

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการวางแผนโครงการของเจ้าของงาน โดยการกำหนดระยะเวลาของโครงการที่เหมาะสมจะช่วยให้โครงการก่อสร้างสามารถแล้วเสร็จได้ทันตรงตามความต้องการของเจ้าของงาน แต่เนื่องจากงานก่อสร้างเป็นงานที่มีความไม่แน่นอนจากปัจจัยต่างๆค่อนข้างมาก ที่ผ่านมามีผู้วิจัยหลายคนได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างประเภทต่างๆ จากการสำรวจเชิงเอกสารที่สามารถแบ่งแนวการศึกษาเรื่องการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกศึกษาถึงวิธีการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน กลุ่มที่สองศึกษาถึงการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการประมาณระยะเวลาของการก่อสร้าง ส่วนกลุ่มที่สามศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการก่อสร้างถนน

#### 2.1 รูปแบบและวิธีการประมาณระยะเวลาก่อสร้างถนนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

จากการสำรวจเชิงเอกสารพบว่าการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนโดยทั่วไปจะประมาณระยะเวลาโดยเริ่มจากการแบ่งโครงการออกเป็นกลุ่มงานย่อยๆเพื่อหาปริมาณงานในลักษณะเดียวกับที่ทางฝ่ายผู้รับเหมาทำในการวางแผนงาน จากนั้นจะใช้อัตราการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มงานซึ่งได้จากข้อมูลในอดีตประกอบกับประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้วางแผนในการประมาณระยะเวลาของโครงการ ซึ่งรายละเอียดของวิธีการที่ใช้ในแต่ละหน่วยงานจะแตกต่างกันไป ดังนี้

Herbsman (1987) ได้ทำการศึกษาถึงการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนในรัฐฟลอริดา พบว่า ผู้ประมาณจะใช้ข้อมูลที่แสดงรายการและปริมาณงานจากฝ่ายออกแบบประกอบกับอัตราการทำงานมาตรฐานซึ่งกำหนดขึ้นโดยรัฐฟลอริดา มาทำการประมาณจำนวนวันที่ต้องใช้ในการก่อสร้างในแบบฟอร์มสำหรับการกำหนดแผนงานซึ่งประกอบด้วยกลุ่มงานมาตรฐาน 15 กลุ่ม และทำการปรับจำนวนวันที่ต้องให้ทั้งหมดนี้เป็นวันทำงานตามปฏิทินโดยใช้ตัวคูณ 1.825 ซึ่งแสดงถึงจำนวนวันหยุดทั้งหมดในปีปฏิทิน นอกจากนั้นการประมาณระยะเวลานี้จะถูกปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมโดยใช้ความคิดเห็นและประสบการณ์ของวิศวกรประจำรัฐ แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็ยังมีปัญหาอยู่มาก เช่น ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอกับโครงการที่ซับซ้อนมาก การคำนวณระยะเวลาไม่ได้พิจารณาถึง special condition สำหรับแต่ละโครงการ เป็นต้น

Indiana State Highway Commission (ISHC) ประมาณระยะเวลาสัญญาโครงการก่อสร้างถนน โดยใช้ความคิดเห็นจากวิศวกรสนามที่มีประสบการณ์กับโครงการถนนประเภทนั้น และวิศวกรโครงการจะทำการพิจารณาระยะเวลาของแต่ละกลุ่มงานที่ควบคุมระยะเวลาโครงการ พร้อมทั้งมีการเพิ่มปัจจัยความไม่แน่นอนประมาณร้อยละ 10 ถึง 20 ในการพิจารณาทั้งนี้ขึ้นกับความเชื่อมั่นของวิศวกรโครงการในการประมาณ ซึ่งวิธีการนี้ไม่มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาถึงปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาของสัญญา อีกทั้งทางฝ่ายผู้รับเหมาที่ไม่ได้มีส่วนร่วมในการกำหนดระยะเวลาของสัญญาด้วย ดังนั้น Hancher and Rowings (1981) จึงได้ทำการเสนอวิธีใหม่ในการประมาณระยะเวลาของสัญญาโดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ตรวจสอบข้อมูลที่จำเป็นเพื่อให้ผู้วางแผนเข้าใจในสภาพโครงการ เช่น ขอบเขตของงาน ข้อกำหนดพิเศษที่ต้องการ เอกสารสัญญา ข้อจำกัดของโครงการ เป็นต้น
- 2) กำหนดกลุ่มงานหลักที่มีความสำคัญในโครงการ
- 3) กำหนดลำดับและความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของงานของกลุ่มงาน
- 4) กำหนดระยะเวลาของแต่ละกลุ่มงาน โดยใช้อัตราการทำงานของ ISHC ซึ่งได้มาจากความร่วมมือระหว่างฝ่าย ISHC และผู้รับเหมาที่เคยทำงานร่วมกันมา
- 5) กำหนดวันเริ่มและสิ้นสุดงานของแต่ละกลุ่มงานและหาระยะเวลาโครงการด้วยวิธีวิถีวิถีปฏิบัติ
- 6) นำผลที่ได้สรุปเป็นแผนงาน

