

## บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 4.1 การวิเคราะห์กิจกรรมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

จากการศึกษากิจกรรมต่างๆของ มจร. ศูนย์บางมด และหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย แต่ไม่รวมโรงเรียนครูชนศึกษา (DSIL) และโรงอาหาร มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกพบว่าสามารถแบ่งกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขต ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ประกอบด้วย ขอบเขตที่ 1 ได้แก่ การเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กร การใช้สารดับเพลิง การใช้สารทำความเย็น และการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการดูแลต้นไม้และสวนภายในมหาวิทยาลัย ขอบเขตที่ 2 ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก และขอบเขตที่ 3 ได้แก่ การเดินทางเพื่อกิจกรรมองค์กรแบบจ้างเหมา การเดินทางเพื่อกิจกรรมองค์กรโดยเครื่องบิน การเดินทางไปกลับระหว่างมหาวิทยาลัยและที่พักอาศัย การใช้สารเคมีเพื่อกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้น้ำประปา วัสดุสำนักงาน เช่น หมึกพิมพ์ กระดาษ ถุงขยะ กระดาษชำระ เป็นต้น ขยะและของเสียภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย โดยเก็บข้อมูลได้จากหน่วยงานและองค์กรต่างๆทั้งภายในและหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย กองอาคารสถานที่และยานพาหนะ สำนักงานคณบดี ศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (EESH) กองคลัง สำนักคณบดี บริษัทวินด์ชิลล์ จำกัด (Wind Chill) และบริษัทปราบขยะรีไซเคิล จำกัด เป็นหน่วยงานที่จัดจ้างจากภายนอก (Outsource) นอกจากนี้แล้วยังมีกิจกรรมการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกคือการคัดแยกขยะเพื่อนำไปรีไซเคิล

ตารางที่ 4.1 กิจกรรมการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

| ขอบเขต | กิจกรรม                                   | หน่วยงาน   |
|--------|-------------------------------------------|------------|
| 1      | การเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กร           | กองอาคารฯ  |
|        | การใช้สารดับเพลิง                         | คณะ, EESH  |
|        | การใช้สารทำความเย็น                       | Wind Chill |
|        | การใช้ปุ๋ยเคมี                            | กองอาคารฯ  |
| 2      | การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก        | EESH       |
| 3      | การเดินทางเพื่อกิจกรรมองค์กรแบบจ้างเหมา   | กองอาคารฯ  |
|        | การเดินทางเพื่อกิจกรรมองค์กรโดยเครื่องบิน | กองคลัง    |

**ตารางที่ 4.1** กิจกรรมการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ต่อ)

| ขอบเขต | กิจกรรม                                                     | หน่วยงาน                           |
|--------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 3      | การเดินทางไปกลับของบุคลากร                                  | แบบสอบถาม                          |
|        | การใช้สารเคมีเพื่อกิจกรรมการเรียนการสอน                     | EESH                               |
|        | การใช้น้ำประปา                                              | กองคลัง                            |
|        | การใช้วัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ A4 กระดาษชำระ และถุงขยะสีดำ | กองอาคารฯ และ EESH                 |
|        | ขยะและของเสีย และน้ำเสีย                                    | บริษัทปราบขยะรีไซเคิล และกองอาคารฯ |

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและกิจกรรมการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556 ประกอบด้วยนักศึกษาจำนวน 17,672 คน 17,980 คน และ 17,714 คน ตามลำดับ และบุคลากรจำนวน 2,200 คน 2,200 คน และ 2,145 คน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** จำนวนประชากรของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556

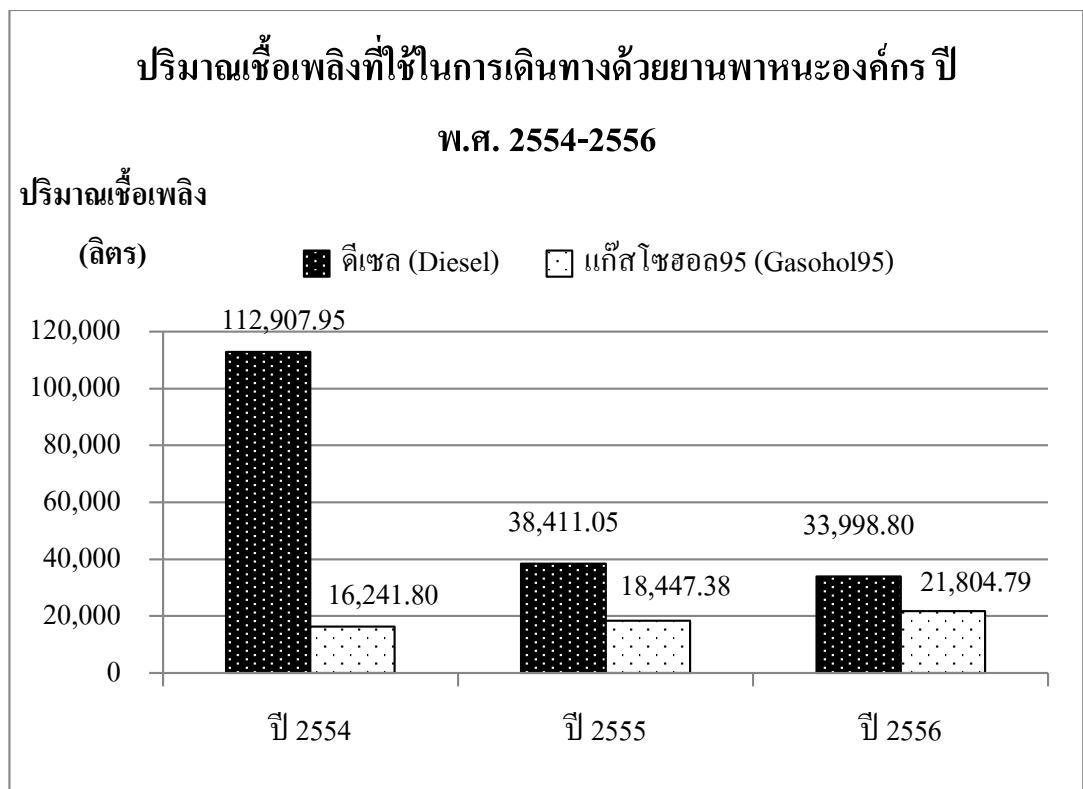
| ประชากร  | ปี 2554 จำนวน(คน) | ปี 2555 จำนวน(คน) | ปี 2556 จำนวน(คน) |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| นักศึกษา | 17,672            | 17,980            | 17,714            |
| บุคลากร  | 2,200             | 2,145             | 2,145             |
| รวม      | 19,872            | 20,125            | 19,859            |

จากการศึกษากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ มจร. สามารถเก็บข้อมูลกิจกรรมได้จากหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ทั้งภายในและหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัย ดังนี้

#### 4.1.1 การเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กร

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กรของ มจร. โดยกองอาคารสถานที่และยานพาหนะ สำนักงานคณบดี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 พบว่ามียานพาหนะที่ใช้ในงานส่วนกลางของมหาวิทยาลัยจำนวน 17 คัน ประกอบด้วย รถกระบะจำนวน 7 คัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็น

