



กรมการขนส่งทางบก

รายงานสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

โครงการศึกษาออกแบบระบบสมาร์ทโลจิสติกส์
เพื่อยกระดับความปลอดภัยในการทำกับควบคุมยานพาหนะข้ามพรมแดน



คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

สารบัญ	i
สารบัญรูป.....	ii
สารบัญตาราง	iii
1. บทนำ	1-1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ.....	1-3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-4
2. การศึกษารวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ออกแบบอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น	2-1
2.1 การประชุมระดมความคิดเห็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง.....	2-1
2.2 การศึกษาทบทวนแนวทางในการติดตามการเดินทางของยานพาหนะในต่างประเทศ.....	2-2
3. การศึกษาออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อทดสอบการใช้งานในสภาวะแวดล้อมจริง.....	3-1
3.1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype)	3-1
3.2 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบในสภาวะแวดล้อมจริงในพื้นที่	3-3
3.3 ผลการทดสอบเสถียรภาพของสัญญาณและการใช้พลังงาน	3-4
3.4 ผลการทดสอบการติดตามตรวจสอบพฤติกรรมรถขับขี่.....	3-6
3.5 ผลการจำลอง (Simulation) การติดตั้ง RFID Tag บนแผ่นป้ายทะเบียนรถ.....	3-8
4. การศึกษาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน	4-1
4.1 การวิเคราะห์ด้านการเงิน.....	4-1
4.2 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์.....	4-5
5. แนวทางบริหารจัดการ.....	5-1
6. บทสรุป.....	6-1

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ระบบ Telematics Insurance โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจากกล้องควบคุมการทำงานของรถยนต์	2-3
รูปที่ 2.2 ภาพรวมระบบ Smart Tachograph	2-4
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกล่อง Smart Tachograph Vehicle Unit	2-5
รูปที่ 2.4 การติดตั้ง RFID Tag บริเวณกระจกหน้าของรถยนต์เมื่อมองจากด้านนอก	2-6
รูปที่ 3.1 ภาพจำลอง 3D ของ PCB แบบ Panel Board ที่ใช้สำหรับการผลิต	3-2
รูปที่ 3.2 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งาน	3-3
รูปที่ 3.3 ทิศทางการติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer มุมมองด้านบน	3-6
รูปที่ 3.4 ทิศทางการติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer มุมมองด้านข้าง	3-6
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างผลลัพธ์ Accelerometer กรณีออกตัวแรง	3-7
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ Accelerometer กรณีเบรกกะทันหัน	3-7
รูปที่ 3.7 รูปจำลอง RFID Tag แบบ Passive ติดตั้งบนแผ่นป้ายทะเบียน	3-8
รูปที่ 3.8 ผลจำลองการส่งสัญญาณของ RFID Tag เมื่อติดตั้งบนแผ่นป้ายทะเบียน	3-10
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งการติดตั้ง RFID Reader จำนวน 11 ชุด	4-2
รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของอัตราค่าธรรมเนียมต่อปริมาณรถประจำถิ่น	4-4
รูปที่ 4.3 ค่าธรรมเนียมที่เหมาะสม ตามปริมาณรถที่คาดการณ์และออกนอกพื้นที่ 100 กม.	4-6
รูปที่ 5.1 แนวทางการให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงาน	5-1
รูปที่ 5.2 แนวทางการประยุกต์ใช้กับประเทศไทยในการกำกับรถข้ามพรมแดน	5-2
รูปที่ 5.3 การยื่นขออนุญาตรถประจำถิ่นผ่านระบบออนไลน์	5-2

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 จำนวนและรูปแบบของอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype)	3-2
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดรถและอุปกรณ์ที่ติดตั้งในรถทดสอบ	3-3
ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบเสถียรภาพการตรวจวัดพิกัด GPS และเสถียรภาพสัญญาณในพื้นที่นำร่อง	3-4
ตารางที่ 3.4 ระยะทางไกลสุดในการสื่อสารระหว่างรถทดสอบกับสถานี LoRa (LoRa Gateway)	3-4
ตารางที่ 3.5 ระยะทางไกลสุดในการสื่อสารของสถานี LoRa (LoRa Gateway) แต่ละแห่ง	3-5
ตารางที่ 3.6 อัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์	3-5
ตารางที่ 3.7 เกณฑ์ที่แนะนำ กรณีเบรก แรงความเร็วหรือการเปลี่ยนทิศทาง	3-8
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลและสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านการเงิน	4-1
ตารางที่ 4.2 การประเมินต้นทุนแบบง่ายของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น (RFID)	4-2
ตารางที่ 4.3 การประเมินต้นทุนแบบง่ายของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น	4-3
ตารางที่ 4.4 อัตราค่าธรรมเนียมต่อคันสำหรับอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นแต่ละรูปแบบ	4-3
ตารางที่ 4.5 สรุปผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น	4-5

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

จากนโยบายรัฐบาลในการพัฒนาส่งเสริมพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษบริเวณจังหวัดชายแดน ประกอบกับการส่งเสริมความร่วมมือด้านการขนส่งทางถนนระหว่างประเทศ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยวที่นำรถส่วนบุคคลจดทะเบียนต่างประเทศเข้ามาใช้เพื่อการท่องเที่ยวในประเทศไทย ทำให้สถิติจำนวนยานพาหนะข้ามพรมแดนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี อาทิ ด้านพรมแดนแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีจำนวนยานพาหนะข้ามพรมแดนจากประเทศเมียนมาร์เข้ามาในประเทศไทย จำนวนมากถึง 593,350 แส่นเที่ยวในปี 2560 โดยมีจำนวนยานพาหนะข้ามพรมแดนเพิ่มขึ้น 8.9% จากปี 2559 ในขณะที่ด้านพรมแดนบ้านคลองลึก จังหวัดสระแก้ว มีจำนวนยานพาหนะข้ามพรมแดนจากประเทศกัมพูชาเข้ามาในประเทศไทย จำนวน 233,672 แส่นเที่ยวในปี 2560 โดยมีจำนวนยานพาหนะข้ามพรมแดนเพิ่มขึ้นมากถึง 42.1% จากปี 2559

องค์การสหประชาชาติได้ประกาศทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน ค.ศ.2011-2020 (Decade of Action for Road Safety) ซึ่งประเทศไทยเองได้เห็นชอบตามกรอบปฏิญญามอสโกที่กำหนดให้ลดอัตราการเสียชีวิตจาก อุบัติเหตุทางถนนต่ำกว่า 10 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคนในปี 2563 แต่จากข้อมูลของ The World Atlas (2560) พบว่าประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ย 36.2 คนต่อจำนวนประชากร 100,000 คน ซึ่งขึ้นเป็นอันดับหนึ่งของโลก จึงนับได้ว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความเสี่ยง ต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสูงสำหรับนักท่องเที่ยว (GRSP Road Safety, 2559) ซึ่งนักท่องเที่ยวต่างชาติ มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสูงเนื่องจากส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยและไม่ทราบกฎจราจรของประเทศไทย และมีอุปสรรคด้านภาษาในการสื่อสารให้เกิดความเข้าใจในการใช้รถใช้ถนน จากการศึกษา (ภาวิณี เอี่ยมตระกูล และคณะ, 2562) พบว่ามีนักท่องเที่ยวต่างชาติเพียงร้อยละ 6.8 ที่รับรู้ถึงสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนและไม่ทราบกฎหมายจราจรของประเทศไทยมากถึงร้อยละ 23.3 อีกทั้งไม่ตรวจสอบสภาพยานพาหนะก่อนเดินทางมากถึงร้อยละ 38.8 นอกจากนี้ยังพบพฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่ อาทิ ขับรถเร็ว เมาแล้วขับ ไม่สวมหมวกนิรภัย เป็นต้น ซึ่งชี้ให้เห็นถึงพฤติกรรมที่ไม่ตระหนักถึงความปลอดภัยทางถนนของนักท่องเที่ยวต่างชาติระหว่างการเดินทางในประเทศไทย นอกจากนี้จากข้อมูลด้านการประกันภัยสำหรับผู้ประสบอุบัติเหตุของบริษัทกลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถจำกัดพบว่าแนวโน้มผู้ประสบภัยที่เป็นนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามา ขอความช่วยเหลือสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมูลค่าการจ่ายค่าชดเชยที่เพิ่มขึ้นอย่างมากจากปี พ.ศ.2551 ซึ่งมีจำนวน 464 คน เพิ่มขึ้นเป็น 2,183 คน ในปี พ.ศ.2555 หรือเพิ่มสูงขึ้น 4.70 เท่า เมื่อจำนวนผู้ประสบภัยเพิ่มขึ้นจำนวนเงินชดเชยก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย เห็นได้จากปี พ.ศ. 2551 จำนวนเงินชดเชยอยู่ที่ 4,980 ล้านบาท เมื่อมาถึง พ.ศ.2555 จำนวนเงินในส่วนนี้เพิ่มสูงขึ้นไปถึง 21,285 ล้านบาท อุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นดังกล่าว ส่งผลกระทบต่อรายได้และภาพลักษณ์ของประเทศไทยเนื่องจากความเชื่อมั่นที่ลดลงของนักท่องเที่ยว และประเทศไทยต้องเสียค่าใช้จ่ายชดเชยแก่นักท่องเที่ยวที่ได้รับบาดเจ็บเป็นจำนวนเงินหลายล้านบาท (บริษัท กลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ, 2559)

จากผลการศึกษาโครงการศึกษาและจัดทำระบบการกำกับดูแลยานพาหนะข้ามพรมแดนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษพบว่ายานพาหนะข้ามพรมแดนที่ฝ่าฝืนเงื่อนไขการอนุญาต ฝ่าฝืนกฎจราจร หรือกระทำความผิดกฎหมายอื่น ๆ สามารถหลบหนีการกระทำความผิดออกนอกประเทศไทยโดยไม่ต้องชำระค่าปรับ เนื่องจากปัจจุบันยังขาดระบบกลไกในการกำกับติดตามยานพาหนะข้ามพรมแดนอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อเจ้าหน้าที่ในการบังคับใช้กฎหมายและกฎจราจรของประเทศไทย ตัวอย่างเช่น ในปี 2559 มีกรณีตัวอย่างที่นักท่องเที่ยวชาวจีนขับรถยนต์บนเลนรถคนไทยในท้องที่ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการเดินทางของไทยแตกต่างจากประเทศจีน นอกจากนั้นยังพบกรณีการไม่รู้/ไม่เคารพกฎจราจรของประเทศไทย ทำให้รถนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศขับออกจากถนนด้วยความเร็วสูงและตัดหน้ารถคนไทย ซึ่งอยู่บนทางเอกส่งผลให้รถคนไทยเสียหลักพลิกคว่ำ กรณีปัญหาอื่น ๆ ที่พบจากยานพาหนะข้ามพรมแดน เช่น การจอดรถในที่ห้ามจอดทำให้การจราจรติดขัดและเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ มาเป็นขบวนคาราวาน นอกจากนั้นผู้แทนจากหน่วยงานความมั่นคงยังแสดงความกังวลในการนำยานพาหนะข้ามพรมแดนมาใช้กระทำการผิดกฎหมายในประเทศไทย หรือการลักลอบนำพาหนะข้ามพรมแดนมาใช้ หรือสวมทะเบียนเพื่อขายในประเทศไทย

กรมการขนส่งทางบกตระหนักถึงความจำเป็นในการยกระดับการกำกับควบคุมยานพาหนะข้ามพรมแดนจากต่างประเทศเพื่อป้องกันปัญหาและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น อาทิ ปัญหาการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรและอุบัติเหตุจากรถต่างชาติ ปัญหาความสะอาดและสุขอนามัย ปัญหาด้านความมั่นคง ปัญหาการบรรทุกเกินพิกัดน้ำหนัก และปัญหาการกำกับดูแลรถต่างประเทศให้อยู่ในขอบเขตพื้นที่ได้รับอนุญาตหรือใช้เฉพาะเส้นทางอนุญาตตามที่กำหนด เป็นต้น ในการกำกับดูแลยานพาหนะข้ามพรมแดนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กรมการขนส่งทางบกจำเป็นต้องยกระดับการติดตามตรวจสอบการเดินทางของยานพาหนะข้ามพรมแดนจากต่างประเทศโดยการติดตั้งระบบติดตามการเดินทางไว้บนยานพาหนะข้ามพรมแดนแต่ละคันเพื่อจัดเก็บและจัดส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติมายังกรมการขนส่งทางบก เพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบปัญหาการใช้รถใช้ถนน ปัญหาการฝ่าฝืนเงื่อนไขและออกนอกพื้นที่ที่ได้รับอนุญาต รวมถึงปัญหาอาชญากรรมและภัยความมั่นคงจากรถจดทะเบียนต่างประเทศ อย่างไรก็ตามด้วยความสามารถของเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้ในปัจจุบันมีทางเลือกในการพัฒนาระบบติดตามการเดินทางของยานพาหนะข้ามพรมแดนที่หลากหลาย ทั้งโดยการใช้เทคโนโลยีระบบการกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ซึ่งข้อมูลพิกัดการเดินทางของรถจะถูกตรวจวัดและจัดส่งมายังกรมการขนส่งทางบกแบบเรียลไทม์โดยอัตโนมัติผ่านเครือข่าย NB-IoT หรือการใช้เทคโนโลยี ระบบการกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ร่วมกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายแบบลอรา (LoRa) ซึ่งเป็นเทคโนโลยี IoT ที่รองรับการสื่อสารระยะไกล (Long Range) ใช้พลังงานต่ำ (Low Power) ใช้แบนด์วิธต่ำ (Low Bandwidth) สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดี ติดตั้งได้ง่าย และมีต้นทุนต่ำ (Low Cost) นอกจากนั้นยังมีทางเลือกในการติดตามการเดินทางของยานพาหนะข้ามพรมแดนโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายแบบลอรา (LoRa) เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการบันทึกข้อมูลสถานีรับสัญญาณ (LoRa Gateway) ที่ยานพาหนะข้ามพรมแดนแต่ละคันวิ่งผ่านในแต่ละช่วงเวลา

จากผลการศึกษาโครงการศึกษาและจัดทำระบบการกำกับดูแลยานพาหนะข้ามพรมแดนเพื่อส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษพบว่าระบบติดตามการเดินทางแต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อเสียทางเทคนิคและทางการเงินที่แตกต่างกัน ทั้งในส่วนของงบประมาณค่าใช้จ่ายการลงทุนและการบำรุงรักษาระบบความรวดเร็วในการส่งข้อมูลและเสถียรภาพของสัญญาณข้อมูลโดยเฉพาะบริเวณรอยต่อพรมแดนระหว่างประเทศ ความยากง่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ติดตามยานพาหนะที่จะต้องสามารถดำเนินการได้โดยสะดวกทั้งบนรถยนต์และรถจักรยานยนต์รุ่นใหม่และรุ่นเก่า การใช้งานอุปกรณ์ฯ ได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายสัปดาห์โดยไม่ต้องชาร์จแบตเตอรี่ ความทนทานของอุปกรณ์ฯ ในสภาวะการใช้งานจริงโดยเฉพาะกรณีที่ติดตั้งบนรถจักรยานยนต์ การป้องกันผู้ใช้อัดหรือแยกอุปกรณ์ฯ ออกจากยานพาหนะ รวมถึงการติดตั้งเครื่องวัดหรือเซ็นเซอร์เพิ่มเติมในอุปกรณ์ เช่น การติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer ภายในอุปกรณ์ฯ เพื่อตรวจวัดพฤติกรรมรถขับขี่เมื่อมีการเบรคกะทันหันหรือการเร่งความเร็วหรือการเปลี่ยนทิศทางรถอย่างรวดเร็ว หรือการติด RFID Tag หรือ NFC Tag เพื่อช่วยในการตรวจสอบข้อมูลใบอนุญาตฯ และข้อมูลยานพาหนะฯ ที่ผูกติดกับอุปกรณ์ฯ

