

แนวคิดการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเมืองภูมิภาค
(ภายใต้โครงการศึกษาจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ
กลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง เพื่อรองรับการพัฒนาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก)

1. ความเป็นมา

แผนแม่บทการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะกลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง เป็นการจัดทำแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในระดับภูมิภาค (Regional Public Transport Plan) ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด และแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง (Urban Public Transport) ครอบคลุมพื้นที่ในเขตตัวเมืองของทั้ง 3 จังหวัด โดยระบบขนส่งสาธารณะจะทำหน้าที่เชื่อมโยงจุดการเดินทางสำคัญภายในเขตเมืองเข้าและเชื่อมโยงกับโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมที่สำคัญ (Backbone) รวมถึงการเชื่อมโยงพื้นที่พัฒนาใหม่ในกลุ่มจังหวัดเข้ากับพื้นที่สำคัญอื่นๆอีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงกับกรุงเทพมหานครและปริมณฑลซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดการเดินทางที่สำคัญผ่านทางระบบถนนและระบบราง โดยเป็นการวางแผนเพื่อรองรับและสนับสนุนการพัฒนาพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ทั้งด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว โดยจะยึดระบบขนส่งหลักซึ่งได้มีการกำหนดไว้แล้ว ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าความเร็วสูง ระบบรถไฟฟ้าทางคู่ ท่าอากาศยานอู่ตะเภา ทางหลวงและทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเป็นแกนกลาง (Backbone) และทำการศึกษาคู่มือระบบขนส่งสาธารณะสายรอง (Feeder) เพื่อเชื่อมต่อเขตเมือง เขตชุมชน แหล่งท่องเที่ยว แหล่งอุตสาหกรรม เมืองใหม่ และแหล่งดึงดูดการเดินทางสำคัญอื่นๆ

2. แนวทางดำเนินงาน

2.1 การวางแผนระบบขนส่งสาธารณะในระดับภูมิภาค กลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง ซึ่งอยู่ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ที่มีแผนการพัฒนาพื้นที่ที่หลากหลาย การเดินทางในอนาคตของพื้นที่กลุ่มจังหวัดอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากรูปแบบปัจจุบันค่อนข้างมาก การวางแผนระบบขนส่งสาธารณะจึงไม่สามารถอ้างอิงรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันแต่เพียงอย่างเดียวได้ สนข. จึงจะทำการทบทวนแผนการพัฒนาพื้นที่ ตามแผนภาพรวมเพื่อการพัฒนาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก และแผนการใช้ประโยชน์ในที่ดินในภาพรวม ที่ ครม. ให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2561 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเส้นทางเพื่อให้สอดคล้องตามแผนพัฒนา รวมทั้งการสำรวจความต้องการการเดินทางในระดับที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวเส้นทางและรูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะ โดยจะยึดโครงข่ายระบบขนส่งหลักที่ได้วางแผนไว้แล้ว ประกอบด้วย โครงข่ายระบบขนส่งทางราง ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าทางคู่ ระบบรถไฟฟ้าความเร็วสูง และระบบขนส่งทางถนน ได้แก่ โครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ทางหลวงสายหลักในพื้นที่เป็นแกนหลักในการเดินทาง และจะเสนอระบบการขนส่งเพิ่มเติมเป็นระบบรองและระบบเสริมเพื่อให้การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะเป็นไปอย่างสมบูรณ์

2.2 การวางแผนระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง ข้อมูลที่ใช้ในการวางแผน ประกอบด้วย ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ รวมทั้งข้อมูลจากการสำรวจบางส่วน โดยจะทำการศึกษาทบทวนระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองจากการศึกษาที่ผ่านมาในเขตตัวเมืองของทั้ง 3 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง ประกอบกับ การใช้ข้อมูลทุติยภูมิด้านเศรษฐกิจสังคม การใช้ที่ดิน จำนวนประชากร แหล่งดึงดูดการเดินทางสำคัญ เช่น สถานที่ราชการ โรงเรียน โรงพยาบาล ศูนย์การค้า สถานที่ท่องเที่ยว การประชุมร่วมกับตัวแทนของ

จังหวัดเพื่อรับทราบความต้องการของประชาชนในพื้นที่ และการสอบถามข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ที่มีความชำนาญในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดแนวเส้นทางระบบขนส่งมวลชนในเขตเมืองต่อไป การคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสาร ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนที่เหมาะสมและใช้ประกอบในการศึกษาความคุ้มค่าของโครงการทั้งด้านเศรษฐกิจและการเงิน จะใช้การคาดการณ์จากปริมาณการเกิดการเดินทาง (Trip Generation) และปริมาณการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) ตามแนวเส้นทาง การกระจายตัวการเดินทางด้วยวิธีการ Gravity model และกำหนดสัดส่วนการเลือกพาหนะในการเดินทาง (Mode Choice) โดยการเทียบเคียงสัดส่วนกับผลการศึกษาอื่นที่ใกล้เคียงกันในพื้นที่และเสริมด้วยการสุ่มสัมภาษณ์พฤติกรรมการเดินทางของประชาชนในพื้นที่

2.3 กระบวนการในการวางแผนระบบขนส่งสาธารณะ ประกอบด้วย

1) การกำหนดภาพรวมของการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ (Conceptual Framework) ซึ่งจะแสดงถึงองค์ประกอบหลักต่างๆ ประกอบด้วย โครงข่ายและแนวเส้นทางที่มีความเหมาะสม พิจารณาระบบขนส่งที่เหมาะสมกับปริมาณผู้โดยสาร ข้อจำกัดด้านกายภาพและสิ่งแวดล้อมของเมือง จุดจอดและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ กำหนดโครงสร้างค่าโดยสารและระบบจัดเก็บค่าโดยสาร เสนอแนะรูปแบบการลงทุนและแนวทางบริหารจัดการ

2) การวิเคราะห์รูปแบบโครงข่ายและแนวเส้นทางที่สอดคล้องกับความต้องการเดินทางและความเป็นไปได้ทางกายภาพ เขตทางที่เหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม

3) กำหนดรูปแบบระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเส้นทาง รวมถึงการกำหนดจุดจอดรูปแบบการให้บริการ ความถี่ในการให้บริการหรือตารางเดินรถ

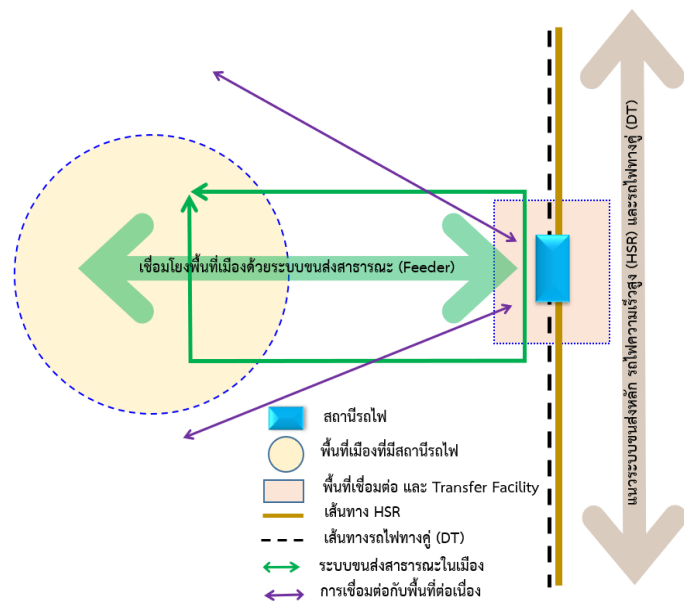
2.4 กรอบภาพรวม (Conceptual Framework) ของการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ

การกำหนดกรอบภาพรวมของแผนแม่บท จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 6 ด้าน ของระบบขนส่งสาธารณะ ได้แก่

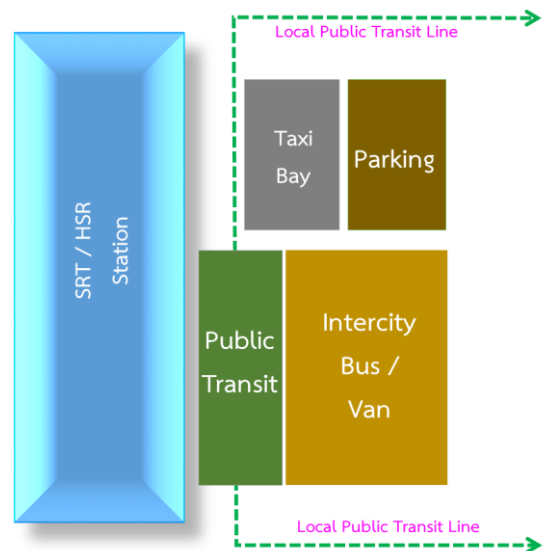
- 1) โครงข่ายเส้นทางและตัวระบบ ต้องครอบคลุมการเดินทางและมีระดับการให้บริการที่ดี
- 2) สาธารณูปโภคสนับสนุน เช่น จุดจอดแล้วจร สถานี ศูนย์ซ่อมบำรุง
- 3) ระบบตั๋วและค่าโดยสาร ราคาเหมาะสมและสะดวกในการเชื่อมต่อ
- 4) สิ่งแวดล้อมและการยอมรับของประชาชน
- 5) การลงทุนและผลตอบแทน ระบบมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่เหมาะสม
- 6) การบริหารจัดการ ความเป็นไปได้และสามารถดำเนินการได้โดยหน่วยงานท้องถิ่น



สำหรับการกำหนดกรอบภาพรวมของระบบขนส่งสาธารณะกลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง เพื่อรองรับการพัฒนาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก มีแนวคิดในการให้ระบบขนส่งสาธารณะในแต่ละจังหวัดเชื่อมต่อสถานีรถไฟ กับแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งการค้า สถานศึกษา หน่วยงานราชการ สถานีขนส่งรูปแบบอื่น รวมถึงแหล่งท่องเที่ยวสำคัญและพื้นที่ต่อเนื่อง โดยอาศัยระบบขนส่งสาธารณะที่มีความเหมาะสมกับสภาพกายภาพเส้นทางและปริมาณผู้โดยสาร



นอกจากนี้ยังต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสาร (Transfer Facility) ที่เหมาะสมระหว่างระบบขนส่งสาธารณะและระบบรถไฟความเร็วสูง และรถไฟฟ้าทำให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางได้สะดวกแบบไร้รอยต่อ (Seamless Transportation) และมีประสิทธิภาพเต็มรูปแบบ (Full Integration) ซึ่งรองรับได้ทั้งระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองและระบบขนส่งสาธารณะอื่นๆ จากพื้นที่ต่อเนื่อง เช่น มีสถานีจอดรถโดยสารสำหรับรถโดยสารระหว่างเมืองและรถโดยสารไปยังสถานที่ท่องเที่ยว เพื่อเป็นจุดเปลี่ยนถ่ายผู้โดยสาร (Public Transport Interchange: PTI) จุดจอดรถ Taxi สองแถว จักรยานยนต์รับจ้าง จุดจอดรถรับส่ง ทางเดินมีหลังคาคลุม สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุและผู้พิการ รวมถึงระบบตัวร่วม และหมุนเวียนผู้โดยสาร (Circulation) ที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่สถานีรถไฟหลักของแต่ละจังหวัด เป็นต้น



ทั้งนี้ในการศึกษาและจัดทำแผนแม่บทระบบขนส่งสาธารณะของโครงการจากการศึกษาจัดทำแผนแม่บทระบบขนส่งสาธารณะของสำหรับกลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์จะต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญดังนี้

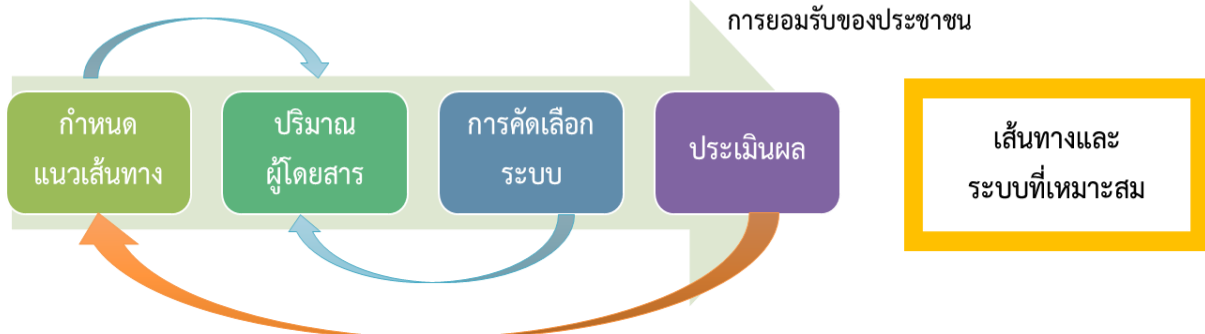
- 1) ส่งเสริมสภาพเศรษฐกิจในพื้นที่ โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทางและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันสู่ระดับสากล
- 2) เพิ่มความปลอดภัยสำหรับผู้โดยสารระบบขนส่งทุกรูปแบบ
- 3) เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงและเพิ่มความคล่องตัวของผู้คนและสินค้า
- 4) พัฒนาการเชื่อมต่อระหว่างรูปแบบการขนส่งต่างๆ สำหรับผู้คนและสินค้า

- 5) ข้อคำนึงถึงด้านสิ่งแวดล้อม โดยระบบขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน และสร้างการเชื่อมต่อบนระบบขนส่งต่างๆในพื้นที่
- 6) ส่งเสริมการดำเนินงานและการจัดการระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการลงทุน การดำเนินงานและบำรุงรักษา
- 7) สนับสนุนส่งเสริมระบบขนส่งเดิมที่มีอยู่ในพื้นที่ โดยจะต้องมีความสอดคล้องและสนับสนุนกับระบบขนส่งสาธารณะเดิมที่มีอยู่ในพื้นที่ได้อย่างบูรณาการ

2.5 หลักการคัดเลือกเส้นทางและระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม

แนวทางการศึกษาคัดเลือกเส้นทางและระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมมีขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- | | | | |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> จุดต้นทาง-ปลายทาง ของการเดินทาง สภาพกายภาพเส้นทางและระบบ | <ul style="list-style-type: none"> ปริมาณผู้โดยสาร | <ul style="list-style-type: none"> ความจุของระบบ ความเร็ว ความถี่ให้บริการ | <ul style="list-style-type: none"> ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ค่าลงทุนและค่าดำเนินการ (CAPEX&OPEX) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการยอมรับของประชาชน |
|---|---|---|--|



