

การศึกษาวิเคราะห์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและแนวทางการลด
คาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบดิจิทัล กรณีศึกษา
รีสอร์ทแห่งหนึ่ง เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Analytical studies Greenhouse gas emissions and reduction approaches
Carbon Footprint Using Digital Case study at a resort in
Koh Samui, Surat Thani Province.

นายวรินทร์ ฉิมน้อย¹, สุวิมล แผงธีระสุขมัย¹, พุทธิพงษ์ เลหะชัยวรกุล¹, พลังวัชร แผงธีระสุขมัย¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

²สาขาวิชาวิศวกรรมบำรุงรักษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Poup_2004@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการดำเนินงานของรีสอร์ทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยนำอุปกรณ์ เครื่องมือระบบดิจิทัล มาประยุกต์ใช้สำหรับเก็บข้อมูลกิจกรรมที่เป็นแหล่งการปล่อยก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ด้วยวิธีการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) จากศึกษา พบว่าการนำระบบดิจิทัล เข้ามาดำเนินการรวบรวมข้อมูล ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซ เรือนกระจก สามารถตรวจสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สูงสุดในแต่ละช่วงเวลาได้ สามารถระบุข้อมูลก๊าซเรือน กระจกเป็นช่วงระยะเวลา เป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี โดยระบบดิจิทัลสามารถตรวจสอบการใช้ พลังงานไฟฟ้าขององค์กรนักศึกษาได้ทุกๆ 15 นาที โดยวัดจากช่วงเวลาที่ใช้จริงในขณะนั้น (Real time) โดยในช่วง เดือน มกราคม-ธันวาคม ปี 2560 รีสอร์ทกรณีศึกษามีการปล่อยคาร์บอน ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 4,783.5 Ton Co₂ eq และมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อห้องพัก (Room Night) เท่ากับ 4.2 Ton Co₂ eq โดยผู้ทำการวิจัยได้พิจารณาข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงสุดของแต่ละวัน พบว่า ในช่วงระหว่างเวลา 14.00 น.-16.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak) ของรีสอร์ทกรณีศึกษา โดยการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ ก่อให้เกิดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด มีปริมาณรวมทั้งสิ้น จำนวน 4215.1 Ton Co₂ eq การใช้ LPG มี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 412.8 ton Co₂eq คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 88.12% และ 8.63% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นในองค์กร โดยกำหนดแนวทาง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานด้วยการลดการใช้ไฟฟ้า 10% ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะสามารถลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดได้ 421.52 Ton Co₂ eq ต่อปีหรือ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยต่อ 1 ห้องพักได้ ในปริมาณ 0.4 Ton Co₂ eq ต่อ Room night

คำสำคัญ: “คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร” “คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงแรม” “การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรีสอร์ท”

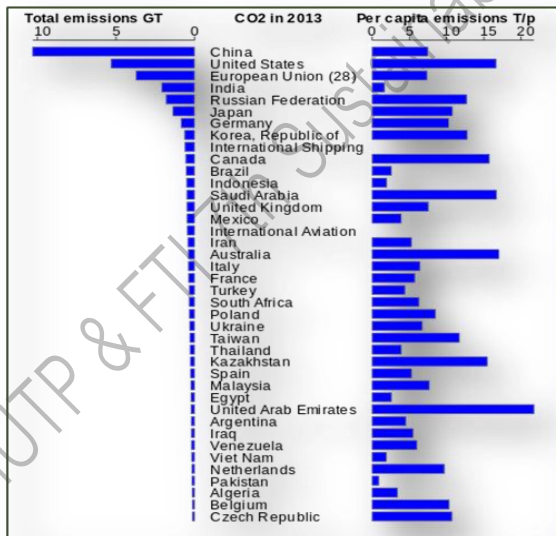
Abstract

This research aims to study the amount of greenhouse gas emissions and the ways to reduce greenhouse gas emissions. Based on the activities of the resort, a case study in Koh Samui, Surat Thani by bringing digital tools. It is used to collect activity data as a source of emissions, resulting in greenhouse gases. How to Calculate Carbon Footprint According to the guidelines of the Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). The study found that data gathering by technology Digital come to collect the data, that makes it easy to analyze the amount of greenhouse gas emissions. The highest amount of greenhouse gases can be monitored at any given time. GHG emissions can be specified on a daily, weekly, monthly and yearly basis. Digital systems can monitor the use of a case study every 15 minutes, measured by the actual period. (Real time) During January-December 2017, case studies have released carbon footprints. The amount of greenhouse gases is 4,783.5 Ton Co₂ eq and the amount of greenhouse gases per room is 4.2 Ton Co₂ eq. 2.00Pm-4.00Pm is the peak time of the resort's electricity. Using electricity is the activity that produces the highest amount of greenhouse gases. The total volume of greenhouse gas emissions was 412.8 tons Co₂eq, equivalent to 88.12% and 8.63%, respectively, compared to all activities in the organization. By definition. Greenhouse gas emissions from energy use are reduced by a 10% reduction in electricity consumption, which can reduce greenhouse gas emissions by 421.52 Ton Co₂ eq per year or reduce average greenhouse gas emissions by one. 0.4 Ton Co₂ eq per Room night

Keywords: "carbon footprint of the organization," "carbon footprint of the hotel," "Resort greenhouse gas emissions"

1. บทนำ (Introduction)

