การศึกษาสภาพ ปัญหา และอุปสรรคของอาคารสำนักวิทยบริการ ที่มีต่อการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม (กรณีเป็นอาคารเก่า)

โดย

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
1 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

คำนำ

รายงานนี้จัดทำขึ้นโดยคณะอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อรายงานผลการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับการตรวจประเมินห้องสมุดสีเขียวของสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดย อาจารย์ศตวรรษ ทวงชน เขียนรายงานผลการประเมินในส่วนของโครงสร้างอาคารและวัสดุประกอบอาคาร ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง และพื้นที่ปลูกต้นไม้สีเขียว อาจารย์ ดร. วจัสกร กาญจนะ เขียนรายงานผลการประเมินในส่วนของก๊าซเรือนกระจก และการจัดการมลพิษทางน้ำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิดา ชัยมูล เขียนรายงานผลการประเมินในส่วนของการจัดการขยะ และรองศาสตราจารย์ ดร. มณีรัตน์ องค์วรรณดี เขียนรายงานผลการประเมินในส่วนของระบบปรับอากาศและการจัดการมลพิษทางอากาศและเสียง โดยมีผู้ช่วยศาสตราจาร์ ดร. เพชร เพ็งชัย เป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วจัดทำเป็นรูปเล่ม เนื่องจากคณะทำงานมีโอกาสตรวจสอบและทำรายงานในระยะเวลาจำกัด จึงอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ หากท่านผู้อ่านพบข้บกพร้องประการใดในรายงาน คณะผู้จัดทำขอน้อมรับและขออภัยต่อทุกท่านไว้ในที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำรายงาน

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1 กรกฎาคม 2562

สารบัญ

หมวดที่ 2 โครงสร้างอาคารและวัสดุประกอบอาคาร 1

1. โครงสร้างอาคารและวัสดุประกอบอาคาร 1

2. ระบบปรับอากาศ 2

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 5

4. การปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว 7

หมวดที่ 3 การจัดการทรัพยากรและพลังงาน 8

1. ก๊าซเรือนกระจก 8

หมวดที่ 4 การจัดการของเสียและมลพิษ 10

1. มลพิษทางน้ำ 10

2. มลพิษทางอากาศ 12

3. การจัดการขยะ 15

หมวดที่ 8 การประเมินคุณภาพห้องสมุดสีเขียว 17

1. การใช้พลังงาน 17

2. การจัดการขยะ 17

3. การจัดการน้ำเสีย 18

4. การจัดการมลพิษทางอากาศ 19

5. การจัดการก๊าซเรือนกระจก 19

เอกสารอ้างอิง 21

หมวดที่ 2 โครงสร้างอาคารและวัสดุประกอบอาคาร

1. โครงสร้างอาคารและวัสดุประกอบอาคาร

1.1 การใช้วัสดุหลังคาติดตั้งฉนวนกันความร้อน

1.1.1 ผลการตรวจสอบ

วัสดุหลังคาไม่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน

1.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ควรติดตั้งฉนวนกันความร้อนให้กับบริเวณหลังคาของอาคาร เช่น ฉนวนใยแก้ว ฉนวน PU แผ่นยิปซั่มบอร์ด หรือแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น

1.2 การติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกหรือใช้ผนัง 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศระหว่างชั้นเพื่อกันความร้อนจากภายนอก

1.2.1 ผลการตรวจสอบ

ไม่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกหรือใช้ผนัง 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศระหว่างชั้นเพื่อกันความร้อนจากภายนอก

1.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ควรพิจารณาติดตั้งติดตั้งฉนวนกันความร้อน หรือใช้วัสดุปกปิดผิวอาคาร เพิ่มเติมในจุดที่ได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์โดยตรงเพื่อช่วยป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์

1.3 สีของผนังทึบภายนอก/คุณสมบัติดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์/การติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้านหลังบริเวณที่ใช้สีเข้ม

1.3.1 ผลการตรวจสอบ

ผนังทึบภายนอกมีลักษณะเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีขาว ซึ่งเป็นสีโทนอ่อนมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ 0.3 ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดกลืนความร้อนหรือดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ในระดับต่ำ นอกจากนี้อาคารยังมีส่วนประกอบผนังทึบเป็นแบบผนังก่ออิฐฉาบปูนตกแต่งด้วยกระเบื้องลายอิฐแดง ซึ่งเป็นวัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้มมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ 0.7 ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดกลืนความร้อนหรือดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ในระดับค่อนข้างสูง (คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน; 2560)

1.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

เนื่องจากอาคารมีการตกแต่งส่วนผนังทึบด้วยวัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้มและมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์สูง อาจส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นได้ จึงเสนอให้มีการปรับปรุงวัสดุตกแต่งผิวผนังของอาคารให้มีการใช้สีโทนอ่อนลง หรืออาจใช้วิธีการปลูกพืชเพื่อให้ร่มเงาแก่อาคารในส่วนผนังทึบด้านที่ต้องรับแสงแดดโดยตรง

2. ระบบปรับอากาศ

2.1 ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับที่ 1 (ประกาศเมื่อปี พ.ศ. 2538) อย่างน้อยเป็นปริมาณร้อยละ 50 ของจำนวนตันความเย็นทั้งหมด และเครื่องปรับอากาศที่สั่งซื้อใหม่หลัง พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2550 มีผลบังคับใช้ต้องผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพตามกฎหมายระบุ

2.1.1 ผลการตรวจสอบ

สำนักวิทยบริการใช้ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น (chiller) โดยเพิ่งมีการติดตั้งชุดเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ในระหว่างเดือนมิถุนายน 2561 ถึง กันยายน 2561 ด้วยการสนับสนุนของกรมพัฒนา

พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตามโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในหน่วยงานภาครัฐ โดยทดแทนชุดเครื่องทำน้ำเย็นเดิมซึ่งใช้มาตั้งแต่ พ.ศ. 2538 ซึ่งชุดใหม่ประกอบด้วยเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 3 เครื่อง ขนาดเครื่องละ 200 ตัน โดยเครื่องทำน้ำเย็นจะผลิตน้ำเย็นเพื่อส่งจ่ายให้กับคอล์ยเย็น (cooling coil) จำนวน 235 เครื่องที่ติดตั้งในแต่ละชั้นด้วยเครื่องสูบส่งน้ำเย็น (chilled water pump) น้ำเย็นจะถูกใช้เพื่อดูดความร้อนออกจากอากาศที่ไหลเวียนเข้าคอล์ยเย็น ทำให้อากาศในบริเวณที่ต้องการเย็นลง จากนั้นน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะถูกส่งกลับไปที่เครื่องระเหย (evaporator) ซึ่งใช้น้ำยาแอร์ R22 ดูดความร้อนออกจากน้ำเพื่อผลิตน้ำเย็นหมุนเวียนใหม่ จากนั้นน้ำยาแอร์จะเหยกลายเป็นไอและถูกส่งไปที่เครื่องอัด (compressor) และระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศด้วยหอระบายความร้อนด้วยน้ำ (cooling tower) น้ำยาแอร์จะถูกหมุนเวียนกลับมาที่เครื่องระเหยเพื่อใช้งานต่อไป

จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) แสดงค่าประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (water-cooled water chiller) ขนาดทำความเย็น 500-10,000 ตัน เท่ากับ 0.8-1 กิโลวัตต์ต่อตัน (ปริมาณการกินไฟทั้งระบบ)

2.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) แนะนำว่า “เนื่องจากโดยปกติเครื่องทำน้ำเย็นทุกประเภทจะถูกออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเครื่องทำน้ำเย็นเดินที่พิกัดภาระสูงสุด (Full Load) หากภาระของเครื่องทำน้ำเย็นลดลงประสิทธิภาพจะลดลงไปด้วยหรือการใช้พลังงานจะสูงขึ้น (Part Load) ดังนั้นเครื่องทำน้ำเย็นจึงควรเดินที่ภาระสูงที่สุดตลอดเวลา” นอกจากนี้ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ เช่น ใช้การบังเงาบริเวณหลังคาเพื่อหลีกเลี่ยงแสงที่ส่องโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ลดการรั่วของอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารตามกรอบอาคาร ประตู หน้าต่าง เป็นต้น

2.2 มีกำหนดการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศเป็นประจำ

2.2.1 ผลการตรวจสอบ

กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ให้ข้อมูลการตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของสำนักวิทยบริการดังนี้

- ตรวจสอบเครื่องทำน้ำเย็นเป็นประจำปีละ 2 ครั้ง
- ตรวจสอบน้ำยาแอร์เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง

- ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น (condenser) เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง
- ทำความสะอาดฟิลเตอร์กรองอากาศเป็นประจำปีละ 2 ครั้ง

2.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

-ไม่มี-

2.3 เครื่องส่งลมเย็นที่มีอัตราการส่งลมเย็นตั้งแต่ 1,000 ลิตรต่อวินาทีขึ้นไปต้องมีแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพอย่างน้อย MERV 7

2.3.1 ผลการตรวจสอบ

เนื่องจากสำนักวิทยบริการใช้ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น (chiller) โดยมีเครื่องสูบส่งน้ำเย็นส่งไปยังคอล์ยเย็น (cooling coil) จำนวน 235 เครื่องที่ติดตั้งในแต่ละชั้นเพื่อใช้แลกเปลี่ยนความร้อนจากอากาศโดยตรง ไม่ได้ใช้ระบบส่งจ่ายลมเย็นหรือที่เรียกว่า air handling unit (AHU) ซึ่ง AHU โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนทำความสะอาดอากาศที่หมุนเวียนกลับเข้ามา ดังนั้นระบบปรับอากาศของสำนักวิทยบริการจึงไม่เข้าหลักเกณฑ์การใช้แผงกรองอากาศ MERV 7 ดังกล่าว อย่างไรก็ดีจากการสอบถามข้อมูลจากกองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดูแลระบบปรับอากาศของสำนักวิทยบริการ พบว่ามีการใช้แผงกรองฝุ่น (ฟิลเตอร์) ที่คอล์ยเย็นซึ่งแผงฟิลเตอร์ผลิตจากเส้นใยพลาสติกที่ใช้โดยทั่วไปในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type)

กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ให้ข้อมูลการตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของสำนักวิทยบริการดังนี้

- ตรวจสอบเครื่องทำน้ำเย็นเป็นประจำปีละ 2 ครั้ง
- ตรวจสอบน้ำยาแอร์เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง
- ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น (condenser) เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง
- ทำความสะอาดฟิลเตอร์กรองอากาศเป็นประจำปีละ 2 ครั้ง

