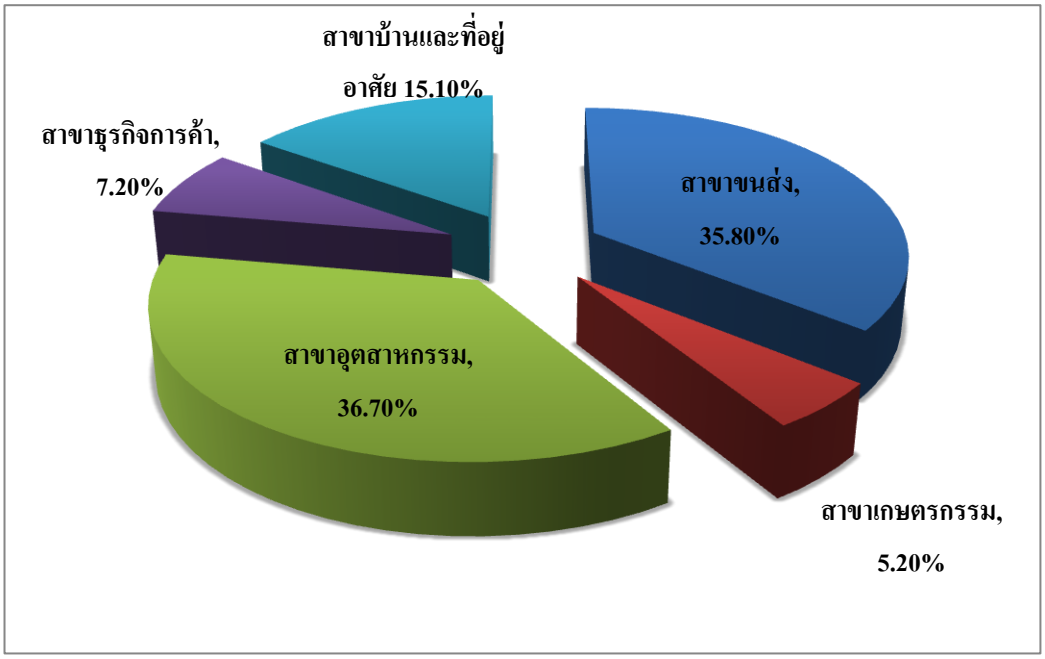
บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

พลังงานเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นกับการดำรงชีวิต ในสถานการณ์ปัจจุบันปัญหาโลกร้อนนั้นเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตบนโลก โดยสาเหตุที่สำคัญนั้นมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และสารอื่นๆ สาเหตุหลักของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนั้น มาจากภาคพลังงานที่มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จึงทำให้เกิดความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น การใช้พลังงานของไทยจะแบ่งเป็นหลายภาคส่วนไม่ว่าจะเป็น ภาคการขนส่ง เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ซึ่งการใช้พลังงานในภาคการขนส่งนั้นเป็นภาคที่มีการใช้พลังงานมาก เนื่องจากน้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิงหลัก จึงเป็นสาเหตุทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น



รูปที่ 1.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจของประเทศไทย พ.ศ. 2555 [1]

จากรูปจะเห็นได้ว่าสาขาการคมนาคมและขนส่งมีการใช้งานพลังงานมากเป็นอันดับสอง การขนส่งมวลชนเป็นวิธีที่ช่วยให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การขนส่งระบบราง หรือรถไฟเป็นระบบขนส่งมวลชนที่ประเทศส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการพัฒนาเพราะ สามารถขนส่งทั้งผู้โดยสารและสินค้าได้ครั้งละมากๆในแต่ละเที่ยว อีกทั้งยังมีความปลอดภัย สูง โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุมีน้อย เหมาะสำหรับการขนส่งในระยะทางปานกลางและไกล ข้อจำกัดของการขนส่งทางรถไฟคือ มีความคล่องตัวน้อยกว่าประเภทอื่น และเวลาในการ เดินทางเป็นไปตามตารางเดินรถเท่านั้น ไม่สามารถขนส่งได้ถึงที่หมาย ต้องอาศัยการขนส่ง ประเภทอื่นเข้ามาช่วยบริการ และข้อจำกัดที่สำคัญสำหรับการเดินทางโดยรถไฟคือ ใช้เวลาการ เดินทางค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้การขนส่งระบบรางมี ประสิทธิภาพมากขึ้น จากรถจักรไอน้ำสมัย เจมส์ วัตต์ มาถึงหัวรถจักรดีเซลที่ใช้น้ำมัน แล้ว เปลี่ยนเป็นรถไฟที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และนวัตกรรมที่ก้าวหน้าที่สุดในปัจจุบันได้แก่ รถไฟ ความเร็วสูงและรถไฟพลังแม่เหล็ก [2] (Maglev) รถไฟความเร็วสูง (High Speed Rail - HSR) เป็นลักษณะของรถไฟที่มีความเร็วสูงกว่าความเร็วรถไฟทั่วไป พัฒนาขึ้นมาเพื่อแข่งขันกับการ คมนาคมทางถนนและทางอากาศ ทำให้การเดินทางโดยรถไฟซึ่งเดิมเสื่อมความนิยมลง กลับมา ได้รับความนิยมสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

รถไฟความเร็วสูงมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้าย คนและของคราวละจำนวนมากๆ และใช้เวลาไม่มากนักในการเดินทาง จากข้อดีนี้ทำให้รัฐบาล ไทยร่างโครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูงขึ้นมาเพื่อพัฒนาด้านระบบขนส่งของประเทศไทย รถไฟ ความเร็วสูงนั้นจะมีความเร็วในการวิ่งอยู่ที่ 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ทำให้ลดข้อจำกัด ของรถไฟธรรมดาที่ใช้เวลาการเดินทางค่อนข้างมาก นอกจากนี้รถไฟความเร็วสูงยังช่วย ประหยัดพลังงาน และลดมลพิษอีกด้วย เนื่องจากรถไฟความเร็วสูงเป็นระบบขนส่งมวลชนที่ ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงสะอาดและก่อมลพิษน้อยมากเมื่อเทียบกับการขนส่งรูปแบบอื่นที่ใช้ น้ำมัน โดยทางรัฐบาลได้มอบหมายให้สำนักงานนโยบายและแผนขนส่งและจราจรภายใต้ กระทรวงคมนาคมจัดทำแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูง ภายใต้แนวคิดที่ว่า “เพื่อคนไทย เชื่อมใจ เป็นหนึ่ง พัฒนาระบบคมนาคมขนส่ง เพิ่มคุณภาพชีวิตประชาชน มุ่งสู่ศูนย์กลางแห่งอาเซียน” รถไฟความเร็วสูงเป็นหนึ่งในโครงการพัฒนาระบบคมนาคมและขนส่งสู่มาตรฐานสากล ซึ่งรัฐบาลเล็งเห็นว่าเป็นโครงการที่มีศักยภาพนำพาประเทศไทยสู่การเป็นศูนย์กลางของภูมิภาค เพื่อก้าวเข้าสู่การเป็นผู้นำในประชาคมอาเซียน (ASEAN Economic Community : AEC) เนื่องด้วยรถไฟความเร็วสูงเป็นโครงข่ายที่สามารถเชื่อมโยงการเดินทางทั้งในและต่างประเทศ เข้าด้วยกัน มีระบบการเดินทางที่สะดวกสบาย ปลอดภัย รวดเร็ว และกำหนดเวลาได้ ดังนั้น รัฐบาลจึงต้องการจัดทำโครงการนี้ขึ้น เพื่อพัฒนาประเทศ เศรษฐกิจ สังคม เชื่อมต่อความเจริญ

กระจายความมั่งคั่ง เพิ่มคุณภาพชีวิตให้ประชาชนในทุกระดับ อย่างไรก็ตาม การใช้รถไฟความเร็วสูงจะส่งผลต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ดังนั้นในการศึกษานี้จะประเมินผลกระทบของการใช้รถไฟความเร็วสูงต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาการใช้พลังงานของรถไฟความเร็วสูงในประเทศที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย
2. ศึกษาความต้องการใช้ไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของรถไฟความเร็วสูงในประเทศที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย
2. ประมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้า และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย เมื่อมีรถไฟความเร็วสูงตามแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

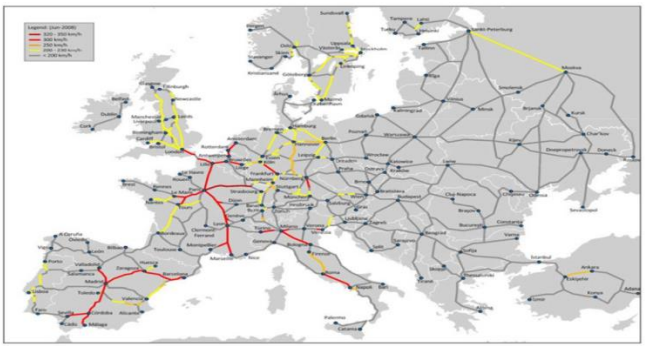
1. เป็นแนวทางในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรถไฟความเร็วสูง
2. เป็นแนวทางการศึกษา การเลือกใช้รถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย
3. ประมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทยได้
4. สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการขนส่งในรูปแบบอื่น และหาแนวทางในการบริหารจัดการ และวางแผนการขนส่งสินค้า ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
5. ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนาและส่งเสริมการขนส่งระบบราง

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการขับเคลื่อนทุกภาคเศรษฐกิจ ไม่ว่าจะเป็นภาคครัวเรือน ภาคอุตสาหกรรม หรือภาคขนส่ง สำหรับพลังงานที่ใช้ในภาคขนส่งนั้น มีทั้งพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ในยานพาหนะ และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบขับเคลื่อนรถไฟฟ้า รถไฟความเร็วสูง การขนส่งประเภทต่างๆนั้น ก็จะมีสัดส่วนการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง การใช้พลังงานไฟฟ้า และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ และประมานการความต้องการใช้ไฟฟ้าและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย

2.1 ข้อมูลทั่วไปของรถไฟความเร็วสูง

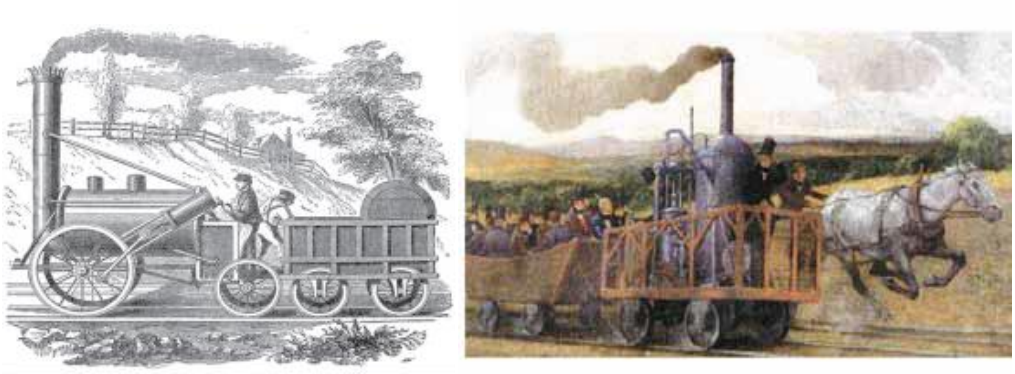
ระบบรถไฟความเร็วสูง เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนของโลก [3] ในต้นศตวรรษที่ 21 โดยจะเห็นได้ว่าตั้งแต่ต้นปี ค.ศ. 2008 เป็นต้นมา ได้มีการดำเนินโครงการระบบรถไฟความเร็วสูงในประเทศต่างๆ รวมเป็นระยะทางประมาณ 10,000 กิโลเมตร ทำให้โครงข่ายระบบรถไฟความเร็วสูงทั้งหมดในปัจจุบันครอบคลุมกว่า 17 ประเทศทั่วโลก อาทิเช่น โครงข่ายระบบรถไฟความเร็วสูงในยุโรปดังแสดงในรูปที่ 2.1 ปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็น 20,000 กิโลเมตร คาดว่าในอนาคตจะมีโครงข่ายระบบรถไฟความเร็วสูงถึง 45,000 กิโลเมตร ภายในปี ค.ศ. 2020 แนวโน้มดังกล่าวเป็นข้อพิสูจน์ว่า มีความต้องการในการเดินทางของผู้โดยสาร (ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี) โดยผู้โดยสารเหล่านั้นยินดีที่จะจ่ายค่าโดยสารที่มากกว่า เพื่อแลกกับการเดินทางที่ใช้เวลาสั้นกว่า มีคุณภาพและความสะดวกสบายมากขึ้น



รูปที่ 2.1 โครงข่ายระบบรถไฟความเร็วสูงในทวีปยุโรป [4]

2.1.1 ความเป็นมาของรถไฟ

รถไฟเป็นยานพาหนะที่มีและใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2319 โดยเจมส์ วัตต์ วิศวกรชาวอังกฤษได้ประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำขึ้น เพื่อใช้สูบน้ำออกจากเหมืองถ่านหิน [5] เครื่องจักรไอน้ำที่ เจมส์ วัตต์ประดิษฐ์ขึ้นนี้ พัฒนามาจากเครื่องจักรไอน้ำต้นแบบของโทมัส นิวโคเมน (Thomas Newcomen) ต่อมา ยอร์จ สตีเฟนสัน (George Stephenson) ได้พัฒนาให้เป็นเครื่องจักรไอน้ำแรงดันสูง และประยุกต์เป็นรถที่สามารถวิ่งได้บนถนน ต่อมาเขาได้สร้างเครื่องจักรไอน้ำที่สามารถวิ่งบนรางที่ทอดยาวไปตามพื้นราบ นับเป็นจุดเริ่มต้นของการขนส่งทางรางในปัจจุบัน ดังรูปที่ 2.2 และเมื่อนำรถหลายคันมาเชื่อมต่อรวมกัน แล้วบังคับให้วิ่งไปในทิศทางเดียวกันเป็นขบวนบนทางที่ปูลาดไว้ด้วยไม้เหล็ก ซีเมนต์ หรือวัสดุอื่นๆ จึงเป็นคำนิยามของคำว่า ขบวนรถ หรือ Train และเหตุที่รถจักรไอน้ำต้องใช้ถ่านหิน หรือฟืนในการต้มน้ำจนกลายเป็นไอ เพื่อใช้ขับให้ล้อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ดังนั้นขณะที่วิ่งก็จะพ่นไอน้ำควันไฟ บางครั้งมีถ่านหรือลูกไฟกระเด็นออกมาจากปล่อง เมื่อคนไทยเห็นดังนั้นจึงเรียกขานว่า “ รถไฟ ” มาจนถึงทุกวันนี้



รูปที่ 2.2 รถจักรไอน้ำยุคเริ่มต้น [5]

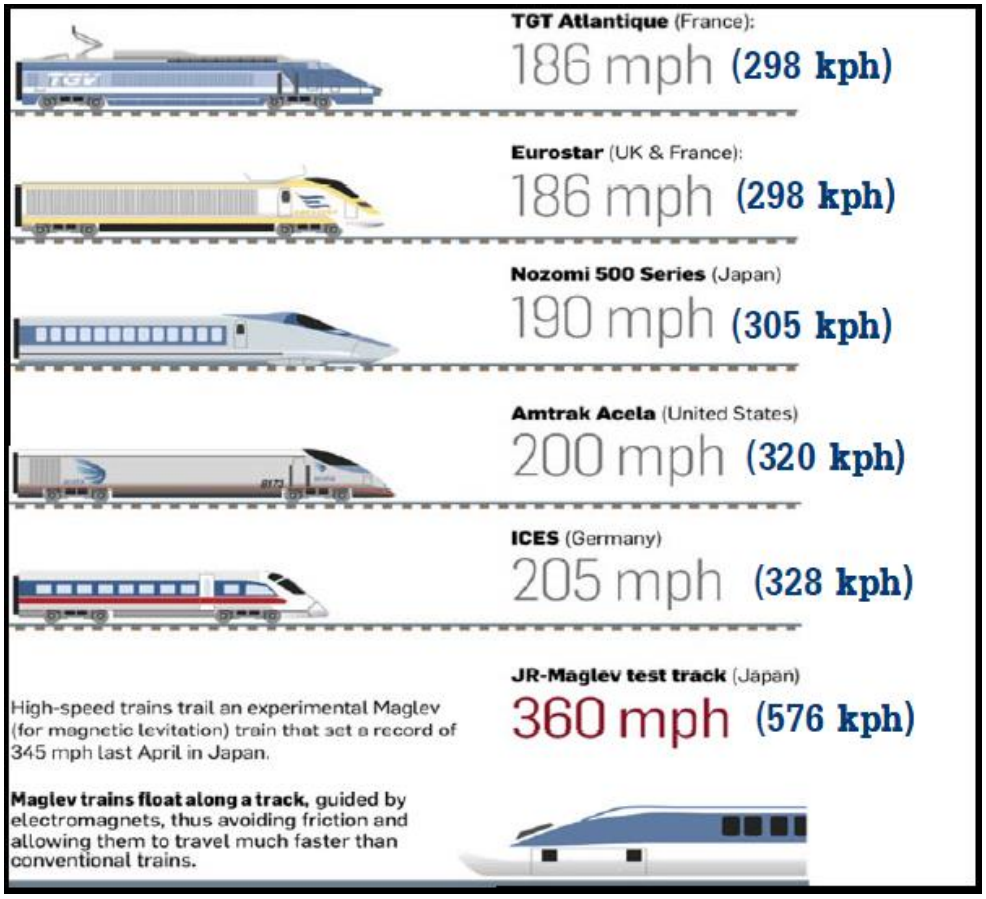
ในประเทศอังกฤษซึ่งเป็นต้นกำเนิดของรถไฟในยุคแรกๆ ผู้คนมักเห็นขบวนรถวิ่งไปบนเส้นทางตามพื้น โดยใช้ม้าลากจูง จึงบัญญัติศัพท์คำว่า Railway เพื่อใช้เรียกขานระบบขนส่งแบบนี้ ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกาจะใช้คำว่า Railroad หมายถึงทางที่ทำด้วยราง และคำศัพท์นี้ได้กลายเป็นชื่อสามัญที่ใช้เรียกขบวนรถไฟที่วิ่งอยู่บนรางจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่ารถไฟในระยะแรกมีเพียงสองส่วน คือ รางและขบวนรถไฟ ดังรูปที่ 2.3 ต่อมาเมื่อการเดินรถมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงต้องมีส่วนประกอบอีกสองอย่างเพิ่มขึ้น นั่นคือระบบอาณัติสัญญาณควบคุมการเดินขบวนรถไฟ (signaling system) และระบบการบริหารระบบขนส่งรถไฟ [5]

รูปที่ 2.3 รางรถไฟ [5]

ในปี พ.ศ. 2440 **รูดอล์ฟ ดีเซล (Rudolph Diesel)** ได้ประดิษฐ์เครื่องยนต์ดีเซลขึ้น เครื่องยนต์ดีเซลจึงได้ถูกนำมาใช้ในการขับเคลื่อนขบวนรถไฟ ต่อมาได้พัฒนามาเป็นรถจักรดีเซลไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปหมุนมอเตอร์ที่ล้อ และรถจักรดีเซลไฮดรอลิกที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลหมุนถ่ายทอดกำลังกลไปขับล้อกำลังของรถจักรโดยผ่านระบบเฟือง ต่อมาเกิดการพัฒนาเป็นระบบรถไฟโดยใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน โดยรถไฟฟ้าจะใช้มอเตอร์ในการถ่ายทอดกำลัง เพื่อสร้างแรงฉุดลากขบวนรถไฟเช่นเดียวกัน เพียงแต่ไม่มีเครื่องยนต์ติดตั้งอยู่บนขบวนรถเท่านั้น นับจากวันนั้นเป็นเวลานานกว่า 200 ปีแล้ว [5] ที่รถไฟถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และมีส่วนช่วยให้การพัฒนาอุตสาหกรรมของโลกก้าวหน้ามาจนถึงปัจจุบัน

2.1.2 นิยามรถไฟความเร็วสูง

นิยามของระบบรถไฟความเร็วสูง (ตามที่กำหนดโดย European Council Directive 96/48) คือระบบที่สร้างใหม่เป็นพิเศษ เพื่อให้รถไฟสามารถวิ่งด้วยความเร็วตั้งแต่ 250 กม./ชม. ขึ้นไป หรือระบบทางที่ปรับปรุงจากระบบทางเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้รถไฟสามารถวิ่งด้วยความเร็วได้ประมาณ 200 กม./ชม. ปัจจุบันผู้นำทางด้านเทคโนโลยีของรถไฟฟ้าความเร็วสูงต่างๆ ได้มีการแข่งขันเพื่อเพิ่มความเร็วเชิงพาณิชย์ของขบวนรถ รูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่ารถไฟสามารถทำความเร็วได้มากกว่าที่ 300 กม./ชม.



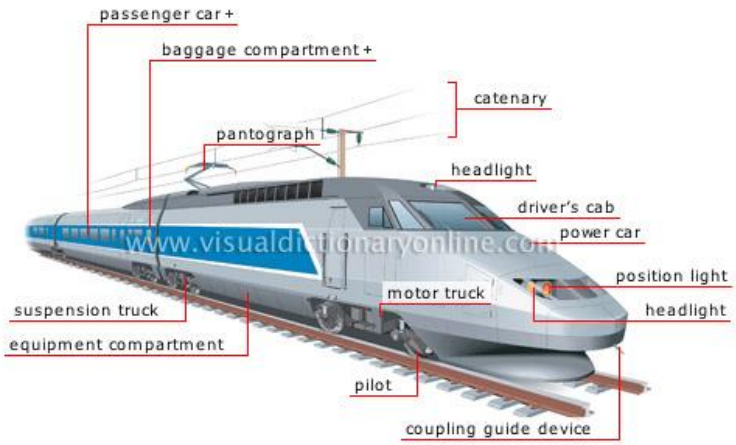
รูปที่ 2.4 ชนิดของขบวนรถไฟความเร็วสูงที่มีใช้งานในปัจจุบัน [6]

2.1.3 ชนิดรถไฟความเร็วสูง และหลักการทำงาน

รถไฟความเร็วสูงแยกเป็น 2 ประเภทหลักๆคือ ประเภทธรรมดา มีล้อมีราง และประเภทแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่มีล้อ ไม่มีรางแต่ละชนิดมีข้อดี ข้อเสีย ราคา และความเหมาะสมต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันไป [6]

2.1.3.1 รถไฟความเร็วสูงประเภทระบบธรรมดา

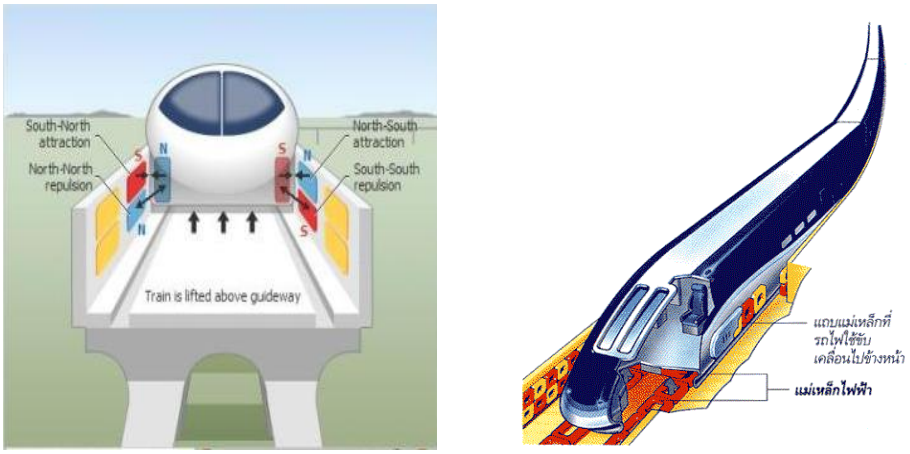
รถไฟความเร็วสูงระบบธรรมดาเป็นรถไฟชนิดมีล้อ และต้องมีรางรถไฟ และใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน โดยต้องรับกระแสไฟฟ้าจากระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าที่อยู่นอกตัวรถ มาสร้างกำลังขับเคลื่อน ดังรูปที่ 2.5 รถไฟความเร็วสูงเกือบทั้งสิ้นเป็นรถไฟฟ้า รถไฟฟ้ามีพิสัยทำการไกลเท่าที่จะมีสายส่งกระแสไฟฟ้าเดินไปถึง ไม่ต้องแวะเติมเชื้อเพลิง และไม่ต้องบำรุงรักษาบ่อยครั้งเหมือนรถไฟดีเซล จึงสามารถใช้สอยได้คุ้มค่าการลงทุนมากกว่า ในด้านผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมนั้น รถไฟฟ้าไม่มีเสียงดังจากเครื่องยนต์ ไม่ปล่อยไอเสียออกสู่บรรยากาศ รถไฟความเร็วสูงจึงเหมาะสำหรับระบบขนส่งในเมืองที่ต้องการรักษาสภาพแวดล้อมของอากาศได้เป็นอย่างดี [6]