นอกจากรายละเอียดทางเทคนิคดังกล่าวแล้วกรมการขนส่งทางบกยังต้องคำนึงถึงกลไกในการตรวจสอบยานพาหนะข้ามพรมแดนที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ฯ รวมถึงขั้นตอนในการแจกและการรับคืนอุปกรณ์ฯ จากเจ้าของยานพาหนะข้ามพรมแดน ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อการศึกษาออกแบบอุปกรณ์ฯ เช่น ถ้ากรมการขนส่งทางบกแจกอุปกรณ์ฯ ในวันที่ตัวแทนบริษัทนำเที่ยวมารับใบอนุญาตรถเพื่อการท่องเที่ยว อุปกรณ์ฯ อาจต้องได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วันโดยไม่ต้องชาร์จแบตเตอรี่เพื่อให้อุปกรณ์ฯ สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงอายุใบอนุญาตฯ ที่ได้รับ หรือถ้ากรมการขนส่งทางบกใช้วิธีการให้เจ้าหน้าที่แจกอุปกรณ์ฯ ให้กับยานพาหนะข้ามพรมแดนทุกคันที่เข้ามาในประเทศไทยและรับคืนอุปกรณ์ฯ จากยานพาหนะทุกคันก่อนออกจากประเทศไทย การดำเนินการรูปแบบนี้อาจช่วยลดระยะเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่องของอุปกรณ์ฯ แต่จะต้องคำนึงถึงวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ฯ ที่ต้องเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็วและการบริหารจัดการในบริเวณด่านพรมแดนให้เป็นไปอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันการจราจรติดขัดบริเวณด่านพรมแดน

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวเบื้องต้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาออกแบบระบบกลไกในการติดตามการเดินทางของยานพาหนะข้ามพรมแดนอย่างรอบคอบ ทั้งในส่วนการศึกษาออกแบบทางเทคนิค การศึกษาความเหมาะสมด้านการเงินและการลงทุน รวมถึงการกำหนดรูปแบบการบริหารจัดการ โดยจะต้องคำนึงถึงผลกระทบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและจะต้องให้ความสำคัญอย่างสูงสุดต่อความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานเกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนนของประเทศไทย ช่วยในการสืบสวนสอบสวนและตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุหรือการกระทำผิดกฎหมาย รวมทั้งยังเป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสมาร์ตโลจิสติกส์และเทคโนโลยี IoT ด้านคมนาคมขนส่งของประเทศไทย เพื่อพัฒนาต่อยอดไปสู่ระบบสมาร์ตชิพที่ตามยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันโดยใช้เทคโนโลยีเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมสมัยใหม่ให้มีความน่าอยู่ ปลอดภัย และมีการจัดการอย่างเหมาะสม โดยจะดำเนินการศึกษากับรถประจำถิ่นก่อน ซึ่งเป็นรถและรถจักรยานยนต์ที่จดทะเบียนในประเทศที่มีพรมแดนติดกับประเทศไทยและประเทศไทยไม่มีความตกลงระหว่างประเทศด้านการขนส่งทางถนน ได้แก่ ราชอาณาจักรกัมพูชาและสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา สำหรับในการศึกษาครั้งนี้จะใช้รถจากสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา เนื่องจากมีจำนวนมากและมีความถี่ในการเดินทางเข้า-ออกสูง โดยเจ้าของรถประจำถิ่นส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพรับจ้าง ค้าขาย และจ้างย่ำใช้สอยในประเทศไทย ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการค้าชายแดน

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

เพื่อศึกษาออกแบบโครงสร้างพื้นฐานระบบสมาร์ตโลจิสติกส์สำหรับติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน และป้องกันแก้ไขปัญหาการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรและการเกิดอุบัติเหตุ การออกนอกพื้นที่อนุญาต การฝ่าฝืนเงื่อนไข และปัญหาอาชญากรรมและภัยความมั่นคงจากรถจดทะเบียนต่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) เพื่อศึกษาออกแบบอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นและวิเคราะห์ทางเลือกเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม
- 2) เพื่อพัฒนาและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) สำหรับติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่นในสถานะแวดล้อมจริง

- 3) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน รวมถึงระบบกลไกในการบริหารจัดการที่เหมาะสมในการนำอุปกรณ์ติดตามการเดินทางมาใช้กับการใช้รถประจำถิ่นในประเทศไทยให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด
- 4) เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการและการบังคับใช้กฎหมายในการติดตามยานพาหนะข้ามพรมแดนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) ประชาสัมพันธ์ผลการศึกษาโครงการในการนำระบบสมาร์ตโลจิสติกส์มาใช้ในการกำกับควบคุมรถประจำถิ่น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีผลการศึกษาที่สามารถนำไปสู่การมีระบบกลไกที่สามารถติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน ปัญหาการออกนอกพื้นที่อนุญาตและการฝ่าฝืนเงื่อนไข และปัญหาอาชญากรรมและภัยความมั่นคงจากระถดทะเบียนต่างประเทศ
- 2) มีผลการศึกษาที่สามารถนำไปสู่การมีเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลรถจดทะเบียนต่างประเทศที่ผ่านเข้า-ออกด่านพรมแดนโดยอัตโนมัติเพื่อใช้ในการวางแผนยุทธศาสตร์และยกระดับมาตรการกำกับดูแลเพื่อลดผลกระทบต่อสังคมและประชาชนในพื้นที่
- 3) มีผลการศึกษาที่สามารถนำไปสู่การพัฒนากระบวนการตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับเมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือการกระทำผิดกฎหมาย
- 4) พัฒนางองค์ความรู้และโครงสร้างพื้นฐานด้านสมาร์ตโลจิสติกส์และเทคโนโลยี IoT ด้านคมนาคมขนส่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมสมัยใหม่ให้มีความน่าอยู่ ปลอดภัย และมีการจัดการอย่างเหมาะสม

2. การศึกษารวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ออกแบบอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น

2.1 การประชุมระดมความคิดเห็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ที่ปรึกษาดำเนินการจัดการประชุมสำรวจความคิดเห็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2564 โดยเป็นการประชุมแบบออนไลน์ โดยมีตัวแทนจากหน่วยงานประกอบด้วย

- ตรวจคนเข้าเมืองจังหวัดตาก
- กรมการขนส่งทางบก
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมการขนส่งทางบก
- ด้านศุลกากรแม่สอด
- สภ.แม่สอด จ.ตาก
- สำนักงานขนส่งจังหวัดตาก
- สำนักงานจังหวัดตาก

เพื่อศึกษาและรวบรวมความคิดเห็นตลอดจนสังเคราะห์แนวคิดและข้อเสนอแนะทั้งหมดในการบริหารจัดการอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการศึกษาออกแบบด้านวิศวกรรมให้สอดคล้องความต้องการใช้งานที่แท้จริงอย่างครบถ้วน โดยสามารถสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมประชุมในการพัฒนาระบบการติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น ดังนี้

- ในการนำเทคโนโลยีติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นมาใช้งานจริงมีความจำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงด้านกฎหมายกฎระเบียบควบคู่กับการพัฒนาด้านเทคโนโลยี โดยเฉพาะการกำหนดนิยามรถประจำถิ่น พื้นที่อนุญาต รวมถึงหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการนำรถประจำถิ่นมาใช้งานในประเทศไทย
- ในการติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่น ไม่จำเป็นต้องติดตามเส้นทางการเดินทางโดยละเอียดเพราะอาจส่งผลกระทบต่อความรู้สึกลูกค้าความเป็นส่วนตัวของเจ้าของรถมากเกินไป ทั้งนี้ควรพิจารณากำหนดจุดตรวจสอบหลัก (Check Point) เพียง 3-4 จุดในการตรวจสอบการเข้า-ออกพื้นที่อนุญาตของรถแต่ละคันก็น่าจะเพียงพอ และควรพิจารณากลไกการแจ้งเตือนเมื่อรถประจำถิ่นออกนอกพื้นที่ซึ่งได้รับอนุญาต
- การส่งมอบและรับคืนอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นทุกวันทีบริเวณด่านพรมแดนเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมเพราะอาจส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดที่บริเวณด่านพรมแดนและก่อให้เกิดภาระที่เพิ่มขึ้นสำหรับเจ้าหน้าที่
- ในการติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นควรมีการจัดเก็บข้อมูลสถิติของรถประจำถิ่นโดยละเอียดทั้งในมิติของจำนวนและประเภทรถที่ผ่านเข้า-ออกในแต่ละวัน รวมถึงวัตถุประสงค์ของการนำรถประจำถิ่นมาใช้งานในประเทศไทย
- หน่วยงานสามารถจัดเก็บค่าธรรมเนียมรายปีในการใช้อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นได้ แต่ต้องพิจารณาเรื่องบรรยากาศในการค้าขายชายแดนและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตามถ้าภาครัฐสามารถช่วยสนับสนุน

ค่าธรรมเนียมการใช้อุปกรณ์ฯ ก็จะเป็นการช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวและเศรษฐกิจพื้นที่ชายแดน

- การจัดเก็บค่าธรรมเนียมรายปีในการใช้อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น ควรต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับต้นทุนที่แท้จริงทั้งในส่วนของงบประมาณลงทุน งบประมาณดำเนินงาน และงบประมาณที่ใช้ในการบำรุงรักษาของเทคโนโลยีที่นำมาใช้งาน
- ในกรณีที่รถประจำถิ่นที่มีได้ติดตั้งอุปกรณ์ติดตามการเดินทางฯ ก่อนผ่านด่านพรมแดนเข้ามาประเทศไทย ควรมีแผนสำรองในการบริหารจัดการดังกล่าว เช่น มีอุปกรณ์ฯ ให้รถประจำถิ่นขอยืมหรือเช่าชั่วคราวก่อนเข้าประเทศไทยเพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อการเดินทางและการค้าชายแดน
- การติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่นผ่านทางโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile Application) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องการลงทุนและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น อย่างไรก็ตามเนื่องจากเจ้าของรถประจำถิ่นส่วนใหญ่จะใช้ระบบเครือข่ายของประเทศเมียนมาทำให้เกิดปัญหาการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตในประเทศไทย รวมถึงโทรศัพท์มือถือที่ติดตั้งโมบายแอปพลิเคชันที่ใช้ติดตามรถประจำถิ่นอาจจะไม่ได้ถูกจัดเก็บอยู่ในรถตลอดเวลา และเจ้าของรถสามารถปิดการจัดส่งพิกัดตำแหน่ง (ปิด Location Service) ของโมบายแอปพลิเคชันที่ใช้ในการติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่น ทั้งนี้ทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำโมบายแอปพลิเคชันมาใช้ในการติดตามตรวจสอบการเดินทางของรถประจำถิ่นให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การศึกษาทบทวนแนวทางในการติดตามการเดินทางของยานพาหนะในต่างประเทศ

2.2.1 ระบบ Telematics Insurance (Black Box Car Insurance) ติดตั้งบนรถส่วนบุคคลในอังกฤษ

ระบบ Telematics Insurance เป็นการติดตามการเดินทางและพฤติกรรมรถส่วนบุคคลในประเทศอังกฤษ โดยระบบฯ จะจัดเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ เช่น ระยะทางการขับขี่ ระยะเวลาการขับขี่ ข้อมูลการเบรก ข้อมูลการเข้าโค้ง (Cornering) ข้อมูลการควบคุมพวงมาลัย (Steering) ข้อมูลการเร่งเครื่อง และลดความเร็ว เป็นต้น โดยบริษัทประกันภัยจะวิเคราะห์ข้อมูลและให้คะแนนการขับขี่เพื่อใช้เป็นส่วนลดเบี้ยประกันภัยของแต่ละบุคคล ผู้ที่ขับรถปลอดภัยจะได้รับส่วนลดมาก ถ้าระยะทางการขับขีน้อยจะจ่ายเบี้ยประกันน้อย ส่วนผู้ที่ขับรถเสี่ยงอันตรายจะต้องจ่ายค่าเบี้ยประกันสูงขึ้น (Penalty) ปัจจุบันในประเทศอังกฤษมีรถมากกว่า 450,000 คันที่ติดตั้งระบบ Telematics Insurance เพื่อหวังส่วนลดค่าเบี้ยประกันภัย โดยกลุ่มคนส่วนใหญ่ที่ติดตั้งระบบ Telematics Insurance เป็นคนหนุ่มสาวซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องจ่ายค่าเบี้ยประกันสูง นอกจากนั้นในประเทศอิตาลีมีคนใช้ระบบ Telematics Insurance มากกว่า 2,000,000 ครัวเรือน ในขณะที่สหรัฐอเมริกาที่มีแนวโน้มจำนวนผู้ใช้ Telematics Insurance เพิ่มขึ้นโดยปัจจุบันมีมากกว่า 1,000,000 ครัวเรือน

ระบบ Telematics Insurance ใช้เทคโนโลยีการเชื่อมโยงข้อมูลอัตโนมัติจากกล่องควบคุมการทำงานของรถยนต์ (Electronic Control Unit : ECU) ผ่าน CAN bus protocol เพื่อรวบรวมวิเคราะห์การทำงานของรถยนต์และพฤติกรรมขับขี่โดยอัตโนมัติ โดยระบบ Telematics Insurance สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากกล่องควบคุมการทำงานของรถยนต์ (ECU) อาทิ ความเร็วรถ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ความเร็วล้อ แรงกดเบรก (Break Pressure) อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อุณหภูมิหม้อน้ำ มุมเลี้ยวของพวงมาลัย (Steering Angle) แรงดันเครื่องยนต์ แรงดันลมยาง ระบบเกียร์ ระบบห้ามล้อ (ABS) ระบบถุงลมนิรภัย แบตเตอรี่ ค่าไอเสีย (Emission) รวมถึงการแจ้งเตือนอาการผิดปกติของรถยนต์ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกผ่านดาวเทียม (GPS) เพิ่มเติมภายในอุปกรณ์ Telematics Insurance เพื่อติดตามตำแหน่งการเดินทางของรถ โดยข้อมูลจากระบบ Telematics Insurance สามารถใช้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์เมื่อเกิดอุบัติเหตุ และยังสามารถแจ้งเตือนการทำงานผิดปกติของรถยนต์และวิเคราะห์สาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้นเพื่อยกระดับความปลอดภัยของผู้ใช้รถและแจ้งเตือนระบบการเผาไหม้ที่ผิดปกติหรือมีระบบกรองไอเสียที่ผิดปกติเพื่อช่วยแก้ปัญหาการปล่อยมลพิษ ระบบ Telematics Insurance จะเป็นข้อมูลสะท้อน (Feedback) ในการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับประสิทธิภาพและพฤติกรรมการใช้รถและพฤติกรรมขับขี่



