



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน
เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Mapping Carbon Footprint of Rush hour Traffic
for Supporting Greenhouse Gas Emission Reduction
of Phetchabun Rajabhat University

รหัสโครงการ 207963

โดย

ธนาวรรณ พิณะเวศน์

สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

มีนาคม 2569

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

รหัสโครงการสัญญา ๒๐๗๙๖๓

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน

เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Mapping Carbon Footprint of Rush hour Traffic

for Supporting Greenhouse Gas Emission Reduction

of Phetchabun Rajabhat University

ชนาวรรณ พิณะเวศน์

สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

และสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและ

นวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

(ก)

ชื่องานวิจัย	การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนเพื่อสนับสนุน การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ Mapping Carbon Footprint of Rush hour Traffic for Supporting Greenhouse Gas Emission Reduction of Phetchabun Rajabhat University
ผู้วิจัย	ชนาวรรณ พิณะเวสน์
ผู้ร่วมวิจัย	-
สาขาวิชา	การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการจัดทำแผนที่เพื่อระบุจุดวิกฤต (Hotspots) ของการปล่อยคาร์บอนในช่วงเวลาเร่งด่วน ขอบเขตการศึกษาครอบคลุมถนนสายหลักภายในมหาวิทยาลัยซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ส่วนถนน (Segments) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณผ่านการตรวจนับยานพาหนะภาคสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ใน 3 ช่วงเวลาเร่งด่วน (เช้า กลางวัน และเย็น) ข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาค่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและแปลงเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยอ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการสัญจรสะสมรวมทุกส่วนถนนเท่ากับ 14,429 คัน โดยมีรถจักรยานยนต์เป็นพาหนะที่มีสัดส่วนการใช้งานสูงสุด การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในวันธรรมดามีค่าเท่ากับ 569.3742 kgCO₂eq ต่อวัน และเมื่อคาดการณ์เป็นค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รายปี พบว่า มีค่ารวมเท่ากับ 333.109 ton CO₂eq km⁻¹year⁻¹ ผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ผ่านโปรแกรม QGIS โดยใช้วิธีการจำแนกแบบทุกช่วงชั้นเท่ากัน (Equal Interval) ระบุว่าส่วนถนนที่ 1 (เส้นทางเข้า-ออกหลัก) เป็นจุดวิกฤตที่มีระดับความรุนแรงสูงสุด (High - สีแดง) โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 134.9806 ton CO₂eq km⁻¹year⁻¹ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าแผนที่เชิงพื้นที่เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้บริหารมองเห็นภาพรวมของแหล่งมลพิษได้อย่างชัดเจน เพื่อนำไปสู่การกำหนดนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI

Green) เช่น การจัดการจราจร การส่งเสริมโครงการ "Bike & Walk" และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อดูดซับก๊าซเรือนกระจกในจุดที่มีความหนาแน่นสูงอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ : แผนที่การับอนฟุตพริ้นท์, การสำรวจช่วงเวลาเร่งด่วน, ก๊าซเรือนกระจก, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS), มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Abstract

This research aims to evaluate greenhouse gas (GHG) emissions from vehicle usage within Phetchabun Rajabhat University and to apply Geographic Information System (GIS) technology to develop spatial mapping that identifies carbon emission hotspots during rush hours. The scope of the study covers the university's main roads, categorized into 7 distinct road segments. The methodology employed a quantitative approach through a one-week field traffic count during three peak periods: morning, noon, and evening. The collected data were used to calculate fuel consumption and converted into GHG emissions based on the emission factors provided by the Thailand Greenhouse Gas Management Organization (TGO). The findings revealed a total accumulated traffic volume of 14,429 vehicles across all segments, with motorcycles representing the highest proportion of usage. The daily GHG emission for weekdays was estimated at 569.3742 kgCO₂eq, while the projected annual carbon footprint totaled 333.109 ton CO₂eq km⁻¹year⁻¹. Spatial analysis conducted via QGIS using the Equal Interval classification method identified Road Segment 1 (the main entrance-exit) as the primary hotspot with the highest severity level (High - Red), recording a carbon footprint of 134.9806 ton CO₂eq km⁻¹year⁻¹. This study demonstrates that spatial mapping is a crucial tool for administrators to clearly visualize pollution sources. These empirical data support the implementation of the UI Green University policy, facilitating targeted strategies such as traffic management, the promotion of "Bike & Walk" initiatives, and the expansion of green spaces for carbon sequestration in high-density areas.

Keywords: Carbon Footprint Mapping, Rush-Hour Traffic, Greenhouse Gas (GHG) Emissions, Geographic Information System (GIS), Phetchabun Rajabhat University

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ ให้ข้อมูลที่จำเป็นในการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ ตลอดจนผู้ช่วยเก็บข้อมูลการสัญจรในช่วงเวลาเร่งด่วนที่เป็นหัวใจหลักของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษา แนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยปีงบประมาณ 2568 ครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ชนาวรรณ พิณะเวศน์

2 มีนาคม 2569

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ของการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ก๊าซเรือนกระจก.....	5
2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.....	11
2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์.....	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 การสำรวจข้อมูลการสัญจร.....	16
3.2 การเก็บข้อมูลการสัญจร (Traffic Data Collection).....	17
3.3 การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	17
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์.....	20
4.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ที่ทำการศึกษา.....	20
4.2 การแบ่งส่วนถนน.....	22
4.3 ข้อมูลตรวจนับการสัญจร (Traffic Count Data).....	23
4.4 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	25
4.5 การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน.....	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5	สรุปผลการศึกษา.....	33
5.1	สรุปผลการศึกษา.....	33
5.2	อภิปรายผลการศึกษา.....	34
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	35
บรรณานุกรม.....		37
ประวัติคณะผู้วิจัย.....		40

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโตและค่า GWP100.....7
3-1	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (อบก, 2562).....18
4-1	ปริมาณการสัญจรทางถนนในวันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์).....24
4-2	ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถแต่ละประเภท.....26
4-3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก GHG ของแต่ละส่วนถนน.....27

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3-1	แผนผังการดำเนินงานวิจัย.....16
4-1	พื้นที่ทำการศึกษา.....20
4-2	แผนผังภายในมหาวิทยาลัย.....22
4-3	การแบ่งส่วนถนนของพื้นที่ศึกษา.....23
4-4	ตัวอย่างผลการบันทึกข้อมูลการสัญจรทางถนนในโปรแกรมเอ็กเซล.....25
4-5	ตารางคุณลักษณะหลังเชื่อมตารางEXCELกับข้อมูลส่วนถนนบนโปรแกรมQGIS29
4-6	แผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน.....31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ก๊าซเรือนกระจกเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดภาวะโลกร้อน (Greenhouse Effect) โดยก๊าซเรือนกระจกนั้นสามารถเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หรือเกิดจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จากการที่โลกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นนี้ อาจส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) จากสภาพปกติไป ทำให้เกิดพายุที่รุนแรง ภัยแล้งที่สาหัส ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตทางการเกษตร การลดปริมาณน้ำของลำธารในฤดูร้อน การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดและการเพิ่มของพาหะนำโรคได้ (กรมประชาสัมพันธ์, 2565) เพราะฉะนั้นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์(Carbon Footprint) นับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการนำมาเป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดการและลดขนาดของปัญหาได้ (วิภพ และรังสรรค์, 2565) นอกจากนี้ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ได้กล่าวอย่างสอดคล้องว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์มีความสำคัญต่อตลาดคาร์บอน(Carbon Market) หรือตลาดซื้อขายคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) ด้วย ซึ่งตลาดดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ใช้บรรเทาผลกระทบจากภาวะโลกร้อนที่สามารถช่วยให้ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHG) สุทธิในชั้นบรรยากาศลดลงได้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2565)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์เป็นหน่วยงานราชการที่ประกอบไปด้วยหน่วยงานภายในหลายหน่วยงาน ไม่ว่าจะเป็น คณะ ศูนย์ สำนัก หรือสถาบัน นอกจากกิจกรรมการเรียนการสอนแล้วยังมีกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นมากมาย อาทิ เช่น กิจกรรมประเพณี วันสำคัญต่างๆที่จัดขึ้นในรอบ 1 ปี กิจกรรมการฝึกอบรม กิจกรรมกีฬา นันทนาการต่างๆ มีร้านค้า และโรงอาหาร ซึ่งเหล่านี้ทำให้เกิดการสัญจรเดินทางของบุคลากร นักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกองค์กร ซึ่ง องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก.(2565) กล่าวไว้ว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง สามารถวัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จะเห็นได้ว่าหนึ่งในกิจกรรมที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHG) คือ การขนส่งหรือการใช้น้ำมันพาหนะ ซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญของการปล่อยคาร์บอนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานประมาณ 1 ใน 4 ของโลก (ENVIRONNET, 2559) โดยเฉพาะอย่างยิ่งยานพาหนะที่สัญจรบนถนนในช่วงเวลาเร่งด่วน จะมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมามาก (Kai Zhang et al, 2011) การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะถือเป็นสิ่งหนึ่งที่

สำคัญ และหากมีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เชิงพื้นที่หรือในแต่ละส่วนของถนน (Segment) จะยิ่งมีความสำคัญต่อการนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น (วิภพ และรังสรรค์, 2565) สอดคล้องกับการศึกษาของZihan Kan et al. (2018) และ Bachman.(1998) พบว่า หากสามารถประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาในรูปแบบที่ จะเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้นต่อการจัดการเนื่องจากสามารถระบุตำแหน่งแหล่งมลพิษและทำให้ผู้บริหารเห็นภาพรวม สาเหตุและแนวทางแก้ปัญหาในเชิงพื้นที่ได้

การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นการนำเครื่องมือที่เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบแผนที่ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการขนส่งหรือการใช้นยานพาหนะในช่วงเวลาเร่งด่วนที่นับว่าเป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ค่อนข้างสูง ประกอบกับมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีการประกาศนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green) เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ.2566 ซึ่งต้องมีการดำเนินงานด้านต่างๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green) ที่มุ่งเน้นให้องค์กรเป็นสถาบันการศึกษาที่มีการพัฒนาที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

ดังนั้นการจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ทราบข้อมูลการปลดปล่อยคาร์บอนของการสัญจรภายในมหาวิทยาลัย อันจะนำไปสู่การกำหนดวิธีการ หรือแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการจัดการลดการปลดปล่อยคาร์บอนของมหาวิทยาลัยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 จัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.2.2 เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกิจกรรมอื่นๆของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

ขอบเขตพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ บริเวณถนนที่ใช้สัญจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์ ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษา และเก็บข้อมูลการสัญจรยานพาหนะที่ใช้น้ำมันในช่วงเวลาเร่งด่วนของ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และรวบรวมข้อมูลการสัญจร ชนิดรถ และความรู้ในการสัญจรเพื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.3.3 ระยะเวลา