รูปที่ 2.5 รถไฟความเร็วสูงระบบธรรมดา มีล้อและมีรางใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน [7]

2.1.3.2 ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Levitation) หรือแมกเลฟ (Maglev)

ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า [5] เป็นรถไฟชนิดที่ไม่มีล้อ และไม่มีรางรถไฟ เป็นเทคโนโลยีใหม่ล่าสุดของโลก จะใช้เทคโนโลยี Maglev เป็นระบบที่ให้รถไฟวิ่งอยู่เหนือรางดังรูปที่ 2.6 โดยใช้พลังแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างแม่เหล็กตัวนำพิเศษบนรถไฟ และมีขดลวดบนพื้นดิน เมื่อแม่เหล็กผ่านไปด้วยความเร็วสูง จะเกิดการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าภายในขดลวด ซึ่งจะแปรสภาพเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าชั่วขณะ ผลก็คือทำให้เกิดพลังผลักแม่เหล็กตัวนำพิเศษขึ้นด้านบน และเกิดพลังที่ดึงแม่เหล็กขึ้นด้านบนในขณะเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้รถไฟลอยขึ้นได้ โดยพลังผลักดันและพลังดึงดูดที่เกิดจากแม่เหล็ก จะขับเคลื่อนรถไฟระบบแม่เหล็กไฟฟ้าไปข้างหน้าด้วยความเร็วสูง



รูปที่ 2.6 ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่มีล้อ ไม่มีราง [7]

2.2 ผลิตผลของการขนส่ง

ผลิตผลของการขนส่ง [8] สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือผลิตผลของการขนส่งผู้โดยสาร และผลิตผลการขนส่งสินค้า

2.2.1. ผลิตผลของการขนส่งผู้โดยสาร

ผลิตผลของการขนส่งผู้โดยสาร เป็นการให้บริการในการขนส่งบุคคลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งซึ่งมีหน่วยการวัดผลิตผลเป็นผู้โดยสาร-ไมล์ (Passenger-Mile) ผู้โดยสาร-กิโลเมตร (Passenger-Kilometer) ที่นั่ง-ไมล์ (Seat-Mile) และที่นั่ง-กิโลเมตร (Seat-Kilometer)

2.2.2 ผลิตผลของการขนส่งสินค้า

ผลิตผลของการขนส่งสินค้า เป็นการให้บริการในการขนส่งสินค้าจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง หน่วยการวัดผลิตผลเป็น ตัน-กิโลเมตร (Ton-Kilometer)

2.3 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption Index; SEC)

ค่าการใช้พลังงานจำเพาะเป็นค่าที่บ่งถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และเป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งสำหรับการวัดและการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน [9] ซึ่งหมายถึงปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตต่อปริมาณผลผลิต 1 หน่วย โดยค่าส่วนใหญ่เป็นอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ใช้กับผลผลิตที่ได้ โดย “ผลผลิต” อาจอยู่ในรูปปริมาณ มูลค่า หรือจำนวนครั้งของการใช้บริการก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของหน่วยธุรกิจ ซึ่งค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะนี้สามารถนำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับหน่วยธุรกิจอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน และใช้เป็นข้อกำหนดเป้าหมาย หรือเปรียบเทียบในการปรับปรุงการใช้พลังงานของหน่วยธุรกิจนั้นๆ ได้อีกด้วย

สำหรับการศึกษานี้ เป็นการศึกษาพลังงานที่ใช้ในระบบขนส่งผู้โดยสาร ประเภทรถไฟความเร็วสูง ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะนี้ จะเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่าง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อจำนวนผู้โดยสารต่อระยะทางที่ได้รับการบริการ

$$\text{ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)} = \frac{\text{ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)}}{\text{จำนวนผู้โดยสาร (คน) x ระยะทาง (กิโลเมตร)}} \qquad (2.1)$$

2.4 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การขนส่งระบบรถไฟความเร็วสูงนั้นจะมีการปล่อยมลภาวะ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศในอัตราส่วนที่น้อยกว่าระบบการขนส่งประเภทอื่น [10] เนื่องจากรถไฟความเร็วสูงใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นหนึ่งในองค์ประกอบของก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ที่เกิดขึ้นมากที่สุด ภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยเป็นภาคที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูง เนื่องจากส่วนใหญ่ผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถไฟความเร็วสูงจะอ้างอิงวิธีการคำนวณจากการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของการผลิตไฟฟ้า โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{CO}_2 \text{ Emission factor ของไฟฟ้า} = \frac{\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ } (\text{kgCO}_2)}{\text{ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh)}} \qquad (2.2)$$

ซึ่งจากข้อมูล ค่าการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในปี พ.ศ. 2555 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 พบว่าการผลิตไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 0.54 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ปีพ.ศ. 2555 [15]

เดือน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน)					$kgCO_2$ /kWh
	น้ำมันดีเซล	น้ำมันเตา	ลิกไนต์	ก๊าซธรรมชาติ	รวม	
มกราคม	1,056	10,989	1,503,792	1,783,843	3,299,681	0.51
กุมภาพันธ์	2,119	50,520	1,380,331	1,861,647	3,294,617	0.49
มีนาคม	5,656	9,269	1,476,697	2,229,703	3,721,324	0.51
เมษายน	1,972	289,747	1,504,957	1,900,338	3,697,014	0.54
พฤษภาคม	4,531	290,556	1,572,677	2,103,518	3,971,281	0.55
มิถุนายน	1,822	73,001	1,548,881	1,809,692	3,433,396	0.51
กรกฎาคม	7,212	44,973	1,406,346	2,250,700	3,709,230	0.55

ตารางที่ 2.1(ต่อ) ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตปีพ.ศ. 2555 [15]

เดือน	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน)					$kgCO_2/kWh$
	น้ำมันดีเซล	น้ำมันเตา	ลิกไนต์	ก๊าซธรรมชาติ	รวม	
สิงหาคม	3,007	85,282	1,605,597	1,989,167	3,683,053	0.57
กันยายน	12,022	29,273	1,401,407	2,085,245	3,527,947	0.56
ตุลาคม	3,163	63,775	1,380,377	2,148,302	3,595,616	0.55
พฤศจิกายน	4,805	21,383	1,523,029	2,245,400	3,794,618	0.54
ธันวาคม	3,540	0	1,413,559	2,190,217	3,607,316	0.56
รวม	50,904	968,767	17,717,652	24,597,771	43,335,094	0.54

หมายเหตุ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ที่ผลิตได้ในปี พ.ศ. 2555 เท่ากับ 80,791,160,678 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ดังนั้นในกรณีรถไฟความเร็วสูงจะสามารถหาค่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากสมการที่ 2.3 ดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ } (kgCO_2) = \frac{CO_2 \text{ Emission factor ของไฟฟ้า}}{\text{ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ } (kWh)} \qquad (2.3)$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นารีรัตน์ เกษมพัฒนการ [8] ทำการศึกษาเชิงวิเคราะห์พลังงานของการขนส่งมวลชนของกรุงเทพมหานครโดยรถไฟฟ้า โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาทำให้สามารถวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้าแบบถดถอยเชิงเส้นพบว่าปริมาณการใช้พลังงานมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้โดยสารอย่างยิ่งโดยเฉพาะในวันทำงาน ส่วนระยะทางมีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า การเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของรถไฟฟ้าต่อคน-กิโลเมตรระหว่างสองเส้นทางพบว่า สายสุขุมวิทมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของรถไฟฟ้าต่อคน-กิโลเมตรน้อยกว่าสายสีลม เนื่องจากสายสุขุมวิทมีผู้โดยสารมากกว่าและระยะทางยาวกว่า ค่าพลังงานต่อคน-กิโลเมตรน้อยที่สุดพบในช่วงเวลาเร่งด่วน 18.00 น. – 19.00 น. คือ 0.026 kWh/p-km จากผลการศึกษาวิจัยเสนอว่าควรมีการปรับปรุงตารางเวลาการดำเนินงานของรถไฟฟ้าเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุดโดยเฉพาะในวันหยุด

ปิติ ปิตา [9] ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงาน การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าทางรถไฟของขบวนรถด่วนพิเศษนครพิงค์ ซึ่งเป็นรถปรับอากาศที่เดินทางระหว่างกรุงเทพฯ-เชียงใหม่ และขบวนรถขนส่งน้ำมันดิบที่เดินทางระหว่างสถานีแม่น้ำบึงพระ ผลการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเพาะของการขนส่งผู้โดยสาร และขนส่งสินค้าพบว่ามีค่าเท่ากับ 1.3 ลิตร/ร้อยคน-กิโลเมตร และ 3,481 gCO_2/ร้อยคน-กิโลเมตร, $1.42x10^{-2}$ ลิตร/ร้อยตัน-กิโลเมตร และ 37.95 gCO_2/ร้อยตัน-กิโลเมตร ตามลำดับ ผลการศึกษาชนิดของหัวรถจักรดีเซลไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการขนส่งผู้โดยสารซึ่งมีรหัส ADD., AHK., ALS., GEA. และ HID. และสำหรับการขนส่งสินค้าที่ใช้หัวรถจักรเพิ่มจากการขนส่งผู้โดยสารอีก 1 รุ่น คือ ALD. พบว่า หัวรถจักร ALS. และ ALD. มีการใช้พลังงานต่ำสุดสำหรับการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าตามลำดับ นอกจากนี้การศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อค่าการใช้พลังงานจำเพาะสำหรับการขนส่งผู้โดยสาร ได้แก่ จำนวนและชนิดของตู้โดยสาร และอุณหภูมิอากาศ ขณะที่จำนวนรถพ่วงสินค้า และน้ำหนักของสินค้าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำมันในการขนส่งสินค้ามากที่สุด ดังนั้นการจัดการปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสมทั้งการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

สาตถ์วิภัช พรนภดร [10] ทำการศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณและแนวโน้มของการใช้พลังงานในภาคการขนส่งมวลชน โดยรถโดยสารประจำทาง และรถไฟใต้ดินในกรุงเทพมหานคร พบว่าปริมาณการใช้พลังงานในรถปรับอากาศเอนจีวีมีปริมาณการใช้พลังงานมากที่สุด และพบว่าจำนวนรถโดยสารขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.55 ต่อปี

เนื่องจากมาจากการที่ผู้โดยสารเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปใช้ระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ ที่มีความสะดวกสบายมากกว่า เช่น รถตู้โดยสารและรถไฟฟ้า เป็นต้น และได้ทำการวิเคราะห์และทำนายความต้องการการใช้พลังงานของรถโดยสารของกรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2555 ได้เท่ากับ 4,742 TJ ซึ่งจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 348 $GgCO_2$ ผลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าความต้องการพลังงานและการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถโดยสารประจำทางในกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2550 จะลดลงร้อยละ 7.10 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2549 สำหรับการศึกษาการใช้พลังงานของรถไฟใต้ดินนั้นพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2550 มีผู้โดยสารมากขึ้นร้อยละ 3.88 ในขณะที่ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 8.93 เนื่องมาจากการใช้มาตรการการประหยัดพลังงานของผู้ประกอบการ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8,155,541 kWh/เดือน โดยแยกได้เป็นส่วนการเดินรถร้อยละ 23.64 และส่วนของสถานีร้อยละ 76.36 และมีค่าการใช้พลังงานจำเพาะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.296 kWh/p-km และมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเพาะของรถไฟฟ้าใต้ดินเท่ากับ 0.216 $kgCO_2$/p-km ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการขนส่งทางรถประจำทาง

Feng [11] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้าความเร็วสูงโดยพิจารณาหาค่าความเร็วที่เหมาะสมสำหรับรถไฟฟ้าความเร็วสูง ที่จะทำให้ประหยัดพลังงาน รวมถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของรถไฟฟ้าความเร็วสูงในการขนส่งให้สูงขึ้น โดยการศึกษานี้ต้องพิจารณาหลายปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างระหว่างสถานี ความเร็วของรถไฟฟ้าความเร็วสูง ระยะเวลาที่ใช้ รวมถึงความลาดชันและความโค้งของเส้นทางรถไฟฟ้าความเร็วสูงด้วย โดยงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ค่าพลังงานที่ใช้ ในการเดินรถไฟฟ้าความเร็วสูง(Traction energy cost: TEC) และระยะเวลาที่ใช้ (Transport operation time: TOT) ต่อจำนวนผู้โดยสาร 10,000 คน-กิโลเมตร โดยใช้แบบจำลอง พบว่าเมื่อความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้นค่า TEC จะสูงขึ้น แต่ค่า TOT จะลดลง นอกจากนี้ความถี่ในการหยุดจอดและระยะห่างแต่ละสถานี ยังมีผลกับค่า TEC และค่า TOT อีกด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าระยะห่างระหว่างสถานียิ่งมาก ค่าทั้งสองก็จะยิ่งต่ำลง ดังนั้นในการพิจารณาถึงค่าความเร็วที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาทั้งค่า TEC และค่า TOT เพราะที่ความเร็วสูงมากเกินไป จะสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น แต่จะประหยัดเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งจะเพิ่มแรงจูงใจให้คนมาใช้ระบบขนส่งมวลชนมากขึ้น

Ballis และ Golias [12] ได้ทำการประเมินค่าทางเทคนิคและคำนวณเพื่อทำการพัฒนาให้เพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และประสิทธิภาพของการขนส่งทางราง การประเมินได้คำนึงถึงค่าปัจจัยหลักที่เป็นตัวแปรสำคัญ เช่น ความยาวของราง ระยะทาง เป็นต้น โดยจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการขนส่งทางรางแบบทั่วไปกับการขนส่งทางรางที่พัฒนาแล้ว ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่ความสามารถของระบบการขนส่ง, การสร้างแบบจำลองของระบบการขนส่ง และการประเมิน

เรื่องเงินลงทุน ผลของงานวิจัยได้มีการเปรียบเทียบจากการคำนวณประสิทธิภาพในระบบการขนส่งระหว่างการขนส่งทางรางแบบทั่วไปและการขนส่งทางรางแบบพัฒนาแล้ว ในเส้นทางที่ทำการศึกษาจะมีการจัดการที่การแตกต่างกันไป

Kolb และ Wacker [13] ได้ศึกษาการหาค่าเฉลี่ยของตัวประกอบของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการขนส่งในกรณีต่างๆกัน โดยทำการตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานกับการปลดปล่อยมลพิษผลงานวิจัยแสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยตัวประกอบการปลดปล่อยมลพิษที่จะมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละกรณีและรูปแบบการขนส่ง และงานวิจัยนี้ได้แสดงถึงผลการศึกษาเรื่องแนวโน้มของการขนส่งผู้โดยสาร หรือการขนส่งมวลชนด้วย

โอภาส สุขหวาน [14] ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการขนส่งที่มีผลต่อความเป็นอยู่ของประชาชนและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณความต้องการพลังงานในภาคการขนส่ง โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม ENPEP โดยใช้ข้อมูล การใช้พลังงาน และ GDP ในภาคการขนส่ง รายได้ต่อคน และมูลค่าการส่งออก จากการวิเคราะห์พบว่าการใช้พลังงานในภาคการขนส่งมีอัตราค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการขนส่งทางบก ในส่วนการประมาณความต้องการการใช้พลังงาน ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ประเมินจากความต้องการใช้พลังงานก่อนและหลังการเกิดวิกฤติเศรษฐกิจปีพ.ศ. 2539 ผลการประเมินกรณีแรก อัตราความต้องการพลังงานเติบโตต่อเนื่องจากในอดีตมีการเจริญเติบโตรายปีเฉลี่ยร้อยละ 8.36 ส่วนกรณีหลังอัตราการต้องการพลังงานชะลอตัวลงจากสภาวะทางเศรษฐกิจโดยมีการเติบโตรายปีเฉลี่ยร้อยละ 0.07

จากการปริทัศน์งานวิจัยในขั้นต้นพบว่างานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานและปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการขนส่งมวลชน จากการศึกษาพบว่ามีแนวทางการคิดวิเคราะห์ที่คล้ายกัน กล่าวคือ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ทั้งในเรื่องของปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ระยะที่เดินทาง จำนวนผู้ใช้บริการและอื่นๆ โดยเมื่อรวบรวมข้อมูลได้เพียงพอแล้ว จึงได้นำข้อมูลมาทำการคิดวิเคราะห์ซึ่งแนวทางการคิดวิเคราะห์จากที่ได้ศึกษางานวิจัยเหล่านี้พบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง คือ คิดวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานและปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือวิเคราะห์โดยดัชนีชี้วัดพลังงานที่นิยมใช้กันคือ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption) โดยเป็นการเทียบการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้โดยสารและระยะทางที่ได้รับบริการ

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาการใช้พลังงานและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศที่มีการใช้งานรถไฟความเร็วสูงอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส เยอรมัน เป็นต้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเลือกรถไฟความเร็วสูงที่เหมาะสมมาใช้ในประเทศไทย ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3.1 ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลทั่วไป

ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยจากแหล่งต่างๆทั้งใน และต่างประเทศ เกี่ยวกับรถไฟความเร็วสูง พร้อมทั้งศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูง

3.1.2 รวบรวมข้อมูลทั่วไป

เก็บรวบรวมข้อมูลสำคัญ เช่น จำนวนผู้โดยสาร ความต้องการในการเดินทาง ระยะทาง กำลังไฟฟ้าที่ใช้ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานและการปล่อย CO_2 ของรถไฟความเร็วสูง

3.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

ศึกษาการใช้พลังงานจำเพาะ และการปล่อย CO_2 ของรถไฟความเร็วสูงในประเทศที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และเลือกมาหนึ่งประเทศเพื่อนำข้อมูลระบบไฟฟ้ามาใช้คำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้า จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกรณีมีรถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย จากข้อมูลระบบไฟฟ้าของต่างประเทศ ระยะทางและปริมาณความต้องการในการเดินทางของประเทศไทย

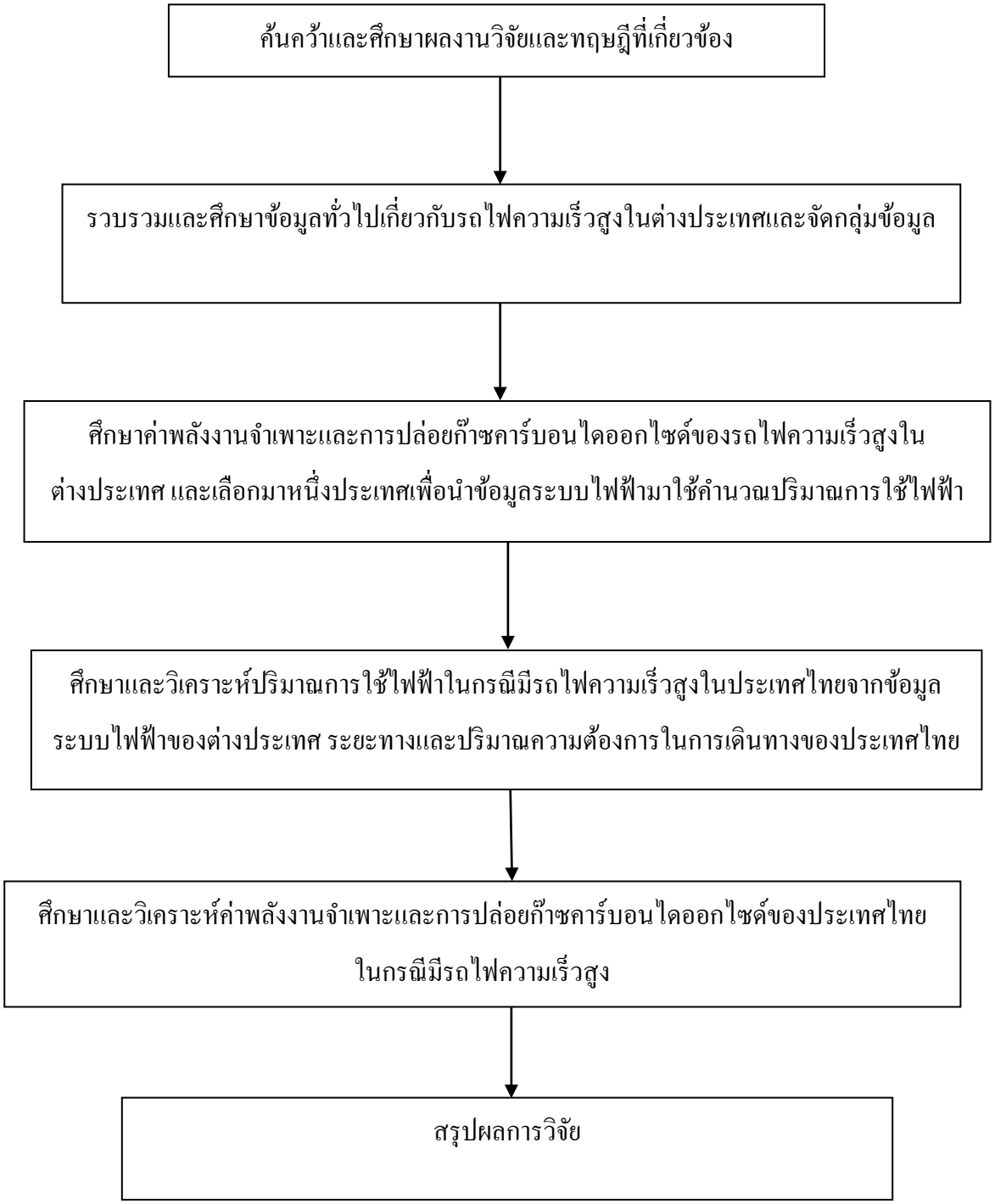
3.1.4 วิเคราะห์ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

วิเคราะห์ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยในกรณีมีรถไฟความเร็วสูง

3.1.5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการเลือกใช้รถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย ตลอดจนสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนาและส่งเสริมการขนส่งระบบราง

3.1.6 จัดทำรายงานการศึกษาวิจัยฉบับสมบูรณ์



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้แบ่งประเภทของข้อมูลเป็นข้อมูลทั่วไปที่ได้จากงานวิจัยที่มาผ่านสถิติข้อมูลทั่วไปที่มีการเผยแพร่ และข้อมูลจากรายงานฉบับสมบูรณ์ของการศึกษาแผนแม่บท [3] เพื่อพัฒนาระบบรางและรถไฟความเร็วสูงปี พ.ศ. 2553 ซึ่งได้แก่

1. ระยะทางการวิ่งของรถไฟความเร็วสูงในแต่ละเที่ยวของการเดินรถ รวมทั้งเส้นทางการเดินรถไฟความเร็วสูงทั้งของต่างประเทศและประเทศไทย
2. ความเร็วและความเร็วสูงสุดในการเดินทางโดยรถไฟความเร็วสูง
3. จำนวนผู้โดยสารมาใช้บริการในแต่ละเที่ยวของการเดินรถ
4. ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ
5. ค่าพลังงานจำเพาะและค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของต่างประเทศ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ตามขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษาและพิจารณาข้อมูลระยะทาง ความเร็ว จำนวนผู้โดยสาร ระบบไฟฟ้า ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption; SEC) ในรูปพลังงานไฟฟ้าต่อจำนวนผู้โดยสารระยะทาง และค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 emission) ของรถไฟความเร็วสูงในประเทศญี่ปุ่น ฝรั่งเศส อังกฤษ สเปน เยอรมนี
- นำค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะและค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงทั้ง 5 ประเทศ มาทำการเปรียบเทียบกัน แล้วเลือกข้อมูลของประเทศที่มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดไปใช้
- นำข้อมูลระบบไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงประเทศญี่ปุ่นและข้อมูลจากแผนแม่บทฯของประเทศไทย มาใช้ในการประมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยในกรณีมีรถไฟความเร็วสูง
- นำข้อมูลแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้ ไปคิดคำนวณค่าการใช้พลังงานจำเพาะ และค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย

บทที่ 4 แผนแม่บทรถไฟความเร็วสูง

จากการศึกษาแผนแม่บทเพื่อพัฒนาระบบราง และรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย พบว่าโครงการรถไฟความเร็วสูง ได้ทำการเปรียบเทียบเส้นทางตามแนวทางรถไฟที่ออกจากกรุงเทพฯ ไปทุกทิศทาง เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของระบบรถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย ซึ่งประเด็นที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังนี้

4.1 ระยะทางระหว่างเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาเทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ พบว่ารถไฟความเร็วสูงจะสามารถแข่งขันกับรถไฟธรรมดาได้ดีที่ระยะทางมากกว่า 200 กิโลเมตรและไม่เกิน 800 กิโลเมตร สำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบรถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย [6] ในการพิจารณาด้านระยะทางระหว่างเมืองสำคัญ การศึกษาโครงการฯ ได้กำหนดให้กรุงเทพมหานครเป็นจุดศูนย์กลาง โดยสำหรับสายเหนือ สายตะวันออกเฉียงเหนือ และสายใต้ ในกรณีที่ใช้เส้นทางรถไฟสายใต้เดิม จะมีจุดต้นทางอยู่ที่บางซื่อ ส่วนสายใต้ กรณีที่ใช้เส้นทางสายแม่กลอง จุดต้นทางจะอยู่ที่วงเวียนใหญ่ และสายตะวันออก จะมีจุดต้นทางอยู่ที่มักกะสัน ซึ่งจะมีความได้เปรียบในด้านของการเชื่อมต่อการเดินทาง เนื่องจากเป็นสถานีรับส่งผู้โดยสารท่าอากาศยานในเมือง (City Air Terminal) รองรับการเดินทางต่อเนื่องของ ผู้โดยสารที่จะสามารถเข้าถึงระบบการขนส่งได้หลายระบบ ซึ่งระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึงเมืองสำคัญในเส้นทางสายต่างๆ [14] สรุปได้ดังนี้

สายเหนือ	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - นครสวรรค์	ระยะทาง 240 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - พิษณุโลก	ระยะทาง 382 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - เด่นชัย	ระยะทาง 528 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - เชียงใหม่	ระยะทาง 745 กม.
สายตะวันออกเฉียงเหนือ	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - นครราชสีมา	ระยะทาง 256 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - ขอนแก่น	ระยะทาง 443 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - อุบลราชธานี	ระยะทาง 570 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - หนองคาย	ระยะทาง 615 กม.

