

## การประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี Carbon Dioxide Emissions Assessment at Ubon Ratchathani University Dormitory

นิตยา ชาคำรูน<sup>1</sup>, พจนีย์ โยธานันท์<sup>2</sup>

Nittaya Chakhamrun<sup>1</sup>, Photchane Yothanan<sup>2</sup>

Received: 24 April 2016; Accepted: 2 July 2016

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ใช้วิธีการคำนวณและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยปฏิบัติตามบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติปี พ.ศ. 2554 ซึ่งคำนวณออกมาเป็นค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ภายในหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 4 กิจกรรมคือ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำการกำจัดขยะ และการกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 305,149.79 kgCO<sub>2</sub>e คิดเป็นร้อยละ 96.60 ของการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมทั้ง 4 กิจกรรมของหอพัก ซึ่งมีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทั้งหมดเท่ากับ 315,886.92 kgCO<sub>2</sub>e และคิดเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนเท่ากับ 176.97 kgCO<sub>2</sub>e ทั้งนี้เมื่อแยกตามหอพัก พบว่า หอพักที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ หอพักลีลาวดี 1 เท่ากับ 89,298.79 kgCO<sub>2</sub>e และคิดเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนตามกิจกรรม พบว่า นักศึกษาหนึ่งคนจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าของหอพักลีลาวดี 1 จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 305.10 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล รองลงมาเป็นกิจกรรมการกำจัดขยะของหอพักราชพฤกษ์ 1 มีค่าเท่ากับ 5.17 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล ส่วนกิจกรรมการใช้น้ำเป็นของหอพักราชพฤกษ์ 1 มีค่าเท่ากับ 3.42 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล และในกิจกรรมการกำจัดสิ่งปฏิกูลเท่ากับ 1.00 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล เท่ากันทุกหอพัก ดังนั้นผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำข้อมูลปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานีไปใช้ในการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า โดยเน้นที่หอพักลีลาวดี 1 เป็นอันดับแรก และโครงการคัดแยกขยะหรือโครงการธนาคารขยะ รวมทั้งโครงการเกี่ยวกับการประหยัดน้ำ โดยเน้นในส่วนของหอพักราชพฤกษ์ 1

**คำสำคัญ :** คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซเรือนกระจก หอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

### Abstract

The research was conducted to assess carbon dioxide equivalent emissions at Ubon Ratchathani University dormitories. Activity data was obtained using field investigations and data collection techniques. A greenhouse gas emission calculation was done using the recommended guideline of the national greenhouse gas inventory version 2011 by IPCC. This focused on four influential factors, electrical usage, water usage, garbage disposal, and sewage disposal. Ubon Ratchathani University dormitories LeelaWadee1 and 2 dormitory Ratchapruck1 and 2 dormitory, were selected as study areas.

The results found that electrical usage was the highest cause of carbon dioxide emissions; releasing 305,149.79 kgCO<sub>2</sub>e (96.60% of the dormitories' total emissions of 315,886.92 kgCO<sub>2</sub>e, and emissions per person in the dormitories were 176.97 kgCO<sub>2</sub>e). Leela Wadee1 dormitory was the highest producer with 89,298.79 kgCO<sub>2</sub>e (26.41%),

<sup>1</sup> อาจารย์, <sup>2</sup> นักศึกษาปริญญาตรี, วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

<sup>1</sup> Lecturer, <sup>2</sup> Bachelor degree student, College of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani 34190, Thailand.

this highest quantity of carbon dioxide emissions in Leelawadee1 dormitory was due to electrical usage and emissions per person in this dormitory were 305.10 kgCO<sub>2</sub>e per person. Carbon dioxide emissions from garbage disposal at Ratchaprak 1 dormitory were the highest at 5.17 kgCO<sub>2</sub>e per person. Carbon dioxide emissions from water usage of Ratchaprak 1 dormitory were the highest of all the dormitories at 3.42 kgCO<sub>2</sub>e per person. Carbon dioxide emissions from sewage disposal were 1.00 kgCO<sub>2</sub>e per person for each of the dormitories. The results of this study can be used to initiate campaigns focusing on electrical energy conservation, waste separation, and water saving in specific dormitories.