มกราคม 2568- สิงหาคม 2568

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

1.4.1 ใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการขับเคลื่อนนโยบาย มหาวิทยาลัยสีเขียว (UI Green) งานวิจัยนี้จะช่วยให้มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Data) เกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสัญจร ซึ่งสนับสนุนการดำเนินงานตามประกาศนโยบาย มหาวิทยาลัยสีเขียว (เมื่อ 17 ก.ค. 2566) โดยตรง ทำให้มหาวิทยาลัยสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ประกอบการประเมินและการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ได้อย่างเป็นรูปธรรม

1.4.2 ช่วยให้ผู้บริหารมองเห็น พื้นที่วิกฤต (Hotspots) เพื่อการจัดการจราจรที่ตรงจุด เนื่องจากผลลัพธ์ของการวิจัยอยู่ในรูปแบบ แผนที่ GIS จึงทำให้ผู้บริหารและหน่วยงานอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สามารถระบุพิกัดถนนหรือบริเวณที่มีการปล่อยคาร์บอนสูงในช่วงเวลาเร่งด่วนได้อย่างชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การวางแผนแก้ปัญหาได้ตรงจุด เช่น การปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ การจัดโซนห้ามรถเข้า (Car-free zone) หรือการปลูกต้นไม้เพิ่มในจุดที่มีค่าคาร์บอนสูงเพื่อช่วยลดมลพิษ

1.4.3 เป็นต้นแบบในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัย ผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลตั้งต้น (Baseline Data) ที่สำคัญในการขยายผลไปสู่การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (CFO) ในด้านอื่นๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เช่น การใช้ไฟฟ้า การจัดการขยะ หรือกิจกรรมนักศึกษา เพื่อให้ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมทั้งมหาวิทยาลัย และนำไปสู่การรณรงค์ลดการใช้ยานพาหนะส่วนตัวหรือส่งเสริมการใช้รถพลังงานสะอาดภายในสถาบันต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัย เรื่อง การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ก๊าซเรือนกระจก

2.1.1 ความหมายของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสี อินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันร้อนจัดและในตอนกลางคืนหนาวจัดเนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งมีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนและถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก โดยมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญได้แก่ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และสารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโตมีเพียง 6 ชนิด โดยเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ได้แก่

- 1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
- 2) ก๊าซมีเทน (CH₄)
- 3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O)
- 4) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC)

5) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC)

6) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF6)

ทั้งนี้ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ สารซีเอฟซี (CFC) หรือ (Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโตเนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควันท่อไอเสียรถยนต์ ปล่อยก๊าซโอโซน การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้นส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมา คืออุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้นไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential, GWP) ที่แตกต่างกัน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554)

2.1.2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ตามที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มีทั้งหมด 7 ชนิด ซึ่งก๊าซแต่ละชนิดมีความสามารถในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุลแต่ละประเภท โดยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ในช่วงระยะเวลา 100 ปี แสดงดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโตและค่า GWP100

Common Name	Chemical Formula	GWP ₁₀₀
Carbon Dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	25
Nitrous Oxide	N ₂ O	298
Hydrofluorocarbons		
HFC-23	CHF ₃	14,800
HFC-32	CH ₂ F ₂	675
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3,500
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,430
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4,470
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	124
HFC-227ea	CF ₃ CHF ₂ CF ₃	3,220
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	9,810
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1,030
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	974
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	1,640
Perfluorinated Compounds		
PFC-14		7,390
PFC-116	CF ₄	12,200
PFC-218	C ₂ F ₆	8,830
PFC-318		10,300
PFC-3-1-10		8,860
PFC-4-1-12		9,160
PFC-4-1-14		9,300
PFC-4-1-18		>7,500
Sulfur hexafluoride	SF ₆	22,800
Nitrogen Trifluoride	NF ₃	17,200

ที่มา: IPCC Forth Assessment Report – Climate Change 2007

(https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html)

2.1.3 ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

(1) น้ำท่วม

แบบจำลองสภาพภูมิอากาศจากหลายๆประเทศ ชี้ว่าภายในปี 2100 เหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรง จะเกิดเพิ่มขึ้นหลายเท่าจากแต่ก่อน โดยมีโอกาสเกิด 3-6 ครั้ง ในช่วง 100 ปี ต่างจากสมัยก่อนที่เกิดเพียง 1 ครั้งต่อ 100 ปี เขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีแนวโน้มที่จะเกิดฝนตกหนัก และน้ำท่วมบ่อยครั้งขึ้น ทั้งนี้ก็เนื่องจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน ทำให้มีการละลายของภูเขาน้ำแข็งแถบขั้วโลกที่เพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำและทะเลเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา พื้นที่ชุมชนของไทยมักจะประสบกับปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง โดยส่วนใหญ่จะเกิดในเขตชุมชนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยเฉพาะแถบชายฝั่งด้านตะวันออก และทางใต้ของประเทศซึ่งตั้งอยู่ใกล้มหาสมุทร ในเขตเมืองใหญ่อย่าง กรุงเทพมหานคร ใหญ่ และเชียงใหม่ก็ประสบปัญหาน้ำท่วมเช่นกัน โดยเฉพาะช่วงหน้าฝน ทั้งนี้ก็เนื่องจากปริมาณน้ำมีมากกว่าที่กักเก็บ และระบบระบายน้ำยังไม่มีประสิทธิภาพพอ ผลกระทบจากการเกิดน้ำท่วม นำความเสียหายอย่างมหาศาลมาสู่ชีวิตและทรัพย์สินขึ้น น้ำที่ไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่ได้ทำลายสิ่งที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนนหนทาง สิ่งก่อสร้างต่างๆ เป็นต้น ทำลายพืชผลทางการเกษตร ชะล้างหน้าดินทำให้ดินเสื่อมสภาพ เกิดการปนเปื้อนของน้ำ และคร่าชีวิตประชาชนจำนวนมาก

นอกจากนี้ปัญหาน้ำท่วมยังในบางพื้นที่ยังส่งผลกระทบต่อแพร่ของโรคระบาดทั้งในมนุษย์ พืชและสัตว์ และมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในการเกษตร ประชาชนต้องสูญเสียที่ทำกิน ต้องอพยพย้ายถิ่น ผลผลิตระดับท้องถิ่นและระดับประเทศลดลง มีผลให้ประชาชนเกิดวิกฤตทางอารมณ์ซึ่งมีผลต่อการก่ออาชญากรรมที่สูงขึ้น

ประเทศไทยยังมีความอ่อนไหวต่อสภาวะน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญต่อการตั้งถิ่นฐานในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำหรือชายฝั่งทะเล เพราะพื้นที่เหล่านี้ถือเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยซึ่งอาจเกิดได้ในอนาคต โดยอาจมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือปัจจัยอื่นๆ ซึ่งหากเกิดภัยพิบัติโดยไม่เตรียมการป้องกันย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศโดยรวม

ปริมาณน้ำในโลกลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 21-31 ต่อปี สืบเนื่องจากความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่มีมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ บริเวณผิวโลกสูงขึ้น ปริมาณน้ำในโลกลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 21-31 ต่อปี สืบเนื่องจากความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่มีมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์บริเวณผิวโลกสูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบริเวณผิวโลกนี้ส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนและการระเหยของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไป ปริมาณน้ำในลำธารและน้ำใต้ดินลดลงเนื่องจากระเหยแห้งไปกับความร้อนที่สูงขึ้นหมด ทำให้ปริมาณฝนตกน้อยลงหรือทิ้งช่วงเป็นเวลานาน เกิดภาวะแห้งแล้งขึ้น

(2) ความแห้งแล้ง

ในฐานะที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ทรัพยากรน้ำจึงถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ปัญหาทรัพยากรน้ำอันดับต้นๆ ของไทยที่สำคัญคือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และสภาวะแห้งแล้ง ในประเทศไทย ภาวะแห้งแล้งขาดน้ำ จะเกิดขึ้นในหน้าแล้งและหน้าร้อน มีสาเหตุมาจากฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติแห้ง ไม่เพียงพอต่อการอุปโภคบริโภคของประชาชน ซึ่งปรากฏการณ์ฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานนี้ก็เกิดเป็นผลต่อเนื่องมาจากสภาวะที่โลกร้อนขึ้น

สภาวะแห้งแล้งนี้มีผลกระทบต่อการทำเกษตรของไทยอย่างยิ่ง การปลูกพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีปัญหาอยู่เสมอ เช่น พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดมีจำกัด ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ต่ำ เนื่องจากความแปรปรวนของน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปัญหาปริมาณน้ำฝนที่ไม่สม่ำเสมอก็ยังมีผลกระทบต่อการทำไร่อ้อยด้วย

ในปี 2534 ประเทศไทยเกิดปรากฏการณ์ฝนทิ้งช่วง พร้อมกับอากาศร้อนและแห้งแล้งตามด้วยความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงติดต่อกันยาวนานในภาคเหนือ เกิดการระบาดของโรคไหม้ของต้นข้าวระยะคอรวง (neck blast) ในข้าวพันธุ์ กข 6 อย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน ซึ่งมีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการระบาดของโรคดังกล่าว ถือเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

ล่าสุดในปี 2547 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางและตอนล่าง ฤดูฝนสิ้นสุดเร็วมาก ตั้งแต่เดือนกันยายนทำให้ข้าวขาดน้ำในการสร้างเมล็ดจึงทำให้คุณภาพของลดลง

มีความเป็นไปได้สูงที่สัตว์และพืชหลายๆ สายพันธุ์ในประเทศไทยจะลดลง และสูญพันธุ์ไป เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการกระจายของแหล่งที่อยู่ เนื่องจากพืชและสัตว์จะรับสัญญาณจากภูมิอากาศในการเปลี่ยนแปลงวงจรชีวิตให้สมบูรณ์ สามารถสืบทอดขยายพันธุ์ต่อไปได้ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงไป มีผลให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวมถึงป่าไม้ต้องมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในภาวะที่โลกร้อนขึ้น มีการปรากฏการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดในบริเวณพื้นที่ขุดเขา 2-3 แห่ง ที่ไม่สามารถอพยพย้ายถิ่นไปอยู่ในเขตที่สูงขึ้น หรือปรับตัวให้เข้ากับอากาศที่อุ่นขึ้นได้ ทำให้ผลผลิตจากป่าลดลง สูญเสียแหล่งพันธุกรรม ซึ่งเป็นทรัพยากรอันมีค่าของประเทศ

(3) ความหลากหลายทางชีวภาพ

ภูมิภาคอินโด-พม่า (Indo-Burma) ซึ่งรวมถึงประเทศไทยจัดอยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง หรือพื้นที่วิกฤต (hot spot) ต่อการสูญเสียทรัพยากรชีวภาพ เนื่องจากมีความหลากหลายของทรัพยากรมาก แต่ได้รับการดูแลต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สถานการณ์การสูญเสียทรัพยากรชีวภาพจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อระดับน้ำในแหล่งน้ำ มีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง ในบริเวณที่ระดับน้ำลดต่ำ พื้นที่ชายฝั่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นแอ่งเก็บน้ำหรือทะเลสาบน้ำตื้น พืชน้ำและพืชชุ่มน้ำโดยรอบจะลดลง ส่งผลกระทบต่อที่อยู่ของสัตว์น้ำ และการลดลงหรือหายไปของพืช เกิดความเสื่อมถอยด้านการผลิตชีวมวล หรือแม้แต่การสูญพันธุ์ของปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ต้องพึ่งพิงลักษณะเฉพาะทางนิเวศริมฝั่งน้ำ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ (throughflow)

อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก็สามารถกระทบต่อการสูญเสียทรัพยากรชีวภาพได้เช่นกัน แม้ระดับน้ำจะคงเดิมก็ตามอุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มขึ้น และการละลายของน้ำแข็งขั้วโลกซึ่งส่งผลกระทบให้อุณหภูมิของน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลง เป็นผลให้สัตว์ทะเลบางชนิดไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพของน้ำที่เปลี่ยนไป มีการแพร่กระจาย และ

ขยายพันธุ์ โรคของสัตว์น้ำบางชนิดให้รุนแรงขึ้นจนทำให้สัตว์ทะเลบางชนิดมีจำนวนลดลงหรือสูญพันธุ์ไป

ปริมาณน้ำ และอาณาเขตของแหล่งน้ำที่ลดลง ส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำ เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ทำให้แหล่งน้ำกลายเป็น Eutrophication หรือแหล่งสะสมธาตุที่กระตุ้นให้สาหร่ายและวัชพืชน้ำเจริญในปริมาณมาก มีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำชนิดอื่นๆ ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง คุณภาพของแหล่งน้ำลดลง ก่อเกิดปัญหาสุขอนามัยต่อชุมชนที่ต้องพึ่งพาแหล่งน้ำนั้นๆ

บริเวณที่ฝนตกหนัก สารมลภาวะที่เป็นกรดในอากาศจะถูกชะล้างลงแหล่งน้ำมากขึ้น ความเป็นกรดนี้ก็มีส่วนทำลายความหลากหลายทางชีวภาพด้วยเช่นกัน

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อความหลากหลายทางชีวภาพทำได้โดยวางแปลงถาวร (Permanent Mountain Line Transect) ตามแนวเทือกเขาผ่านความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างๆ หรือวางแปลงถาวรแนวตามเหนือใต้ผ่านระบบนิเวศต่างๆ แล้วติดตามความหลากหลาย ประชากร การแพร่กระจาย พร้อมทั้งตรวจสภาพภูมิอากาศควบคู่กันไป โดยเน้นที่ป่าสนและป่าร้อนชื้น เพราะคาดว่าจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาก โดยเฉพาะป่าร้อนชื้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการใช้ที่ดินผิดวิธี และการทำลายป่า รวมทั้งมีจำนวนประชากรที่หนาแน่น (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2566)

2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.2.1 สถานการณ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกและภูมิภาค

แนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการพัฒนาเศรษฐกิจตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้เกิดความเร่งต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในฤดูน้ำหลากและน้อยลงในฤดูแล้ง และจำนวนวันที่อากาศร้อนเพิ่มขึ้น รวมถึงการเกิดเหตุการณ์รุนแรง เช่น คลื่นความร้อนความแห้งแล้ง น้ำท่วม พายุหมุน และไฟป่า ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากรายงานประเมิน

สถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ฉบับที่ 5 (The Fifth Assessment Report: AR5) ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) มีข้อค้นพบที่ชัดเจนว่าบทบาทและกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ จำนวนประชากร กิจกรรมด้านเศรษฐกิจ วิธีการดำเนินชีวิตการใช้พลังงาน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เทคโนโลยี และนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ รวมทั้งการวิเคราะห์ผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อไม่ให้อุณหภูมิโลกสูงเกิน 2 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับช่วงก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในระบบภูมิอากาศของ IPCC ในอีกกว่า 100 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2556–2643) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 1.1–6.4 องศาเซลเซียส ในกรณีที่ไม่มีมาตรการใดๆ และคลื่นความร้อนจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งและระยะเวลายาวนานขึ้น ความรุนแรงของการเย็นลงของอุณหภูมิในฤดูหนาวเป็นครั้งคราวและต่อเนื่อง รวมทั้งปริมาณฝนที่ตกลงมามีความรุนแรงมากขึ้นและเกิดขึ้นบ่อยครั้งในหลายภูมิภาคแต่ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน และค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลโลกเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมีระดับความเสี่ยงและความรุนแรงที่แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค

ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การมีอุณหภูมิเฉลี่ยในภูมิภาคที่เพิ่มขึ้น 4.8 องศาเซลเซียส ในอีก 100 ปีข้างหน้า ความถี่และความรุนแรงของสภาพอากาศสุดโต่ง เช่น คลื่นความร้อน ภัยแล้ง อุทกภัย และพายุไซโคลน เนื่องจากมีพื้นที่แนวชายฝั่งยาว มีการกระจุกตัวของประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจตามพื้นที่ชายฝั่ง และมีสภาพเศรษฐกิจที่พึ่งพิงเกษตรกรรม ทรัพยากรธรรมชาติ และป่าไม้

2.2.2 สถานการณ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ประเทศไทยมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจากกิจกรรมการพัฒนาประเทศจากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2554 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 305.52 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ และจากการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยมีสูงถึง 555 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2573 โดยภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

มากที่สุดคือ ภาคพลังงาน รองลงมาคือ ภาคเกษตร กระบวนการทางอุตสาหกรรม และของเสีย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559)

ประกอบกับการจัดลำดับขององค์กร Germanwatch ระบุว่าประเทศไทยเป็นประเทศ 1 ใน 10 ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว และการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา สรุปว่าในอีก 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2559–2578) ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมากกว่า 35 องศาเซลเซียสในช่วงฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น และจำนวนวันฝนตกในช่วงฤดูฝน และการกระจายตัวของฝนเพิ่มขึ้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ และมีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งและอุทกภัยในบางพื้นที่ ซึ่งกระทบต่อการจัดการน้ำของประเทศในภาคส่วนต่างๆ เช่น ภาคเกษตร และภาคเมือง

2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์

2.3.1 ความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

Bureau(2007) (อ้างถึงใน Thomas and Jan, 2007) กล่าวว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่มาจากการกระทำของมนุษย์แต่ละคนในระยะเวลา 1 ปี (ซึ่งรวมถึงการปล่อยออกมาผ่านการใช้พลังงานด้วย) นิยามนี้ให้ความสำคัญในส่วนของการคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละบุคคล ซึ่งมาจากแนวความคิดที่ว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์นี้เป็นสิ่งที่มาจากการกระทำของมนุษย์ทุกคนรวมกัน คาร์บอนฟุตพริ้นท์อาจพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงเพียงอย่างเดียว ซึ่งคำนวณจากพลังงานที่ใช้ในครัวเรือนและการขนส่งโดยการเดินทางด้วยรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ หรือการขนส่งสาธารณะอื่นๆ หรืออาจรวมเอาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมไว้ด้วยก็ได้ ซึ่งจะเอาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลมาจากสินค้าและบริโภคในแต่ละวัน

ETAP (2007) (อ้างถึงใน Thomas and Jan 2007) กล่าวว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นตัวชี้วัดกิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ผลิตในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) (2567) กล่าวว่า iva คาร์บอนฟุตพริ้นท์หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วนการใช้งานและการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ผลการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ติดบนสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ นั้นเป็นการแสดงข้อมูลให้ผู้บริโภคได้ทราบว่า ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล่านั้นนั้นระบุว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาปริมาณเท่าไร คาดกันว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะช่วยในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคและกระตุ้นให้ผู้ประกอบการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิตให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังมีการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร โดยในประเทศไทยเริ่มดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องนี้เมื่อประมาณเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ซึ่งในการคำนวณจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (ตะ และ อาณัติ, 2018) และคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์} = (\text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าสัมประสิทธิ์} \text{ ของแต่ละกิจกรรม}) (\text{kg CO}_2\text{e/หน่วย})$$

2.3.2 ประเภทของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ตะ และ อาณัติ (2018) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ถือเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์บริการและองค์กร แสดงผลในเชิงปริมาณ คือเทียบเท่ากับศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกิโลกรัม (kg CO₂ equivalent) หรือตัน (Tons CO₂ equivalent) จึงใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กรมอนามัย (2553) แบ่งคาร์บอนฟุตพริ้นท์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมนุษย์เป็นคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกี่ยวกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นการเดินทาง การใช้ชีวิตที่บ้านและที่ทำงาน แม้กระทั่งการรับประทานอาหาร

อาหารทั้งนี้กิจกรรมต่างๆ มีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น โดยค่าเฉลี่ยของประเทศไทยในปัจจุบันมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 5.3 - 5.5 ตันคาร์บอน/คน/ปี

2) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products) เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน จนถึงการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO2 Req)

3) คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organizations) เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมขององค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ เช่น โรงพยาบาล คาร์บอนฟุตพริ้นท์ = (ข้อมูลกิจกรรม x ค่าสัมประสิทธิ์ฯ ของแต่ละกิจกรรม) (kg CO2e/หน่วย) โรงเรียนหรือสถานศึกษา เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยโดยตรงจากกิจกรรมขององค์กรหรือการปล่อยทางอ้อม เช่น การใช้ไฟฟ้าในองค์กร การปล่อยจากกระบวนการในสายซัพพลายเชน เป็นต้น โดยจะมีการนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทั้งหมดมาคำนวณเพื่อให้ได้คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ขององค์กรในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

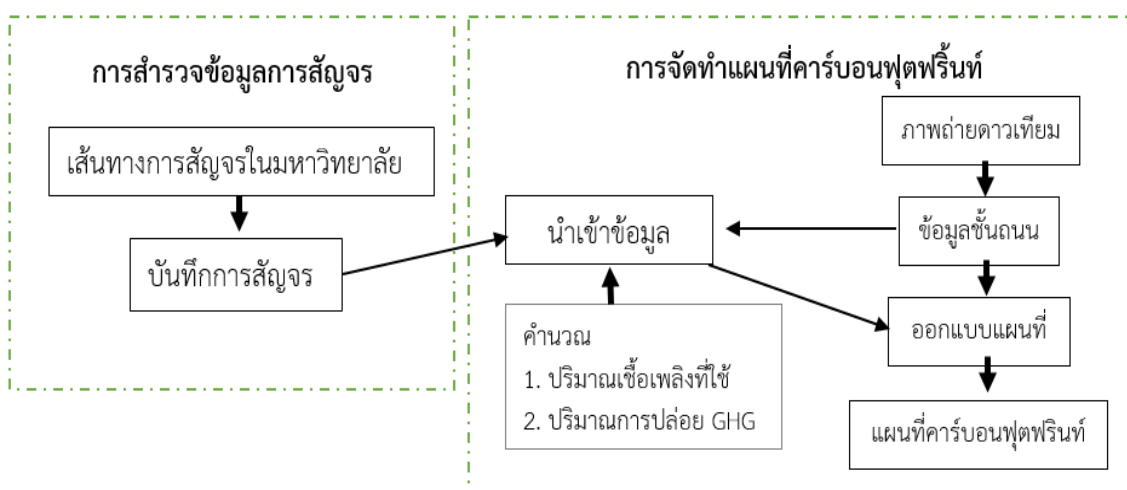
ซึ่งในงานวิจัย เรื่อง การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จะมุ่งเน้นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการปล่อยจากยานพาหนะทุกประเภทที่ใช้เชื้อเพลิง ที่สัญจรบนถนนภายในมหาวิทยาลัยในช่วงเวลาเร่งด่วน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษา เรื่อง การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 การสำรวจข้อมูลการสัญจร
- 3.2 การเก็บข้อมูลการสัญจร (Traffic Data Collection)
- 3.3 การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 3-1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