สายตะวันออก	กรุงเทพฯ (มักกะสัน) - บางปะกง - ระยอง	ระยะทาง 256 กม.
	กรุงเทพฯ (มักกะสัน) - ฉะเชิงเทรา - ระยอง	ระยะทาง 243 กม.
	กรุงเทพฯ (มักกะสัน) - อรัญประเทศ	ระยะทาง 270 กม.
	กรุงเทพฯ (มักกะสัน) - ฉะเชิงเทรา - จันทบุรี	ระยะทาง 335 กม.
สายใต้	กรุงเทพฯ (วงเวียนใหญ่) - แม่กลอง - หัวหิน	ระยะทาง 185 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - หัวหิน	ระยะทาง 225 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - สุราษฎรธานี	ระยะทาง 648 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - หาดใหญ่	ระยะทาง 937 กม.
	กรุงเทพฯ (บางซื่อ) - ปาดังเบซาร์	ระยะทาง 982 กม.

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาเทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูงที่ใช้เป็นระดับที่มีความเร็วสูงสุด ระหว่าง 200 - 250 กม./ชม. ซึ่งเป็นระบบที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดที่สูง เนื่องจากมีผู้ผลิตหลายรายทั่วโลก ระยะทางที่เหมาะสมมักจะไม่เกิน 800 กม. ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในบางจังหวัดข้างต้นจะมีระยะทางที่มากเกินไป แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณความต้องการในการเดินทางก็จะเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณาลงทุน ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกเมืองสำคัญสำหรับปลายทางโครงการนั้น นอกจากระยะทางแล้ว จะต้องพิจารณาในด้านอื่นๆรวมด้วยเสมอ

4.2 ปริมาณความต้องการในการเดินทาง

แม้ว่าระยะทางระหว่างเมืองจะเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับรถไฟความเร็วสูง ที่ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลดระยะเวลาในการเดินทาง แต่ในด้านการพิจารณาเพื่อลงทุนระบบนั้น ปริมาณความต้องการในการเดินทางก็เป็นปัจจัยที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าระยะทาง เนื่องจากปริมาณความต้องการในการเดินทางจะแปรผันโดยตรงกับผลประโยชน์ที่จะได้รับจากระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลง ดังนั้นถ้ามีปริมาณความต้องการในการเดินทางสูงก็ยิ่งทำให้ระบบมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากขึ้น

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความต้องการในการเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปยังเมืองสำคัญต่างๆ [6]

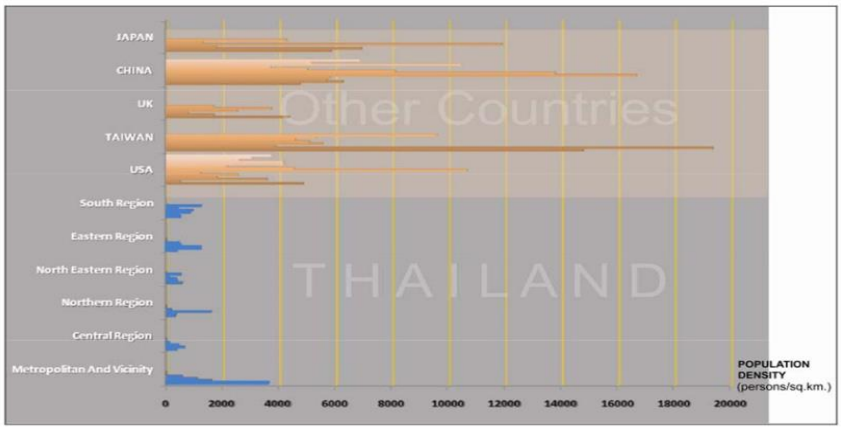
สาย	เส้นทาง	ปริมาณความต้องการในการเดินทาง (คน/วัน)
สายเหนือ	กรุงเทพฯ – ลพบุรี	11300
	กรุงเทพฯ – นครสวรรค์	18600
	กรุงเทพฯ – พิษณุโลก	7800
	กรุงเทพฯ – เชียงใหม่	12800
สายตะวันออกเฉียงเหนือ	กรุงเทพฯ – สระบุรี	15200
	กรุงเทพฯ – นครราชสีมา	22000
	กรุงเทพฯ – ขอนแก่น	18200
	กรุงเทพฯ – หนองคาย	4900
	กรุงเทพฯ – อุบลราชธานี	1737
สายตะวันออก	กรุงเทพฯ – ฉะเชิงเทรา	19200
	กรุงเทพฯ – ชลบุรี	54600
	กรุงเทพฯ – ระยอง	27700
	กรุงเทพฯ – จันทบุรี	19800
	กรุงเทพฯ – ตราด	7600
	กรุงเทพฯ – สระแก้ว	13121
สายใต้	กรุงเทพฯ – นครปฐม	17300
	กรุงเทพฯ – ราชบุรี	14000
	กรุงเทพฯ – เพชรบุรี	7300
	กรุงเทพฯ – ประจวบคีรีขันธ์	7200
	กรุงเทพฯ – สุราษฎร์ธานี	13300
	กรุงเทพฯ – นครศรีธรรมราช	7800
	กรุงเทพฯ – สงขลา	8734

ในเส้นทางสายเหนือ ความต้องการในการเดินทางส่วนใหญ่จะอยู่ที่จังหวัดนครสวรรค์ นอกจากนี้ยังมีปริมาณความต้องการในการเดินทางต่อเนื่องไปยังจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดเชียงใหม่ในปริมาณค่อนข้างสูง สำหรับเส้นทางสายตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณความต้องการในการเดินทางสูงในเส้นทาง กรุงเทพฯ - นครราชสีมา และกรุงเทพฯ - ขอนแก่น สำหรับในเส้นทางสายกรุงเทพฯ - หนองคาย และกรุงเทพฯ - อุบลราชธานีนั้น แม้ว่าจะมีปริมาณผู้โดยสารน้อยกว่า แต่ก็อาจ

มีความคุ้มค่าในการลงทุนได้ หากระบบที่พัฒนาใช้มีการลงทุนไม่สูงมากนัก สำหรับเส้นทางสายตะวันออก จะเห็นได้ว่าเส้นทางกรุงเทพฯ - ชลบุรี นั้น มีปริมาณความต้องการในการเดินทางสูงมาก แต่มีระยะทางค่อนข้างสั้นสำหรับการเดินทางด้วยรถไฟความเร็วสูง การศึกษาโครงการฯ จึงเสนอเส้นทางให้ไปจนถึงระยอง นอกจากนั้นยังมีเส้นทางสายที่ไปสิ้นสุดยังอรัญประเทศ ซึ่งควรนำมาศึกษาไปพร้อมกัน ส่วนเส้นทางสายใต้นั้น พบว่าการเดินทางระหว่าง กรุงเทพฯไปประจวบคีรีขันธ์นั้นแม้จะมีปริมาณไม่มากนัก แต่หัวหินเป็นเมืองหลักของภูมิภาคที่เป็นศูนย์กลางการปกครองและการบริการระดับภูมิภาค อีกทั้งยังเป็นเมืองศูนย์กลางการท่องเที่ยว ซึ่งจะเหมาะสมในการเดินทางด้วยระบบรถไฟความเร็วสูง ส่วนเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจอื่นๆ ที่อยู่ถัดไป ได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช หาดใหญ่ และจุดสิ้นสุดแนวเส้นทางรถไฟปัจจุบันในประเทศไทยที่ปาดังเบซาร์

4.3 จำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากร

เมื่อเทียบกับประเทศที่มีการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูง ดังรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าสภาพการตั้งถิ่นฐานของประชากรในลักษณะที่เป็นเมืองใหญ่ มีความหนาแน่นของประชากรสูง ค่อนข้างแตกต่างจากประเทศที่มีการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูง กล่าวคือ เมืองที่อยู่ในเส้นทางรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศมีความหนาแน่นของประชากรสูงมาก สำหรับการวางแนวเส้นทางรถไฟความเร็วสูงของไทยจะพิจารณาจุดจอดตามเมืองหลักที่มีประชากรหนาแน่น เนื่องจากจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากรเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความต้องการในการเดินทาง ดังนั้น เมืองที่มีจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากรสูงจะมีศักยภาพในด้านของปริมาณการเดินทางระหว่างเมืองสูงในอนาคต



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของประชากรในเมืองหลักของประเทศไทยกับเมืองในเส้นทางรถไฟความเร็วสูงของต่างประเทศ [6]

อย่างไรก็ตาม การพิจารณาความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงในประเทศไทย นอกเหนือจากปริมาณ หรือความหนาแน่นของประชากรในเมืองหลักแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปริมาณการเดินทางที่เกิดจากการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นหนึ่งในภาคการผลิตที่สำคัญของไทย การศึกษาจำนวนประชากรในจังหวัดที่จะเป็นจุดจอด และสถานีปลายทางของรถไฟความเร็วสูง/รถไฟด่วนได้ใช้ข้อมูลรายอำเภอ ณ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของกรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์โดยได้สรุปลักษณะด้านประชากรในเมืองหลัก โดยแยกเป็นระดับอำเภอและระดับเทศบาล ที่เป็นศูนย์กลางของชุมชนเมือง ดังแสดงในตาราง ก.1 โดยมีรายละเอียดจากสถิติประชากรรายอำเภอ ดังนี้

4.3.1 จำนวนประชากรในเส้นทางสายเหนือ

อำเภอที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดคือ อำเภอเมืองพิษณุโลก มีจำนวน 268,650 คน รองลงมาคือ อำเภอเมืองลพบุรี มีจำนวน 249,907 คน ส่วนอันดับสาม ได้แก่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีจำนวน 243,065 คน ทั้งนี้เนื่องมาจากจังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางของการปกครอง การศึกษา การค้าและบริการ ตลอดจนเป็นศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า อย่างไรก็ดี แม้ว่าเชียงใหม่จะมีจำนวนประชากรในเขตอำเภอเมืองน้อยกว่าจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดลพบุรี แต่เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของประชากรในเขตอำเภอเมืองแล้วพบว่า จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีประชากรอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองหนาแน่นที่สุด เนื่องจากในเขตพื้นที่ปกครอง จะมีการแบ่งการปกครองในระดับท้องถิ่นที่จำแนกชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นออกมาจากชุมชนชนบทที่มีประชากรเบาบางกว่าในลักษณะของการประกาศเป็นเขตเทศบาล โดยเมื่อพิจารณาในขอบเขตของชุมชนเมืองที่ได้ประกาศเป็นเขตเทศบาลนคร (ประชากรมากกว่า 50,000 คน) หรือเขตเทศบาลเมือง (ประชากรมากกวา 10,000 คน) พบว่าเทศบาลเชียงใหม่เป็นชุมชนเมืองที่มีประชากรสูงที่สุดคือ 146,346 คน รองลงมาคือเทศบาลนครสวรรค์ จำนวน 91,872 คน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสัดส่วนประชากรทีอาศัยในชุมชนเมืองต่อประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชนชนบทกลับพบว่า เชียงใหม่มีสัดส่วนประชากรกระจุกตัวอยู่ในเมืองมากกว่าจังหวัดอื่นๆ อันเนื่องมาจากการเป็นศูนย์กลางการค้า การท่องเที่ยวและบริการในภาคเหนือ จึงส่งผลให้การเติบโตของประชากรเป็นไปอย่างรวดเร็ว

4.3.2 จำนวนประชากรในเส้นทางสายตะวันออกเฉียงเหนือ

เมืองหลักในระดับอำเภอที่มีจำนวนประชากรสูงที่สุด ได้แก่ อำเภอเมืองนครราชสีมา อันเนื่องมาจากการเป็นศูนย์กลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง คือ มีจำนวน 427,099 คน รองลงมาคือ อุบลราชธานีและปากช่อง มีจำนวน 371,637 และ 182,831 คนตามลำดับ แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาข้อมูลประชากรของจังหวัดสระบุรี พบว่าจะมีจำนวนประชากร น้อยกว่า 3 เมืองข้างต้น แต่ก็ยังมีลักษณะการกระจุกตัวของประชากรในเขตเมืองสูงกว่า คือ ที่ 0.57 : 1 นอกจากนี้จังหวัดสระบุรียังเป็น

จังหวัดที่มีการเพิ่มของจำนวนประชากรสูงที่สุดระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2551 ร้อยละ 10.88 ทำให้จังหวัดสระบุรีมีศักยภาพในการส่งเสริมการเดินทางโดยทางรถไฟได้เช่นเดียวกับปากช่องและนครราชสีมา

4.3.3 จำนวนประชากรในเส้นทางรถไฟสายตะวันออก

เส้นทางรถไฟสายตะวันออก เป็นเส้นทางที่มีความสำคัญในการเชื่อมโยงกรุงเทพมหานคร กับแหล่งงานในภาคอุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยเมืองหลักที่จะเป็นจุดจอดรถไฟความเร็วสูง มีบทบาทและความสำคัญแตกต่างกัน ได้แก่ เมืองฉะเชิงเทรา เป็นย่านที่อยู่อาศัยที่มีคนทำงานเดินทางเข้ามาทำงานในกรุงเทพมหานครในลักษณะไปเช้า-กลับเย็น เมืองพัทยา เป็นเมืองที่มีความสำคัญในด้านการท่องเที่ยว ส่วนระยองเป็นเมืองแหล่งงานภาคอุตสาหกรรมที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่วนจันทบุรีถึงแม้จะมีสัดส่วนจำนวนประชากรน้อยกว่าจังหวัดอื่นๆ แต่ก็มีความหนาแน่นของประชากรสูงที่สุด (3,482 คน/ตร.กม.) ไล่เลี่ยกับเมืองระยอง (3,411 คน/ตร.กม.) อีกทั้งมีศักยภาพในการส่งเสริมการท่องเที่ยวได้ในอนาคต คุณลักษณะด้านประชากรของจังหวัด จังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรสูงที่สุดในระดับอำเภอ แต่เป็นรองเมืองพัทยาในระดับชุมชนเมือง เนื่องจากเมืองพัทยาได้รับการประกาศเป็น เขตปกครองพิเศษทั้งพื้นที่ และมีลักษณะของการตั้งถิ่นฐานแบบเมืองเป็นส่วนใหญ่ สำหรับสัดส่วน ประชากรชุมชนเมืองต่อชุมชนชนบท เมืองฉะเชิงเทรา เมืองระยอง และเมืองจันทบุรี มีสัดส่วน ประชากรชุมชนเมืองต่อชุมชนชนบทที่ไม่แตกต่างกันมากนัก รวมทั้งความหนาแน่นของประชากรใน เมืองทั้งสามก็มีขนาดไล่เลี่ยกัน อย่างไรก็ตาม สิ่งที่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดที่สุด คือ การขยายตัวของประชากร รายอำเภอ จากปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2551 จังหวัดระยองมีจำนวนประชากรเพิ่มในสัดส่วนที่สูงที่สุด คือ ร้อยละ 9.58 ต่อปี อันเนื่องมาจากนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

4.3.4 จำนวนประชากรในเส้นทางสายใต้

จังหวัดที่มีบทบาทด้านประชากรสูงที่สุดในเส้นทางสายใต้ ได้แก่ จังหวัดนครปฐม และเมืองหัวหิน ทั้งในด้านจำนวนประชากรและสัดส่วนประชากรในชุมชนเมืองต่อชุมชนชนบท ที่อยู่ในอัตราสูงกว่าจังหวัดเพชรบุรีและราชบุรี ความสำคัญของจังหวัดนครปฐม นอกจากเป็นย่านที่อยู่อาศัยที่ไม่ไกลจากกรุงเทพ แล้ว ยังเป็นศูนย์กลางด้านการศึกษาที่มีบทบาทสำคัญในภูมิภาคตะวันตก สวนอำเภอหัวหินเป็นเมืองท่องเที่ยวด้านชายฝั่งทะเลอ่าวไทยที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วและอยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพ ทำให้มีธุรกิจการค้าและบริการที่เกี่ยวกับการท่องเที่ยวเกิดขึ้นมากโดยประชากร ตลอดจนธุรกิจการค้าบริการจะกระจุกตัวอยู่ในเทศบาลเมืองหัวหินมากที่สุด โดยในช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2551 ประชากรในอำเภอหัวหินมีการเพิ่มจำนวนในอัตราร้อยละ 13.29 ต่อปี ซึ่งสูงกว่าอำเภอเมืองนครปฐมที่เพิ่มจำนวนในอัตราร้อยละ 5.85 ต่อปี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าเมืองนครปฐมและหัวหินจะเป็นเมืองที่

มีบทบาทด้านประชากรสูงในเส้นทาง ภาคใต้ แต่เมืองเพชรบุรีก็มีลักษณะเด่นที่มีการกระจุกตัวของประชากรสูงที่สุด กล่าวคือในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีมีความหนาแน่นของประชากรสูงสุดประมาณ 4,651 คนต่อตารางกิโลเมตร รองลงมาคือเทศบาลเมืองราชบุรีที่มีความหนาแน่น 4,309 คนต่อตารางกิโลเมตร ทำให้เมืองทั้งสองมีลักษณะความเป็นชุมชนเมืองค่อนข้างสูง
จากการศึกษาพบว่า การที่เส้นทางรถไฟความเร็วสูงกำหนดสถานีจอดในชมชนเมืองที่มีจำนวนประชากรเมืองมากและมีความหนาแน่นสูงอยู่แล้ว จะทำให้ประชากรที่อาศัยอยู่ในเมืองดังกล่าวมีทางเลือกในการเดินทางที่มากขึ้น ซึ่งการจะส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวใช้บริการจำเป็นจะต้องศึกษาความต้องการ การเดินทางของประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยหลัก ส่วนการจะส่งเสริมให้ประชาชนจากชุมชนชนบท สามารถเข้ามาใช้บริการ (การขยายรัศมีการให้บริการ) จำเป็นจะต้องพิจารณาความสะดวกในการเดินทางเข้ามายังย่านสถานี การเชื่อมโยงระบบขนส่งที่เชื่อมโยงกันได้สะดวกและทั่วถึง ตลอดจนการ ปรับปรุงคุณภาพของการให้บริการของระบบรถไฟให้ดียิ่งขึ้น

4.4 การท่องเที่ยว

ในด้านการท่องเที่ยวนั้น พิจารณาจากข้อมูลจำนวนโรงแรมและปริมาณผู้เยี่ยมเยือนในจังหวัด/เมืองต่างๆ สรุปได้ดังตาราง ข.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในภาคเหนือ เชียงใหม่มีจำนวนโรงแรมและปริมาณผู้มาเยี่ยมเยือนสูงที่สุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมารวมปากช่อง มีจำนวนโรงแรมและปริมาณผู้มาเยี่ยมเยือนสูงที่สุด ภาคตะวันออก ชลบุรี รวมพัทยาและบางแสน มีจำนวนโรงแรมและปริมาณผู้มาเยี่ยมเยือนสูงที่สุด และในภาคใต้ สุราษฎร์ธานี มีจำนวนโรงแรมและปริมาณผู้มาเยี่ยมเยือนสูงที่สุด ซึ่งในด้านการท่องเที่ยวก็เป็นอีกหนึ่งด้านที่ใช้ในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจจัดทำรถไฟความเร็วสูงต่อไป

4.5 ผังเมือง ภาวะทางเศรษฐกิจและการลงทุนในพื้นที่

นโยบายการพัฒนาด้านผังเมืองในภูมิภาคต่างๆ ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นในระดับประเทศ ระดับภาค อนุภาค และกลุ่มจังหวัดในอนุภาค โดยผลการศึกษาผังแต่ละระดับจะมีการกำหนดกรอบการพัฒนาพื้นที่รายสาขาทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน การคมนาคมขนส่ง ด้านเศรษฐกิจ ด้านสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ ฯลฯ โดยในแต่ละระดับจะมีการกำหนดบทบาทและยุทธศาสตร์การพัฒนาพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน และแนวโน้มการเติบโตในอนาคต การที่จะวางเส้นทางระบบรถไฟความเร็วสูงเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั้น จะต้องคำนึงถึงระบบผังเมือง ผังประเทศ ในระดับต่างๆ รวมไปถึงการเชื่อมต่อระหว่างเมืองในโครงข่ายปัจจุบันร่วมด้วย

ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ผังเมือง และการกระจายตัวของ เมืองสำคัญในปัจจุบันนั้น จะอยู่ในแนวทิศทางออกจากกรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเส้นทางรถไฟ ความเร็วสูงที่กำหนดตามแนวรถไฟเดิม 4 เส้นทางนั้นผ่านเมืองหลักและเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจของภูมิภาคทั้งสิ้น
การพัฒนาทางเศรษฐกิจ และศักยภาพในการพัฒนาด้านการลงทุนของพื้นที่ในอนาคต ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผลประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการในระยะยาว เนื่องจากผลที่ได้จากการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงนั้น นอกจากความสะดวกสบายในด้านการคมนาคมขนส่ง ซึ่งจะดึงดูดให้มีการเติบโตทางเศรษฐกิจ และการท่องเที่ยวของพื้นที่แล้วนั้น การที่มีระบบรถไฟความเร็วสูง ยังทำให้ระบบการขนส่งสินค้าของพื้นที่โดยรวมมีขีดความสามารถในการขนส่งที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งผู้โดยสารในระบบใหม่จะทำให้ระบบเดิมจะมีความสามารถเหลือในการรองรับการขนส่งด้านอื่น เช่น การขนส่งสินค้าได้มากขึ้น ทั้งนี้แนวแกนการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ตามผังประเทศไทยจะประกอบด้วย

1) แกนการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้แก่ บางปะกง ชลบุรี ศรีราชา แหลมฉบัง พัทยา มาบตาพุด และระยอง
2) แกนการพัฒนาการท่องเที่ยวชายฝั่งทะเลตะวันตก ได้แก่ เพชรบูร ชะอำ หัวหิน ปราณบุรี และประจวบคีรีขันธ์
3) แกนการพัฒนาการค้าชายแดนกัมพูชา ได้แก่ กบินทร์บุรี สระแก้ว และอรัญประเทศ
4) แกนการพัฒนาเศรษฐกิจภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ นครราชสีมา ขอนแก่น อุดรธานี และหนองคาย
5) แกนการพัฒนาแนวตะวันออก-ตะวันตก มี 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มขอนแกน กาฬสินธุ์ มุกดาหาร และ กลุ่มพิษณุโลก สุโขทัย ตาก แม่สอด
6) แกนการพัฒนาแนวเหนือ - ใต้ ได้แก่ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ แพร่ พะเยา เชียงราย แม่สาย และเชียงของ