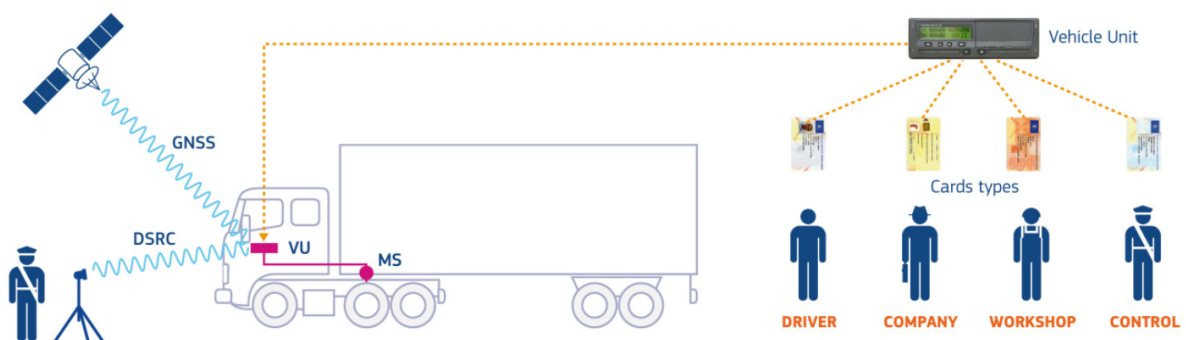
รูปที่ 2.1 ระบบ Telematics Insurance โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจากกล่องควบคุมการทำงานของรถยนต์ (ECU) ผ่านพอร์ต OBDII

2.2.2 ระบบ Smart Tachograph สำหรับติดตามรถเชิงพาณิชย์ในสหภาพยุโรป (EU)

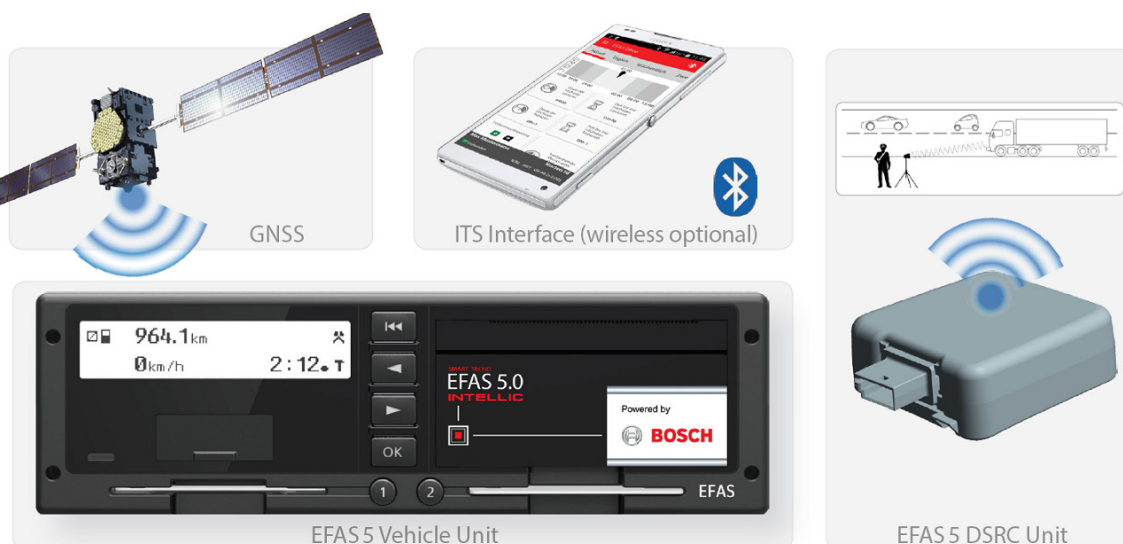
ระบบ Smart Tachograph เป็นระบบบันทึกข้อมูลการเดินทางอัตโนมัติตามกฎหมายสหภาพยุโรป (EU) โดยรถเชิงพาณิชย์ทุกคันที่จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน 2019 และมีพิกัดบรรทุกเกิน 3.5 ตันจะต้องติดตั้งกล่อง Smart Tachograph Vehicle Unit เพื่อใช้ในการติดตามตรวจสอบการทำงานของพนักงานขับรถ (Driver Activities) และระยะเวลาขับรถ (Resting Time) ให้เป็นไปตามกฎหมาย โดยอุปกรณ์ Smart Tachograph Vehicle Unit ที่ติดตั้งบนรถเชิงพาณิชย์ประกอบด้วยระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกผ่านดาวเทียม (GNSS/GPS), ระบบอาร์เอฟไอดี (Dedicated Short Range Communication : DSRC Module), อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor) เช่น Accelerometer และอุปกรณ์อ่านบัตร (Tachograph Card Reader) นอกจากนี้ อุปกรณ์ Smart Tachograph Vehicle Unit ยังรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลอัตโนมัติจากกล่องควบคุมการทำงานของรถยนต์ (Electronic Control Unit : ECU) เพื่อรวบรวมวิเคราะห์การทำงานของรถยนต์และพฤติกรรมการทำงานของผู้ขับขี่โดยอัตโนมัติ

ระบบ Smart Tachograph ไม่ใช้วิธีการจัดส่งข้อมูลแบบออนไลน์ แต่ใช้วิธีการเขียนข้อมูลลงบน Tachograph Card โดยแบ่งบัตรออกเป็น 4 ระดับคือ Driver, Control Officer, Workshop และ Company ซึ่งบัตรแต่ละระดับจะมีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่เท่ากัน เช่น เมื่อเจ้าหน้าที่ต้องการตรวจสอบการเดินทางของรถคันใด เจ้าหน้าที่จะใส่บัตรเข้าไปในอุปกรณ์ Smart Tachograph Vehicle Unit ซึ่งติดตั้งอยู่บนรถ โดยระบบจะทำการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลและเขียนข้อมูลประวัติการเดินทางของรถคันนั้นลงในบัตรของเจ้าหน้าที่ นอกจากนี้ อุปกรณ์ Smart Tachograph Vehicle Unit ยังรองรับการส่งข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless Data Transmission) ให้กับเจ้าหน้าที่ หลักการทำงานนี้ช่วยให้เจ้าของรถไม่ต้องมีภาระค่าสัญญาณ 4G/5G Data ประกอบกับรถแต่ละคันอาจต้องเดินทางข้ามพรมแดนไปหลายประเทศในสหภาพยุโรป (EU) ทำให้อาจไม่สะดวกในการเปลี่ยนเครือข่ายสัญญาณในการเดินทางข้ามประเทศ

อุปกรณ์ Smart Tachograph Vehicle Unit ติดตั้งอุปกรณ์ DSRC Module (ซึ่งเป็นอุปกรณ์ RFID รูปแบบเดียวกับที่ใช้ร่วมกับระบบ Easypass) เพื่อเป็นกลไกในการติดตามรถข้ามพรมแดน กล่าวคือ ถ้าแต่ละประเทศมีการติดตั้ง DSRC Reader เป็นจุด Check Point ไว้ที่พรมแดนประเทศของตนเอง จะทำให้ทราบว่ามีรถเชิงพาณิชย์คันใดบ้างข้ามพรมแดนเข้ามาในประเทศในวันเวลาใดโดยอัตโนมัติ ถ้าประเทศใดต้องการทราบข้อมูลการเดินทางของรถเชิงพาณิชย์ภายในประเทศของตนเองก็สามารถติดตั้ง DSRC Reader ในจุด Check Point ที่สำคัญตามแนวทางหลวงสายหลัก นอกจากนี้ อุปกรณ์ DSRC Module ยังใช้เป็นกลไกในการชำระเงินค่าทางด่วนหรือค่าจอดรถโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.2 ภาพรวมระบบ Smart Tachograph



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกล่อง Smart Tachograph Vehicle Unit

2.2.3 ระบบติดตามรถยนต์ประเทศมาเลเซีย

นับตั้งแต่ปี 2557 เป็นต้นมา ประเทศมาเลเซียเพิ่มความเข้มงวดในการจัดระเบียบรถยนต์ส่วนบุคคลจากประเทศไทยที่เข้าไปประเทศมาเลเซียมากขึ้น โดยกำหนดให้รถยนต์ส่วนบุคคลที่จะเดินทางเข้าไปในประเทศมาเลเซีย (ทั้งบริเวณระยะ 2 กิโลเมตรจากพรมแดนและพื้นที่ถัดจากนั้นเป็นต้นไป) ต้องยื่นขออนุญาตและต้องได้รับใบอนุญาตนำรถยนต์จดทะเบียนต่างประเทศเข้ามาใช้ในมาเลเซียเป็นการชั่วคราว (International Circulation Permit : ICP) ก่อนนำรถเข้าประเทศมาเลเซีย

นอกจากนั้น ตามกฎระเบียบว่าด้วยรถยนต์ Motor Vehicles (International Circulation) Rules 1967 กำหนดให้ผู้ขับขี่ชาวต่างชาติและรถยนต์ที่จดทะเบียนในประเทศไทยที่ประสงค์จะเดินทางเข้าไปในดินแดนมาเลเซียต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบ โดยต้องติดต่อกับกรมการขนส่งทางถนน (JPJ) เพื่อขออนุญาตนำรถยนต์จดทะเบียนต่างประเทศเข้ามาใช้ในมาเลเซียเป็นการชั่วคราว (ICP) โดยกรอกแบบฟอร์มรวมถึงได้รับอนุญาตจากเจ้าหน้าที่ศุลกากรที่ประจำการอยู่ ณ ด่านพรมแดน โดยใบอนุญาตนำรถยนต์จดทะเบียนต่างประเทศเข้ามาใช้ในมาเลเซียเป็นการชั่วคราว (ICP) มีอายุไม่เกิน 90 วัน และสามารถขยายอายุการอนุญาตได้หากได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมการขนส่งทางถนน (JPJ) ได้อีก 90 วัน (ในแต่ละปีจะมีจำนวนวันที่ได้รับอนุญาตรวมไม่เกิน 180 วัน) อย่างไรก็ตาม สำหรับรถยนต์ที่จดทะเบียนในประเทศบรูไนกับประเทศสิงคโปร์ ได้รับยกเว้นจากรัฐบาลมาเลเซียให้ไม่ต้องขอใบอนุญาต ICP

กรณีรถยนต์ส่วนบุคคลจากประเทศไทยที่ต้องการเดินทางเข้าไปในมาเลเซีย กรมการขนส่งทางถนน (JPJ) ของประเทศมาเลเซียกำหนดเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- (1) รถยนต์ต้องจดทะเบียนในประเทศไทย
- (2) ต้องแสดงเลขทะเบียนเป็นตัวอักษรโรมัน
- (3) สำเนาทะเบียนรถต้องได้รับการแปลจากใบทะเบียนรถยนต์ที่แสดงเป็นภาษาไทยมาเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษามลายู
- (4) รถยนต์ที่เข้ามาในมาเลเซียจะต้องทำประกันภัยภาคบังคับหรือการประกันภัยบุคคลที่สามกับบริษัทประกันภัยที่จดทะเบียนในมาเลเซีย

- (5) ต้องมีมาตรฐานรถยนต์เป็นไปตามกฎระเบียบการสร้างและใช้รถยนต์ 1959 Constructions and Use Rules
- (6) กระจกหน้ามีความใสไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ขณะที่กระจกด้านข้างและด้านหลังต้องมีความใสไม่น้อยกว่าร้อยละ 50
- (7) ผู้ขับขี่รถยนต์ต้องมีใบอนุญาตขับขี่ที่แสดงเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษามลายู
- (8) ผู้ขับขี่ต้องคาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานขับขี่รถยนต์อยู่ในมาเลเซีย

รถยนต์ที่จดทะเบียนในประเทศอื่น ได้แก่ ไทย บรูไน และสิงคโปร์ ที่นำเข้ามาขับขี่ในดินแดนมาเลเซีย เป็นการชั่วคราวต้องทำ Vehicle Entry Permit (VEP) กับกรมการขนส่งทางถนน (JPJ) โดยเจ้าของรถยนต์ต่างประเทศหรือตัวแทนเจ้าของรถยนต์ต่างประเทศที่ประสงค์จะขับขี่เข้ามาในดินแดนคาบสมุทรมาเลเซีย (ไม่รวมเกาะบอร์เนียว) ต้องกรอกใบสมัครพร้อมแสดงหลักฐาน ได้แก่

- (1) สำเนาหนังสือเดินทางที่มีอายุเกิน 6 เดือน
- (2) สำเนาทะเบียนรถยนต์ที่ออกโดยรัฐต่างประเทศ (พร้อมใบแปลสำเนาทะเบียนรถยนต์เป็นภาษาอังกฤษจากกรมการขนส่งทางถนน)
- (3) ประกันภัยบุคคลที่สาม
- (4) ข้อมูลกิจการหรือเจ้าของรถยนต์
- (5) ข้อมูลผู้ขับขี่รถยนต์
- (6) การชำระค่าธรรมเนียมการใช้ถนนจำนวน 20 ริงกิต



รูปที่ 2.4 การติดตั้ง RFID Tag บริเวณกระจกหน้าของรถยนต์เมื่อมองจากด้านนอก

3. การศึกษาออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อทดสอบการใช้งานในสภาวะแวดล้อมจริง

3.1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) จำนวน 4 รูปแบบ เพื่อใช้ทดสอบการใช้งานในสภาวะแวดล้อมจริงในการติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น คือ

- 1) **การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT** โดย GPS จะทำหน้าที่ตรวจวัดพิกัดตำแหน่งของรถผ่านระบบดาวเทียม ส่วนเครือข่าย NB-IoT จะทำหน้าที่จัดส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของรถเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) เพื่อใช้ในการติดตามตรวจสอบการเดินทางของรถประจำถิ่น โดยเครือข่าย NB-IoT ทำงานบนคลื่นความถี่ (ใช้ Bandwidth) บนระบบ 4G ทำให้สามารถจัดส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของรถแบบเรียลไทม์ (Real Time)
- 2) **การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa** โดย GPS จะทำหน้าที่ตรวจวัดพิกัดตำแหน่งของรถผ่านระบบดาวเทียม ส่วนเครือข่าย LoRa จะทำหน้าที่จัดส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของรถเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยข้อมูลพิกัดตำแหน่งของรถจะถูกส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ก็ต่อเมื่อรถประจำถิ่นอยู่ในรัศมีสัญญาณของสถานี LoRa (LoRa Gateway)
- 3) **การใช้เครือข่าย LoRa เพียงอย่างเดียว (ไม่มี GPS)** เพื่อตรวจสอบสถานี LoRa (LoRa Gateway) ที่รถประจำถิ่นสัญจรผ่านว่ายังอยู่ในพื้นที่อนุญาตของรถประจำถิ่นหรือไม่ โดยจะไม่มี การตรวจสอบพิกัดการเดินทางของรถประจำถิ่น
- 4) **การใช้เทคโนโลยี RFID** เพื่อตรวจสอบสถานี RFID Reader ที่รถประจำถิ่นสัญจรผ่านว่ายังอยู่ในพื้นที่อนุญาตของรถประจำถิ่นหรือไม่ โดยจะไม่มี การตรวจสอบพิกัดการเดินทางของรถประจำถิ่น

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) จำนวนอย่างละ 5 ชุด เพื่อใช้ทดสอบติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นในสภาวะแวดล้อมจริง โดยที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) ดังนี้