เชื้อเพลิง รถยนต์ส่วนบุคคลจำนวน 4 คัน ใช้แก๊สโซฮอล์ 95 เป็นเชื้อเพลิง รถตู้จำนวน 2 คัน ใช้แก๊สโซฮอล์ 95 เป็นเชื้อเพลิง รถไมโครบัสจำนวน 3 คัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง และรถโมบายจำนวน 1 คัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยสามารถคิดเป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกเป็นน้ำมันดีเซลและแก๊สโซฮอล์ 95 ดังรูปที่ 4.1 จากรูปพบว่าปีที่มีการเดินทางโดยใช้น้ำมันดีเซลมากที่สุดคือปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 112,907.95 ลิตร โดยเดือนที่ใช้เชื้อเพลิงมากที่สุดคือเดือนกันยายนเท่ากับ 76508.85 ลิตร เนื่องจากปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ และ มจร. เป็นศูนย์ช่วยเหลือผู้ประสบภัยชั่วคราว ซึ่งมีการใช้ยานพาหนะขององค์กรเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยดังกล่าว และปีที่มีการเดินทางโดยใช้แก๊สโซฮอล์ 95 มากที่สุดคือ ปี พ.ศ. 2556 เท่ากับ 21,804.79 ลิตร ซึ่งมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 ตามลำดับ

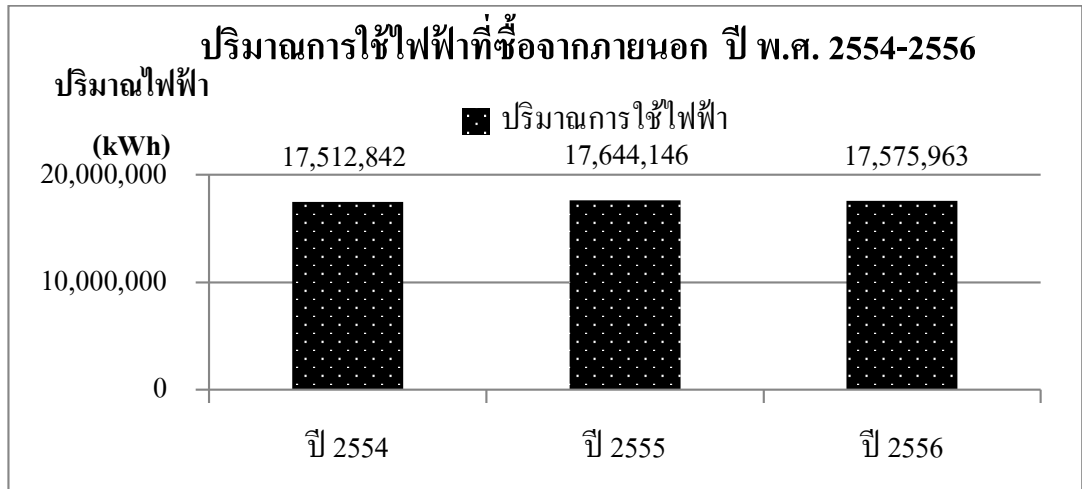


รูปที่ 4.1 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทางด้วยยานพาหนะองค์กร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556

#### 4.1.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอกของ มจร. โดยศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (EESH) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556

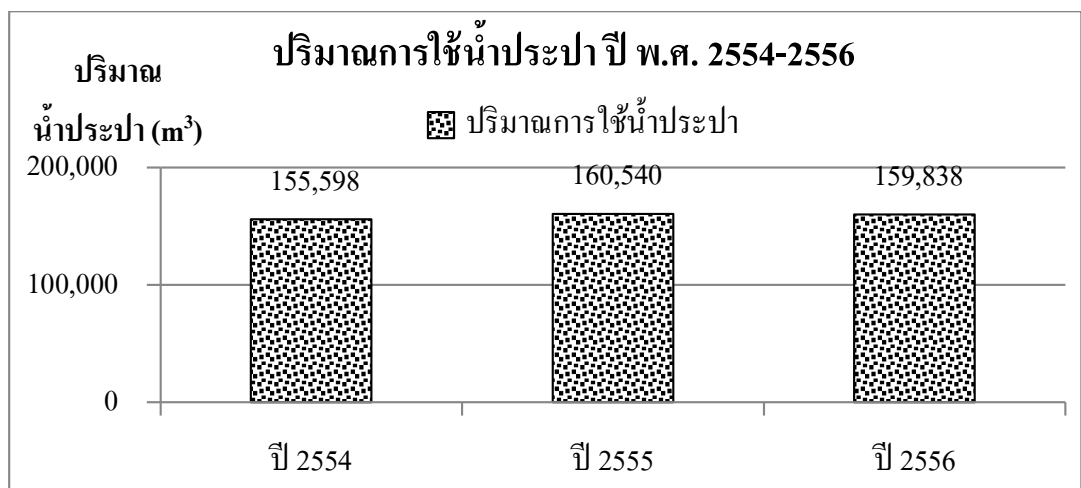
พบว่าการใช้ไฟฟ้าในแต่ละปีมีการใช้ไฟฟ้าดังรูปที่ 4.2 โดยปีที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคือปี พ.ศ. 2555 จำนวน 17,644,166 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) รองลงมาคือปี พ.ศ. 2556 จำนวน 17,575,963 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) และปี พ.ศ. 2554 จำนวน 17,512,842 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอกของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556

#### 4.1.3 การใช้น้ำประปา

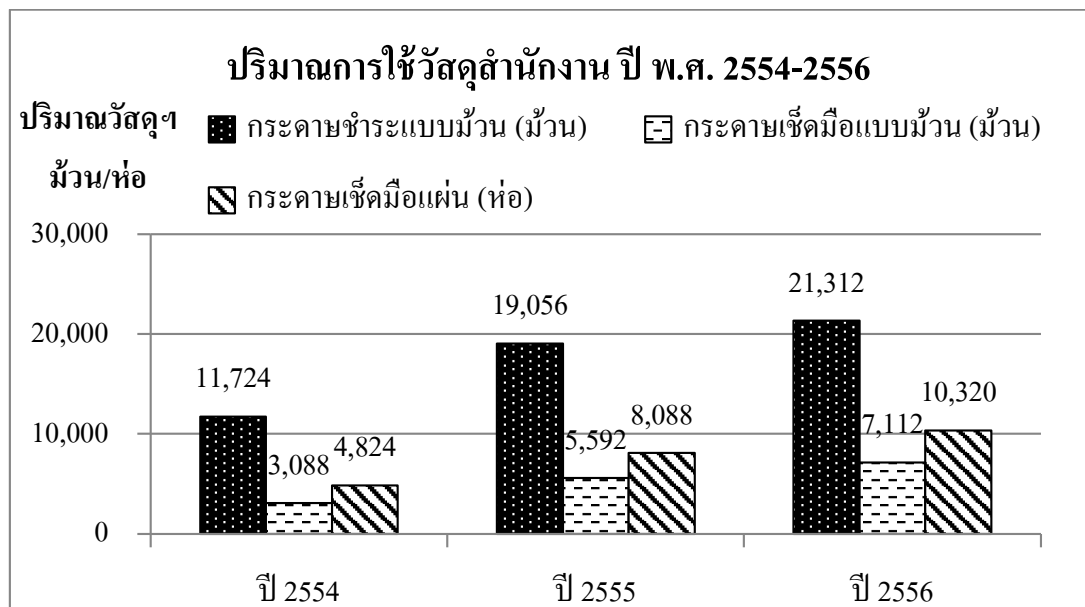
จากการรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำประปาของ มจร. โดยกองคลัง สำนักคณบดี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 พบว่าการใช้น้ำประปาในแต่ละปีมีการใช้น้ำประปาดังรูปที่ 4.3 โดยปีที่มีการใช้น้ำประปามากที่สุดคือปี พ.ศ. 2555 จำนวน 160,540 ลูกบาศก์เมตร ( $m^3$ ) รองลงมาคือปี พ.ศ. 2556 จำนวน 159,838 ลูกบาศก์เมตร ( $m^3$ ) และปี พ.ศ. 2554 จำนวน 155,598 ลูกบาศก์เมตร ( $m^3$ ) ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ปริมาณการใช้น้ำประปาของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556