2.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

กรณีถ้ามีข้อร้องเรียนจากผู้ใช้บริการเรื่องปัญหารบกวนจากฝุ่นละออง ทางสำนักวิทยบริการอาจพิจารณาติดตั้งเครื่องฟอกอากาศเชิงพาณิชย์

3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.1 กำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร (วัตต์/ตารางเมตร) ไม่เกินค่าที่กำหนดตามกฎกระทรวง

3.1.1 ผลการตรวจสอบ

เนื่องจากในตัวอาคารได้มีการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟแบบประหยัดพลังงานชนิด LED ซึ่งไม่ต้องใช้บัลลาสต์ ดังนั้นการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดจึงไม่นำกำลังสูญเสียไฟฟ้าของบัลลาสต์มาคำนวณ ดังนั้น

ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด = กำลังวัตต์รวม/พื้นที่ใช้สอยรวม

= 2,577 หลอด x 18 วัตต์/ 15,000 ตารางเมตร

= 3.09 วัตต์/ตารางเมตร

จะเห็นได้ว่าค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารมีค่าประมาณ 3.10 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฯ ที่ได้กำหนดไว้ว่า อาคารสถานศึกษา สำนักงาน มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารไม่เกิน 14 วัตต์/ตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน (ที่มา : กฎกระทรวง กำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552)

3.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ไม่มี

3.2 เลือกใช้อุปกรณ์ส่องสว่างประสิทธิภาพสูง หรือ ใช้แสงธรรมชาติให้ความสว่างภายในอาคาร

3.2.1 ผลการตรวจสอบ

ในพื้นที่อ่านหนังสือและพื้นที่ส่วนใหญ่ของอาคาร มีการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับการใช้อุปกรณ์ส่องสว่างประสิทธิภาพสูงอยู่แล้ว (รางหลอดไฟที่มีโคมรวมแสง) ยกเว้นในห้องสำนักงานบริเวณชั้น

ใต้ดิน ยังมีการใช้แสงธรรมชาติ น้อยและอุปกรณ์ส่องสว่างที่ใช้ยังเป็นแบบที่ให้ประสิทธิภาพในการส่องสว่างน้อย (เป็นรางหลอดไฟที่ไม่มีโคมรวมแสง)

3.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

สำหรับห้องสำนักงานในบริเวณชั้นใต้ดิน ควรเพิ่มการใช้แสงธรรมชาติโดยการเพิ่มช่องแสงหรือช่องเปิด และเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ส่องสว่างประสิทธิภาพสูง (รางหลอดไฟที่มีโคมรวมแสง) ร่วมกับสวิทซ์กระตุกเพื่อลดเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ลง

3.3 แยกการเปิดปิดไฟฟ้าส่องสว่างเป็นโซน

3.3.1 ผลการตรวจสอบ

มีการแยกสวิทซ์ ปิด-เปิด ไฟ แบ่งเป็นโซนตามพื้นที่การใช้งาน ครอบคลุมทั่วทั้งอาคาร

3.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ควรพิจารณาติดตั้งสวิทซ์แบบกระตุกเพื่อลดเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ลง

3.4 ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (ไม่รวมแสงธรรมชาติ) ในพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงแรงงาน

3.4.1 ผลการตรวจสอบ

ค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ (ไม่รวมแสงธรรมชาติ) ในพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงแรงงานทั้งหมด ยกเว้นห้องสำนักบริเวณชั้นใต้ดิน มีค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อย

3.4.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

สำหรับห้องสำนักบริเวณชั้นใต้ดิน ควรเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ส่องสว่างประสิทธิภาพสูง (รางหลอดไฟที่มีโคมรวมแสง) หรืออาจเพิ่มโคมไฟแบบตั้งโต๊ะ เพื่อเพิ่มค่าความส่องสว่างภายในพื้นที่ที่ไม่ผ่าน

เกณฑ์ และควรมีการเพิ่มช่องแสงหรือช่องเปิดเพื่อใช้แสงจากธรรมชาติช่วยในการเพิ่มความสว่างภายในห้องสำนักงานดังกล่าวด้วย

4. การปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว

4.1 มีต้นไม้ยืนต้นไม่น้อยกว่า 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร เพื่อปรับสภาวะภูมิอากาศจุลภาคและสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี

4.1.1 ผลการตรวจสอบ

มีการปลูกไม้ยืนต้น โดยรอบอาคารเป็นจำนวนมาก โดยมีต้นไม้ยืนต้นมากกว่า 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร

4.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ในส่วนของอาคารด้านที่ไม่สามารถปลูกไม้ยืนต้นและได้รับผลกระทบจากแสงแดดโดยตรง ควรมีการปรับปรุงผิวผนังของอาคารโดยใช้วัสดุตกแต่ง ปิดทับผิวอาคารที่สามารถสะท้อนหรือป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ เช่นการปลูกไม้เลื้อยคลุมผิวผนังอาคาร หรือการใช้ระแนงเพื่อบังแสงอาทิตย์

4.2 ปลูกต้นไม้อย่างน้อย1 ต้นต่อความยาว 4 เมตรของความยาวอาคารในแต่ละด้าน ช่วยให้เกิดร่มเงาและควบคุมทิศทางลม