- 1) **กำหนดแนวเส้นทาง (Route Selection)** ที่สอดคล้องกับความต้องการเดินทางทั้งจากแหล่งกำเนิดและดึงดูดการเดินทาง รวมทั้งกำหนดตำแหน่งสถานีเบื้องต้น
- 2) **วิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสารตามแนวเส้นทาง (Ridership)** โดยในขั้นตอนนี้จะสามารถวิเคราะห์ควบคู่กับการกำหนดแนวเส้นทาง และการกำหนดเลือกระบบเบื้องต้น โดยจะต้องทำการวิเคราะห์แบบการทำซ้ำ (Iteration) จนได้เส้นทางและปริมาณผู้โดยสารที่เหมาะสม
- 3) **การคัดเลือกระบบขนส่ง (System Selection)** โดยจะต้องมีการกำหนดรูปแบบการให้บริการ และอัตราค่าโดยสาร (Operation and Fare) ในเบื้องต้น อาทิเช่น การกำหนดความถี่ในการให้บริการ (Headway) ความเร็วในการให้บริการ (Speed) และอัตราค่าโดยสาร (Fare) เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสาร การเลือกระบบที่เหมาะสมกับระบบรถโดยสารสาธารณะของโครงการ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการให้บริการ
- 4) **การประเมินผล (Evaluation)** ขั้นตอนนี้จะนำเอาข้อมูลปริมาณผู้โดยสาร การกำหนดระบบการให้บริการในเบื้องต้น มาประกอบการคิดมูลค่าการลงทุน (Investment) และค่าใช้จ่ายในการให้บริการ (Operation and Management) รายได้จากค่าโดยสาร เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมซึ่งจะคำนึงถึง (1) ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม เช่น ความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง ความสามารถในการรองรับผู้โดยสาร การเชื่อมต่อโครงข่าย เป็นต้น (2) ความเหมาะสมด้าน มูลค่าลงทุน ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน เป็นต้น และ (3) ความเหมาะสมด้าน

สิ่งแวดล้อมและประชาชน เช่น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเวนคืน การยอมรับและความต้องการของประชาชน เป็นต้น ซึ่งเป็นการตั้งต้นจากนั้นจะพิจารณากำหนดระบบขนส่งสาธารณะและรูปแบบการให้บริการอีกครั้งให้เหมาะสมและวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการเดินทางและผู้โดยสารและตรวจสอบให้สอดคล้องเหมาะสมกันอีกครั้ง (Iteration Process) จนได้แนวเส้นทางและระบบที่มีความเหมาะสมต่อโครงการ

2.6 การทบทวนระบบขนส่งสาธารณะ

1) **โครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะ** โครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะแบ่งได้เป็น 3 ระดับ มีข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบซึ่งมีวัตถุประสงค์ และคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งในด้านความจุ (capacity) และความเร็ว (speed) ประกอบด้วย

- **โครงข่ายหลัก (Trunk Routes or Backbone)** มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงแหล่งกิจกรรมที่สำคัญในเขตเมือง ส่วนใหญ่จะใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มีความเร็วและความจุสูง เช่นระบบ MRT, LRT, และ BRT
- **โครงข่ายรอง (Inter-suburban Line)** มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงพื้นที่รอบนอกเมืองเข้าสู่ระบบหลัก ส่วนใหญ่จะใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มีความเร็วและความจุรองลงมา เช่นระบบ Bus หรือ Tram ทั้งนี้ขึ้นกับบริบทของเมืองด้วย
- **โครงข่ายเสริม (Feeder)** มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงแหล่งกิจกรรมย่อยภายในเขตเมือง ส่วนใหญ่จะใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มีความเร็วและความจุรองลงมา เช่นระบบ Bus หรือ Tram

2) **รูปแบบของการจัดการเขตทาง** ภายใต้ลำดับขั้นของระบบขนส่งสาธารณะที่มี ระบบหลัก ระบบรอง และระบบเสริม ระบบเหล่านี้จะมีคุณลักษณะเบื้องต้นตามลักษณะของเขตทาง (Right-of-Way, ROW) ในการให้บริการ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทเขตทาง ดังนี้

- **เขตทางที่มีการควบคุมการเข้าออกอย่างเต็มรูปแบบ (ROW A)** ได้แก่ ระบบขนส่งสาธารณะที่มีเขตทางเฉพาะที่ถูกควบคุมการเข้าออกอย่างเต็มรูปแบบ (Full control of access) เป็นเขตทางที่ไม่มีการตัดผ่านโดยกระแสจราจรของยานพาหนะ ประเภทอื่น โดยที่ไม่มีจุดร่วมจุดตัดกับยานพาหนะประเภทอื่น เช่น การกำหนดเขตทางแบบต่างระดับ (Grade separation) หรือเขตทางพิเศษ (Exclusive ROW) มีความเร็วและ Reliability ที่สูง เหมาะกับ ระบบหลักที่ต้องการดึงดูดการให้บริการเชื่อมโยงแหล่งกิจกรรมในเมือง
- **เขตทางที่มีการควบคุมการเข้าออกบางส่วน (ROW B)** ได้แก่ ระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการขนส่งในเขตทางเฉพาะบางส่วน ในส่วนที่มีเขตทางเฉพาะ เขตทางที่ใช้จะแยกออกจากกระแสจราจรของยานพาหนะประเภทอื่นด้วยการใช้ สิ่งกีดขวางเป็นแนวกั้นตามแนวเส้นทาง เช่น มีเกาะกัน หรือเขตทางแบบต่างระดับ มีการควบคุมการเข้า ออก ในส่วนที่ไม่มีเขตทางเฉพาะ จะมีลักษณะการจราจรแบบผสม (Mixed Traffic) และมีความเร็ว และความตรงต่อเวลา (Reliability) ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของทางเฉพาะ
- **เขตทางที่ใช้ร่วมกัน (ROW C)** ได้แก่ ระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการขนส่งบนพื้นผิวทาง ซึ่งจะสัญจรร่วมไปกับกระแสจราจรของยานพาหนะประเภทอื่น (mixed traffic) ซึ่งจะทำให้มีความเร็วต่ำ



ที่มา : Vuchic (2012)

3) รูปแบบโครงสร้างทางวิ่ง

ประเภทของโครงสร้างทางวิ่งของระบบขนส่งสาธารณะโดยทั่วไป ได้แก่ โครงสร้างทางวิ่งระดับดิน (At-grade) โครงสร้างทางวิ่งยกระดับ (Elevated) และโครงสร้างทางวิ่งใต้ดิน (Underground) ซึ่งแต่ละประเภทโครงสร้างทางวิ่ง จะมีความสัมพันธ์กับประเภทของเขตทาง ดังนี้

- **โครงสร้างทางวิ่งระดับดิน** (โครงสร้างระดับดิน) เป็นโครงสร้างทางวิ่งที่ใช้มากที่สุดสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ โดยสามารถรองรับ ROW A, ROW B, และ ROW C ได้การก่อสร้างให้มีโครงสร้างทางวิ่งระดับดินที่มี ROW A จะต้องมีการสร้างทางใหม่ มีการทำแนวเขตทางที่ชัดเจน ไม่มีการรบกวนจากการจราจรปกติ จึงอาจทำให้โครงสร้างทางวิ่งระดับดินที่มี ROW A ไม่สามารถดำเนินการได้ในพื้นที่ที่เป็นชุมชนเดิม ในทางกลับกันโครงสร้างทางวิ่งระดับดินส่วนใหญ่จะมี ROW B และ ROW C บนถนนเดิม ซึ่งจะเหมาะสมกับการเข้าสู่แหล่งชุมชน และแหล่งกิจกรรมได้ดีกว่า โครงสร้างทางวิ่งระดับดินส่วนใหญ่ที่มี ROW B โดยมากจะเป็นการใช้เขตทางร่วมกับการจราจรปกติ ในบริเวณทางแยกพร้อมการติดตั้งระบบสัญญาณไฟที่ให้สิทธิรถประจำทาง (Transit Signal Priority) เพื่อลดความล่าช้า สำหรับโครงสร้างทางวิ่งที่มี ROW C ก็มีความคล้ายคลึงกัน แต่ตลอดสายทางจะมีการใช้พื้นที่สัญญาณร่วมกับการจราจรปกติ อาจมีการติดตั้ง ระบบสัญญาณไฟที่ให้สิทธิรถประจำทาง (Transit Signal Priority) เพื่อลดความล่าช้าได้เช่นกัน