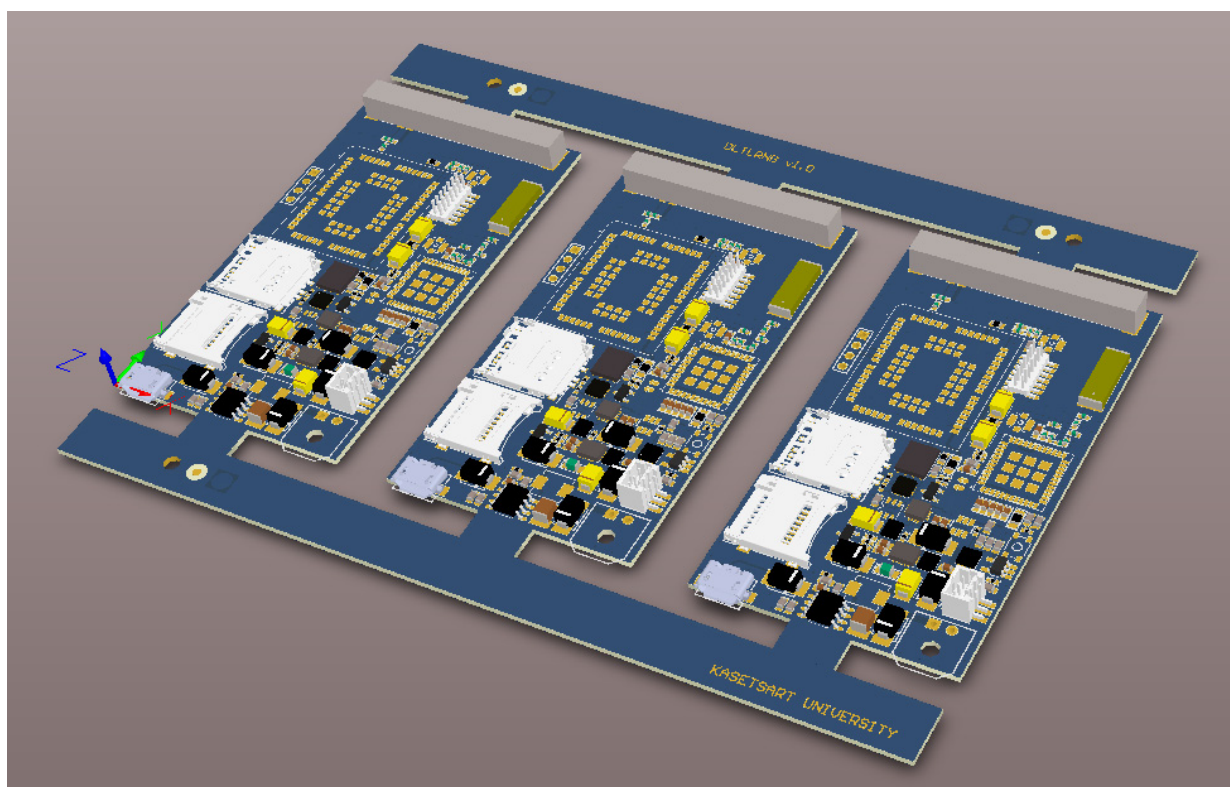
- 1) วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงสวิตช์สูงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสวิตช์ต่ำ
- 2) วงจรอัดประจุแบตเตอรี่
- 3) วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Buck-Boost
- 4) วงจรโมดูลสื่อสารผ่าน LoRa พร้อมหน่วยประมวลผลหลัก
- 5) วงจรโมดูลสื่อสารผ่าน NB-IOT พร้อมโมดูล GPS ในตัว และเสาอากาศ
- 6) วงจรปรับระดับแรงดันสำหรับการสื่อสารสองทาง
- 7) วงจรหน่วยเก็บข้อมูลผ่าน MMC card หรือ SD Card
- 8) วงจรเสาอากาศภายในสำหรับการสื่อสารผ่าน LoRa
- 9) การเชื่อมต่อของวงจรไฟฟ้า
- 10) การเชื่อมต่อของวงจรจัดการพลังงาน

ที่ปรึกษาดำเนินการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) โดยคำนึงถึงความแข็งแรงและความปลอดภัยของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายในที่มีความละเอียดอ่อนและไม่สามารถทนต่อแรงกระแทกได้มากนัก โดยอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) ที่พัฒนาขึ้นถูกบรรจุภายในกรอบพลาสติกที่มีความเหนียวแข็งแรงอย่างดี มีขนาดความกว้าง 51.18 มม. ความยาว 86.18 มม. ความสูง 21.50 มม. ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2 นอกจากนี้ที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมควบคุม (Firmware) การทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) โดยใช้ภาษา C โดยที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมควบคุม (Firmware) ในส่วนต่างๆ ดังนี้

- 1) Driver ที่ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แต่ละส่วน
- 2) Protocol ที่ใช้ในการสื่อสาร
- 3) Application ที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงและบริหารการทำงานของอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 จำนวนและรูปแบบของอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype)

อุปกรณ์ต้นแบบ	จำนวน (ชุด)
การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT	5
การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa	5
การใช้เครือข่าย LoRa เพียงอย่างเดียว (ไม่มี GPS)	5
การใช้อุปกรณ์ RFID	5



รูปที่ 3.1 ภาพจำลอง 3D ของ PCB แบบ Panel Board ที่ใช้สำหรับการผลิต



รูปที่ 3.2 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งาน

3.2 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบในสถานะแวดล้อมจริงในพื้นที่

ที่ปรึกษาดำเนินการติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) ทั้ง 4 รูปแบบ ในสถานะแวดล้อมจริงในพื้นที่นำร่องอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2564 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม 2564 โดยได้ติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบ (Prototype) บนรถยนต์จำนวน 3 คันและ รถจักรยานยนต์จำนวน 2 คัน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดรถและอุปกรณ์ที่ติดตั้งในรถทดสอบ

ลำดับที่	ประเภทรถ	อุปกรณ์ที่ติดตั้ง			
		อุปกรณ์ GPS ร่วมกับ NB-IoT	อุปกรณ์ GPS ร่วมกับ LoRa	อุปกรณ์ LoRa (ไม่มี GPS)	RFID Tag
1.	รถกระบะ	✓	✓	✓	✓
2.	รถกระบะ	✓	✓	✓	✓
3.	รถกระบะ	✓	✓	✓	✓
4.	รถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓
5.	รถจักรยานยนต์	✓	✓	✓	✓

3.3 ผลการทดสอบเสถียรภาพของสัญญาณและการใช้พลังงาน

จากผลการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบในพื้นที่นำร่องอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าอัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของรถแบบเรียลไทม์ (Real Time) ผ่านเครือข่าย NB-IoT และ LoRa อยู่ที่ประมาณ 30% และ 12% ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3.3 ทั้งนี้การสื่อสารผ่านเครือข่าย NB-IoT จะมีเสถียรภาพที่ค่อนข้างต่ำในพื้นที่ห่างไกลแต่จะมีเสถียรภาพที่ค่อนข้างดีในบริเวณพื้นที่เขตเมืองหรือชุมชน ในขณะที่การสื่อสารผ่านเครือข่าย LoRa จะมีเสถียรภาพที่สูงมากเมื่ออยู่ใกล้กับสถานี LoRa (LoRa Gateway) โดยพื้นที่รัศมีสัญญาณของสถานี LoRa แต่ละแห่งจะมีระยะทางครอบคลุมเฉลี่ยประมาณ 3.5-5 กิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3.4 และ 3.5 นอกจากนี้ที่ปรึกษายังได้ดำเนินการทดสอบเสถียรภาพของสัญญาณในรัศมี 5 กิโลเมตรจากชายแดนประเทศเมียนมาพบว่าอัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของรถแบบเรียลไทม์ (Real Time) ผ่านเครือข่าย NB-IoT และ LoRa อยู่ที่ประมาณ 8.5% และ 2.2% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื่องจากในบริเวณพื้นที่ศึกษานำร่องบริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก มีสถานี LoRa เพียง 8 แห่งทำให้พื้นที่รัศมีสัญญาณของเครือข่าย LoRa มีขอบเขตค่อนข้างจำกัดส่งผลให้การส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์มีอัตราที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งถ้ามีจำนวนสถานี LoRa ที่มากกว่านี้จะทำให้พื้นที่รัศมีสัญญาณของเครือข่าย LoRa มีขอบเขตกว้างขึ้นก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์สูงขึ้น

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบเสถียรภาพการตรวจวัดพิกัด GPS และเสถียรภาพสัญญาณในพื้นที่นำร่อง

อุปกรณ์	เสถียรภาพในการส่งข้อมูล
การส่งข้อมูลแบบ Real Time ผ่านเครือข่าย LoRa	11.98%
การส่งข้อมูลแบบ Real Time ผ่านเครือข่าย NB-IoT	30.57%

ตารางที่ 3.4 ระยะทางไกลสุดในการสื่อสารระหว่างรถทดสอบกับสถานี LoRa (LoRa Gateway)

รถทดสอบ	ระยะทางไกลสุดในการส่งสัญญาณ (กม.)
รถยนต์ 1	11.88
รถยนต์ 2	4.50
รถยนต์ 3	1.69
รถจักรยานยนต์ 1	4.18
รถจักรยานยนต์ 2	2.44
ค่าเฉลี่ย	<u>4.93</u>

ตารางที่ 3.5 ระยะทางไกลสุดในการสื่อสารของสถานี LoRa (LoRa Gateway) แต่ละแห่ง

สถานี LoRa (LoRa Gateway)	ระยะทางไกลสุดในการส่งสัญญาณ (กม.)
Lora Gateway 1	2.55
Lora Gateway 2	11.88
Lora Gateway 3	1.71
Lora Gateway 4	4.18
Lora Gateway 5	2.50
Lora Gateway 6	3.21
Lora Gateway 7	1.19
Lora Gateway 8	1.08
ค่าเฉลี่ย (กม.)	<u>3.54</u>

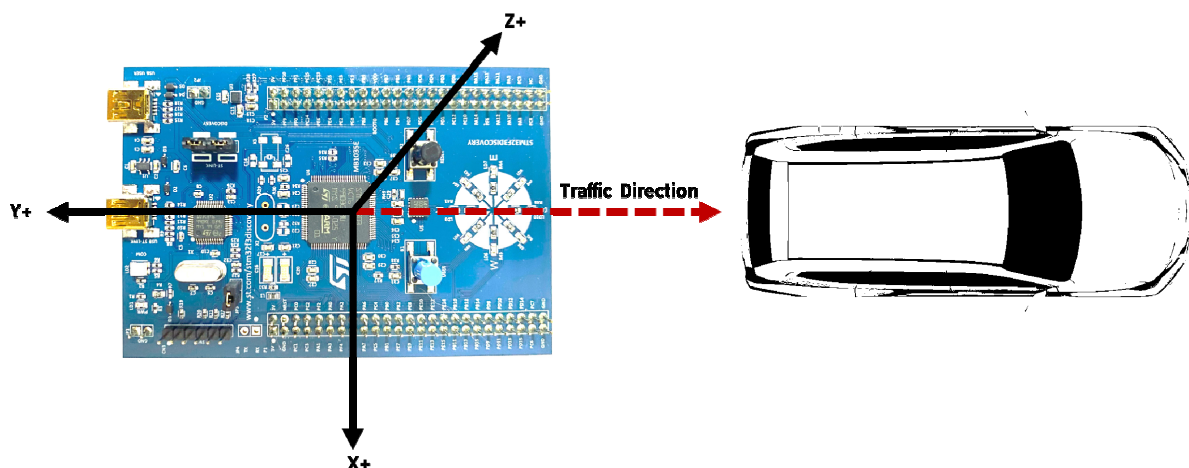
อัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการศึกษออกแบบอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น เนื่องจากถ้าอุปกรณ์มีการใช้พลังงานที่สูงจะทำให้ต้องใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ทำให้อุปกรณ์มีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริง นอกจากนั้นยังส่งผลให้หน่วยงานภาครัฐต้องขอความร่วมมือจากเจ้าของรถประจำถิ่นทำการชาร์จแบตเตอรี่ให้กับอุปกรณ์ติดตามการเดินทางฯ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในทางปฏิบัติ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางแต่ละรูปแบบโดยมีผลลัพธ์ดังแสดงตามตารางที่ 3.6 โดยอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้เครือข่าย LoRa เพียงอย่างเดียว (ไม่มี GPS) สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาประมาณ 19 วันโดยไม่ต้องชาร์จแบตเตอรี่ ในขณะที่ GPS Module ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีอัตราการใช้พลังงานสูง ดังนั้นการนำ GPS ไปใช้งานร่วมกับเครือข่าย LoRa หรือ NB-IoT จะส่งผลให้ระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ฯ ต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้งมีระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น อย่างไรก็ตามการปรับค่าความถี่ในการตรวจวัดพิกัด GPS และความถี่ในการส่งข้อมูลให้ลดลงรวมถึงการปรับปรุงโปรแกรมควบคุม (Firmware) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimize) การใช้พลังงานจะช่วยให้อุปกรณ์ฯ มีระยะเวลาการทำงานต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้งที่ยาวนานขึ้น

ตารางที่ 3.6 อัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์

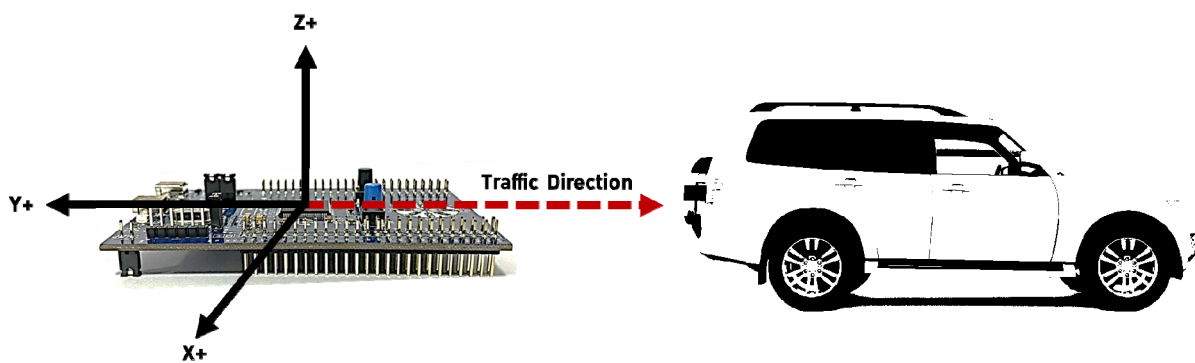
อุปกรณ์ต้นแบบ	ระยะเวลาการใช้งานต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง (1,150 mA)
การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT	8 ชั่วโมง
การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa	16 ชั่วโมง
การใช้เครือข่าย LoRa เพียงอย่างเดียว (ไม่มี GPS)	18.9 วัน

3.4 ผลการทดสอบการติดตามตรวจสอบพฤติกรรมรถขับขี่

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาอุปกรณ์ Gyroscope และ Accelerometer เพื่อตรวจวัดพฤติกรรมรถขับขี่เมื่อมีการเบรกกะทันหันหรือการเร่งความเร็วหรือการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว โดยการติดตั้งอุปกรณ์ไว้กับรถยนต์ โดยทิศทางและแนวแกนของ Gyroscope และ Accelerometer ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 เพื่อทดสอบพฤติกรรมรถขับขี่ในกรณี ออกตัวเร่ง เบรกกะทันหัน และเบี่ยงทิศทางกะทันหัน

