

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร Network Analysis of Rail Mass Transit Transformation in Bangkok Metropolis

สฤณี ดิยะวงศ์สุวรรณ

นิสิตหลักสูตรการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ระบบรางภายในเมืองนับเป็นระบบคมนาคมที่สำคัญสำหรับการรองรับการเดินทางของชาวเมืองจำนวนมาก เมืองขนาดใหญ่ทั่วโลกใช้การเดินทางภายในเมืองด้วยระบบรางเป็นส่วนใหญ่สำหรับการขนมวลชน เพื่อช่วยลดความคับคั่งและความหนาแน่นของการสัญจรระบบถนน กลไกที่เกิดขึ้นตามมาจากอิทธิพลของโครงข่ายระบบราง คือ การเปลี่ยนแปลงราคาที่ดินมีราคาสูงขึ้นและการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโดยรอบที่ตั้งของสถานีระบบราง สำหรับบทความชิ้นนี้มีเป้าหมายในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานีศูนย์กลางกับสถานีที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงกับศูนย์กลางของระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงที่ 1 ปีพ.ศ. 2542 เริ่มต้นการเกิดระบบราง ช่วงที่ 2 ปีพ.ศ. 2554 การขยายโครงข่ายระบบราง และช่วงที่ 3 การวางแผนโครงข่ายระบบรางในอนาคตของกรุงเทพมหานคร วิธีการศึกษาใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์โครงข่าย และเครื่องมือในการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Pajek สำหรับการประมวลผลข้อมูลความสัมพันธ์ของโครงข่ายด้วยตัวชี้วัดด้านความเป็นศูนย์กลาง และความเชื่อมโยงศูนย์กลางของสถานีต่างๆ ภายในระบบราง ผลการศึกษาพบว่าสถานีที่มีความเป็นศูนย์กลางในช่วงที่ 1 กับ 2 คือ สถานีสยาม และถ้าในอนาคตมีการสร้างโครงข่ายระบบรางตามที่วางแผนไว้เรียบร้อยแล้ว จะมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นศูนย์กลางของสถานีจากสถานีสยามไปสู่สถานีวงเวียนใหญ่ ส่วนสถานีที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงภายในโครงข่ายที่ดีที่สุด ได้แก่ สถานีสยาม สถานีสุขุมวิท และสถานีบางซื่อ ตามลำดับของช่วงเวลาที่ศึกษา ประเด็นสำคัญที่ได้จากการศึกษาอาจกล่าวในเชิงทฤษฎีได้ว่าถ้าเมืองมักจะมีการเติบโตตามแนวเส้นทางคมนาคมสายหลัก และจะมีการเติบโตอย่างมากในบริเวณพื้นที่ศูนย์กลางของกิจกรรมคมนาคมแล้วนั้น บริเวณพื้นที่เมืองที่เป็นที่ตั้งของสถานีศูนย์กลางหรือสถานีที่มีบทบาทเชื่อมโยงศูนย์กลางของระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร อาจจะมีระดับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณนี้เพิ่มมากขึ้นและลดหลั่นแปรผันตามระดับค่าความเข้มข้นของสถานีระบบรางเหล่านั้นภายในโครงข่าย

คำสำคัญ: การวิเคราะห์โครงข่าย ระบบรางภายในเมือง กรุงเทพมหานคร

Abstract

Urban rail mass transit is an important transportation system to travelling citizen. Mostly mega cities in the world use rail mass transit as main transportation system in order to decrease a density of journey in a city. Mechanism with respect to the influence of the rail network is the high price of land and the land use surrounding the site of a rail station. This paper aims to study the centrality station and the linked (betweenness centrality) station of the rail system in Bangkok metropolitan. The study was divided into three time periods, including 1) the 1999 time point as beginning the Bangkok rail mass transit, 2) the 2011 time point as extending the rail network, and 3) the future as full planning network for the future of the rail network in Bangkok metropolitan. Research method uses the theory of network analysis and its tool, Pajek application, for processing a data of the rail network system. The results showed that the Siam station has highest degree centrality in

period of the 1999 to the 2011, and if in the future that have full rail network, the highest degree centrality of station will change from Siam station to the Wongwian Yai station. Likewise, the Siam station has highest degree betweenness centrality in the 1999 time point. Onward to the 2011 time point, the highest degree betweenness centrality of station will change to Sukhumvit station. And in the future, the highest degree betweenness centrality will move to Bang Sue station. Key points from the study can be theoretically said that if the city is growing along the main routes and it is growing in the area of transportation hub. And then, urban area is rail station locations that have high degree centrality and betweenness centrality. It may be change the land use surrounding the site of a rail station direct variation with degree level in the network

Keyword: Network analysis Urban Rail Mass Transit Bangkok Metropolis

1. ความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นการศึกษา: เมืองกับโครงข่ายคมนาคม

เมืองเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงลักษณะการใช้พื้นที่ทางกายภาพในการรวมกลุ่ม และการแบ่งหน้าที่ทางสังคมของมนุษย์ในการอยู่ร่วมกัน มีวิวัฒนาการการตั้งถิ่นฐานจากการเร่ร่อนมาสู่ยุคการเกษตรที่มีการถนอมอาหาร เพื่อรองรับต่อการดำรงชีวิตและพัฒนาไปสู่ยุคอุตสาหกรรมที่ใช้ระบบการผลิตกับนวัตกรรมช่วยในการสร้างความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ เพื่อการยกระดับคุณภาพชีวิต สำหรับประเด็นดังกล่าวสิ่งที่เกิดขึ้นควบคู่กันมาตลอดกับวิวัฒนาการการตั้งถิ่นฐานนั้น คือ ระบบการคมนาคมเพื่อการติดต่อสื่อสารและการแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างพื้นที่ สิ่งนี้เป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเมืองจนเกิดการพัฒนาระบบคมนาคมอย่างเป็นระบบมากขึ้นเพื่อสอดคล้องกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นของเมือง

เมื่อกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเมืองกับระบบคมนาคม ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของเมืองได้แก่ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับระบบคมนาคม จากงานศึกษาของ Yogo (1983) ได้อธิบายความสัมพันธ์ไว้ว่าในยุคสมัยของเมืองที่ใช้การเดินทางและรถม้าเป็นหลัก รูปทรงเมืองส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นทรงกลม เมื่อมาถึงยุคของอุตสาหกรรมเริ่มมีรถจักรไอน้ำศักยภาพของการเดินทางไกลขึ้นและมีความรวดเร็วมากขึ้นได้ทำให้เกิดการขยายระบบถนนรองรับการเดินทางรูปแบบต่างๆ ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในเมืองได้มากขึ้นเช่นกัน ปัจจัยดังกล่าวได้ส่งผลให้รูปทรงเมืองเปลี่ยนแปลงจากทรงกลมไปสู่ทรงกระจายออกจากศูนย์กลาง (Star-shaped) จะมีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนตามแนวเส้นทางที่เชื่อมโยงกับย่านอุตสาหกรรม ศูนย์กลางการค้าชุมชนมักจะเกิดขึ้นตามย่านที่เป็นจุดพักรถหรือจุดเปลี่ยนระบบการเดินทางระหว่างย่านที่อยู่อาศัยกับที่ทำงาน การเดินทางภายในเมืองมีความถี่สูงขึ้นจนเกิดพื้นที่ที่มีกิจกรรมเฉพาะมากขึ้น เช่น ย่านการค้า ย่านอุตสาหกรรม และย่านคมนาคม ดังนั้นโครงข่ายของระบบคมนาคมที่ขยายออกไปผนวกกับรถยนต์ส่วนบุคคลส่งผลให้ระยะการเดินทางเพิ่มขึ้นทำให้ขอบเขตของเมืองเพิ่มขึ้นและเติบโตจนกลายเป็นเมืองระดับมหานครในที่สุด

สำหรับการสร้างระบบคมนาคมที่เป็นส่วนขยายออกไปเพื่อเชื่อมโยงพื้นที่ต่างๆ ของเมือง เช่น ทางด่วนหรือทางรถไฟจะส่งผลให้เกิด 2 ปรากฏการณ์ ได้แก่ 1) พื้นที่อยู่บริเวณใกล้เคียงส่วนขยายของระบบคมนาคมโดยเฉพาะส่วนขยายที่เชื่อมโยงพื้นที่ของเมืองจะสามารถกลายเป็นพื้นที่สำหรับรองรับกิจกรรมทดแทนพื้นที่ศูนย์กลางเมืองได้ และจะมีความหนาแน่นของกิจกรรมกับราคาที่ดินบริเวณพื้นที่นี้สูงขึ้น และ 2) ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ศูนย์กลางเมืองผ่านแนวเส้นทางเชื่อมโยงของระบบคมนาคมที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นจากแนวเส้นทางเชื่อมโยงของระบบคมนาคม นอกจากนี้การขยายระบบคมนาคมสามารถลดภาระความหนาแน่นให้กับเมือง 2 ลักษณะ คือ 1) ในระยะสั้นช่วยให้พื้นที่ศูนย์กลางเมืองมีความสามารถในการเข้าถึงที่เพิ่มขึ้นเป็นการกระจายความหนาแน่นและราคาที่ดินไปสู่พื้นที่ชานเมือง และ 2) ในระยะยาวช่วยให้มีความสะดวกการเดินทางเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ของเมืองและช่วยให้พื้นที่ส่วนต่างๆ ของเมืองมีความหนาแน่นลดลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะช่วยในการปรับปรุงความสามารถในการเข้าถึงทุกพื้นที่ของเมืองและการเชื่อมโยงของกิจกรรมภายในเมืองเหมาะสมมากขึ้นโดยเฉพาะบริเวณที่มีการขยายระบบคมนาคม ทั้งนี้ควรอยู่บนเงื่อนไขของความสะดวกและค่าใช้จ่าย