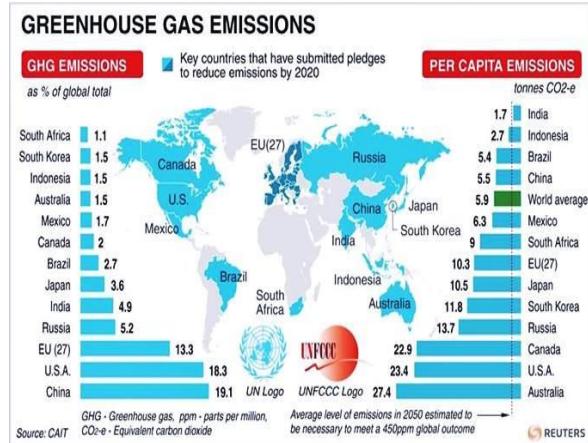
ภาวะโลกร้อน มีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น โลกต่างเผชิญกับปัญหาโลกร้อนซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆที่อาศัยอยู่ในโลกเป็นอย่างมาก มีหลักฐานและปรากฏการณ์มากมาย ที่เกิดขึ้นกับโลกของเราเรื่องปัญหาเกี่ยวกับโลกร้อน ทำให้กลุ่มนักวิทยาศาสตร์คนทั่วโลกได้ร่วมกันศึกษา วิจัย และติดตามผลอย่างต่อเนื่องอย่างใกล้ชิดมานานหลาย 10 ปีแล้ว ซึ่งได้ผลยืนยันเป็นที่แน่ชัดว่าปัญหาโลกร้อน หรือ Global Warming กำลังกักความร้อนและเป็นปัญหาขั้นวิกฤติ ที่ทุกฝ่ายต่างต้องร่วมกันแก้ไข ดังนั้นใน พ.ศ. 2535 นานาชาติซึ่งได้ตระหนักถึงความสำคัญในปัญหาดังกล่าว จึงได้จัดตั้งรัฐภาคีว่าด้วยอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) เพื่อเป็นการบรรเทาและแก้ไขปัญหาโลกร้อนดังกล่าว ปัจจุบันอนุสัญญาของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จากปี ค.ศ. 1880 ประมาณ 0.85 องศาเซลเซียส และมีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลกประมาณอยู่ที่ประมาณ 401 PPM (อ้างอิงจากรายงาน AR 5 ของ IPCC 2014) จากการศึกษาพบว่าหากอุณหภูมิของโลกยังคงสูงขึ้นจนไม่สามารถหยุดยั้งการเปลี่ยนแปลงได้ และจะเกิดผลกระทบต่อมนุษย์ในโลกร้อนอย่างแน่นอน โดยกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมที่มีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่ 20 ประเทศ ดังภาพ ที่ 1.1 (<https://static.guim.co.uk> 2013)



ภาพ 1.1 ลำดับประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

โดย สถิติดังกล่าวถูกรวบรวมไว้เมื่อปี เมื่อปี 2013 โดยมีการเปรียบเทียบกันระหว่าง กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำของโลก 20 ประเทศที่มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ ในขณะที่เดียวกันก็มีการพยากรณ์ว่าภายในปี

ค.ศ. 2020 นี้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะทวีความรุนแรงอย่างต่อเนื่อง โดยกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำขนาดใหญ่ของโลกยังคงมีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับต้นๆของโลก ปรากฏตามภาพถ่าย 1.2 แสดงการพยากรณ์การปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกใน ค.ศ. 2020



ภาพที่ 1.2 พยากรณ์ ประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดใน ค.ศ. 2020 (ที่มา <http://www.alanbarton.me>)

โดยมีการประมาณการณ์ว่าความเข้มข้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ จะมีความเข้มข้นประมาณ 478 ppm) ซึ่งเมื่อถึงเวลานั้น ทุกประเทศต้องร่วมกันในการควบคุมให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศตัวเอง (<https://www.egat.co.th> 2016) สำหรับประเทศไทย ถึงแม้ว่า จะมีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกไม่มาก โดยมีสัดส่วนประมาณ 0.9-1% เท่านั้นหากเทียบกับประเทศชั้นนำของโลกโดยในปี ค.ศ.2013 (ที่มา <https://static.guim.co.uk> 2013) แต่จากข้อมูลรายงานความก้าวหน้าราย 2 ปีฉบับที่ 1 ของประเทศไทย (Thailand Biennial Update Report 2011) ซึ่งได้รายงานต่อ UNFCCC ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 โดยได้ระบุในรายงานว่า ประเทศไทยมีปริมาณก๊าซเรือนกระจก ประมาณ 305.52 MtCO₂e (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในการผลิตไฟฟ้าประมาณ 86.87 MtCO₂e หรือประมาณ 39% ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูงพอสมควร ซึ่งประเทศไทยเองก็ได้ตระหนักและให้ความสำคัญเป็นอย่างมากดังจะเห็นได้จากการประชุม COP 21 ในปี พ.ศ. 2558 พณฯท่าน พล.อ. ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้ให้ถ้อยแถลงเจตจำนงการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยภายหลังปี 2020 หรือ การลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมุ่งมั่นของประเทศ (Intended Nationally Determined Contributions:

INDCs) โดยประเทศไทยจะดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในทุกภาคส่วน (Economy Wide) ร้อยละ 20-25 ประมาณ 110-140 tCO₂e ในปีพ.ศ. 2573 (ที่มา : ถ้อยแถลง INDC ของประเทศไทยในการประชุม COP 21 2558) ดังนั้น จึงถือว่าเป็นเรื่องท้าทายประเทศไทย ที่จะสามารถทำได้อย่างที่ ได้ประกาศไว้หรือไม่ จึงต้องช่วยกันต่อไป