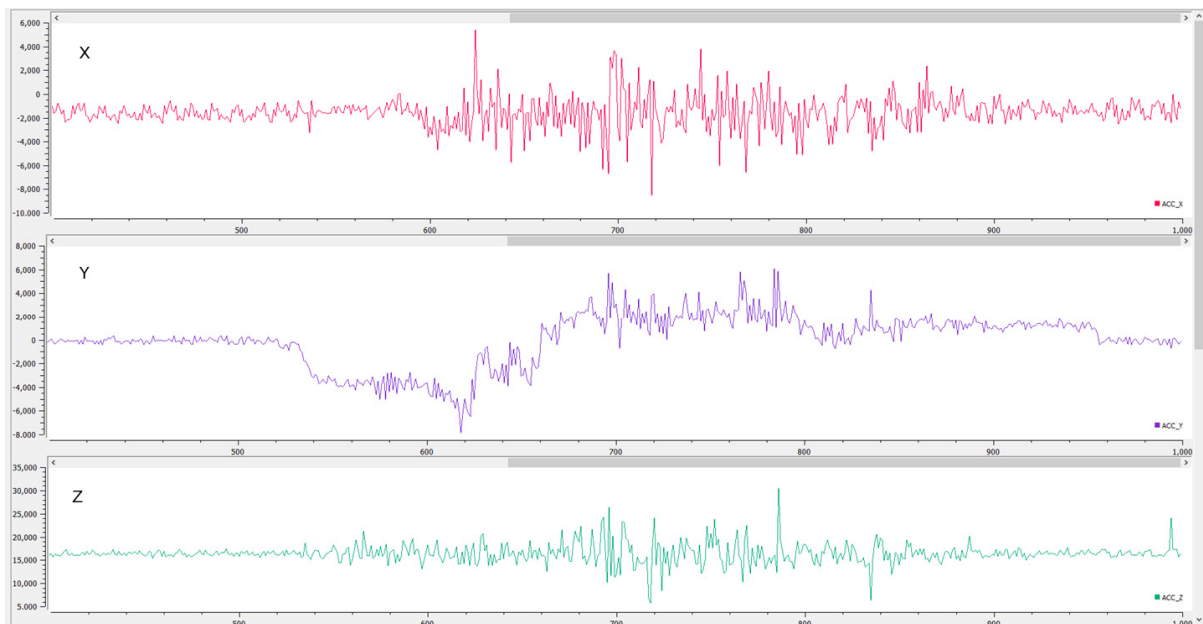


รูปที่ 3.3 ทิศทางการติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer มุมมองด้านบน

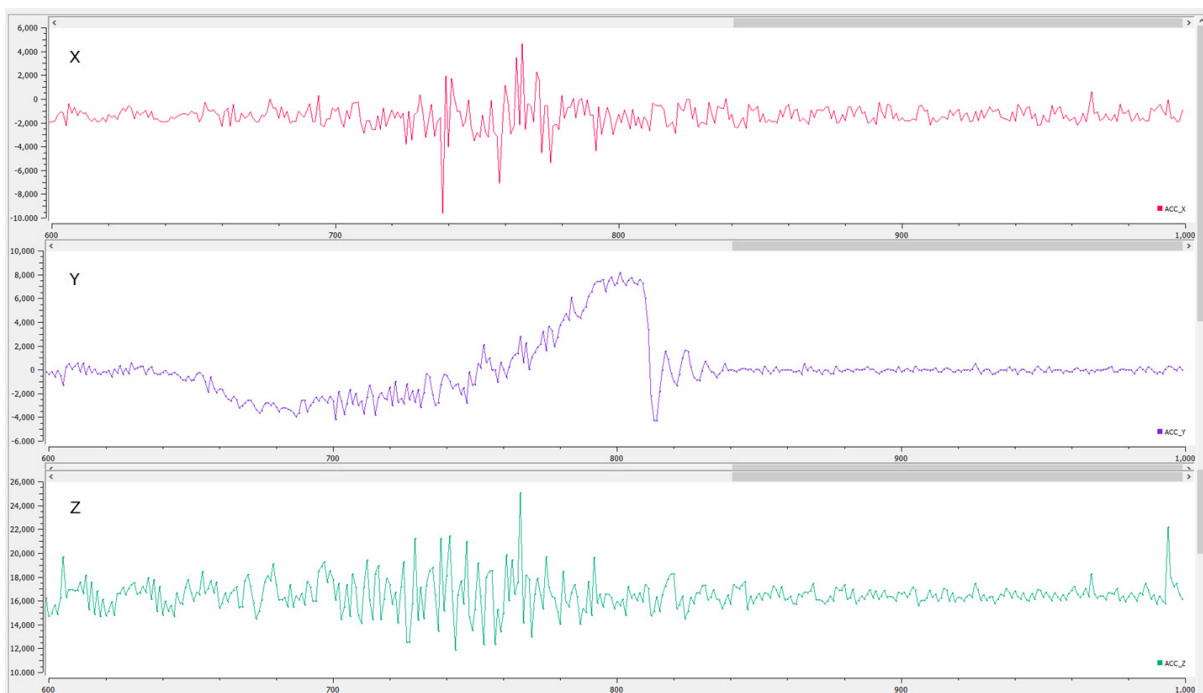


รูปที่ 3.4 ทิศทางการติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer มุมมองด้านข้าง

ในการทดสอบกรณีออกตัวเร่ง (ดังรูปที่ 3.5) เกิดความเร่งในแนวแกน Y ประมาณ -3.76 m/s^2 ในขณะที่การทดสอบกรณีเบรกกะทันหัน (ดังรูปที่ 3.6) เกิดความเร่งในแนวแกน Y ประมาณ 4.06 m/s^2 ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศ (ตารางที่ 3.7) ดังนั้นการติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer เพิ่มเข้าไปในอุปกรณ์ติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่นจะช่วยให้สามารถติดตามตรวจสอบพฤติกรรมรถขับขี่ของรถประจำถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนนในประเทศไทย



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างผลลัพธ์ Accelerometer กรณีออกตัวแรง



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ Accelerometer กรณีเบรกกะทันหัน

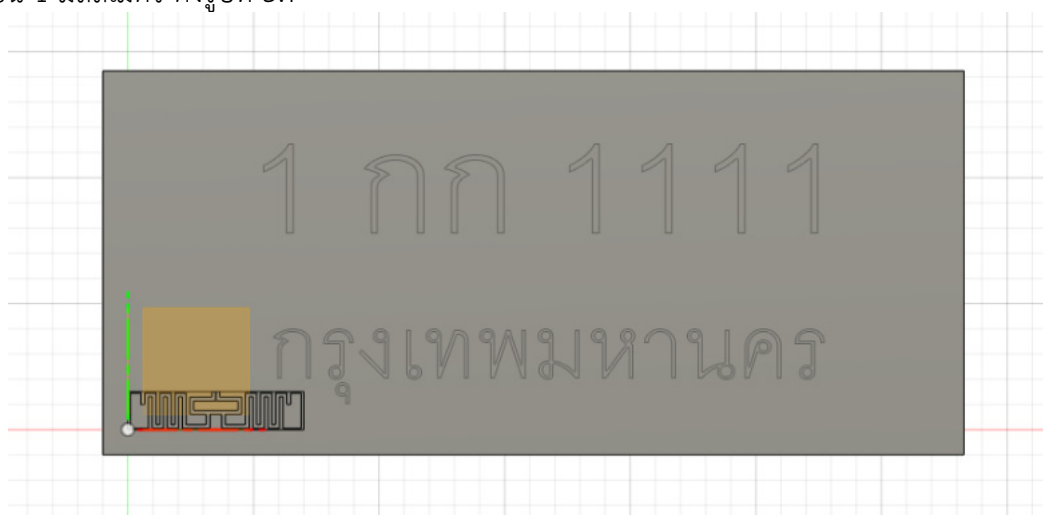
ตารางที่ 3.7 เกณฑ์ที่แนะนำ กรณีเบรก เร่งความเร็วหรือการเปลี่ยนทิศทาง

ลำดับ	ประเภท	น้ำหนัก (kg)	เกณฑ์ที่แนะนำ (g : ประมาณ 9.81 m/s ²)			เกณฑ์ที่แนะนำ (m/s ²)		
			เบรก	เร่งความเร็ว	เปลี่ยนทิศทาง	เบรก	เร่งความเร็ว	เปลี่ยนทิศทาง
1		ไม่เกิน 2,724	0.3833g	0.3733g	0.375g	3.76	3.66	3.68
2		2,725 ถึง 4,540	0.36g	0.35g	0.35g	3.53	3.43	3.43
3		4,541 ถึง 6,356	0.3367g	0.3267g	0.325g	3.30	3.20	3.19
4		6,357 ถึง 7,264	0.3134g	0.3034g	0.3g	3.07	2.98	2.94
5		7,265 ถึง 8,853	0.2901g	0.2801g	0.275g	2.85	2.75	2.70

ที่มา : <https://help.gpsinsight.com/best-practice/defining-thresholds-for-your-fleet/>

3.5 ผลการจำลอง (Simulation) การติดตั้ง RFID Tag บนแผ่นป้ายทะเบียนรถ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจำลอง (Simulation) การติดตั้ง RFID Tag บนแผ่นป้ายทะเบียนรถเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินงานในอนาคต โดยที่ปรึกษาได้ทำการสร้างแบบจำลองแผ่นป้ายทะเบียนให้มีขนาดกว้าง 6 นิ้ว ยาว 13.5 นิ้วหนา 0.6 มิลลิเมตร วัสดุทำจากอลูมิเนียม โดยใช้ RFID Tag ที่ใช้เสาอากาศชนิด Dipole ขนาด 68x14 mm ตัวนำอลูมิเนียมความหนาอยู่ที่ 10 μ m และ Substrate ชนิด PET หนา 50 μ m ติดอยู่บนแผ่นป้ายทะเบียนตำแหน่ง 25,15 มิลลิเมตร จากมุมซ้ายล่างของป้ายทะเบียน และลอยอยู่เหนือป้ายทะเบียน 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.7

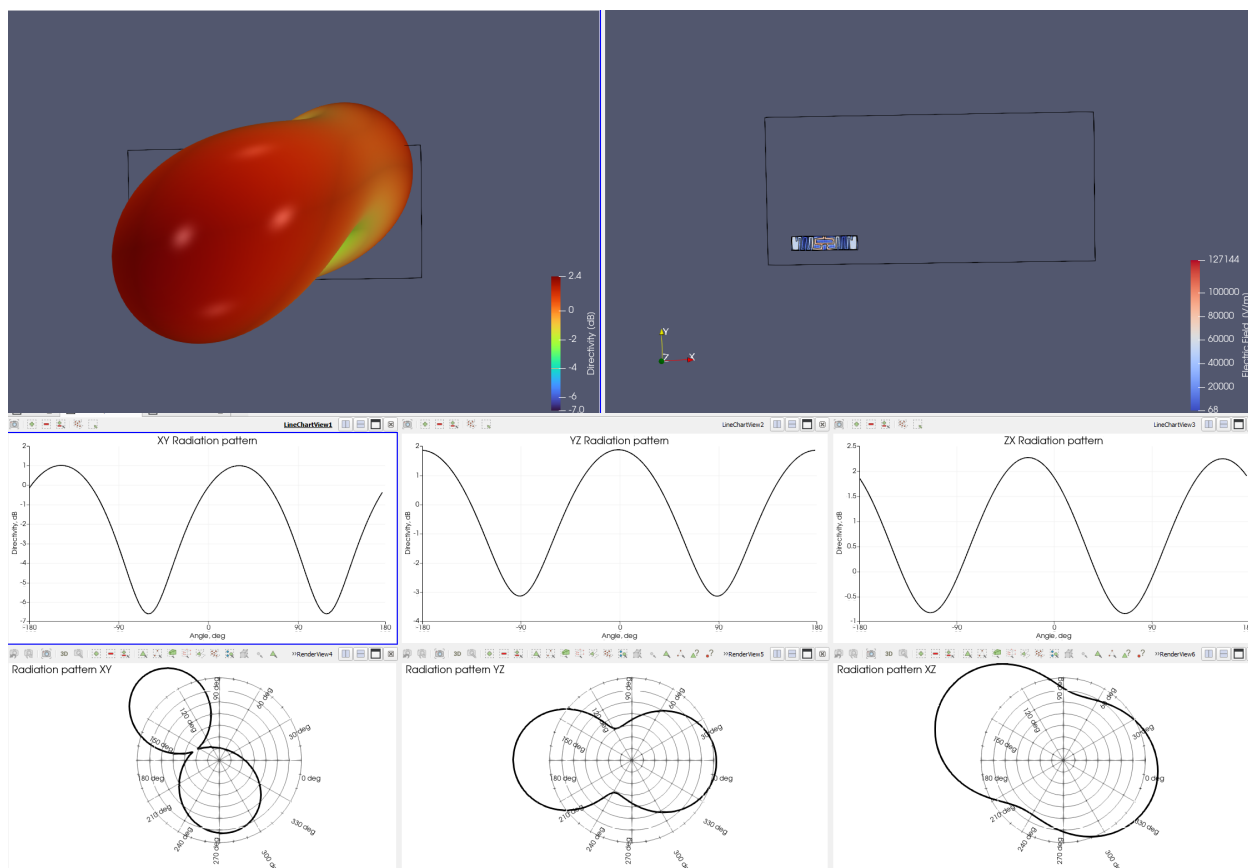


รูปที่ 3.7 รูปจำลอง RFID Tag แบบ Passive ติดตั้งบนแผ่นป้ายทะเบียน

จากผลการจำลองที่ได้จะพบว่า Radiation Pattern ที่ถูกปล่อยออกมานั้นเกิดการลดทอนสัญญาณด้านหลังของแผ่นป้ายทะเบียน ส่วนด้านหน้าของแผ่นป้ายทะเบียนยังคงมีความหนาแน่นของสัญญาณที่ดี ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการนำ RFID Tag ติดที่แผ่นป้ายทะเบียนรถสามารถใช้งานได้โดย RFID Reader จะสามารถอ่านค่าสัญญาณจาก RFID Tag ได้ตามปกติ อย่างไรก็ตามเนื่องจากสัญญาณด้านหน้าของแผ่นป้ายทะเบียนรถเกิดการบิดเบี้ยวดังรูปที่ 3.8 จึงมีความจำเป็นต้องปรับองศาทิศทางระหว่าง RFID Reader และ RFID Tag ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับทิศทางสัญญาณด้านหน้าของแผ่นป้ายทะเบียนรถเพื่อให้เกิดการรับส่งสัญญาณด้วยความแรงสูงสุด

ในการป้องกันการปลอมแปลงไม่ให้บุคคลอื่นลอกเลียนแบบ RFID Tag ของกรมการขนส่งทางบก เนื่องจากเทคโนโลยี RFID ที่ใช้งานในปัจจุบันจะเป็นเทคโนโลยีแบบ EPC Gen 2 (Electronics Product Code Generation 2) ซึ่งเพิ่มความสามารถของการ Anti-Counterfeiting (ป้องกันการปลอมแปลง) ที่จะใช้การยืนยันการเข้ารหัสด้วยกุญแจแบบ 128 bit โดยผู้ที่ต้องการจะปลอมแปลงกุญแจนี้จะต้องทดลองสุ่มกุญแจจำนวน 3.4×10^{38} หรือ 340 ล้านล้านล้านล้านล้านล้านครั้ง ทั้งนี้ทราบได้ที่กรมการขนส่งทางบกทำการเก็บกุญแจนี้เอาไว้เป็นความลับ ก็เป็นไปได้ยากที่ผู้อื่นจะสามารถเปิดเข้าไปดูเพื่อลอกเลียนแบบข้อมูล RFID Tag ของกรมการขนส่งทางบก นอกจากนั้นการเข้ารหัสข้อมูล (Data Encryption) โดยการใช้เทคโนโลยี AES-128 หรือ Grain-128A จะช่วยให้ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไป RFID Tag นั้นเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถอ่านรู้เรื่อง ซึ่งผู้ปลอมแปลงจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าจะต้องเขียนข้อมูลอะไรลงไป RFID Tag เพื่อลอกเลียนแบบ

