจริงเท่าสถานการณ์ปกติ ดังนั้น ในงานวิจัยถัดไปจึงควรที่จะวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกวิเคราะห์รายได้ในช่วงที่สถานการณ์ปกติ

3. การคำนวณรายรับสุทธิในงานวิจัยนี้ เป็นการคำนวณโดยใช้รายจ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงในการดำเนินงาน ซึ่งเป็นรายจ่ายที่ตัดยอดจากเงินงบประมาณที่ศูนย์เครื่องมือฯ ได้รับจัดสรรเท่านั้น ยังไม่ได้คำนวณต้นทุนที่แท้จริงที่เกิดขึ้นทั้งหมด เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าสาธารณูปโภค ค่าจ้างพนักงาน หรือ ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น (ธันวา เจริญศิริ, 2564) ซึ่งในงานวิจัยถัดไปควรทำการคำนวณรายรับสุทธิที่คำนวณจากต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงรวมถึงทำการวิเคราะห์ต้นทุนการบริการตรวจวิเคราะห์ฯ เพื่อที่จะได้ทราบต้นทุนและจุดคุ้มทุนจากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เครื่อง NMR เพื่อใช้ในการหาแนวทางในการเพิ่มรายได้จากการให้บริการตรวจวิเคราะห์ฯ เพื่อเสนอต่อผู้บริหารต่อไป

## บรรณานุกรม

- คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. (2565). *องค์ประกอบและการทำงานของเครื่อง NMR*. สืบค้นจาก <https://science.buu.ac.th/nmrsci/index.php?>
- คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2565). *การวิเคราะห์ต้นทุน ปริมาณขาย และกำไร และการวิเคราะห์เลฟเฟอร์ริจ*. สืบค้นจาก <https://www.tbs.tu.ac.th/wp-content/uploads/2018/01/09.pdf>
- เจอีโอแอล. (2566). *พื้นฐานวิทยาศาสตร์: นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรมิเตอร์ (NMR)*. สืบค้นจาก <https://th.jeol.com/products/science/nmr.php>
- พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย. (2555). โซลิตสเททนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโคปี: หลักการและพื้นฐานเบื้องต้นของการทดลอง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.*, 28(1), 165-182.

- สุดใจ ผุดผาด. (2565). การวิเคราะห์การบริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 11(3), 97-106.
- สำนักนิติการ สำนักงานอธิการบดี สจล. (2554). *ประกาศสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เรื่องการแบ่งหน่วยงานภายในของส่วนงานวิชาการในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. สืบค้นจาก <https://law.kmitl.ac.th/wp-content/uploads/2018/02/j11.pdf>
- วิริญญา สุทัศน์วิชานนะ. (2563). *การใช้งานเครื่อง NMR สำหรับวิเคราะห์สารตัวอย่าง: คู่มือการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการ NMR ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร*. สืบค้นจาก <https://www.sc.su.ac.th/knowledge/work-manual11.pdf>
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2565). *เทคนิคนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี*. สืบค้นจาก <https://www.mtec.or.th/technical-service-2/nmr-spectroscopy>
- ธันวา เจริญศิริ. (2564). *วิเคราะห์ต้นทุนหน่วยสัตว์ทดลอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 11(1), 10-20.
- อาทร ริวไพบูลย์. (2559). *การวิเคราะห์ต้นทุนเพื่อการพัฒนางานและการนำไปใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*. สืบค้นจาก <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/grad/seap/main.php>