#### 4.1.4 การใช้วัสดุสำนักงาน

การใช้วัสดุสำนักงานของ มจร. พบว่ามีเพียงข้อมูลกระดาษชำระเท่านั้นที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยกองอาคารสถานที่และยานพาหนะ สำนักงานคณบดี โดยแบ่งออกเป็นกระดาษชำระแบบม้วน กระดาษชำระเช็ดมือแบบม้วน และกระดาษเช็ดมือแบบแผ่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 พบว่าปริมาณกระดาษชำระในแต่ละประเภทมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยใช้มากสุดในปี พ.ศ. 2556 รองลงมาคือปี พ.ศ. 2555 และ พ.ศ.2554 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.4 สำหรับกระดาษ A4 และหมึกพิมพ์ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากแต่ละหน่วยงานทำการจัดซื้อเอง ทำให้มีข้อมูลกระดาษกระจาย ขาดต่อการรวบรวมข้อมูล ส่วนถุงขยะสีดำมีข้อมูลไม่ครบปี จึงไม่นำมาคำนวณ

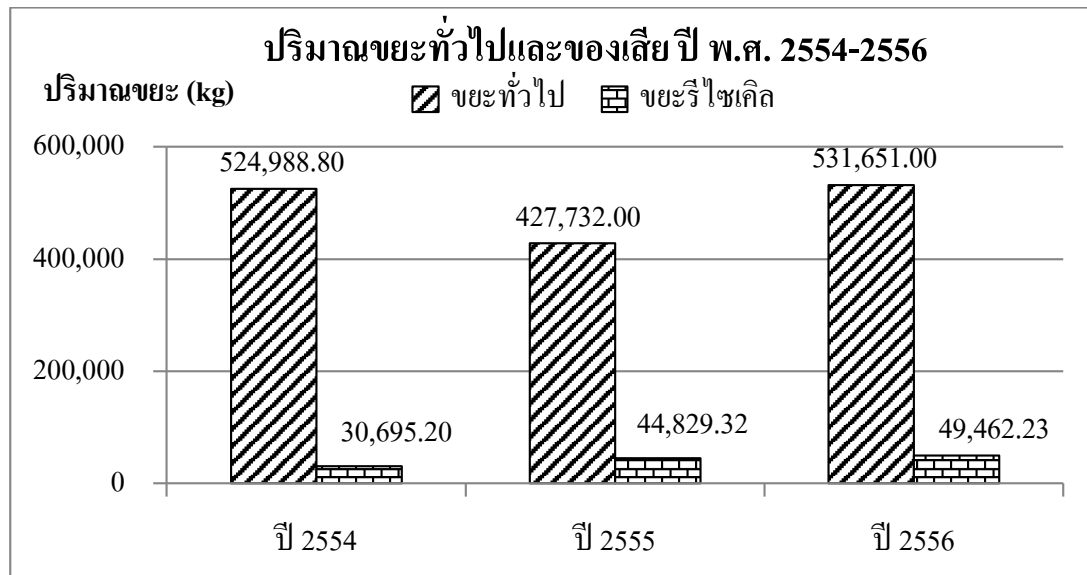


รูปที่ 4.4 ปริมาณการใช้วัสดุสำนักงาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556

#### 4.1.5 ขยะและของเสีย

จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณขยะและของเสียของ มจร. โดยบริษัทปราบขยะรีไซเคิล จำกัด ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จัดจ้างจากภายนอก (Outsource) ภายใต้การกำกับดูแลของกองอาคารสถานที่และยานพาหนะ พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังรูปที่ 4.5 คือปริมาณขยะทั่วไปที่ถูกจัดเก็บภายในมหาวิทยาลัย และปริมาณขยะที่ได้จากการคัดแยกขยะเพื่อนำไปรีไซเคิลสามารถแบ่งออกเป็นกระดาษ แก้ว พลาสติก และโลหะ และพบว่าปริมาณขยะรีไซเคิล

มีปริมาณน้อยกว่าประมาณการทั้งขยะภาวมหาวิทยาลัยคิดเป็นร้อยละ 5.85, 10.48 และ 9.30 ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียภายใน มจร.พบว่ามีการบำบัดน้ำเสียโดยการเติมอากาศจึงไม่นำมาคิด



รูปที่ 4.5 ปริมาณขยะทั่วไปและของเสียของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556

## 4.2 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

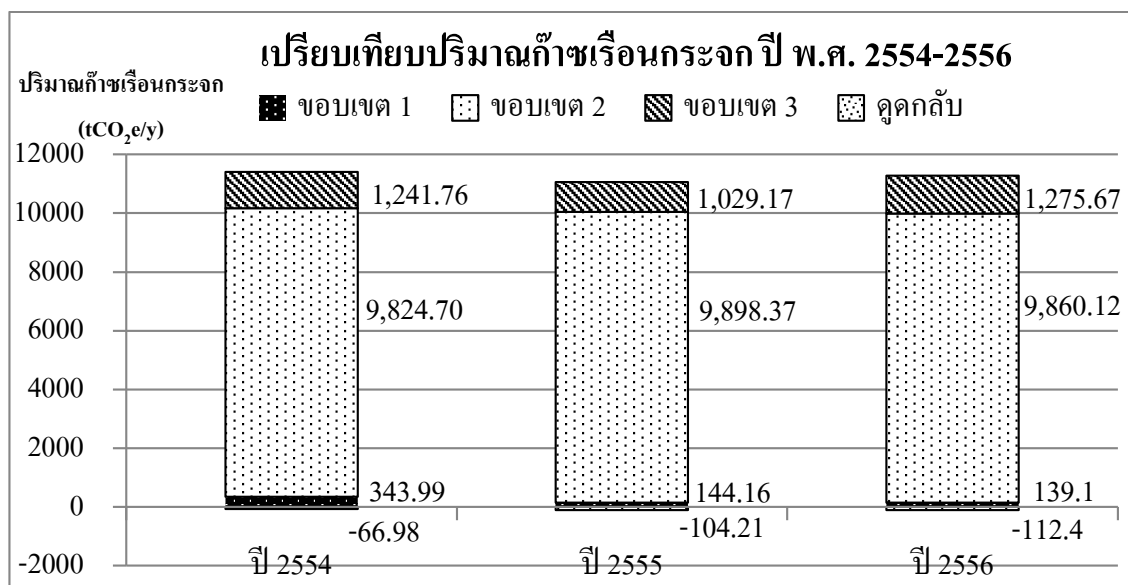
### 4.2.1 ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

จากการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ มจร. ในแต่ละปีมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกไม่แตกต่างกันมาก โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 คิดเป็น 11,410.46 11,072.69 และ 11,274.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิลขยะคิดเป็น 66.98, 104.21 และ 112.40 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 11,252.34 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิลขยะเท่ากับ 94.53 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือค่าเฉลี่ยการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 0.84 ของค่าเฉลี่ยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เมื่อนำทั้ง 3 ปีมาเปรียบเทียบกับกันจะพบว่าปีที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสูงที่สุดคือปี พ.ศ. 2554 รองลงมาคือปี พ.ศ. 2556 และ ปี พ.ศ. 2555 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.6