ในการป้องกันการสับเปลี่ยน RFID Tag แบบ Passive ไปติดรถคันอื่นสามารถทำได้โดยการใช้กาวที่มีความเหนียวกับ RFID Tag แบบ Passive ดังนั้นเมื่อ RFID Tag ถูกแกะออกจากพื้นผิวที่ยึดติดจะทำให้เสาอากาศของ RFID Tag เกิดการเสียหายและไม่สามารถใช้งานต่อได้ หากแต่วิธีนี้ยังมีข้อโหว่คือผู้ไม่ประสงค์ดียังคงสามารถถอด Chip RFID ไปใส่ยังเสาอากาศอื่นๆ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ อย่างไรก็ตามการถอด Chip RFID ไปใส่ยังเสาอากาศอื่นๆ จำเป็นต้องใช้ความเชี่ยวชาญและใช้เครื่องมือพิเศษที่มีความแม่นยำสูง ทั้งนี้อาจป้องกันโดนการออกแบบ RFID Tag ให้ทั้งเสาอากาศและ Chip RFID ได้รับความเสียหายทันทีเมื่อมีการลอกสติกเกอร์ RFID Tag ออกจากผิวที่ยึดติด



รูปที่ 3.8 ผลจำลองการส่งสัญญาณของ RFID Tag เมื่อติดตั้งบนแผ่นป้ายทะเบียน

4. การศึกษาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

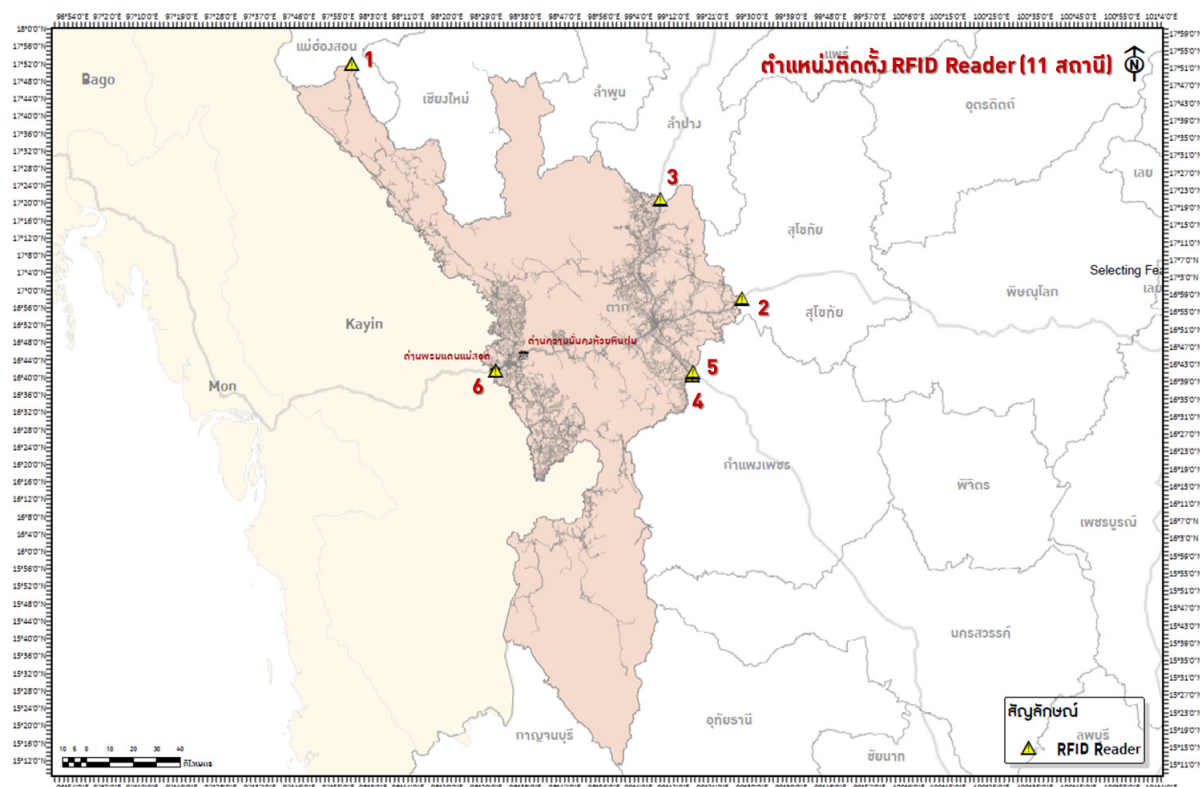
ที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาวិธีการในการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินรวมถึงด้านวิศวกรรมเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบโครงสร้างต้นทุนของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางแต่ละรูปแบบ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาอุปกรณ์ฯ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการพิจารณาคัดเลือกระบบติดตามการเดินทางของรถประจำถิ่นที่เหมาะสม โดยรวมถึงการพิจารณาอัตราค่าธรรมเนียมการใช้งานอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นที่เป็นธรรมสะท้อนต้นทุนที่แท้จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ด้านการเงิน

ที่ปรึกษาดำเนินการวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้านการเงินของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นทั้ง 4 รูปแบบ โดยใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจและใช้สมมุติฐานในการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลและสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านการเงิน

รายการ	อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น			
	การใช้ GPS ร่วมกับ เครือข่าย NB-IoT	การใช้ GPS ร่วมกับ เครือข่าย LoRa	การใช้เครือข่าย LoRa อย่างเดียว	การใช้เทคโนโลยี RFID
ค่าอุปกรณ์ฯ (บาท/ชุด)	1,712	1,587	1,232	Tag 50 บาท/ชุด
ค่าลงทุนโครงสร้าง พื้นฐาน (บาท)	-	-	-	Reader 11 ชุด เป็น เงิน 3,652,000 บาท
ค่าดำเนินการรายปี (บาท/ปี)	ค่าเช่าสัญญาณรายปี 330 บาท/ชุด	ค่าเช่าสัญญาณรายปี 300 บาท/ชุด	ค่าเช่าสัญญาณรายปี 300 บาท/ชุด	ค่าไฟฟ้าและ อินเทอร์เน็ตของ Reader เป็นเงิน 396,000 บาท/ปี
ค่าบำรุงรักษารายปี (บาท/ปี)	-	-	-	ค่าบำรุงรักษา RFID Reader 10% ต่อปี
อายุการใช้งานของ อุปกรณ์	อุปกรณ์มีอายุ 5 ปี แบตเตอรี่มีอายุ 2 ปี	อุปกรณ์มีอายุ 5 ปี แบตเตอรี่มีอายุ 2 ปี	อุปกรณ์มีอายุ 5 ปี แบตเตอรี่มีอายุ 2 ปี	Reader มีอายุ 5 ปี Tag มีอายุ 10 ปี
จำนวนรถประจำถิ่น	คาดการณ์จำนวนรถประจำถิ่นปี 2565 เท่ากับ 34,121 คัน			
ระยะเวลาลงทุน	5 ปี			
อัตราเงินเฟ้อ	2.5%			
อัตราผลตอบแทน	ธนาคารโลกแนะนำการลงทุนของโครงการภาครัฐควรมีผลตอบแทน (IRR) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 12			



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งการติดตั้ง RFID Reader จำนวน 11 ชุด

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการประเมินต้นทุนแบบง่ายของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น โดยคาดการณ์ปริมาณรถบริเวณด่านพรมแดนแม่สอด จังหวัดตาก ปี พ.ศ. 2565 จำนวนรถ 34,121 คัน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 การประเมินต้นทุนแบบง่ายของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น (RFID)

การประเมินต้นทุนแบบง่ายของเทคโนโลยี RFID					
	ราคาต่อหน่วย (บาท/ชุด)	ค่าดำเนินการและ บำรุงรักษารายปี	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ งาน (ปี)	ค่าใช้จ่ายต่อรถ 1 คัน (บาท/ปี)
RFID Reader	332,000	25%	11	5	48.17
RFID Tag	50	-	34,121	5	10.00
รวมต้นทุนเทคโนโลยี RFID					58.17

หมายเหตุ:

- ไม่คิดการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเงินตามเวลา
- ไม่คิดอัตราผลตอบแทน (IRR) 12%
- ไม่คิดผลกระทบของอัตราเงินเฟ้อ

ตารางที่ 4.3 การประเมินต้นทุนแบบง่ายของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น

ชนิดของอุปกรณ์	ราคาต่อหน่วย (บาท/ชุด)	ค่าเช่าสัญญาณ รายปี (บาท/ชุด)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ งาน (ปี)	ค่าใช้จ่ายต่อรถ 1 คัน (บาท/ปี)
อุปกรณ์ฯ ที่ใช้เครือข่าย LoRa อย่างเดียว	1,232	300	34,121	5	546.40
อุปกรณ์ฯ ที่ใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa	1,587	300	34,121	5	617.40
อุปกรณ์ฯ ที่ใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT	1,712	300	34,121	5	642.40

หมายเหตุ:

- ไม่คิดการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเงินตามเวลา
- ไม่คิดอัตราผลตอบแทน (IRR) 12%
- ไม่คิดผลกระทบของอัตราเงินเฟ้อ
- ไม่คิดค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ทุก 2 ปี

ที่ปรึกษาได้วิเคราะห์ค่าธรรมเนียมที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) 12% ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ทั้งนี้การใช้เทคโนโลยี RFID มีอัตราค่าธรรมเนียมต่อคันต่ำที่สุดเท่ากับ 74 บาท/ปี ซึ่งถูกกว่าประเทศมาเลเซียซึ่งจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนน (Vehicle Entry Permit : VEP) ในอัตรา 20 ริงกิต/คัน (ประมาณ 159 บาท/คัน) อย่างไรก็ตามในส่วนอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรูปแบบอื่นมีอัตราค่าธรรมเนียมที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากต้นทุนอุปกรณ์มีราคาที่สูง ประกอบกับอุปกรณ์มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี และควรต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุก 2 ปี รวมทั้งยังต้องจ่ายค่าเช่าสัญญาณอีกประมาณปีละ 300 บาท

ตารางที่ 4.4 อัตราค่าธรรมเนียมต่อคันสำหรับอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นแต่ละรูปแบบ

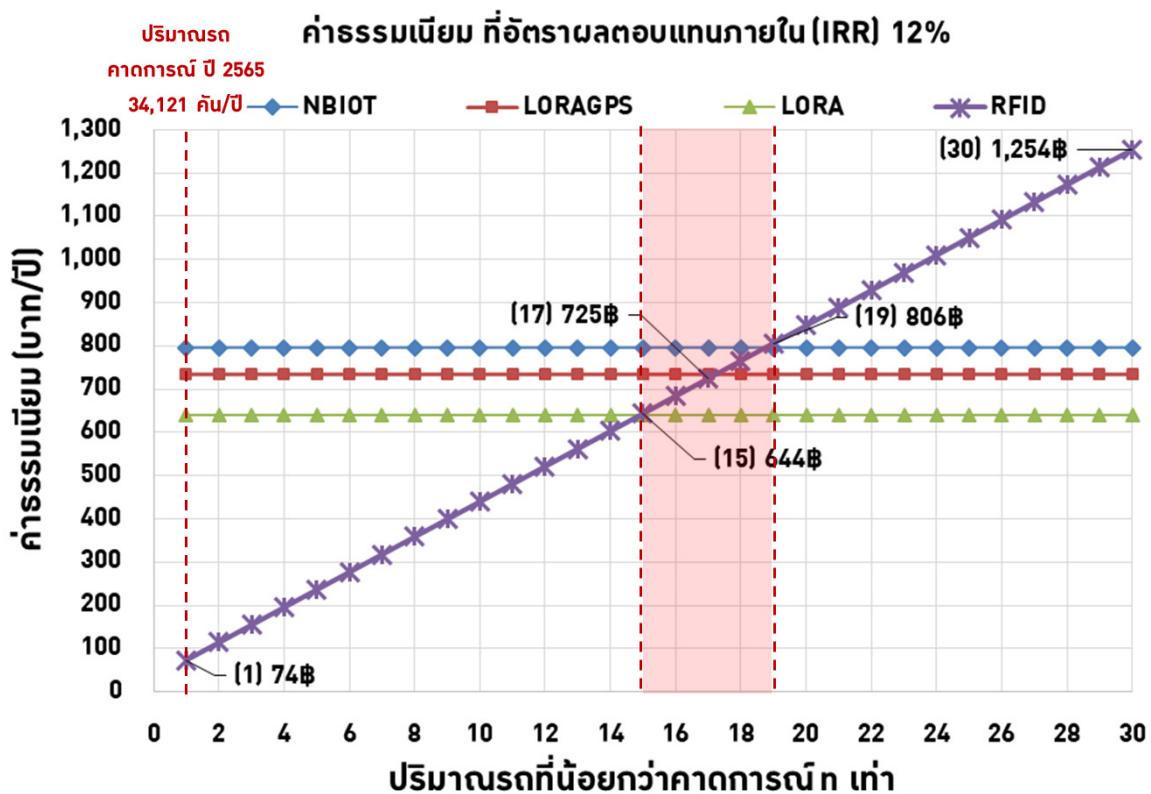
อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น	ค่าธรรมเนียม (บาท/ปี)
การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT	797.47402
การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa	735.49933
การใช้เครือข่าย LoRa เพียงอย่างเดียว	641.59831
การใช้เทคโนโลยี RFID	74.00773

ตัวแปรสำคัญในการพิจารณาในการเลือกใช้เทคโนโลยี RFID คือจำนวนรถประจำถิ่นในพื้นที่ กล่าวคือ ถ้ามีรถประจำถิ่นจำนวนมากต้นทุนค่าใช้จ่ายของระบบ RFID ต่อรถประจำถิ่น 1 คันจะถูกลง เนื่องจากต้นทุนในส่วนของ RFID Reader ที่เฉลี่ยกระจายลงไปยังรถแต่ละคันจะมีอัตราส่วนลดลง ส่งผลให้ต้นทุนของระบบ

RFID ต่อรถประจำถิ่น 1 คันถูกลง ทั้งนี้ที่ปรึกษาได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของอัตราค่าธรรมเนียมต่อปริมาณรถประจำถิ่น โดยค่าธรรมเนียมต่อคันของการใช้เทคโนโลยี RFID มีแนวโน้มสูงขึ้นถ้าปริมาณรถประจำถิ่นน้อยกว่าปริมาณที่คาดการณ์ โดยที่ปรึกษาทำการวิเคราะห์ห้อตราค่าธรรมเนียมในกรณีที่ปริมาณรถประจำถิ่นน้อยกว่าปริมาณที่คาดการณ์ไว้ 1 ถึง 30 เท่า ดังแสดงตามรูปที่ 4.2