4.2.1 ผลการตรวจสอบ

ในด้านทิศเหนือและทิศตะวันตก มีการปลูกต้นไม้เป็นแนวกันความร้อนโดยรอบอาคาร โดยมีจำนวนมากกว่า 1 ต้นต่อความยาว 4 เมตรของความยาวอาคาร ซึ่งช่วยให้เกิดร่มเงา มีการถ่ายเทอากาศและความร้อนบริเวณโดยรอบอาคารได้ดี แต่ในด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ มีการปลูกต้นไม้น้อยกว่า 1 ต้นต่อความยาว 1 เมตร เนื่องจากในทิศดังกล่าว มีลักษณะเป็นทางเดินเชื่อมต่อกับอาคารอื่นและเป็นลานคอนกรีตไม่สามารถปลูกไม้ยืนต้นตามที่กำหนดได้

4.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

อาจพิจารณาติดตั้งฉนวนกันความร้อน ใช้วัสดุปกปิดผิวอาคาร หรือการปลูกไม้เลื้อยคลุมผิวผนังอาคารเพิ่มเติมในจุดที่ได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์โดยตรงเพื่อช่วยป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์

หมวดที่ 3 การจัดการทรัพยากรและพลังงาน

1. ก๊าซเรือนกระจก

1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกจุดในอดีตและปัจจุบัน

1.1.1 ผลการตรวจสอบ

จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรของสำนักวิทยบริการปีพ.ศ. 2561 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 425,6001 $kgCO_2e$/ปี โดยมีรายละเอียดการประเมินตามขอบเขตดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักวิทยบริการปีพ.ศ. 2561

ขอบเขตการดำเนินงาน	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่า EF*	หน่วย	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2e$/ปี)
ประเภท 1	1. การเผาไหม้แบบอยู่กับที่ (Stationary combustion)					
	การใช้น้ำมันสำหรับงานอาคาร					
	Diesel (generator)	N/A	ลิตร	2.7446	kgCO2e /ลิตร	N/A
	2. การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ (mobile combustion)					

ตารางที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักวิทยบริการปีพ.ศ. 2561 (ต่อ)

ขอบเขตการดำเนินงาน	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่า EF*	หน่วย	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2e$/ปี)
ประเภท 1	Diesel	801.37	ลิตร	2.7446	$kgCO_2e$/ลิตร	2,199.44
	3. การปล่อยสารมีเทนจากระบบ septic tank**	1,004.48	กก.บีโอดี	0.3	$kgCO_2e$/กก.บีโอดี	8,437.52
	4. การปล่อยสารมีเทนจากบ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ***	1004.48	กก.บีโอดี	-	kgCO2e/กก.บีโอดี	0
	5. การใช้สารทำความเย็นชนิด R134a	N/A	กก.	-	kgCO2e/กก.	N/A
ประเภท 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	591,699	kWh	0.6933	$kgCO_2e$/kWh	410,224.92
ประเภท 3	การใช้กระดาษ A4 และ A3 สีขาว	190	กก.	0.6662	$kgCO_2e$/กก.	126.58
	การใช้น้ำประปา****	14,245	ลบ.ม.	0.3238	$kgCO_2e$/ลบ.ม.	4,612.53
	ขยะของเสีย (ฝังกลบ)*****	N/A	กก.	0.4926	$kgCO_2e$/กก.	N/A
						425,600.99

หมายเหตุ: * ค่า Emission Factor (EF) อ้างอิงจาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_f2e7bb377d.pdf (ยกเว้นค่า EF ของการปล่อยสารมีเทนจากระบบ septic tank)

** วิธีการประเมินปริมาณสารอินทรีย์และปริมาณก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงจาก IPCCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: CH_4 Emission from Domestic Wastewater ดังรายละเอียดในเอกสารแนบ และใช้ค่า Global Warming Potential (GWP) เท่ากับ 28 $kgCO_2e/kgCH_4$ (อ้างอิงจาก https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf, p. 73-79)

*** น้ำเสียจากห้องสมุดทั้งหมดส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยมหาสารคามซึ่งเป็นระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)

**** ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยระหว่าง 21-26 พ.ค. 2562 เท่ากับ 41.41 ลบ.ม. ต่อวัน จำนวนวันเปิดให้บริการ เท่ากับ 344 วันต่อปี

***** ไม่มีข้อมูลปริมาณหรือสัดส่วนขยะอินทรีย์

1.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

1) พิจารณาบันทึกปริมาณการใช้น้ำประปารายเดือนของสำนักวิทยบริการ

2) พิจารณาตรวจวัดคุณลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าบ่อเกรอะของสำนักวิทยบริการโดยสุ่มวิเคราะห์รายเดือน

3) พิจารณาบันทึกน้ำหนักขยะของสำนักวิทยบริการก่อนส่งรถขยะเก็บขนไปกำจัด

หมวดที่ 4 การจัดการของเสียและมลพิษ

1. มลพิษทางน้ำ

1.1 ปริมาณการใช้น้ำ (อดีตและปัจจุบัน) โดยนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ มาตรฐานของแต่ละประเภทอาคาร

1.1.1 ผลการตรวจสอบ

จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรของสำนักวิทยบริการปีพ.ศ. 2561 พบว่ามีอัตราการใช้น้ำประปาเท่ากับ 53.7 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปริมาณการใช้น้ำของอาคารประเภทสำนักงานและโรงเรียน โดยมีรายละเอียดการประเมินตามขอบเขตดังตารางที่ 2

1.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ไม่มี

1.2 ปริมาณการใช้น้ำยาทำความสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (อดีตและปัจจุบัน)

1.2.1 ผลการตรวจสอบ

ไม่มีการใช้น้ำยาทำความสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

พิจารณาออกเงื่อนไขการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สินค้าเกษตรอินทรีย์ สินค้าประหยัดพลังงาน และสินค้าที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณต่ำกว่าสินค้าประเภทเดียวกัน เป็นต้น