สำหรับการเดินทางไม่แพงเกินไป นอกจากนี้กลไกในการลงทุนระบบคมนาคมแบบราง (Fixed-route Transportation Systems) จะส่งผลกระทบต่อค่าการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินมากกว่าการลงทุนระบบคมนาคมแบบถนน (Flexible-route Transportation Systems) โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าระบบคมนาคมแบบรางในแนวเส้นทางนั้นมีสถานีจำนวนไม่มาก (Landdis, Guhathakurta, Huang and Zhang, 1995 pp.15)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีงานศึกษาจำนวนมาก ที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับที่ตั้งสถานีระบบราง (Landdis et al., 1995 เรื่องเดียวกัน; Mulders-Kusumo, 2005; Xi Ao, 2008; Yogo, 1983) Mulders-Kusumo (2005: 209) ได้ศึกษาพบว่าลักษณะพื้นฐานเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อความเป็นศูนย์กลางของเมืองที่มีลักษณะของการตั้งร้านค้าอยู่มากกว่าอิทธิพลจากสถานีรถไฟ หรืออาจกล่าวได้ว่า ที่ตั้งของสถานีระบบรางแม้ว่าจะมีศักยภาพการเชื่อมโยงในระดับสูงของทั้งโครงข่ายแต่มีอิทธิพลไม่มากต่อการเลือกเป็นที่ตั้งของร้านค้าอยู่ต่าง ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเป็นศูนย์กลางของพื้นที่แห่งนั้น และอธิบายเพิ่มเติมว่าความเป็นศูนย์กลาง (Centrality) เป็นผลผลิตเชิงพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์ในหลายระดับทั้งระดับภาค ระดับเมืองและระดับย่าน ซึ่งจะเกิดขึ้นจากอิทธิพลของลักษณะเชิงสัณฐานของพื้นที่สัมพันธ์กับโครงข่ายของระบบคมนาคม ทั้งนี้โครงข่ายของระบบคมนาคมภายในพื้นที่จะมีบทบาทในการเชื่อมโยงกับพื้นที่อื่นระดับต่าง ๆ ยิ่งถ้ามีบทบาทในระดับสูงเท่าไร ความเป็นศูนย์กลางบริเวณพื้นที่แห่งนั้นย่อมมีค่าความเป็นศูนย์กลางมากขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ระยะทางไปสู่ศูนย์กลางเมือง ความใกล้ชิดกับทางเข้าทางด่วนหรือสถานีรถไฟที่เชื่อมโยงบกับศูนย์กลางเมือง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลสำคัญของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปสู่ย่านที่อยู่อาศัยใหม่และการพัฒนาพื้นที่สำนักงาน (Bourne, 1969 cited in Landdis et al., 1995 pp.18 เรื่องเดียวกัน)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลักษณะสัณฐานเชิงพื้นที่บริเวณโดยรอบที่ตั้งสถานีของระบบรางจะเป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการเป็นศูนย์กลางโดยมีสถานีระบบรางเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดปริมาณการสัญจรอิสระเพิ่มมากขึ้นที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงย่านต่าง ๆ ของเมืองให้มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น เปรียบเสมือนจุดศูนย์กลางรวมกิจกรรม (Node) ที่มีปริมาณการสัญจรหรือการเปลี่ยนผ่านลักษณะกิจกรรมอย่างหลากหลาย อาจจะทำให้เกิดสมมุติฐานเบื้องต้นได้ว่าที่ตั้งสถานีระบบรางที่มีค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) หรือค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) ในระดับสูง มักจะมีระดับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์หรือราคาที่ดินมากขึ้นแปรผันตามกัน และในการเปลี่ยนแปลงระยะเริ่มต้นการใช้ประโยชน์ที่ดินจะใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและสำนักงานเพื่อทำหน้าที่เชื่อมโยงกิจกรรมกับพื้นที่ศูนย์กลางเมือง เมื่อมีปริมาณการสัญจรอิสระหรือจำนวนคนที่เพียงพอการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเริ่มมีกิจกรรมเชิงพาณิชย์เพื่อรองรับต่อกิจกรรมเหล่านี้

สำหรับบทความชิ้นนี้ มุ่งเน้นการศึกษาประเด็นความเป็นศูนย์กลางและการเชื่อมโยงศูนย์กลางภายในโครงข่ายของแต่ละสถานีระบบราง และการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาการขยายโครงข่าย โดยใช้กรณีศึกษาแบบรางภายในกรุงเทพมหานคร¹ ผ่านกรอบแนวคิดทฤษฎีและเครื่องมือด้านการวิเคราะห์โครงข่าย เพื่อเปิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบรางของกรุงเทพมหานคร สำหรับการเชื่อมโยงศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโดยรอบตำแหน่งที่ตั้งของสถานีระบบราง สารที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและการออกแบบเมืองได้

2. วัตถุประสงค์ สมมุติฐาน และคำถามการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การวัดค่าตัวชี้วัดโครงข่ายของแต่ละสถานีภายในโครงข่ายระบบรางและทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) ค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลาง (Degree Centralization) ค่าความเชื่อมโยงกับศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) และค่ากระบวนการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centralization) ในแต่ละช่วงเวลาที่มีการขยายโครงข่ายระบบรางของกรุงเทพมหานคร

¹ สำหรับบทความชิ้นนี้ได้ให้นิยาม ระบบราง หมายถึง ระบบขนส่งมวลชนที่วิ่งด้วยรางมุ่งเน้นขนส่งประชากรเดินทางไปกลับระหว่างที่อยู่อาศัยกับที่ทำงานภายในเมือง โดยมีช่องทางเดินรถเฉพาะที่ไม่มีระบบการเดินรถอื่นมาซ้อนทับกับระบบนี้ ในการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร หมายถึง ระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้ากรุงเทพ (Bangkok Mass Transit System: BTS) รถไฟใต้ดิน (Mass Rapid Transit: MRT) และการรถไฟแห่งประเทศไทยที่เป็นระบบรางสาย Airport Link (State Railway of Thailand: SRT) ตลอดจนส่วนขยายของแนวเส้นทางต่างๆ

สมมุติฐานงานวิจัย คือ สถานีสยามที่เคยเป็นศูนย์กลางของโครงข่ายระบบรางจะมีค่าความเป็นศูนย์กลางของโครงข่ายลดลง เนื่องจากการขยายโครงข่ายระบบราง ซึ่งจะมีสถานีที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงโครงข่ายระบบรางจำนวนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นระดับค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลาง (Centralization) จะมีค่าลดลงผันแปรตามการขยายตัวของโครงข่าย ในทางกลับกันบทบาทของความเชื่อมโยงของศูนย์กลางของแต่ละสถานีจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการกระจายตัวของสถานีศูนย์กลางภายในโครงข่ายเกิดขึ้น

คำถามการวิจัย คือ เมื่อมีการขยายตัวของโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร แต่ละสถานีจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะความเป็นศูนย์กลาง (Centrality) และการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Betweenness Centrality) ภายในโครงข่ายระบบรางเป็นอย่างไร

3. การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นด้านเมืองกับขนส่งมวลชนระบบราง และการวิเคราะห์โครงข่ายทางสังคม อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3.1 เมืองกับขนส่งมวลชนระบบราง

สำหรับการทบทวนวรรณกรรมประเด็นด้านเมืองกับขนส่งมวลชนระบบราง แบ่งเป็น 3 ประเด็นย่อย ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการขนส่งกับการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเมือง 2) อิทธิพลที่ตั้งสถานีระบบรางต่อราคาที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน และ 3) ลักษณะความสัมพันธ์โครงข่ายระบบราง