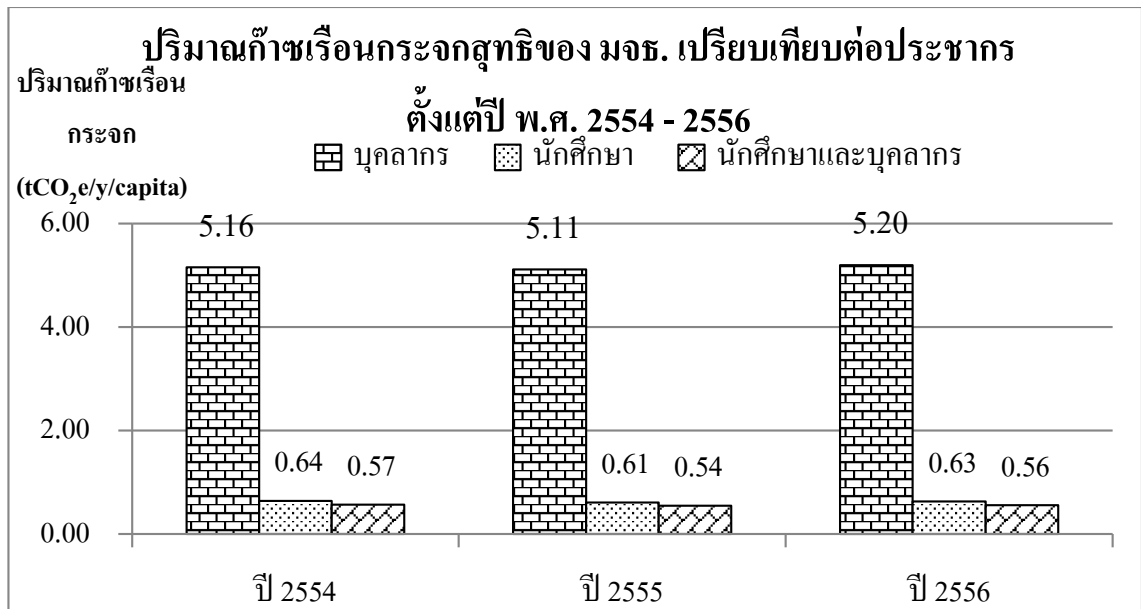
เมื่อพิจารณาค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกพบว่าเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 คิดเป็น 0.57, 0.54 และ 0.56 ต่อนักศึกษาและบุคลากรต่อปีตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.3 สรุปปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ มจร. ต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (tCO<sub>2</sub>e/y)

| การปล่อย<br>(ขอบเขต)            | กิจกรรม                            | ปี 2554<br>(tCO <sub>2</sub> e/y) | ปี 2555<br>(tCO <sub>2</sub> e/y) | ปี 2556<br>(tCO <sub>2</sub> e/y) | ค่าเฉลี่ย |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| 1                               | การเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กร    | 343.99                            | 144.16                            | 139.10                            |           |
|                                 | รวมขอบเขตที่ 1                     | 343.99                            | 144.16                            | 139.10                            | 209.08    |
| 2                               | การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก | 9,824.70                          | 9,898.37                          | 9,860.12                          |           |
|                                 | รวมขอบเขตที่ 2                     | 9,824.70                          | 9,898.37                          | 9,860.12                          | 9861.06   |
| 3                               | การใช้น้ำประปา                     | 4.11                              | 4.24                              | 4.22                              |           |
|                                 | การใช้วัสดุสำนักงาน                | 19.68                             | 32.59                             | 38.02                             |           |
|                                 | ขยะและของเสีย                      | 1,217.97                          | 992.34                            | 1,233.43                          |           |
|                                 | รวมขอบเขตที่ 3                     | 1,241.76                          | 1,029.17                          | 1,275.67                          | 1182.2    |
| รวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |                                    | 11,410.46                         | 11,071.69                         | 11,274.88                         | 11,252.34 |
| การดูดกลับ                      | การรีไซเคิลขยะ                     | -66.98                            | -104.21                           | -112.40                           | -94.53    |
| รวมสุทธิ                        |                                    | 11,343.47                         | 10,967.48                         | 11,162.49                         | 11,157.81 |

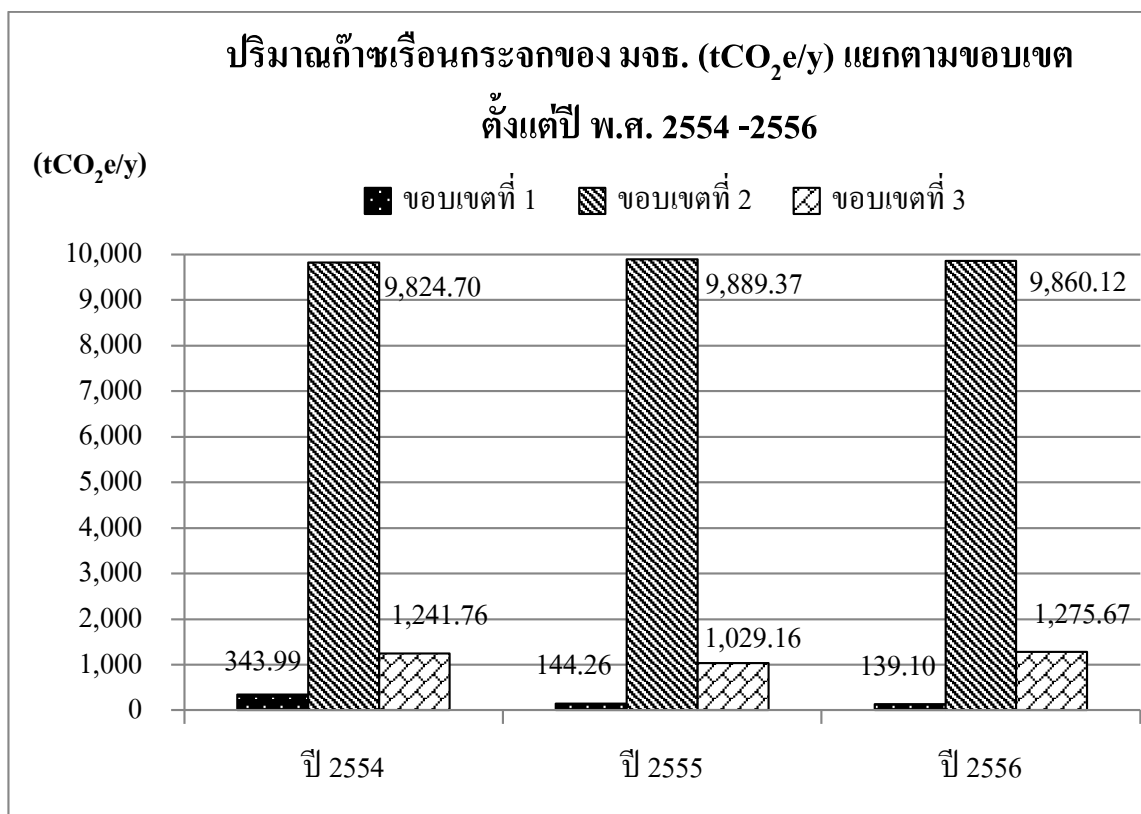


รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ มจร. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 4.7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของสุทธิ มจร. ต่อปีเปรียบเทียบต่อประชากรระหว่างปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556

#### 4.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามขอบเขต



รูปที่ 4.8 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ มจร. แยกตามขอบเขต ตั้งแตปี พ.ศ. 2554 ปี พ.ศ. 2556

จากการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีเมื่อแยกตามขอบเขต (ดังแสดงในรูปที่ 4.8) พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง ปี พ.ศ. 2556 ขอบเขตที่มีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจากขอบเขตที่ 2 คือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมโดยการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก คิดเป็นร้อยละ 86.10, 89.39 และ 87.45 ตามลำดับ รองลงมาคือขอบเขตที่ 3 คือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วยการใช้ไฟฟ้า การใช้วัสดุสำนักงาน และปริมาณขยะและของเสียคิดเป็นร้อยละ 10.88, 9.30 และ 11.31 ตามลำดับ และขอบเขตที่ 1 คือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากการเดินทางด้วยพาหนะขององค์กร เท่ากับร้อยละ 3.01, 1.30 และ 1.23 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.4) จะสังเกตได้ว่าแหล่งที่ปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือการใช้ไฟฟ้า รองลงมาคือขยะและของเสีย ดังนั้นการหาแนวทางในการลดการใช้ปริมาณไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศและลดการใช้ไฟส่องสว่างลง และการเพิ่มประสิทธิภาพในการรีไซเคิลขยะจึงเป็นประเด็นสำคัญสำหรับ มจร. เนื่องจากในปัจจุบันปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของ มจร. มีเพียงร้อยละ 1 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น

**ตารางที่ 4.4** ร้อยละของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ มจร. แบ่งตามขอบเขตการปล่อยกลับก๊าซเรือนกระจก

| การปล่อยฯ<br>(ขอบเขต) | กิจกรรม                            | ปี 2554<br>(ร้อยละ) | ปี 2555<br>(ร้อยละ) | ปี 2556<br>(ร้อยละ) |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1                     | การเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กร    | 3.01                | 1.30                | 1.23                |
| 2                     | การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก | 86.10               | 89.39               | 87.45               |
| 3                     | การใช้น้ำประปา                     | 0.04                | 0.04                | 0.04                |
|                       | การใช้วัสดุสำนักงาน                | 0.17                | 0.29                | 0.33                |
|                       | ขยะและของเสีย                      | 10.67               | 8.96                | 10.94               |
|                       | รวมขอบเขตที่ 3                     | 10.88               | 9.30                | 11.31               |

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อจำนวนนักศึกษาและบุคลากรระหว่าง มจร. กับองค์กรอื่นแล้วพบ ว่า มจร. ปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพียง 0.56 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี (ปี พ.ศ. 2556) ซึ่งน้อยกว่า De Montfort University และ Norwegian University ทั้งนี้เนื่องจากการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีแหล่งที่มาต่างกัน ตัวอย่างเช่น Norwegian University

คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้ในคณะแพทยศาสตร์ และ De Montfort University คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบัดน้ำเสียและการเดินทางไปกลับของบุคลากร เป็นต้น ซึ่ง มจร. ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลบางกิจกรรมได้ เช่น การเดินทางไปและกลับของบุคลากร การใช้สารทำความเย็น เป็นต้น เนื่องจาก มจร. ไม่มีการเก็บข้อมูล หรือข้อมูลไม่ครบถ้วน

#### 4.2.3 การวิเคราะห์ปัญหาและข้อเสนอแนะสำหรับการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ปัญหาและอุปสรรคของการศึกษาในครั้งนี้คือข้อจำกัดของข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลไม่ได้ถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ และข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เป็นต้น ซึ่งจากการสอบถามหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีบางกิจกรรมที่ไม่สามารถนำข้อมูลมาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งได้สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะทางแก้ไขดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตารางอุปสรรคของการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ไข

| กิจกรรม             | ปัญหาในการเก็บข้อมูล |                          |                |                         | หน่วยงานที่มีข้อมูล | แนวทางแก้ไข                                                                                                                                           |
|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | ไม่มีข้อมูล          | มีข้อมูล                 |                |                         |                     |                                                                                                                                                       |
|                     |                      | ข้อมูลอยู่ในรูปแบบเอกสาร | ข้อมูลไม่ครบปี | ไม่มีหน่วยงานกลางรวบรวม |                     |                                                                                                                                                       |
| การใช้สารดับเพลิง   |                      |                          |                | /                       | คณะ, EESH           | ปัจจุบัน ข้อมูล การใช้สารดับเพลิงมาจาก 2 แหล่ง จึงควรมีหน่วยงานกลางรวบรวม เช่น EESH เนื่องจากเป็นหน่วยงานที่ดูแลด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัยอยู่แล้ว |
| การใช้สารทำความเย็น |                      |                          |                | /                       | Windchill           | Windchill เป็น outsource ซึ่งไม่มีการรวบรวมข้อมูล ดังนั้นควรทำข้อตกลงให้มีการรวบรวมและสรุปปริมาณการใช้สารทำความเย็น และมีหน่วยงานกลางรวบรวม           |

ตารางที่ 4.5 ตารางอุปสรรคของการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ไข (ต่อ)

| กิจกรรม                                               | ปัญหาในการเก็บข้อมูล |                                  |                    |                                     | หน่วยงาน<br>ที่มีข้อมูล | แนวทางแก้ไข                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | ไม่มี<br>ข้อมูล      | มีข้อมูล                         |                    |                                     |                         |                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                       |                      | ข้อมูลอยู่<br>ในรูปแบบ<br>เอกสาร | ข้อมูลไม่<br>ครบปี | ไม่มี<br>หน่วยงาน<br>กลาง<br>รวบรวม |                         |                                                                                                                                                                                                                                            |
| การใช้ปุ๋ยเคมี                                        |                      |                                  |                    | /                                   | กอง<br>อาคารฯ           | กองอาคารและสถานที่ควรเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีและควรมีหน่วยงานกลางรวบรวมข้อมูล                                                                                                                                                        |
| การเดินทาง<br>เพื่อกิจกรรม<br>องค์กรแบบ<br>จ้างเหมา   |                      | /                                |                    | /                                   | กอง<br>อาคารฯ<br>คณะ    | ปัจจุบันข้อมูลการเดินทางอยู่ในรูปแบบเอกสาร จึงควรมีการพัฒนากระบวนการรวบรวมข้อมูลให้สามารถนำมาคำนวณได้ง่าย และควรมีหน่วยงานกลางรวบรวมข้อมูล เช่น กองอาคารและสถานที่ เนื่องจากมีการรวบรวมข้อมูลการเดินทางของมหาวิทยาลัยอยู่แล้ว              |
| การเดินทาง<br>เพื่อกิจกรรม<br>องค์กรโดย<br>เครื่องบิน |                      | /                                |                    | /                                   | กองคลัง,<br>คณะ         | ปัจจุบันข้อมูลการเดินทางโดยเครื่องบินอยู่ในรูปแบบเอกสาร จึงควรมีการพัฒนากระบวนการรวบรวมข้อมูลให้สามารถนำมาคำนวณได้ง่าย และควรมีหน่วยงานกลางรวบรวมข้อมูล เช่น กองอาคารและสถานที่ เนื่องจากมีการรวบรวมข้อมูลการเดินทางของมหาวิทยาลัยอยู่แล้ว |

ตารางที่ 4.5 ตารางอุปสรรคของการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ไข (ต่อ)