ตารางที่ 2 อัตราการใช้น้ำประปาของสำนักวิทยบริการปีพ.ศ. 2561

ปริมาณการใช้น้ำประปาต่อวัน*	41,410 ลิตรต่อวัน
จำนวนบุคลากร**	71 คนต่อวัน
จำนวนผู้เข้าใช้บริการ**	701 คนต่อวัน
ปริมาณการใช้น้ำประปาต่อคนต่อวัน	53.7 ลิตรต่อคนต่อวัน
มาตรฐานปริมาณการใช้น้ำของอาคารสำนักงาน	40-75 ลิตรต่อคนต่อวัน
มาตรฐานปริมาณการใช้น้ำของอาคารโรงเรียน	50-80 ลิตรต่อคนต่อวัน

หมายเหตุ * ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ยระหว่าง 21-26 พ.ค. 2562 เท่ากับ 41.41 ลบ.ม. ต่อวัน จำนวนวันเปิดให้บริการ เท่ากับ 344 วันต่อปี

** -ข้อมูลจากรายงานตารางแสดงค่าระดับของดัชนี การใช้พลังงาน EUI/CFO สำนักวิทยบริการ 2561 จำนวนผู้เข้าใช้บริการ 241,201 คนต่อปี จำนวนวันเปิดให้บริการ เท่ากับ 344 วันต่อปี

1.3 คุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารและน้ำหลังบำบัดที่โรงบำบัด มมส เทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนดสำหรับการที่จะระบายลงแหล่งรองรับน้ำทิ้งได้จากกฎกระทรวง ฉบับที่ 44 (พ.ศ.2538)

1.3.1 ผลการตรวจสอบ

จากผลตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียที่กองอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วตั้งแต่ ธ.ค. 2561 ถึง มี.ค. 2562 พบว่ามีค่าเฉลี่ยพีเอช เท่ากับ 8.1 บีโอดี เท่ากับ 9.7 มก./ล. และของแข็งละลายน้ำเท่ากับ 276.6 มก./ล.ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอาคารประเภท ก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548

1.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

พิจารณาตรวจวิเคราะห์น้ำเสียเข้าและออกระบบบำบัดน้ำเสีย อย่างน้อยเดือนละครั้ง เพื่อเก็บรวมรวมข้อมูลสถิติและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบบัดน้ำเสียเพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขการเดินระบบให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

1.4 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย (จากบ่อรวบรวมน้ำเสียห้องสมุด ไปจนถึงน้ำเสียหลังบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย มมส)

1.4.1 ผลการตรวจสอบ

ไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจาก ไม่มีข้อมูลสถิติคุณลักษณะน้ำเสียเข้าระบบบำบัด

1.4.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

พิจารณาตรวจวัดคุณลักษณะน้ำเสียเข้าบ่อเกรอะของสำนักวิทยบริการและน้ำเสียเข้าระบบบำบัดรวมของ มมส

1.5 มีการแยกระบบระบายน้ำฝนและระบบรวบรวมน้ำเสียออกจากกันอย่างชัดเจน หรือมีการจัดทำระบบในการแยกน้ำฝน เช่น บ่อผันน้ำเสีย

1.5.1 ผลการตรวจสอบ

มีระบบท่อแยกน้ำฝนและน้ำเสีย

1.5.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

พิจารณาตรวจสอบและแก้ไขกรณีมีการปนเปื้อน เนื่องจากบางสถานที่วางระบบระบายน้ำฝนและระบบรวบรวมน้ำเสียอยู่ใกล้เคียงกัน

2. มลพิษทางอากาศ

2.1 ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่พื้นที่ต่างๆของห้องสมุด

2.1.1 ผลการตรวจสอบ

ตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ด้วยเครื่องวัดปริมาณฝุ่นแบบเลเซอร์ (Dust Trak II Model, TSI Inc., USA) โดยเครื่องบันทึกค่าความเข้มข้นฝุ่นอย่างต่อเนื่องอัตโนมัติทุกๆ 1 นาที ทำการตรวจวัดวันที่ 3, 4 และ 5 เมษายน 2562 ที่บริเวณที่นั่งอ่านหนังสือของชั้น 3, 2 และ 3 ตามลำดับ ผลการตรวจวัดพบระดับ PM2.5 มีค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ชั่วโมง เท่ากับ 78±5, 41±1 และ 76±3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารทั่วไปที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบหรืออุตสาหกรรม มีเพียงมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปซึ่งมีการกำหนดระดับ PM2.5 ในบรรยากาศเพื่อความปลอดภัยของประชาชนต้องไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2553) ดังนั้นระดับ PM2.5 ในสำนักวิทยาบริการมีบางช่วงเวลาที่เกินค่ามาตรฐานไปบ้างแต่ทั้งนี้การตรวจวัดเป็นค่าเฉลี่ยในช่วง 1 ชั่วโมง ซึ่งถ้าตรวจวัดเพื่อหาค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากนี้ได้