2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

การศึกษาการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในครั้งนี้ ใช้วิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยใช้แนวทางตามองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)ซึ่งประยุกต์จากข้อกำหนด ใน ISO 14064-1(2006) โดยการนำเทคโนโลยีดิจิทัล เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ รวดเร็ว เทียบตรง แม่นยำ เพื่อสามารถนำเอาข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้อย่างทันท่วงที โดยข้อมูลที่รวบรวมโดยระบบดิจิทัล นำใช้เป็นฐานในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรีสอร์ททกรณีศึกษา มีการสุ่มจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง รีสอร์ททกรณีศึกษา ตามการวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่างงานวิจัยได้แก่ รีสอร์ทในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีจำนวนที่พักทั้งสิ้น 363 รีสอร์ท และมีจำนวนห้องพักทั้งสิ้น 21,587 ห้อง เพื่อให้บริการแก่นักท่องเที่ยวในขณะที่ อำเภอเกาะสมุยเอง มีพื้นที่เพียง 228 ตารางกิโลเมตรและพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง ดังนั้นสัดส่วนความหนาแน่น 0.62 ต่อตารางกิโลเมตร (อำเภอเกาะสมุย, 2560) ดังนั้นในการหากลุ่มตัวอย่าง ของโรงแรมและรีสอร์ทที่ให้บริการในพื้นที่เกาะสมุยนั้น เพื่อที่จะนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในกรณีศึกษา โดยวิธีการเทียบเคียงกับจำนวนโรงแรมและรีสอร์ท ที่มีอยู่ทั้งหมดทั้งหมดในพื้นที่ โดยสามารถนำมาคำนวณได้โดย อ้างอิงได้จากสมการของ Taro Yamane (Taro Yamane, 1973) ซึ่งโดยข้อเท็จจริงแล้ว หากจะทำการกำหนดให้ใช้สมการ ดังกล่าวเป็นสมการเพื่อเป็นฐานในการคำนวณ กลุ่มตัวอย่างโรงแรมรีสอร์ททกรณีศึกษานั้น นี้ในทางทฤษฎีแล้วเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ 95% ขึ้นไป จึงต้องหาจำนวนรีสอร์ททกรณีศึกษาโดยวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้ กำหนดให้ n แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และกำหนดให้ e เป็นระดับความคลาดเคลื่อนที่ 5% ดังสมการดังต่อไปนี้

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad \text{สมการที่ 1}$$

363

$$\text{จากสมการที่ 1 } n = \frac{363}{1+363e^2}$$

$$\text{ดังนั้น } n = 1.90/363 = 191.05$$

ดังนั้นหากอ้างอิงสมการของ Taro Yamane ต้องใช้ รีสอร์ทที่เป็นกรณีศึกษาจำนวน 191 รีสอร์ทเป็นอย่างน้อย แต่ในทางปฏิบัติ แล้วขนาด ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แต่ละรีสอร์ทที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของพื้นที่ จำนวนของห้องพัก จำนวนและขนาดของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ประกอบกับ ในพื้นที่เกาะสมุยเอง ผู้ประกอบการยังไม่มีความรู้เรื่องคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่าไรนัก จึงยังไม่ได้สนใจมาก และอาจเนื่องด้วยความพร้อมของระบบโครงสร้างพื้นฐาน ภายในเกาะสมุยเอง หรือเนื่องจากไม่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนด้านความรู้ และการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากหน่วยงานของรัฐในพื้นที่ยังมีไม่มากนักเท่าที่ควร ดังนั้นจึงยังไม่มีกรคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างเป็นทางการสำหรับธุรกิจโรงแรมและรีสอร์ทภายในเกาะสมุยแห่งนี้

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้รีสอร์ททกรณีศึกษาแห่งหนึ่งซึ่งมีจำนวนพนักงานทั้งหมด รวม 265 คน มีจำนวนบ้านพักเป็นหลังเป็นจำนวน 81 หลัง ทุกหลังมีสระว่ายน้ำให้บริการแขก (Pools Villa) โดยแบ่งออกเป็นวิลล่า ขนาด 1 ห้องนอน มีพื้นที่ รวม 75 ตารางเมตร จำนวน 65 หลัง (1 Bed room Pools Villa) วิลล่า ขนาด 2 ห้องนอน พื้นที่ขนาด 95 ตารางเมตร จำนวน 14 หลัง (2 Bed room Pools Villa) และ เป็นวิลล่า ขนาดใหญ่ขนาด 150 ตารางเมตร จำนวน 2 ห้อง (3 Bed room Pools Villa) โดยในศึกษา กิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกภายในของกรณีแห่งนี้ โดยในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรม ๆ ผู้วิจัยได้นำระบบดิจิทัล มาใช้ในการรวบรวมข้อมูลรีสอร์ททกรณีศึกษา โดยระบบดิจิทัลที่นำมาเก็บค่ากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรีสอร์ททกรณีศึกษามีดังต่อไปนี้

1). AMR Automatic Meter Reading

เป็นระบบการอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติผ่านระบบสื่อสารผ่านระบบระบบเน็ตเวิร์ค โดยมีการเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เฟส (Interface)ของการไฟฟ้าโดยข้อมูลที่อ่านได้ทั้งหมดเก็บที่ AMR DATA CENTER ของการไฟฟ้า โดยข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดใจใบแจ้งค่าไฟฟ้าพร้อมกันนั้น ลูกค้ายังสามารถตรวจสอบและดาวน์โหลดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าผ่าน AMR Website ได้ตลอดเวลา โดยคุณสมบัติของระบบ AMR สามารถแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

