การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า ด้วยวิธี และ

ฐิติพงศ์ ชัยวรรณคุปต์ ฆนิศา รุ่งแจ้ง * และ พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล

สาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
* - :

บทคัดย่อ

การพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนมาใช้พลังงานสะอาดของภาค - .
ขนส่งเป็นการดำงานตามเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (
. ข้อ 7 ขององค์การสหประชาชาติ (- .
2022 . การกำหนดแนวทางการลงทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้าง - .
พื้นฐานเพื่อรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญ นโยบายการลงทุนที่เอื้อต่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมประกอบด้วย การลงทุนสถานีชาร์จไฟฟ้า การใช้แอพพลิเคชั่น การส่งเสริมความปลอดภัย และการสร้างความเชื่อมั่นซึ่งเป็นการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับหลายฝ่าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าภายใต้มุมมองด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสังคม การวิเคราะห์ปัจจัยด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (. และการจัดลำดับทางเลือกรถยนต์ไฟฟ้าด้วยวิธีเทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ ( ) ผลการตัดสินใจรวบรวมได้จากผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลได้แก่ ความปลอดภัย ความคุ้มค่าด้านราคา ความคุ้มค่าด้านวิศวกรรม การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และความเชื่อมั่นในนวัตกรรม ผลการเลือกใช้รถยนต์ที่เหมาะสมได้แก่ รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด และรถเครื่องยนต์สันดาปภายใน ตามลำดับ ผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2566 มุ่งเน้นไปที่การรองรับรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่และในระยะยาวมีแนวโน้มที่จะพัฒนาไปใช้รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงเมื่อมีความพร้อมมากขึ้น - . - . - . - . - .

คำสำคัญ: รถยนต์ไฟฟ้า กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี เทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ การพัฒนาอย่างยั่งยืน

:

คำนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกมีแนวโน้มของการเติบโตที่รวดเร็ว และการแข่งขันของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2565 เพิ่มสูงขึ้นเป็นที่ยอมรับว่าเป็นอนาคตสำคัญของภาคการขนส่ง [1] ความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่มากขึ้นทุกปีทำให้อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นตามและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (.] เนื่องจากภาคการขนส่งใช้ทรัพยากรน้ำมันเป็นพลังงานเชื้อเพลิงหลักของระบบขับเคลื่อนยานพาหนะหลายประเภทรวมถึงรถยนต์โดยสาร [ ] ทั่วโลกจึงหันมาใช้พลังงานที่ไม่เป็นมลพิษตามนโยบายการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาอย่างยั่งยืน (. เป้าหมายที่ 7 ขององค์กรสหประชาชาติ (2022 . ได้แก่การนำพลังงานสะอาดมาใช้และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก [4] 5] ประเทศไทยมีแนวคิดด้านการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าภายใต้การเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน (. เพื่อผลักดันอุตสาหกรรมยานยนต์ทั้งระบบไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี [5] และมุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบขนส่งที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้าตามยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทยระยะ 20 ปี [6] สอดคล้องตามยุทธศาสตร์ชาติ โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้พลังงานเชื้อเพลิงไปจากเดิมเช่น การใช้พลังงานแบบไฮบริด การใช้พลังงานไฟฟ้าล้วน หรือการใช้พลังงานทางเลือกอื่น (เซลล์เชื้อเพลิง) และการพัฒนาเทคโนโลยีระบบส่งกำลังขับเคลื่อน - . [7] อย่างไรก็ตามการลงทุนพัฒนารถยนต์ไฟฟ้ามีความเสี่ยงที่ควรตระหนักถึง เช่น เทคโนโลยีตัวรถ แบตเตอรี่ และระบบเครือข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (. ซึ่งมีผลกระทบสูงทั้งด้านต้นทุนพลังงานและระยะเวลาดำเนินการ การบริหารความเสี่ยงทำได้โดยการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าและจัดลำดับทางเลือกของรถยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุด เพื่อแสดงให้เห็นว่าภาคการขนส่งจะพัฒนาไปในทิศทางใดภายใต้ปัจจัยความยั่งยืนทางด้าน ด้านด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านสังคม [ ] งานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญต่อปัจจัย ความคุ้มค่าด้านราคา ซึ่งราคาต้นทุนของรถยนต์ไฟฟ้าจัดอยู่ในเกณฑ์สูงแต่ว่ามีข้อดีที่ค่าบำรุงรักษาต่ำเมื่อเทียบกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ราคาต้นทุนของการใช้เชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูงจะแปลผันตามราคาของแบตเตอรี่และราคาของเชื้อเพลิงสะอาดตามลำดับ [ ] ความคุ้มค่าทางวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ สถานีชาร์จไฟฟ้า (. และ คุณภาพของแบตเตอรี่ (. ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้จะส่งผลโดยตรงกับระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จไฟฟ้า (.] 3 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นความคาดหวังที่จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากตัวรถยนต์ไฟฟ้ามีปริมาณน้อยมาก อย่างไรก็ตามก๊าซที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงและแบตเตอรี่ที่นำมาใช้ในรถยนต์ไฟฟ้า (. ยังจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาเนื่องจากมีส่วนสำคัญเกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก [1] 4 ความปลอดภัยในการใช้งาน ได้แก่มาตรฐานในการผลิตและประกอบตัวรถ โดยส่วนใหญ่อุบัติเหตุเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของเซลล์แบตเตอรี่ทั้งในด้านเชิงกลและเชิงไฟฟ้า สาเหตุหลักมาจากวัสดุที่ใช้มีความเสถียรทางความร้อนต่ำรวมถึงการเก็บกู้สถานที่เกิดอุบัติเหตุซึ่งยังเป็นเรื่องใหม่ในประเทศไทย [1] และ 5 ความเชื่อมั่นในนวัตกรรมของประชาชนเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าในส่วนของผลประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งเป็นเหตุผลหลักในการเลือกเปลี่ยนไปใช้รถยนต์ไฟฟ้า ประชาชนส่วนใหญ่ยังตัดสินใจเลือกใช้ตามความคิดเห็นของสภาพสังคมอีกด้วย [1] สถานีชาร์จไฟฟ้าจะถูกติดตั้งอยู่ในที่ที่มีสิ่งปลูกสร้างเดิมเพื่ออำนวยความสะดวก จึงเป็นสิ่งที่ควรระวังว่าสถานที่ตั้งของสถานีชาร์จไฟฟ้าจะต้องไม่สร้างความลำบากในการเดินทางและไม่ทำให้การจราจรติดขัดมากกว่าเดิม [1]