3.1.1 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการขนส่งกับการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเมือง จากงานของ Yogo (1983) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีการขนส่งกับการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเมืองกล่าวได้ว่ายุคดั้งเดิมของเมืองที่มีรูปทรงกลมนอกจากมีลักษณะของการป้องกันการรุกรานของศัตรูแล้วนั้น ยังเกิดจากเงื่อนไขของลักษณะการเดินทางในยุคหนึ่งด้วย เช่น การเดินและการใช้รถม้า เป็นต้น ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการขนส่งจากการใช้รถม้าไปสู่การใช้เครื่องจักรไอน้ำจนเกิดระบบถนนสำหรับรถยนต์และเกิดระบบรางสำหรับรถไฟ ส่งผลให้รูปทรงเมืองมีการขยายขอบเขตเพิ่มมากขึ้นตามศักยภาพของการเดินทางที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นมักจะเกิดการตั้งถิ่นฐานขึ้นตามบริเวณแนวเส้นทางของระบบคมนาคมที่ทำการเชื่อมโยงย่านพื้นที่ภายในเมืองหรือแนวเส้นทางคมนาคมที่ทำการเชื่อมโยงระหว่างเมือง และมักจะเห็นการตั้งถิ่นฐานตามชานเมือง ณ บริเวณจุดตัดหรือจุดเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการคมนาคม เช่น ทางแยกหรือท่าเรือ นอกจากนี้จากอิทธิพลของศักยภาพการเดินทางที่เพิ่มขึ้นทำให้เมืองที่มีขนาดเล็กเติบโตกลายเป็นเมืองระดับมหานครได้

3.1.2 อิทธิพลที่ตั้งสถานีระบบรางต่อราคาที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เมืองระดับมหานครมักใช้ระบบรางภายในเมืองสำหรับการลดปริมาณความหนาแน่นการสัญจรของระบบถนน ซึ่งจุดเด่นของระบบราง คือ การมีแนวเส้นทางที่ชัดเจนของตนเองไม่มีการซ้อนทับกับระบบการสัญจรภายในเมืองรูปแบบอื่น สิ่งนี้ทำให้การสัญจรภายในเมืองด้วยระบบรางจะมีความรวดเร็วและเวลาที่แน่นอน และสามารถขนส่งมวลชนได้ปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การขนส่งมวลชนด้วยระบบถนน ดังนั้นตามแนวเส้นทางของระบบรางโดยเฉพาะย่านพื้นที่ตั้งของสถานีนั้นจะเป็นทำเลทองที่มีความชัดเจนของปริมาณการสัญจรผ่านเพื่อเข้าสู่สถานี สิ่งนี้เป็นปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและราคาของที่ดินสำหรับการสร้างกิจกรรมเพื่อรองรับต่อความต้องการสำหรับการเดินทางที่เข้มข้นของระบบรางที่เกิดขึ้น

3.1.3 ลักษณะความสัมพันธ์โครงข่ายระบบราง ประเด็นนี้แบ่งกรอบแนวคิดได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างสถานีกับสถานี และ 2) ความสัมพันธ์สถานีกับโครงข่ายการสัญจรอื่นโดยรอบสถานี

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสถานีกับสถานี ปริมาณการติดต่อเชื่อมโยงระหว่างศูนย์กลางเมืองในแต่ละระดับกับสถานีรถไฟภายในเมืองจะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) กับค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) ของสถานีแห่งนั้นภายในโครงข่ายระบบราง ในขณะที่การเกิดขึ้นของสถานีของระบบราง

ในพื้นที่เมืองจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปสู่ความเป็นศูนย์กลางกิจกรรมของย่านพื้นที่ใดในระยะเวลาอันสั้น แต่ลักษณะความสามารถในการเข้าถึงสถานที่ในการเชื่อมโยงกับโครงข่ายที่เกิดขึ้นจะเป็นกลไกที่กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อรองรับต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้น ลักษณะแบบแผนของโครงข่ายระบบรางมีความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเชิงพื้นที่ของเมือง ให้มีความเป็นศูนย์กลางเมืองเกิดขึ้น และกลายเป็นศูนย์กลางย่อยต่างๆ ภายในเมืองตามย่านที่ตั้งสถานีระบบรางแห่งนั้นโดยมีแนวเส้นทางของระบบรางเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงกันอยู่ (Xi Ao, 2008)

2. ความสัมพันธ์สถานีกับโครงข่ายการสัญจรอื่นโดยรอบสถานี งานศึกษาของ Mulders-Kusumo (2005 เรื่องเดียวกัน) ได้ข้อค้นพบว่าลักษณะพื้นฐานเชิงพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อความเป็นศูนย์กลางของเมืองที่มีลักษณะของการตั้งร้านค้าย่อยมากกว่าอิทธิพลจากสถานีระบบราง หรืออาจกล่าวได้ว่าที่ตั้งของสถานีระบบรางแม้ว่าจะมีศักยภาพการเชื่อมโยงในระดับสูงของทั้งโครงข่าย แต่มีอิทธิพลไม่มากต่อการเลือกเป็นที่ตั้งของร้านค้าย่อยต่างๆ ที่จะส่งผลต่อกระบวนการเป็นศูนย์กลางของพื้นที่เมืองแห่งนั้น นอกจากนี้ลักษณะของสถานีเชิงพื้นที่บริเวณโดยรอบที่ตั้งสถานีระบบราง จะเป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการเป็นศูนย์กลางเมืองโดยมีสถานีระบบรางเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดปริมาณการสัญจรอิสระเพิ่มมากขึ้น ความใกล้ชิดกับทางเข้าทางด่วนหรือสถานีรถไฟที่เชื่อมโยงกับศูนย์กลางเมืองเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลสำคัญของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปสู่ย่านที่อยู่อาศัยใหม่และการพัฒนาพื้นที่สำนักงาน

อาจจะกล่าวได้ว่าเมืองที่มีขนส่งมวลชนระบบรางที่เข้มแข็ง จะมาจากปัจจัยการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีเพื่อการติดต่อเชื่อมโยงย่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ ภายในเมือง และการพัฒนาความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ตั้งสถานีกับบริบทโดยรอบสถานีแห่งนั้น ทั้งรูปแบบกิจกรรมและการเชื่อมโยงกับโครงข่ายการสัญจรอื่นๆ (Bertolini, 2005 cited in Scheurer, Curtis, and Porta, 2011; Landdis, Guhathakurta, Huang and Zhang, 1995; Mulders-Kusumo, 2005; Xi Ao, 2008; Yogo, 1983) แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบทวนวรรณกรรมยังไม่พบงานศึกษาที่มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของโครงข่ายระบบรางทั้ง 2 ลักษณะ เพื่อนำไปสู่การอธิบายการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบสถานี

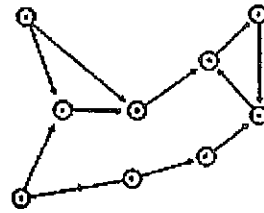
3.2 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) คือ แนวคิดศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ในการติดต่อเชื่อมโยงท่ามกลางหน่วยวิเคราะห์ของสารกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ทั้งนี้หน่วยวิเคราะห์ที่ศึกษาความสัมพันธ์โครงข่ายอาจจะมีมิติทางสังคมเป็นระดับบุคคล องค์กร และประเทศ ฯลฯ หรืออาจจะมีมิติทางกายภาพเป็นระดับพื้นที่ เช่น ความเชื่อมโยงของพื้นที่สาธารณะภายในเมือง หรืออาจจะมีมิติทางเศรษฐกิจเป็นระดับประเทศ เช่น ความสัมพันธ์ในการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับนิยามหน่วยวิเคราะห์กับความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในการที่จะประยุกต์ใช้แนวคิดนี้

การวิเคราะห์โครงข่ายมีพื้นฐานเชิงทฤษฎีว่าหน่วยวิเคราะห์แต่ละหน่วยจะมีความเกี่ยวข้องเพียงใด จะขึ้นอยู่กับปริมาณของการติดต่อเชื่อมโยงและปริมาณการติดต่อของหน่วยกับหน่วยอื่นๆ ภายในโครงข่ายที่เกิดขึ้น ซึ่งการติดต่อเชื่อมโยงท่ามกลางหน่วยวิเคราะห์นี้ถูกพิจารณาเป็นช่องทางการส่งผ่านข้อมูลข่าวสาร การบริการ หรือสินค้าระหว่างหน่วยวิเคราะห์ (Nooy, Mrvar, and Batagelj, 2005) ดังนั้นแบบแผนของโครงข่ายที่เกิดขึ้นนอกจากจะเป็นการติดต่อเชื่อมโยงระหว่างหน่วยวิเคราะห์สามารถเป็นการส่งผ่านทรัพยากรระหว่างหน่วยวิเคราะห์หนึ่งไปสู่อีกหน่วยวิเคราะห์หนึ่งภายในโครงข่ายได้ด้วย ซึ่งทรัพยากรดังกล่าวสามารถมองเป็นตัวชี้วัดที่ส่งผลต่อการพัฒนาของหน่วยวิเคราะห์ที่มีการติดต่อเชื่อมโยงซึ่งท่ามกลางหน่วยวิเคราะห์อีกเช่นกัน