3.1 การสำรวจข้อมูลการสัญจร

การวิจัยนี้ เลือกถนนหลักใช้สัญจรระหว่างอาคารที่มีการจัดการเรียนการสอน และบริเวณทางเข้าออกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงานที่สอดคล้องกับงานวิจัย เรื่อง การทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนเพื่อ

สนับสนุนแผนลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในมหาวิทยาลัยพะเยา (วิภพ และรังสรรค์, 2565) โดยมีการแบ่งส่วนถนน (Road Segmentation) เป็นการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และภาพถ่ายดาวเทียมจากกูเกิลเอิร์ธเป็นแผนที่ฐานในการพิจารณาแบ่งส่วนถนน โดยพิจารณาจากจุดตัดทางแยกเป็นตัวแบ่ง ซึ่งสามารถวัดความยาวของแต่ละส่วนถนน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณได้

3.2 การเก็บข้อมูลการสัญจร (Traffic Data Collection)

ผู้สำรวจภาคสนามใช้การตรวจนับยานพาหนะโดยการบันทึก ถ่ายภาพ เพื่อเป็นหลักฐานในการนับจำนวน รวมไปถึงการระบุประเภทยานพาหนะ และชนิดเชื้อเพลิงด้วย โดยจะมีการสำรวจภาคสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ครอบคลุม วันทำการ (จันทร์ถึงศุกร์) โดยพิจารณาจากช่วงเวลาเร่งด่วนสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้รถและเวลาจัดการเรียนการสอนภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงเวลาปฏิบัติงานของบุคลากร โดยกำหนดไว้ทั้งหมด 3 ช่วงเวลา ได้แก่ เช้า (8.00-9.30 น.) กลางวัน (11.30-13.00 น.) และเย็น (15.30-17.00 น.)

และบันทึกข้อมูลภาคสนาม การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมเอ็กเซล (Microsoft Excel) ในการบันทึกข้อมูลภาคสนามที่ได้จากการนับและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) ดิจิไตส์ (Digitize) เส้นถนนเพื่อสร้างชั้นข้อมูลถนน ด้วยการดิจิไตส์บนหน้าจอ (Digitize On Screen) ด้วยโปรแกรม ArcGIS ร่วมกับการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากกูเกิลเอิร์ธเป็นแผนที่ฐานสำหรับอ้างอิงระบบพิกัดและตำแหน่ง จากนั้นระบุหมายเลขส่วนของถนนลงในตารางคุณลักษณะ (Attribute Table) และ Calculate Geometry เพื่อวัดความยาวของแต่ละส่วนถนน

2) การประเมินปริมาณของเชื้อเพลิง(ลิตร)ที่ถูกใช้ในแต่ละส่วนถนน จำแนกตามประเภทยานพาหนะ วัน และช่วงเวลา โดยนำจำนวนรถ (คัน) มาคูณกับค่าความยาวของถนนแต่ละส่วน (กิโลเมตร) และหารด้วยอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร) ซึ่งการคำนวณใช้ค่ากลางของอัตราสิ้นเปลืองในยานพาหนะแต่ละประเภท ตามแบบอย่างการคำนวณของ อบก. (อบก, 2562) รายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (อบก, 2562)

ประเภทของยานพาหนะ	อัตราสิ้นเปลือง (กิโลเมตร/ลิตร)	ที่มา
รถเก๋ง (เบนซิน)	17.770	กรมควบคุมมลพิษ, 2551; รถยนต์ขนาดกลาง 1,500 cc
รถกระบะ (ดีเซล)	11.111	American Petroleum Institute, 2004; รถกระบะส่วนบุคคลขนาด 1 ตัน
รถอเนกประสงค์	14.763	กรมควบคุมมลพิษ, 2551; รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด เบนซิน
รถจักรยานยนต์	37.640	กรมควบคุมมลพิษ, 2551; รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ เฉลี่ยทุกขนาด
รถเมลล์วง (ดีเซล)	2.850	American Petroleum Institute, 2004; รถโดยสารประจำทาง
รถตุ้ (ดีเซล)	10.204	American Petroleum Institute, 2004; รถตุ้โดยสาร
รถบรรทุก (ดีเซล)	6.369	American Petroleum Institute, 2004; รถกระบะบรรทุกเฉลี่ย

3) การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใช้จำนวนลิตรของเชื้อเพลิงที่ได้จากข้อ

2) มาคำนวณ

โดยขั้นที่หนึ่ง คำนวณผลรวมจำนวนของเชื้อเพลิงในแต่ละส่วนถนนเป็นหน่วยลิตร โดยแยกคำนวณ เป็น 2 ชนิดเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันเบนซิน และดีเซล

ขั้นที่สอง แปลงจำนวนลิตรน้ำมันเชื้อเพลิงไปเป็นค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเทียบกับอัตรา GHGs Emission ของ อบก. ซึ่งกำหนดไว้ว่า น้ำมันเบนซิน 1 ลิตร หากมีการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ของยานพาหนะ จะมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 2.2376 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร (Kg CO₂eq/liter) และดีเซล เท่ากับ 2.7446 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร (Kg CO₂eq/liter) หลังการคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว จะได้ค่าการปลดปล่อย GHG ในแต่ละส่วนถนน (หน่วย: Kg CO₂eq)

ขั้นที่สาม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างส่วนถนนทั้งหมด นำปริมาณการปลดปล่อยนั้นมาปรับค่าให้อยู่ในช่วงเดียวกัน (Normalization) โดยการหารด้วยระยะทางของแต่ละส่วนถนนให้มีหน่วยเป็น (kg CO₂eq km⁻¹)

ขั้นที่สี่ นำผลที่ได้มาคาดการณ์ (Estimation) เพื่อให้เห็นภาพรวมรายปี นำค่าที่ได้มาปรับให้เป็นค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี โดยการคูณจำนวนวันทำการ (จันทร์ถึงศุกร์) และวันหยุดราชการ (เสาร์และอาทิตย์) ที่มีใน 1 ปี ซึ่งจะให้มีหน่วยเป็น “ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลเมตรต่อปี” (ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹)

4) นำข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้จากข้อ 3) นำเข้าสู่ตารางคุณลักษณะของชั้นข้อมูลถนน เพื่อเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลทั้งหมดจากตารางเอ็กเซล ได้แก่ วัน ช่วงเวลา ประเภท จำนวน ยานพาหนะ และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นลิตร และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละส่วนของ ถนนเข้าไปในชั้นข้อมูลถนน โดยอาศัยการเชื่อมตาราง (Join Table) ข้อมูลในตารางเอ็กเซลเข้าไปที่ ตารางคุณลักษณะที่อาศัยหมายเลขส่วนของถนนเป็นคีย์หลัก (Primary Key) ในการเชื่อมกัน (วิภพ และรังสรรค์, 2565)

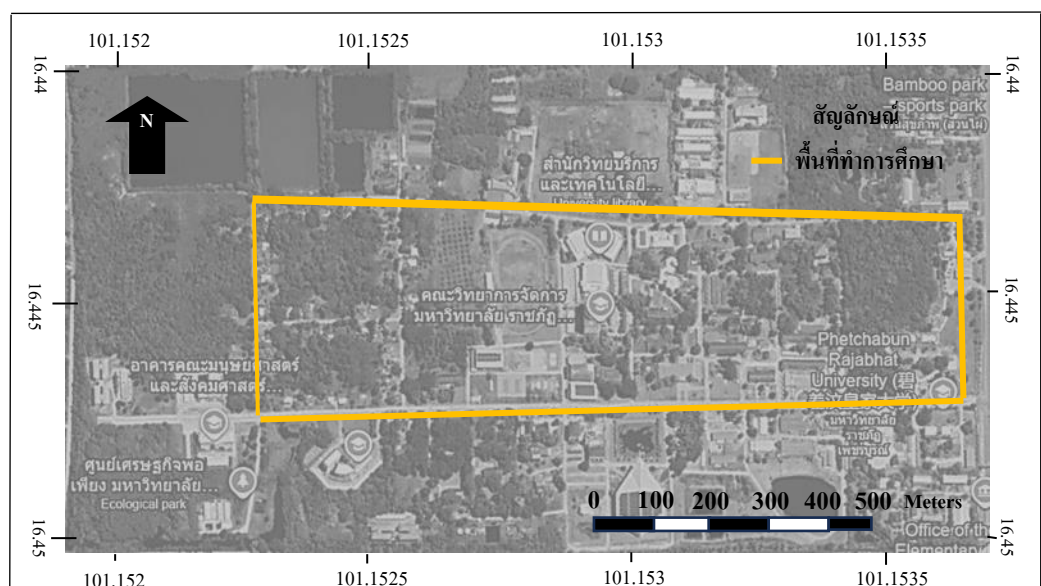
5) ออกแบบแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรในช่วงเวลาเร่งด่วนของแต่ละส่วนถนน โดยจำแนกคาร์บอนฟุตพริ้นท์ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง โดย จำแนกแบบทุกช่วงชั้นเท่ากัน (Equal Interval) เพื่อเป็นการนำเสนอข้อมูลแผนที่ให้เห็นถึงความ แตกต่างกันในเชิงพื้นที่ พร้อมทั้งเปรียบเทียบระหว่างแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของวันธรรมดา และ วันหยุด

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์

การศึกษา เรื่อง การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

- 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ที่ทำการศึกษา
- 4.2 การแบ่งส่วนถนน
- 4.3 ข้อมูลตรวจนับการสัญจร (Traffic Count Data)
- 4.4 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- 4.5 การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน



รูปที่ 4-1 พื้นที่ทำการศึกษา

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จากรายงานประจำปี 2567 พบว่า มหาวิทยาลัยมีการแบ่งส่วนงานหลักเพื่อให้ครอบคลุมทั้งด้านการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ ดังนี้

1. คณะ

- คณะครุศาสตร์
- คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
- คณะวิทยาการจัดการ
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- คณะพยาบาลศาสตร์