**Keywords :** Carbon dioxide: Greenhouse gas: Ubon Ratchathani University dormitories

## บทนำ

การเกิดภาวะโลกร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average Weather) ในพื้นที่หนึ่งซึ่งลักษณะอากาศเฉลี่ยหมายถึงลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝนลม เป็นต้น<sup>1</sup> การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้มีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ณ ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาที่ชั้นบรรยากาศของโลกหนาขึ้น เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจัดว่าเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก รวมถึงก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ ที่มนุษย์เป็นผู้ก่อ จากสถานการณ์โลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตและการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของมนุษย์ในหลายด้าน คือผลกระทบต่อความมั่นคงของแหล่งอาหารและน้ำจืด ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพทางการเกษตร ปศุสัตว์ และการประมงลดลง ผลกระทบต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ พืชและสัตว์บางชนิดสูญพันธุ์ มีผลต่อสมดุลระบบนิเวศน์ ผลกระทบต่อการอพยพถิ่นฐานของประชากรโลกเนื่องจากภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ความแห้งแล้ง และความขัดแย้งจากการขาดแคลนอาหารเพื่อแย่งหาแหล่งน้ำและพื้นที่ทำกิน และที่สำคัญคือผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย การแพร่ระบาดของโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคที่จัดว่าเป็นโรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำที่รุนแรงเกิดขึ้นหลายชนิด ซึ่งโรคเหล่านี้ทั้งหมดติดต่อกันจากสัตว์สู่คนและต่อมาพัฒนาเป็นการติดเชื้อจากคนสู่คน โดยโรคที่ต้องเฝ้าระวังในประเทศไทย ได้แก่ โรคไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัดใหญ่ A/H1N1v, โรคติดเชื้อไวรัสซิกาและเชนตรา รวมทั้งโรคไข้หวัดนก เป็นต้น<sup>2</sup> ดังนั้นปัจจุบันการรับรู้และทัศนคติของสาธารณชนในความห่วงใยต่อสาเหตุและความสำคัญของปรากฏการณ์โลกร้อนมีมากขึ้นแต่ในทางปฏิบัติยังไม่บรรลุผลตามที่มีการคาดการณ์ไว้เท่าที่ควร หลายหน่วยงานจึงเกิดแนวคิดที่จะช่วยกันในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ได้แก่ การแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนในระดับประเทศ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีถือเป็นอีกหนึ่งหน่วยงานในภาครัฐที่พยายามเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนที่มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากทางวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข ซึ่งอยู่ในสังกัดของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวิทยาลัย โดยการคำนวณเป็นค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ภายในวิทยาลัย แบ่งกิจกรรมเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลและการเดินทางด้วยรถยนต์ 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานได้แก่การใช้ไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ การใช้ น้ำประปาการใช้กระดาษ A4 80 แกรมและการจัดการมูลฝอย ผลการศึกษา พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปีงบประมาณ 2554 ของวิทยาลัย เท่ากับ 416,021.40 kgCO<sub>2</sub>e ซึ่งเดือนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือสิงหาคม ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 60,824.60 kgCO<sub>2</sub>e รองลงมาคือเดือนกรกฎาคม 2555 ปล่อยก๊าซเรือนกระจก 50,468.89 kgCO<sub>2</sub>e และเมื่อวิเคราะห์ตามประเภทกิจกรรมพบว่าการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 88.75 รองลงมา เป็นปริมาณการใช้น้ำมาจากการเดินทางด้วยยานพาหนะขององค์กรคิดเป็นร้อยละ 5.11 ซึ่งจากข้อมูลวิจัยดังกล่าวถือเป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาแนวทางลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข<sup>4</sup>

ในขณะที่มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นมหาวิทยาลัยที่มีหอพักนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเอง โดยมีสำนักงานบริหารทรัพย์สินและสิทธิประโยชน์เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ ปัจจุบันเมื่อปีการศึกษา 2555 มีจำนวนนักศึกษาเข้าพักทั้งสิ้น 1,738 คน จากจำนวนหอพักทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ 1) หอพักประเภทจ่ายรวมค่าการใช้ไฟฟ้าและค่าการใช้ไฟฟ้าจำนวน 4 หอพัก และ 2) หอพักประเภทจ่ายแยกค่าการใช้ไฟฟ้าและค่าการใช้ไฟฟ้าจำนวน 4 หอพัก และมีแนวโน้มในการเพิ่มขึ้นของนักศึกษาที่จะเข้าพักในหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัย

อุบลราชธานีในทุกปี<sup>5</sup> ซึ่งนับว่าหอพักนักศึกษาเป็นองค์กรที่มีผู้พักอาศัยอยู่จำนวนมาก และจากการดำเนินกิจกรรมภายในหอพักของนักศึกษาถือเป็นการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์โดยสืบเนื่องมาจากการที่ผู้วิจัยได้มีประสบการณ์ในการพักอยู่ในหอพักนักศึกษาของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีมาเป็นระยะเวลาประมาณ 4 ปี ได้พบประเด็นปัญหาคือ พฤติกรรมการใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้าที่ฟุ่มเฟือยของนักศึกษาและบุคลากรที่ทำงานอยู่ภายในหอพักส่งผลให้ค่าไฟฟ้าของหอพักในแต่ละปีมีค่าสูงมาก เช่น ในปีงบประมาณ 2555 ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายไปนั้นรวมทั้งสิ้น 2,712,245.86 บาท นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมการใช้สอยสิ่งของเครื่องใช้หรือเครื่องอุปโภคบริโภคต่างๆ ที่ไม่เล็งเห็นถึงคุณค่า ทำให้เกิดปริมาณขยะภายในหอพักเพิ่มมากขึ้น โดยมีปริมาณขยะในปัจจุบันทั้งสิ้นรวม 7,314 กิโลกรัม<sup>6</sup> ประกอบกับจำนวนนักศึกษาที่พักอยู่ภายในหอพักมีจำนวนมากจึงถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้สภาพปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นและอาจส่งผลให้มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศมากขึ้นซึ่งทางด้านหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังไม่มีมาตรการการข้อกำหนดที่เข้มงวด หรือมีการจัดทำโครงการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเร่งด่วนเท่าที่ควร

จากประเด็นปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงต้องการที่จะทำการศึกษาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานีจากกิจกรรมการใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า การกำจัดขยะ การกำจัดสิ่งปฏิกูล ของหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เพื่อเป็นการชี้ให้เห็นถึงปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษาที่เกิดจากการมีพฤติกรรมที่ไม่ใส่ใจในการประหยัดพลังงานดังกล่าว พร้อมกับนำข้อมูลดังกล่าวไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการวางแผนการดำเนินงานเพื่อลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการจัดทำโครงการหรือกิจกรรมต่างๆ สำหรับการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษาต่อไป

### วัตถุประสงค์

เพื่อคำนวณหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

### วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive research) เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยดำเนินการตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของประเทศไทย<sup>7</sup>

### ประชากร

ประชากรคือกิจกรรมภายในหอพักนักศึกษาของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นภายในเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2556 ประกอบด้วยกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าการใช้น้ำการกำจัดขยะ และการกำจัดสิ่งปฏิกูล

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือการสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเดือนตุลาคม 2555 ถึง เดือนกันยายน 2556 ประกอบด้วย

1) ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และการกำจัดสิ่งปฏิกูลจากสำนักงานบริหารทรัพย์สินและสิทธิประโยชน์ และสำนักงานบริหารกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี<sup>5</sup>

2) ปริมาณการใช้น้ำ และการกำจัดขยะจากสำนักงานบริหารกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี<sup>6</sup>

2. ค่าแฟกเตอร์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากฐานข้อมูลประเทศไทยขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2554<sup>7</sup> ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1) ค่าแฟกเตอร์ของการใช้น้ำ เท่ากับ 0.0003 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

2) ค่าแฟกเตอร์ของการใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 0.5610 kgCO<sub>2</sub>e/kWh

3) ค่าแฟกเตอร์ของการกำจัดขยะ เท่ากับ 0.0494 kgCO<sub>2</sub>e/ton-km

4) ค่าแฟกเตอร์ของการกำจัดสิ่งปฏิกูล เท่ากับ 154.63 mg/L BOD × 0.42 kgCH<sub>4</sub>/kg BOD

### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษาซึ่งแบ่งตามหน่วยงานได้ดังต่อไปนี้

1) สำนักงานบริหารทรัพย์สินและสิทธิประโยชน์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประกอบด้วยข้อมูล ดังนี้

- จำนวนนักศึกษา อาจารย์ประจำหอพัก เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยประจำหอพัก แม่บ้านประจำหอพัก ช่างซ่อมบำรุงและผู้ดูแลภูมิทัศน์

- ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการกำจัดสิ่งปฏิกูลของหอพักนักศึกษา

2) สำนักงานบริหารกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- ปริมาณการใช้น้ำและการกำจัดขยะของหอพักนักศึกษา

2. ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนและความสมบูรณ์ของข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษาในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2556 โดยหาได้จากค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ( $\text{CO}_2\text{e}$ ) ที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ภายในหอพัก ซึ่งนำข้อมูลกิจกรรมของหอพักนักศึกษา ที่ได้ทำการหาผลรวมไว้แล้วในแต่ละกิจกรรมมาทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ (Activity Data) คูณแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors) แสดงผลในรูปของกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ( $\text{kgCO}_2\text{e}$ ) ดังแสดงในสมการที่ 1<sup>7</sup>

$$\text{CO}_2\text{ emission} = \text{Activity data} \times \text{Emissions factor} \quad (1)$$