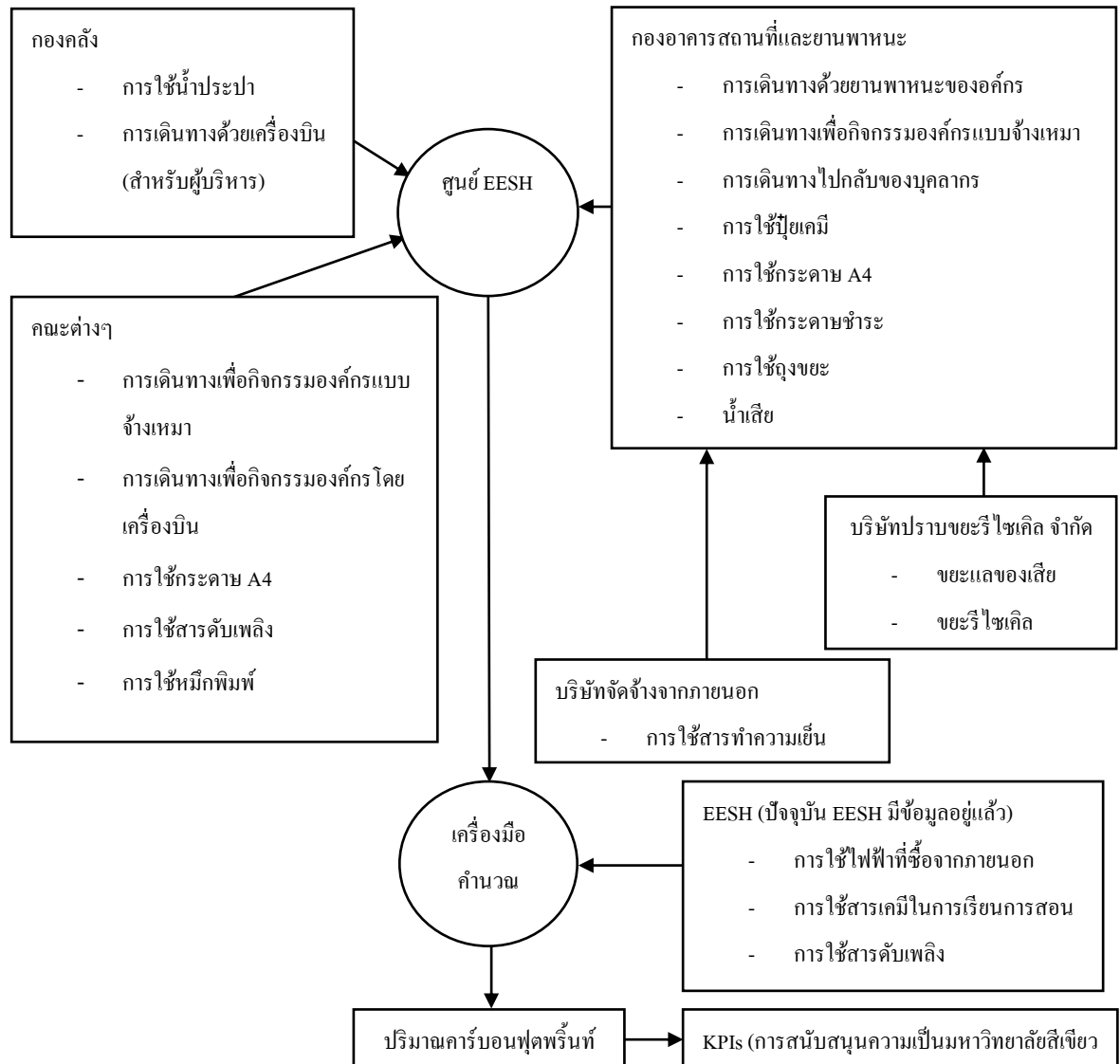
| กิจกรรม                                             | ปัญหาในการเก็บข้อมูล |                                  |                    |                                     | หน่วยงาน<br>ที่มีข้อมูล | แนวทางแก้ไข                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | ไม่มี<br>ข้อมูล      | มีข้อมูล                         |                    |                                     |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                     |                      | ข้อมูลอยู่<br>ในรูปแบบ<br>เอกสาร | ข้อมูลไม่<br>ครบปี | ไม่มี<br>หน่วยงาน<br>กลาง<br>รวบรวม |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| การเดินทาง<br>ไปกลับของ<br>บุคลากร                  | /                    |                                  |                    |                                     | กอง<br>อาคารฯ           | ปัจจุบันยังไม่มีเก็บข้อมูล<br>การเดินทางของบุคลากร ควรมี<br>การพัฒนาระบบแบบสอบถาม<br>ต่อท้ายในขั้นตอนการประเมิน<br>myevaluation สำหรับ บุคลากร<br>เพื่อนำข้อมูลมาใช้คำนวณ                                                                                                     |
| การใช้<br>สารเคมีเพื่อ<br>กิจกรรมการ<br>เรียนการสอน |                      |                                  | /                  |                                     | EESH                    | ปัจจุบัน การ EESH มีระบบ<br>รวบรวมข้อมูล แต่ข้อมูลยังไม่<br>ครบถ้วน ดังนั้นเจ้าหน้าที่ใน<br>ห้องปฏิบัติการต่างๆควรมีความ<br>ตระหนักในการกรอกข้อมูล<br>สารเคมี                                                                                                                 |
| การใช้หมึก<br>พิมพ์                                 |                      | /                                |                    | /                                   | EESH,<br>คณะ            | ปัจจุบันการสั่งซื้อหมึกพิมพ์มา<br>จากงบประมาณของแต่ละคณะ<br>ดังนั้นคณะควรมีการรวบรวม<br>ข้อมูลแล้วส่งให้หน่วยกลาง<br>จัดเก็บ ข้อมูล และควรมี<br>หน่วยงานกลางรวบรวมข้อมูล<br>และการเบิกจ่ายหมึกพิมพ์ เช่น<br>EESH เนื่องจากมีการรับซื้อหมึก<br>พิมพ์เก่าเพื่อ recycle อยู่แล้ว |

ตารางที่ 4.5 ตารางอุปสรรคของการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ไข (ต่อ)