2. หน่วยงานสนับสนุนและสำนัก

- สำนักงานอธิการบดี คู่มืองานบริหารกลางและนโยบาย
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน คู่มือระบบการเรียนและการจัดการหลักสูตร
- สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ คู่มือหอสมุดและโครงสร้างพื้นฐานด้าน IT
- สำนักศิลปะและวัฒนธรรม ส่งเสริมทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น
- สถาบันวิจัยและพัฒนา ขับเคลื่อนงานวิจัยและการบริการวิชาการ
- งานตรวจสอบภายใน: คู่มือด้านความโปร่งใสและการบริหารจัดการภายใน

3. จำนวนบุคลากร (ปีงบประมาณ 2567-2568)

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีบุคลากร จำนวน 705 คน โดยจำแนกเป็นบุคลากรสายวิชาการ จำนวน 335 คน (ร้อยละ 47.52) และบุคลากรสายสนับสนุนจำนวน 370 คน (ร้อยละ 52.48)

มีนักศึกษาทั้งหมด จำนวน 4,010 คน โดยจำแนกเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 3,729 คน (ร้อยละ 92.99) นักศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 215 คน (ร้อยละ 5.36) และนักศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 66 คน (ร้อยละ 1.65)

4. การดำเนินกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีกิจกรรมหลักคือ กิจกรรมการเรียนการสอน การให้บริการด้านวิชาการ จึงมีบุคลากร นักศึกษา รวมถึงผู้ที่มารับบริการภายในมหาวิทยาลัยค่อนข้างมาก โดยมหาวิทยาลัยมี ดึก/อาคาร/สถานที่ต่างๆ ประมาณ 72 สถานที่ ดังรูปที่ 4-2

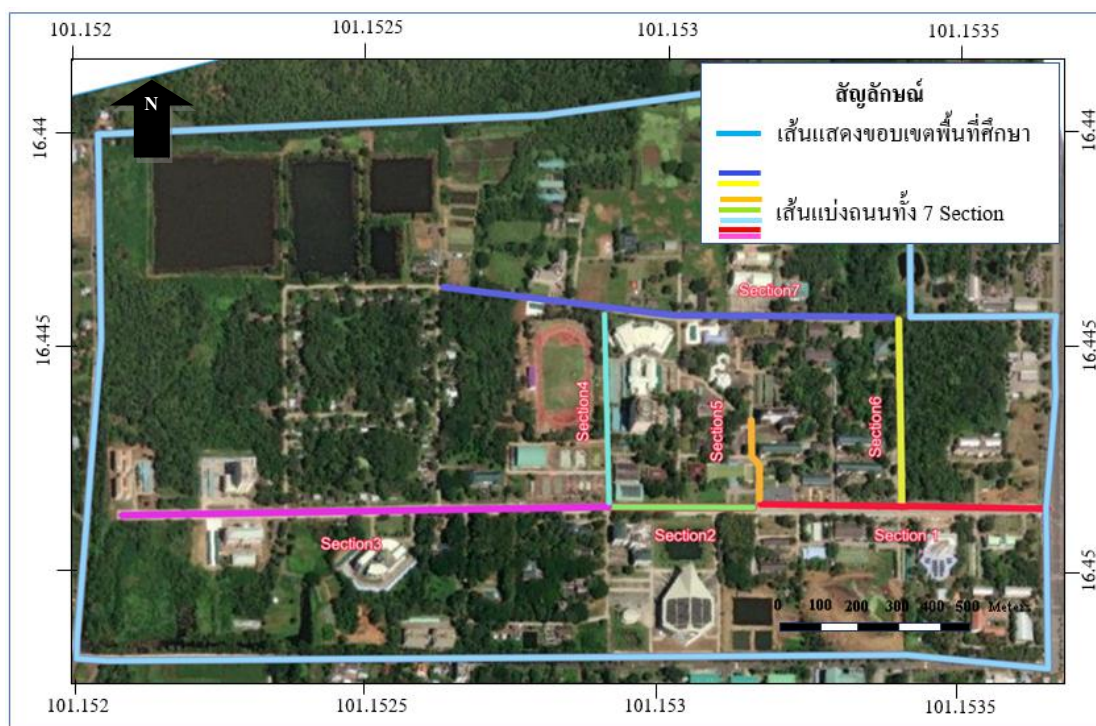


รูปที่ 4-2 แผนผังภายในมหาวิทยาลัย

4.2 การแบ่งส่วนถนน

การแบ่งส่วนถนนในพื้นที่ศึกษาใช้จุดตัดทางแยกเป็นตัวแบ่ง โดยเน้นศึกษาเส้นทางสัญจรสายหลักที่เชื่อมต่อระหว่างอาคารที่มีการจัดการเรียนการสอน ซึ่งส่วนถนนดังกล่าวจัดเป็นจุดรวมความหนาแน่นของกิจกรรมการสัญจรที่ส่งผลต่อระดับการจราจร เนื่องจากพบปริมาณการจราจรที่หนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วน (Peak Hours) ซึ่งสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเดินทางเพื่อเข้าชั้นเรียนของบุคลากรสายวิชาการและนักศึกษา สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 7 ส่วน ได้แก่ ส่วนถนนที่ 1 (สีแดง) เส้นทางเข้าออกมหาวิทยาลัยจนถึงบริเวณทางแยกลานพ่อบุณผาเมือง ส่วนถนนที่ 2 (สีเขียว) เส้นทางหน้าลานพ่อบุณผาเมืองจนถึงแยกสนามกีฬาโครตินชัย ส่วนถนนที่ 3 (สีม่วง) เส้นทางหน้ากองพัฒนานักศึกษาจนถึงหอพักบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ส่วนถนนที่ 4 (สีฟ้า) เส้นทางหน้าสนามฟุตบอลจนสุดถนนไปทางหอสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ส่วนถนนที่ 5 (สีส้ม) เส้นทางข้างลานพ่อบุณผาเมืองฝั่งหอประชุมประกายเพชรไปจนสุดถนนบริเวณหลังกองกายภาพ ส่วนถนนที่ 6 (สีเหลือง) เส้นทางข้างตึกคณะพยาบาลจนสุดถนนที่

หน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์ตึกที่27 และส่วนถนนที่ 7 (สีน้ำเงิน) เส้นทางหน้าตึกคหกรรมจนถึงหน้าสาขาประมง ซึ่งการจราจรทั้ง 7 ส่วนถนน มีลักษณะแบบสวนทางกัน (Two Way) ดังรูปที่ 4-3



รูปที่ 4-3 การแบ่งส่วนถนนของพื้นที่ศึกษา

4.3 ข้อมูลตรวจนับการสัญจร (Traffic Count Data)

จากการสำรวจภาคสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ครอบคลุม วันทำการ (จันทร์ถึงศุกร์) โดยพิจารณาจากช่วงเวลาเร่งด่วนสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้รถและเวลาจัดการเรียนการสอนภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงเวลาปฏิบัติงานของบุคลากร โดยกำหนดไว้ทั้งหมด 3 ช่วงเวลา ได้แก่ เช้า (8:00-9.30 น.) กลางวัน (11.30-13.00 น.) และเย็น (15.30-17.00 น.) จากการนับการสัญจรพบว่า ส่วนถนนที่ 1 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 5,766 คัน ส่วนถนนที่ 2 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 4,092 คัน ส่วนถนนที่ 3 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 2,020 คัน ส่วนถนนที่ 4 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 706 คัน ส่วนถนนที่ 5 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 821 คัน ส่วนถนนที่ 6 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 478 คัน และส่วนถนนที่ 7 มีจำนวนรถรวมทั้งหมด 546 คัน โดยมีรายละเอียดผลการนับการสัญจรดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ปริมาณการสัญจรทางถนนในวันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์)

วัน	ประเภทรถ	ช่วงเวลา	Road Section						
			1	2	3	4	5	6	7
วัน ธรรมดา จันทร์ ถึงศุกร์	แท็กซี่	เช้า	366	108	87	43	29	42	45
		กลางวัน	312	83	53	39	11	54	27
		เย็น	235	53	58	32	13	49	32
	กระบะ	เช้า	147	70	35	20	14	19	13
		กลางวัน	76	54	41	36	9	18	13
		เย็น	206	67	23	42	11	12	9
	เอนกประสงค์	เช้า	89	71	33	15	8	13	14
		กลางวัน	76	65	52	31	5	10	21
		เย็น	108	63	67	17	19	15	12
	รถตู้	เช้า	9	4	1	2	1	1	2
		กลางวัน	1	0	1	3	0	0	1
		เย็น	2	2	3	1	0	2	3
	จักรยานยนต์	เช้า	2,087	1,082	722	177	327	111	168
		กลางวัน	1,054	975	531	150	143	75	98
		เย็น	983	1392	310	98	229	53	85
	บรรทุก	เช้า	10	2	2	0	1	1	0
		กลางวัน	2	1	0	0	1	2	2
		เย็น	3	0	1	0	0	1	1
รวม			5,766	4,092	2,020	706	821	478	546

จากนั้นนำเข้าข้อมูลภาคสนามในโปรแกรมเอ็กเซลให้อยู่ในรูปแบบตาราง 2 มิติ โดยการตั้งชื่อคอลัมน์ให้สอดคล้องกับ 3 คุณลักษณะของข้อมูล ได้แก่ ประเภทของรถ วันที่ และช่วงเวลา และนำเข้าข้อมูล ซึ่งได้ผลการดำเนินการดังตัวอย่าง ดังรูปที่ 4-4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Road Section	Length(Km)	กึ่ง เข้า	กึ่ง กลาง	กึ่ง ын	กระบะเข้า	กระบะ กลาง	กระบะ ын	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ	เลนรถ
2	1	0.4829	366	312	235	147	76	206	89	76	108	9	1	2	2,087	1,054	983	10	2	3
3	2	0.2567	108	83	53	70	54	67	71	65	63	4	0	2	1,082	975	1,392	2	1	0
4	3	0.8302	87	53	58	35	41	23	33	52	67	1	1	3	722	531	310	2	0	1
5	4	0.3211	43	39	32	20	36	42	15	31	17	2	3	1	177	150	98	0	0	0
6	5	0.1323	29	11	13	14	9	11	8	5	19	1	0	0	327	143	229	1	1	0
7	6	0.2965	42	54	49	19	18	12	13	10	15	1	0	2	111	75	53	1	2	1
8	7	0.7889	45	27	32	13	13	9	14	21	12	2	1	3	168	98	85	0	2	1

รูปที่ 4-4 ตัวอย่างผลการบันทึกข้อมูลการสัญจรทางถนนในโปรแกรมเอ็กเซล

4.4 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.4.1 คำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ เมื่อนับจำนวนการสัญจรของถนนทั้ง 7 ส่วนถนนแล้ว จากนั้นจึงนำมาประเมินปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถแต่ละประเภท โดยนำจำนวนรถ (คัน) มาคูณกับค่าความยาวของถนนแต่ละส่วน (กิโลเมตร) และหารด้วยอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร) ซึ่งการคำนวณใช้ค่ากลางของอัตราสิ้นเปลืองในยานพาหนะแต่ละประเภท ตามแบบอย่างการคำนวณของ อบก. (อบก, 2562) ซึ่งมีรายละเอียดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถแต่ละประเภท ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถแต่ละประเภท