4.6 สรุปแนวทางเลือกเพื่อพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงสำหรับประเทศไทย

เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านต่างๆ ข้างต้น จะเห็นได้ว่า การกำหนดให้กรุงเทพมหานครเป็นจุดศูนย์กลางของระบบมีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากประชากรมีการกระจายตัวอย่างแน่นหนาในพื้นที่ อาจเรียกได้ว่าความต้องการในการเดินทางมีศูนย์กลางอยู่ที่กรุงเทพมหานครเป็นหลัก และเพื่อประหยัดงบประมาณในการเวนคืน และผลกระทบต่อชุมชนให้มากที่สุด การศึกษาโครงการฯ พิจารณาเห็นว่า การพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงควรทำไปตามแนวทางรถไฟเดิมโดยใช้เขตทางการรถไฟแห่งประเทศไทยให้มากที่สุด โดยเส้นทางที่จะทำการศึกษาสรุปได้ ดังนี้

- สายเหนือ เริ่มต้นที่กรุงเทพฯ โดยจะสิ้นสุดที่เชียงใหม่
- สายตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มต้นที่กรุงเทพ และสิ้นสุดที่หนองคาย และอุบลราชธานี
- สายตะวันออก เริ่มต้นที่กรุงเทพ และสิ้นสุดที่อรัญประเทศ และจันทบุรี
- สายใต้ เริ่มต้นที่กรุงเทพ สิ้นสุดที่ปาดังเบซาร์

จะเห็นว่าเส้นทางการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูง จากกรุงเทพมหานครไปยังภูมิภาคต่างๆ ทั้งใน 4 ทิศทางที่ทำการศึกษานั้น จะสามารถรองรับการเดินทางระหว่างเมืองสำคัญทางเศรษฐกิจ และการท่องเที่ยว และมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวของการเดินทางเป็นอย่างมากในอนาคต รวมทั้งส่งเสริมการพัฒนาเมืองหลัก และสนับสนุนแนวทางการพัฒนาของประเทศตามแนวแกนการพัฒนาทางเศรษฐกิจถึง 5 แนว (แกนพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก แกนการพัฒนาการท่องเที่ยวชายฝั่งทะเลตะวันตก แกนการพัฒนาเศรษฐกิจภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แกนการพัฒนาแนวตะวันออก - ตะวันตก และแกนการพัฒนาแนวเหนือ - ใต้)

อย่างไรก็ตาม เพื่อทำการศึกษาความเหมาะสมในเบื้องต้น เพื่อนำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญและพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาของส่วนต่างๆ การศึกษาโครงการฯ ได้กำหนดรูปแบบของระบบที่จะทำการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้น จากข้อพิจารณาด้านระดับความเร็วของระบบทั้งสิ้น 3 รูปแบบ กล่าวคือ ความเร็ว 120 กม./ชม.และ ความเร็ว 160 กม./ชม. โดยการพัฒนาทางคู่ Meter gauge โดยสร้างทางเดี่ยวใหม่ใช้ร่วมกับทางเดิม ส่วนความเร็ว 250 กม./ชม. สร้างทางคู่ใหม่ (Standard gauge) เป็นทางอิสระเฉพาะ (Dedicated Track) โดยทั้ง 3 รูปแบบจะนำไปทำการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นเส้นทางรถไฟด่วน/ความเร็วสูง สำหรับ เส้นทางต่างๆ ดังนี้

<u>สายเหนือ</u> ประกอบด้วยเส้นทาง

กรุงเทพฯ - นครสวรรค์
กรุงเทพฯ - พิษณุโลก
กรุงเทพฯ - เด่นชัย
กรุงเทพฯ - เชียงใหม่

<u>สายตะวันออกเฉียงเหนือ</u> ประกอบด้วยเส้นทาง

กรุงเทพฯ - นครราชสีมา
กรุงเทพฯ - ขอนแก่น
กรุงเทพฯ - สุรินทร์
กรุงเทพฯ - หนองคาย
กรุงเทพฯ - อุบลราชธานี

<u>สายตะวันออก</u> ประกอบด้วยเส้นทาง

กรุงเทพฯ - ระยอง (กรณีผ่านฉะเชิงเทรา)

กรุงเทพฯ - ระยอง (กรณีผ่านบางปะกง)

กรุงเทพฯ - จันทบุรี

กรุงเทพฯ - อรัญประเทศ

<u>สายใต้</u> ประกอบด้วยเส้นทาง

กรุงเทพฯ - หัวหิน (กรณีใช้แนวทางรถไฟสายใต้เดิม)

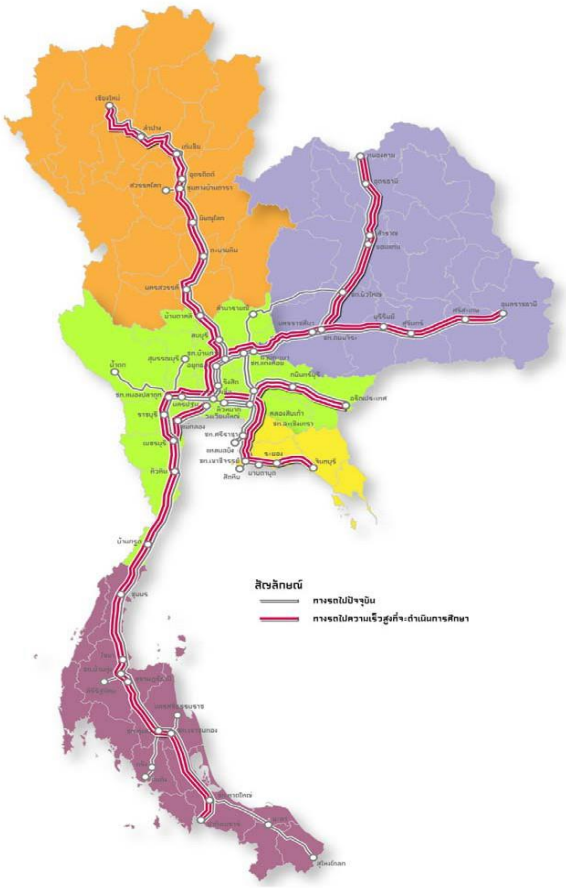
กรุงเทพฯ - หัวหิน (กรณีใช้ทางรถไฟสายแม่กลอง)

กรุงเทพฯ - สุราษฎร์ธานี

กรุงเทพฯ - หาดใหญ่

กรุงเทพฯ - ปาดังเบซาร์

แนวเส้นทางศึกษาสำหรับการพัฒนารถไฟด่วน/รถไฟความเร็วสูงที่พิจารณา แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แนวเส้นทางศึกษาสำหรับการพัฒนารถไฟด่วน/รถไฟความเร็วสูง [17]

บทที่ 5 ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย และศึกษาข้อมูลรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ เพื่อทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำรถไฟความเร็วสูงมาใช้ในประเทศไทย รวมถึงวิเคราะห์การใช้พลังงาน และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [18] ซึ่งประเทศที่ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษา คือ ประเทศฝรั่งเศส ประเทศญี่ปุ่น ประเทศอังกฤษ ประเทศเยอรมัน และประเทศสเปน โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

5.1 ผลการศึกษารถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ ซึ่งประเทศที่ทำการศึกษาคือ ประเทศฝรั่งเศส ประเทศญี่ปุ่น ประเทศอังกฤษ ประเทศเยอรมัน และประเทศสเปน ซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับประวัติ ความเป็นมาของรถไฟความเร็วสูงในประเทศนั้นๆ ศึกษาเส้นทาง เส้นทางที่ใช้ในการเดินรถ ศึกษาเกี่ยวกับความเร็ว ระยะทางในการเดินรถ รวมถึงศึกษาปริมาณพลังงานที่ใช้ และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นต้น ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

5.1.1 ประเทศฝรั่งเศส

รถไฟความเร็วสูง TGV ของประเทศฝรั่งเศส [22] เป็นรถไฟความเร็วสูงสายแรกของยุโรปที่เปิดให้บริการใน พ.ศ. 2510 สามารถทำความเร็วได้ถึง 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากนั้น Alstom ได้ปรับปรุง TGV ให้ใช้ระบบขับเคลื่อนพลังงานไฟฟ้าแบบเหนือหัว จึงทำให้ TGV Sud-Est ซึ่งเป็นรุ่นแรกที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็ว 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 320 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ต่อมา เกิดความต้องการสูงขึ้นจนไม่สามารถเพิ่มเที่ยวรถไฟได้แล้ว SNCF และ Alstom ได้ออกรถไฟรุ่นใหม่ที่มีชื่อว่า TGV Duplex เพื่อรองรับความต้องการของผู้โดยสารที่สูงขึ้น หลังจากนั้นความนิยมในการเดินทางระหว่างประเทศเพิ่มขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องออกรถไฟความรุ่นใหม่ เพื่อเชื่อมต่อการเดินทาง เช่นTGV TMST(Eurostar), TGV Thalys PBA & PBKA (Thalys), TGV POS(TGV Lyria), TGV 2N2 เป็นต้น ซึ่งรถไฟความเร็วสูงที่วิ่งในฝรั่งเศสแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ความเร็ว ระยะทาง เส้นทางและปีที่เริ่มใช้รถไฟความเร็วสูงในประเทศฝรั่งเศส [26]

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปี	ระยะทาง (km)
LGV Paris Sud Est	300	1981 /1983	419
LGV Atlantique	300	1989/1990	291
LGV Contournement Lyon	300	1992/1994	121
LGV Nord - Europe	300	1994/1996	346
LGV Interconnexion IDF	300	1994/1996	104
LGV Méditerranée	320	2001	259
LGV Est (First phase)	320	2007	332
(Figueres -) Frontière - Perpignan	300	2010	24
LGV Rhin - Rhône Br Est (First phase)	320	2011	140
LGV Est - Européenne(Second phase)	320	2016	122
LGV Bretagne - Pays de la Loire	320	2016	214
LGV Sud Europe Atlantique	300	2016	341
Contournement Nîmes - Montpellier	300	2017	80

รุ่นรถไฟความเร็วสูงที่นำมาใช้ศึกษาคือ TGV Duplex และ TGV Reseau ซึ่งมีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 320 กิโลเมตรต่อชั่วโมง TGV Duplex ผลิตโดย Alstom สามารถจุผู้โดยสารได้ 545 ที่นั่ง ระบบไฟฟ้าใช้ไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ 50 เฮิร์ต 8800 กิโลวัตต์ AC และ 1.5 กิโลโวลต์ DC ขนาดรางรถไฟความเร็วสูง 1.435 เมตร มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 0.039 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร และมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.0037 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรถไฟ-กิโลเมตร ส่วน TGV Reseau ผลิตโดย Alstom เช่นกันสามารถจุผู้โดยสารได้ 377 ที่นั่ง มีขบวนรถ 10 คัน ระบบไฟฟ้าใช้ไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ 50 เฮิร์ต 8800 กิโลวัตต์ AC และ 1.5 กิโลโวลต์ DC ขนาดรางรถไฟความเร็วสูง 1.435 เมตร มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 0.037 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร และมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.0036 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรถไฟ-กิโลเมตร

5.1.2 ประเทศญี่ปุ่น

รถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่นหรือชินคันเซ็น [23] เป็นรถไฟความเร็วสูงที่ใช้เป็นเส้นทางที่เชื่อมตามมหานครใหญ่ ในญี่ปุ่น ซึ่งดำเนินการโดย 4 กลุ่มบริษัทรถไฟญี่ปุ่นนับตั้งแต่ได้เปิดใช้โทไกโดชินคันเซ็น ในปี ค.ศ. 1964 รถไฟคันนี้สามารถวิ่งด้วยความเร็ว 210 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากนั้น เครือข่ายของระบบรถไฟนี้ก็ได้ขยายออกไปจนครอบคลุมพื้นที่สำคัญต่าง ๆ ของประเทศตามเมืองใหญ่ ๆในเกาะฮันชู เกาะคิวชู โดยสามารถวิ่งด้วยความเร็ว 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แม้จะเกิดแผ่นดินไหวหรือพายุไต้ฝุ่นก็สามารถวิ่งได้ตามปกติ ในรางปกตินั้นรถไฟสามารถเร่งความเร็วได้ถึง 443 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ทำการทดสอบในปี 1996) แต่สามารถเร่งความเร็วได้ถึง 581 กิโลเมตรต่อชั่วโมงซึ่งเป็นความเร็วสถิติโลกเมื่อวิ่งด้วยรางรถไฟแม่เหล็ก (maglev) ในปี 2003 เส้นทางรถไฟความเร็วสูงของญี่ปุ่นนั้นมีหลายเส้นทาง ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ความเร็ว เส้นทางและปีที่เริ่มใช้เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในประเทศญี่ปุ่น [26]

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปีที่เริ่มใช้งาน	ระยะทาง (km)
Tokyo - Shin Osaka (Tokaido)	270	1964	515
Shin Osaka - Okayama (San-yo)	270	1972	161
Okayama - Hakata (San-yo)	300	1975	393
Omiya - Morioka (Tohoku)	320	1982	465
Omiya - Niigata (Joetsu)	240	1982	270
Ueno - Omiya (Tohoku)	110	1985	27
Tokyo - Ueno (Tohoku)	110	1991	4
Fukushima - Yamagata (Yamagata) MINI	130	1992	87
Morioka - Akita (Akita) MINI	130	1997	127
Takasaki - Nagano (Hokuriku)	260	1997	117
Yamagata - Shinjo (Yamagata) MINI	130	1999	62
Morioka - Hachinohe (Tohoku)	260	2002	97
Shin Yatsuhiro - Kagoshima Chuo (Kyushu)	260	2004	127
Hachinohe - Shin Aomori (Tohoku)	260	2010	82
Hakata - Shin Yatsushiro (Kyushu)	260	2011	130
Nagano - Kanazawa (Hokuriku)	260	2015	228

ตารางที่ 5.2(ต่อ) ความเร็ว ระยะทาง และปีที่เริ่มใช้เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในประเทศญี่ปุ่น

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปีที่เริ่มใช้งาน	ระยะทาง (km)
Shin Aomori - Shin Hakodate (Hokkaido)	260	2016	149
Takeo Onsen - Isahaya(Kyushu)	-	2016	45
Isahaya - Nagasaki(Kyushu)	-	2023	21
Kanazawa - Tsuruga (Hokuriku)	260	2025	125
Shin Hakodate - Sapporo (Hokkaido)	260	2035	211

รุ่นรถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่นหรือชินคันเซ็นที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ รุ่น N700 Series Shinkansen เริ่มสร้างในปี ค.ศ. 2005 และนำมาใช้งานในปี 2007 บนเส้นทาง Tokaido, Sanyo และ Kyushu [24]

- สาย Tokaido Shinkansen เส้นทางจากโตเกียวสู่โอซาก้า ระยะทาง 515 กิโลเมตร เปิดใช้งานในปี 1964 สายแรกและสายยอดนิยมที่มีคนขึ้นเยอะที่สุด ทำความเร็วสูงสุดบนที่ความเร็ว 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- สาย Sanyo Shinkansen เส้นทางจากโอซาก้าต่อจาก Tokaido ไปตอนใต้ของประเทศ ระยะทาง 553 กิโลเมตรเปิดใช้งานครบในปี 1975 ความเร็ว 260 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- สาย Kyushu Shinkansen เป็นสายที่ต่อจาก Sanyo อีกทีไปยังเกาะคิวชูด้านใต้สุดของ 4 เกาะหลัก ระยะทาง 256 กิโลเมตร ก่อสร้างเสร็จเมื่อปี 2011 ความเร็ว 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

รถไฟความเร็วสูงของญี่ปุ่นผลิตโดย Hitachi, Kawasaki Heavy Industries, Kinki Sharyo, Nippon Sharyo รถไฟชินคันเซ็นนั้น ให้พลังงานไฟฟ้าจากสายไฟเหนือรถที่มีตลอดความยาวราง โดยใช้ไฟกระแสสลับ 25 กิโลโวลต์ 60 เฮิร์ต มีค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 17.08 เมกะวัตต์ ความเร็วสูงสุด 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รางที่ใช้ก็คือรางมาตรฐาน 1.435 เมตร ความเร็วสามารถจุผู้โดยสารได้ 1323 ที่นั่ง ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 0.029 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร และมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.0127 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรถไฟ-กิโลเมตร

5.1.3 ประเทศอังกฤษและฝรั่งเศส

รถไฟความเร็วสูงของประเทศอังกฤษหรือ Eurostar [20] เป็นรถไฟความเร็วสูงที่ให้บริการในยุโรปตะวันตกเชื่อมต่อระหว่าง เมืองลอนดอน และเคนต์ ในสหราชอาณาจักร กับปารีส และลีลในฝรั่งเศส และบรัสเซลส์ในเบลเยียม โดยวิ่งผ่านอุโมงค์รถไฟลอดใต้พื้นทะเลช่องแคบอังกฤษและฝรั่งเศส ยูโรสตาร์เริ่มให้บริการในปี พ.ศ. 2537 โดยได้มีการปรับปรุงทางรถไฟใหม่ที่เบลเยียมและทางตอนใต้

ของอังกฤษ เพื่อรองรับขบวนรถไฟที่ทำความเร็วสูงเป็นมาตรฐานเดียวกับ TGV รถไฟความเร็วสูงที่ใช้มาอยู่ก่อนแล้วที่ประเทศฝรั่งเศส และใช้ลดเวลาการเดินทางระหว่างประเทศ โดยจากลอนดอนถึงบรัสเซลส์ ระยะทาง 371 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 43 นาที และจากลอนดอนถึงปารีส ระยะทาง 492 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 2 ชั่วโมง 15 นาที รุ่นรถไฟความเร็วสูงของประเทศอังกฤษที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ Eurostar 373 มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เส้นทางลอนดอนไปยังปารีสและบรัสเซลส์ สามารถจุผู้โดยสารได้ 750 ที่นั่ง ระบบไฟฟ้าใช้ไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ 50 เฮิร์ต กระแสตรง 3.0 กิโลโวลต์ และกระแสสลับ 1.5 กิโลโวลต์ ขนาดรางรถไฟความเร็วสูง 1.435 เมตร มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 0.041 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร และมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.0213 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรถไฟ-กิโลเมตร

5.1.4 ประเทศสเปน

รถไฟความเร็วสูงของสเปนหรือ AVE [21] เริ่มบุกเบิกมาตั้งแต่ปี 1992 โดยเริ่มจากเส้นทางมาดริด - เซบีย่า (Seville) เพื่อรับงาน World Expo จากนั้นก็ค่อยๆ ขยายเส้นทางอย่างช้าๆ โดยเส้นมาดริด-บาร์เซโรนาต่อเชื่อมกันเสร็จสมบูรณ์เมื่อปี 2008 (จากบาร์เซโรนายังวิ่งทะลุต่อไปยังฝรั่งเศสได้ด้วย) สเปนเป็นประเทศทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีมาดริดเป็นเมืองหลวงอยู่แทบจะกลางสี่เหลี่ยม ซึ่งคล้ายกับไทย ที่กรุงเทพอยู่ตรงกลางประเทศแต่ประเทศไทยรูปทรงของประเทศจะไม่เป็นสี่เหลี่ยม สเปนจะมีหัวเมืองใหญ่ๆ กระจายตัวกันอยู่ตามทิศทางต่างๆการสร้างเส้นทางรถไฟความเร็วสูงของสเปนเพื่อประโยชน์ในการเชื่อมหัวเมืองเข้าด้วยกัน ซึ่งเส้นทางของประเทศสเปนแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในประเทศสเปน [26]

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปีที่เริ่มใช้งาน	ระยะทาง (km)
Madrid - Seville	270	1992	471
Madrid - Lleida	300	2003	519
Zaragoza - Huesca	200	2003	79
(Madrid -) La Sagra - Toledo	250	2005	21
Córdoba - Antequera	300	2006	100
Lleida - Camp de Tarragona	300	2006	82
Madrid - Segovia - Valladolid	300	2007	184
Antequera - Málaga	300	2007	55
Camp de Tarragona - Barcelona	300	2008	88

ตารางที่ 5.3 (ต่อ) เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในประเทศสเปน

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปีที่เริ่มใช้งาน	ระยะทาง (km)
Madrid - Valencia / Albacete	300	2010	432
Figueres - Frontera (- Perpignan)	300	2010	20
Ourense - Santiago	300	2011	88
Barcelona - Figueres	300	2013	132
Albacete - Alicante	300	2013	239

รุ่นรถไฟความเร็วสูงของประเทศสเปนที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ รุ่น AVE 103 ผลิตโดยบริษัท ซีเมนส์ เริ่มสร้างในปี 2006 บนเส้นทาง มาดริด บาเซโรน่า ระยะทาง 651 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินรถ 2 ชั่วโมง 30 นาที ความเร็วสูงสุดของรถไฟความเร็วสูงรุ่นนี้ คือ 350 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระบบไฟฟ้าใช้ไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ 50 Hz AC ขนาดรางรถไฟความเร็วสูง 1.435 เมตร สามารถจุผู้โดยสารได้ 404 ที่นั่ง มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 0.039 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อ ที่นั่ง-กิโลเมตร และมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.0121 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรถไฟ-กิโลเมตร

5.1.5 ประเทศเยอรมนี

รถไฟความเร็วสูงของประเทศเยอรมนี [21] หรือ Intercity Express (ICE) เริ่มต้นในปี 1988 จากการศึกษาต้นแบบรถไฟความเร็วสูง ICE-V ประเทศเยอรมนีได้เปิดให้บริการรถไฟความเร็วสูง Intercity – Express (ICE) ซึ่งมีความเร็วในการเดินทาง 280 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีระบบที่คล้ายคลึงกับรถไฟความเร็วสูง TGV แต่มีรูปแบบที่ทันสมัยกว่า ซึ่งเส้นทางรถไฟความเร็วสูงของประเทศเยอรมนีแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในประเทศเยอรมนี [26]

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปีที่เริ่มใช้งาน	ระยะทาง (km)
Fulda - Würzburg	280	1988	90
Hannover - Fulda	280	1991	248
Mannheim - Stuttgart	280	1991	109
Hannover (Wolfsburg) - Berlin	250	1998	189

ตารางที่ 5.4 (ต่อ) เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในประเทศเยอรมนี

เส้นทาง	ความเร็ว (km/h)	ปีที่เริ่มใช้งาน	ระยะทาง (km)
Köln - Frankfurt	300	2002	184
Köln – Düren	250	2003	42
(Karlsruhe -) Rastatt - Offenburg	250	2004	44
Leipzig - Gröbers (- Erfurt)	250	2004	24
Hamburg - Berlin	230	2004	253
Nürenberg - Ingolstadt	300	2006	89
München - Augsburg	230	2011	62

รุ่นรถไฟความเร็วสูงของประเทศเยอรมันที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ รุ่น ICE1 เป็นรถไฟความเร็วสูงรุ่นแรกของเยอรมัน เริ่มสร้างในปี1988และแล้วเสร็จในปี 1991 ให้บริการระหว่างเมืองสำคัญในประเทศเยอรมนี และเมืองสำคัญอื่น ๆในยุโรป เช่น เส้นทางระหว่างประเทศเยอรมนี เบลเยียม เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ ออสเตรีย และฝรั่งเศส ความเร็วสูงสุดของรถไฟความเร็วสูงรุ่นนี้ คือ 280 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระบบไฟฟ้าใช้ไฟฟ้า 15 กิโลโวลต์ 16.7 เฮิร์ต กระแสตรง ขนาดรางรถไฟความเร็วสูง 1.435 เมตร สามารถจุผู้โดยสารได้ 743 ที่นั่ง มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 0.035 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร และมีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.0159 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อรถไฟ-กิโลเมตร

จากผลการศึกษาสามารถสรุปค่าการใช้พลังงานจำเพาะและค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศดังแสดงในตารางที่ 5.5 และตารางที่ 5.