โดยวิธีการกำหนดระยะเวลาของสัญญาที่ได้เสนอนี้ ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เช่น มิได้คำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของโครงการ ข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดระยะเวลาของสัญญา ยังคงเป็นข้อมูลจากแนวความคิดเห็นอยู่ และอัตราการทำงานที่กำหนดขึ้นควรจะมีการปรับปรุงให้เข้ากับความเป็นจริงอยู่เสมอ

Werkmeister, Luscher and Hancher (2000) ได้เสนอการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้ามาช่วยประมาณระยะเวลาของโครงการก่อสร้างถนนในรัฐ Kentucky โดยกระบวนการเริ่มจากการแบ่งแยกประเภทของโครงการเพื่อให้เกิดความง่ายในการกำหนดรายละเอียดและรูปแบบในโปรแกรม หากกิจกรรมที่เป็นตัวควบคุมระยะเวลาของโครงการ กำหนดหน่วยวัดเนื้องานที่เป็นมาตรฐานในกิจกรรมที่ควบคุมนั้น และสร้างลำดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมควบคุมโดยพิจารณาระยะเวลาเหลือมด้วย สำหรับอัตราการทำงานที่ใช้จะมีการปรับให้เป็นลักษณะช่วงเพื่อให้มีความยืดหยุ่นและสะท้อนถึงสภาพภูมิประเทศมากขึ้นโดยอ้างอิงจากข้อมูลในอดีต ผลลัพธ์ของวิธีการที่ใช้คอมพิวเตอร์นี้ คือ แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาของโครงการ ระยะเวลาของกลุ่มงานและระยะเวลาเหลือมระหว่างกลุ่มงาน

วิธีสุ (2535) ได้ศึกษาถึงวิธีการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนในประเทศไทย พบว่าในปัจจุบันการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนที่กำหนดขึ้นโดยกรมทางหลวง จะพิจารณาจากอัตราการทำงานของเครื่องจักรร่วมกับความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้ประมาณเท่านั้น ซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องกับสภาพการก่อสร้างจริงนัก ดังจะเห็นได้จากที่โครงการทางหลวงหลายโครงการแล้วเสร็จคลาดเคลื่อนจากระยะเวลาที่ได้ประมาณไว้

ดังจะเห็นได้ว่า รูปแบบและวิธีการในการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้ความคิดเห็น และประสบการณ์ของผู้ประมาณการ พิจารณาร่วมกับอัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็นหลัก ซึ่งไม่มีรูปแบบที่แน่นอนและไม่คำนึงถึงความเสี่ยงจากปัจจัยต่างๆ เป็นเหตุให้ผลที่ได้จากการประมาณมีค่าแตกต่างกัน และมีความคลาดเคลื่อนสูงในกรณีที่เกิดความเสี่ยงขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้าง ดังนั้นในการประมาณระยะเวลาโครงการควรจะมีการกำหนดรูปแบบที่แน่นอน และควรคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของโครงการ เพื่อให้การประมาณมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2.2 การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการประมาณระยะเวลาก่อสร้าง

จากข้อจำกัด และข้อบกพร่องของการประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้าง ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จึงเป็นเหตุให้มีผู้ทำการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในรูปแบบและวิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยให้การประมาณระยะเวลาโครงการง่ายขึ้น ลดการใช้ความคิดเห็นส่วนบุคคลในการประมาณลง และทำให้การประมาณระยะเวลามีความแม่นยำมากขึ้น ดังนี้

Carr (1979) ได้เสนอแบบจำลองสำหรับใช้พิจารณาความไม่แน่นอนในการหาระยะเวลาของโครงการก่อสร้าง ให้มีความแม่นยำมากขึ้นด้วยวิธี Simulation โดยจะทำการจำลองความก้าวหน้าจริงๆ ของโครงการอันเนื่องมาจากปัจจัยความไม่แน่นอนต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการซึ่งแบ่งได้เป็น ปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับวันทำงานตามปฏิทิน ได้แก่ อัตราการทำงานของคนงาน สภาพเครื่องมือ สภาพพื้นที่ของหน่วยงาน เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จะถูกจำลองขึ้นและจะนำไปใช้พิจารณาระยะเวลาของกลุ่มงานที่ได้รับกระทบ ส่วนปัจจัยที่ขึ้นกับวันทำงานตามปฏิทิน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ จะได้รับการจำลองขึ้นต่อมาและนำไปใช้ในการปรับแก้ระยะเวลาของแต่ละกลุ่มงานให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศในวันทำงานนั้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระยะเวลาในแต่ละกลุ่มงานของโครงการ เพื่อนำไปใช้ในการหาระยะเวลาของโครงการโดยวิธีวิฤกฤติต่อไป