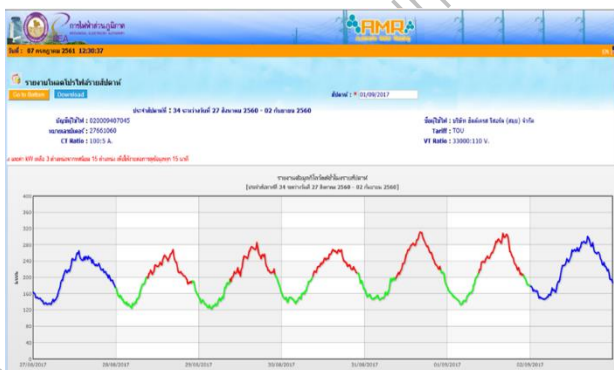
ทุก 15 นาทีตามช่วงเวลา เช่น รายวัน, รายสัปดาห์, รายเดือน, และรายปี หรือตามช่วงเวลากำหนด โดยผู้ใช้งานสามารถให้แสดงผลอยู่ในรูปแบบกราฟเส้นหรือกราฟแท่งก็ได้ ตามตัวอย่างภาพที่ 1.3 และ 1.4



ภาพที่ 1.3 รายการการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกๆ 15 นาที ใน 1 วัน

จากภาพที่ 1.3 เป็นการแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของรีแอสอร์ทกรณีศึกษาโดยสีแดงที่ลูกศรชี้หมายถึงช่วงเวลาที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละวัน ส่วนกรอบสีแดงหมายถึงช่วงเวลาทุกๆ 15 นาทีที่ AMR Update ข้อมูลแล้วส่งมาภายในระบบ โดยระยะเวลาเริ่มต้นของแต่ละวันคือ เที่ยงสจน 00.15 จนถึง 24.15 น. โดยระบบจะส่งข้อมูลมาให้แบบทันทีทันใด (real Time)

และภาพที่ 1.4 เป็นภาพการแสดงผลข้อมูลแบบเป็นสัปดาห์ ระบบไฟฟ้าจะมีอัตราการใช้ค่าไฟฟ้าต่อ Unit เป็นแบบ Peak and Off Peak ซึ่งแสดงในตามที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 เป็นภาพแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นรายสัปดาห์

สำหรับการแสดงข้อมูลการใช้พลังงานเป็นรายสัปดาห์สามารถดูได้ตั้งแต่ช่วง off-Peak ซึ่งเป็นวันหยุด เป็นเส้นสีน้ำเงิน ซึ่งมีอัตราค่าไฟฟ้าต่ำกว่าช่วง Peak ช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละวันซึ่งแสดงเป็น สีแดง และช่วงมีการใช้งานไฟฟ้าปกติแสดงเป็นสีเขียว เป็นต้น

2. Waste Water Treatment Plant (WWTP.)

Smart Monitoring WWTP. โปรแกรมควบคุมระบบน้ำเสียอัตโนมัติโปรแกรมคำสั่งถูกพัฒนาเพื่อใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียเนื่องจากรีแอสอร์ทกรณีศึกษามีการผลิตน้ำเสียต่อวันๆ ละไม่น้อยกว่า 150 คิว. (Cubic Meter) ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบเติมอากาศ โดยระบบเริ่มเมื่อน้ำเสียถูกปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด ระบบจะมีการคั้บแยกไขมันออกจากระบบก่อน (Grease trap) จากนั้นจะมีถังเก็บกากของเสียและตะกอนถูกเก็บไว้ในบ่อเก็บตะกอน เพื่อรอรีดออกจากระบบ ระบบบำบัดในส่วนนี้เป็นระบบปิด ส่วนน้ำจากส่วนอื่นไม่ว่าจากท่อน้ำในส่วนของน้ำ, ท่อน้ำเสียส่วนอื่น, หรือท่อน้ำเสียจากครัว (Soil, Waste and Kitchen) จะถูกเข้าสู่กระบวนการบำบัดโดยมีการเติมอากาศและมีการเลี้ยงจุลินทรีย์อายุสั้นเพื่อกำจัดของเสียส่วนต่างๆ โดยมีการควบคุมระยะเวลาและปริมาณของน้ำเสียให้สอดคล้องสัมพันธ์ กับปริมาณน้ำเสียชุดใหม่ที่จะเข้ามาเพื่อบำบัด โดยกลไกการควบคุมดังกล่าวนี้ มีการควบคุมผ่าน Software WWTP. Smart Monitoring ระบบการทำงานเริ่มจากตรวจสอบปริมาณน้ำเสียที่เข้ามาในระบบ กำหนดปริมาณน้ำเสียที่เข้ามาในระบบแต่ละช่วงเวลากักน้ำเสียไว้ในแต่ละบ่อเพื่อบำบัดหรือรอการบำบัดและกระบวนการทำยสุดท้าย การสูบน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนำไปเก็บไว้ในถังน้ำดีที่ผ่านการ บำบัดแล้ว (น้ำรีไซเคิล) เพื่อเตรียมนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ (รดน้ำต้นไม้, ล้างถนน, ล้างพื้น ฯลฯ) ซึ่งกระบวนการในจัดการระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมดถูกจัดการโดยโปรแกรมที่เรียกว่า WWTP. Smart Monitoring นอกจากระบบดังกล่าวจะสามารถสื่อสารเครื่องจักรทุกตัว ไม่ว่าจะเป็น ปั้มน้ำ, เครื่องรีดตะกอน, เครื่องกวนตะกอน, กังหันน้ำ, เครื่องเติมอากาศ, พัดลมดูดกลิ่นอับ, พัดลมดูดอากาศ ฯลฯ ระบบดังกล่าวยังสามารถสื่อสารกับ ผู้ดูแลระบบ User ได้อีกด้วยโดยการส่งสัญญาณผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยผู้ใช้โปรแกรมดังกล่าวสามารถตรวจสอบดูระบบได้ทุกเวลาทุกสถานที่เพียงแค่ขอให้ มี อินเทอร์เน็ตเท่านั้น



ภาพที่ 1.5 หน้าหลักของโปรแกรม WWTP. Smart Monitoring.