การวิเคราะห์การติดต่อเชื่อมโยงด้วยแผนผังความสัมพันธ์ของโครงข่าย (Sociogram) มีการใช้จุดสื่อแทนหน่วยวิเคราะห์และใช้เส้นแทนลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างหน่วยวิเคราะห์เหล่านั้น ลักษณะรูปแบบปฏิสัมพันธ์มี 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) ปฏิสัมพันธ์แบบทางเดียว (Directed ties) เช่น นาย A ได้ส่งข้อมูลไปสู่ นาย B แต่ในขณะที่นาย B ไม่ได้ส่งข้อมูลสู่นาย A สำหรับการวาดภาพโครงข่ายจะใช้เส้นมีหัวลูกศร (Arc) ที่ไปจุดที่รับข้อมูลแทนลักษณะปฏิสัมพันธ์ของหน่วยวิเคราะห์ และ 2) ปฏิสัมพันธ์แบบสองทาง (Undirected ties) เช่น ลักษณะการสื่อสารไปกลับซึ่งกันระหว่างนาย A

กับนาย B สำหรับการวาดแผนผังความสัมพันธ์ของโครงข่ายจะใช้เส้นเชื่อมโยงระหว่างหน่วยวิเคราะห์ (Edge) หรือเส้นมีหัวลูกศรชี้ไปและชี้กลับระหว่างหน่วยวิเคราะห์ (Bi-directed arc) หรือเส้นเชื่อมโยงที่ไม่มีหัวลูกศร (Moreno cited in Freeman, 2000: 2)



รูปที่ 1 การวิเคราะห์การติดต่อเชื่อมโยงท่ามกลางหน่วยวิเคราะห์ภายในโครงข่ายที่เกิดขึ้น

Figure from Moreno, J.L., 1934 cited in Freeman, L.C., 2000: 2

การติดต่อเชื่อมโยงของหน่วยวิเคราะห์จะมีลักษณะเป็นค่าเชิงสถิติและสามารถวิเคราะห์คุณลักษณะการติดต่อเชื่อมโยงแต่ละหน่วยวิเคราะห์ภายในโครงข่ายได้หลายตัวชี้วัด ทั้งนี้กลุ่มตัวชี้วัดโครงข่ายสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ใช้ทั้งหมด 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) 2) ค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลาง (Degree Centralization) 3) ค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) และ 4) ค่ากระบวนการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centralization) อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้²

1. ค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) ค่าความเป็นศูนย์กลางของจุดพิภักหนึ่งที่อยู่ภายในโครงข่ายทำได้โดยการนับจำนวนการเชื่อมโยงระหว่างจุดพิภักของจุดพิภักนั้น สำหรับการวัดค่าความเป็นศูนย์กลางของจุดพิภักจะสื่อถึงลักษณะความสามารถในการติดต่อเชื่อมโยงของจุดพิภักนั้น สำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครสถานที่ที่มีค่าสูงจะหมายถึงสถานที่ที่มีการเชื่อมโยงกับสถานที่อื่นโดยรอบสถานที่นั้นมากที่สุด และมีศักยภาพในการส่งผ่านและเชื่อมโยงลักษณะการเดินทางด้วยระบบรางของชาวเมืองได้มากที่สุดด้วยเช่นกัน การคำนวณค่าความเป็นศูนย์กลางของโครงข่าย G ดังสูตรด้านล่าง เมื่อ H คือค่าความศูนย์กลางสูงสุดที่เกิดขึ้นภายในโครงข่าย

$$C_D(G) = \frac{\sum_{j=1}^n [C_D(v^*) - C_D(v_i)]}{H}$$

2. ค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลาง (Degree Centralization) ค่าความเข้มข้นของกระบวนการเป็นศูนย์กลางจะมีช่วงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ซึ่งค่า 0 หมายถึง แต่ละจุดพิภักภายในโครงข่ายไม่มีความแปรปรวนของค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) หรือกล่าวได้ว่าภายในโครงข่ายนี้มีการกระจายค่าความเป็นศูนย์กลางที่เท่ากัน และค่า 1 หมายถึง แต่ละจุดพิภักภายในโครงข่ายมีความแปรปรวนของค่าความเป็นศูนย์กลางสูงมากที่สุด หรือกล่าวได้ว่าภายในโครงข่ายมีการรวมศูนย์กลางอยู่ที่สถานีใดสถานีหนึ่งอย่างชัดเจน นอกจากนี้ค่า กระบวนการเป็นศูนย์กลางสามารถบอกคุณลักษณะส่วนต่างๆ ของโครงข่ายได้ โครงข่ายที่มีค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลางสูงจะมีลักษณะความชัดเจนทางด้านขอบเขตระหว่างย่านพื้นที่ศูนย์กลางกับย่านพื้นที่ชายขอบศูนย์กลางภายในโครงข่ายเกิดขึ้น การคำนวณดังสูตรด้านล่าง

$$C_c = \frac{\sum_{j=1}^n C_c(p^*) - C_c(p_i)}{\max \sum_{j=1}^n C_c(p^*) - C_c(p_i)}$$

² ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ <http://en.wikipedia.org/wiki/Centrality>

3. ค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) ค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลางระดับสูงจะบ่งชี้ถึงหน่วยวิเคราะห์ที่มีตำแหน่งความเป็นสื่อกลางในการเชื่อมโยงกับหน่วยวิเคราะห์อื่นๆ ภายในโครงข่ายได้เป็นอย่างดี สำหรับการวิเคราะห์ระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร สถานีที่มีค่าสูงจะหมายถึงสถานีที่มีศักยภาพในการเชื่อมโยงกับสถานีต่างๆ ภายในโครงข่ายมากที่สุด การคำนวณดังสูตรด้านล่าง

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v, t \neq v} \sigma_{st}(v) / \sigma_{st}$$

4. ค่ากระบวนการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centralization) ค่ากระบวนการเชื่อมโยงศูนย์กลางจะมีช่วงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ซึ่งค่า 0 หมายถึง แต่ละจุดพิกัดภายในโครงข่ายไม่มีความแปรปรวนของค่าการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) หรือกล่าวได้ว่าภายในโครงข่ายนี้มีการกระจายค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลางที่เท่ากัน และค่า 1 หมายถึง แต่ละจุดพิกัดภายในโครงข่ายมีความแปรปรวนของค่าการเชื่อมโยงศูนย์กลางสูงมากที่สุด หรือกล่าวได้ว่าภายในโครงข่ายที่วิเคราะห์มีการเชื่อมโยงศูนย์กลางอยู่ที่สถานีใดสถานีหนึ่งอย่างชัดเจน ซึ่งอธิบายได้ว่าการเดินทางภายในระบบรางจากสถานีหนึ่งไปสู่อีกสถานีหนึ่งจำเป็นต้องมีการเดินทางผ่านสถานีแห่งนี้ การคำนวณดังสูตรด้านล่าง

$$C_b = \frac{\sum_{j=1}^N C_b(p^*) - C_b(p_i)}{\max \sum_{j=1}^N C_b(p^*) - C_b(p_i)}$$

4. ระเบียบวิธีวิจัย

4.1 การออกแบบวิจัย

การวิเคราะห์โครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครสำหรับงานวิจัยนี้ ใช้การวิเคราะห์โครงข่ายแบบสองทาง (Undirected ties) ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงข่ายแบ่ง 3 ช่วง ได้แก่ 1) ปีพ.ศ. 2542 เริ่มต้นการเกิดระบบราง 2) ปีพ.ศ. 2554 การขยายโครงข่ายระบบราง และ 3) การวางแผนโครงข่ายระบบรางในอนาคตของกรุงเทพมหานคร

4.2 วิธีการรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์

ข้อมูลผังโครงข่ายการเชื่อมโยงระหว่างสถานีระบบรางภายในกรุงเทพมหานครใช้ 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 1 พ.ศ. 2542 และ ช่วงที่ 2 พ.ศ. 2554 ที่มาของข้อมูลโดย www.urbanrail.net (R.Schwandl, 2007) และช่วงที่ 3 ในอนาคตโดยมีการสร้างโครงข่ายและสถานีระบบรางเชื่อมโยงอย่างครอบคลุมทั่วกรุงเทพมหานคร ที่มาของข้อมูลโดย www.groovy.com (Chatchawal Phansopa, 2005) โดยมีตัวแปรต้นจำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ 1) ตำแหน่งที่ตั้งสถานีระบบรางของโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร และ 2) ลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างสถานีของแต่ละสถานีภายในโครงข่ายระบบราง และมีตัวแปรตามจำนวน 1 ตัวแปร ได้แก่ ลักษณะโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