นานาชาติตั้งเป้าที่จะทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (. ในปี ค.ศ.2050 ด้วยนวัตกรรมรถยนต์ไฟฟ้า โดยรถยนต์ไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 4 ประเภท [1] ได้แก่ 1.รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (. ที่ขับเคลื่อนด้วยแหล่งพลังงาน 2 ทาง ได้แก่เครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงหลักและเครื่องยนต์ไฟฟ้าเสริมที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ 2.รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (. ที่ถูกพัฒนามากจากรถยนต์ไฟฟ้า โดยมีแบตเตอรี่ที่คุณภาพสูงกว่าและสามารถชาร์จไฟฟ้าได้จากสถานีชาร์จไฟฟ้าได้โดยตรง 3.รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (. ที่ถูกออกแบบมาให้ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับรถประเภทอื่น ชาร์จไฟฟ้าได้ที่สถานีชาร์จไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ตามการชาร์จไฟฟ้าต้องใช้เวลานานมากกว่ารถยนต์ไฟฟ้า 1] และ 4.รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (. ประกอบด้วยเซลล์เชื้อเพลิงที่ทำมาจาก - . มีหน้าที่ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ผ่านเชื้อเพลิงไฮโดรเจน สามารถวิ่งได้ในระยะทางไกลและเติมเชื้อเพลิงได้เร็ว [1] แต่มีราคาสูงเมื่อเทียบกับรถยนต์ประเภทเดิม [1] การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยสามารถทำได้โดยวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (. การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (. และการนำทฤษฎีความครุมเครือร่วมกับวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (. มาใช้ในการตัดสินใจของมนุษย์ที่ยังคงมีความคลุมเครือเพราะว่าปัจจัยแต่ละตัวมีความเป็นนามธรรมและมีหน่วยวัดไม่เหมือนกัน [ ]] การจัดลำดับทางเลือกประเภทของรถยนต์ไฟฟ้าการใช้ทฤษฎีเทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ (. เพื่อจัดลำดับทางเลือกของรูปแบบรถยนต์ไฟฟ้าภายใต้ปัจจัยที่มีอิทธิพลดังที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับหลักการตัดสินใจของมนุษย์และเป็นอุดมคติมากที่สุด โดยการค้นหาทางเลือกมีความใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและห่างไกลจากผลลัพธ์ที่แย่ที่สุดในแต่ละปัจจัยในเวลาเดียวกัน [2]

งานวิจัยนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าและจัดลำดับทางเลือกที่เหมาะสมของรถยนต์ไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงแนวทางของการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าและโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยในอนาคตว่าควรมุ่งเน้นไปในทิศทางใด โดยยึดหลักแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพื่อช่วยลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศและแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ (. และจัดลำดับทางเลือกรถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้เทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ (.

วิธีการวิจัย

การกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และการทบทวนเอกสารงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าด้วยวิธีการตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์ (. และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (. ผู้วิจัยได้กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า รวมถึงปัจจัยที่มีความสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าผ่านทางบทความทางวิชาการและรายงานการศึกษา

การกำหนดโครงสร้างการตัดสินใจตามทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยการจัดแบ่งโครงสร้างการตัดสินใจเป็นแบบลำดับชั้น (. ดังแสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วย

โครงสร้างระดับที่

เป้าหมาย (. คือการกำหนดแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าซึ่งอยู่ระดับบนสุดของลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

โครงสร้างระดับที่ 2

หลักเกณฑ์ (. หรือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วย 1. ปัจจัยความคุ้มค่าด้านราคา (. หมายถึงราคาของรถยนต์ไฟฟ้า เงินสนับสนุนจากนโยบายของรัฐบาล ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ 2. ปัจจัยความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (. หมายถึงการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า ความเร็วในการชาร์จไฟฟ้า สถานีชาร์จไฟฟ้า คุณภาพแบตเตอรี่ และระยะทางสามารถวิ่งได้ 3. ปัจจัยด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (. หมายถึงการควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าแทนน้ำมัน และจากกระบวนการผลิตแบตเตอรี่และเซลล์เชื้อเพลิง 4. ปัจจัยด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (. หมายถึงความแข็งแรงของตัวรถและอุปกรณ์ มาตรฐานและความพร้อมในการติดตั้งจุดชาร์จไฟฟ้าที่บ้าน การติดตั้งอุปกรณ์สร้างเสียงสังเคราะห์เพื่อความปลอดภัยของคนโดยรอบ การติดไฟของแบตเตอรี่จากอุบัติเหตุ และความปลอดภัยด้านการกู้ภัย 5. ปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (. หมายถึงการยอมรับในความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน การตัดสินใจในการเปลี่ยนไปใช้รถยนต์ไฟฟ้า ความคิดเห็นของสภาพสังคมโดยรอบเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ความเสถียรของตัวรถเมื่อเจอเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น น้ำท่วมขัง ฝนตกหนัก และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้รถยนต์ไฟฟ้า

โครงสร้างระดับที่ 3

ทางเลือก (. ของรถยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (. รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (. รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (. รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (. และรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (.

รูปที่ โครงสร้างการคัดเลือกรถยนต์ไฟฟ้า

การเก็บข้อมูลการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าจำนวน 35 ท่าน ประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค บริษัทผลิตรถยนต์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามความเกี่ยวข้องกับในการเปลี่ยนไปใช้รถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ กลุ่มหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบาย (กลุ่ม 1) กลุ่มหน่วยงานที่เชี่ยวชาญด้านการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า (กลุ่ม 2) และกลุ่มหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า (กลุ่ม 3) การตัดสินใจเป็นการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญ (.