ภาพที่ 1.6 WWTP. Smart Monitoring ขณะกำลังทำงาน
ในส่วนของน้ำ รีไซเคิล

3. Digital Check in Application

โปรแกรม ดิจิทัลเช็คอิน เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานเฉพาะ
กลุ่มรีสอร์ททริคเคิล (Hotel-Resort Chains) ซึ่งถูก
พัฒนาเพื่อให้ลูกค้าผู้พักอาศัยสะดวกในการใช้บริการริ
สอร์ท โดยลูกค้าสามารถ เลือกจองห้องที่ว่างระบุวันเวลาที่
จะเข้าพัก ขอบห้องที่อยู่ชั้นสูงหรือชั้นต่ำ ต้องการสูบบุหรี่
หรือไม่ ต้องการอะไรเป็นพิเศษหรือไม่ ในวันเข้าพักลูกค้า
สามารถนำรหัสที่เป็น QR. Code เข้า Scan เพื่อใช้งานลิฟต์
เปิดประตูเข้าห้องพักหรือทำกิจกรรมใดๆในรีสอร์ทได้โดยไม่ต้อง
ติดต่อกับพนักงานเลย โดยระบบนี้เพียงแค่ลูกค้าต้อง
ยืนยันตัวตนในระบบสำหรับรีสอร์ทผู้ให้บริการ ด้วยข้อมูล
ทั้งหมดของลูกค้าที่มี ผู้ให้บริการสามารถตอบสนองลูกค้าได้
ตามต้องการโดยมีรายละเอียดตามที่ลูกค้าขอไว้ล่วงหน้าอยู่
ก่อนแล้ว การจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากลูกค้าทั้งหมดจะถูกเก็บไว้
ในฐานะข้อมูลลูกค้าระบบดิจิทัล สำหรับรีสอร์ทผู้ให้บริการ
เมื่อได้ข้อมูลของลูกค้าทั้งหมดแล้ว ระบบดิจิทัลเช็คอินจะทำ
การวิเคราะห์ข้อมูล ว่าวันและเวลาไหน จะมีจำนวนผู้เข้าพัก
เป็นจำนวนเท่าไร แยกเป็นชาย-หญิง เด็กหรือคนแก่ เป็น
จำนวนกี่คน มาจากชาติไหนบ้าง ความต้องการของลูกค้าแต่ละ
คนต้องการอะไร โดยระบบจะสรุปและนำออกมาเป็น
รายงานให้พนักงานที่ดูแลรับผิดชอบส่วนนั้นๆ ได้ทราบ
เพื่อที่จะเตรียมพร้อมในการให้ บริการต่อไป ดังนั้นเมื่อนำ
ระบบดิจิทัลเช็คอินมาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่ เช่น
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือ ปริมาณการใช้น้ำ ในส่วนอื่นที่ไม่
เกี่ยวกับการใช้งานของลูกค้า ในห้องพัก (Back of House)
จำนวนพนักงานที่มาทำงานในวันนั้นๆ โดยตรวจสอบจาก
ตารางการทำงานประจำเดือนที่ได้ที่ได้อ่างแผนไว้ล่วงหน้า
(Roster) การใช้แก๊สแอลพีจีเพื่อการหุงต้มหรือการใช้สำหรับ
แผนกซักรีด (Laundry) โดยนำข้อมูลเก่ามาเทียบประมาณ
การก็จะสามารถคาดการณ์ได้ถึงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่

รีสอร์ท ทริคเคิล ได้สร้างขึ้น ว่าน่าจะมีปริมาณเป็นจำนวน
เท่าไร ทำให้การหาแนวทางในการลดการปล่อยคาร์บอน
ฟุตพริ้นท์ได้ง่าย เนื่องจาก สามารถคาดการณ์ ปริมาณในการ
ปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ล่วงหน้าได้ สำหรับตัวอย่างรายงาน
ระบบดิจิทัลเช็คอิน ผู้วิจัยได้ทำจำลองไว้ เป็นไปตามภาพที่
1.7 และภาพที่ 1.8

Condition: Some Sun & A couple of showers		Sunrise: 06:30 AM		Moonrise: 01:40:00 AM		
Temperature: 29/27°C		Sunset: 06:31 PM		Moonset: 01:34 PM		
Statistics & Forecast						
DATE	Yesterday	Today	Mon	Tue	Wed	
Occupancy % USMKS	89	93	82	89	82	
ADR (THB)	13,591	12,758	13,629	14,568	14,374	
Arrival Rooms	21	28	21	27	21	
Departure Rooms	19	25	29	22	26	
Occupied Rooms	59	62	54	59	54	
Total Guests In-House	119	122	106	118	107	
Comp rooms +	HU	1	1	0	1	
Pot. Honors Revenues	17,665	76,548	38,964	41,479	41,091	
Statistics & Forecast						
DATE	Yesterday	Today	Sat	Tue	Wed	
Occupancy % USMKS	100	100	93	60	73	
ADR (THB)	29,471	25,306	24,492	23,331	24,104	
Arrival Rooms	2	4	3	2	4	
Departure Rooms	1	3	3	5	1	
Room Reserved	15	15	14	9	11	
Total Guests In-House	31	27	26	16	23	
Over Flow from USMKS	7	6	5	4	3	
Maintenance /OOO	0	0	0	0	0	