Road Sec tion	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้												รวม (ลิตร/ กิโลเมตร)
	แก้ง		กระบะ		เอนกประสงค์		รถตู้		จักรยานยนต์		บรรทุก		
	คัน	ลิตร	คัน	ลิตร	คัน	ลิตร	คัน	ลิตร	คัน	ลิตร	คัน	ลิตร	
1	913	24.8110	429	18.645	273	8.9299	12	0.5679	4,124	52.9086	15	1.1373	106.9997
2	244	3.5250	191	4.4127	199	3.4602	6	0.1509	3,449	23.5217	3	0.1209	35.1914
3	198	9.2504	99	7.3972	152	8.5477	5	0.4068	1563	34.474	3	0.3911	60.4672
4	114	2.0599	98	2.8321	63	1.3703	6	0.1888	425	3.6256	0	0	10.0767
5	53	0.3945	34	0.4048	32	0.2868	1	0.0130	699	2.4569	2	0.0415	3.5975
6	145	2.4194	49	1.3076	38	0.7632	3	0.0872	239	6.1274	4	0.1862	10.8910
7	104	4.6171	35	2.4851	47	2.5116	6	0.4639	351	7.3566	3	0.3716	17.8059
รวม		47.0773		37.4845		25.8697		1.8785		130.4708		2.2486	245.0294

จากตารางที่ 4-2 ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถแต่ละประเภทที่ถูกใช้ในแต่ละส่วนถนนจำแนกตามประเภทยานพาหนะ ผลการศึกษาพบว่า ในวันธรรมดา มีปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรวมรถทุกประเภทและรวมทุกส่วนถนน เท่ากับ 245.0294 ลิตร โดยสามารถจำแนกปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถแต่ละประเภทจากมากไปหาน้อย ได้แก่ รถจักรยานยนต์ 130.4708 ลิตร, รถแก้ง 47.0773 ลิตร, รถกระบะ 37.4845 ลิตร, รถเอนกประสงค์ 25.8697 ลิตร, รถบรรทุก 2.2486 ลิตร และรถตู้ 1.8785 ลิตร ตามลำดับ

และหากพิจารณาปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงตามส่วนถนน พบว่า ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละส่วนถนนจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ส่วนถนนที่ 1 เท่ากับ 106.9997 ลิตร, ส่วนถนนที่ 3 เท่ากับ 60.4672 ลิตร, ส่วนถนนที่ 2 เท่ากับ 35.1914 ลิตร, ส่วนถนนที่ 7 เท่ากับ 17.8059 ลิตร, ส่วนถนนที่ 6 เท่ากับ 10.8910 ลิตร, ส่วนถนนที่ 4 เท่ากับ 10.0767 ลิตร และส่วนถนนที่ 5 เท่ากับ 3.5975 ลิตร ตามลำดับ

4.4.2 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก GHG สามารถประเมินได้โดยนำผลรวมปริมาณเชื้อเพลิงในแต่ละส่วนถนนเป็นหน่วยลิตร โดยแบ่งเชื้อเพลิงเป็น 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน และดีเซล จากนั้นแปลงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร) ไปเป็นค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเทียบกับอัตรา GHGs Emission ของ อบก. ซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้ น้ำมันเบนซิน 1 ลิตร หากมีการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ของยานพาหนะ จะมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 2.2376 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร (Kg CO₂eq/liter) และดีเซล เท่ากับ 2.7446 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร (Kg CO₂eq/liter) หลังการคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจะได้ค่าการปลดปล่อย GHG ในแต่ละส่วนถนน (หน่วย: Kg CO₂eq) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก GHG ของแต่ละส่วนถนน

Road Section	ปริมาณการปลดปล่อย GHG (kg CO ₂ eq)						รวม (kg CO ₂ eq)	Carbon footprint: (ton CO ₂ eq km ⁻¹ year ⁻¹)
	แก่ง	กระบะ	เอนกประสงค์	รถตู้	จักรยานยนต์	บรรทุก		
1	55.5171	51.1730	19.9815	1.5587	118.3883	3.1214	249.7400	134.9806
2	7.8875	12.1111	7.7425	0.4142	52.6321	0.3318	81.1192	82.4780
3	20.6987	20.3024	19.1263	1.1165	77.1390	1.0734	139.4563	43.8426
4	4.6092	7.7729	3.0662	0.5182	8.1126	0	24.0791	19.5722
5	0.8827	1.1110	0.6417	0.0357	5.4976	0.1139	8.2826	16.3398
6	5.4136	3.5888	1.7077	0.2393	13.7107	0.5110	25.1711	22.1574
7	10.3312	6.8206	5.6199	1.2732	16.4611	1.0199	41.5259	13.7384
รวม	105.3400	102.8798	57.8858	5.1558	291.9414	6.1714	569.3742	333.109

จากตารางที่ 4-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก GHG ของแต่ละส่วนถนน พบว่าการสัญจรในช่วงเวลาเร่งด่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ในช่วงวันธรรมดา(จันทร์ถึงศุกร์) มีการปลดปล่อย GHG รวมทุกส่วนถนนที่ทำการศึกษา มีค่าเท่ากับ 569.3742 kg CO₂eq โดยหาก

พิจารณาแยกในแต่ละส่วนถนน พบว่า ส่วนถนนที่ 1 มีปริมาณการปลดปล่อย GHG มากที่สุด เท่ากับ 249.7400 kg CO₂eq รองลงมา คือ ส่วนถนนที่ 3 เท่ากับ 139.4563 kg CO₂eq , ส่วนถนน ที่ 2 เท่ากับ 81.1192 kg CO₂eq , ส่วนถนนที่ 7 เท่ากับ 41.5259 kg CO₂eq , ส่วนถนนที่ 6 เท่ากับ 25.1711 kg CO₂eq , ส่วนถนนที่ 4 เท่ากับ 24.0791 kg CO₂eq และส่วนถนนที่ 5 เท่ากับ 8.2826 kg CO₂eq ตามลำดับ

เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างส่วนถนนทั้งหมด จึงนำปริมาณการปลดปล่อย GHG มาปรับค่าให้อยู่ในช่วงเดียวกัน โดยการหารด้วยระยะทางของแต่ละส่วนถนนให้มีหน่วยเป็น (kg CO₂eq km⁻¹) และนำผลที่ได้มาคาดการณ์ (Estimation) เพื่อให้เห็นภาพรวมรายปี นำค่าที่ได้มาปรับให้เป็นค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี โดยการคูณจำนวนวันทำการ (จันทร์ถึงศุกร์) ที่มีใน 1 ปี ของปี พ.ศ. 2568 นั่นก็คือ 261 วัน ซึ่งจะทำให้มีหน่วยเป็น “ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลเมตรต่อปี” (ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹)

โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปีรวมทุกส่วนถนนที่ทำการศึกษา มีค่าเท่ากับ 333.109 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ หากพิจารณาแยกในแต่ละส่วนถนน พบว่า ส่วนถนนที่ 1 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปีมากที่สุด เท่ากับ 134.9806 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ รองลงมา คือ ส่วนถนนที่ 2 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี เท่ากับ 82.4780 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ , ส่วนถนนที่ 3 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี เท่ากับ 43.8426 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ , ส่วนถนนที่ 6 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี เท่ากับ 22.1574 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ , ส่วนถนนที่ 4 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี เท่ากับ 19.5722 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ , ส่วนถนนที่ 5 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี เท่ากับ 16.3398 ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ และ ส่วนถนนที่ 7 มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อปี เท่ากับ 13.7384ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹ ตามลำดับ

4.5 การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน

ผลการนำข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ได้จากข้อ 4.4 นำเข้าสู่ตารางคุณลักษณะของชั้นข้อมูลถนนเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลทั้งหมดจากตารางเอ็กเซล ได้แก่ วัน ประเภท จำนวนยานพาหนะ และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นลิตร และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละส่วนของถนนเข้าไปในชั้นข้อมูลถนนในโปรแกรม QGIS โดยอาศัยการเชื่อมตาราง (Join Table) ข้อมูลในตารางเอ็กเซลเข้าไปที่ตารางคุณลักษณะที่อาศัยหมายเลขส่วนของถนนเป็นคีย์หลัก (Primary Key) ในการเชื่อมกัน โดยการอ้างอิงหลักการสำคัญจากงานวิจัยของ (วิภพ และรังสรรค์, 2565) ซึ่งมีรายละเอียดการเชื่อมโยงตาราง ดังรูปที่ 4-5

Road	id	Lenght km	Road Section ^	เก๋ง	กระบะ	เอนกประสงค์	ตู้	จักรยานยนต์	บรรทุก	รวมkgCO ₂ eq	Carbon footprint: CO ₂ eq km-1 year
1	1	0.4829	๑	55.5171	51.173	19.9815	1.5587	118.3883	3.1214	249.74	134.9806
2	2	0.2567	๒	7.8875	12.1111	7.7425	0.4142	52.6321	0.3318	81.1192	82.478
3	3	0.8302	๓	20.6987	20.3024	19.1263	1.1165	77.139	1.0734	139.4563	43.8426
4	4	0.3211	๔	4.6092	7.7729	3.0662	0.5182	8.1126	0	24.0791	19.5722
5	5	0.1323	๕	0.8827	1.111	0.6417	0.0357	5.4976	0.1139	8.2826	16.3398
6	6	0.2965	๖	5.4136	3.5888	1.7077	0.2393	13.7107	0.511	25.1711	22.1574
7	7	0.7889	๗	10.3312	6.8206	5.6199	1.2732	16.4611	1.0199	41.5259	13.7384

รูปที่ 4-5 ตารางคุณลักษณะหลังเชื่อมตารางEXCELกับข้อมูลส่วนถนนบนโปรแกรมQGIS

หลังจากการเชื่อมโยงข้อมูลตารางคุณลักษณะจากโปรแกรมเอ็กเซลเข้ากับข้อมูลส่วนถนนบนโปรแกรมQGIS แล้ว ทำการออกแบบแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรในช่วงเวลาเร่งด่วนของแต่ละส่วนถนน โดยการจัดระดับความรุนแรงของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) บนถนนแต่ละส่วนจะใช้วิธีการทางสถิติที่เรียกว่า "การจำแนกแบบทุกช่วงชั้นเท่ากัน" (Equal Interval) เพื่อแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง เพื่อนำเสนอข้อมูลแผนที่ให้เห็นถึงความแตกต่างกันในเชิงพื้นที่ พร้อมทั้งเปรียบเทียบคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของวันธรรมดา ระหว่างส่วนถนนทั้ง 7 ส่วนถนน

การจำแนกแบบ "ทุกช่วงชั้นเท่ากัน" (Equal Interval) เพื่อแบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 3 ระดับ สามารถคำนวณได้ดังนี้