ตารางที่ 5.5 ตารางเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของรถไฟความเร็วสูงแต่ละชนิด

ประเทศ	ผู้ประกอบการ	รุ่นรถไฟ ความเร็วสูง	ความเร็วสูงสุด (km/h)	จำนวนที่นั่ง/จำนวน คันรถในหนึ่งขบวน Seat or Passenger/car sets	Specific energy consumption (kWh/seat-km)	ภาพรถไฟความเร็วสูง
ญี่ปุ่น	JR Central JR Kyushu JR West	Shinkansen N700	300	1,323/16 car sets	0.029	
ฝรั่งเศส	SNCF	TGV Réseau	320	377 / 10 car sets	0.039	
ฝรั่งเศส	SNCF	TGV Duplex	320	545 / 10 car sets	0.037	
อังกฤษ (ร่วมทุน)	British Rail Class	373 Eurostar	300	750 /20 car sets	0.041	
สเปน	RENFE	AVE Class 103 , Velaro	350	404/ 8 car sets	0.039	
เยอรมัน	DB	ICE 1	280	743 / 12 car sets	0.035	

ตารางที่ 5.6 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อที่นั่ง-กิโลเมตร และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อที่นั่ง-กิโลเมตร

ประเทศ	รุ่นรถไฟความเร็วสูง	Specific energy consumption (kWh/seat-km) [18]	CO_2 emission factor ($kgCO_2$/kWh) [18]	CO_2 emission ($kgCO_2$/seat-km)
ญี่ปุ่น	Shinkansen N700	0.029	0.43697	0.0127
ฝรั่งเศส	TGV Réseau	0.039	0.09613	0.0037
ฝรั่งเศส	TGV Duplex	0.037	0.09613	0.0036
อังกฤษ	373 Eurostar	0.041	0.52037	0.0213
สเปน	AVE Class103, Velaro	0.039	0.31048	0.0121
เยอรมนี	ICE 1	0.035	0.45504	0.0159

จากตารางที่ 5.6 พบว่าค่าการใช้พลังงานจำเพาะของรถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่นมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.029 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร ซึ่งค่าพลังงานจำเพาะนี้เป็นเป็นค่าที่บ่งถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ค่ายิ่งน้อยแสดงว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อคนนั้นน้อย แสดงว่าประเทศญี่ปุ่นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศ ฝรั่งเศส อังกฤษ สเปน และเยอรมนี ส่วนค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น จากตารางจะเห็นได้ว่าประเทศฝรั่งเศสมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศฝรั่งเศสส่วนใหญ่มาจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จึงทำให้ค่า CO_2 emission factor ของไฟฟ้า ของประเทศฝรั่งเศสนั้นมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ซึ่งเท่ากับ 0.09613 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อที่นั่ง-กิโลเมตร

5.2 ผลการศึกษาแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย

จากการศึกษาแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย [16] พบว่า การพิจารณาความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่งโดยรวมจะมุ่งเน้นไปที่ผลประโยชน์ที่จะได้รับจากระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลง และนโยบายของประเทศเป็นหลัก สำหรับในหัวข้อนี้ จะเป็นการนำเสนอปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาลงทุนระบบรถไฟความเร็ว

สูงในต่างประเทศ โดยปัจจัยหลักซึ่งมีผลเกี่ยวเนื่องกับการพิจารณาจัดทำระบบรถไฟความเร็วสูง สามารถวิเคราะห์จำแนกข้อมูลเป็นส่วนต่างๆดังนี้

5.2.1 ระยะทาง

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางความต้องการในการเดินทาง เป็นปัจจัยเบื้องต้นที่สำคัญในการพิจารณาความเหมาะสมในการใช้ระบบรถไฟความเร็วสูง ทั้งนี้เนื่องจากระบบรถไฟความเร็วสูง มีค่าลงทุนในการก่อสร้างสูง ดังนั้นประโยชน์ที่ได้รับในส่วนของระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลง รวมไปถึงปริมาณความต้องการของผู้โดยสารในแต่ละสาย จะต้องมีความคุ้มค่าในการลงทุน จากโครงการศึกษาในต่างประเทศพบว่า ระบบรถไฟความเร็วสูงจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะทางไม่สั้นและยาวมากเกินไปนัก ช่วงความยาวที่เหมาะสมอยู่ที่ 200-800 กิโลเมตร สำหรับช่วงระยะทางที่น้อยกว่า 150-200 กิโลเมตรนั้นพบว่าระบบรถไฟความเร็วสูงไม่สามารถเดินรถในอัตราความเร็วสูงสุดได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากระบบจะต้องใช้เวลาในการเร่งและลดความเร็วเพื่อเข้าจอดสถานีซึ่งอยู่ไม่ห่างกันมากนัก ทำให้ประสิทธิภาพในการช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางไม่เห็นผลเต็มที่ ส่วนในกรณีที่ระยะทางมากกว่า 800 กิโลเมตร รถไฟความเร็วสูงนั้นจะไม่สามารถแข่งขันกับการเดินทางทางอากาศได้ การเดินทางทางอากาศจะเดินทางได้รวดเร็วกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระยะเวลาในการเดินทางของระบบขนส่งทุกประเภท ในระยะทางช่วง 300-550 กิโลเมตร พบว่า รถไฟความเร็วสูง เป็นระบบขนส่งที่ใช้ในการเดินทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยส่วนมากประเทศที่มีระบบรถไฟความเร็วสูงนั้นจะมีความต้องการในการเดินทางด้วยระยะที่พอเหมาะดังเช่นที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบรถไฟฟ้าความเร็วสูงสามารถแข่งขันกับระบบขนส่งประเภทอื่นได้ เช่น

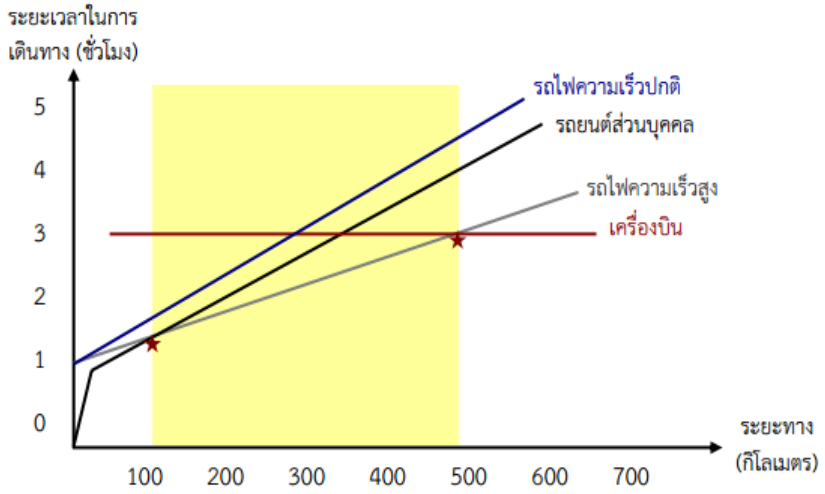
- ประเทศฝรั่งเศส ระยะทางนั้นถือเป็นปัจจัยหลักในการจัดทำระบบ โดยมีปารีสเป็นเมืองศูนย์กลางการเดินทางที่มีการเดินทางเข้าออกจากเมืองใหญ่ 8 เมืองหลัก ซึ่งเมืองทั้งหมดนี้ต่างก็มีระยะทางห่างจากปารีสเกิน 400 กิโลเมตร
- ประเทศสเปน ระยะทางก็ถือเป็นปัจจัยหลักเช่นเดียวกัน โดยมีแมดดริดเป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อกับเมืองหลักที่อยู่ริมชายฝั่งทะเล ห่างจากแมดดริด 400-600 กิโลเมตร
- ประเทศญี่ปุ่นพิจารณาเมืองใหญ่ เช่น โอซากา นาโกยา โกเบ และเกียวโต ซึ่งอยู่ในช่วงระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้ระบบรถไฟฟ้าความเร็วสูง

สำหรับประเทศไทย ระยะทางแต่ละสถานีในแต่ละภาค ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ 200 กิโลเมตร ถึง 800 กิโลเมตรซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับรถไฟความเร็วสูง ยกเว้นเส้นทางลงภาคใต้ ไปหาดใหญ่และปาดังเบซาร์ ที่มีระยะทาง 937 กิโลเมตร และ 982 กิโลเมตรตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณความต้องการในการเดินทางก็จะเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณาลงทุน ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกเมืองสำคัญสำหรับปลายทาง นอกจากระยะทางแล้วจะต้องพิจารณาในด้านอื่นๆรวมด้วยเสมอ

5.2.2 การแข่งขันกับระบบขนส่งอื่นๆ ด้านเวลา

สำหรับการแข่งขันกับระบบรถไฟธรรมดาและระบบขนส่งอื่นๆนั้น ด้านระยะเวลาในการเดินทางเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างรถไฟความเร็วสูงและรถไฟธรรมดาพบว่า ความเร็วในการเดินรถของรถไฟธรรมดานั้นจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลงสำหรับแต่ละเส้นทาง จึงอาจแตกต่างกันไป ซึ่งในกรณีนี้ ถ้าใช้ความเร็วในการเดินรถไฟธรรมดาอยู่ที่ 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามมาตรฐานยุโรป สำหรับการเดินทางในระยะทางประมาณ 300-400 กิโลเมตร ระบบรถไฟความเร็วสูงจะสามารถลดระยะเวลาในการเดินทางได้ 45-50 นาที แต่ถ้าความเร็วในการเดินรถต่ำกว่าความเร็วที่กล่าวมาข้างต้น ผลประโยชน์ที่ได้รับจากระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลงนั้นจะเพิ่มขึ้นอีก จึงเห็นได้ว่า ความเร็วเดิมในการเดินรถไฟแบบธรรมดาและระยะทางระหว่างเมืองเป็นตัวแปรสำคัญที่จะต้องพิจารณาร่วมกันเสมอ

สำหรับการแข่งขันด้านเวลากับการเดินทางทางอากาศนั้น พบว่ามีเพียงการเดินทางในระยะทางไกลเท่านั้นที่การเดินทางทางอากาศจะมีข้อได้เปรียบทางด้านระยะเวลาที่ใช้ ส่วนการแข่งขันกับการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลนั้น จะเห็นได้ชัดว่ารถไฟความเร็วสูงทำความเร็วได้มากกว่ารถยนต์ปกติ จึงทำให้มีความได้เปรียบทางด้านเวลาในการเดินทางอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนประชากรที่มีรถยนต์ส่วนบุคคล และการจัดทำเส้นทางรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ พบว่า แม้ว่าประชากรในพื้นที่จะมีรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นของตนเอง แต่ความต้องการในการเดินทางด้วย รถไฟความเร็วสูงก็ยังคงเป็นที่นิยมในพื้นที่ เช่น ในกรณีที่ในเส้นทางที่จะจัดทำระบบรถไฟความเร็วสูง เป็นทางหลวงพิเศษที่มีการเก็บค่าธรรมเนียม พบว่าปริมาณความต้องการในการใช้ทางหลวงพิเศษจะลดลงและปริมาณความต้องการใช้รถไฟความเร็วสูงจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าธรรมเนียมในการใช้ทางหลวงจะแปรผันตรงกับปริมาณความต้องการใช้รถไฟความเร็วสูง กล่าวคือ ถ้ามีการเก็บค่าผ่านทางพิเศษในราคาสูงก็จะยิ่งทำให้ประชาชนในพื้นที่หันมาใช้รถไฟความเร็วสูงแทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากขึ้น ซึ่งการเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางของรถไฟความเร็วสูงและการขนส่งประเภทอื่นๆ นั้นแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางรถไฟความเร็วสูงกับการขนส่งด้านอื่นๆ [6]

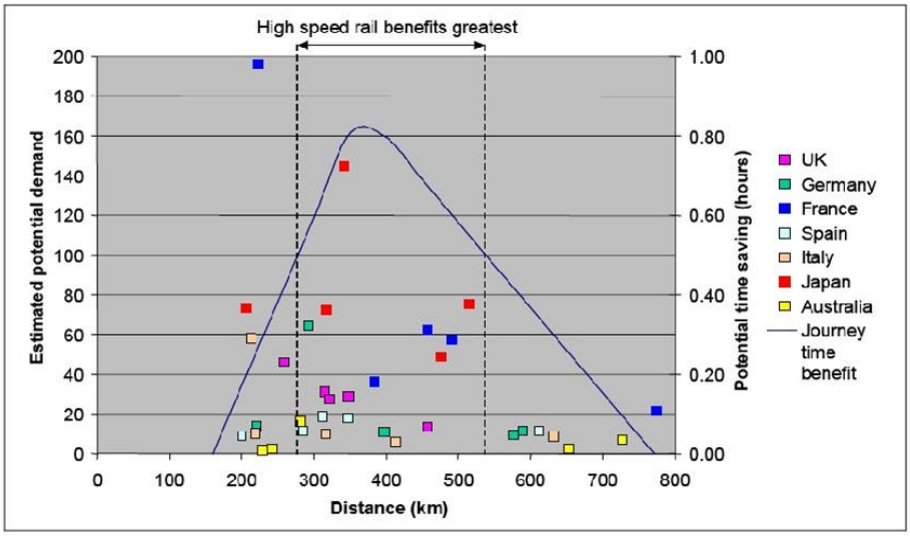
ส่วนของประเทศไทยนั้น รถไฟความเร็วสูงจะใช้ความเร็ว 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเมื่อดูจากระยะทางในการเดินทางแต่ละสถานีแล้ว จะพบว่าการเดินทางด้วยรถไฟความเร็วสูงนั้นจะใช้เวลาน้อยกว่าการเดินทางรูปแบบอื่นๆ เช่น การเดินทางจากกรุงเทพไปเชียงใหม่ระยะทาง 750 กิโลเมตร รถไฟความเร็วสูงใช้ความเร็ว 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะใช้เวลาประมาณเกือบ 3 ชั่วโมง ในขณะที่ถ้าวิ่งด้วยรถยนต์ ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะใช้เวลาประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง เพราะต้องมีการพักระหว่างทาง ส่วนถ้าวิ่งโดยรถไฟธรรมดาจะใช้เวลาประมาณ 12-14 ชั่วโมง รถประจำทางใช้เวลาประมาณ 10 ชั่วโมง และถ้าไปโดยเครื่องบินจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง แต่ต้องมาเสียเวลารอเช็คอิน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสำหรับการแข่งขันกับระบบรถไฟธรรมดาและระบบขนส่งอื่นๆนั้น ด้านระยะเวลาในการเดินทางนั้นรถไฟความเร็วสูงจะมีความได้เปรียบในด้านเวลา

5.2.3 ความต้องการในการเดินทางของประชากรในแต่ละพื้นที่

ระบบรถไฟความเร็วสูงนั้นเป็นระบบที่มีต้นทุนสูง แต่ก็มีความสามารถในการรองรับปริมาณผู้โดยสารได้สูงเช่นกัน การพิจารณาเพื่อลงทุนจัดทำระบบจึงต้องพิจารณาถึงปริมาณความต้องการในการเดินทางระหว่างพื้นที่ประกอบกันด้วย โดยจากการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณผู้โดยสาร และความสามารถในการรองรับของระบบในต่างประเทศพบว่า โดยทั่วไประบบสัญญาณจะสามารถรองรับขบวนรถปกติที่มีความจุผู้โดยสารขนาด 1,000 ที่นั่งได้ 12-15 ขบวนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง แต่ในกรณีที่ขบวนรถเป็นแบบ Double TGV Duplex ระดับขีดความสามารถในการรองรับผู้โดยสารสูงก็จะสูงมากขึ้นไปอีก เช่นในประเทศญี่ปุ่นขบวนรถมีความจุผู้โดยสารถึง 1,300 ที่นั่งต่อขบวน และจากการศึกษารถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศยังพบว่าในหลายประเทศ สาเหตุหลักที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูงนั้นเนื่องมาจากระบบมีความสามารถในการรองรับปริมาณการเดินทาง

ได้มากขึ้น โดยเหตุผลทางด้านความรวดเร็วในการเดินทางนั้นเป็นเหตุผลรอง เช่นกรณีรถไฟความเร็วสูงสายแรกของโลกที่ประเทศญี่ปุ่นและรถไฟสายปารีส-ลีออง ในประเทศฝรั่งเศส

ปัจจุบันการจัดทำระบบรถไฟความเร็วสูงนอกจากจะมีประโยชน์ในการเพิ่มความสามารถในการรองรับผู้โดยสารในเส้นทางเดินรถแล้ว ยังพบว่าสามารถช่วยในการเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับของระบบขนส่งที่มีอยู่เดิมให้มากขึ้นได้อีกด้วย เนื่องจากประโยชน์ของระบบรถไฟความเร็วสูงนั้นจะมุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการรองรับปริมาณการเดินทาง ความเร็วที่ใช้ในการเดินรถ และประโยชน์ที่จะได้รับเป็นหลัก ดังนั้นการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนจึงจะมุ่งเน้นไปที่ผลประโยชน์ในรูปของระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลง จากการศึกษาในต่างประเทศ Gravity Model ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณความต้องการในการเดินทางเบื้องต้นในแต่ละเส้นทางในประเทศต่างๆ โดยตั้งสมมุติฐานให้พฤติกรรมของประชากรแต่ละประเทศนั้นคล้ายคลึงกันมาก พบว่าแนวโน้มของผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการจัดทำระบบรถไฟความเร็วสูงในแต่ละประเทศนั้นแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.2 โดยแนวโน้มของประโยชน์ที่ได้รับจะเห็นได้ชัดเจนในประเทศญี่ปุ่นและประเทศฝรั่งเศส

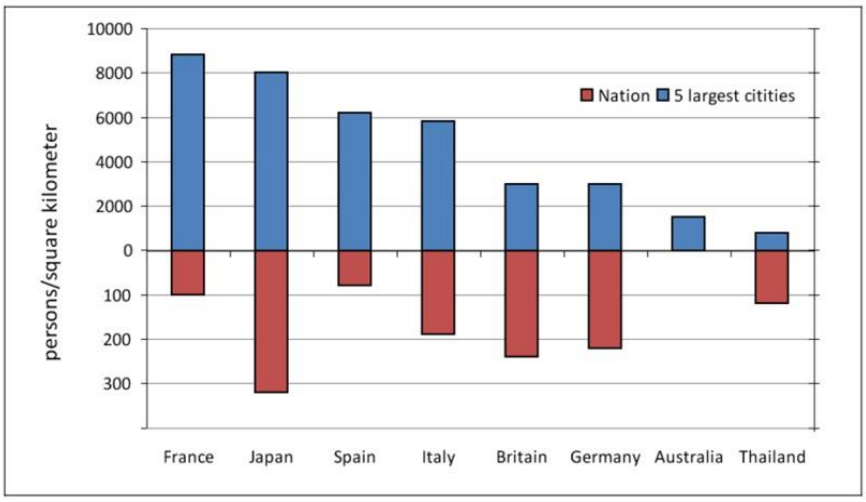


รูปที่ 5.2 แนวโน้มผลประโยชน์ที่จะได้รับในการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ [6]

ส่วนของประเทศไทยนั้นจากการศึกษาแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูง พบว่า ในสายเหนือความต้องการในการเดินทางส่วนมากอยู่ที่ นครสวรรค์ และเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ที่ นครราชสีมา และขอนแก่น ภาคตะวันออกอยู่ที่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรีและฉะเชิงเทรา ส่วนภาคใต้นั้นความต้องการในการเดินทางส่วนมากอยู่ที่นครปฐม ราชบุรี และสุราษฎร์ธานี

5.2.4 การกระจายตัวของประชากร

นอกจากปัจจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การกระจายตัวของประชากรนั้นก็เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเพื่อลงทุนระบบโดยหลักการในการลงทุนระบบรถไฟนั้น ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนระบบรถไฟธรรมดาหรือรถไฟความเร็วสูง พบว่าจะมีความคุ้มค่าก็ต่อเมื่อมีศูนย์กลางปริมาณความต้องการในการเดินทางอยู่ในรัศมีใกล้กับเมืองหลัก ดังนั้น การกระจายตัวของประชากรในพื้นที่จึงเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาในการจัดทำเส้นทาง จากการศึกษาความหนาแน่นประชากรของเมืองหลักเปรียบเทียบกับความ-หนาแน่นประชากรในต่างประเทศ ที่มีการลงทุนระบบรถไฟธรรมดาและรถไฟความเร็วสูง สามารถแสดงเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 5.3 โดยจะเห็นได้ว่าประเทศที่ยิ่งมีความหนาแน่นของประชากรสูงมาก จะยิ่งเหมาะสมที่จะลงทุนในระบบรถไฟความเร็วสูงมากขึ้นเท่านั้น โดยจะเห็นได้ว่าในประเทศฝรั่งเศสและญี่ปุ่นที่มีความหนาแน่นของประชากรในเมืองหลักสูง จะประสบความสำเร็จในการลงทุนและดำเนินการระบบรถไฟความเร็วสูงมากที่สุด



รูปที่ 5.3 ความหนาแน่นของประชากรในประเทศที่ลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูงเทียบกับประเทศไทย [6]

จากการกระจายตัวของประชากรในแต่ละประเทศ หากพิจารณาลักษณะของประชากรของประเทศไทยระดับอำเภอนั้นพบว่า ความหนาแน่นของประชากรของเมืองใหญ่เฉลี่ยมีเพียง 800 คน/ตร.ม. มีเพียงกรุงเทพมหานครเท่านั้น ที่มีประชากรหนาแน่นกว่า 2,000 คน/ตร.ม. (หากพิจารณาระดับเทศบาลของเมืองใหญ่แล้วจะมีความหนาแน่นของ ประชากรเฉลี่ยประมาณ 4,000 คน/ตร.ม.) ส่วนความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยทั้งประเทศ มีประมาณ 1,200 คน/ตร.ม. ซึ่งจะเห็นว่า ปัจจุบันสภาพการตั้งถิ่นฐานของประชากรในเมืองใหญ่ต่างๆในประเทศไทยมีความหนาแน่นต่ำกว่าประเทศที่มีการใช้ระบบรถไฟความเร็วสูง ซึ่งส่วนใหญ่มีความหนาแน่นของเมืองใหญ่เกิน 3,000 คน/ตร.ม.