- **โครงสร้างทางวิ่งยกระดับ** (โครงสร้างยกระดับ) เป็นโครงสร้างทางวิ่งเพื่อเพิ่มระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS) แก่ระบบขนส่งสาธารณะ โดยส่วนใหญ่โครงสร้างทางวิ่งยกระดับจะทำให้ระบบขนส่งสาธารณะมี ROW A ที่เพิ่มความเร็วให้แก่ระบบขนส่งสาธารณะ อีกทั้งเป็นการเพิ่มความตรงต่อเวลา (Reliability) ให้แก่ระบบขนส่งสาธารณะด้วย

- **โครงสร้างทางวิ่งใต้ดิน** (โครงสร้างใต้ดิน) เป็นโครงสร้างทางวิ่งเพื่อเพิ่มระดับการให้บริการแก่ระบบขนส่งสาธารณะ โดยส่วนใหญ่ โครงสร้างทางวิ่งยกระดับจะทำให้ระบบขนส่งสาธารณะมี ROW A เพิ่มเพิ่มความตรงต่อเวลา (Reliability) ให้แก่ระบบขนส่งสาธารณะ เช่นเดียวกับโครงสร้างทางวิ่งยกระดับ

ทั้งนี้ โครงสร้างทางวิ่งทั้ง 3 ประเภท สามารถผสมผสานกันได้ ขึ้นอยู่กับบริบทของพื้นที่ และข้อจำกัดต่างๆ เช่น ข้อจำกัดด้านงบประมาณ ข้อจำกัดด้านเขตทาง ข้อจำกัดด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

4) เทคโนโลยีของระบบขนส่งสาธารณะ (Technology of Public Transportation System)

เทคโนโลยีของระบบขนส่งสาธารณะอาจแบ่งออกเป็นหลายประเภท ตัวอย่างเช่น

● รถโดยสารประจำทาง (Bus)

รถโดยสารประจำทาง มี ROW C รถโดยสารประจำทางใช้ยานพาหนะประเภทล้อยางและส่วนมากมีผู้โดยสารเพียงผู้เดียว ประกอบด้วย 2 เพลา 6 ล้อ หรือแบบพ่วงมี 3 เพลา 10 ล้อ ความจุของรถโดยสารประจำทางแตกต่างกันไปตามชนิดและขนาดของรถ รถโดยสารประจำทางแบบมาตรฐานมีความจุ 60-70 ที่นั่ง รถโดยสารประจำทางแบบพ่วง (Articulated bus) มีความจุได้มากถึง 140 ที่นั่ง รถโดยสารประจำทางในปัจจุบันมีการใช้พลังงานในหลายรูปแบบ เช่น แบบใช้พลังงานน้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ หรือพลังงานไฟฟ้า รถโดยสารประจำทางสามารถใช้งานได้หลายแบบทั้งวิ่งบริการระยะสั้น วิ่งบริการขนส่งในเขตเมือง และวิ่งบริการระยะทางไกลระหว่างเมือง

นอกจากนี้ คุณลักษณะทั่วไปของรถโดยสารประจำทาง ได้แก่ รถโดยสารประจำทางมีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้เส้นทาง สามารถปรับเปลี่ยนเส้นทางชั่วคราวได้ มีจุดจอดรถได้หลายที่ แต่ในทางกลับกันรถโดยสารประจำทางสัญญาวิ่งร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่นๆ บนพื้นผิวถนน ทำให้ยากต่อการแยกกระบวนรถโดยสารประจำทางออก จากการขนส่งรูปแบบอื่น ๆ เนื่องจากไม่มีขอบเขตทางเฉพาะ รถโดยสารประจำทางมีมูลค่าการลงทุนเริ่มต้นที่ต่ำ เหมาะสำหรับการใช้งานบนเส้นทางที่มีความต้องการการเดินทางที่ไม่สูงนัก โดยทั่วไปแบ่งออกเป็นประเภทย่อยดังนี้

- รถประจำทางทั่วไป (Regular Bus)
- รถประจำทางขนาดเล็ก (Micro Bus)
- รถประจำทางแบบพ่วง (Articulated Bus)



ที่มา commons.wikimedia.org

Regular Bus (รูปซ้าย) Micro Bus (รูปกลาง) Articulated Bus (รูปขวา)

● รถโดยสารประจำทางด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT)

รถโดยสารประจำทางด่วนพิเศษ (BRT) เป็นระบบรถโดยสารประจำทางที่พัฒนา รูปแบบโครงสร้างพื้นฐาน อันได้แก่ เขตทาง สถานีจุดจอด/ป้ายหยุดรถรับส่ง ตัวรถ และการดำเนินการเดินรถที่มีประสิทธิภาพการให้บริการสูงกว่ารถโดยสารประจำทาง BRT มีคุณลักษณะที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- เขตทางประเภท ROW B (หรือ ROW A)
- มีความถี่สม่ำเสมอในการให้บริการ
- ลักษณะของจุดจอดจะออกแบบให้เป็นสถานีที่เด่นชัด
- มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวก มีข้อมูล การให้บริการ
- ตัวรถมีการออกแบบให้เห็นเด่นชัด
- มีพื้นที่เทียบเท่ากับขานชาลาสถานีทำให้ผู้โดยสารเข้าออกจากตัวรถได้อย่างรวดเร็ว
- การให้บริการรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงกว่ารถโดยสารประจำทางทั่วไป

ทั้งนี้ เพื่อให้ BRT ประสบความสำเร็จนั้น เขตทาง (ROW) ควรเป็นเขตทางเฉพาะที่มีการจัดการควบคุม บริเวณทางแยกทางร่วมกับการจราจรปกติที่มีประสิทธิภาพ มีการควบคุมและบังคับใช้กฎจราจรอย่างเข้มแข็งและ ต่อเนื่อง (Vuchic, 2005; Scherer, 2010) ประกอบกับการติดตั้งเทคโนโลยีระบบขนส่งอัจฉริยะ (ITS Technology) เช่น สัญญาณไฟและการให้ลำดับความสำคัญแก่รถโดยสารสาธารณะผ่านพิเศษบริเวณทางแยก (Public Transit Priority) เพื่อให้มีความตรงต่อเวลาในการให้บริการ (Reliability) โดยระบบ BRT ที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่อยู่ใน ประเทศในทวีปอเมริกาใต้ และออสเตรเลีย



ที่มา commons.wikimedia.org

รถโดยสารประจำทางด่วนพิเศษ (BRT)

- รถราง (Streetcar/Tram)

ระบบรถรางไฟฟ้า (Streetcar/Tram) เป็นระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบระบบรางที่วิ่งสัญจรอยู่บนระดับผิวดิน โดยส่วนมากรถรางไฟฟ้าให้บริการบนถนนโดยสัญจรร่วมกับจราจรรูปแบบการขนส่งอื่นๆ ขับเคลื่อนโดยอาศัยพลังงานขับเคลื่อน มีเขตทางประเภท ROW C แต่บางครั้งอาจมีช่องจราจรเฉพาะหรือมีเขตทางประเภท ROW B มียานพาหนะเป็นตู้รถไฟ 1-2 ตู้ (หรือบางครั้ง 3 ตู้) รถรางไฟฟ้ามีคุณลักษณะทางด้านพลศาสตร์ (อัตราเร่งและอัตราหน่วง) ที่ดีและสะดวกสบายในการโดยสาร