โดยที่  $\text{CO}_2\text{ emission}$  = ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษา

Activity Data = ข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักนักศึกษา

Emissions factor = ค่าแฟกเตอร์การปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจก

ซึ่งมีสมการคำนวณเพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของหอพักมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ดังต่อไปนี้

1) สมการที่ 2<sup>7</sup> คำนวณหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการใช้น้ำ

$$\text{CO}_2\text{ emission} = \text{ปริมาณการใช้น้ำ (m}^3\text{)} \times 0.0003 \text{ (kgCO}_2\text{e/m}^3\text{)} \quad (2)$$

2) สมการที่ 3<sup>7</sup> คำนวณหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า

$$\text{CO}_2\text{ emission} = \begin{cases} \text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWh)} \times \\ 0.5610 \text{ (kgCO}_2\text{e/KWh)} \end{cases} \quad (3)$$

3) สมการที่ 4<sup>7</sup> คำนวณหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการกำจัดขยะ

$$\text{CO}_2\text{ emission} = \begin{cases} \text{น้ำหนักขยะ (ton)} \times \text{ระยะทางไปและกลับเฉลี่ย (km)} \\ \times 0.0494 \text{ (kgCO}_2\text{e/ton-km)} \end{cases} + \quad (4)$$

$$\text{CO}_2\text{ emission} = \text{น้ำหนักขยะ (kg)} \times 0.8421 \text{ (kgCO}_2\text{e/kg)}$$

4) สมการที่ 5<sup>7</sup> การคำนวณเพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการกำจัดสิ่งปฏิกูล

$$\text{CO}_2\text{ emission} = \begin{cases} \text{ปริมาณสิ่งปฏิกูลเฉลี่ย 2.0 (L/person/day)} \\ \times \text{จำนวนคน} \times 154.63 \text{ (mg/L BOD)} \\ \times 0.42 \text{ (kg CH}_4\text{/kg BOD)} \end{cases} \quad (5)$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตามรายปีงบประมาณ 2556 (1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556) แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) วิเคราะห์แยกตามกิจกรรมคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมแต่ละประเภท (Activity data) ที่ได้จากผลรวมในแต่ละกิจกรรมคูณค่าแฟกเตอร์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Emission factors) เพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า การกำจัดขยะ และการกำจัดสิ่งปฏิกูล

2) วิเคราะห์แยกตามหอพักนักศึกษา โดยการหาผลรวมของปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทุกกิจกรรมของแต่ละหอพัก เพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละหอพักประกอบด้วย หอพักสีลาวดี 1 และ 2 หอพักราชวดี 1 3 และ 4 และหอพักราชพฤกษ์ 1 และ 2

นอกจากนี้ยังใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ (Percentage) คะแนนสูงสุด (Max) และคะแนนต่ำสุด (Min) ของการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของกิจกรรมแต่ละประเภทและแต่ละหอพัก

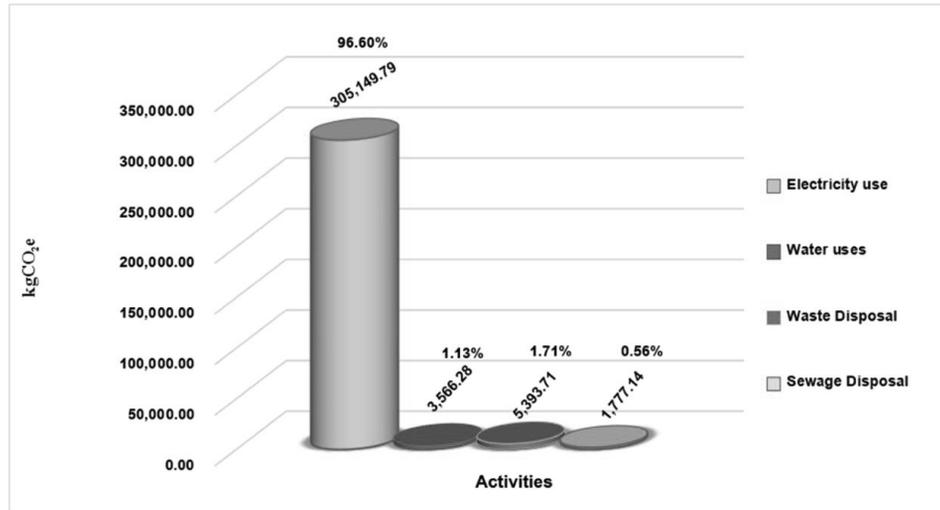
3) วิเคราะห์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนในหอพักแยกตามกิจกรรมและหอพัก โดยคำนวณได้จากการนำปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมในแต่ละหอหารด้วยจำนวนสมาชิกแต่ละหอเพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนในแต่ละหอพักและแต่ละกิจกรรม