โดยเฉพาะประเทศที่ใช้ระบบความเร็วสูงมาก เช่น ญี่ปุ่นและฝรั่งเศส ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมาก สภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงของไทยในระยะเริ่มแรกยังไม่มีความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีความเร็วสูงมากนัก

5.3 การประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ

ในการจัดทำระบบรถไฟความเร็วสูง การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งการประเมินโครงการจะทำให้สามารถเปรียบเทียบมูลค่าเงินลงทุน ค่าการดำเนินการ และผลประโยชน์ต่างๆ ที่จะได้รับจากโครงการ รวมไปถึงผลที่ได้จากการสนองความต้องการในด้านการพัฒนาประเทศอีกด้วย

5.3.1 วิธีการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ

วิธีการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการที่ใช้ในประเทศต่างๆมีหลายวิธีซึ่งสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 วิธีการที่ใช้ในการประเมินโครงการรถไฟความเร็วสูงในประเทศต่างๆ [6]

วิธีการที่ใช้	อังกฤษ	ญี่ปุ่น	ฝรั่งเศส	เยอรมนี	สเปน	อิตาลี
Financial	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Economic Cost - Benefit	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Multi criteria	✓	✗	✗	✓	✓	✗
Economic impact	✗	✓	✓	✓	✓	✗

โดยทั่วไปแล้ว โครงการส่วนใหญ่ในต่างประเทศนั้น จะใช้วิธี Financial และ Cost - Benefit Analysis เป็นหลักในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ อย่างไรก็ดีการนำไปประยุกต์ใช้อาจมีความแตกต่างกันบ้างตามความเหมาะสมของโครงการในแต่ละประเทศ เช่น ในประเทศฝรั่งเศส เยอรมัน สเปน และประเทศอังกฤษ นำการวิเคราะห์ไปใช้ในโครงการทุกโครงการที่เกี่ยวข้องกับรถไฟ หรือนำไปใช้เพียงบางโครงการ เช่น ในประเทศอิตาลีและ ออสเตรเลีย เป็นต้น วิธีการในการวิเคราะห์ อาจใช้มาตรฐานเดียวกันทั้งหมดสำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง เช่น ในประเทศฝรั่งเศส เยอรมนี และอังกฤษ หรืออาจจะแตกต่างกันก็ได้ และการกำหนดค่าตัวแปรอาจแตกต่างกันได้ เช่น ค่าใช้จ่าย

เนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุ หรือมูลค่า เงินทางเวลา เป็นต้น โดยการศึกษาโครงการฯ ได้ทำการสรุปเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ Cost - Benefit Analysis ในต่างประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ Cost - Benefit Analysis สำหรับรถไฟความเร็วสูงในประเทศต่างๆ [6]

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง	อังกฤษ	ฝรั่งเศส	เยอรมนี	สเปน	ออสเตรเลีย
ระยะเวลาเดินทางที่ลดลง	✓	✓	✓	✓	✓
ความปลอดภัย	✓	✓	✓	✓	✓
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานระบบอื่นๆ	✓	✓	✓	✓	✓
ค่าใช้จ่ายด้านสิ่งแวดล้อม	✓	✓	✓	✓	✓
ความแออัดของถนน	✓	✓	×	×	×
ความสะดวกสบาย	×[1]	×	×	✓	×
ค่าชดเชย	✓	×	✓	×	×
รายได้จากภาษี	×[2]	✓	×	✓	×
เศรษฐศาสตร์ภูมิภาค	×	×	✓	✓	✓
การจ้างงาน	×	×	✓	✓	×

หมายเหตุ : 1. การวิเคราะห์รวมถึงผลกระทบจากความแออัด แต่ไม่รวมความสะดวกสบายในการเดินทาง

2. การวิเคราะห์มิได้รวมถึงผลกระทบเกี่ยวเนื่องกับรายได้รวมทั้งหมดจากภาษี แต่รัฐบาลได้จัดทำ การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ ซึ่งครอบคลุมถึงรายได้ทั้งหมดจากภาษีทางอ้อมที่อาจมีค่าเปลี่ยนแปลง

สำหรับการวิเคราะห์แบบ Multi Criteria Analysis นั้น มีเพียงบางประเทศเท่านั้นที่นำมาใช้ โดยมีเพียงประเทศสเปน เยอรมัน และอังกฤษ เท่านั้น ที่นำมาใช้อย่างเป็นทางการ โดยข้อดีของวิธีการนี้ คือสามารถทำการวิเคราะห์ส่วนของค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายทาง การเงินได้ อย่างไรก็ตามพบว่า ในกระบวนการตัดสินใจเพื่อลงทุนระบบนั้น แม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปทางการเงินได้มาพิจารณารวมด้วย ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้ก็ไม่ได้แตกต่างกันนัก จะมีก็เพียงประเทศเยอรมันเท่านั้นทีกระบวนการตัดสินใจได้รับอิทธิพลของระบบให้คะแนนที่มีผลกับ

Cost - Benefit Analysis ส่วนการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธีการ Input/Output Analysis นั้น มีการนำไปใช้เพียงในประเทศญี่ปุ่นเท่านั้น

5.3.2 ความเกี่ยวเนื่องของผลการประเมินและกระบวนการตัดสินใจลงทุนระบบ

แม้ว่าจะมีการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการรถไฟความเร็วสูงด้วยวิธีการต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แต่ในกระบวนการตัดสินใจนั้น ผลการประเมินการลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูงเป็นเพียงส่วนหนึ่งในการร่วมตัดสินใจเท่านั้น โดยแต่ละประเทศจะใช้หลักการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับเป้าหมายทางยุทธศาสตร์การดำเนินการ และทรัพยากรทางด้านเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ เช่น

- ประเทศเยอรมนี กระบวนการในการตัดสินใจลงทุนนั้นจะเป็นกระบวนการที่มาจากแผนงานระดับประเทศซึ่งจัดทำโดยรัฐบาล สำหรับขั้นตอนการประเมินโครงการส่วนใหญ่ใช้กับการตัดสินใจลงทุนระบบโดยพิจารณาจากแผนงานของประเทศ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าการตัดสินใจลงทุนนั้น ส่วนใหญ่ใช้เป็นกรอบของข้อกำหนดจากรัฐบาล
- ประเทศสเปน กฎหมายจะบังคับให้มีการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการควบคู่ไปกับการตัดสินใจลงทุนเสมอ โดยการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการนั้น ไม่ได้นำมาใช้ในการตัดสินใจว่าจะลงทุนระบบหรือไม่ แต่จะใช้ในการตัดสินใจว่าจะจัดทำระบบเมื่อไร และอย่างไรจึงจะคุ้มค่ากับการลงทุน
- ประเทศญี่ปุ่น ใช้การพิจารณาความเหมาะสมด้านการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ควบคู่กัน แต่อย่างไรก็ดี ประเทศญี่ปุ่นจะเน้นในด้านความต้องการที่จะเป็นผู้นำในด้านเทคโนโลยีของโลกรวมอยู่ด้วยในการพิจารณาลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูง โดยจะเห็นได้ชัดเจนว่าระบบรถไฟความเร็วสูงได้ประสบความสำเร็จ เป็นอย่างมาก ทำให้ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำในด้านเทคโนโลยี แต่ในภาพรวมของด้านเศรษฐศาสตร์นั้น แม้ว่าจะประสบผลสำเร็จในเกณฑ์ดี แต่เมื่อมองถึงผลจากการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่ายังไม่ได้รับประโยชน์อย่างสูงสุด
- ประเทศฝรั่งเศส ในระยะแรกนั้นไม่ได้จัดทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการตัดสินใจลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูงก่อนที่จะตัดสินใจลงทุนแต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ดี การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุนได้นำมาใช้ในการตัดสินใจเพิ่มเครือข่ายรถไฟฟ้าความเร็วสูงในโครงการต่อๆไป ซึ่งจากผลที่ได้พบว่า ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการแรกเริ่มนั้นมีค่ามากกว่าโครงการในระยะหลัง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโครงการระยะแรกนั้นเป็นเส้นทางที่มีความคุ้มค่าสูงอย่างเห็นได้ชัดอยู่ก่อนแล้ว โดยการตัดสินใจลงทุนโครงการในปัจจุบัน จะเน้นการเป็นผู้นำด้านรถไฟความเร็วสูงเป็นวัตถุประสงค์หลักเช่นเดียวกับประเทศญี่ปุ่น

จากการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการลงทุนรถไฟความเร็วสูง พบว่ามีหลายปัจจัยที่ประเทศไทยยังไม่เหมาะสมต่อการลงทุนรถไฟความเร็วสูง อย่างไรก็ดี หากประเทศไทยมีรถไฟความเร็วสูง ก็จะส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศ เนื่องจากรถไฟความเร็วสูงใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนตัวรถ

5.4 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูง

5.4.1 ผลการประมาณกำลังไฟฟ้าสูงสุดและความต้องการพลังงานไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทยของงานวิจัยนี้

ผลจากการศึกษารถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศในหัวข้อ 5.1 พบว่าประเทศญี่ปุ่นมีค่าพลังงานจำเพาะน้อยที่สุด ดังนั้นในการศึกษานี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้เทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่น รถไฟชินคันเซ็ง รุ่น N700 ในหนึ่งขบวนจุคนได้ 1300 คน มีความเร็วสูงสุดในเส้นทางสายโทไกโด 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีค่ากำลังไฟฟ้าในการวิ่งขณะที่ความเร็วสูงสุดเท่ากับ 17.08 เมกกะวัตต์ต่อขบวน และกำลังไฟฟ้าที่รถไฟความเร็วสูงใช้ในการเคลื่อนขบวนรถวิ่งจนได้ความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 24 เมกกะวัตต์ต่อขบวน โดยในงานวิจัยมีสมมติฐานดังนี้

1. จำนวนผู้โดยสาร 1300 คน/ขบวนรถ
2. ช่วงเวลาเดินรถไฟความเร็วสูง 6.00 - 24.00 น. รวมเป็นเวลา 18 ชั่วโมงต่อวัน ตามลักษณะการเดินรถ
3. ลักษณะการเดินรถไฟความเร็วสูง พิจารณา 2 กรณีคือ 1.ไม่มีการจอดระหว่างทาง และ 2.มีการจอดระหว่างทาง โดยพิจารณาความเหมาะสมดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.7 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้พิจารณาเฉพาะในส่วนของการเดินรถเท่านั้น
4. ความเร็วสูงสุดของการเดินรถไฟความเร็วสูง คือ 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามข้อมูลรถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่น [24]
5. ความต้องการในการเดินทาง และเส้นทางเดินรถ จากแผนแม่บทฯ [6]

ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 5.9 และตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.9 ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของรถไฟความเร็วสูงในกรณีไม่มีจุดจอดระหว่างทาง

ช่วงเวลาเดินรถไฟความเร็วสูง 6.00 น. - 24.00 น.	=	18	ช.ม.
ความเร็วรถไฟฟ้าสูงสุด	=	270	กม./ช.ม.
จำนวนคนต่อเที่ยว	=	1300	คน/เที่ยว
กำลังไฟฟ้าที่รถไฟความเร็วสูงใช้ในการเริ่มออกวิ่งจนได้ความเร็วสูงสุด	=	24	MW
กำลังไฟฟ้าที่รถไฟความเร็วสูงใช้ในการวิ่งขณะความเร็วสูงสุด	=	17.08	MW

เส้นทาง	จำนวนผู้โดยสาร (คน/วัน)	ระยะทางต่อ 1 เที่ยว (กม./เที่ยว)	เวลาเดินทางต่อ 1 เที่ยว (ช.ม./เที่ยว)	จำนวนรอบวิ่ง (เที่ยว/วัน)	ระยะห่างของเวลาปล่อยรถในแต่ละเที่ยว (ช.ม./รอบ)	จำนวนรถต่ำสุด (ขบวน)	กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในแต่ละเส้นทาง (MW)
กรุงเทพ – เชียงใหม่	12800	745	2.76	10	1.80	4	82.16
กรุงเทพ – หนองคาย	4900	615	2.28	4	4.50	2	48.00
กรุงเทพ – จันทบุรี	19800	335	1.24	16	1.13	4	82.16
กรุงเทพ – สงขลา	8734	982	3.64	7	2.57	4	82.16
รวม	46234					14	294.48

ตารางที่ 5.10 ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของรถไฟความเร็วสูงในกรณีมีจุดจอดระหว่างทาง

ช่วงเวลาเดินรถไฟความเร็วสูง 6.00 น. - 24.00 น	=	18	ช.ม.
เวลาที่ใช้จอดในแต่ละครั้ง	=	15	นาที
ความเร็วรถไฟฟ้าสูงสุด	=	270	กม./ช.ม.
จำนวนคนต่อเที่ยว	=	1300	คน/เที่ยว
กำลังไฟฟ้าที่รถไฟฟ้าใช้ในการเริ่มออกวิ่งจนได้ความเร็วสูงสุด	=	24	MW
กำลังไฟฟ้าที่รถไฟฟ้าใช้ในการวิ่งขณะความเร็วสูงสุด	=	17.08	MW

เส้นทาง	จำนวนผู้โดยสาร (คน/วัน)	ระยะทางต่อ 1 เที่ยว (กม./เที่ยว)	จำนวนครั้งที่จอดระหว่างทาง	เวลาเดินทางต่อ 1 เที่ยว (ช.ม./เที่ยว)	จำนวนรอบวิ่ง (เที่ยว/วัน)	ระยะห่างของเวลาปล่อยรถในแต่ละเที่ยว (ช.ม./รอบ)	จำนวนรถต่ำสุด (ขบวน)	กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในแต่ละเส้นทาง (MW)
กรุงเทพ – เชียงใหม่	12800	745	1	3.01	10	1.80	4	82.16
กรุงเทพ – หนองคาย	4900	615	1	2.53	4	4.50	2	48.00
กรุงเทพ – จันทบุรี	19800	335	0	1.24	16	1.13	4	82.16
กรุงเทพ – สงขลา	8734	982	2	4.14	7	2.57	4	82.16
รวม	46234						14	294.48

จากตารางที่ 5.9 จะเห็นได้ว่าผลรวมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของรถไฟความเร็วสูงในกรณีไม่มีจุดจอดระหว่างทางมีค่าเท่ากับ 294.48 เมกกะวัตต์ และผลรวมกำลังไฟฟ้าเท่ากับกรณีที่มีจุดจอดดังตารางที่ 5.10 เนื่องมาจากระยะทางที่เหมาะสมในการเดินรถไฟความเร็วสูงอยู่ที่ 300-500 กิโลเมตร ทำให้ในเส้นทางสายเหนือและสายตะวันออกเฉียงเหนือจอดได้เพียง 1 ครั้ง สายตะวันออก ไม่มีการจอดระหว่างทาง เพราะระยะทางที่สั้นเกินไป และสายใต้จอดได้ 2 ครั้งเนื่องจากมีระยะทางมาก ในแต่ละเส้นทางจอดครั้งละ 15 นาที จะเห็นได้ว่าแม้เวลาในการเดินทางต่อ 1 เที่ยวจะเพิ่มขึ้น แต่จำนวนขบวนรถต่ำสุดที่ใช้ยังเท่าเดิม ส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าไม่เปลี่ยนไป โดยกำลังไฟฟ้าสูงสุดของรถไฟความเร็วสูงในแต่ละสายได้คิดครอบคลุมช่วงเคลื่อนขบวนรถ และจากค่ากำลังไฟฟ้าสามารถนำไปคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้ดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินรถไฟความเร็วสูงในแต่ละภาคของประเทศไทย

เส้นทาง	จำนวนผู้โดยสารสูงสุด (คน)	ระยะทาง (กม.)	จำนวนรอบวิ่ง (เที่ยว/วัน)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อเที่ยว (MWh/เที่ยว)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน (MWh/day)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (GWh/year)
กรุงเทพ - เชียงใหม่	1300	745	10	28	281	103
กรุงเทพ - หนองคาย	1300	615	4	23	93	34
กรุงเทพ - จันทบุรี	1300	335	16	13	202	74
กรุงเทพ – ปาดังเบซาร์	1300	982	7	37	259	95
	รวม			101	835	305

จากตารางที่ 5.11 จะเห็นได้ว่า เส้นทางกรุงเทพ - ปาดังเบซาร์ ระยะทางมากที่สุด 982 กิโลเมตร ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อเที่ยวมีค่าสูงสุด เท่ากับ 37 เมกกะวัตต์ชั่วโมงต่อเที่ยว แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวันและต่อปี พบว่าเส้นทางกรุงเทพ – เชียงใหม่จะมีค่าสูงสุดคือ 281 เมกกะวัตต์ชั่วโมงในหนึ่งวัน เนื่องมาจากเป็นเส้นทางที่มีความต้องการเดินทางสูงสุด ทำให้มีจำนวนรอบที่วิ่งในแต่ละวันสูง และมีระยะทางไกล จากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากตารางที่ 5.11 สามารถนำไปคำนวณหาค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ CO_2 emission ได้จากสมการ 2.3 ดังแสดงในตารางที่ 5.12

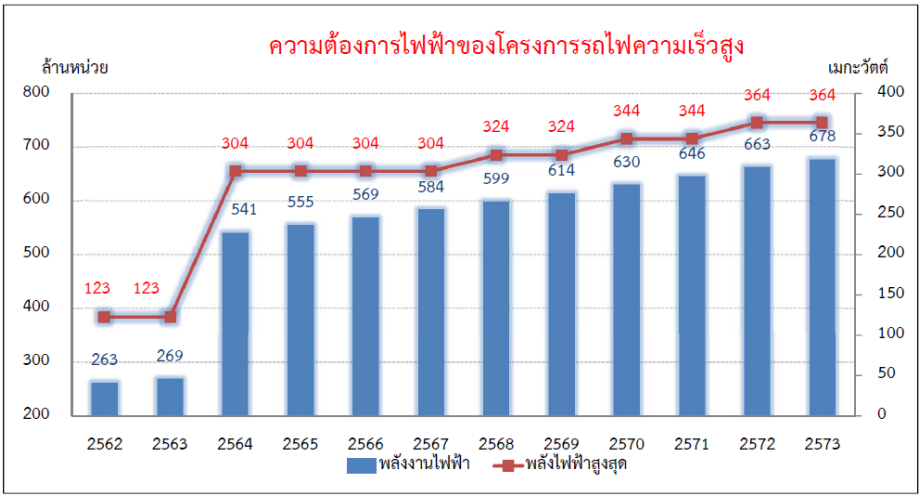
ตารางที่ 5.12 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย

เส้นทาง	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (GWh/year)	CO_2 emission factor ของประเทศไทย	CO_2 emission ($ktonCO_2$/year)
กรุงเทพ - เชียงใหม่	103	0.5467	56.05
กรุงเทพ - หนองคาย	34	0.5467	18.51
กรุงเทพ - จันทบุรี	74	0.5467	40.32
กรุงเทพ - สงขลา	95	0.5467	51.71
		รวม	166.59

จากตารางที่ 5.12 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี และปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย พบว่าเส้นทางสายกรุงเทพไปเชียงใหม่มีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีสูงที่สุด คือ 56.05 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากกรุงเทพไปเชียงใหม่มีพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีสูงที่สุด ซึ่งจากการศึกษาเส้นทางการเดินรถไฟความเร็วสูงทั้ง 4 เส้นทางพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมต่อปีเท่ากับ 166.59 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี และมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 0.01585 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อที่นั่งต่อกิโลเมตร

5.4.2 ความต้องการไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงของงานวิจัยนี้กับการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

เมื่อเปรียบเทียบผลการประมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงของงานวิจัยนี้กับการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงที่จัดทำโดยไฟฟ้านครหลวง ดังรูปที่ 5.4 พบว่า



รูปที่ 5.4 กราฟความต้องการไฟฟ้าของโครงการรถไฟความเร็วสูง [15]

ค่าผลรวมกำลังไฟฟ้าสูงสุดในกรณีมีรถไฟความเร็วสูงเท่ากับ 294.48 เมกะวัตต์ เมื่อนำไปเทียบกับค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของโครงการรถไฟความเร็วสูงของการไฟฟ้านครหลวงในปี พ.ศ. 2564 จากภาคผนวก ง พบว่ามีค่าแตกต่างจากที่การไฟฟ้านครหลวงพยากรณ์ไว้เล็กน้อย ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่การไฟฟ้านครหลวงพยากรณ์ไว้ในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 304 เมกะวัตต์

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการประมาณความต้องการไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแผนพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทยมีสรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

6.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

การศึกษาการประมาณความต้องการไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแผนพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย สรุปผลการศึกษาวิจัย 4 ส่วนหลักดังนี้ ปัจจัยที่ใช้พิจารณาถึงความเหมาะสมของประเทศไทยในการสร้างรถไฟความเร็วสูง การตัดสินใจลงทุนสร้างรถไฟความเร็วสูง การประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูง และการประเมินความต้องการไฟฟ้าและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย

6.1.1 ปัจจัยที่ใช้พิจารณาถึงความเหมาะสมของประเทศไทยในการสร้างรถไฟความเร็วสูง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีรถไฟความเร็วสูง พบว่า ปัจจัยเบื้องต้นที่สำคัญในการพิจารณาความเหมาะสมในการใช้ระบบรถไฟความเร็วสูงคือ

1. ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางความต้องการในการเดินทาง
   เนื่องจากระบบรถไฟความเร็วสูงมีค่าลงทุนในการก่อสร้างสูง ดังนั้นประโยชน์ที่ได้รับในส่วนของระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลง รวมไปถึงปริมาณความต้องการของผู้โดยสารในแต่ละสาย จะต้องมีความคุ้มค่าในการลงทุน จากการศึกษาการตัดสินใจสร้างรถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ สรุปได้ว่า ระบบรถไฟความเร็วสูงจะก่อให้เกิดประโยชน์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนสำหรับการเดินทางในระยะปานกลาง ในช่วง 200-800 กิโลเมตร สำหรับระยะทางสั้นและระยะทางยาวนอกเหนือจากช่วงนี้ ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบรถไฟความเร็วสูงไม่ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจาก หากระยะการเดินทางสั้นไป ระบบรถไฟความเร็วสูงไม่สามารถเดินรถในอัตราความเร็วสูงสุดได้อย่างเต็มกำลัง เนื่องจากระบบจะต้องใช้เวลาในการเร่งและลดความเร็วเพื่อเข้าจอดสถานีซึ่งอยู่ไม่ห่างกันทำให้ประโยชน์ในด้านลดระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไม่ต่างจากการเดินทางโดยรถไฟธรรมดา
2. ด้านการแข่งขันกับระบบขนส่งมวลชนประเภทอื่นๆ
   ด้านการแข่งขันในการเดินทางโดยรถไฟความเร็วสูงกับการเดินทางรูปแบบอื่น พิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความสามารถในการเข้าถึงสถานที่ปลายทาง สรุปได้ดังนี้ ด้านระยะเวลาในการเดินทาง เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างรถไฟความเร็วสูงและรถไฟ

ธรรมดาพบว่า รถไฟความเร็วสูงจะได้เปรียบการเดินทางโดยรถไฟธรรมดา ขึ้นอยู่กับระยะทาง สำหรับการเปรียบเทียบกับการเดินทางทางอากาศ พบว่า ที่ระยะไม่เกิน 800 กิโลเมตร การเดินทางโดยรถไฟความเร็วสูงจะได้เปรียบมากกว่า ส่วนการเปรียบเทียบกับการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลนั้น รถไฟความเร็วสูงจะใช้เวลาในการเดินทางน้อยกว่า แต่อาจจะมีปัญหาเล็กน้อยในการเข้าถึงจุดหมายปลายทาง ซึ่งประเทศที่มีระบบรถไฟความเร็วสูงก็จะมีรถบริการสาธารณะเพื่อให้สะดวกต่อการไปถึงจุดหมาย

6.1.2 การตัดสินใจในการลงทุนสร้างรถไฟความเร็วสูง

การตัดสินใจในการลงทุนนี้พิจารณาจากผลประโยชน์ที่จะได้รับ คือ ความหนาแน่นของจำนวนผู้โดยสาร และระยะเวลาในการเดินทางที่ลดลง นอกจากนี้การกระจายตัวของประชากรเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเพื่อลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูง โดยหลักการพิจารณาในการลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูง พิจารณาจากความคุ้มค่าของการลงทุนก็ต่อเมื่อมีศูนย์กลางปริมาณความต้องการในการเดินทางอยู่ในรัศมี ใกล้กับเมืองหลัก ดังนั้นการกระจายตัวของประชากรในพื้นที่จึงเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาในการจัดทำเส้นทาง จากการศึกษาความหนาแน่นประชากรของเมืองหลักเปรียบเทียบกับความหนาแน่นประชากรรวมทั้งในประเทศต่างๆ ที่มีการลงทุนระบบรถไฟธรรมดาและรถไฟความเร็วสูง พบว่า ประเทศที่มีความหนาแน่นของประชากรยิ่งสูงมากจะยิ่งเหมาะสม จากผลการศึกษาการใช้รถไฟความเร็วสูงในต่างประเทศ พบว่ามีประเทศฝรั่งเศส และญี่ปุ่นใช้เกณฑ์นี้พิจารณาความหนาแน่นของประชากรในเมืองหลัก แต่ปริมาณความต้องการในการเดินทางระหว่างเมืองหลักเพียงสองเมืองนั้นอาจจะไม่เพียงพอในการตัดสินใจลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูง ดังนั้น นอกจากจะพิจารณาถึงความหนาแน่นประชากรที่เมืองหลักแล้ว การพิจารณาเลือกเส้นทางเดินให้ผ่านเมืองหลักหลายๆเมืองที่มีประชากรหนาแน่น จะยิ่งก่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ากับการลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูง นอกจากนี้ลักษณะทางภูมิประเทศอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการกระจายประชากรได้ ยกตัวอย่าง สภาพภูมิประเทศของประเทศอิตาลีและประเทศญี่ปุ่นนั้น มีลักษณะแคบและยาว ทำให้การจัดเดินรถ สามารถจัดให้ผ่านเมืองหลักหลายเมืองได้ง่ายและทำให้มีปริมาณผู้โดยสารสูง ส่วนประเทศฝรั่งเศสแม้ว่าลักษณะภูมิประเทศแตกต่างจากที่กล่าวไว้ แต่การจัดการเดินรถเชื่อมต่อเขากับเมืองหลวงและเมืองหลักของประเทศใกล้เคียง จึงทำให้มีปริมาณความต้องการเดินทางมากขึ้น สำหรับประเทศไทยพิจารณาลักษณะของประชากรของประเทศไทย หากพิจารณาระดับอำเภอนั้น พบว่า ความหนาแน่นของประชากรของเมืองใหญ่เฉลี่ยมีเพียง 800 คน/ตร.ม. มีเพียงกรุงเทพมหานครเท่านั้นที่มีประชากร หนาแน่นกว่า 2,000 คน/ตร.ม. (หากพิจารณาระดับเทศบาลของเมืองใหญ่แล้วจะมีความหนาแน่นของ ประชากรเฉลี่ยประมาณ 4,000 คน/ตร.ม.) ส่วนความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยทั้งประเทศมีประมาณ 1,200 คน/ตร.ม. ซึ่งจะเห็นว่า ปัจจุบันสภาพการตั้งถิ่นฐานของประชากรในเมืองใหญ่ต่างๆในประเทศไทยมีความหนาแน่นต่ำกว่าประเทศที่มีการใช้ระบบรถไฟความเร็วสูง