ความน่าเชื่อถือและความเร็วในการให้บริการของระบบรถรางขึ้นอยู่กับสภาพของแนวเส้นทาง ถ้าวิ่งบนถนนที่แคบและมีการจราจรที่ติดขัดจะทำให้ประสิทธิภาพของรถรางไม่เป็นไปตามขีดจำกัดของระบบ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าถนนกว้างและการจราจรไม่ติดขัด การให้บริการของรถรางจะมีประสิทธิภาพสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ BRT แล้ว ระบบรถรางมีความสะดวกสบายในการเดินทางแก่ผู้โดยสารมากกว่า ดึงดูดการใช้บริการมากกว่า (มีผู้โดยสารในขนาดสูงกว่า) และมีการสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีสูงกว่า



ที่มา intelligenttransport.com



Croydon tram (รูปซ้าย) รถรางในเมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน (รูปขวา)

- **รถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit, LRT)**

ระบบขนส่งรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit, LRT) เป็นระบบขนส่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า มีความจุที่สูง เป็นยานพาหนะที่เงียบ มีการดำเนินงานที่มีคุณภาพสูง มีผู้โดยสารแบบพ่วงตั้งแต่ 2 ถึง 7 ตู้ ระบบ LRT มีเส้นทางทั้งบนดิน ลอยฟ้า และใต้ดิน สามารถขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติได้



ที่มา intelligenttransport.com

รถไฟฟ้ารางเบาในเมืองเบอร์มิงแฮม (Birmingham)

โครงสร้างเส้นทาง LRT ที่มี ROW แบบ A ทำใหยานพาหนะสามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงและมีความน่าเชื่อถือ เป็นที่ยอมรับ ซึ่งในปัจจุบันพบว่าระบบ LRT ได้รับความนิยมสำหรับการขึ้นนำการพัฒนาเมือง ซึ่งเกิดจากการที่ LRT เป็นระบบที่ดึงดูดการให้บริการและดึงดูดการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานี

- **รถไฟฟ้ารางเดี่ยว (Monorail)**

รถไฟฟ้ารางเดี่ยว หรือ โมโนเรล (Monorail) ถูกพัฒนาครั้งแรกขึ้นในประเทศ เยอรมัน สามารถแบ่งออกได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยล้อ หรือรูปแบบที่ยานพาหนะที่แขวนไว้ กับราว โดยราวจะเป็นโครงสร้างยกระดับ

รถไฟฟ้ารางเดี่ยวยมีเขตทางเฉพาะ มีผู้โดยสาร 3 ถึง 6 ตู้ ระบบโมโนเรลเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานและเป็นที่ยอมรับในพื้นที่ชุมชน โดยโมโนเรลสามารถเคลื่อนที่ไปบนเส้นทางเดียวกับถนนสายหลัก ผ่านพื้นที่สีเขียว หรือข้ามผ่านแหล่งน้ำ แต่โมโนเรลไม่เหมาะกับอุโมงค์หรือพื้นที่ที่มีตึกสูงหรือบนพื้นผิวดิน โมโนเรลจึงมีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อระบบขนส่งแบบอัตโนมัติในพื้นที่เปิดและสถานที่ท่องเที่ยว



ที่มา monorailex.org

รถไฟฟ้ารางเบาของบริษัทเดอะวอลต์ดิสนีย์เวิลด์ (รูปซ้าย)

และรถไฟฟ้ารางเบาเมืองปาล์ม จูเมราห์ (รูปขวา)

- **รถไฟฟ้าด่วนพิเศษ (Mass Rapid Transit, MRT)**

ระบบรถไฟฟ้าด่วนพิเศษ (Mass Rapid Transit, MRT) หรือระบบรถไฟฟ้ารางหนัก (Heavy Rail) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ดีที่สุดในเรื่องของความจุของสายทางภายในเมือง มี ROW A ระบบ MRT ซึ่งมีการใช้แรงจาก

ไฟฟ้าและระบบป้องกันสัญญาณล้ม ทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง นอกจากนี้รูปแบบรางยังให้ความสบายแก่ผู้โดยสาร มีประสิทธิภาพสูงในการใช้พลังงาน มีความน่าเชื่อถือสูง และมีความปลอดภัยสูง BRT มีความจุสูงกว่า LRT (ขึ้นอยู่กับความเร็ว จำนวนตู้ และ ระยะห่างของเวลาระหว่างคัน (Headway) เมื่อพิจารณาถึงระดับการให้บริการ MRT ก็จะสูงกว่า LRT และทำให้เกิดการพัฒนาโดยรอบสถานีที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม มูลค่าการลงทุนของ MRT สูงกว่า LRT สาเหตุหลักมาจากตัวรถที่มีขนาดใหญ่กว่า น้ำหนักมากกว่า ต้องการพื้นที่ในการสร้างมากกว่า



ที่มา austinrailnow.com

รถขนส่งมวลชน (MRT) เมืองบัลติมอร์เมโทร (รูปซ้าย) และ ไมอามี (รูปขวา)

- รถไฟชานเมือง (Commuter Rail)

รถไฟระหว่างเมืองหรือรถไฟชานเมือง เป็นรูปแบบเทคโนโลยีราง วิ่งด้วยความเร็วสูง เชื่อมโยงระหว่างเมือง (ระยะทางมากกว่า 20 กิโลเมตร) โครงข่ายเส้นทางรถไฟระหว่างเมือง มักประกอบด้วยเส้นทางรถไฟหลายเส้นในแนวรัศมีจากศูนย์กลางเมือง โดยมีสถานีตั้งอยู่บริเวณศูนย์กลางชุมชนในเขตชานเมือง ซึ่งจะมีรูปแบบการเดินทางอื่นๆ เช่น การเดินเท้า รถจักรยาน และรถโดยสารประจำทางมาเป็นระบบเชื่อมต่อสถานีของระบบนี้ โดยปกติมักรวมอยู่กับสถานีของรถไฟระหว่างเมือง รถไฟชานเมืองมักมีปริมาณการเดินทางที่สูงในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนและในทิศทางเข้าและออกเมืองตามช่วงเวลา รถไฟชานเมืองมีลักษณะของเส้นทางที่ยาวซึ่งสามารถทำให้วิ่งด้วยความเร็วที่สูงได้



ที่มา การรถไฟแห่งประเทศไทย

รถไฟระหว่างเมืองหรือรถไฟชานเมืองขบวนรถด่วนพิเศษ

- รถแรมบัส (TramBus)

รถแรมบัส หรืออีกชื่อหนึ่งคือโทรลลีย์บัส (Trolleybus) พัฒนาขึ้นครั้งแรกเมื่อเดือนเมษายน 1882 ในเบอร์ลิน โดยแรมบัสเป็นรถบัสพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ระบบสายไฟฟ้าเหนือหัว แรมบัสมีความคล้ายคลึงกับรถรางเป็นอย่างมาก แตกต่างกันที่แรมบัสใช้สายเคเบิล 2 เส้น ในขณะที่รถรางใช้เพียง 1 เส้น การที่แรมบัสใช้ล้อยาง ทำให้มีแรมบัสความคล่องตัวมากกว่ารถรางที่ใช้ล้อเหล็ก นอกจากนี้ การขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ ทำให้แรมบัสมีความเงียบมากกว่า ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย แรมบัสสามารถผสมผสานการใช้พลังงานได้ 2 รูปแบบคือ พลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ และพลังงานดีเซลล์ โดยสามารถทำความเร็วสูงสุด 80 กม./ชม. ด้วยความยาวของยานพาหนะ 18-25 เมตร ทำให้สามารถรองรับผู้โดยสารได้ 140-240 คน