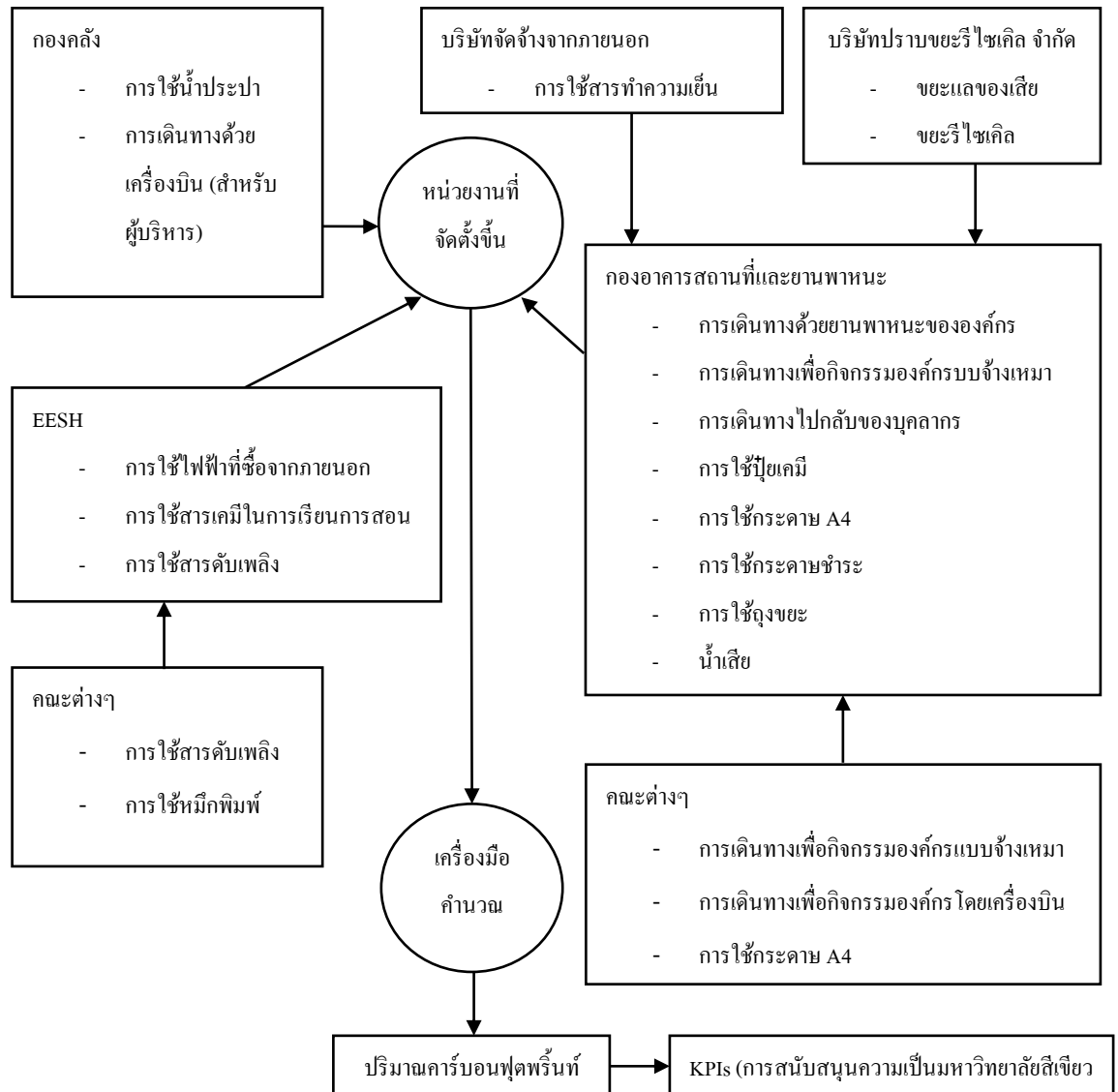
| กิจกรรม         | ปัญหาในการเก็บข้อมูล |                          |                |                         | หน่วยงานที่มีข้อมูล | แนวทางแก้ไข                                                                                                                                                                                      |
|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | ไม่มีข้อมูล          | มีข้อมูล                 |                |                         |                     |                                                                                                                                                                                                  |
|                 |                      | ข้อมูลอยู่ในรูปแบบเอกสาร | ข้อมูลไม่ครบปี | ไม่มีหน่วยงานกลางรวบรวม |                     |                                                                                                                                                                                                  |
| การใช้กระดาษ A4 |                      | /                        |                | /                       | กองอาคารฯ,คณะ       | ปัจจุบันเอกสารอยู่ในรูปแบบเอกสาร ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนากระบวนการรวบรวมข้อมูลขึ้น และควรจัดตั้งหน่วยงานกลางรวบรวมข้อมูล เช่น กองอาคารและสถานที่สำหรับการจัดซื้อและการเบิกจ่ายการใช้กระดาษทั้งหมด |
| การใช้ถุงขยะ    |                      |                          | /              |                         | กองอาคารฯ           | ข้อมูลมีไม่ครบปี เนื่องจากเพิ่งจะเริ่มมีการสั่งซื้อ และเบิกจ่ายถุงขยะทั้งหมดผ่านกองอาคารฯ                                                                                                        |

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาด้านการจัดเก็บข้อมูล งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแผนผังระบบเก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงระบบเก็บข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังรูปที่ 4.9 โดยให้ศูนย์ EESH ซึ่งเป็นหน่วยงานมีทำหน้าที่ด้านการจัดระบบบริหารจัดการและจัดทำระเบียบ ปฏิบัติ ข้อบังคับด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และอาชีวอนามัยอยู่แล้ว อีกทั้งยังมีหน้าที่คำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งหาแนวทางลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ มจร. เป็นผู้รับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลโดยตรง ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความพร้อมของหน่วยงาน ตลอดจนอำนาจหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง หรืออาจจะจัดตั้งหน่วยงานใหม่เพื่อทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ มจร. จากหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องทั้ง 3 หน่วยงาน ได้แก่ กองอาคารสถานที่และยานพาหนะ ศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย

และอาชีวอนามัย (EESH) และกองคลัง ดังรูปที่ 4.10 ก็มีความเป็นไปได้ ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงความพร้อมด้านบุคลากร ความซ้ำซ้อนของงาน และอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานใหม่นี้ด้วย



รูปที่ 4.9 แบบจำลองกระแสการไหลของข้อมูล โดยมี EESH เป็นผู้รวบรวมข้อมูล



รูปที่ 4.10 แบบจำลองกระแสการไหลของข้อมูลโดยมีหน่วยงานกลางเป็นผู้รวบรวมข้อมูล

### 4.3 การพัฒนาเครื่องมือคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

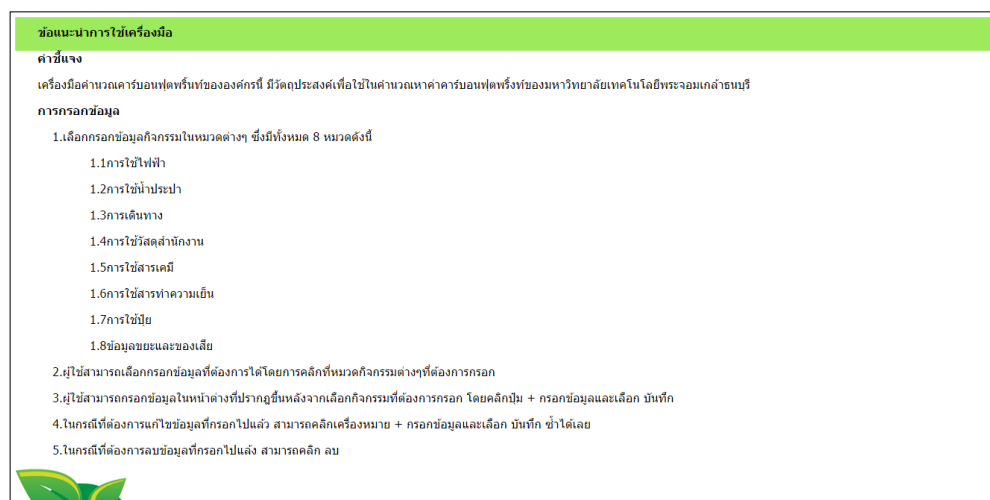
จากการวิเคราะห์อุปสรรคและแนวทางแก้ไข รวมทั้งการวิเคราะห์การออกแบบวงจรชีวิต (System Development Life Cycle: SDLC) จึงสามารถพัฒนาเครื่องมือคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ มจร. โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP และใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล ได้ดังนี้

- (1) หน้าจอหลัก เป็นหน้าจอเพื่อเข้าสู่ระบบใช้งานเครื่องมือฯ



รูปที่ 4.11 หน้าจอหลัก

- (2) หน้าจอแสดงข้อแนะนำการใช้งานเครื่องมือ เพื่อบอกวัตถุประสงค์และอธิบายวิธีการใช้งานเครื่องมือฯ



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงข้อแนะนำการใช้งานเครื่องมือ

(3) หน้าจอแสดงการเลือกปี พ.ศ. ที่จะกรอกข้อมูล จำนวนบุคลากร และนักศึกษา เป็นหน้าจอเพื่อกรอกข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคำนวณ



รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงการเลือกปี พ.ศ. ที่จะกรอกข้อมูล จำนวนบุคลากร และนักศึกษา