- ขั้นตอนการคำนวณหาช่วงชั้น (Interval Width) ต้องหาค่าสูงสุดและต่ำสุดจากข้อมูล Carbon footprint (ton CO₂eq km⁻¹ year⁻¹) ของแต่ละส่วนถนน ซึ่งมีค่าต่างๆ ได้แก่

ค่าสูงสุด (Max) คือ 134.9806

ค่าต่ำสุด (Min) คือ 13.7384

ค่าพิสัย (Range) คือ $134.9806 - 13.7384 = 121.2422$

จากนั้นคำนวณหาความกว้างของแต่ละช่วงชั้น จากสูตร $\text{Interval Width} = 121.2422 / 3 = 40.4141$

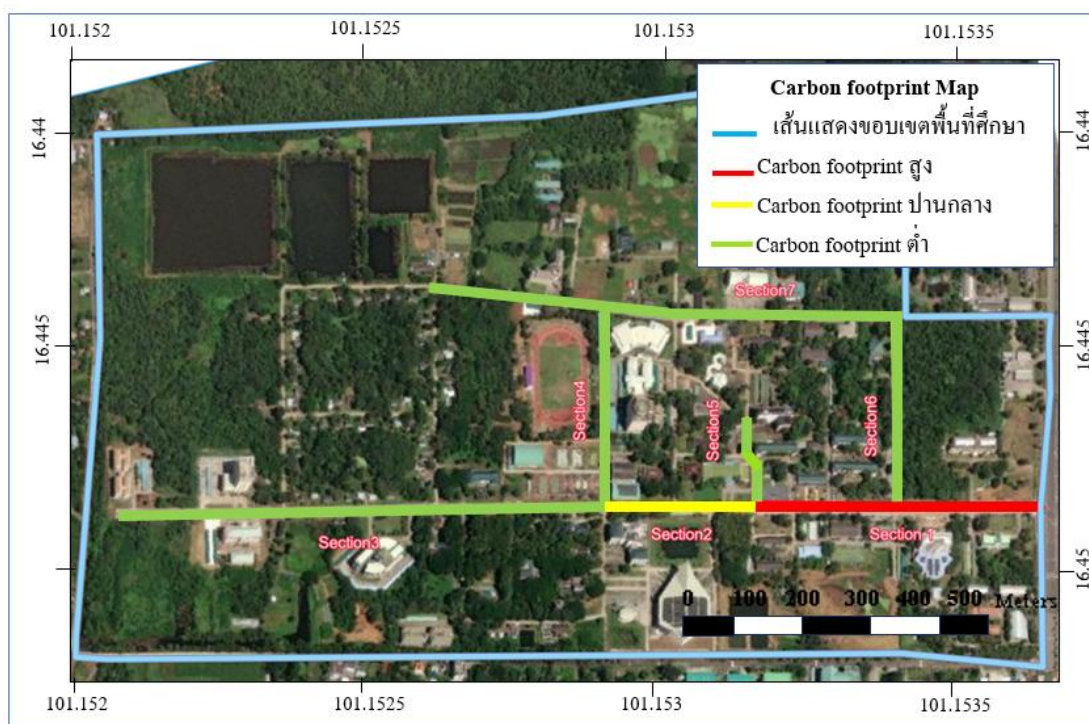
- กำหนดเกณฑ์ 3 ระดับ (Thresholds) นำเกณฑ์ด้านล่างนี้ไปกรอกในโปรแกรม QGIS เพื่อกำหนดสีของเส้นถนนแทนระดับความรุนแรงของการปล่อย GHG ของแต่ละส่วนถนน

ระดับความรุนแรงต่ำ (Low) ช่วงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (tonCO₂eq km⁻¹ y⁻¹) เท่ากับ 13.7384 – 54.1525 แทนด้วยสัญลักษณ์เส้นสีเขียว

ระดับความรุนแรงปานกลาง (Medium) ช่วงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (tonCO₂eq km⁻¹ y⁻¹) เท่ากับ 54.1526 – 94.5666 แทนด้วยสัญลักษณ์เส้นสีเทา

ระดับความรุนแรงสูง (High) ช่วงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (tonCO₂eq km⁻¹ y⁻¹) เท่ากับ 94.5667 – 134.9806 แทนด้วยสัญลักษณ์เส้นสีแดง

เมื่อระบุระดับความรุนแรงของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในระบบ QGIS แล้ว ได้ผลการจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน ดังรูปที่ 4-6



รูปที่ 4-6 แผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการศึกษาช่วงเวลาเร่งด่วน

จากภาพที่ 4-6 จะเห็นได้ว่า ผลการจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการศึกษาช่วงเวลาเร่งด่วนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยอาศัยการจำแนกระดับความรุนแรงตามเกณฑ์ 3 ระดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ระดับความรุนแรงสูง (สัญลักษณ์สีแดง) พบในส่วนถนนที่ 1 เส้นทางเข้าออกมหาวิทยาลัยถึงบริเวณทางแยกลานพ่อบุณผาเมือง โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงที่สุดเท่ากับ $134.9806 \text{ tonCO}_2\text{eq km}^{-1}\text{year}^{-1}$ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณยานพาหนะสะสมที่หนาแน่นที่สุดในพื้นที่ศึกษา

2) ระดับความรุนแรงปานกลาง (สัญลักษณ์สีเหลือง) พบในส่วนถนนที่ 2 บริเวณหน้าลานพ่อบุณผาเมืองถึงแยกสนามกีฬาโครตันชัย โดยมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ $82.4780 \text{ tonCO}_2\text{eq km}^{-1}\text{year}^{-1}$ ซึ่งเป็นเส้นทางเชื่อมต่อที่รองรับการกระจายตัวของรถจากประตูทางเข้าหลักไปสู่อาคารเรียนต่างๆ

3) ระดับความรุนแรงต่ำ (สัญลักษณ์สีเขียว) พบในส่วนถนนทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนถนนที่ 3, 6, 4, 5 และ 7 โดยมีค่าระหว่าง 13.7384 ถึง 43.8426 $\text{tonCO}_2\text{eq km}^{-1}\text{year}^{-1}$ เนื่องจากเป็นเส้นทางสัญจรภายในที่เชื่อมต่อกับอาคารเฉพาะหรือพื้นที่ส่วนหลังของมหาวิทยาลัย ทำให้มีความหนาแน่นของการสัญจรน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางหลัก

จากการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ข้างต้น จะเห็นได้ชัดเจนว่าพื้นที่ "จุดวิกฤต" (Hotspot) ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์คือส่วนถนนทางเข้าหลัก ซึ่งข้อมูลแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์นี้จะเป็นข้อมูลสำคัญในการสนับสนุนการกำหนดนโยบายเพื่อลดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล หรือการวางแผนเพิ่มพื้นที่สีเขียวริมทางในจุดที่มีความรุนแรงสูง เพื่อดูดซับก๊าซเรือนกระจกต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเรื่อง การจัดทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะภายในมหาวิทยาลัย และนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาวิเคราะห์ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อระบุจุดวิกฤต (Hotspots) ในช่วงเวลาเร่งด่วน โดยสามารถสรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และเสนอข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

5.1.1 ข้อมูลการสัญจรและปริมาณยานพาหนะ

จากการสำรวจปริมาณการสัญจรในช่วงวันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์) ของถนนทั้ง 7 ส่วนถนน (Section) พบว่า มีปริมาณรถสะสมรวมทั้งสิ้น 14,429 คัน โดยส่วนถนนที่ 1 เส้นทางเข้าออกมหาวิทยาลัย มีความหนาแน่นสูงสุดจำนวน 5,766 คัน (ร้อยละ 39.96) รองลงมาคือส่วนถนนที่ 2 เส้นทางหน้าลานพ่อบุณผาเมืองจนถึงแยกสนามกีฬาโครัตนชัย จำนวน 4,092 คัน

เมื่อจำแนกตามประเภทรถพบว่า รถจักรยานยนต์ เป็นยานพาหนะที่มีสัดส่วนการใช้งานสูงสุดในทุกส่วนถนน สอดคล้องกับพฤติกรรมการเดินทางของนักศึกษาที่มีจำนวน 4,010 คน

5.1.2 ปริมาณการใช้พลังงานและก๊าซเรือนกระจก

ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรวมทุกส่วนถนนมีค่าเท่ากับ 245.0294 ลิตรต่อวัน ซึ่งก่อให้เกิดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 569.3742 kgCO₂eq ต่อวัน โดยรถจักรยานยนต์เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกหลักที่มีค่าการปล่อยสูงสุดเท่ากับ 291.9414 kgCO₂eq

เมื่อทำการคาดการณ์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รายปีของวันธรรมดา (261 วันทำการ) พบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมทุกส่วนถนนมีค่าเท่ากับ $333.109 \text{ ton CO}_2\text{eq km}^{-1} \text{ year}^{-1}$ โดยส่วนถนนที่ 1 เส้นทางเข้าออกมหาวิทยาลัย มีค่าสูงสุดที่ $134.9806 \text{ ton CO}_2\text{eq km}^{-1} \text{ year}^{-1}$ ขณะที่ส่วนถนนที่ 7 เส้นทางหน้าตึกคหกรรมถึงหน้าสาขาประมงมีค่าต่ำสุดคือ $13.7384 \text{ ton CO}_2\text{eq km}^{-1} \text{ year}^{-1}$

5.1.3 การจำแนกเชิงพื้นที่และระดับความรุนแรง

จากการประยุกต์ใช้วิธีการจำแนกแบบทุกช่วงชั้นเท่ากัน (Equal Interval) สามารถแบ่งระดับความรุนแรงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับความรุนแรงสูง (High - สีแดง) ได้แก่ ส่วนถนนที่ 1 ซึ่งเป็นเส้นทางหลักในการเข้า-ออกพื้นที่
2. ระดับความรุนแรงปานกลาง (Medium - สีเหลือง) ได้แก่ ส่วนถนนที่ 2 บริเวณหน้าลานพ่อบุณผาเมือง
3. ระดับความรุนแรงต่ำ (Low - สีเขียว) ได้แก่ ส่วนถนนที่ 3, 4, 5, 6 และ 7 ซึ่งเป็นเส้นทางเชื่อมต่ออาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาข้างต้น มีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงกับบริบทของพื้นที่ ได้ดังนี้

5.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ศึกษา

ปริมาณ คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ที่ สูงถึง $134.9806 \text{ ton CO}_2\text{eq km}^{-1} \text{ year}^{-1}$ ในส่วนถนนที่ 1 บริเวณเส้นทางหลักในการเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ชี้ให้เห็นว่าโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัยมีการกระจุกตัวของกิจกรรมการสัญจรที่บริเวณประตูทางเข้าหลัก เนื่องจากเป็นเส้นทางเชื่อมต่อเดียวที่รองรับทั้งบุคลากรและนักศึกษากว่า 4,700 คนในช่วงเวลาเร่งด่วน

นอกจากนี้ พฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์เป็นพาหนะหลักซึ่งมีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรวมสูงสุด (130.4708 ลิตร) ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกสะสมมีค่าสูง แม้ว่าการยนต์ประเภทอื่นจะมีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยต่อหน่วยที่สูงกว่าก็ตาม