ที่มา intelligenttransport.com

TramBus ในกรุงบรัสเซล ประเทศเบลเยียม

- **รถแถมไร้ราง (Trackless Tram)**

Trackless tram เป็นเทคโนโลยีพัฒนาในประเทศจีน และกลุ่มประเทศยุโรป โดยการผสมผสานลักษณะของรถไฟฟ้าความเร็วสูงเข้ากับรถบัส โดยใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนบนถนน และใช้พลังงานไฟฟ้า โดยสามารถชาร์จได้ 30 วินาที ทุกๆสถานี และ 10 นาทีที่สถานีสุดท้าย Trackless tram สามารถทำความเร็วสูงสุด 70 กม./ชม. ระบบนำทางใช้ระบบเซนเซอร์โดยเทคโนโลยีจีพีเอส (GPS) และ ไลดาร์ (LIDAR) โดยสามารถขับเคลื่อนได้อย่างความแม่นยำในเส้นทางที่กำหนด โดยใน 1 ขบวนมีตู้โดยสารรวม 3 ตู้ ที่สามารถรองรับผู้โดยสารรวม 300 คน เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและขับเคลื่อนด้วยล้อยาง ทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำทั้งในด้านมลภาวะทางเสียง และมลพิษทางอากาศ



ที่มา <http://theconversation.com>

รถแถมไร้รางพลังงานแบตเตอรี่ (battery-powered trackless tram) (รูปซ้าย)

และรถแถมไร้ราง CCRC (CRRC trackless tram) (รูปขวา)

5) การเปรียบเทียบเทคโนโลยีของระบบขนส่งสาธารณะ

การสรุปเปรียบเทียบรูปแบบเทคโนโลยีขนส่งสาธารณะ (Nuchic, 2005; Vuchic 2007) ใน 18 ประเด็น ดังนี้

- **ประเภทของเขตทาง** โดยรูปแบบเทคโนโลยีส่วนใหญ่จะมี ROW ประเภทเดียว เช่น รถรับจ้างสาธารณะ (Paratransit) และ รถโดยสารประจำทาง (Bus) จะมี ROW C ส่วนรถไฟฟ้าด่วนพิเศษ (MRT) และ รถไฟชานเมือง (Commuter Rail) จะมี ROW A มีบางระบบ ที่สามารถให้บริการได้ในหลากหลาย ROW ได้แก่ BRT และ LRT ที่มีทั้ง ROW A และ ROW B Trans ที่มีทั้ง ROW B และ ROW C

- **การดำเนินงาน**

- ระบบนำทาง โดยรูปแบบเทคโนโลยีที่มี ROW A/B มักจะมีระบบนำทางตามแนวเขตทาง เช่น คันทาง หรือ ราง ส่วนระบบที่มี ROW C จะไม่มีระบบนำทาง

- การควบคุมยานพาหนะ การควบคุมยานพาหนะในทุกรูปแบบเทคโนโลยีต้องการพนักงานขับรถ แต่หากเป็นระบบราง ที่มีเทคโนโลยีที่สูง พนักงานขับรถจะมีหน้าที่หลักในสถานการณ์พิเศษ เช่น กรณีฉุกเฉิน นอกจากนั้นจะเป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic) ที่ช่วยควบคุม และให้สัญญาณแก่พนักงานขับรถ
- พลังงานขับเคลื่อนระบบขนส่งสาธารณะส่วนใหญ่หันมาใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าพลังงานจากน้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบราง ที่ส่วนใหญ่เป็นการขับเคลื่อนโดยระบบไฟฟ้า

● ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

- มลภาวะทางอากาศ เป็นที่แน่ชัดว่าเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้มากในระบบขนส่งสาธารณะ เป็นการก่อมลพิษมากกว่าระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม การวัดมลพิษเป็นการวัดในภาพรวม ซึ่งรวมถึงแหล่งกำเนิดของพลังงาน หากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าผลิตจากถ่านหินหรือน้ำมัน มลพิษที่เกิดขึ้น อาจมีผลกระทบรุนแรงได้ ดังนั้น มลพิษของระบบขนส่งสาธารณะที่ใช้ไฟฟ้า จึงขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ไม่สามารถเปรียบเทียบได้หากไม่มีข้อมูลจำเพาะ
- เสียง ระบบล้อยาง และระบบราง (ขนาดเบา) จะมีมลภาวะทางเสียงต่ำ อย่างไรก็ตาม ระบบราง (ขนาดหนัก : รถไฟฟ้าด่วนพิเศษ และ รถไฟฟ้าชานเมือง) อาจมีมลภาวะทางเสียงที่สูงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นทางโค้งและทางลาดชัน
- การสั่นสะเทือน ระบบล้อยางจะมีความได้เปรียบในเรื่องการสั่นสะเทือน อย่างไรก็ตาม ระบบรางก็ไม่ได้มีการสั่นสะเทือนที่สูงมาก ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างรองรับระบบรางด้วย

● **ความเร็วในการดำเนินงาน (กม./ชม.)** รูปแบบเทคโนโลยีที่มีทางเฉพาะยิ่งสูง ยิ่งมีความเร็วในการให้บริการที่สูงตาม ทั้งนี้ ระบบรางขนาดหนัก (รถไฟฟ้าด่วนพิเศษ และรถไฟฟ้าชานเมือง) จะมีความเร็วในการดำเนินงานที่สูง เนื่องจากต้องการดึงดูดการใช้บริการในหรือระหว่างเมืองที่มีปริมาณการอยู่อาศัยที่หนาแน่น โดยรูปแบบเทคโนโลยีที่มีความเร็วในการดำเนินงานสูง ย่อมมีความเร็วสูงสุดที่สูงด้วย ทั้งนี้ ควรมีการคำนึงถึงความเร่ง โดยรูปแบบเทคโนโลยีที่มีความเร่งสูง จะเหมาะสำหรับการให้บริการในเมืองที่ต้องมีการหยุดบ่อย เพื่อรักษาความเร็วในการดำเนินงาน

● **ความจุตัวรถ (คนต่อคัน)** ระบบรางจะมีความจุตัวรถสูงกว่าระบบล้อยาง เนื่องจากขนาดของตัวรถที่สามารถออกแบบได้กว้างและใหญ่กว่า อย่างไรก็ตาม ระบบรถโดยสารสามารถออกแบบให้มีความจุเพิ่มขึ้นได้ หรือเรียกว่า รถบัสพ่วง (Articulated Bus) ซึ่งจะมีการเพิ่มจำนวนเพลารองรับการต่อเชื่อมในส่วนที่เพิ่มเติม

● **จำนวนยานพาหนะ (คัน)** ระบบรางนอกจากจะมีตัวรถที่ใหญ่กว่า ยังสามารถต่อเป็นขบวนได้หลายคัน (ตู้) แตกต่างจากรถโดยสารที่ถูกจำกัดไว้ที่ 1 คัน เพื่อใช้งานบนถนนได้ ความจุ (คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง) เป็นผลลัพธ์ของความเร็วในการดำเนินงาน โดยระบบรางมักจะมีผลรวมของระบบที่สูงกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเพิ่มจำนวนรถในแต่ละขบวน และลดระยะเวลาระหว่างคัน (Headway)

● **ความปลอดภัย** ระบบขนส่งสาธารณะควรมีความปลอดภัย ซึ่งเป็นบรรทัดฐานหลักของการให้บริการ โดยระบบที่มีทางเฉพาะยิ่งมาก ยิ่งมีความปลอดภัยที่สูงกว่า ระบบขนส่งสาธารณะที่ต้องใช้ทางร่วมกับยานพาหนะอื่น มักประสบปัญหาการรักษาความปลอดภัย เนื่องจากมีปัจจัยแวดล้อมมากมาย ทั้ง ทางด้านการขับขี่ ยานพาหนะของแต่ละบุคคล ความสามารถในการช่วยเหลือตนเองของผู้ใช้บริการ ขนส่งสาธารณะ ลักษณะทางกายภาพของถนน ฯลฯ