4) วิเคราะห์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนในทุกกิจกรรมและทุกหอพัก โดยใช้ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจากทุกกิจกรรมในทุกหอพักหารด้วยจำนวนนักศึกษาในหอพักทุกหอ เพื่อหาปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคล

**ผลการศึกษา**

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์โดยแยกตามประเภทกิจกรรม พบว่า กิจกรรมการใช้ไฟฟ้า การใช้ น้ำ การกำจัดขยะ และการกำจัดสิ่งปฏิกูล มีการปล่อย

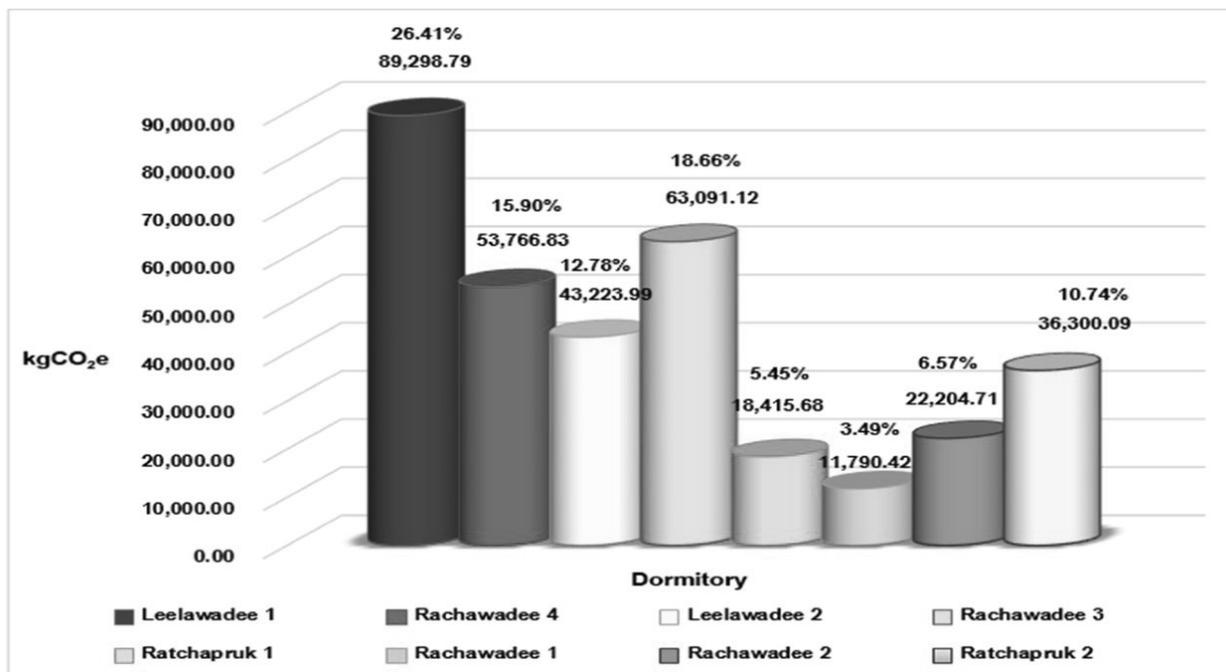
คาร์บอนไดออกไซด์ดังแสดงใน (Figure 1) ซึ่งกิจกรรมการใช้ไฟฟ้ามีการปล่อยมากที่สุด 305,149.79 kgCO<sub>2</sub>e คิดเป็นร้อยละ 96.60



**Figure 1** Carbon dioxide emission in activities (kgCO<sub>2</sub>e)

โดยปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของทุกหอพักรวมกันเท่ากับ 315,886.92 kgCO<sub>2</sub>e และเมื่อแยกตามหอพักพบว่า หอพักที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ หอพักลีลาวดี 1 มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ

89,298.79 kgCO<sub>2</sub>e รองลงมาคือ หอพักราชาวดี 3 มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 63,091.12 kgCO<sub>2</sub>e โดยคิดเป็นร้อยละในการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 26.41 และ 18.66 ดังรายละเอียดใน (Figure 2)



**Figure 2** Carbon dioxide emission in dormitory (kgCO<sub>2</sub>e)

สำหรับปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ นักศึกษาหนึ่งคนในหอพัก ซึ่งแยกตามประเภทกิจกรรมและ หอพัก พบว่า นักศึกษาหนึ่งคนจะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ในกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าของหอพักลีลาวดี 1 มากที่สุดเท่ากับ 305.10 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล น้อยที่สุดคือ หอพักราชาวดี 1 เท่ากับ 42.94 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล ส่วนกิจกรรมการใช้หน้าของ หอพักราชพฤกษ์<sup>1</sup> มากที่สุดเท่ากับ 3.42 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล

น้อยที่สุดคือ หอพักลีลาวดี 1 เท่ากับ 1.30 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล ในขณะที่กิจกรรมการกำจัดขยะของหอพักราชพฤกษ์<sup>1</sup> มาก ที่สุดเท่ากับ 5.17 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล น้อยที่สุดคือ หอพักลีลาวดี 2 เท่ากับ 2.32 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล และกิจกรรมการกำจัด สิ่งปฏิกูลเท่ากับ 1.00 kgCO<sub>2</sub>e ต่อบุคคล เท่ากันทุกหอพัก ดังแสดงใน (Table 1)

**Table 1** Carbon dioxide emissions per person, each event and each dormitory

Dormitory- name	Membership	Carbon dioxide emission per person, each event and each dormitory (kgCO <sub>2</sub> e)								Total of activity in dormitory (kgCO <sub>2</sub> e)	Total per person of activity in dormitory (kgCO <sub>2</sub> e/person)
		Electricity use		Water uses		Waste disposal		Sewage disposal			
		Total	per person	Total	per person	Total	per person	Total	per person		
Leelawadee 1	288	87,868.31	305.10	373.22	1.30	770.53	2.68	286.73	1.00	89,298.79	310.07
Rachawadee 4	258	52,305.40	202.73	434.04	1.68	770.53	2.99	256.86	1.00	53,766.83	208.40
Leelawadee 2	332	41,166.18	123.99	956.74	2.88	770.53	2.32	330.54	1.00	43,223.99	130.19
Rachawadee 3	326	61,449.14	188.49	546.88	1.68	770.53	2.36	324.57	1.00	63,091.12	193.53
Ratchapruk 1	149	16,987.08	114.01	509.73	3.42	770.53	5.17	148.34	1.00	18,415.68	123.60
Rachawadee 1	243	10,434.60	42.94	343.36	1.41	770.53	3.17	241.93	1.00	11,790.42	48.52
Ratchapruk 2	189	34,939.08	184.86	402.31	2.13	770.53	4.08	188.17	1.00	36,300.09	192.06
<b>Total</b>	<b>1,785</b>	<b>305,149.79</b>	<b>-</b>	<b>3,566.28</b>	<b>-</b>	<b>5,393.71</b>	<b>-</b>	<b>1,777.14</b>	<b>-</b>	<b>315,886.92</b>	<b>176.97</b>

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อ นักศึกษาหนึ่งคนจากทุกกิจกรรมในทุกหอพัก พบว่า นักศึกษา หนึ่งคน จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 176.97 kgCO<sub>2</sub>e ซึ่งคำนวณจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดหารด้วย จำนวนนักศึกษาในหอพักทั้งหมด ดังนี้

$$\frac{315,886.92 \text{ (kgCO}_2\text{e)}}{1,785 \text{ person}} = 176.97 \text{ kgCO}_2\text{e/person}$$

### สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของ หอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยแบ่งตาม กิจกรรม พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ กิจกรรมการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเท่ากับ 305,149.79 kgCO<sub>2</sub>e รองลงมาคือ กิจกรรมการกำจัดขยะมีค่าเท่ากับ 3,566.28 kgCO<sub>2</sub>e ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิตยา โฆษะ<sup>4</sup> วีรพล ยิ้มสินสมบุญ<sup>5</sup> และ ชุตติมา สุขอนันต์<sup>6</sup> ที่ได้ประเมินคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ (การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์) ขององค์กร พบว่า กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

สูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันสิ่งของเครื่องใช้ในการอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันโดยส่วนใหญ่มีการใช้พลังงาน ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน เช่นเดียวกับสิ่งของเครื่องใช้เพื่อ อำนาจความสะดวกภายในหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัย อุบลราชธานี เช่น หลอดไฟ ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดภายในหอพัก นักศึกษาโดยมีจำนวนทั้งหมด 5,684 หลอด รองลงมาเป็น พัดลมจำนวน 601 เครื่อง และเครื่องปรับอากาศจำนวน 262 เครื่อง เป็นต้น รวมถึงการมีพฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ดังกล่าวที่ไม่เหมาะสม<sup>7</sup> จึงทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นทุกปี โดยหากปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีการเพิ่มขึ้นแล้ว ก็ จะส่งผลให้ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นตาม ไปด้วย