5.2.2 ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการบริหารจัดการ

การจัดทำแผนที่เชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรม QGIS โดยใช้เทคนิคการ Join Table จากข้อมูล Excel ช่วยให้ผู้สามารถระบุตำแหน่งของปัญหาได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภพ แพงวังทอง และ รังสรรค์ เกตุอ็อต (2565) ที่ชี้ให้เห็นว่าการใช้สี (Red-Yellow-Green) ช่วยให้ผู้บริหารระดับนโยบายมองเห็นภาพรวมของแหล่งมลพิษภายในองค์กรได้ชัดเจนกว่าการพิจารณาเพียงตัวเลขสถิติในตาราง การที่ส่วนถนนที่ 1 และ 2 ปรากฏเป็นสีแดงและเหลืองตามลำดับ สะท้อนถึงการเป็นเส้นทางยุทธศาสตร์หลักของมหาวิทยาลัยที่ควรได้รับงบประมาณหรือมาตรการจัดการเป็นลำดับแรก

5.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมทางวิชาการและมลพิษทางอากาศ

จากข้อมูลผลการศึกษา พบว่า ระดับความรุนแรงต่ำ (สีเขียว) กระจุกตัวอยู่ในส่วนถนนที่เชื่อมต่อกับอาคารต่างๆภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เช่น คณะพยาบาลศาสตร์ หรือคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในมหาวิทยาลัยอาจแปรผันตามกิจกรรมในอาคาร หากมีการปรับตารางเรียนหรือส่งเสริมรูปแบบการเรียนระหว่างอาคารที่อยู่ในเขต "สีเขียว" เช่น จัดตารางให้นักศึกษาสามารถเรียนในบริเวณที่ใกล้ๆ ในคาบเรียนถัดไป อาจช่วยลดการใช้ยานพาหนะในเส้นทางสายรอนี้ลงได้อีก

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์สามารถขับเคลื่อนไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) ได้อย่างเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการจัดการ

1. การปรับปรุงจุดวิกฤต (Hotspot Management) ควรให้ความสำคัญกับส่วนถนนที่ 1 บริเวณเส้นทางหลักในการเข้า-ออกมหาวิทยาลัย โดยการเพิ่มแนวปลูกต้นไม้ริมทาง

เพื่อช่วยในการลดซับก๊าซเรือนกระจก หรือการพิจารณาเปลี่ยนรถยนต์ส่วนบุคคล ภายในมหาวิทยาลัยให้เป็นระบบไฟฟ้า (EV) เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซจากต้นทาง

2. การส่งเสริมพฤติกรรมสีเขียว เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ใช้รถจักรยานยนต์ มหาวิทยาลัยควรส่งเสริมโครงการ "Bike & Walk" โดยเฉพาะในเส้นทางที่มีค่าการปล่อยต่ำ (ส่วนถนนที่ 3-7) เพื่อลดความหนาแน่นของการจราจร ทั้งนี้มหาวิทยาลัยต้องให้ความสำคัญกับการจัดให้มีทางเท้าที่สะอาด ปลอดภัย มีร่มเงา และการเชื่อมต่อของทางเท้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนการใช้ทางเท้าและทางจักรยานในอนาคต

3. การจัดทำฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ควรมีการจัดเก็บข้อมูลตรวจนับการสัญจรในทุกปี เพื่อเป็นการศึกษาเพื่อติดตามผลของนโยบายลดก๊าซเรือนกระจก และใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดำเนินงานในแต่ละปี

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มการสำรวจในช่วงวันหยุดหรือนอกชั่วโมงเร่งด่วน เพื่อให้เห็นค่าเฉลี่ยของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ครอบคลุมมากขึ้น

2. การประเมินการกักเก็บคาร์บอน ควรมีการศึกษาควบคู่ไปกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในมหาวิทยาลัย เพื่อให้สามารถประเมินค่า Carbon Neutrality หรือความเป็นกลางทางคาร์บอนของพื้นที่ได้

3. หากสามารถระบุอายุการใช้งานของยานพาหนะ หรือชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้จริงรายคันได้ จะสามารถเพิ่มความแม่นยำของการคำนวณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้มากยิ่งขึ้นได้

บรรณานุกรม

- กรมประชาสัมพันธ์. (2565). **เร่งขับเคลื่อนงานแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน เดินหน้าขยายผลในทุกจังหวัดและทุกองค์กรปกครองท้องถิ่นทั่วประเทศ**. สืบค้นจาก <https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG220320211731965>.
- กรมอนามัย. (2553). **แนวทางการดำเนินงานโรงพยาบาลลดโลกร้อน (GREEN and CLEAN Hospital)**. นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.
- วิภพ แพงวังทอง และ รังสรรค์ เกตุอื้อต. (2565). **การทำแผนที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการสัญจรช่วงเวลาเร่งด่วนเพื่อสนับสนุนแผนลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในมหาวิทยาลัยพะเยา**. วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาบัณฑิตกรรมเชิงพื้นที่ ปีที่ 3, ฉบับที่ 1 (มีนาคม-เมษายน 2565), หน้า 41-53.
- วุฒิพงษ์ ต๊ะ และ อาณัติ ต๊ะปินดา. (2561). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์: การประเมินและการจัดการเพื่อมุ่งสู่สังคมคาร์บอนต่ำ**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 20(3), 149-158.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2559). **สถานภาพและแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย**. สืบค้นจาก <https://tcnclimate.com>.
- สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. (2567). **ข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี 2567**. รายงานประจำปี 2567. สืบค้นจาก <https://plan.pcru.ac.th/download รายงานประจำปี2567/>.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2565). **TGO จับมือ VGREEN ร่วมขยายผลกิจกรรมชดเชยคาร์บอนเพื่อสนับสนุนตลาดคาร์บอน ภาคสมัครใจภายในประเทศ เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย Net Zero Emissions**. สืบค้นจาก <http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/post/tgo-จับมือ-vgreen-ร่วมขยายผลกิจกรรมชดเชยคาร์บอนเพื่อสนับสนุนตลาดคาร์บอน>.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2565). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**. สืบค้นจาก

<https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=YjNKblIXNXBlbUYwYVc5dVgybHo>.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2567). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์**. สืบค้นจาก

<https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mYVhNPQ>

อบก. (2562). **ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)**. สืบค้นจาก <http://localcfo.tgo.or.th/uploads/docs/20200311130041.pdf>.

อบก. (2562). **โครงการศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อแสดงการปล่อยและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในสาขาเกษตรป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน**. สืบค้นจาก <http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/post/โครงการศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศ>.

Bachman, W. H. (1998). **A GIS-based modal model of automobile exhaust emissions**.

Washington, DC, USA: United States Environmental Protection Agency, Research and Development, National Risk Management Research Laboratory.

ENVIRONNET. (2559). **การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่งในบริบทโลก**. ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก <http://www.environnet.in.th/archives/1533>.

Kai Zhang, Stuart Batterman, and Francois Dion. (2011). **Vehicle Emissions in Congestion: Comparison of Work Zone, Rush Hour and Free-flow Conditions**. Atmospheric Environment, 45(11): 1929-1939.

Wiedmann, T., & Minx, J. (2007). **A Definition of 'Carbon Footprint'**. ISAUK Research Report 07-01. Durham: ISAUK Research & Consulting.

Zihan Kan, Luliang Tang, Mei-Po Kwan, and Xia Zhang. (2018). **Estimating Vehicle Fuel Consumption and Emissions Using GPS Big Data**. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(4), 1-23.

ประวัติผู้วิจัย

ผู้วิจัยหลัก

1. ชื่อ – นามสกุล นางสาว ธนาวรรณ พิณะเวสน์

Miss. Thanawan Pinawet

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1469900127034

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ

เพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ภายในเบอร์ 1325

มือถือ 081-2623345

อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) thanawan_pi@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การจัดการสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

1. การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการของอ่างเก็บน้ำชาจานบริเวณใกล้พื้นที่ฝั่งกลบขยะมูลฝอยบ้านคำบอน จังหวัดขอนแก่น
2. การพัฒนาแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์จังหวัดนครพนม

3. การประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เพื่อพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับเทศกาลงานกาชาดมะขามหวานของจังหวัดเพชรบูรณ์ ทูนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 4. การสร้างต้นแบบทัศนคติและพฤติกรรมที่ดีของประชาชนในการจัดการขยะ
 5. จิตความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการของแหล่งท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาค้อ
 6. มูลค่าทางเศรษฐกิจของพืชที่เป็นแหล่งอาหารปลอดภัย ในพื้นที่ป่าชุมชนโนนชาติ ตำบลหลักด่าน อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
 7. การใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นในการทำเกษตรระบบปลอดภัยด้วยรูปแบบการสร้างป่าครอบครัว ในพื้นที่หลักด่าน อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
 8. การสร้างป่าครอบครัวเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศบนพื้นฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน ในพื้นที่ต้นน้ำป่าสัก ตำบลหลักด่าน อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์
- 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน
1. การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการของอ่างเก็บน้ำลำจานบริเวณใกล้พื้นที่ฝั่งกลบขยะมูลฝอยบ้านคำบอน จังหวัดขอนแก่น เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 2. การพัฒนาแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์จังหวัดนครพนมเผยแพร่ในงานประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2557

3. การประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เพื่อพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับเทศกาลงานภาษามะขามหวานของจังหวัดเพชรบูรณ์ ทูนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ ประจำปี 2558 การเชื่อมโยงและบูรณาการระหว่างศาสตร์ระดับบัณฑิตศึกษา 24-25 ตุลาคม 2558 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
4. การสร้างต้นแบบทัศนคติและพฤติกรรมที่ดีของประชาชนในการจัดการขยะ
5. Thanawan Pinawet and Porntawee Kongroy. (2021). Physical Carrying Capacity of Than Thip Waterfall, Phetchabun Province. Life Sciences and Environment Journal. Vol.22 No.2 July - December 2021.
6. ธนาวรรณ พิณะเวศน์ และยศรพี ทองเจริญ. (2566). มูลค่าทางเศรษฐกิจของพืชอาหาร และเห็ดในพื้นที่ป่าชุมชนโนนชาติ ตำบลหลักด่าน อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. Life Sciences and Environment Journal, 24(2), 506–519.
7. ธนาวรรณ พิณะเวศน์ และยศรพี ทองเจริญ. (2566). การใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการทำเกษตรแบบธรรมชาติ รูปแบบป่าครอบครัว ในพื้นที่หลักด่าน อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 6(3), 78–89.
8. ธนาวรรณ พิณะเวศน์ ยศรพี ทองเจริญ และพรทวิ กองร้อย. (2567). การสร้างป่าครอบครัวเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศต้นน้ำป่าสัก และปรับตัวรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกร ตำบลหลักด่าน อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. SciTech Research Journal, 7(3), 55-72.