2.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

แหล่งกำเนิดที่สำคัญของ PM2.5 มาจากปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาไหม้ ซึ่งแตกต่างจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ที่มีแหล่งกำเนิดทางกายภาพเป็นหลัก ดังนั้น PM2.5 ในสำนักวิทยบริการอาจมาจากแหล่งกำเนิดภายนอกอาคาร เช่น การสัญจรด้วยยานพาหนะ ทำให้ PM2.5 ถูกพาเข้าสู่อาคารเนื่องจากการแลกเปลี่ยนอากาศ ดังนั้นมาตรการที่จะช่วยลดระดับ PM2.5 ลงให้ต่ำกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อาจใช้หลักการฟอกอากาศ (air cleaning) ได้แก่ การใช้เครื่องฟอกอากาศเชิงพาณิชย์ที่สามารถกำจัดฝุ่นขนาดเล็กได้ เช่น HEPA filter ติดตั้งในบริเวณที่มีผู้ใช้บริการ บริเวณอ่านหนังสือ หรือการใช้ต้นไม้ประดับดักจับฝุ่นละอองขนาดเล็กแต่ประสิทธิภาพจะต่ำกว่าการใช้เครื่องฟอกอากาศ อย่างไรก็ดีต้นไม้ประดับบางชนิด เช่น พลูด่าง บอสตันเฟิร์น หนวดฤษี เป็นต้น ยังมีความสามารถในการดูดซับก๊าซมลพิษได้ดี เช่น ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์ (มณีรัตน์, 2561) นอกจากนี้ต้นไม้ประดับช่วยสร้างบรรยากาศสภาวะน่าสบายให้กับผู้ใช้อาคารได้อีกทางด้วย โดยอาจปลูกต้นไม้ประดับในแนวดิ่ง (vertical green wall) ซึ่งประหยัดพื้นที่มากกว่าการปลูกในแนวราบ

2.2 อัตราการระบายอากาศในพื้นที่ปรับอากาศ (ดูข้อมูลการทำงานของ chiller จากกองอาคารเพื่อวิเคราะห์)

2.2.1 ผลการตรวจสอบ

เนื่องจากสำนักวิทยบริการใช้ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น (chiller) โดยมีเครื่องสูบส่งน้ำเย็นส่งไปยังคอล์ยเย็น (cooling coil) จำนวน 235 เครื่องในแต่ละชั้นเพื่อใช้แลกเปลี่ยนความร้อนจากอากาศโดยตรง ซึ่งระบบปรับอากาศที่ใช้นี้ไม่การถ่ายทิ้งอากาศภายในและไม่มีการดึงอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาเติม จึงไม่มีข้อมูลทางเทคนิคของอัตราการระบายอากาศทางกล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการแลกเปลี่ยนอากาศของอาคารสำนักวิทยบริการเกิดจากการรั่วไหลเข้าออกของอากาศบริเวณประตูและช่องเปิดต่างๆ ของตัวอาคารเป็นหลัก ด้วยเหตุดังกล่าวจึงจำเป็นต้องวัดอัตราการระบายอากาศของอาคารทางอ้อมแทน ผู้ตรวจวัดจึงวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารสำนักวิทยบริการบริเวณที่มีผู้ใช้บริการ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จัดเป็นก๊าซ bio effluent ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการหายใจของคนที่อยู่ภายในอาคาร ถ้าระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารสูงเกินไปสามารถชี้ให้เห็นถึงอัตราการระบายอากาศของอาคารที่ไม่เพียงพอ โดยทำการตรวจระดับคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่องวัดสภาพแวดล้อม (Extech Instruments, Co., USA) ในวันที่ 4 และ 5 เมษายน 2562 บริเวณที่นั่งอ่านหนังสือของชั้น 2 และ 3 ตามลำดับ พบระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย เท่ากับ 636±11 และ 584±24 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) ตามลำดับ ซึ่งไม่เกิน 1,000-1,200 พีพีเอ็มตามคำแนะนำโดย American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2016) สำหรับการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ (ventilation for acceptable indoor air quality)

2.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

เนื่องจากอัตราการระบายอากาศของอาคารสำนักวิทยบริการยังเพียงพอที่จะรักษาระดับคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารให้ไม่เกินค่าแนะนำที่ 1,000-1,200 พีพีเอ็มได้ ดังนั้นจึงไม่มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประเด็นเรื่องอัตราการระบายอากาศ

2.3 ความดังของเสียงในพื้นที่ต่างๆของห้องสมุดไม่เกินเกณฑ์ที่ทางราชการกำหนด

2.3.1 ผลการตรวจสอบ

ตรวจวัดระดับเสียงด้วยเครื่องวัดเสียง (GA6224/6 Model, Castle Group Inc., UK) ใช้มาตรระดับเสียงวงจรถ่วงน้ำหนัก A แบบ fast วัดค่าระดับเสียง Leq อย่างต่อเนื่องอัตโนมัติทุกๆ 10 วินาที ทำการตรวจวัดวันที่ 4 และ 5 เมษายน 2562 ที่บริเวณที่นั่งอ่านหนังสือของชั้น 3 และ 2 ตามลำดับ ผลการตรวจวัด

พบระดับเสียง Leq เฉลี่ยในเวลา 1 ชั่วโมง เท่ากับ 52.1±1.5 และ 55.0±1.4 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ระดับเสียงสูงสุดในช่วงเวลาที่ตรวจวัด เท่ากับ 59.8 และ 60.4 เดซิเบลเอ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงโดยทั่วไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2540) กำหนดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ และค่าระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ ดังนั้นระดับเสียงในสำนักวิทยบริการมีค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดในประกาศฯ อย่างไรก็ดี การตรวจในครั้งนี้เป็นการตรวจวัดในเวลา 1 ชั่วโมง การวัดเพื่อหาค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากนี้ได้