อย่างไรก็ตามเมื่อแยกการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ตามหอพัก พบว่า หอพักที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ มากที่สุดคือ หอพักลีลาวดี<sup>1</sup> มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 89,298.79 kgCO<sub>2</sub>e เนื่องจากเป็นหอพักที่มีเครื่องปรับอากาศทุกห้องและมีจำนวนสมาชิกภายในหอมากถึง 288 คน รวมไปถึงการที่สมาชิกทุกคนภายในหอมีพฤติกรรมในการใช้ พลังงานไฟฟ้า และทรัพยากรอื่นๆ อย่างไม่คำนึงถึงความ

ประหยัด ไม่คำนึงถึงความคุ้มค่า ซึ่งได้มีการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นในขณะที่มีการลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หอพักต่าง ๆ ส่วนหอพักที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ หอพักราชวดี 1 มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 11,790.42 kgCO<sub>2</sub>e เนื่องจากเป็นหอพักสวัสดิการที่มีเครื่องปรับอากาศเฉพาะห้องอ่านหนังสือ จำนวน 2 เครื่อง โดยส่วนใหญ่แล้วไม่ได้มีการเปิดใช้งานเป็นประจำทุกวัน จะมีการใช้งานส่วนใหญ่ในช่วงเทศกาลอ่านหนังสือสอบ และในส่วนสมาชิกที่อาศัยอยู่ภายในหอพักนี้ก็มีจำนวนน้อยกว่าหอพักลีลาวดี<sup>1</sup>

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคลของสมาชิกภายในหอพักในแต่ละกิจกรรมและแต่ละหอพักพบว่า ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคลในกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าของหอพักลีลาวดี 1 มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคลเท่ากับ 305.10 kgCO<sub>2</sub>eต่อบุคคล ถ้าหากสังเกตปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าของหอพักดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีค่าสูงสุดคือ 87,868.31kgCO<sub>2</sub>e ทั้งนี้เนื่องจากเป็นหอพักที่มีเครื่องปรับอากาศทุกห้อง และไม่ได้มีการติดตามตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่นักศึกษานำเข้ามาใช้ซึ่งเป็นการใช้ส่วนตัวตามกฎข้อบังคับของหอพัก เช่น ไม่ให้นำโทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ามาใช้ภายในหอพัก เป็นต้น และตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาไม่มีการจัดทำโครงการหรือการดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่ออนุรักษ์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในหอพักอย่างเป็นรูปธรรม จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงกว่าหอพักอื่นๆ ในขณะที่หอพักราชวดี 1 มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคลน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 42.94 kgCO<sub>2</sub>eต่อบุคคล เนื่องจากเป็นหอพักที่มีบริบทแตกต่างจากหอพักลีลาวดี 1 อย่างสิ้นเชิง เช่น เป็นหอพักที่มีเครื่องปรับอากาศเฉพาะห้องอ่านหนังสือรวมจำนวน 2 เครื่อง เป็นหอพักสวัสดิการที่เก่าแก่นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่นิยมเข้าพัก เป็นต้น สำหรับในกิจกรรมการใช้น้ำของหอพักราชพฤกษ์ 1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.42 kgCO<sub>2</sub>eต่อบุคคล ทั้งนี้เนื่องจากเป็นหอพักสวัสดิการที่ไม่ต้องจ่ายค่าน้ำในแต่ละเดือนสมาชิกภายในหอพักส่วนใหญ่จึงมีพฤติกรรมการใช้น้ำที่ฟุ่มเฟือย นอกจากนี้มีท่อส่งน้ำประปาแตกชำรุดอยู่บ่อยครั้งในบริเวณหอพักและมีคนนอกที่ไม่ใช่สมาชิกภายในหอพักเข้ามาใช้น้ำในการล้างรถจักรยานยนต์อยู่บ่อยครั้งจึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคล มีค่ามากที่สุด ในส่วนของกิจกรรมการกำจัดขยะของหอพักราชพฤกษ์ 1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 5.17kgCO<sub>2</sub>eต่อบุคคลเนื่องจากหอพักราชพฤกษ์ 1 เป็นหอพักที่มีนักศึกษามา

รวมตัวกันเพื่อพบปะพูดคุยรวมถึงการทำงานกลุ่มค่อนข้างมากและบ่อยครั้ง ทำให้มีการซื้อสิ่งของต่างๆ มาเพื่อใช้ในการดำเนินงาน ตลอดจนอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ ซึ่งสามารถหาซื้อได้อย่างสะดวกเนื่องจากมีร้านค้าอยู่ใกล้กับหอพัก และที่สำคัญสมาชิกภายในหอพักไม่มีการคัดแยกขยะก่อนนำไปทิ้ง จึงเป็นอีกส่วนหนึ่งที่เป็นประเด็นปัญหาหลักที่สำคัญทำให้ปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ สำหรับปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคลในกิจกรรมการกำจัดสิ่งปฏิกูลเท่ากับ 1.00 kgCO<sub>2</sub>eต่อบุคคล เท่ากันทุกหอพัก เนื่องจากมีการคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณการเกิดสิ่งปฏิกูลเฉลี่ยต่อบุคคลต่อวันเท่ากัน