- **ความน่าเชื่อถือ (Reliability)** รูปแบบเทคโนโลยีที่มีเขตทางเฉพาะมากย่อมมีความน่าเชื่อถือที่สูงตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รูปแบบเทคโนโลยีที่มีการควบคุมโดยระบบอัตโนมัติ จะมีความน่าเชื่อถือที่สูงกว่า การพึ่งพาพนักงานขับรถลำพัง

- **ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)** ทุกรูปแบบเทคโนโลยีต้องการความกว้างอย่างน้อยที่สุด 3 เมตร รูปแบบเทคโนโลยีที่มีความจุสูง ยิ่งต้องการความกว้างช่องจราจรมากตามไปด้วย

- **ระยะห่างระหว่างสถานี (เมตร)** ระบบที่มีความจุสูง จะมีระยะระหว่างสถานีที่ยาว โดยระบบรางมักจะมีระยะระหว่างสถานีที่ห่างกว่าระบบล้อราง ยกเว้นรถราง ที่ถูกออกแบบเพื่อเป็นระบบที่เน้นการให้บริการในเขตเมือง มีสถานีที่ถี่กว่าระบบรางประเภทอื่น

เปรียบเทียบเทคโนโลยีของระบบขนส่งสาธารณะ

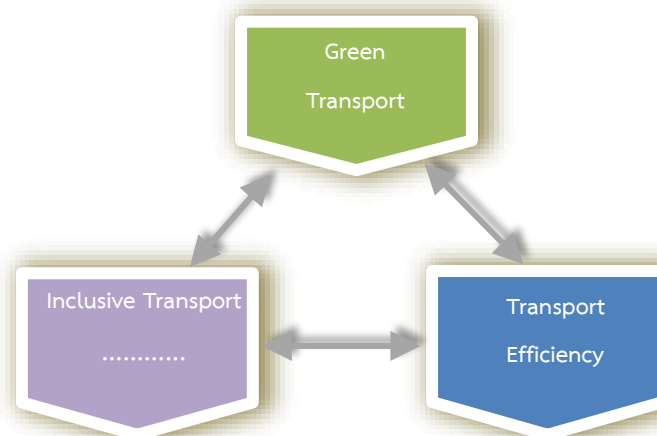
		BUS	BRT	TramBUS	Trackless Tram	LRT	Monorail	Tram	MRT	Commuter Rail
เขตทางที่ใช้		ROW C	ROW A/B	ROW A/B/C	ROW A/B/C	ROW A/B	ROW A	ROW B/C	ROW A	ROW A
ระบบนำทาง		ไม่มี	คนขับ	ไม่มี	sensor	ราง	ราง	ราง	ราง	ราง
การควบคุมยานพาหนะ		คนขับ	คนขับ	คนขับ, Auto	Auto	คนขับ, Auto	คนขับ, Auto	คนขับ	คนขับ, Auto	คนขับ, Auto
ความเร็วในการดำเนินงาน (กม./ชม.)		15-30	20-50	15-30	15-30	20-50	20-40	15-30	30-70	40-80
ความเร็วสูงสุด (กม./ชม.)		40-80	60-80	70-80	70-80	60-100	70-80	60-70	80-100	60-100
ความยาวตัวรถ (เมตร)		11-12	11-12	9	10.5	32-37	11-12	30-40	15-23	30-40
ความจุตัวรถ (คนต่อคัน)		40-80	40-120	50-80	100-170	110-250	40-180	100-180	140-280	40-120
ความจุ (คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง)		2,500-8,000	8,000-15,000	1,000-8,000	2,500-15,000	10,000-30,000	5,000-30,000	5,000-15,000	>40,000	10,000-30,000
จำนวนยานพาหนะ		1	1	3	3	1-4	1-4	1-3	1-10	2-12
ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)		3.00-3.65	3.50-3.75	3.7	3.7	3.40-3.75	3.40-3.75	3.00-3.50	4.00-4.75	>4.00
ระยะห่างระหว่างสถานี (เมตร)		200-500	350-800	200-800	200-800	350-800	350-800	250-500	500-2,000	>2,000
พลังงานที่ใช้		ดีเซล	ดีเซล/ไฟฟ้า	ดีเซล/ไฟฟ้า	ไฟฟ้า	ไฟฟ้า	ไฟฟ้า	ไฟฟ้า	ไฟฟ้า	ดีเซล/ไฟฟ้า
ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม	มลภาวะทางอากาศ	ขึ้นกับ Tech	ขึ้นกับ Tech	ต่ำ	ต่ำ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	เสียง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
	การสั่นสะเทือน	ต่ำมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ความปลอดภัย		ปานกลาง	สูง	N/A	N/A	สูงมาก	สูงมาก	ปานกลาง	สูงมาก	สูงมาก

3. บทสรุปเบื้องต้น : การทบทวนระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์กับโครงการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

3.1 แนวคิดในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ

แนวคิดในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะกลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง เพื่อรองรับการพัฒนาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ยึดหลักการพัฒนา 3 ประการคือ

1) การขนส่งที่มีประสิทธิภาพ (Transport Efficiency) มีโครงข่ายทั่วถึง เชื่อมต่อกับระบบรถไฟทางคู่และรถไฟความเร็วสูง เข้าถึงได้ง่าย มีการบริหารจัดการที่ดี และสามารถรองรับความต้องการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems: ITS)



แนวคิดในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ

2) การขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและชุมชน (Green Transport) การใช้พลังงานสะอาดหรือพลังงานทางเลือก และส่งเสริมระบบขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การจัดการรถที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Vehicles)

3) ระบบขนส่งที่เข้าถึงได้อย่างเสมอภาคและเท่าเทียม (Inclusive Transport) เพิ่มประสิทธิภาพและความครอบคลุมของโครงข่าย โดยบูรณาการร่วมกับระบบขนส่งสาธารณะเดิมเพื่อเป็นทางเลือกในการขนส่งที่ถึงจุดหมาย (Door to Door) อำนวยความสะดวกในการบริการที่รองรับผู้ใช้งานได้ทุกกลุ่มอายุและสภาพร่างกาย (Universal Design) ทั้งกลุ่มผู้สูงอายุ ผู้พิการและเด็ก รวมทั้งการพิจารณาค่าโดยสารที่เหมาะสมสำหรับ นักเรียน นักศึกษา ผู้สูงอายุ คนพิการ และผู้มีรายได้น้อยหรือผู้ด้อยโอกาสทางสังคม

3.2 หลักการพิจารณาคัดเลือกระบบขนส่งสาธารณะ

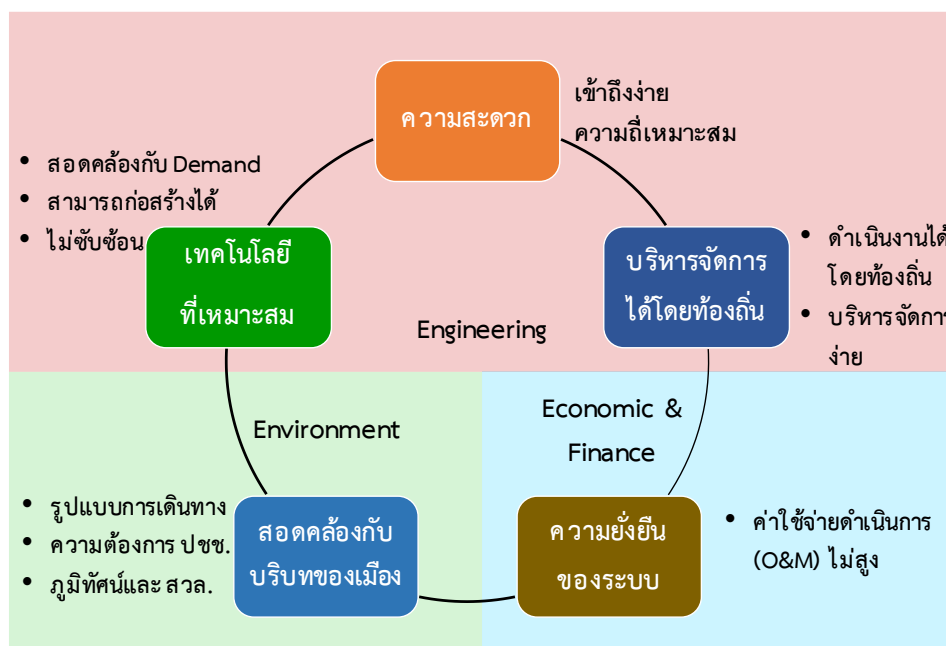
สนข. จะพิจารณาคัดเลือกระบบที่เหมาะสมกับกลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง โดยอาศัยหลักการพิจารณา ดังนี้