Ahuja and Nandakumar (1985) ได้สร้างแบบจำลองในการประมาณระยะเวลาของโครงการด้วยวิธี Simulation โดยใช้โปรแกรม Project Duration Forecast (PRODUF) ช่วยในการจำลองถึงปัจจัยความไม่แน่นอนต่างๆที่จะเกิดขึ้นและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัจจัยความไม่แน่นอนเหล่านี้ต่อระยะเวลาของกิจกรรมที่ได้ประมาณไว้ ซึ่งปัจจัยความไม่แน่นอนที่นำมาพิจารณามีมากมาย เช่น สภาพอากาศ การเปลี่ยนแปลงแบบ งานเพิ่ม-ลด การขาดแคลนคนงาน เป็นต้น กระบวนการของแบบจำลองจะเริ่มจากการนำข้อมูลที่ใช้ในการปรับปรุงความก้าวหน้าของแผนงานป้อนให้กับโปรแกรม PRODUF โดยใช้วิธีมอนติคาร์โลจำลองปัจจัยความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นต่อโครงการและสร้างการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาของกิจกรรมขึ้นมาใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการประเมินโอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จในการวางแผนช่วงต่อไป

Ranasinghe (1994) ได้เสนอวิธีการในการจัดการกับความไม่แน่นอนของระยะเวลาก่อสร้าง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนด้านระยะเวลาแบบโครงข่าย โดยจะทำการกำหนดค่าความไม่แน่นอนของระยะเวลาก่อสร้างสำหรับแต่ละกิจกรรมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะถูกนำไปใช้หาค่าความไม่แน่นอนของระยะเวลาโครงการสำหรับเส้นทางต่างๆบนโครงข่าย เพื่อสร้างเป็นเส้นโค้งความถี่สะสมของระยะเวลาโครงการ ซึ่งจะนำไปใช้พิจารณาในการจัดสรรค่าเผื่อความเสี่ยงสำหรับแต่ละเส้นทางบนโครงข่ายและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องต่อไป โดยค่าเผื่อความเสี่ยงที่ถูกจัดสรรให้ พิจารณาจากผลต่างระหว่างระยะเวลาเป้าหมายที่ได้มีการปรับสำหรับความไม่แน่นอนต่างๆและระยะเวลาที่คาดหวัง ผลลัพธ์จากวิธีนี้ คือ ความน่าจะเป็นที่จะทำงานได้สำเร็จตามเวลาที่คาดหวังสำหรับแต่ละกิจกรรม ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบในการพิจารณาโอนถ่ายค่าเผื่อความเสี่ยงจากระยะเวลาของกิจกรรมที่มีความน่าจะเป็นที่จะทำงานได้สำเร็จสูงไปสู่ระยะเวลาของกิจกรรมซึ่งมีความน่าจะเป็นที่จะทำงานล้มเหลวสูง ซึ่งจะทำได้ค่าเผื่อความเสี่ยงที่เหมาะสมในแต่ละเส้นทางบนโครงข่ายที่มีผลต่อระยะเวลาของโครงการ อย่างไรก็ตามวิธีที่เสนอนี้ไม่มีรูปแบบหรือหลักเกณฑ์ที่ให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความไม่แน่นอนของระยะเวลาของกิจกรรมต่างๆ

Dawood (1998) ได้พัฒนาวิธีการในการสร้างแบบจำลองเรื่องความแปรปรวนของระยะเวลาของแต่ละกิจกรรม ที่เกิดจากปัจจัยเสี่ยงต่างๆ โดยวิธีการที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง เริ่มจากระบุถึงปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อระยะเวลาของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งได้มาจากการสำรวจเชิงเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้รับเหมา พบว่าปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องได้แก่ สภาพอากาศ อัตราผลผลิต ความล่าช้าของวัสดุที่สั่งซื้อ ความเสียหายของเครื่องจักร ชนิดของดินและสภาพของหน่วยงาน โดยอิทธิพลจากแต่ละปัจจัยเสี่ยงต่อความแปรปรวนในระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมจะถูกกำหนดขึ้น ขึ้นต่อไป