2.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

เนื่องจากกิจกรรมโดยทั่วไปภายในสำนักวิทยบริการไม่ได้ก่อให้เกิดเสียงดังหรือเสียงรบกวน ระดับเสียงในบริเวณที่มีผู้ใช้บริการจึงค่อนข้างต่ำ และแหล่งกำเนิดเสียงจากภายนอก เช่น การจราจร ไม่ได้ส่งผลต่อระดับเสียงภายในอาคาร ดังนั้นจึงไม่มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประเด็นเรื่องเสียงดังรบกวน

3. การจัดการขยะ

3.1 ปริมาณขยะแยกประเภทในปัจจุบันและอดีต (ถ้ามีข้อมูล)

3.1.1 ผลการตรวจสอบ

ข้อมูลขยะแยกประเภทเป็นแบบเพื่อการกำจัด ขาย และนำกลับมาใช้ใหม่ ยังไม่แยกประเภทตามองค์ประกอบของขยะ (ดูตารางที่ 3)

3.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ควรแยกประเภทขยะตามองค์ประกอบขยะด้วยวิธี Quartering (แบ่งสี่) เช่น พลาสติก แก้ว กระดาษ เป็นต้น เพื่อจะได้นำข้อมูลองค์ประกอบขยะใช้วางแผนการรณรงค์ลดขยะตามประเภท ซึ่งจะได้ผลดีมากกว่าการลดปริมาณขยะแบบรวม

ตารางที่ 3 **ปริมาณขยะ สำนักวิทบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามปี พ.ศ. 2560-2561**

เดือน	ประจำปี พ.ศ. 2560			ประจำปี พ.ศ. 2561		
	ส่งกำจัด*	ส่งจำหน่าย**	นำกลับมาใช้ใหม่***	ส่งกำจัด*	ส่งจำหน่าย**	นำกลับมาใช้ใหม่***
มกราคม	1,550.00	90.00	-	1,702.00	95.00	2.08
กุมภาพันธ์	1,700.00	100.00	-	1,650.00	90.00	2.60
มีนาคม	2,100.00	100.00	-	1,739.00	97.00	2.60
เมษายน	1,650.00	95.00	-	1,511.00	80.00	2.08
พฤษภาคม	1,800.00	100.00	-	1,678.00	89.80	2.60
มิถุนายน	1,650.00	90.00	-	1,688.50	83.00	2.60
กรกฎาคม	1,500.00	100.00	-	1,558.00	81.50	5.20
สิงหาคม	1,600.00	95.00	-	1,808.00	92.60	5.20
กันยายน	2,000.00	90.00	-	1,645.00	91.40	5.20
ตุลาคม	1,600.00	100.00	2	1,750.50	91.50	3.12
พฤศจิกายน	1,750.00	100.00	2	1,700.00	98.00	2.80
ธันวาคม	1,700.00	100.00	2	1,676.50	90.00	2.80
รวม	20,600.00	1,160.00	6.00	20,106.50	1,079.80	38.88
รวมขยะทั้งหมด	21,766			21,286.88		

หมายเหตุ: ส่งกำจัด* หมายถึงขยะทั่วไป ส่งจำหน่าย**น่าจะเป็นขยะจำพวก ขวด กระดาษ นำกลับมาใช้ใหม่***เป็นกระดาษที่ใช้แล้วหน้าเดียวและนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนขยะอันตรายนั้นยังไม่มีการจดบันทึก

3.2 สัดส่วนความถูกต้องในการแยกขยะในปัจจุบันและอดีต

3.2.1 ผลการตรวจสอบ

ผู้ปฏิบัติงานทำได้ถูกต้อง

3.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ไม่มี

3.3 พื้นที่รวบรวมขยะก่อนส่งกำจัดในปัจจุบันและอดีต (ถ้ามีข้อมูล)

3.3.1 ผลการตรวจสอบ

พื้นที่รวบรวมมีความเหมาะสม

3.3.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ไม่มี

<u>หมวดที่ 8 การประเมินคุณภาพห้องสมุดสีเขียว</u>

1. การใช้พลังงาน

1.1 ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม Energy Utilization Index (EUI)

1.1.1 ผลการตรวจสอบ

ยังไม่ได้รับข้อมูล เมื่อมีข้อมูลแล้วให้ห้องสมุดดำเนินการประเมินตามสูตร EUI

1.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

-

2. การจัดการขยะ

2.1 ปริมาณที่ขยะลดลง

2.1.1 ผลการตรวจสอบ

ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2562 มีขยะลดลง

2.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ควรเก็บข้อมูลติดตามผลอย่างต่อเนื่องและวิเคราะห์ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อปริมาณขยะ เช่นการเปิด-ปิดภาคเรียน ช่วงสอบ ตลอดจนอัตราการทิ้งขยะในแต่ละเดือนว่าต่างกันอย่างไร

2.2 ร้อยละของปริมาณขยะที่นำมา reuse และ recycle เพิ่มขึ้น

2.2.1 ผลการตรวจสอบ

ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2562 ปริมาณขยะที่ส่งจำหน่าย เพื่อรีไซเคิล เริ่มลดลงจากปี 2561 ซึ่งอาจเป็นผลจากการลดปริมาณขยะ

2.2.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ขอให้แยกองค์ประกอบขยะ และคำนวณร้อยละการรีไซเคิลและรียูสของขยะแต่ละประเภท เพื่อการวางแผนการจัดการขยะประเภทนี้ ซึ่งอาจจะนำไปสู่ paper-less organization ในอนาคต