ซึ่งส่วนใหญ่มีความหนาแน่นของเมืองใหญ่เกิน 3,000 คน/ตร.ม. โดยเฉพาะประเทศที่ใช้ระบบความเร็วสูงมาก เช่น ญี่ปุ่นและฝรั่งเศส ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมาก สภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงของไทยในระยะเริ่มแรกยังไม่มีความจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีความเร็วสูงมากนัก

6.1.3 การประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูง

ในการจัดทำระบบรถไฟความเร็วสูง การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งการประเมินโครงการ จะทำให้สามารถเปรียบเทียบมูลค่าเงินลงทุน ค่าการดำเนินการ และผลประโยชน์ต่างๆ ที่จะได้รับจากโครงการ รวมไปถึงผลที่ได้จากการสนองความต้องการในด้านการพัฒนาประเทศอีกด้วยโดยวิธีในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการที่ใช้ในประเทศต่างๆ มีทั้งการใช้วิธี Financial ,Economic Cost - Benefit ,Multi criteria ,Economic impact ซึ่งสรุปได้ว่าโครงการส่วนใหญ่ จะใช้ cost - benefit analysis เป็นหลักในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ อย่างไรก็ดีการนำไปประยุกต์ใช้อาจมีความแตกต่างกันออกไปบ้างตามความเหมาะสมของโครงการในแต่ละประเทศ ในกระบวนการตัดสินใจเพื่อลงทุนระบบรถไฟความเร็วสูงนั้น จะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปทางการเงินได้มาพิจารณารวมด้วย

6.1.4 การประเมินความต้องการไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย

การประเมินความต้องการไฟฟ้าของรถไฟความเร็วสูงและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยได้พิจารณาเลือกใช้รถไฟความเร็วสูงที่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงาน ซึ่งในการศึกษานี้ได้เลือกใช้รถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่น รุ่นN 700 ที่มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption; SEC) ต่ำสุด คือ 0.029 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อที่นั่ง-กิโลเมตร กำลังไฟฟ้า 17.08 เมกกะวัตต์ ความเร็วสูงสุด 270 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยนำข้อมูลเส้นทางการเดินรถและปริมาณความต้องการในการเดินทางมาจากแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ว่า

1. กรุงเทพฯ - เชียงใหม่ มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 82.16 เมกกะวัตต์
2. กรุงเทพฯ - หนองคาย มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 48 เมกกะวัตต์
3. กรุงเทพฯ - จันทบุรี มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 82.16 เมกกะวัตต์
4. กรุงเทพฯ - ปาดังเบซาร์ มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 82.16 เมกกะวัตต์

มีค่าผลรวมเท่ากับ 294.48 เมกกะวัตต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการประมาณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในปี พ.ศ. 2564 โดยการไฟฟ้านครหลวง พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน โดยงานวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่าการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าโดยการไฟฟ้านครหลวง ประมาณ 1.03 % สำหรับค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในสี่เส้นทางหลัก สรุปได้ว่า

- เส้นทางกรุงเทพฯไปเชียงใหม่ จะมีค่าพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 103 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี
- เส้นทางกรุงเทพฯไปหนองคาย จะมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ เท่ากับ 34 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี
- เส้นทางกรุงเทพฯไปจันทบุรี จะมีค่าพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 74 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี
- เส้นทางกรุงเทพฯไปปาดังเบซาร์ จะมีค่าพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 95 จิกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี

ซึ่งผลรวมของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีในกรณีมีรถไฟความเร็วสูงจะได้เท่ากับ 305 จิกกะวัตต์ชั่วโมงต่อปี จะเห็นได้ว่าค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปีของรถไฟความเร็วสูงที่ไปภาคเหนือ จากกรุงเทพฯไปเชียงใหม่จะมีค่ามากที่สุด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากกรุงเทพฯไปหนองคายจะมีค่าน้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากระยะทางและปริมาณความต้องการเดินทาง ยิ่งมีระยะทางมากและความต้องการในการเดินทางมากจะส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้ามากตามไปด้วย จะส่งผลให้การไฟฟ้าต้องจัดหาไฟฟ้ามารองรับความต้องการไฟฟ้าที่มากขึ้น ซึ่งอาจจะนำเข้าไฟฟ้ามาจากประเทศอื่นหรือลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม โดยเอกชนลงทุน จากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนี้ สามารถนำไปคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงได้อีกด้วย ในการศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงพบว่า ขึ้นอยู่กับปริมาณและประเภทของเชื้อเพลิงหรือพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าซึ่งของประเทศไทยมีค่าดังนี้

- เส้นทางกรุงเทพฯไปเชียงใหม่ จะมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 56.05 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี
- เส้นทางกรุงเทพฯไปหนองคาย จะมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 18.51 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี
- เส้นทางกรุงเทพฯไปจันทบุรี จะมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 40.32 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี
- เส้นทางกรุงเทพฯไปปาดังเบซาร์ จะมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 51.71 พันตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี

6.2 ข้อเสนอแนะ

นอกจากรายงานผลการศึกษาที่ได้ดำเนินการมาแล้วข้างต้นนี้ ทางผู้วิจัยยังมีข้อเสนอแนะบางประการที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการใช้พลังงานการขนส่งผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้าโดยรถไฟความเร็วสูง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการของการขนส่งผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้าโดยรถไฟความเร็วสูง ได้ดังนี้

1. ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายบางประเทศ เท่านั้น เนื่องจากข้อมูลจำนวนมากและเงื่อนไขด้านเวลา ดังนั้น เพื่อให้ทราบแนวโน้มการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อจะนำมาวิเคราะห์ว่าแบบไหนเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับประเทศไทยนั้น จึงควรที่จะมีการศึกษาในหลายประเทศเพิ่มขึ้นไปอีก

2. ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาการประมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้า คำนวณค่าพลังงานจำเพาะและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลระยะทาง ปริมาณความต้องการในการเดินทางจากแผนแม่บทรถไฟความเร็วสูงของประเทศไทย และข้อมูลรถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่น ที่มีประสิทธิภาพในด้านพลังงานสูงสุดในประเทศที่ได้ศึกษาในการศึกษานี้ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในหลายๆกรณีเพื่อความแม่นยำ ในการประมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า

3. ในการศึกษานี้คิดความต้องการไฟฟ้าเฉพาะในส่วนของการเดินรถเท่านั้น ยังไม่รวมในส่วนของสถานีและอื่นๆ ซึ่งอาจจะมีการศึกษาเพิ่มขึ้นในส่วนที่ยังไม่ครอบคลุมในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, **สถิติการใช้พลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ** [Online], Available : http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1841:2010-09-22-07-02-07&catid=128 [4 มีนาคม 2557].

2. ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์, 2011, **มาตรฐานสากลด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) กรณีศึกษารถไฟความเร็วสูง (ตอนที่1-2)** [Online], Available: http://www.ptec.or.th/publisher/p43-45.pdf [4 มีนาคม 2557].

3. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรงคมนาคม, 2556, **โครงการศึกษาและออกแบบระบบรถไฟความเร็วสูง** [Online], Available: http://www.thaihispeedtrain.com/index.php [6 มีนาคม 2557].

4. INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS, 2012, **High Speed Maps** [Online], Available: www.uic.org/spip.php?article2727 [8 มีนาคม 2557].

5. ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์, 2011, **มาตรฐานสากลด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) กรณีศึกษารถไฟความเร็วสูง (ตอนที่3)** [Online], Available: http://www.ptec.or.th/ publisher/tn221A_p35-40.pdf [8 มีนาคม 2557].

6. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม, 2553, **รายงานฉบับสมบูรณ์ของการศึกษาแผนแม่บทเพื่อพัฒนาระบบรางและรถไฟความเร็วสูง**, บทที่8, หน้า113.

7. นิรนาม, **โครงการวิทยานิพนธ์ สถานีรถไฟความเร็วสูงสายตะวันออก northeast high speed train terminal** [Online], Available: https://docs.google.com/document/preview?hg d=1&id =1K428fL R9OOLM9NptEACWVqQwGbZ RB4ikkFaBouO7MwQ&pli=1[9 มีนาคม 2557]

8. นารีรัตน์ เกษมพัฒนการ, 2550, **การวิเคราะห์การใช้พลังงานในการขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้า**, การศึกษาวิจัยปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

9. ปิติ ปิตา, 2554, **การวิเคราะห์การใช้พลังงานและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการขนส่งทางรถไฟในประเทศไทย,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า18-22.

10. สาตก์วิภัช พรนภดล, 2555, **การศึกษาการใช้พลังงานและการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าใต้ดินในกรุงเทพมหานคร,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า24.

11. Feng X., 2011, “Optimization of target speeds of high-speed railway trains for traction energy saving and transport efficiency improvement”, **Energy Policy**, Vol. 39, No. 12, pp. 7658-7665.

12. Ballis, A. and Golias, J., 2002, “Comparative Evaluation of Existing and Innovative Rail Road Freight Transport Terminals”, **Transportation Research Part A,** Vol. 36, No. 7, pp. 593-611.

13. Kolb, A. and Wacker, M., 1995, “Calculation of Energy Consumption and Pollutant Emissions on Freight Transport Routes”, **The Science of The Total Environment**, Vol. 169, No. 1-3, pp. 283-288

14. โอภาส สุขหวาน, 2541, **การวิเคราะห์และประมาณการความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง** , วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อม และวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

15. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, **ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** [ออนไลน์], แหล่งค้นหา : http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=342&Itemid=127:egat-environmental-co2&catid=37:egat-csr-operation [21 เมษายน 2557].

16. Daniel A., **The economics and politics of high-speed rail 2012** [Online], Available: http://books.google.co.th/books?id=5noU8pjFKnkC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=electricity+demand+in+france+high+speed&source=bl&ots=8l42m78GpE&sig=iTIr-BywgKNlOw5GFQ9ZqoPWJCQ&hl=th&sa=X&ei=WmZuU9v7OYPzkAWdz4HAAQ&ved=0CF8Q6AEwBTgK#v=onepage&q=electricity%20demand%20in%20france%20high%20speed&f=false [21 เมษายน 2557].

17. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรงคมนาคม, 2556, **แผนการพัฒนาระบบการขนส่งทางรถไฟ** [Online], Available: http://www.otp.go.th/images/stories/news1/2553/july/002080753/5.pdf [21 เมษายน 2557].

18. INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS, 2012, **High speed, energy consumption and emissions** [Online], Available: http://www.uic.org/IMG/pdf/report_hs_energy_consumption_emissions.pdf [21 เมษายน 2557].

19. INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS, 2012, **Carbon Footprint of High Speed Rail** [Online], Available: http://www.uic.org/IMG/pdf/hsr_sustainability_carbon_footprint_final.pdf [21 เมษายน 2557].

20. INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS, 2012, **High speed and the city** [Online], Available: http://www.uic.org/IMG/pdf/20101117_highspeed_thecity_finalreport.pdf [21 เมษายน 2557].

21. Network Rail, 2013, **Comparing the Environmental Impact of Conventional and High-Speed Rail** [Online], Available: http://www.networkrail.co.uk/5878_Comparing environmental impactofconventionalandhighspeedrail.pdf [21 เมษายน 2557].

22. นิรนาม, **TGV France** [Online], Available: http://www.railwaytechnology.com/ projects/frenchtgv/ [23 เมษายน 2557].

23. นิรนาม, 2013, **JR East Group CSR Report 2013** [Online], Available: http://www.jreast.co.jp/e/environment/pdf_2013/all.pdf [23 เมษายน 2557].

24. M. Ueno, S. Usui, H. Tanaka and A. Watanabe, 2013, **Technological overview of the next generation Shinkansen high-speed train Series N700** [Online], Available: http://www.uic.org/cdrom/2008/11_wcrr2008/pdf/R.1.3.3.3.pdf [23 เมษายน 2557].

25. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2556, **PEA กับความพร้อมในการรองรับโครงการรถไฟความเร็วสูง** [Online], Available: http://www.saijaifaifa.com/peanews_detail.php?gid=4&id=82 [23 เมษายน 2557].

26. นิรนาม, 2012, **Guidelines forDefra/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting** [Online], Available: http://www.juliesbicycle.com/media/igdocs/International-conversion-factors-pdf. [23 เมษายน 2557].

27. นิรนาม, 2013, **High Speed Lines In The World** [Online], Available: http://www.uic.org/IMG/pdf_high_speed_lines_in_the_world.pdf [23 เมษายน 2557].

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจำนวนประชากรในระดับอำเภอและระดับเทศบาล ที่มีศักยภาพเป็นสถานีจอดรถไฟความเร็วสูง/รถไฟด่วน (พ.ศ. 2555)

ตารางที่ ก.1 จำนวนประชากรในระดับอำเภอและระดับเทศบาลที่มีศักยภาพเป็นสถานีจอดรถไฟความเร็วสูง/รถไฟด่วน (พ.ศ. 2551) [6]

เส้นทาง	ระดับอำเภอ			ระดับเทศบาล			สัดส่วนประชากรชุมชนเมืองต่อชุมชนชนบท
	ขนาดพื้นที่อำเภอเมือง (ตร.กม.)	จำนวนประชากรในเขตอำเภอเมือง(คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่เทศบาล (ตร.กม.)	จำนวนประชากรในเขตเทศบาล (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)	
สายเหนือ							
อยุธยา	130.58	136,467	1,045	23.24	74,588	3,209	0.55
ลพบุรี	565.61	249,907	442	6.85	25,736	3,757	0.10
ตาคลี (นครสวรรค์)	854.06	114,506	134	16	26,819	1,676	0.23
นครสวรรค์	748.27	239,395	320	27.87	91,872	3,296	0.38
ตะพานหิน (พิจิตร)	468.93	71,125	152	12.01	16,388	1,365	0.23
พิษณุโลก	750.81	268,650	358	18.26	77,340	4,235	0.29
เชียงใหม่	152.359	243,065	1,595	40	146,346	3,659	0.60
สายตะวันออกเฉียงเหนือ							
สระบุรี	301.63	112,431	373	20.13	63,672	3,163	0.57
ปากช่อง	1,825.17	182,831	100	15.25	37,062	2,430	0.20
นครราชสีมา	755.60	427,099	565	37.50	145,793	3,888	0.34
หนองคาย	607.456	143,469	236	35.15	49,104	1,397	0.34
อุบลราชธานี	990.385	371,637	375	41.94	84,830	2,023	0.23
สายตะวันออก							
ฉะเชียงเทรา	378.66	142,557	376	12.76	39,343	3,083	0.28
พัทยา	-	-	-	53.44	104,797	1,960	1.00
ระยอง	514.55	219,904	427	16.95	57,822	3,411	0.26
จันทบุรี	253.09	120,899	478	7.75	26,987	3,482	0.22
สระแก้ว	607.456	143,469	236	35.15	49,104	1,397	0.34

ตารางที่ ก.1(ต่อ) จำนวนประชากรในระดับอำเภอและระดับเทศบาลที่มีศักยภาพเป็นสถานีจอดรถไฟความเร็วสูง/รถไฟด่วน (พ.ศ. 2551) [6]

เส้นทาง	ระดับอำเภอ			ระดับเทศบาล			สัดส่วนประชากรชุมชนเมืองต่อชุมชนชนบท
	ขนาดพื้นที่อำเภอเมือง (ตร.กม.)	จำนวนประชากรในเขตอำเภอเมือง(คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่เทศบาล (ตร.กม.)	จำนวนประชากรในเขตเทศบาล (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)	
สายใต้							
นครปฐม	417.44	267,525	641	19.85	83,214	4,192	0.31
ราชบุรี	430.30	191,337	445	8.70	37,490	4,309	0.20
เพชรบุรี	283.90	118,765	418	5.4	25,118	4,651	0.21
หัวหิน	838.96	89,041	106	73.03	52,919	725	0.59
นครศรี-ธรรมราช	266.622	617,447	432	22.56	108,757	4,821	0.41
สงขลา	858.96	117,032	136	11.22	14,242	1,269	0.12

ภาคผนวก ข

ข้อมูลจำนวนโรงแรมและผู้มาเยี่ยมเยือนในจังหวัด/เมืองสำคัญ

ตารางที่ ข.1 จำนวนโรงแรมและผู้มาเยี่ยมเยือนในจังหวัด/เมืองสำคัญ [6]

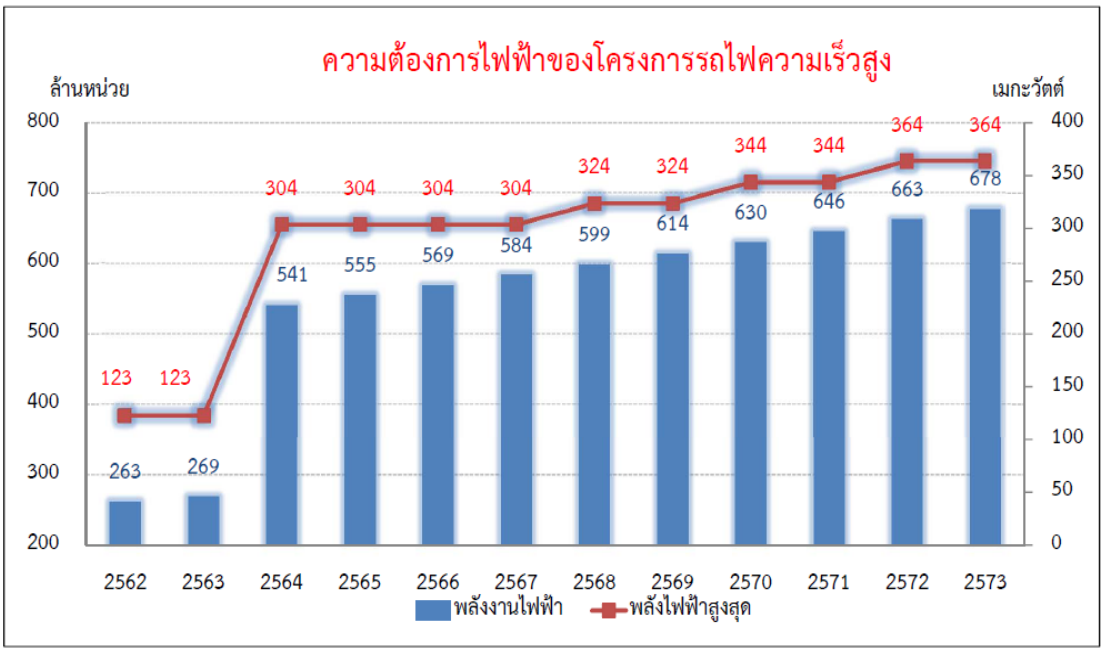
จังหวัด	จำนวนโรงแรม	จำนวนห้องพัก	จำนวนผู้มาเยี่ยมเยือน(คนต่อปี)				
			ปี 2550	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554
อยุธยา	47	2,671	2,711,607	3,023,933	3,260,589	3,373,929	3,784,617
ลพบุรี	34	1,749	2,263,307	2,617,936	2,784,301	2,807,428	2,990,441
นครสวรรค์	37	1,581	644,211	682,562	673,514	749,383	908,518
พิษณุโลก	68	4,109	1,949,752	2,045,503	1,800,058	1,900,108	2,071,448
เชียงใหม่	418	20,816	3,399,906	3,898,543	3,997,776	5,590,326	5,356,867
สระบุรี	33	2,413	1,048,666	1,901,684	2,240,711	2,467,126	2,573,160
นครราชสีมา (รวมปากช่อง)	175	8,112	3,660,983	3,922,081	4,301,398	4,967,023	5,429,119
ปากช่อง	80	3,337	979,453	1,058,520	1,330,129	1,574,084	1,803,815
ขอนแก่น	53	3,983	1,977,386	2,128,424	2,369,894	2,600,000	2,570,011
อุดรธานี	42	3,164	1,644,356	1,794,942	1,925,598	2,111,204	2,046,133
หนองคาย	28	1,210	1,027,509	1,113,235	1,235,317	1,254,643	1,263,949
อุบลราชธานี	34	2,289	1,095,053	1,166,203	1,288,462	1,367,311	1,507,946
ฉะเชิงเทรา	13	666	1,196,523	1,273,880	1,493,128	1,672,583	1,768,066
ชลบุรี(รวม พัทยา บางแสน)	381	39,640	5,497,144	6,189,644	6,407,685	7,236,704	7,882,541
ระยอง	200	8,577	2,532,831	2,715,377	3,097,511	3,346,871	3,911,140
จันทบุรี	69	2,564	488,438	528,842	660,750	951,583	1,174,835
ตราด	270	7,461	651,216	737,100	830,989	1,045,764	1,139,543
นครปฐม	30	1,781	1,355,890	1,402,226	1,622,626	1,787,538	2,125,167
ราชบุรี	78	2,259	445,272	448,005	999,897	1,075,715	1,175,591
ชะอำ	126	5,196	3,233,079	3,307,988	3,392,574	3,643,411	3,912,817
หัวหิน	164	5,321	1,906,117	2,004,603	2,274,026	2,315,081	2,439,159
สุราษฎร์ธานี	827	25,420	1,639,686	1,732,263	1,855,090	2,422,066	2,579,621
นครศรีธรรมราช	55	2,700	1,135,633	1,219,813	1,233,396	1,367,206	1,639,046

ภาคผนวก ค

ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของโครงการรถไฟความเร็วสูงของการไฟฟ้านครหลวง

ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า
ของโครงการรถไฟความเร็วสูงของการไฟฟ้านครหลวง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดังเช่น ในรถยนต์เป็นต้น โดยถึงแม้ว่ารถไฟความเร็วสูงจะไม่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรงก็ตาม เนื่องจากรถไฟความเร็วสูงใช้พลังงานที่อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ย่อมต้องมีกระบวนการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิตนี้จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของโครงการรถไฟความเร็วสูงแสดงในรูปที่ ค.1



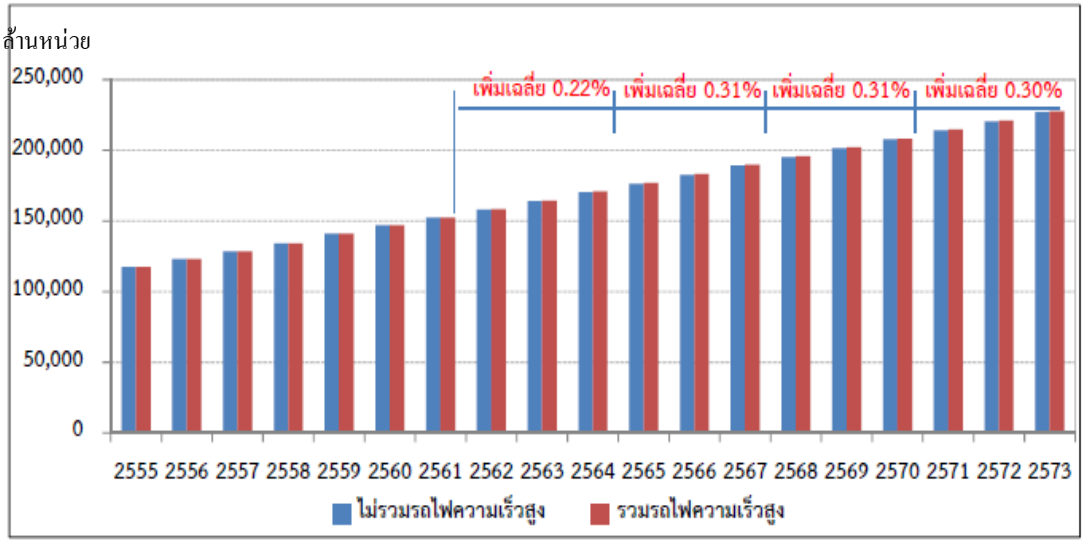
รูปที่ ค.1 กราฟความต้องการไฟฟ้าของโครงการรถไฟความเร็วสูง [25]

หมายเหตุ 1. ค่าพยากรณ์ของระบบรถไฟความเร็วสูงรวมกับสถานีโดยสาร

2. ค่าพยากรณ์เบื้องต้นจากคณะทำงานจัดทำค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า

ตารางที่ ค.1 ค่าพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง [25]