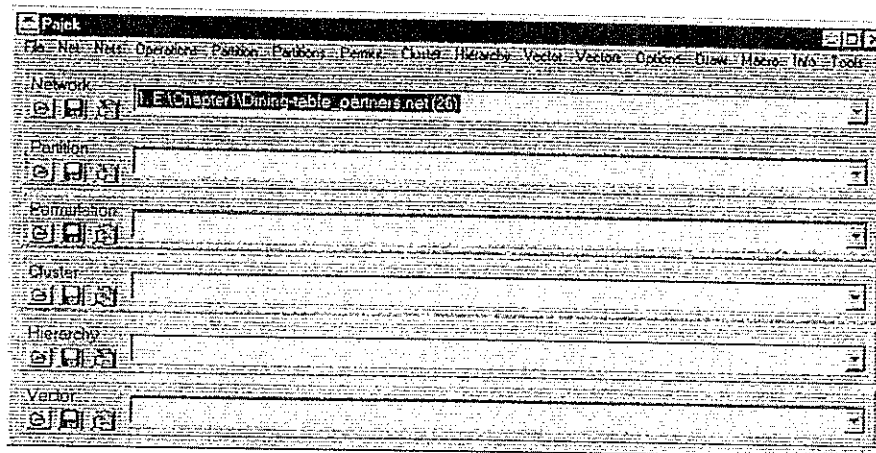
ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม	ช่วงเวลา	แหล่งข้อมูล (เจ้าของข้อมูล)	ลักษณะข้อมูล
ตัวแปรต้น:			
ตำแหน่งที่ตั้งสถานีระบบรางของ โครงข่ายระบบรางภายใน กรุงเทพมหานคร	พ.ศ. 2542	www.urbanrail.net (R.Schwandl, 2007)	ข้อมูลทุติยภูมิ
	พ.ศ. 2554	www.urbanrail.net (R.Schwandl, 2007)	ข้อมูลทุติยภูมิ
	ในอนาคต (โครงข่ายระบบรางที่วางแผนไว้)	www.groovymap.com (Chatchawal Phansopa, 2005)	ข้อมูลทุติยภูมิ
ลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างสถานี			
ของแต่ละสถานีภายในโครงข่าย ระบบราง	พ.ศ. 2542	www.urbanrail.net (R.Schwandl, 2007)	ข้อมูลทุติยภูมิ
	พ.ศ. 2554	www.urbanrail.net (R.Schwandl, 2007)	ข้อมูลทุติยภูมิ
	ในอนาคต (โครงข่ายระบบรางที่วางแผนไว้)	www.groovymap.com (Chatchawal Phansopa, 2005)	ข้อมูลทุติยภูมิ
ตัวแปรตาม			
ลักษณะโครงข่ายระบบรางภายใน กรุงเทพมหานคร	พ.ศ. 2542	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
	พ.ศ. 2554	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
	ในอนาคต (โครงข่ายระบบรางที่วางแผนไว้)	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผังโครงข่ายการเชื่อมโยงระหว่างสถานีระบบรางภายในกรุงเทพมหานครแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษา วิเคราะห์ผ่านกรอบแนวคิดทฤษฎีและเครื่องมือการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) โดยแต่ละสถานีระบบรางสื่อแทนด้วยจุดพิกัด (Nodes) และแนวเส้นทางของระบบรางสื่อแทนด้วยเส้น (Edges) สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แต่ละสถานีระบบรางภายในโครงข่ายที่เกิดขึ้น และวิเคราะห์ด้วยกลุ่มตัวชี้วัดของโครงข่ายทางสังคม ได้แก่ ค่าความเป็นศูนย์กลาง (Degree Centrality) และค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centrality) ของโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครตลอดจนค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลาง (Degree Centralization) กับค่ากระบวนการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Degree Betweenness Centralization)

4.3 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การประมวลผลข้อมูลโครงข่าย

งานวิจัยชิ้นนี้เลือกใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายทางสังคม คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จ ชื่อ Pajek³ ประมวลผลบนระบบปฏิบัติการ Windows ที่ได้รับการพัฒนาโดย Nooy, Mrvar and Batagelj (2005) นักวิจัยผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาโครงข่ายทางสังคม ซึ่งจะประกอบไปด้วยกราฟและข้อมูลอยู่ในรูปแบบของจุดพิกัดและเส้น การประมวลผลจะอยู่ในรูปแบบของ Network Data File สามารถสร้างได้จากกลุ่มโปรแกรม Word Processor ที่พบได้โดยทั่วไปของระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (Operation System: OS) จากข้อมูลความสัมพันธ์เชิงสถิติของสังคมที่เกิดขึ้น จำนวนของจุดพิกัด จำนวนและประเภทของการเชื่อมโยงจะต้องมีค่ากำกับด้วยเสมอ

³ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมและวิธีใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลโครงข่ายได้ที่: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/default.htm>



รูปที่ 2 หน้าต่างของโปรแกรม Pajek

Figure from Nooy, W.C., Mrvar, A. and Batagelj, V. 2005: 10

*Vertices 26			
1	"Ada"	0.1646	0.1077 0.5000
2	"Cora"	0.0481	0.3446 0.5000
3	"Louise"	0.3472	0.0759 0.5000
4	"Jean"	0.1063	0.6284 0.5000
[...]			
25	"Laura"	0.5101	0.6557 0.5000
26	"Irene"	0.7478	0.9241 0.5000
*Arcs			
1	3	2	
1	2	1	
2	1	1	
2	4	2	
3	9	1	
3	11	2	
[...]			
25	15	1	
25	17	2	
26	13	1	
26	24	2	
*Edges			

รูปที่ 3 โครงสร้างการเขียนข้อมูลความสัมพันธ์เชิงสถิติทางสังคม สำหรับการสร้างไฟล์ *.net จากกลุ่มโปรแกรม Word Processor ที่จะใช้ในการประมวลผลด้วยโปรแกรม Pajek,

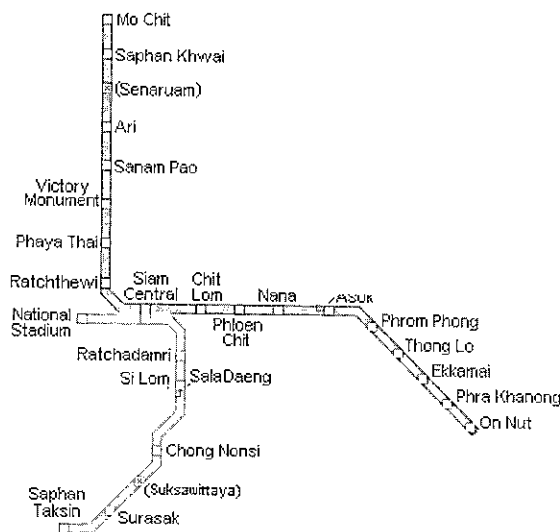
Figure from Nooy, W.C., Mrvar, A. and Batagelj, V. 2005: 8

5. การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครแบ่งการศึกษาเป็น 3 ช่วงเวลา อธิบายรายละเอียดดังนี้

5.1 ช่วงที่ 1 ปีพ.ศ. 2542 เริ่มต้นการเกิดระบบราง

ในยุคเริ่มต้นระบบราง BTS (Bangkok Mass Transit System) ได้วางแผนเส้นทางไว้ 2 เส้นทาง ได้แก่ แนวเส้นทางสายสุขุมวิท (สีเขียวเข้ม) โดยให้บริการจากอ่อนนุชถึงสวนจตุจักรรวมระยะทาง 17 กิโลเมตร มีจำนวน 17 สถานี (รวมสถานีร่วม: สยาม) กับแนวเส้นทางสายสีลม (สีเขียวอ่อน) ให้บริการจากสะพานตากสินถึงสนามกีฬาแห่งชาติ มีทั้งหมด 7 สถานี รวมระยะทาง 6.5 กิโลเมตร (รวมสถานีร่วม: สยาม) (บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน), 2554 ออนไลน์) (ดูรูปที่ 4 ประกอบ)



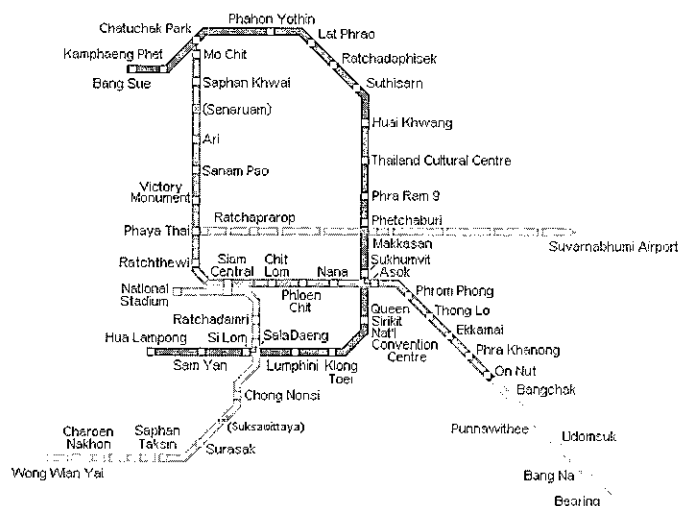
รูปที่ 4 โครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครของ BTS ช่วงปีพ.ศ. 2542
ที่มา: ผู้วิจัยปรับปรุงมาจาก R.Schwandl, www.urbanrail.net (2007)