ภาพที่ 1.7 รูปแบบรายงานระบบดิจิทัล เช็คอินต่อวัน

96%		High EOB	Low BOB	High Pick Up	Low Picku	
Date	DOW	Occ	Slid	UCD	RMtoSell	UserFCT
Jan 17		81.3%	1,991	1,738	336	2,064
Feb 17		81.4%	1,800	1,588	294	1,800
Mar 17		69.7%	1,706	1,646	478	1,706
Apr 17		77.7%	1,842	1,626	383	1,842
May 17		71.6%	1,754	1,615	413	1,754
Jun 17		74.1%	1,757	1,629	364	1,757
Jul 17		80.8%	1,979	1,770	232	1,979
Aug 17		82.9%	2,029	1,816	166	2,029
Sep 17		83.0%	1,968	1,780	194	1,968
Oct 17		75.9%	1,860	1,658	253	1,860
Nov 17		72.7%	1,723	1,626	264	1,723
01Dec17	Fr	74.7	59	60	9	59

ภาพที่ 1.8 รูปแบบรายงานระบบดิจิทัล เช็คอินที่สรุปยอด
เป็นรายเดือนและรายปี

4. Rat Trap Wifi. กับดักหนู ระบบดิจิทัล

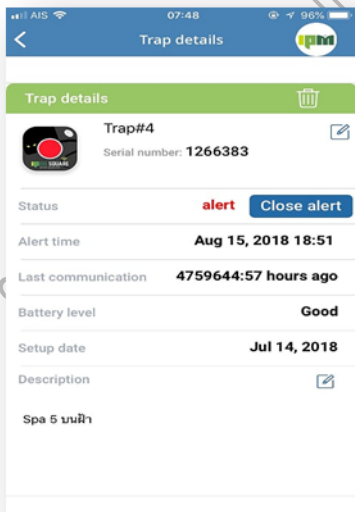
เครื่องมือหนึ่งในที่สะท้อนความเป็นยุคดิจิทัลได้เป็นอย่างดีที่
ได้ติดตั้งในรีสอร์ททริคเคิล คือ กับดักหนูดิจิทัล สืบเนื่อง
จากรีสอร์ททริคเคิล มีการเปิดให้บริการห้องอาหาร
เพื่อให้ลูกค้า สามารถใช้บริการภายในร้านอาหารได้
โดยสะดวก โดยที่ไม่ต้องออกไปใช้บริการภายนอกรีสอร์ท แต่
มักพบว่า มีหนูมากินเศษอาหารที่ตกอยู่ตามพื้นครัวหรือ
ห้องอาหารอยู่เสมอครั้ง เมื่อห้อง อาหาร เปิดดำเนินการ
ใหม่ๆ บางครั้งก็ตัดสายไฟ อุปกรณ์เครื่องครัว หรือระบบ
ไฟฟ้าเอง ซึ่งถือว่าสร้างความเสียหาย เป็นอย่างมาก รีสอร์ท
ทริคเคิลจึงได้นำอุปกรณ์เป็นกับดักหนูที่เชื่อมต่อกับ
สัญญาณ Internet หลักการทำงานคือ โดยผู้เกี่ยวข้อง ต้อง

ความไหลดอปพลิเคชันของผลิตภัณฑ์เพื่อติดตั้งใน
สมาร์ตไฟซึ่ง สามารถ ติดตั้งได้ทั้งระบบแอนดรอยด์และ
ระบบไอโอเอส

หลักการการทำงานจะเหมือนกับดักหนูทุกอย่างเพียงแต่พัฒนา
ให้มีระบบเซ็นเซอร์ ส่งสัญญาณเตือนไปยังมือถือเมื่อมีหนูมาติด
กับดัก เพื่อให้ภายใน 24 ชม.พนักงานผู้เกี่ยวข้องต้องมาเก็บ
ซากหนูที่ดักได้ ทั้งนี้เพื่อกันเพื่อไม่ให้ซากหนูเน่าส่งกลิ่น และ
ผู้เกี่ยวข้องก็จะได้ไม่สัมผัสกับซากเพราะมีการส่งสัญญาณเตือน
ทุกๆครึ่ง ชม.หากซากหนูยังไม่ถูกเก็บและระบบยังไม่ถูกรีเซ็ต
ให้อยู่ในสถานะปกติ การทำงานของระบบดิจิทัลระบบนี้
สามารถกำจัดปัญหาเรื่องหนูให้หมดไปจากกรีสอร์ทกรณีศึกษา
ได้อย่างถาวร



ภาพที่ 1.9 ภาพแสดงการทำงานของกับดักหนู ดิจิทัล



ภาพที่ 1.10 ภาพแสดงการแจ้งเตือนของกับดักหนู ดิจิทัล
บนมือถือ

และจากการศึกษาพบว่า ข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยี ดิจิทัล
นั้น เป็นข้อมูลที่ สามารถอ่านค่าได้อย่างสม่ำเสมอ เทียงตรง
สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ตลอด และเมื่อได้รวบรวม
ข้อมูลทั้งหมดที่ต้องใช้สำหรับการวิจัยแล้วนั้น ก็นำข้อมูล
ที่ได้มาทำการคำนวณโดยใช้วิธีการคำนวณโดยเป็นไปตามสูตร
 $CFO = GHG\ emission = Activity\ data \times EF$ โดย
กำหนดให้ $= Activity\ data$ คือข้อมูลกิจกรรมที่ทำให้เกิด
ก๊าซเรือนกระจก EF คือ (GHG Emission Factors) คือ
ค่าคงที่ๆใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการ
ปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือน
กระจก และผลของการคำนวณนั้นให้แสดงผลเป็นไปในรูป
ของตัน (กิโลกรัม)คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂- e)