ตัวแปรสำคัญอีกประการหนึ่งคือจำนวน RFID Reader ที่ภาครัฐต้องดำเนินการติดตั้ง ทั้งนี้นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายลงทุนในการติดตั้ง RFID Reader แล้วยังต้องจ่ายค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษารายปีสำหรับ RFID Reader แต่ละชุด โดยจำนวน RFID Reader ที่ต้องติดตั้งขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นทางออกจากพื้นที่อนุญาตโดย RFID Reader ควรต้องถูกติดตั้งไว้บริเวณขอบเขตของพื้นที่อนุญาตเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรูปแบบอื่น (นอกเหนือจาก RFID) จะมีอัตราค่าธรรมเนียมคงที่โดยไม่ขึ้นกับปริมาณรถประจำถิ่น ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนค่าธรรมเนียมของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรูปแบบอื่นประกอบด้วยค่าอุปกรณ์และค่าเช่าสัญญาณรายปีเท่านั้น ซึ่งเป็นอัตราที่คงที่สำหรับรถแต่ละคันจึงทำให้อัตราค่าธรรมเนียมไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะมีรถประจำถิ่นจำนวนมากหรือน้อย ในการวิเคราะห์ทางการเงินของพื้นที่นำร่องพบว่าจำนวนรถประจำถิ่นจะต้องมีปริมาณน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ถึง 15 เท่าจึงจะทำให้อัตราค่าธรรมเนียมของการใช้เทคโนโลยี RFID เท่ากับอัตราค่าธรรมเนียมของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางที่ใช้เครือข่าย LoRa เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของอัตราค่าธรรมเนียมต่อปริมาณรถประจำถิ่น

4.2 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น โดยนำผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของโครงการมาประกอบการพิจารณาเพิ่มเติมในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน โดยอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นจะช่วยป้องกันการเดินทางของรถประจำถิ่นออกนอกพื้นที่อนุญาต ทั้งนี้จะช่วยลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ ลดความเสียหายของทางหลวง และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น สมมติว่ารถประจำถิ่นได้รับอนุญาตให้สัญจรอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่สอดเท่านั้น ดังนั้นการเดินทางของรถประจำถิ่นแต่ละคันจะมีระยะทางเฉลี่ยไป-กลับประมาณ 20 กิโลเมตร แต่ถ้ารถประจำถิ่น 1 คันแอบลักลอบเดินทางมายังพื้นที่กรุงเทพมหานครจะทำให้ระยะทางไป-กลับของรถประจำถิ่นคันนั้นสูงถึง 1,000 กิโลเมตร ดังนั้นรถประจำถิ่นคันดังกล่าวมีการเดินทางออกนอกพื้นที่อนุญาตเป็นระยะทาง 980 กิโลเมตรซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดความเสียหายของทางหลวงมากขึ้น และยังก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นยังเป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยปฏิบัติงานแทนเจ้าหน้าที่ ทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการตั้งด่านควบคุมการเดินทางออกนอกพื้นที่ของรถประจำถิ่น

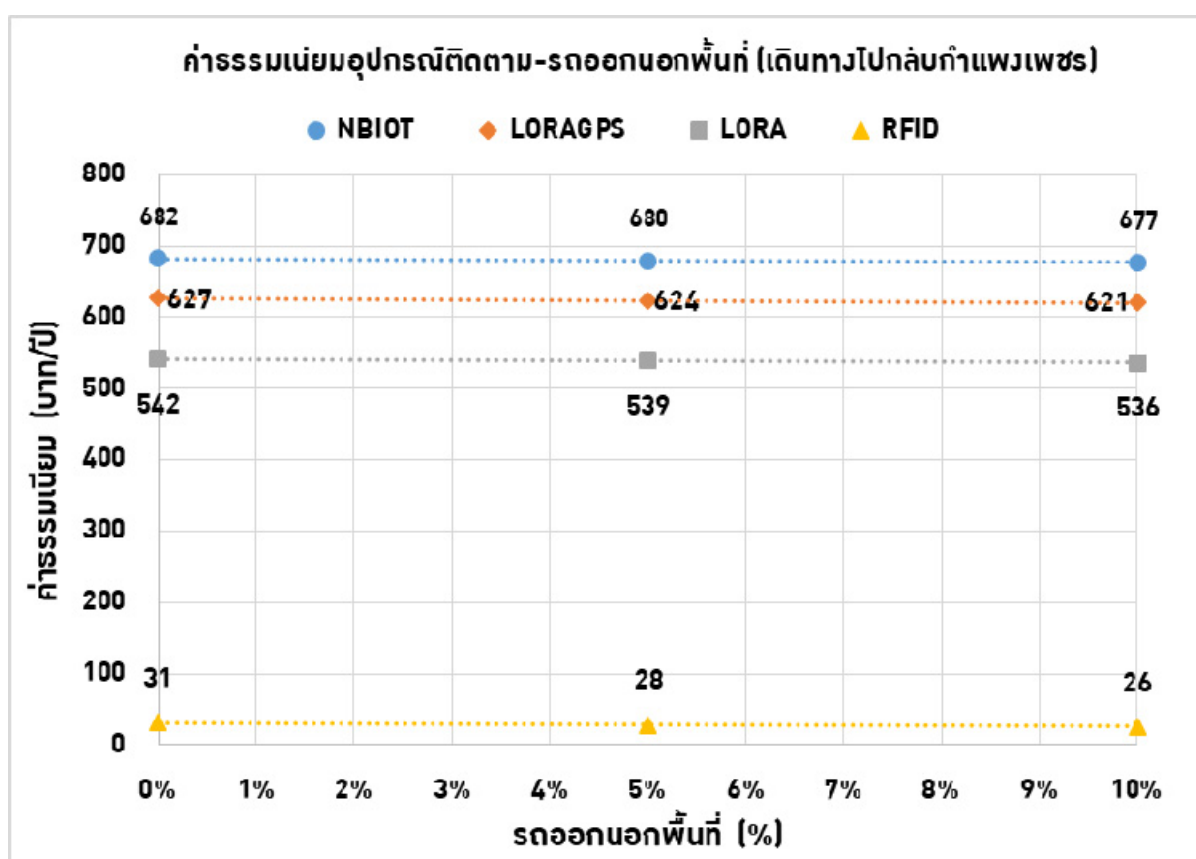
จากการศึกษาวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสามารถประเมินมูลค่าของผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นในการลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ ลดความเสียหายของทางหลวง ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการตั้งด่านควบคุมการเดินทางออกนอกพื้นที่ของรถประจำถิ่น ได้ดังรายละเอียดตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.5 สรุปผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่น

ผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	มูลค่าเศรษฐศาสตร์
ลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ	0.203 บาท/(คัน-กิโลเมตร)
ลดความเสียหายของทางหลวง	0.0001240 บาท/(คัน-กิโลเมตร)
ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	0.36 บาท/(คัน-กิโลเมตร)
ประหยัดค่าใช้จ่ายในการตั้งด่านควบคุมการเดินทางออกนอกพื้นที่ของรถประจำถิ่น	1,314,000 บาท/ปี

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์โดยพิจารณาทั้งผลประโยชน์ทางตรงจากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมและผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมข้างต้น โดยค่าธรรมเนียมใหม่จากการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ดังรูปที่ 4.3 จะมีอัตราที่ถูกกว่าค่าธรรมเนียมจากการวิเคราะห์ด้านการเงินในตารางที่ 4.2 เนื่องจากมีการพิจารณาผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมเพิ่มเข้าไปในการวิเคราะห์การลงทุน ทั้งนี้อัตราค่าธรรมเนียมจากการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์จะแปรผันตามจำนวนรถที่แอบลักลอบออกนอกพื้นที่และระยะทางออกนอกพื้นที่อนุญาต กล่าวคือ ถ้ามีรถจำนวนมากแอบลักลอบออกนอกพื้นที่และออกนอกพื้นที่อนุญาตเป็นระยะทางที่ไกลมาก ก็จะทำให้ส่งผลให้ผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นและทำให้ค่าธรรมเนียมที่จัดเก็บมีอัตราที่ต่ำลง

นอกจากผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นแล้ว อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นยังมีความสำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่สามารถประเมินในรูปของมูลค่าทางการเงิน เช่น ประโยชน์ด้านความมั่นคง การติดตามตรวจสอบข้อมูลรถประจำถิ่นย้อนหลังเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน การวิเคราะห์สถิติและการเดินทางของรถประจำถิ่นในพื้นที่เพื่อใช้ในการวางแผน การกำหนดนโยบาย และการเจรจาความร่วมมือด้านการค้าชายแดนและยานพาหนะข้ามพรมแดน นอกจากนี้ยังเป็นการบังคับทางอ้อมให้เจ้าของรถประจำถิ่นดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ การค้า การศึกษา การท่องเที่ยว การรักษาพยาบาล การจับจ่ายใช้สอย รวมถึงการรับจ้างอยู่ภายในพื้นที่ที่ได้รับอนุญาต ซึ่งจะช่วยกระตุ้นสภาพเศรษฐกิจในพื้นที่และก่อให้เกิดประโยชน์กับชุมชนและท้องถิ่น



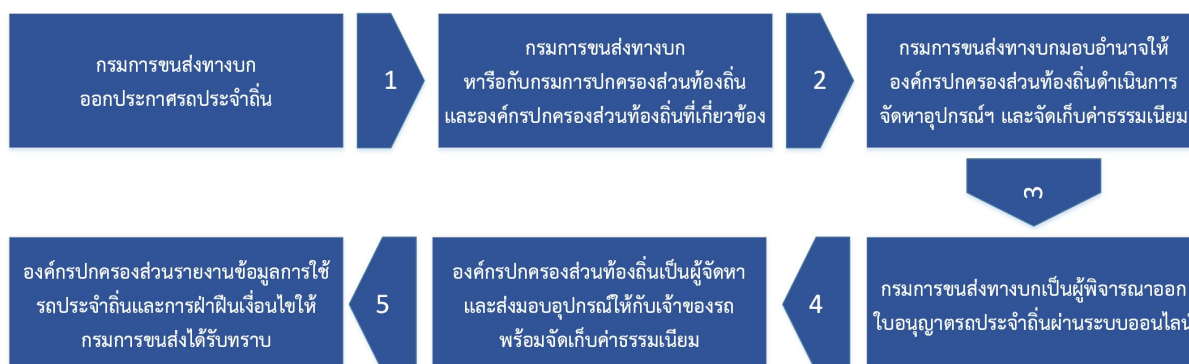
รูปที่ 4.3 ค่าธรรมเนียมที่เหมาะสม ตามปริมาณรถที่คาดการณ์และออกนอกพื้นที่ 100 กม.

5. แนวทางบริหารจัดการ

การนำอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นมาประยุกต์ใช้งานจะก่อให้เกิดประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในหลายภาคส่วน ทั้งหน่วยงานส่วนกลางที่มีหน้าที่กำกับดูแลการขนส่งทางถนน หน่วยงานดูแลและบำรุงรักษาถนน หน่วยงานส่งเสริมความปลอดภัยและลดอุบัติเหตุบนท้องถนน หน่วยงานด้านความมั่นคง หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นยังก่อให้เกิดประโยชน์กับสภาพเศรษฐกิจ การค้า ความปลอดภัยต่อสังคมและชุมชนในพื้นที่ ดังนั้นการให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานในการกำกับควบคุมรถประจำถิ่นในพื้นที่ของตนเองจะช่วยให้การดำเนินงานบรรลุผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืนในการดำเนินงานในระยะยาว

การให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานในการกำกับควบคุมรถประจำถิ่นในพื้นที่ของตนเองมีขั้นตอนการดำเนินงานตามรูปที่ 5.1 โดยในเบื้องต้นกรมการขนส่งทางบกจะต้องออกประกาศเรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขในการขออนุญาต การอนุญาต ระยะเวลาในการใช้รถและเครื่องหมายแสดงการใช้รถที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเป็นการชั่วคราวเพื่อใช้ในลักษณะรถประจำถิ่น โดยประกาศของกรมการขนส่งทางบกควรประกอบด้วยสาระสำคัญตามรายละเอียดในรูปที่ 5.2 ทั้งในส่วนของกระบวนการยื่นขออนุญาตนำรถประจำถิ่นเข้ามาใช้ในราชอาณาจักรไทย เอกสารประกอบการยื่นขออนุญาต การชำระค่าธรรมเนียม การกำหนดพื้นที่อนุญาตสำหรับรถประจำถิ่น และการกำหนดเงื่อนไขการใช้รถประจำถิ่นในราชอาณาจักรไทย เป็นต้น โดยใบอนุญาตรถประจำถิ่นควรเป็นแบบผ่านเข้าออกได้หลายครั้งในช่วงระยะเวลาที่ได้รับอนุญาต (Multiple Entry) เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้รถประจำถิ่น

กรมการขนส่งทางบกควรต้องประชุมหารือกับกรมการปกครองส่วนท้องถิ่นและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่เพื่อกำหนดแนวทางและบทบาทหน้าที่ในการดำเนินงานร่วมกัน โดยกรมการขนส่งทางบกจะต้องมอบอำนาจให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่เป็นผู้ดำเนินการแทนในการจัดหาอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นและจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้อุปกรณ์ฯ

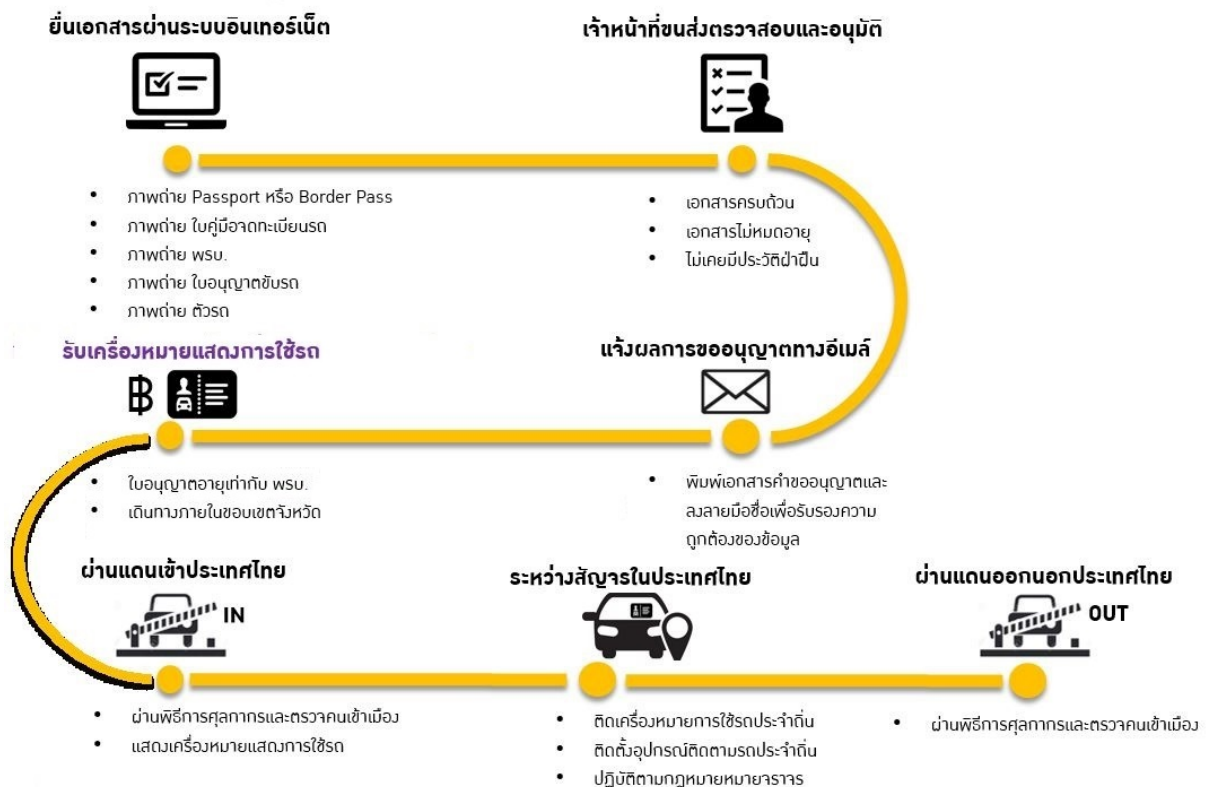


รูปที่ 5.1 แนวทางการให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงาน

เอกสารยืนยันสภาพความปลอดภัยของพาหนะ - การตรวจสอบสภาพรถ - เอกสารการประกันภัย	กระบวนการในการยื่นขออนุญาต ผ่านระบบออนไลน์	การกำหนดพื้นที่รถข้ามพรมแดน พื้นที่ที่ต้องดำเนินการทำเรื่องขออนุญาต
ระบบการชำระค่าธรรมเนียม - ชำระแบบออนไลน์ - อัตราค่าธรรมเนียม	เอกสารที่จำเป็นของผู้ขับขี่โดยสาร และพาหนะ - หนังสือเดินทาง หรือวีซ่า - เอกสารเกี่ยวกับพาหนะ - การเสียภาษีพาหนะ - เอกสารความเป็นเจ้าของ หรือยินยอมให้นำพาหนะข้ามแดนจากเจ้าของพาหนะ	ข้อกำหนดเมื่อผ่านเข้ามาภายในประเทศ - การกำหนดเวลาในการเข้าออก - ระยะเวลาในการพำนักและขับพาหนะ - จำนวนครั้งแบบผ่านเข้าออกได้หลายครั้งในช่วงระยะเวลาที่ได้รับอนุญาต (Multiple Entry)