ตารางที่ 1 มาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ

ระดับความความสำคัญ	ความหมาย
	สำคัญเท่ากัน
	สำคัญกว่าปานกลาง
	สำคัญกว่ามาก
	สำคัญกว่ามากที่สุด
	สำคัญกว่าสูงสุด
	ค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

ที่มา ดัดแปลงจาก 19] 20]

การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบความสอดคล้องของการตัดสินใจ

นำผลสำรวจมาทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลโดยการทดสอบความสอดคล้องของการตัดสินใจเป็นการวิเคราะห์เมตริกค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบรายคู่ (. โดยวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของเหตุผล (. จากสัดส่วนระหว่างดัชนีความสอดคล้อง (. และค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (. หากมีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าความไม่สอดคล้องของการหรือขึ้นอยู่กับขนาดของเมตริกตามการพิสูจน์ของ ทั้งนี้ค่า มีค่าเท่ากับ (λ . - 1) โดยที่ λ เป็นค่าสูงสุดของ ของเมตริก และค่า สำหรับจำนวนปัจจัยหรือทางเลือก ปัจจัยหรือทางเลือก (ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3)

ตารางที่ เมทริกซ์การเปรียบเทียบปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

ปัจจัย	ปัจจัยที่	ปัจจัยที่	ปัจจัยที่	น้ำหนัก
ปัจจัยที่	1			
ปัจจัยที่		1		
ปัจจัยที่			1	

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (.

ที่มา การดัดแปลงจาก 19] 20]

การคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัย

การคำนวณน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ในแต่ละชั้นสามารถหาได้จากการสังเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ -1. และ -2.

$$W_i = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^{n} v_i} \quad ( )$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1.0 \quad ( )$$

เมื่อ คือ น้ำหนักคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์
คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต
คือ จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (

.

การจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าด้วยการนำทฤษฎีความครุมเครือ (. เข้ามาประยุกต์ใช้กับทฤษฎี เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักปัจจัยที่ชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (. ทำให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการถ่ายทอดความรู้หรือประสบการณ์ของผู้ตัดสินใจซึ่งยังมีความไม่ชัดเจนออกมาเป็นตัวเลขได้ ดังนั้นความสำคัญระหว่างปัจจัยจึงควรได้รับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (. เพื่อหาค่าน้ำหนักของปัจจัยที่มีอิทธิพลตามทฤษฎีให้เหมาะสมกับการตัดสินใจในชีวิตจริงของมนุษย์มากขึ้น

ทฤษฎีเทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ (

.

การวิเคราะห์หาค่าความใกล้สัมพัทธ์ (. เพื่อจัดลำดับทางเลือกโดยใช้กระบวนการเทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ (. การค้นหาทางเลือกมีระยะทางใกล้กับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของแต่ละปัจจัยและมีระยะที่ห่างไกลจากผลลัพธ์ที่แย่ที่สุดในแต่ละปัจจัยในเวลาเดียวกันเพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกและค้นหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า

ผลและวิจารณ์ผล

ผลสำรวจการตัดสินใจและวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของการตัดสินใจเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 35 ท่าน ซึ่งแบ่งตามหน้าที่รับผิดชอบแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มหน่วยงานผู้กำหนดนโยบาย ได้แก่ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กลุ่มหน่วยงานผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กลุ่มหน่วยงานผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า และบริษัทเอกชนที่เกี่ยวข้อง ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องการตัดสินใจ (. พบว่าค่า ของแต่ละท่านอยู่ระหว่าง 0.000 ถึง 0.100 ซึ่งไม่เกินร้อยละ 10 หมายความว่าข้อมูลการตัดสินใจที่รวบรวมได้มีความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักปัจจัยปัจจัยที่มีอิทธิพล

4 1 1 ค่าน้ำหนักปัจจัยจากวิธีการ

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าตามวิธีการหาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ปัจจัยที่มีอิทธิพลได้แก่ ความปลอดภัยในการใช้งาน (0.213) ความคุ้มค่าด้านราคา (0.202) ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.202) ความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (0.202) และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.183) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2

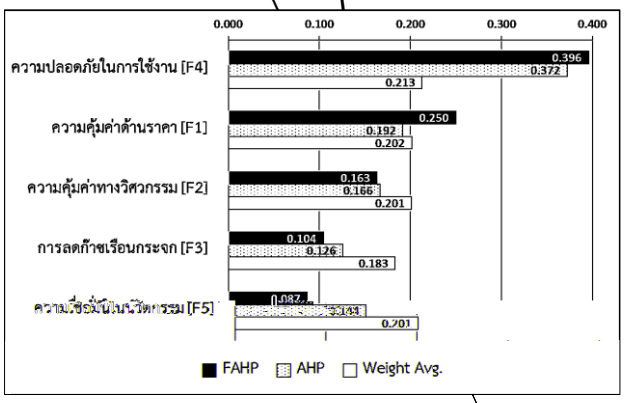
4 1 2 ค่าน้ำหนักปัจจัยจากวิธีการ

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าตามวิธีการ ปัจจัยที่มีอิทธิพลได้แก่ ความปลอดภัยใน