5.2 ช่วงที่ 2 ปีพ.ศ. 2554 การขยายโครงข่ายระบบราง

ช่วงส่วนต่อขยายโครงข่ายระบบรางภายในเมือง ได้เกิดแนวเส้นทาง MRT (Mass Rapid Transit) สายสีน้ำเงิน โดยให้บริการจากสถานีบางซื่อวิ่งตามแนวถนนรัชดาภิเษกไปสู่สถานีหัวลำโพง มีจำนวน 18 สถานี ระยะทาง 20 กิโลเมตร มีสถานีเชื่อมต่อโครงข่ายระบบราง ได้แก่ สถานีจตุจักร สถานีเพชรบุรี สถานีสุขุมวิท และสถานีสีลม

ส่วนแนวเส้นทาง SRT (State Railway of Thailand) สายสีชมพู เชื่อมโยงจากสถานีพญาไทวิ่งไปสู่สนามบินสุวรรณภูมิ มีสถานีเชื่อมต่อโครงข่ายระบบราง ได้แก่ สถานีพญาไทกับสถานีมีนกะสัน และ

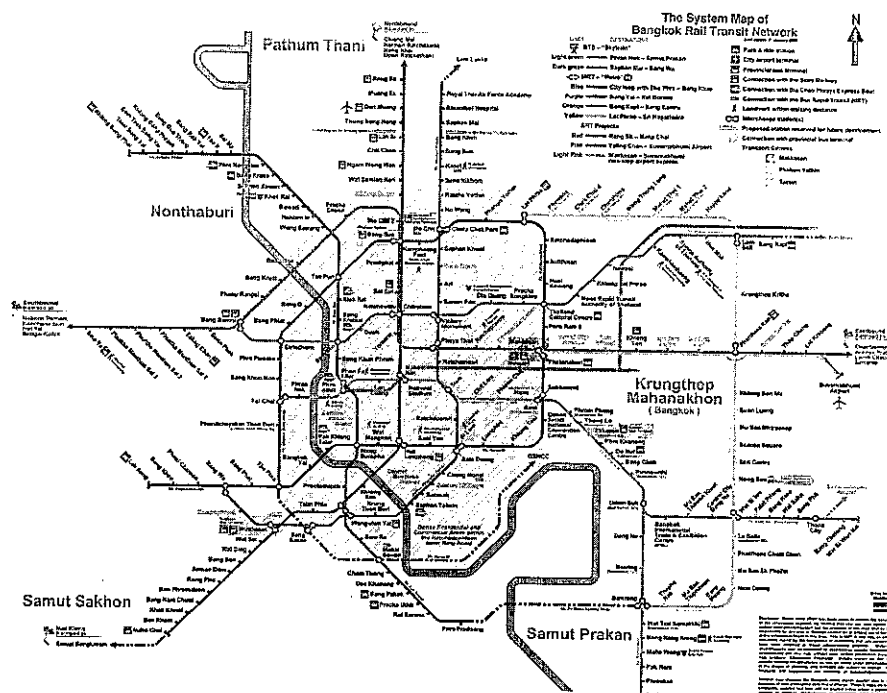
ส่วนขยาย BTS ได้เชื่อมโยงในสายสุขุมวิทจากสถานีอ่อนนุชไปสู่สถานีเบิ่ง และสายสีลมเชื่อมโยงจากสถานีสะพานตากสินไปสู่สถานีวงเวียนใหญ่ (ดูรูปที่ 5 ประกอบ)



รูปที่ 5 โครงข่ายระบบราง MRT, SRT กับ BTS และส่วนขยาย
ที่มา: R.Schwandl, www.urbanrail.net (2007)

5.3 ช่วงที่ 3 การวางแผนโครงข่ายระบบรางในอนาคตของกรุงเทพมหานคร

จากการศึกษาของ Chatchawal Phansopa (2005) ได้สร้างแผนที่โครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร ที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นจากโครงการของหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งมีการกำหนดแนวเส้นทางและตำแหน่งที่ตั้งสถานีระบบราง การเอาไว้ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลในอนาคต (ดูรูปที่ 6 ประกอบ)



รูปที่ 6 โครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครที่คาดการณ์ในอนาคต
ที่มา: Chatchawal Phansopa, www.groovymap.com (2005)

6. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

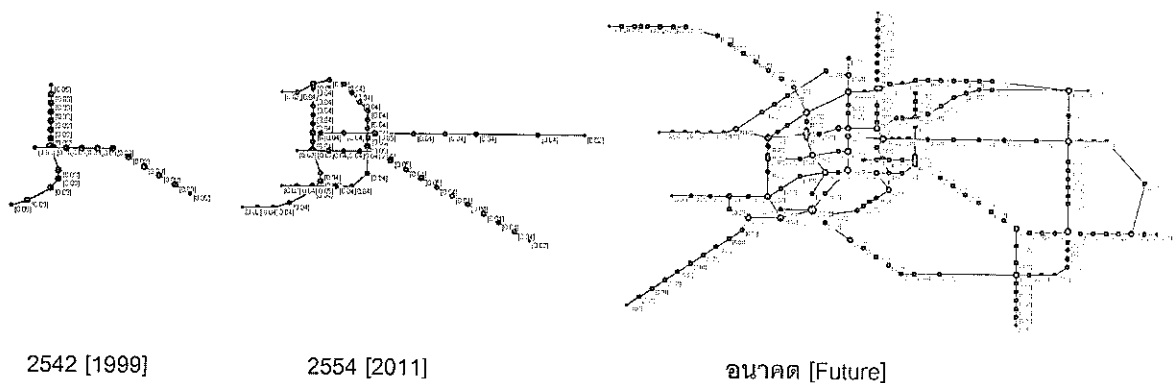
ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครสามารถอธิบายได้เป็น 2 หมวด ได้แก่

1) แผนผังความสัมพันธ์สถานีระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร และ 2) การวัดค่าตัวชี้วัดเชิงสถิติแต่ละสถานีระบบรางภายในโครงข่ายแต่ละช่วงเวลา

6.1 แผนผังความสัมพันธ์สถานีระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

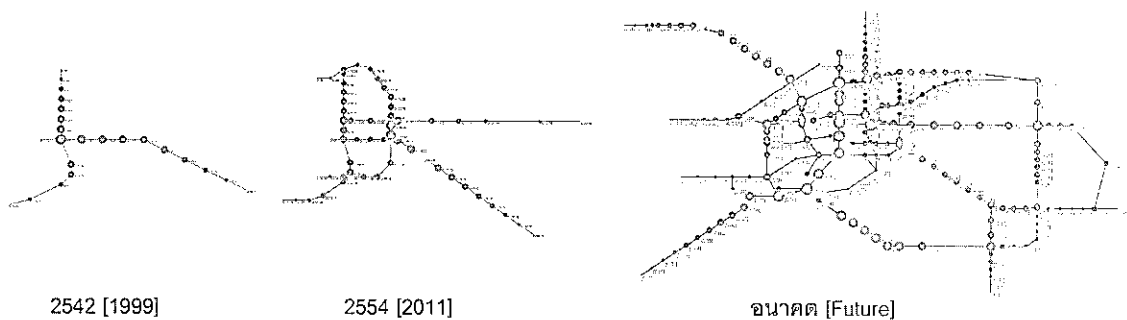
แผนผังความสัมพันธ์โครงข่าย (Sociogram) ของสถานีระบบรางเป็นการแสดงเชิงรูปภาพให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจการวิเคราะห์แต่ละตัวชี้วัด โดยมีการแทนระดับค่าของตัวชี้วัดด้วยขนาดเชิงรูปภาพของหน่วยวิเคราะห์ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันภายในโครงข่าย

แผนผังความสัมพันธ์สถานีระบบรางวิเคราะห์ผ่านตัวชี้วัดด้านความเป็นศูนย์กลางของโครงข่าย ในแต่ละช่วงเวลาที่มีการขยายตัวของโครงข่ายระบบราง จะเห็นได้ว่าจำนวนและขนาดความเป็นศูนย์กลางของแต่ละสถานีมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการขยายตัวของโครงข่ายระบบรางด้วยเช่นกัน จำนวนสถานีที่มีศักยภาพในการเป็นศูนย์กลางของโครงข่ายมีเพิ่มมากขึ้น และมีการกระจายตัว แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของการกระจายสถานีศูนย์กลางโครงข่ายส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณย่านศูนย์กลางของกรุงเทพมหานครด้วยเช่นกัน (ดูรูปที่ 7 ประกอบ)



รูปที่ 7 แผนผังความสัมพันธ์โครงข่าย (Sociogram) และการวัดค่าความเป็นศูนย์กลางของแต่ละสถานี (Centrality) แต่ละช่วงเวลาของโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