นอกจากนี้ยังพบว่าหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานีมีการปล่อยปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 315,886.92 kgCO<sub>2</sub>e คิดเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนมีค่าเท่ากับ 176.97 kgCO<sub>2</sub>e ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบุคคลหนึ่งคน แต่ทุกคนควรตระหนักและตื่นตัวในการช่วยลดปัญหาโลกร้อนอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการที่ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจนเกินสมดุล โดยแหล่งกำเนิดหลักคือกิจกรรมของมนุษย์ เช่น กิจกรรมการใช้ไฟฟ้า กิจกรรมการใช้น้ำ กิจกรรมการกำจัดขยะ และกิจกรรมการกำจัดสิ่งปฏิกูล เป็นต้น

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สำนักงานที่รับผิดชอบงานด้านหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ควรมีการส่งเสริมโครงการหรือกิจกรรมที่ช่วยประหยัดพลังงานมากขึ้นเพื่อลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขององค์กร ได้แก่ 1) รมรงค์หรือจัดอบรมให้สมาชิกภายในหอพักนักศึกษาประหยัดพลังงานไม่ว่าจะเป็นในส่วนของพลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำที่มีการใช้ในการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะประกาศเป็นนโยบายของสำนักงานและติดตามผลการปฏิบัติเป็นภารกิจอีกประการหนึ่งขององค์กร 2) เน้นการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นอันดับแรกคือหอพักลีลาวดี 1 และ 3) เน้นการดำเนินโครงการคัดแยกขยะหรือโครงการธนาคารขยะ และโครงการเกี่ยวกับการประหยัดน้ำ เพื่อลดปริมาณการนำขยะไปกำจัดและลดการใช้น้ำอย่างสิ้นเปลืองเป็นอันดับแรก ในหอพักราชพฤกษ์ 1

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรสำนักงานบริหารทรัพย์สินและสิทธิประโยชน์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และสำนักงานบริกายภาพและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. กรมอุตุนิยมวิทยา. ภาวะเรือนกระจก. [ออนไลน์] 2556 [สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2556]; ได้จาก [http://www.tmd.go.th/info/knowledge\\_greenhouse01\\_n.html](http://www.tmd.go.th/info/knowledge_greenhouse01_n.html)
2. เกรียงไกร แสนทวีสุข. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะโลกร้อน. [ออนไลน์] 2556 [สืบค้นเมื่อ 4 มิถุนายน 2556]; ได้จาก <http://www.wing2rtaf.net/departments/weather/images/commander/2.4%20.pdf>
3. วราพร พิมพ์ประไพ. ผลกระทบจากภาวะโลกร้อนต่อการเกิดโรคสัตว์สู่คนอุบัติใหม่และอุบัติซ้ำ. [ออนไลน์] 2556 [สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2556]; ได้จาก [http://www.baanjomyut.com/library/global\\_warming/animal\\_diseases.html](http://www.baanjomyut.com/library/global_warming/animal_diseases.html)
4. นิตยา โฆษณา. การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปัญหาพิเศษด้านสาธารณสุข วิทยาลัยแพทยศาสตร์บัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี; 2555.
5. สำนักงานบริหารทรัพย์สินและสิทธิประโยชน์ ฝ่ายหอพักนักศึกษา. ข้อมูลการบริหารจัดการหอพักนักศึกษา ประจำปี 2555-2556. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี; 2556.
6. สำนักงานบริหารกายภาพและสิ่งแวดล้อม กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม. ข้อมูลการใช้หน้าและการจัดการขยะของหอพักนักศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2555. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี; 2556.
7. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. [ออนไลน์] 2554 [สืบค้นเมื่อ 3 กันยายน 2556]; ได้จาก <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?op=history>
8. วีรพล ยิ้มสินสมบุรณ์, ฅภัทร จักรวัฒนา และวีระวัฒน์ เมืองคำ. การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับสถาบันการศึกษา กรณีตัวอย่างวิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยพะเยา. ใน: รายงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 11. โรงแรม โพธิ์วิล รีสอร์ท แอนด์ สปา. เชียงราย; 2555. หน้า 145.
9. ชุตติมา สุขอนันต์. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2555.