การใช้งาน (0.3) ความคุ้มค่าด้านราคา (. ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.16) ความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (0.1) และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2

4 1 3 ค่าน้ำหนักปัจจัยจากวิธีการ

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าตามวิธีการ ปัจจัยที่มีอิทธิพลได้แก่ ความปลอดภัยในการใช้งาน (0.396) ความคุ้มค่าด้านราคา (50. ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.163) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.104) และความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (0.087) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2 และตารางที่ 4



รูปที่ 2 ค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจัดทำนโยบายการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4 ปัจจัยมีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าโดยวิธีการ

ผู้เชี่ยวชาญ	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ 4	ปัจจัยที่ 5
.	.	.	.	.	.
35					
	0.250	0.163	0.104	0.396	0.087

ผลการวิเคราะห์การเลือกการใช้รถยนต์ไฟฟ้าด้วยวิธีการ

4 1 ค่าน้ำหนักทางเลือกภายใต้ปัจจัยจากวิธีการ

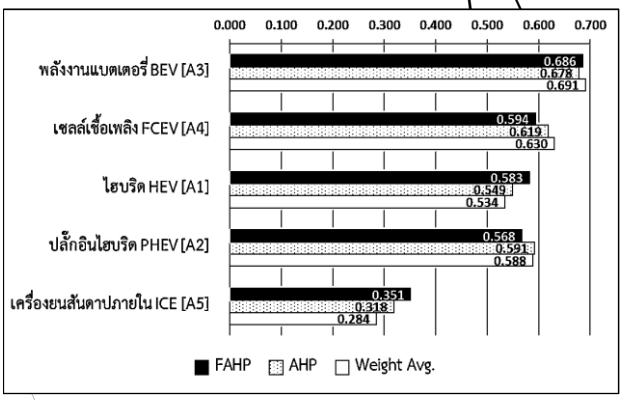
การจัดลำดับทางเลือกภายใต้ปัจจัยที่ได้จากวิธีการหาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ได้แก่ รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (0.691) รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (0.630) รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (0.588) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (0.534) และรถเครื่องยนต์สันดาปภายใน (0.284) ดังแสดงในรูปที่

4 ค่าน้ำหนักทางเลือกภายใต้ปัจจัยจากวิธีการ

การจัดลำดับทางเลือกภายใต้ปัจจัยที่ได้จากวิธีการ ได้แก่ รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ ( ) รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง ( ) รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด ( ) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ( ) และรถเครื่องยนต์สันดาปภายใน ( ) ดังแสดงในรูปที่

4 ค่าน้ำหนักทางเลือกภายใต้ปัจจัยจากวิธีการ

การจัดลำดับทางเลือกภายใต้ปัจจัยที่ได้จากวิธีการ ได้แก่ รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ ( ) รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง ( ) รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด ( ) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ( ) และรถเครื่องยนต์สันดาปภายใน ( ) ดังแสดงในรูปที่ และตารางที่ 5



รูปที่ 3 ค่าน้ำหนักทางเลือกของการเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาทางเลือกรถยนต์ไฟฟ้าภายใต้ค่าน้ำหนักปัจจัยตามกระบวนการ ความปลอดภัยในการใช้งานมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงที่สุด (0.396) รองลงมาเป็นความคุ้มค่าด้านราคา (0.250) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่มีความเหมาะสมที่สุดตามการคำนวนค่าน้ำหนักทางเลือกรถยนต์ไฟฟ้าดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าน้ำหนักของทางเลือกของรถยนต์ไฟฟ้าภายใต้ปัจจัยจากวิธี

ผู้เชี่ยวชาญ ลำดับที่	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3	ทางเลือกที่ 4	ทางเลือกที่ 5
.	.	.	.	.	.
35					