- **ความสะดวก** เป็นระบบที่มีความสะดวกในการให้บริการ เดินทางได้รวดเร็ว จำนวนเที่ยวที่เพียงพอ สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสามารถปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับการพัฒนาในอนาคตได้
- **เทคโนโลยีที่เหมาะสม** พิจารณาเทคโนโลยีของระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับความต้องการเดินทางและมีค่าลงทุนที่เหมาะสม

- **ความยั่งยืนของระบบ** ระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมต้องสามารถรองรับความต้องการเดินทางที่เกิดขึ้น เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานให้บริการที่เหมาะสมสอดคล้องกับอัตราค่าโดยสาร

- **สอดคล้องกับลักษณะกายภาพเมือง** ระบบขนส่งสาธารณะเป็นที่ยอมรับของประชาชน สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของเส้นทางและระบบขนส่งเดิมที่มีให้บริการในพื้นที่

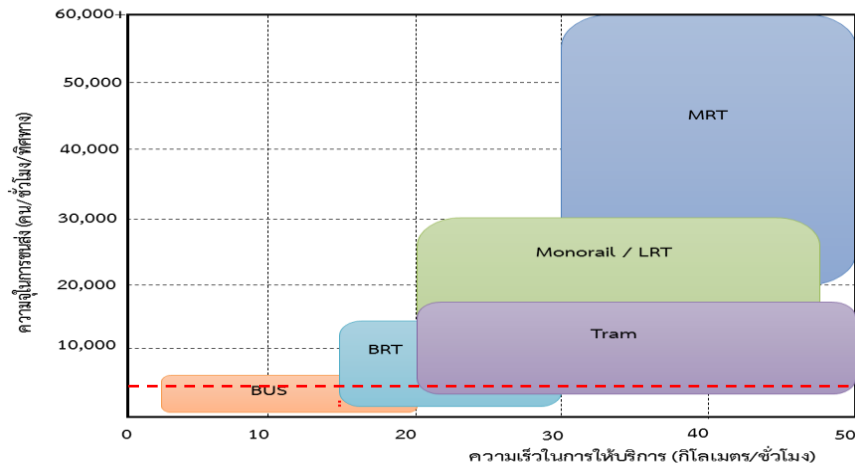
- **บริหารจัดการได้โดยหน่วยงานท้องถิ่น** ควรเป็นรูปแบบระบบที่สามารถดำเนินการและบริหารจัดการการเดินรถและให้บริการได้โดยหน่วยงานท้องถิ่น เพื่อความสะดวกในการดำเนินงานและพัฒนาอย่างยั่งยืน



หลักการในการพิจารณาเลือกระบบขนส่งสาธารณะ

จากการทบทวนปริมาณผู้โดยสารของโครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูงเชื่อมต่อ 3 สนามบิน (ดอนเมือง-สุวรรณภูมิ-อู่ตะเภา) พบว่าปริมาณผู้โดยสารที่สถานีฉะเชิงเทรา ชลบุรี ศรีราชา พัทยา และอู่ตะเภา ไม่สูงมากนัก โดยมีผู้โดยสารสูงสุดที่สถานีฉะเชิงเทรา ประมาณ 6,200 คน/วัน ในปีพ.ศ. 2566 และเพิ่มขึ้นเป็น 12,000 คน/วัน ในปี พ.ศ. 2586 เมื่อพิจารณาร่วมกับโครงการรถไฟฟ้าทางคู่ที่สถานีฉะเชิงเทราที่มีปริมาณผู้โดยสารประมาณ 3,000 คน/วัน และ 6,000 คน/วัน ในปีพ.ศ. 2566 และพ.ศ. 2586 ทั้งนี้เมื่อคิดเป็นปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการสถานีสูงสุดประมาณ 23,000 คน/วัน ในระยะเวลา 20 ปีข้างหน้า เมื่อนำปริมาณผู้โดยสารทั้งระบบรถไฟความเร็วสูงและระบบรถไฟทางคู่ที่จะเข้ามาใช้บริการที่สถานีในชั่วโมงสูงสุดไม่เกิน 3,000 คน/ชั่วโมง

จากการเปรียบเทียบกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความจุในการขนส่งกับความเร็วในการให้บริการเบื้องต้น พบว่าระบบที่มีความเหมาะสมสำหรับกลุ่มจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง คือ Bus BRT และ Tram และยังมีระบบที่ได้ข้อดีของทั้งสองระบบมาผสมรวมกัน ได้แก่ ระบบ Trackless Tram และ Tram Bus ร่วมด้วย ซึ่งได้จัดทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระบบการขนส่งสาธารณะ ในแต่ละรูปแบบเพื่อประกอบการพิจารณา



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความจุในการขนส่งกับความเร็วในการให้บริการ

คุณสมบัติ	ระบบรถโดยสาร (Bus)	ระบบรถโดยสารทางด่วนพิเศษ (BRT)	ระบบ Tram Bus	ระบบรถรางไฟฟ้า (Tram)
ลักษณะ				
ความจุในการขนส่ง (pphpd)	< 5,000	1,000 - 12,000	1,000 - 15,000	2,500 - 18,000
ความเร็ว (kmph)	40 - 80	60 - 80	60 - 80	60 - 80
รูปแบบการขับเคลื่อน	ล้อยาง	ล้อยาง	ล้อยาง	ราง
โครงข่ายการเดินทาง	ถนน	ถนน	ถนน	ราง
ประเภทเชื้อเพลิง	ดีเซล/ก๊าซธรรมชาติ/ไฟฟ้า	ดีเซล/ไฟฟ้า/ไฮบริด	ดีเซล/ไฟฟ้า/ไฮบริด	ไฟฟ้า/แบตเตอรี่
มูลค่าในการก่อสร้างโดยเฉลี่ย (ล้านบาท/กิโลเมตร/ช่องทาง)	—	100 - 300	100 - 350	300 - 1,200
มูลค่ายานพาหนะโดยเฉลี่ย (ล้านบาท/คัน)	4 - 15	15 - 45	20 - 60	30 - 140
ภาพลักษณ์ของระบบ	พอใช้	ดี	ดีมาก	ดีมาก

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบขนส่งสาธารณะ

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นเพียงผลจากการทบทวนการศึกษาในระยะเริ่มต้นของโครงการศึกษาจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาขนส่งสาธารณะกลุ่มจังหวัด ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง เพื่อรองรับการพัฒนาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเท่านั้น สุดท้ายระบบสาธารณะที่เหมาะสมที่จะสามารถรองรับการพัฒนาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก หรือ EEC จะเป็นระบบใด สามารถทราบสรุปผลการศึกษาได้ภายในเดือนเมษายน 2563

ข้อมูลโดย : กลุ่มพัฒนาและส่งเสริมการขนส่งและจราจร พื้นที่ 2

(ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออก)

สำนักส่งเสริมระบบการขนส่งและจราจรในภูมิภาค (สสภ.)

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

กันยายน 2562

โทร 02 215 1515 ต่อ 3046 , 3008