สำหรับแผนผังความสัมพันธ์วิเคราะห์ผ่านตัวชี้วัดด้านความเชื่อมโยงสถานีศูนย์กลาง (Betweenness Centrality) (ดูรูปที่ 8 ประกอบ) ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงศักยภาพของการเชื่อมโยงสถานีศูนย์กลางภายในโครงข่ายที่เกิดขึ้นแต่ละช่วงเวลา จะเห็นได้จากยุคเริ่มต้นศักยภาพของการเชื่อมโยงสถานีจะไม่มีแตกต่างกันมากโดยสถานีที่มีศักยภาพสูงสุด คือ สถานีสยาม ต่อมาช่วงที่สองศักยภาพการเชื่อมโยงภายในโครงข่ายที่มีศักยภาพสูงสุดได้เปลี่ยนแปลงไปสู่สถานีสุขุมวิทและสถานีเพชรบุรีอย่างชัดเจน และช่วงที่สามได้มีการกระจายสถานีที่มีศักยภาพในการเชื่อมโยงสถานีต่างๆ ภายในโครงข่ายระบบรางอย่างครอบคลุมมากขึ้น โดยเฉพาะสถานีที่มีตำแหน่งตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ชั้นในของกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 8 แผนผังความสัมพันธ์โครงข่าย (Sociogram) และการวัดค่าการเชื่อมโยงศูนย์กลาง (Betweenness Centrality) แต่ละช่วงเวลาของโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

อย่างไรก็ตามแผนผังความสัมพันธ์ระหว่างสถานีภายในโครงข่ายระบบรางอาจจะง่ายต่อการทำความเข้าใจและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิเคราะห์เชิงสถิติของค่าตัวชี้วัดแต่ละตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานีเพื่อการเปรียบเทียบที่ชัดเจนมากขึ้น

6.1 การวัดค่าตัวชี้วัดเชิงสถิติสถานีระบบรางภายในโครงข่ายแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 1 ได้เปรียบเทียบค่าความเป็นศูนย์กลางแต่ละสถานีภายในโครงข่ายที่เกิดขึ้นแต่ละช่วงเวลาเห็นได้ว่า สถานีสยามมีบทบาทเป็นศูนย์กลางที่สามารถเข้าถึงง่ายจากทุกสถานี แต่เมื่อมีการขยายโครงข่ายในอนาคตแบบเต็มรูปแบบที่ภาครัฐได้วางแผนไว้ ความเป็นศูนย์กลางของสถานีจะเปลี่ยนไปเป็นสถานีวงเวียนใหญ่ทันที อย่างไรก็ตามค่าความเป็นศูนย์กลางแต่ละอันดับเมื่อเปรียบเทียบตามช่วงเวลาจะเห็นได้ว่ามีค่าลดลง ซึ่งสามารถตีความได้ว่าโครงข่ายที่ขยายตัวในอนาคตมีการกระจายศูนย์กลางของโครงข่ายระบบรางมากขึ้น

นอกจากนี้เมื่อดูค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลางแต่ละสถานี จะเห็นได้ว่าศักยภาพในการเชื่อมโยงของแต่ละสถานีจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของโครงข่ายที่เปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จากเดิมที่สถานีสยามเคยเป็นสถานีที่มีศักยภาพในการเชื่อมโยงภายในโครงข่ายมากที่สุด เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสถานีสุขุมวิทในช่วงปีพ.ศ. 2554 และในอนาคตเมื่อมีการขยายโครงข่ายระบบรางอย่างเต็มที่สถานีบางซื่อจะกลายเป็นสถานีที่มีศักยภาพในการเชื่อมโยงศูนย์กลางภายในโครงข่ายระบบรางมากที่สุด

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าความเป็นศูนย์กลางกับค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลางในแต่ละช่วงเวลาของโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานคร

ลำดับ ค่าความเข้มข้น	Centrality			Betweenness Centrality		
	2542 (1999)	2554 (2011)	อนาคต (Future)	2542 (1999)	2554 (2011)	อนาคต (Future)
1	สยาม (0.1818)	สยาม (0.727)	วงเวียนใหญ่ (0.0282)	สยาม (0.7100)	สุขุมวิท (0.3813)	บางซื่อ (0.2350)
2	อารีย์ (0.0909)	เอกมัย (0.545)	อนุสาวรีย์ฯ (0.0188)	ชิดลม (0.4848)	เพชรบุรี (0.3639)	ยมราช (0.2276)
3	ราชเทวี (0.0909)	พญาไท (0.545)	ผ่านฟ้าลีลาศ (0.0188)	เพลินจิต (0.4545)	อโศก (0.3461)	วงเวียนใหญ่ (0.2133)
4	ช่องนนทรี (0.0909)	พร้อมพงษ์ (0.545)	สามเสน (0.0188)	ราชเทวี (0.4156)	พร้อมพงษ์ (0.2788)	พญาไท (0.2096)
5	ศาลาแดง (0.0909)	อโศก (0.545)	เตาปูน (0.0188)	นานา (0.4156)	สยาม (0.2571)	มหานาค (0.2057)

จากตารางที่ 2 ข้อมูลค่ากระบวนการความเป็นศูนย์กลางกับค่ากระบวนการเชื่อมโยงศูนย์กลางมีแนวโน้มค่าลดลงยังเป็นการยืนยันถึงการกระจายตัวทั้งสถานีที่เป็นศูนย์กลางและสถานีที่มีศักยภาพในการเชื่อมโยงศูนย์กลางภายในโครงข่ายระบบราง แต่อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบกับแผนผังความสัมพันธ์แต่ละสถานีภายในโครงข่ายที่มีการขยายตัวในอนาคตแล้วจะสามารถตีความได้ถึงอิทธิพลความเป็นศูนย์กลางและความเชื่อมโยงสถานีศูนย์กลางภายในโครงข่ายระบบราง ถึงแนวโน้มต่อการเปลี่ยนแปลงที่ดินในแต่ละย่านที่มีสถานีเหล่านี้ตั้งอยู่

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยตัวชี้วัด Centrality และ Betweenness Centrality แต่ละช่วงเวลาโครงข่ายระบบรางของกรุงเทพมหานคร

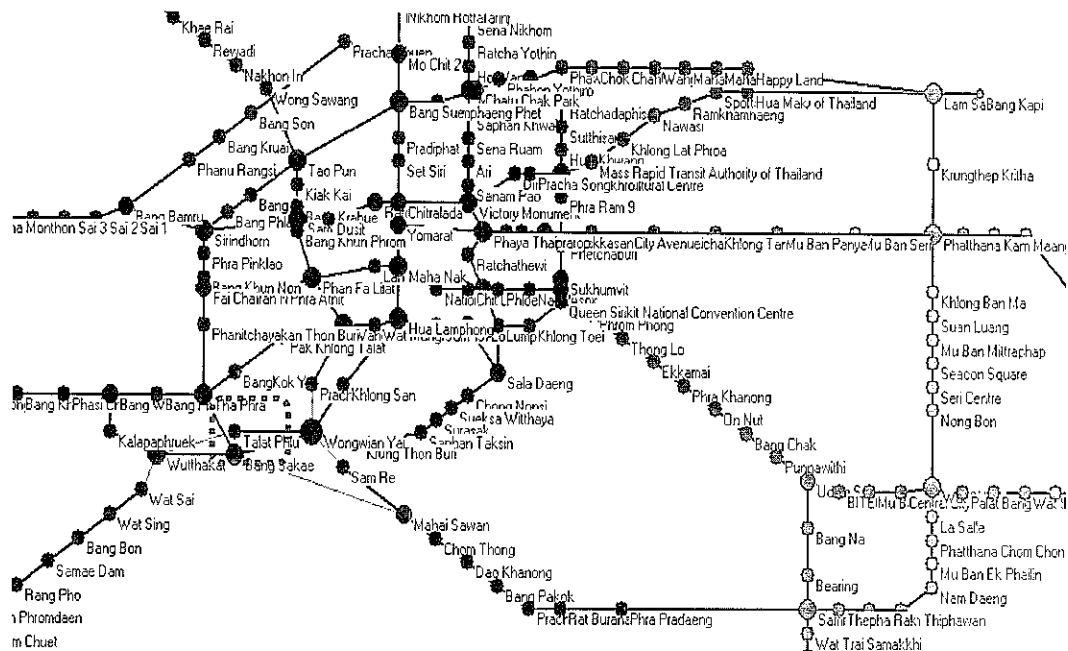
ช่วงเวลา โครงข่ายระบบราง	ค่าเฉลี่ยตัวชี้วัดของการวิเคราะห์โครงข่าย (ค่าเฉลี่ย)			
	Centrality	Centralization	Betweenness Centrality	Betweenness Centralization
2542	0.0870	0.10390	0.2471	0.48386
2547	0.0383	0.03569	0.1297	0.25614
อนาคต	0.0105	0.01780	0.0594	0.17639

7. การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

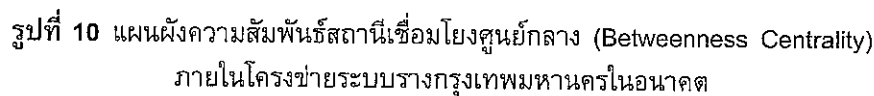
7.1 การอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าความเข้มข้นความเป็นศูนย์กลางและความเชื่อมโยงศูนย์กลางของแต่ละสถานี ภายในโครงข่ายระบบรางเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงแบบแผนของโครงข่ายระบบรางของกรุงเทพมหานคร พบว่าทั้งความเป็นศูนย์กลางและการเชื่อมโยงศูนย์กลางของแต่ละสถานีมีลักษณะของการกระจายตัวเมื่อมีการขยายโครงข่ายระบบรางเพิ่มมากขึ้นตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สำหรับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสถานีศูนย์กลางจากเดิมเป็นสถานีสยาม ในอนาคตถ้ามีการขยายโครงข่ายระบบรางสมบูรณ์ตามแผนพัฒนาที่ภาครัฐได้วางไว้ สถานีที่เป็นศูนย์กลางจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและมีการกระจายตัวของที่ตั้งสถานีอยู่ทั่วทั้งโครงข่าย ความเป็นศูนย์กลางสูงสุดของโครงข่ายระบบรางจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ที่สถานีวงเวียนใหญ่ ค่ากระบวนการเป็นศูนย์กลางมีแนวโน้มค่าลดลงเนื่องจากมีการขยายโครงข่ายระบบรางเชื่อมโยงระหว่างสถานีเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 9 ประกอบ)



รูปที่ 9 แผนผังความสัมพันธ์สถานีศูนย์กลาง (Centrality) ภายในโครงข่ายระบบรางกรุงเทพมหานครในอนาคต



7.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยต่อเนื่อง

1. ประเด็นการวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้รับอิทธิพลจากคุณลักษณะของแต่ละสถานที่ อาจกล่าวในเชิงทฤษฎีได้ว่า อิทธิพลของการกระจายตัวสถานที่ศูนย์กลางและสถานที่เชื่อมโยงศูนย์กลางที่เกิดขึ้น ระดับที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและราคาที่ดิน และอาจจะส่งผลต่อลักษณะของการ ย่านศูนย์กลางธุรกิจ (Central Business District: CBD) ของกรุงเทพมหานครเพิ่มมากขึ้น และมีความชัดเจน ลงและย่านการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นชัดเจนมากขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากการกระจายกลุ่มสถานที่ที่เป็นศูนย์กลาง เชื่อมโยงศูนย์กลาง ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกต่อการสัญจรภายในเมืองที่รวดเร็วและมีเวลาการเดินทางที่แน่นอน ของกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน สถานที่ที่มีค่าความเป็นศูนย์กลางและค่าความเชื่อมโยงศูนย์กลางสูงมีแนวโน้ม จะเพิ่มขึ้นจากศักยภาพของตำแหน่งสถานที่ที่เกิดขึ้นภายในโครงข่าย ดังนั้นเมื่อสถานที่เหล่านี้มีปริมาณสัญจร เป็นโอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อตอบสนองและรองรับต่อกิจกรรมการสัญจรที่เกิดขึ้น สำหรับการคาดการณ์ลักษณะรูปแบบและปริมาณการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณที่ตั้งของ จำเป็นต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่ายโครงข่ายทางสัญจรประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณโดยรอบ

สถานที่ตั้งอยู่ประกอบด้วย เพื่อที่จะสามารถเข้าใจถึงปัจจัยและรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

สำหรับการทำนายเชิงทฤษฎีอาจกล่าวได้ว่า ที่ดินบริเวณที่เป็นที่ตั้งของสถานีวงเวียนใหญ่ที่มีความเข้มข้นความเป็นศูนย์กลางโครงข่ายสูงสุด อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ดินเพิ่มขึ้นและรวดเร็วกว่าย่านตำแหน่งที่ตั้งของสถานีอื่นจากปัจจัยของระดับค่าความเป็นศูนย์กลางของสถานที่ที่เกิดขึ้นภายในโครงข่าย ทั้งนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะใดและอย่างไร จำเป็นต้องวิเคราะห์ลักษณะความสัมพันธ์โครงข่ายโครงข่ายทางสัญจรระดับย่านสถานีเพิ่มเติม

อย่างไรก็ตามสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ยังไม่สามารถจะอธิบายได้ว่า อิทธิพลจากสถานีศูนย์กลางหรืออิทธิพลจากสถานีเชื่อมโยงศูนย์กลาง สถานีประเภทใดจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากกว่ากัน

การศึกษาในขั้นต่อไปอาจวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระดับย่านในตำแหน่งที่ตั้งของสถานีกับโครงข่ายโครงข่ายทางสัญจรอื่น และอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สำหรับการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะความแปรปรวนกับแบบแผนความสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละคุณลักษณะของสถานีในเชิงลึกของแนวคิดการวิเคราะห์โครงข่าย เพื่อที่จะสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้มาใช้ในการวางแผนและออกแบบเมืองได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. ประเด็นการวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเดินทางของผู้สัญจร การวางแผนขยายโครงข่ายระบบรางอย่างครอบคลุมทั่วกรุงเทพมหานคร โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มศักยภาพในการเดินทางและการลดภาวะการจราจรแออัดที่เป็นสาเหตุของมลภาวะด้านต่าง ๆ ภายในกรุงเทพมหานคร ตัวชี้วัดที่สำคัญของวัตถุประสงค์นี้ คือ การใช้รถส่วนบุคคลที่ลดลง และการใช้ขนส่งมวลชนระบบรางเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเมื่อโครงข่ายระบบรางมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นควรมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ประเด็น คือ 1) การเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้โดยสารระบบรางเมื่อมีการขยายโครงข่ายเพิ่มมากขึ้น โดยมีสมมุติฐานเบื้องต้นคือ เมื่อมีการขยายโครงข่ายระบบรางภายในกรุงเทพมหานครเพิ่มมากขึ้นจะมีปริมาณผู้ใช้บริการระบบรางเพิ่มขึ้นและมีปริมาณการใช้รถส่วนบุคคลลดลง และ 2) การศึกษาปัจจัยที่ส่งต่อการเลือกเดินทางด้วยระบบรางของผู้สัญจร เช่น ความคุ้มค่าของการเดินทางภายในกรุงเทพมหานครเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รถส่วนบุคคลผ่านการวิเคราะห์เปรียบเทียบในรายละเอียดตัวแปรต่าง ๆ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน). *ระบบโครงสร้างทางวิ่งและสถานี* [ออนไลน์]. วันที่ 4 กันยายน 2554. จาก <http://www.bts.co.th/corporate/th/02-structure01.aspx>
- สฤณี ดิยะวงศ์สุวรรณ. (2555). กรอบแนวคิด วิธีการ และเครื่องมือในการวิเคราะห์โครงข่ายทางสังคมของผู้มีส่วนได้เสียในกระบวนการวางแผนฟื้นฟูเมือง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ประจำปี 2555: Built Environment Research Associates' Conference (BERAC 3, 2012) จัดที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ณ วันที่ 25 พฤษภาคม 2555
- Bruggeman, J. (2008). **Social Networks: An Introduction**. New York: Routledge.
- Freeman, L.C. (2000). Visualizing Social Networks [online]. **Journal of Social Structure**. 1(1): 4. Retrieved 8 November 2011 from <http://www.cmu.edu/joss/content/articles/volume1/Freeman.html>
- Landdis, J., Guhathakurta, S., Huang, W. and Zhang, M. (1995). **Rail Transit Investments, Real Estate Values, and Land Use Change: A Comparative Analysis of Five California Rail Transit Systems**. Institute of Urban and Regional Development. University of California at Berkeley.

- Mulders-Kusumo, C. (2005). **Is a Railway Station a 'Central' Urban Place? Spatial Configuration Study of Retail Distribution Pattern around Railway Stations** [online]. 5th International Space Syntax Symposium Delft 13-17 June 2005. Viewed 15 October 2011 from <http://www.spacesyntax.tudelft.nl/media/Long%20papers%20/cameliamulders.pdf>
- Nooy, W.C., Mrvar, A. And Batagelj, V. (2005). **Exploratory Social Network Analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scheurer, J., Curtis, C. and Porta, S. (2011). **Spatial Network Analysis of Public Transport Systems: Developing a Strategic Planning Tool to Assess the Congruence of Movement and Urban Structure in Australian Cities** [online]. Viewed 15 October 2011 from <http://www.abp.unimelb.edu.au/gamut/pdf/spatial-network-analysis.pdf>
- Scott, J. (2000). **Social Network Analysis: A Handbook**. 2nd edition. London: SAGE Publications.
- Wasserman, S. and Faust, W. 1999. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. 4th edition. New York: Cambridge University.
- Wasserman, S. and Galaskiewicz, J. (eds). (1994). **Advances in Social Network Analysis: Research in the Social and Behavioral Sciences**. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Yogo, G. (1983). The Sociology of Transportation. **Annual Review of Sociology**. 9: 171-190.
- Xi Ao, P.H. (2008). **Rail Transit and Optimization of Spatial Structure in Metropolitan Areas: Shangai Case Study** [online]. Viewed 15 October 2011 from <http://www.codatu.org/english/conferences/codatu13/CodatuXIII-CDrom/codCD- Pan.pdf>