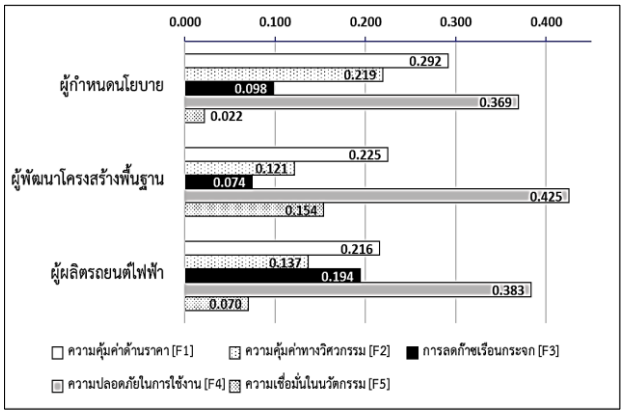
ปัจจัยที่มีอิทธิพลจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 4 และข้อมูลในตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ มีดังนี้

กลุ่มหน่วยงานผู้กำหนดนโยบาย พบว่า ให้ความสำคัญปัจจัยด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (0.369) มากที่สุด รองลงมาเป็นความคุ้มค่าด้านราคา (0.292) ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.219) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.098) และ ความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (0.022) ตามลำดับ

กลุ่มหน่วยงานผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านรถยนต์ไฟฟ้า พบว่า ให้ความสำคัญปัจจัยด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (0.425) มากที่สุด รองลงมาเป็นความคุ้มค่าด้านราคา (0.225) ความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (0.154) ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.121) และ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.074) ตามลำดับ

กลุ่มหน่วยงานผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า พบว่า ให้ความสำคัญปัจจัยด้านความปลอดภัยในการใช้งาน (0.383) มากที่สุด รองลงมาเป็นความคุ้มค่าด้านราคา (0.216) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.194) ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.137) และ ความเชื่อมั่นในนวัตกรรม (0.070) ตามลำดับ



รูปที่ ค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ

ตารางที่ 6 ค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ 4	ปัจจัยที่ 5
ผู้กำหนดนโยบาย					
ผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน					
ผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า					

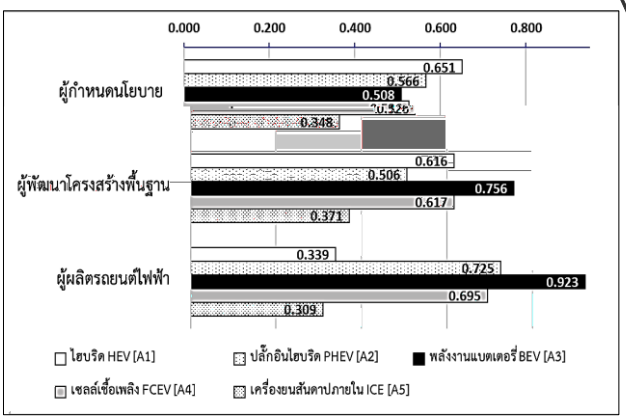
การเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ

ผลการวิเคราะห์ทางเลือกของรถยนต์ไฟฟ้าโดยพิจารณาจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจดังแสดงฝนรูปที่ 5 และตารางที่ 7

กลุ่มหน่วยงานผู้กำหนดนโยบายตัดสินใจเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (0.651) รองลงมาเป็นรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (0.566) รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (0.526) รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (0.508) และ รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (0.348) ตามลำดับ

กลุ่มหน่วยงานผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านรถยนต์ไฟฟ้าตัดสินใจเลือกใช้ รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (0.756) รองลงมาเป็นรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (0.617) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (0.616) รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (0.506) และ รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (0.371) ตามลำดับ

กลุ่มหน่วยงานผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (0.923) รองลงมาเป็นรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (0.725) รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (0.695) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (0.339) และ รถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (0.309) ตามลำดับ



รูปที่ 5 ค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ

ตารางที่ 7 ค่าน้ำหนักทางเลือกรถยนต์ไฟฟ้าจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง					
ผู้กำหนดนโยบาย					
ผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน					
ผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า					

บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยกระบวนการ และจัดลำดับทางเลือกด้วยวิธีการ ในการตัดสินใจแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าจำนวน 35 ท่าน ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มหน่วยงานผู้กำหนดนโยบาย หน่วยงานผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรถยนต์ไฟฟ้า กลุ่มหน่วยงานผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า และบริษัทเอกชนที่เกี่ยวข้อง ผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ความปลอดภัยในการใช้งาน ความคุ้มค่าด้านราคา ความคุ้มค่าทางวิศวกรรม การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และความเชื่อมั่นในนวัตกรรม ตามลำดับ

เมื่อหน่วยงานมีนโยบายการลงทุนพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าควรมุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นอันดับแรกตั้งแต่การออกแบบระบบไฟฟ้า การวางแบตเตอรี่ ระบบเบรก และระบบควบคุมการเคลื่อนที่ เพื่อช่วยป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามราคารถยนต์ไฟฟ้ายังคงสูงกว่าราคารถยนต์เชื้อเพลิงทั่วไปมาก ดังนั้นหน่วยงานควรคำนึงถึงการพัฒนาที่จะช่วยลดราคาต้นทุนของรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อช่วยเพิ่มจำนวนผู้ที่สามารถเข้าถึงรถยนต์ไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยเฉพาะการพัฒนาด้านวิศวกรรมของแบตเตอรี่ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลดราคาของรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด รถยนต์ไฟฟ้ายังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานสะอาดในการขับเคลื่อนเมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทั่วไป นอกจากนี้รถยนต์ไฟฟ้ายังได้รับความเชื่อมั่นจากผู้บริโภคมากขึ้นผ่านการเผยแพร่ข่าวสารเกี่ยวกับ

ประโยชน์ของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า ทำให้มีความคุ้นเคยและความเข้าใจในเทคโนโลยีนี้มากกว่าเมื่อก่อนและเห็นว่าการเปลี่ยนใช้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่เหมาะสม

ทางเลือกของรถยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสม ได้แก่ รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด และรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในตามลำดับ

รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ปัจจัยด้านความปลอดภัยในการใช้งาน รองลงมาเป็นปัจจัยด้านความคุ้มค่าด้านราคา (0.250) และความคุ้มค่าทางวิศวกรรม (0.163) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ทางเลือกรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่มีความเหมาะสมที่สุด (0.686) และรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงมีความเหมาะสมรองลงมา (0.594) ภายใต้ปัจจัยสำคัญเดียวกัน

เมื่อวิเคราะห์จำแนกกลุ่มผู้ตัดสินใจพบว่ากลุ่มหน่วยงานผู้กำหนดนโยบายเห็นว่า รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (. มีความเหมาะสมที่สุด ในขณะที่กลุ่มหน่วยงานผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรถยนต์ไฟฟ้าและกลุ่มหน่วยงานผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้ามีความเห็นตรงกันว่า รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (756 และ 923 ตามลำดับ) มีความเหมาะสมที่สุด

สำหรับทางเลือกลำดับรองลงมานั้นกลุ่มหน่วยงานผู้กำหนดนโยบายและกลุ่มหน่วยงานผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้ามีความเห็นตรงกันคือ รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (และ ตามลำดับ) ในขณะที่กลุ่มหน่วยงานผู้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรถยนต์ไฟฟ้าตัดสินใจเลือกใช้ รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (.

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวทางการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าโดยจำแนกตามกลุ่มผู้ตัดสินใจพบว่าผู้ตัดสินใจจากทุกกลุ่มหน่วยงานตัดสินใจเหมือนกันโดยพิจารณาปัจจัยด้านความปลอดภัยเป็นสำคัญรองลงมาเป็นปัจจัยด้านราคา ในขณะที่ปัจจัยด้านความคุ้มค่าทางวิศวกรรม การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และความเชื่อมั่นในนวัตกรรม มีความสำคัญใกล้เคียงกันรองลงมา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค บริษัท เกรท วอลล์ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ในการรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- .

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (. *การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (. จากการใช้พลังงาน ปี* . สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (. *ยุทธศาสตร์ชาติระยะ ปี (พ.ศ.* . *สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ* หน้า และหน้า

กระทรวงคมนาคม (. *ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ ปี (พ.ศ.* . กรมการขนส่งทาง บก. ภาคผนวก ก หน้า

- .

- .

-

- .

-

- .

- .