(4) หน้าจอการกรอกข้อมูลกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นหน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลกิจกรรมที่ต้องการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยแบ่งออกเป็น 8 หมวดหมู่ ได้แก่ ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ข้อมูลการใช้น้ำประปา ข้อมูลการเดินทาง ข้อมูลการใช้วัสดุสำนักงาน ข้อมูลการใช้สารเคมี ข้อมูลการใช้สารทำความเย็น ข้อมูลการใช้ปุ๋ยเคมี และข้อมูลขยะและของเสีย รวมไปถึงการกรอกกิจกรรมดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การรีไซเคิลขยะ

| ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า                                                                                  | เดือน |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     | รวม |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (หน่วย kWh)<br>คิดเป็นค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามเทียบ (หน่วย kgCO <sub>2</sub> e) | ม.ค.  | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | อ.ย. | ธ.ย. | รวม | รวม |
|                                                                                                    |       |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     | 0   |

การใช้ไฟฟ้าปี 2551 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 0 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO<sub>2</sub>e) ต่อปี

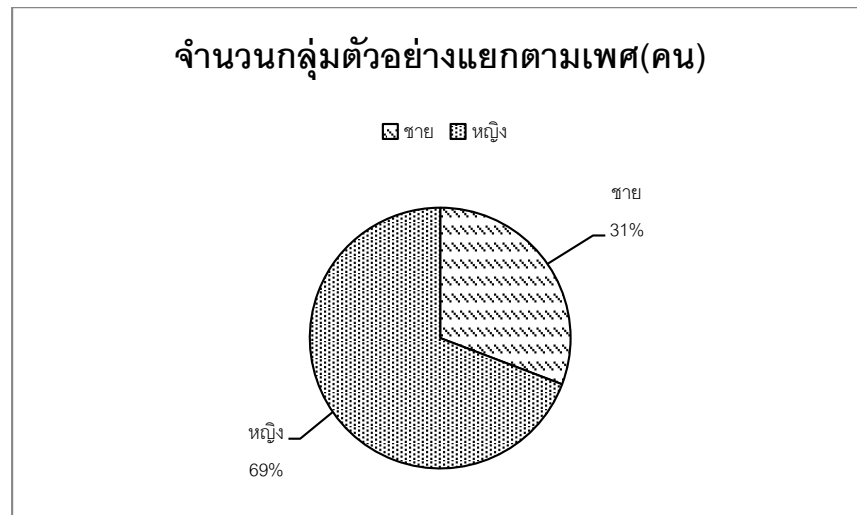
\*ค่า Emission Factor เปรียบเทียบ 0.5610 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO<sub>2</sub>e) ต่อปี

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างหน้าจอแสดงการกรอกข้อมูลกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก

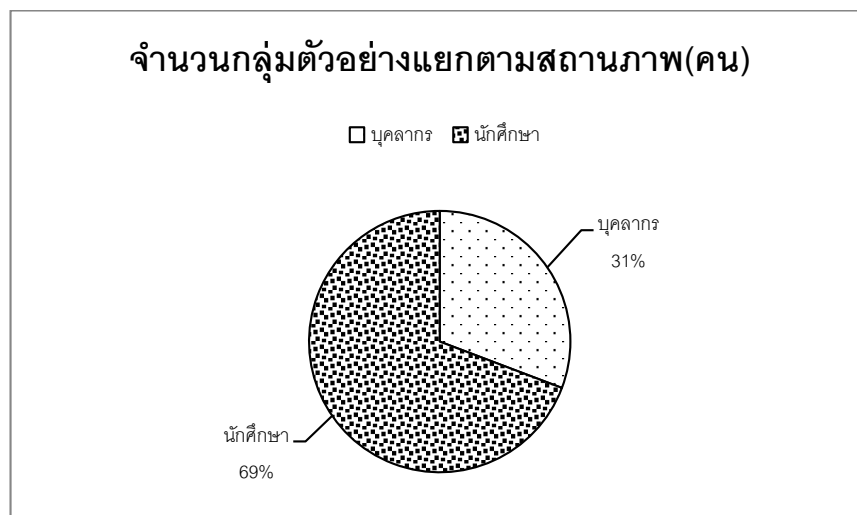


#### 4.4 การทดสอบเครื่องมือคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เครื่องมือจำนวน 13 คน ประกอบด้วยเพศชายจำนวน 4 คน และเพศหญิงจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 31 และร้อยละ 69 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.17 และสามารถแบ่งเป็นจำนวนบุคลากรจำนวน 4 คน และนักศึกษาอยู่ในระดับการศึกษาระหว่างปริญญาตรีถึงปริญญาเอกจำนวน 9 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 31 และร้อยละ 69 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.18 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ภาวะโลกร้อน (Global Warming) ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

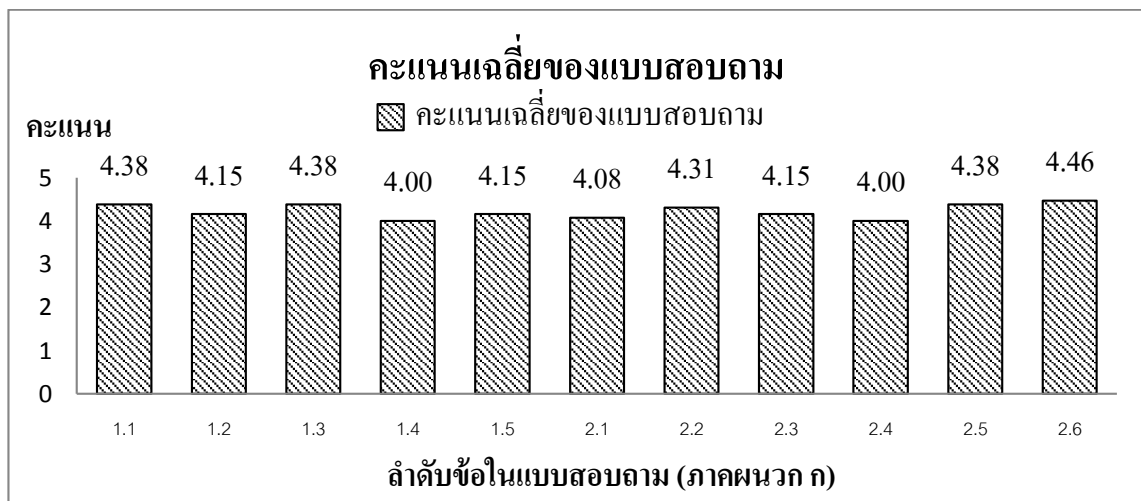


รูปที่ 4.17 จำนวนกลุ่มตัวอย่างแยกประเภทตามเพศ



รูปที่ 4.18 จำนวนกลุ่มตัวอย่างแยกประเภทตามสถานะ

หลังการทดลองใช้เครื่องมือพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีเกณฑ์ความพึงพอใจในระดับพอพึงใจมาก ดังแสดงในรูปที่ 4.19 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.22 คะแนน ซึ่งข้อที่ 2.6 การโหลดเนื้อหาและรูปภาพมีความรวดเร็วและถูกต้องมีคะแนนความพึงพอใจสูงที่สุด ส่วนข้อที่มีคะแนนความพึงพอใจน้อยที่สุด ได้แก่ ข้อ 1.4 รูปภาพแสดงผลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกสามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็นว่ารูปภาพแสดงผลของเครื่องมือเข้าใจยาก และข้อ 2.4 รูปภาพประกอบและพื้นหลังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและเหมาะสมต่อการสื่อความหมาย ซึ่งผู้จัดทำได้นำเครื่องมือมาปรับปรุงให้มีความพึงพอใจมากขึ้นเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.19 คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถาม

นอกจากนี้ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีข้อคิดเห็นว่าเครื่องมือนี้มีประโยชน์ต่อ มจร. หากมีการนำไปใช้ จะสามารถทราบปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ มจร. ได้ และนำไปสู่การหาแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้