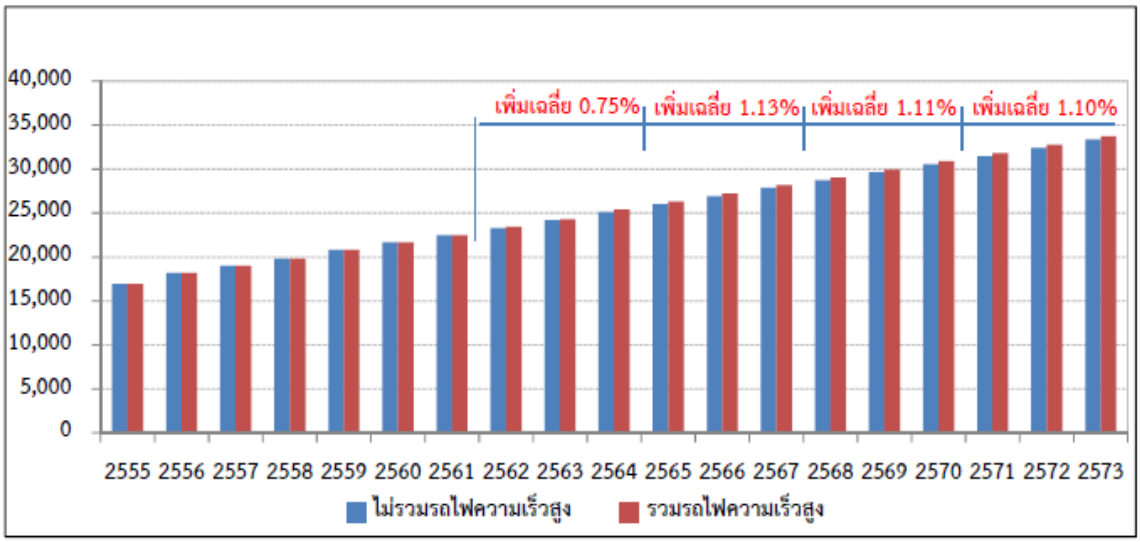
ปีที่พยากรณ์	ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (kWh/ปี)		%ความต้องการที่เพิ่มขึ้น
	กรณีไม่รวมรถไฟความเร็วสูง	กรณีรวมรถไฟความเร็วสูง	
2562	157972	158235	0.17%
2563	164037	164306	0.16%
2564	170257	170798	0.32%
2565	176412	176967	0.31%
2566	182688	183258	0.31%
2567	189131	189715	0.31%
2568	195123	195722	0.31%
2569	201393	202007	0.31%
2570	207680	208310	0.30%
2571	213998	214645	0.30%
2572	220374	221037	0.30%
2573	226922	227599	0.30%



รูปที่ ค.2 กราฟค่าพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง [25]

ตารางที่ ค.2 ค่าพยากรณ์กำลังไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้านครหลวง (เมกะวัตต์) [25]

ปีที่พยากรณ์	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)		%ความต้องการที่เพิ่มขึ้น
	กรณีไม่รวมรถไฟความเร็วสูง	กรณีรวมรถไฟความเร็วสูง	
2562	23294	23416	0.53%
2563	24183	24306	0.51%
2564	25094	25398	1.21%
2565	25996	26299	1.17%
2566	26916	27219	1.13%
2567	27860	28164	1.09%
2568	28734	29057	1.13%
2569	29646	29970	1.09%
2570	30561	30904	1.12%
2571	31480	31823	1.09%
2572	32407	32770	1.12%
2573	33359	33723	1.09%



รูปที่ ค.3 กราฟค่าพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้านครหลวง (เมกะวัตต์) [25]

ภาคผนวก ง
เส้นทางรถไฟความเร็วสูงทั้งหมดในโลก

ตารางที่ ง.1 เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในยุโรป [27]

AUSTRIA [27]

In operation:

Section					Max. Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Vienna	—	St Pölten			250	2012	93

Total Austria km = 93

BELGIUM [27]

In operation:

Section					Max. Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Brussels	—	French Border (L1)			300	1997	72
Leuven	—	Liège (L2)			300	2002	65
Liège	—	German Border (L3)			260	2009	36
Antwerp	—	Dutch border (L4)			300	2009	36

Total km = 209
Total Belgium km = 209

FRANCE [27]

In operation:

Section					Max. Speed (km/h)	Year	Distance (km)
LGV Paris Sud Est					300	1981 / 1983	419
LGV Atlantique					300	1989 / 1990	291
LGV Contournement Lyon					300	1992 / 1994	121
LGV Nord	—	Europe			300	1994 / 1996	346
LGV Interconnexion IDF					300	1994 / 1996	104
LGV Méditerranée					320	2001	259
LGV Est (First					320	2007	332
(Figueres -) Frontière	—	Perpignan			300	2010	24
LGV Rhin	—	Rhône Br Est (First phase)			320	2011	140

Total km = 2,036

Under construction:

Section					Max. Speed (km/h)	Year	Distance (km)
LGV Est	—	Européenne (Second phase)			320	2016	122
LGV Bretagne	—	Pays de la Loire			320	2016	214
LGV Sud Europe Atlantique					300	2016	341
Contournement Nîmes	—	Montpellier			300	2017	80

Total km = 757

Planned:

Section			Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
LGV Rhin	—	Rhône Br Est (Second phase)	320	2017	50
LGV Poitiers	—	Limoges	320	>2020	115
LGV Bordeaux	—	Toulouse (GPSO)	320	>2020	210
Liaison Paris	—	Normandie		>2020	200
LGV PACA				>2020	189
Interconnexion Sud IDF				>2020	18
LGV Bordeaux	—	Espagne (GPSO)		>2020	230
LGV Lyon	—	Turin		>2020	291
LGV Montpellier	—	Perpignan		>2020	193
LGV Picardie				>2020	200
LGV Rhin	—	Rhᓭne Branche Sud	320	>2020	157
LGV Rhin	—	Rhᓭne Branche Ouest	320	>2020	94
LGV Coeur de France (POCL)			320	>2020	430
Jonction vers aéroport de Vatry				>2020	30

Total km = 2,407

Total France km = 5,200

GERMANY [27]

In operation:

Section			Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Fulda	—	Würzburg	280	1988	90
Hannover	—	Fulda	280	1991	248
Mannheim	—	Stuttgart	280	1991	109
Hannover	—	Berlin	250	1998	189
Kბln	—	Frankfurt	300	2002	184
Kბln	—	Düren	250	2003	42
(Karlsruhe -) Rastatt	—	Offenburg	250	2004	44
Leipzig	—	Gröbers (- Erfurt)	250	2004	24
Hamburg	—	Berlin	230	2004	253
Nürenberg	—	Ingolstadt	300	2006	89
München	—	Augsburg	230	2011	62

Total km = 1,334

Under construction:

Section			Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
(Leipzig/Halle -) Gröbers	–	Erfurt	300	2015	98
(Karlsruhe -) Offenburg	–	Basel	250	2015	112
Nürnberg	—	Erfurt	250	2017	218

Total km = 428

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Frankfurt	—	Mannheim			300		18
Stuttgart	—	Ulm	—	Augsburg	250		166
Hamburg/Bremen	—	Hannover			300		114
(Hannover -) Seelze	—	Minden			230		71
(Frankfurt -) Hanau	—	Fulda/Würzburg			300		126

Total km = 495

Total Germany km = 2,257

ITALY [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Rome	—	Florence (First section)			250	1981	150
Rome	—	Florence (Second section)			250	1984	74
Rome	—	Florence (Third section)			250	1992	24
Rome	—	Naples			300	2006	220
Turin	—	Novara			300	2006	94
Milan	—	Bologna			300	2008	182
Novara	—	Milan			300	2009	55
Florence	—	Bologna			300	2009	77
Naples	—	Salerno			300	2009	47

Total km = 923

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Milan	—	Venice					245
Genoa	—	Milan					150

Total km = 395

Total Italy km = 1,318

THE NETHERLANDS [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Schiphol	—	Rotterdam	—	Belgian Border	300	2009	120

Total Netherlands km = 120

POLAND [27]

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Warsaw - Lodz	—	Wroclaw	—	Poznan	300		500
Warsaw	—	Ktowice / Krakow			300		212

Total Poland km = 712

PORTUGAL [27]

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Lisboa	—	Caia (- Madrid)			350		206
Porto	—	Valença (- Vigo) first phase			250		55
Lisboa	—	Porto			300		290
Porto	—	Valença (- Vigo) second phase			250		45
Aveiro	—	Almeida (- Salamanca)			250		170
Evora	—	Faro	—	Vila Real de SA (- Huelva)	250		240

Total Portugal km = 1,006

RUSSIA [27]

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Moscow	—	St. Petersburg			300		650

Total Russia km = 650

SPAIN [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Madrid	—	Seville			270	1992	471
Madrid	—	Lleida			300	2003	519
Zaragoza	—	Huesca			200	2003	79
(Madrid -) La Sagra	—	Toledo			250	2005	21
Cordoba	—	Antequera			300	2006	100
Lleida	—	Camp de Tarragona			300	2006	82
Madrid	—	Segovia	—	Valladolid	300	2007	184
Antequera	—	Mclaga			300	2007	55
Camp de Tarragona	—	Barcelona			300	2008	88
By pass Madrid					200	2009	5
Madrid	—	Valencia / Albacete			300	2010	432
Figueres	—	Frontera (- Perpignan)			300	2010	20
Ourense	—	Santiago			300	2011	88
Barcelona	—	Figueres			300	2013	132
Albacete	—	Alicante			300	2013	239

Total km = 2,515

Under construction:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
(Madrid-Valencia/Alicante) - Murcia / Castellon					300		231
Vitoria	—	Bilbao	—	San Sebastián	250		175
Variante de Pajares					250		50
Bobadilla	—	Granada			250		109
La Coruña	—	Vigo			250		158
Navalmoral	—	Cáceres - Badajoz	—	Fr. Port.	300		278
Sevilla	—	Cádiz			250		152
Hellín	—	Cieza (Variante de Camarillas)			250		27
Sevilla	—	Antequera			300		128

Total km = 1,308

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Valladolid	—	Burgos	—	Vitoria	300		211
Venta de Baños	—	León	—	Asturias			238
Madrid	—	Navalmoral de la			300		191
Almería	—	Murcia					190
Valencia	—	Castellón					64
Olmedo	—	Zamora	—	Orense	300		323
Palencia	—	Santander			300		201
Zaragoza	—	Castejón	—	Logroño	250		149
Castejón	—	Pamplona			300		75
Orense	—	Vigo (vía Cerdedo)			250		60

Total km = 1,702

Total Spain km = 5,525

SWEDEN [27]

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Stockholm	—	Malmö / Goteborg			300		750

Total Sweden km = 750

SWITZERLAND [27]

In operation:

Section			Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Frutigen	—	Visp (Lötschberg base tunnel)	250	2007	35

Total km = 35

Under construction:

Section			Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Erstfeld	—	Biasca (Gotthard base tunnel)	250	2017	57
Giubiasco	—	Lugano (Ceneri base tunnel)	250	2019	15

Total km = 72

Total Switzerland km = 107

UNITED KINGDOM [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Fawkham Junction	—	Tunnel			300	2003	74
London	—	Southfleet Junction			300	2007	39

Total km = 113

Planned:

Section			Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
London	—	Birmingham (HS2, first section)	360	2025	204

Total km = 204

Total United Kingdom km = 317

ระยะทางทั้งหมดในยุโรป [27]

In operation = 7,378

Under construction = 2,565

Planned = 8,321

Total Europe 2025 = 18,264

ตารางที่ ง.2 เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในทวีปเอเชีย [27]

CHINA (PASSENGERS DEDICATED LINES - PDL)

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Qinhuangdao	—	Shenyang			250	2003	404.9
Beijing	—	Tianjing			350	2008	118.0
Nanjing	—	Hefei			250	2008	148.6
Jinan	—	Qingdao			200	2009	393.0
Hefei	—	Wuhan			250	2009	331.0
Shijiazhuang	—	Taiyuan			250	2009	223.9
Wuhan	—	Guangzhou			300	2009	1,079.4
Ningbo	—	Wenzhou	—	Fuzhou-Xiamen	250	2010	837.4
Zhengzhou	—	Xi'an			300	2010	523.4
Chengdu	—	Dujiangyan			200	2010	65.4
Shanghai	—	Nanjing			300	2010	323.5
Nanchang	—	Jiujiang			250	2010	118.7
Shanghai	—	Hangzhou			350	2010	147.3
Changchun	—	Jilin			250	2010	110.9
Hainan East Circle					250	2010	308.1
Guangzhou	—	Zhuhai North			200	2011	142.9
Beijing	—	Shanghai			300	2011	1,318.3
Guangzhou	—	ShenZhen (Hongkong)			250	2011	102.4
Wuhan	—	Yichang			200	2012	292.1
Hefei	—	Bengbu			300	2012	130.6
Zhengzhou	—	Wuhan			300	2012	525.6
Harbin	—	Dalian			250	2012	921.2
Beijing	—	Zhengzhou			300	2012	676.2
Longyan		— Zhangzhou			200	2012	113.5
Nanjing	—	Hangzhou			300	2013	254
Hangzhou	—	Ningbo			250	2013	150

Total km = 9,760

Under construction:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Guangzhou	—	Zhuhai （include Extend Line）			200		21
Tianjin	—	Qinhuangdao					278
Xiamen	—	Shenzhen			200		514
Nanjing	—	An’qing			200		258
Shijiazhuang	—	Jinan			250		323
Baoji	—	Lanzhou			250		401
Changsha	—	Kunming			250		1,158
Lanzhou	—	Urumqi			200		1,776
Heifei	—	Fuzhou			250		806
Datong	—	Xi’an			250		859
Xi’an	—	Chengdu			250		509
Wuhan	—	Xiaogan			200		65.6
Wuhan	—	Huangshi			200		96
Tianjin	—	Baoding			200		231.6
Xuzhou	—	Zhengzhou			250		361.9
Haerbin	—	Qiqihaer			250		285.5
Xi’an	—	Baoji			250		148
Shenyang	—	Dandong			250		206
Hangzhou	—	Changsha			300		452
Qingdao	—	Rongcheng			250		331.6

Total km = 9,081

Planned

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Wanzhou	—	Chengdu					586
Chengdu	—	Guangzhou					1,373
Shangqui	—	Hangzhou					770
Kunming	—	Nanning					710
Jinzhou	—	Yingkou			200		100
Guangxi Northern Gulf					200		238

Total km = 3,777

Total China km = 22,619

TAIWAN-CHINA [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Taipei	—	Kaohsiung			300	2007	345

Total Taiwan-China km = 345

INDIA [27]

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Mumbai	—	Amehdabad			250		495

Total India km = 495

JAPAN (SHINKANSEN SYSTEM) [27]

In operation:

Section				Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Tokyo	—	Shin Osaka (Tokaido)		270	1964	515
Shin Osaka	—	Okayama (San-yo)		270	1972	161
Okayama	—	Hakata (San-yo)		300	1975	393
Omiya	—	Morioka (Tohoku)		320	1982	465
Omiya	—	Niigata (Joetsu)		240	1982	270
Ueno	—	Omiya (Tohoku)		110	1985	27
Tokyo	—	Ueno (Tohoku)		110	1991	4
Fukushima	—	Yamagata (Yamagata)	MINI	130	1992	87
Morioka	—	Akita (Akita)	MINI	130	1997	127
Takasaki	—	Nagano (Hokuriku)		260	1997	117
Yamagata	—	Shinjo (Yamagata)	MINI	130	1999	62
Morioka	—	Hachinohe (Tohoku)		260	2002	97
Shin Yatsuhiro	—	Kagoshima Chuo (Kyushu)		260	2004	127
Hachinohe	—	Shin Aomori (Tohoku)		260	2010	82
Hakata	—	Shin Yatsushiro (Kyushu)		260	2011	130

Total km = 2,664

Under construction:

Section				Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Nagano	—	Kanazawa (Hokuriku)		260	2015	228
Shin Aomori	—	Shin Hakodate (Hokkaido)		260	2016	149
Takeo Onsen	—	Isahaya(Kyushu)				45
Isahaya	—	Nagasaki(Kyushu)			2023	21
Kanazawa	—	Tsuruga (Hokuriku)		260	2025	125
Shin Hakodate	—	Sapporo (Hokkaido)		260	2035	211

Total km = 779

Planned:

Section				Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Tsuruga	—	Osaka (Hokuriku)				128
Shin Tosu	—	Takeo Onsen (Kyushu)				51

Total km = 179

Total Japan km = 3,622

SAUDI ARABIA [27]

Under construction:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Medina	—	Jeddah	—	Mecca	300	2015	550

Total Saudi Arabia km = 550

SOUTH KOREA [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Seoul	—	Daegu			300	2004	330
Daegu	—	Pusan			300	2010	82

Total km = 412

Under construction:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Osong	—	Gwangju			300	2014	186

Total km = 186

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Gwangju	—	Mokpo			300	2017	49

Total km = 49

Total South Korea km = 647

TURKEY [27]

In operation:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
(Ankara-)Sinkan	—	Eskisehir			250	2009	232
Polatli	—	Konya			250	2011	212

Total km = 444

Under construction:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Eskisehir	—	Kösekъy			250	2014	180
Köseköy	—	Gebze			160	2014	56
Bursa	—	Yenisehir			250	2015	75
Yerköy	—	Sivas			250	2015	292

Total km = 603

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Kayseri kuzey geçisi					160	2013	23
Ankara	—	Izmir			250	2015	624
Bandırma	—	Bursa			250	2015	100
Yenisehir	—	Osmaneli			250	2015	30
Sivas	—	Erzincan			250	2015	235
Nusaybin	—	Cizre	—	Habur	160	2016	135
Mürsitpınar	—	Urfa			160	2016	63
Ankara	—	Kayseri			250		175
Halkalı	—	Bulgaria Border			250		230
Gebze	—	Istanbul					43
Gaziantep	—	çobanbey	—	Halep			100

Total km = 1,758

Total Turkey km = 2,805

ระยะทางทั้งหมดในทวีปเอเชีย (กิโลเมตร)

In operation = 13,625

Under construction = 11,199

Planned = 6,258

Total Asia 2025 = 31,083

ตารางที่ ง.3 เส้นทางรถไฟความเร็วสูงในเมืองอื่นๆ [27]

MOROCCO [27]

Under construction:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Tanger	—	Kenitra			300	2015	200

Total km = 200

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Settat	—	Marrakech			300		480

Total km = 480

Total Morocco km = 680

BRAZIL [27]

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Rio de Janeiro	—	Sao Paulo	—	Campinas	300		511

Total Brazil km = 511

USA [27]

In operation:

Section	Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
North East Corridor ([Boston -] NY - W)	240		362

Total km = 362

Planned:

Section					Max.Speed (km/h)	Year	Distance (km)
Fresno	—	Bakersfield			300	2021	483
Sacramento / San F		Fresno				>2025	147
Bakersfield	—	Los Angeles			300	>2025	147

Total km = 777

Total USA km = 1,139

ระยะทางทั้งหมดในเมืองอื่นๆ (กิโลเมตร)

In operation	=	362
Under construction	=	200
Planned	=	1,768
Total Other Countries 2025	=	2,330

ระยะทางทั้งหมดในโลก (กิโลเมตร)

In operation	=	21,365
Under construction	=	13,964
Planned	=	16,347
Total Other Countries 2025	=	51,677

ภาคผนวก จ

ค่า CO_2 emission Factor ของการผลิตไฟฟ้า ของประเทศต่างๆ

ตารางที่ จ.1 ค่า CO_2 emission Factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศต่างๆ [26]

ประเทศ	CO_2 Emission Factor of electricity ($kgCO_2$/ kWh)
Australia	0.92080
Austria	0.17355
Belgium	0.22861
Brazil	0.07674
Bulgaria	0.53771
Canada	0.18369
China	0.78049
Chinese Taipei	0.66441
Croatia	0.32035
Cyprus	0.77388
Czech Republic	0.57391
Denmark	0.34783
Egypt	0.52276
Estonia	0.81058
Finland	0.21526
France	0.09613
Germany	0.45504
Gibraltar	0.73952
Greece	0.76449
Hong Kong	0.85669
Hungary	0.33247
Iceland	0.00044
India	1.24932
Indonesia	0.83079
Ireland	0.50439
Israel	0.72181
Italy	0.41035
Japan	0.43697

ตารางที่ จ.1(ต่อ) ค่า CO_2 emission Factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศต่างๆ [26]

ประเทศ	CO_2 Emission Factor of electricity ($kgCO_2$/ kWh)
Korea	0.51863
Latvia	0.17510
Lithuania	0.12645
Luxembourg	0.39149
Malaysia	0.67552
Malta	1.01930
Mexico	0.55103
Netherlands	0.40266
New Zealand	0.18029
Norway	0.01898
Pakistan	0.57343
Philippines	0.54861
Poland	0.68132
Portugal	0.39520
Romania	0.50306
Russia	0.35349
Saudi Arabia	0.83138
Singapore	0.54988
Slovak Republic	0.23656
Slovenia	0.34492
South Africa	1.04227
Spain	0.31048
Swenden	0.04621
Switzerland	0.04294
Thailand	0.54670
Turkey	0.56207
Ukraine	0.46148
United States	0.54454

ตารางที่ จ.1(ต่อ) ค่า CO_2 emission Factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศต่างๆ [26]

ประเทศ	CO_2 Emission Factor of electricity ($kgCO_2$/ kWh)
EU (27)	0.36327
Africa	0.73751
Latin America	0.21033
Middle East	0.81978
Non-OECD Europe	0.38891
Asia	0.99927
Australia & New Zealand	0.79965
Europe	0.38891
North America	0.54454
Russia and former Soviet Union	0.35349
UK	0.52037
Algeria, Angola, Benin, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Cape Verde, Central African Republic, Chad, Comoros, Congo, Democratic Republic of Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Egypt, Equatorial Guinea, Eritrea, Ethiopia, Gambia, Gabon, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Libyan Arab Jamahiriya, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mauritius, Morocco, Mozambique, Namibia, Niger, Nigeria, Reunion, Rwanda, Sao Tome and Principe, Senegal, Seychelles, Sierra Leone, Somalia, South Africa, Sudan, Swaziland, United Republic of Tanzania, Togo, Tunisia, Uganda, Zambia, Zimbabwe	Used Africa 0.73751

ตารางที่ จ.1(ต่อ) ค่า CO_2 emission Factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศต่างๆ [26]

ประเทศ	**CO_2 Emission Factor of electricity ($kgCO_2$/ kWh)**
Bangladesh, Brunei Darussalam, Cambodia, Chinese Taipei, India, Indonesia, DPR of Korea, North Korea, Malaysia, Mongolia, Myanmar, Nepal, Pakistan, Philippines, Singapore, Sri Lanka, Thailand, Vietnam, China (including Hong Kong), Afghanistan, Bhutan, Cook Islands, East Timor, Fiji, French Polynesia, Kiribati, Laos, Macau, Maldives, New Caledonia, Papua New Guinea, Samoa, Solomon Islands, Tonga and Vanuatu, Japan	Used population weighted average of China and India Used population weighted average of Australia and New Zealand
Australia and New Zealand Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, the Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Gibraltar, Former Yugoslav Republic of Macedonia (FYROM), Malta, Romania, Serbia, and Slovenia.	Used non-OECD Europe as worst case
Latin America includes Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Netherlands Antilles, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, Trinidad and Tobago, Uruguay, Venezuela and Other Latin	Used Latin America

ตารางที่ จ.1(ต่อ) ค่า CO_2 emission Factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศต่างๆ [26]

ประเทศ	**CO_2 Emission Factor of electricity ($kgCO_2$/ kWh)**
America, Antigua and Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Belize, Bermuda, British Virgin Islands, Cayman Islands, Dominica, Falkland Islands, French Guyana, Grenada, Guadeloupe, Guyana, Martinique, Montserrat, Puerto Rico, St. Kitts and Nevis, Saint Lucia, Saint Pierre et Miquelon, St. Vincent and the Grenadines, Suriname and Turks/Caicos Islands.	Used Latin America
Middle East includes Bahrain, Islamic Republic of Iran, Iraq, Israel, Jordan, Kuwait, Lebanon, Oman, Qatar, Saudi Arabia, Syrian Arab Republic, United Arab Emirates and Yemen.	Used Middle East
North America includes the United States (50 states and the District of Columbia) Canada and Mexico	Used United States
Former Soviet Union includes Armenia, Azerbaijan, Belarus, Estonia, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lithuania, Republic of Moldova, Russian Federation, Tajikistan, Turkmenistan, Ukraine and Uzbekistan.	Used Russia