3. ผลการวิจัย (Results)วิธีการคำนวณคาร์บอนฟุต พริ้นท์

เมื่อรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดย
นำเครื่องมือระบบดิจิทัลมาเป็นตัวช่วยในการบันทึก ทำให้ได้
ข้อมูลที่แม่นยำ รวดเร็ว และได้ค่าที่ค่อนข้างแน่นอน ดังนั้น
จึงนำข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ในรีสอร์ท
ทกรณีสึกขามา คำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในองค์กร
ดังตารางที่ 1 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่
1 ทางตรง และตารางที่ 2 เป็นกิจกรรมประเภทที่ 2 และ
ประเภทที่ 3 เป็นกิจกรรมการการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ทางอ้อม และเป็นกิจกรรมประเภทอื่นๆ

เดือน	ประเภทที่ 1				
	น้ำมันดีเซล (Non Road)	Gas, LPG	ปริมาณน้ำเสีย	ค่า COD	น้ำมันดีเซล (On Road)
หน่วย	ลิตร	กิโลกรัม	ลูกบาศก์เมตร	กิโลกรัม COD	ลิตร
ค่า EF	2.708	3.1133	0	0.5821	2.7446
มค.	905	12,358	3,993	130	1,520
กพ.	15	10,061	4,158	180	1,526
มีค.	1,614	11,247	5,838	280	1,508
เมย.	75	10,232	6,355	213	1,497
พค.	939	11,520	6,419	134	1,485
มิย.	1,395	10,335	5,580	218	1,482
กค.	612	13,680	5,842	275	1,477
สค.	74	12,062	7,406	329	1,475
กย.	19	10,855	5,676	426	1,471
ตค.	1,435	10,533	5,829	148	1,452
พย.	75	9,360	4,436	224	1,507
ธค.	1,520	10,334	4,436	168	1,531
ค่าเฉลี่ยกิจกรรมทั้งปี	23.5	412.8	-	1.6	49.2

ตารางที่ 1 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง

ในกิจกรรมประเภทที่ 1 กิจกรรมประการใช้แก๊ส LPG เป็น
กิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมาเป็น
กิจกรรมการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับพาหนะ

และในตารางที่ 2 เป็นตารางกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือน
กระจกทางอ้อมโดยกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปริมาณก๊าซเรือน
กระจกสูงที่สุดก็คือ การใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีปริมาณสูงมาก หาก

เทียบกับกิจกรรมอื่นๆ

ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3		
พลังงานไฟฟ้า	น้ำประปา	จำนวนพนักงาน	กระดาษขาว
kWh	ลูกบาศก์เมตร	คน	kg
0.5821	0.7043	0.86184	6
546,126	4,792	185	335
553,212	4,990	185	331
619,596	7,006	192	331
626,730	7,626	194	336
641,172	7,703	194	334
613,680	6,696	194	338
636,768	7,010	201	341
667,938	8,887	201	240
636,654	6,811	201	335
622,410	6,995	207	332
545,496	5,323	210	331
531,396	5,323	215	336
4,215.1	55.8	2.1	23.5

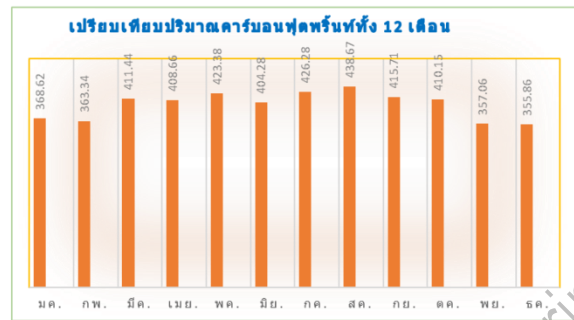
ตารางที่ 2 เป็นกิจกรรมประเภทที่ 2 และประเภทที่ 3 เป็นกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม และเป็นกิจกรรมประเภทอื่นๆ

และเมื่อนำกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกิจกรรมของแต่ละเดือน มารวมคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยเทียบกับ จำนวนการขายต่อห้อง (Room Night) การปล่อยปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มากน้อยในแต่ละเดือน ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณแขกผู้พักอาศัยด้วยว่ามีปริมาณมากน้อยแค่ไหน ซึ่งปรากฏตามตารางการคำนวณ ตารางที่ 3

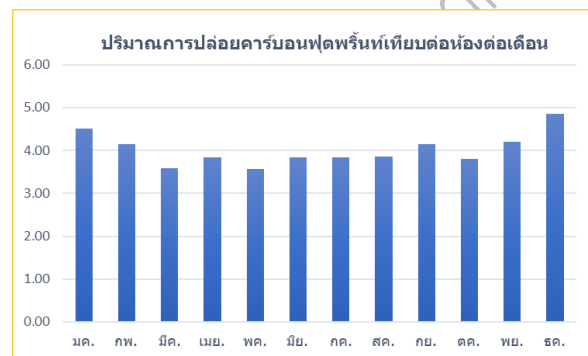
เดือน	No. Room Night	Per/Month	Per Room Night
มค.	1,661	368.62	4.51
กพ.	1,507	363.34	4.15
มีค.	1,473	411.44	3.58
เมย.	1,568	408.66	3.84
พค.	1,511	423.38	3.57
มิย.	1,552	404.28	3.84
กค.	1,638	426.28	3.84
สค.	1,696	438.67	3.87
กย.	1,723	415.71	4.14
ตค.	1,562	410.15	3.81
พย.	1,500	357.06	4.20
ธค.	1,728	355.86	4.86
รวมทั้งปี	19,119.0	4,783.5	48.2

ตารางที่ 3 เป็นตารางการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยเทียบกับ Room Night