3. การจัดการน้ำเสีย

3.1 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย (จากบ่อรวบรวมน้ำเสียห้องสมุด ไปจนถึงน้ำเสียหลังบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย มมส)

3.1.1 ผลการตรวจสอบ

ไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลสถิติคุณลักษณะน้ำเสียเข้าระบบบำบัด

3.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

พิจารณาตรวจวัดคุณลักษณะน้ำเสียเข้าบ่อเกรอะของสำนักวิทยบริการและน้ำเสียเข้าระบบบำบัดรวมของ มมส

4. การจัดการมลพิษทางอากาศ

4.1 จำนวนครั้งของการล้างระบบปรับอากาศต่อปี

4.1.1 ผลการตรวจสอบ

กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ให้ข้อมูลการตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของสำนักวิทยบริการดังนี้

- ตรวจสอบเครื่องทำน้ำเย็นเป็นประจำปีละ 2 ครั้ง
- ตรวจสอบน้ำยาแอร์เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง
- ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น (condenser) เป็นประจำปีละ 1 ครั้ง
- ทำความสะอาดฟิลเตอร์กรองอากาศเป็นประจำปีละ 2 ครั้ง

4.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ไม่มี

5. การจัดการก๊าซเรือนกระจก

5.1 ร้อยละของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรต่อจำนวนผู้มารับบริการ

5.1.1 ผลการตรวจสอบ

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ดำเนินการตรวจสอบประหยัดพลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบปี 2560-2561 พบว่ามีการใช้ไฟฟ้าลดลง เท่ากับ 113,040 kWh/ปี คิดเป็นปริมาณลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 65,801 kgCO_2e/ปี และมีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อจำนวนผู้มารับบริการร้อยละ 35.3 ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีโครงการปรับปรุงที่เกี่ยวเนื่องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 โครงการ ดังนี้

1) โครงการจ้างปรับปรุงหลังคาและซ่อมแซมพื้นดาดฟ้า อาคารสำนักวิทยบริการอาคาร เริ่มโครงการ ณ วันที่ 18 มกราคม 2561 ปัจจุบันแล้วเสร็จ โดยมีการเปลี่ยนบุฉนวนกันความร้อนซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าการเครื่องปรับอากาศลดลง
2) โครงการซ่อมระบบท่อน้ำเย็นและล้างระบบเครื่องปรับอากาศแบบชิลเลอร์ เริ่มโครงการ ณ วันที่ 9 มกราคม 2561 ปัจจุบันแล้วเสร็จ ซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าการเครื่องปรับอากาศลดลง
3) โครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซ็นต์เป็นหลอดไฟ LED จำนวน 2,577 หลอด เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยกำหนดความเข้มของแสงสว่างไม่ต่ำกว่า 200 lux โดยประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ลดลง เท่ากับ 235,251 kWh/ปี ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง เท่ากับ 136,940 $kgCO_2e$/ปี โดยมีรายละเอียดการประเมินดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผู้มาใช้บริการสำนักวิทยบริการ

ปี	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ค่า EF ($kgCO_2e$/kWh)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2e$/ปี)	จำนวนผู้มารับบริการ (คน/ปี)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผู้มาใช้บริการ ($kgCO_2e$/คน·ปี)
2560	704,640	0.5821	410,171	241,201	1.70
2561	591,600	0.5821	344,370	314,012	1.10

ตารางที่ 5 การประเมินโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซ็นต์เป็นหลอดไฟ LED

	กำลังไฟฟ้า (watt/หลอด)	จำนวนหลอดที่เปลี่ยน (หลอด)	ชั่วโมงการทำงาน* (ชม./ปี)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	ค่า EF ($kgCO_2e$/kWh)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2e$/ปี)
ก่อนปรับปรุง	40	2,577	4,149.5	427,730	0.5821	248,982
หลังปรับปรุง	18	2,577	4,149.5	192,479	0.5821	112,042

หมายเหตุ * จำนวนชั่วโมงให้บริการ วันจันทร์-วันเสาร์ 8.30-20.00 (275 วัน/ปี) วันอาทิตย์ 8.30-18.00 (52 วัน/ปี) วันในช่วงเวลาสอบ 8.30-22.00 (38 วันต่อปี)

5.1.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ควรพิจารณาเก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปา ปริมาณและคุณลักษณะน้ำเสีย เฉพาะของสำนักวิทยบริการเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากโครงการเปลี่ยนหลอดไฟมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการประหยัดไฟฟ้ารวม ควรตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งว่าบันทึกถูกต้องหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2557. หมวดที่ 2 ระบบปรับอากาศ ภาคอาคารธุรกิจ. http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial(PDF)/Bay39%20Air%20Conditioning_Rev1.pdf

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2553. ประกาศ ฉบับที่ 36 เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html.

มณีรัตน์ องค์วรรณดี. 2561. ต้นไม้ประดับ เครื่องฟอกอากาศในอาคาร. วารสารสิ่งแวดล้อม. ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม-ธันวาคม 2561), 46-49.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2540. ประกาศ ฉบับที่ 15 เรื่อง การกำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd04.html.

ASHRAE. 2016. ASHRAE Technical FAQ - What is the allowable level of carbon dioxide in an occupied space? https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Technical%20FAQs/TC-04.03-FAQ-35.pdf