รูปที่ 5.2 แนวทางการประยุกต์ใช้กับประเทศไทยในการกำกับรถข้ามพรมแดน

กรมการขนส่งทางบกควรต้องเป็นผู้พิจารณาออกใบอนุญาตรถประจำถิ่นเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติและความพร้อมของรถประจำถิ่นที่จะนำมาใช้งานในประเทศไทย โดยให้เจ้าของรถประจำถิ่นสามารถยื่นขออนุญาตผ่านระบบออนไลน์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับเจ้าของรถตามขั้นตอนดังรูปที่ 5.3 เจ้าของรถที่ได้รับอนุญาตจะได้รับเครื่องหมายการใช้รถประจำถิ่นจากกรมการขนส่งทางบกสำหรับติดที่กระจกหน้ารถ



รูปที่ 5.3 การยื่นขออนุญาตรถประจำถิ่นผ่านระบบออนไลน์

เจ้าของรถประจำถิ่นที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมการขนส่งทางบกสามารถติดต่อขอรับอุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นพร้อมชำระค่าธรรมเนียมในการใช้อุปกรณ์ฯ โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องทำการลงทะเบียนหมายเลขอุปกรณ์ (Serial Number) เข้ากับใบอนุญาตรถประจำถิ่นที่กรมการขนส่งทางบกเป็นผู้ออก ก่อนส่งมอบอุปกรณ์ฯ ให้กับเจ้าของรถประจำถิ่น โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องเชื่อมโยงหรือส่งมอบข้อมูลการใช้รถประจำถิ่น รวมถึงข้อมูลการฝ่าฝืนเงื่อนไขของรถประจำถิ่นให้กรมการขนส่งทางบกได้รับทราบ

6. บทสรุป

อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นที่ใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT สามารถติดตามตรวจสอบรถประจำถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครือข่าย NB-IoT ทำงานบนคลื่นความถี่ (ใช้ Bandwidth) บนระบบ 4G ทำให้สามารถจัดส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งรถประจำถิ่นแบบเรียลไทม์ (Real Time) และทำให้ทราบเส้นทางการเดินทางของรถประจำถิ่นโดยละเอียด เครือข่าย NB-IoT ถูกออกแบบให้ใช้พลังงานต่ำและเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูล (มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 100 Kbps) จากการทดสอบในพื้นที่นำร่องเครือข่าย NB-IoT สามารถส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์สำเร็จประมาณ 30% และมีเสถียรภาพในการส่งสัญญาณในพื้นที่ชายแดนประมาณ 8.5% อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรูปแบบนี้ยังรองรับการติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer เพื่อติดตามตรวจสอบพฤติกรรมรถประจำถิ่น อย่างไรก็ตามการใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT ส่งผลให้มีอัตราการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูงทำให้ต้องชาร์จแบตเตอรี่บ่อยหรือต้องใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้สามารถปรับค่าเวลาความถี่ในการตรวจวัดพิกัด GPS และความถี่ในการส่งข้อมูลลดลงเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์ฯ

อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นที่ใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa สามารถติดตามตรวจสอบตำแหน่งพิกัดและเส้นทางการเดินทางของรถประจำถิ่นได้เช่นเดียวกัน แต่ข้อมูลการเดินทางของรถแต่ละคันจะถูกส่งเข้าเครื่องแม่ข่าย (Server) ก็ต่อเมื่อรถประจำถิ่นอยู่ในรัศมีสัญญาณของสถานี LoRa (LoRa Gateway) จากการทดสอบในพื้นที่นำร่องเครือข่าย LoRa สามารถส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์สำเร็จประมาณ 12% และมีเสถียรภาพในการส่งสัญญาณในพื้นที่ชายแดนประมาณ 2.2% โดยรัศมีสัญญาณของสถานี LoRa ในพื้นที่นำร่องจะมีระยะทางครอบคลุมประมาณ 3.5-5 กิโลเมตรต่อสถานี ทั้งนี้ส่งผลให้เป็นอุปสรรคในการติดตามตรวจสอบรถประจำถิ่นในพื้นที่ห่างไกลหรือในพื้นที่ซึ่งมีจำนวนสถานี LoRa น้อยหรือในกรณีที่รถประจำถิ่นไม่สัญญาณอยู่ในบริเวณรัศมีสัญญาณ เครือข่าย LoRa มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 50 Kbps ที่ระยะใกล้สถานี LoRa โดยความเร็วในการส่งข้อมูลของเครือข่าย LoRa จะลดลงเหลือประมาณ 290 bps ที่ระยะไกลจากสถานี การใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa มีอัตราการใช้พลังงานต่ำกว่าประมาณครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับการใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย NB-IoT ทำให้ช่วยลดความถี่ในการต้องชาร์จแบตเตอรี่ ในกรณีที่ต้องการติดตามตรวจสอบพฤติกรรมรถประจำถิ่นสามารถติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer เพิ่มเติมเข้าไปในอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบการเบรกกระชาก การออกตัวแรง หรือการเข้าโค้งแรง แต่จะส่งผลให้อุปกรณ์มีอัตราการใช้พลังงานที่สูงขึ้น

อุปกรณ์ติดตามการเดินทางรถประจำถิ่นที่ใช้อุปกรณ์สื่อสารชนิด LoRa เพียงอย่างเดียว (ไม่มี GPS) เป็นการติดตามตรวจสอบผ่านจุด Check Point เพื่อตรวจสอบสถานี LoRa (LoRa Gateway) ที่รถประจำถิ่นสัญญาณว่ายังอยู่ในพื้นที่อนุญาตของรถประจำถิ่นหรือไม่ โดยจะไม่มีกระบวนการตรวจสอบพิกัดการเดินทางของรถประจำถิ่น อุปกรณ์รูปแบบนี้มีข้อดีคือช่วยประหยัดการใช้พลังงาน (สามารถใช้งานได้นานกว่าประมาณ 28 เท่าต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้งเมื่อเทียบกับการใช้ GPS ร่วมกับเครือข่าย LoRa) และช่วยให้อุปกรณ์ฯ มีต้นทุนที่ถูกลง นอกจากนั้นยังไม่ทำให้เกิดความรู้สึกถูกลักลอบความเป็นส่วนตัวของเจ้าของรถมากเกินไป ข้อจำกัดของอุปกรณ์รูปแบบนี้คือจะไม่มีข้อมูลพิกัดตำแหน่งและเส้นทางการเดินทางของรถประจำถิ่น ทำให้เป็นอุปสรรคในการตรวจสอบข้อมูลเชิงลึกย้อนกลับเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินและจะไม่มีข้อมูลสถิติเส้นทางของรถประจำถิ่นในพื้นที่ อย่างไรก็ตามการติดตามตรวจสอบรถประจำถิ่นผ่านจุด Check Point เป็นแนวทางซึ่งหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่นำร่องได้ให้คำแนะนำไว้ว่าน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการติดตามตรวจสอบรถประจำถิ่นเพราะจะไม่ทำให้เกิดความรู้สึกถูกลักลอบมากเกินไป

การใช้เทคโนโลยี RFID ในการกำกับควบคุมรถประจำถิ่นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการติดตามตรวจสอบรถประจำถิ่นผ่านจุด Check Point โดยการตรวจสอบสถานี RFID Reader ที่รถประจำถิ่นสัญจรผ่านว่ายังอยู่ในพื้นที่อนุญาตของรถประจำถิ่นหรือไม่ โดยเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ควรเป็นชนิด Passive RFID (แบบไม่ใช้แบตเตอรี่) และเป็น RFID แบบ Ultra High Frequency (UHF RFID) ซึ่งใช้ช่องสัญญาณความถี่ NTC 920-925 MHz (Thailand) และมีระยะการอ่านไม่น้อยกว่า 12 เมตรเพื่อให้สามารถติดตั้งไว้ด้านบนหรือด้านข้างของถนนและสามารถอ่านข้อมูลได้ในขณะที่รถวิ่งผ่านด้วยความเร็วปกติบนท้องถนน ข้อดีของการใช้เทคโนโลยี RFID คือมีเสถียรภาพและความแม่นยำในการอ่านข้อมูลสูงเมื่อรถประจำถิ่นวิ่งผ่านสถานี RFID Reader ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ RFID Tag แบบ Passive มีลักษณะคล้ายสติ๊กเกอร์แผ่นบางๆ สามารถติดตั้งได้ง่ายและไม่ใช้แบตเตอรี่ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการชาร์จพลังงาน ในกรณีที่เจ้าของรถติด RFID Tag ออกจากตัวรถจะทำให้ Tag และเสาอากาศเกิดการฉีกขาด ทั้งนี้จะช่วยป้องกันปัญหาการนำ RFID Tag แยกออกจากตัวรถ ปัญหาการนำ RFID Tag ไปติดกับรถคันอื่น และยังช่วยลดปัญหาการลืมนำ RFID Tag ก่อนนำรถเข้ามาในประเทศไทย นอกจากนี้ RFID Tag ยังมีต้นทุนต่อชิ้นที่ค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ฯ ทางเลือกอื่นข้างต้นและไม่ต้องเสียค่าเช่าสัญญาณรายปีเหมือนกับการใช้เครือข่าย NB-IoT และ LoRa ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ RFID Tag แบบ Passive คือความสามารถในการเก็บข้อมูล (Data Retention) ไม่น้อยกว่า 10 ปี ทำให้สามารถใช้ RFID Tag ซ้ำกับรถคันเดิมได้นานหลายรอบเมื่อมีการต่ออายุใบอนุญาตรถประจำถิ่น ทำให้ช่วยลดต้นทุนเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ฯ ที่ใช้เครือข่าย NB-IoT หรือ LoRa ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปีและอาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุก 2 ปี

ข้อจำกัดของเทคโนโลยี RFID คือไม่สามารถติดตามพฤติกรรมรถประจำถิ่นได้เนื่องจากไม่สามารถติดตั้ง Gyroscope และ Accelerometer บนระบบ RFID ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของเทคโนโลยี RFID คือการที่หน่วยงานภาครัฐต้องลงทุนติดตั้งสถานี RFID Reader ให้ครอบคลุมทุกจุดสำคัญบริเวณขอบเขตพื้นที่อนุญาตที่เป็นเส้นทางออกจากพื้นที่เพื่อให้การติดตามตรวจสอบการเดินทางของรถประจำถิ่นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ RFID Reader แต่ละชุดสามารถอ่านข้อมูลได้เพียงแค่ 1 ช่องจราจรของถนน ซึ่งถ้าถนนขนาบออกจากพื้นที่อนุญาตมี 2 ช่องจราจรก็ต้องติดตั้ง RFID Reader จำนวน 2 ชุดในจุดนั้นเป็นต้น ดังนั้นตัวแปรสำคัญของการเลือกใช้เทคโนโลยี RFID คือจำนวนจุดติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ค่าดำเนินการ และค่าบำรุงรักษา RFID Reader ที่หน่วยงานภาครัฐต้องลงทุน ในทางตรงข้ามการใช้เครือข่าย NB-IoT หรือ LoRa หน่วยงานภาครัฐไม่ต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานแต่จะต้องจ่ายค่าเช่าสัญญาณรายปีให้กับผู้ให้บริการ ดังนั้นในพื้นที่ซึ่งมีรถประจำถิ่นจำนวนมากและมีจุดติดตั้ง RFID Reader จำนวนน้อยจะทำให้ต้นทุนของระบบ RFID ต่อรถประจำถิ่น 1 คันถูกกว่าเมื่อเทียบกับการใช้เครือข่าย NB-IoT หรือ LoRa ในทางตรงข้ามพื้นที่ซึ่งมีรถประจำถิ่นจำนวนน้อยหรือมีจุดติดตั้ง RFID Reader มีจำนวนมากจะทำให้ต้นทุนต่อคันของระบบ RFID สูงกว่าการใช้เครือข่าย NB-IoT หรือ LoRa

จากการศึกษาเปรียบเทียบด้านวิศวกรรมและการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินสามารถสรุปได้ว่าการใช้เทคโนโลยี RFID เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการติดตามและกำกับควบคุมรถประจำถิ่นในพื้นที่นำร่อง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีเสถียรภาพและความแม่นยำในการอ่านข้อมูลสูง ไม่มีภาระเรื่องการต้องชาร์จแบตเตอรี่ ป้องกันการปลอมแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการ Anti-Counterfeiting ที่จะใช้การยืนยันการเข้ารหัสด้วยกุญแจแบบ 128 bit และการเข้ารหัสข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี AES-128 หรือ Grain-128A นอกจากนี้เจ้าของรถสามารถนำ RFID Tag ไปติดได้โดยสะดวก และยังช่วยป้องกันปัญหาการนำ RFID Tag แยกออกจากตัวรถ ปัญหาการนำ RFID Tag ไปติดกับรถคันอื่น และปัญหาการลืมนำ RFID Tag ก่อนนำรถเข้ามาในประเทศไทย นอกจากนี้ RFID Tag ยังมีต้นทุนต่อชิ้นที่ค่อนข้างถูก มีความทนทานต่อการใช้งาน สามารถใช้ซ้ำได้หลายปีทำให้ช่วยลดต้นทุนและ

ลดภาระให้กับเจ้าของรถในการต่ออายุใบอนุญาตรถประจำถิ่น การใช้เทคโนโลยี RFID ยังมีต้นทุนต่อคันที่ถูกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีทางเลือกอื่นทำให้เจ้าของรถจ่ายค่าธรรมเนียมในอัตราที่ต่ำและที่สำคัญเทคโนโลยี RFID เป็นการกำกับควบคุมรถประจำถิ่นผ่านจุด Check Point ทำให้ไม่เกิดความรู้สึกถูกลู่ล่าความเป็นส่วนตัวมากเกินไป



โครงการศึกษาออกแบบระบบสมาร์ตโลจิสติกส์เพื่อยกระดับความปลอดภัยในการทำกับควบคุมยานพาหนะข้ามพรมแดน