และเมื่อนำไปรายงานในรูปแบบของกราฟเพื่อให้ดูง่ายก็จะได้ดัง ภาพที่ 1.11 กราฟแสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในแต่ละเดือน



ภาพที่ 1.11 กราฟแสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อเดือน

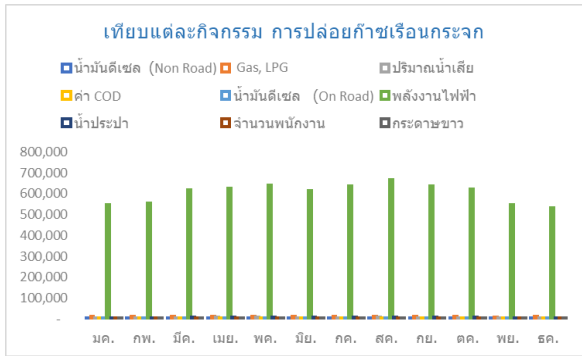


ภาพที่ 1.12 กราฟแสดงปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์เทียบกับRoom Night.

และหากนำกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาเทียบเป็นสัดส่วนแล้วจะเห็นว่ากันแล้วกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 กิจกรรมโดยอ้อม ประเภทไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วน ถึง 88.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นกิจกรรมจากก๊าซแอลพีจี คือมีจำนวน 8.63 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปว่า หากต้องการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ต้องลดการใช้ไฟฟ้าภายในองค์กรให้ได้ ดังจะเห็นได้จากตารางเทียบสัดส่วนกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตารางที่ 4

น้ำมันดีเซล (Non Road)	0.49
Gas, LPG	8.63
ปริมาณน้ำเสีย	0.00
ค่า COD	0.03
น้ำมันดีเซล (On Road)	1.03
พลังงานไฟฟ้า	88.12
น้ำประปา	1.17
จำนวนพนักงาน	0.04
กระดาษขาว	0.49
รวม	100.00

ตารางที่ 4 เป็นตารางเทียบสัดส่วนกิจกรรมที่ปล่อยให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในองค์กร



ภาพ 1.13 กราฟแสดงสัดส่วนกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในองค์กร

4. อภิปรายผล (Discussion)

จากผลการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทำให้ทราบว่า กิจกรรมที่ปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้า เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด คือมีปริมาณ ถึง 4215.1 ton.Co₂e ต่อปี และ กิจกรรมที่เกิดจากการใช้แก๊ส LPG เพื่อการหุงต้มและผลิตไอน้ำ ในรีสอร์ท มีปริมาณรวมกันทั้งหมด 412.8 tonCO₂ eq กิจกรรมที่เกิดจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากเครื่องปั่นไฟสำรองมีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพียงปีละ ประมาณ 23.5 ton. Co₂-e และจากงานวิจัยจะเห็นได้ว่า จากเรานำระบบดิจิทัล มาใช้เพื่อรวบรวม ข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในองค์กรแล้วนั้น เราสามารถหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ง่าย สะดวก ข้อมูลมีความแม่นยำ กว่าใช้มนุษย์เป็นผู้บันทึกข้อมูลเป็นอย่างมาก ซึ่งจะช่วยให้องค์กรต่างๆ เห็นความสำคัญในการที่จะลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากเห็น หรือทำการเปรียบเทียบ และนำข้อมูลมาศึกษาได้ง่าย จึงทำให้เป็นประโยชน์ ต่อองค์กรส่วนรวมอย่างมาก และสำหรับแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น จากผลการวิจัย และหากต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เราสามารถให้ผู้ใช้มีส่วนเกี่ยวข้อง มุ่งเน้นลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า เป็นหลักจึงจะได้ประโยชน์สูงสุด

5. สรุปผล (Conclusion)

จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสามารถทำได้รวดเร็ว แม่นยำ และสะดวก ประกอบกับเมื่อนำข้อมูลดังกล่าว ไปประมวลผลในโปรแกรมอัตโนมัติของ องค์กรบริหารการก๊าซเรือนกระจก ทำให้ได้ผลรวดเร็ว ถูกต้องลดภาระเรื่องเวลาในการนั่งคำนวณ ทั้งยังช่วยให้สามารถพยากรณ์ตัวเลขปริมาณก๊าซเรือนกระจกอันอาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ง่าย อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความแนะนำให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาหลักการค้นคว้าอิสระคือ ดร.ปริญญ์ บุญนิษฐ และที่ปรึกษาร่วม ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล ตลอดจนถึง ผ.ศ.สหรัฐ วงษ์ศิริชะ ที่กรุณาสละเวลา ให้ข้อคิดเห็นและข้อคิดต่างๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด พร้อมกันนั้น ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ของรีสอร์ท ภูมิศึกษา ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ ในการวิจัย เพื่อให้งานวิจัยนี้ออกมาสมบูรณ์ที่สุด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

- (1) Joseph Lai, Francis Yik, Michael Liu 2014 การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงแรมในฮ่องกง
- (2) Viachaslau Filimonau 2011 Life Cycle Energy Analysis – LCEA
- (3) P.O. Oluseyi เกณฑ์มาตรฐานเพื่อให้ปริมาณการใช้พลังงานต่อห้องพักต่อหน่วยไม่เกิน 40.278 MWh / ห้อง
- (4) Jahedul Islam PAS2050, ISO / TS 14067
- (5) Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC), กลยุทธ์การพัฒนาเมืองสมัยสังคมคาร์บอนต่ำ
- (6) พงษ์ชัย พงษ์สวัสดิ์ การลดการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับโรงแรมขนาดกลาง ขนาดเล็ก 2014

RMUTP & FTI 7th Sustainable Industrial Management Engineering