จะทำการหารูปแบบการแจกแจงของระยะเวลาที่เกิดจากปัจจัยเสี่ยงต่างๆจากข้อมูลในอดีตและความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการทดสอบความถูกต้องนำเชื่อถือของวิธีการนี้โดยใช้แบบจำลอง Simulation ซึ่งได้รวมเอาปัจจัยเสี่ยง การแจกแจงความน่าจะเป็นและอิทธิพลจากปัจจัยเสี่ยงเหล่านั้น รวมถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มงาน เข้าพิจารณาในแบบจำลอง ซึ่งรูปแบบวิธีการที่ได้นำเสนอนี้ยังมีความเหมาะสมในการใช้พิจารณาหาปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการมากๆ เพื่อที่จะหาแนวทางลดผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยงเหล่านั้นได้ด้วย โดยการเปลี่ยนสภาพปัจจัยเสี่ยงในแบบจำลองและดูผลที่เกิดขึ้นต่อระยะเวลาโครงการ

Lu and Abourizk (2000) ได้พัฒนาแบบจำลองในการ Simulation ของวิธี PERT ที่ได้ดัดแปลงให้ง่ายขึ้น โดยใช้การสร้างแบบจำลองในรูปแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องและหาวิธีในการระบุกลุ่มงานที่อยู่ในวิถีวิฤติได้ง่ายขึ้นโดยลดค่าเวลาของเหตุการณ์ที่จะต้องเก็บไว้เพื่อคำนวณในทางย้อนกลับให้น้อยลง และสำหรับแบบจำลองที่เสนอนี้จะระบุกลุ่มงานวิฤติโดยใช้ค่าดัชนีความวิฤติ (Criticality Index, CI) ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างจำนวนครั้งที่ส่งโปรแกรมจำลองและมีกิจกรรมนั้นอยู่ในวิถีวิฤติต่อจำนวนครั้งที่ส่งโปรแกรมจำลองทั้งหมด แทนการหาค่า TF ในวิธีดั้งเดิม สำหรับรูปแบบการแจกแจงที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองนั้นได้ใช้การแจกแจงของระยะเวลาเป็นแบบเบตาโดยใช้ความเห็นและประสบการณ์ของผู้วางแผนในการประมาณระยะเวลาก่อสร้างเป็น 3 กรณี คือ มองโลกในแง่ร้าย มองโลกในแง่ดี และน่าจะเกิดมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับวิธี PERT แบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้สามารถช่วยลดหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่จะต้องใช้ลงและเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณมากขึ้นโดยเฉพาะกับโครงการขนาดใหญ่

สำหรับในประเทศไทยนั้น นรเศรษฐ์ (2000) ได้สร้างแบบจำลองสำหรับประมาณระยะเวลาของโครงการก่อสร้างถนน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น (Multiple Regression) สำหรับใช้ประมาณระยะเวลาเบื้องต้นในขั้นตอนวางแผนโครงการ โดยคำนึงถึงปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในแต่ละกลุ่มงานที่อยู่ในวิถีวิฤติ และระยะเวลาเหลือของแต่ละกลุ่มงานเป็นสำคัญ โดยมีการกำหนดกลุ่มงานหลักที่นำมาสร้างแบบจำลองได้ 5 กลุ่มงาน คือ งานเตรียมการ งานดิน งานรองพื้นทาง งานพื้นทาง และงานเบ็ดเตล็ด นอกจากนั้นยังมีการกำหนดระยะเวลาเหลือของแต่ละกลุ่มงาน เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปประมาณระยะเวลาโครงการได้ สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองที่ใช้ประมาณระยะเวลาโครงการนั้น ได้ใช้ข้อมูลจากโครงการก่อสร้างถนนที่แล้วเสร็จจำนวน 40 โครงการของกรมทางหลวงในการวิเคราะห์โดยแยกประมาณระยะเวลาในแต่ละกลุ่มงานหลัก และหาระยะเวลาก่อสร้างโครงการรวมโดยใช้วิธีวิถีวิฤติ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนพบว่าแบบจำลองนี้ให้ค่าที่แม่นยำมากกว่า

การวางแผนแบบเดิม อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ คือ ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยบางเรื่องซึ่งไม่สามารถหาข้อมูลได้ในช่วงวางแผนงาน เช่น ปัจจัยด้านจำนวนและคุณภาพของแรงงาน ปัจจัยด้านจราจรในขณะก่อสร้าง ปัจจัยด้านการเพิ่มเนื้องาน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ อาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของแต่ละกลุ่มงานได้เช่นกัน

แม้ว่าแบบจำลองในการประมาณระยะเวลาก่อสร้างที่กล่าวถึงส่วนใหญ่ จะมีการพิจารณาความเสี่ยงประกอบในการกำหนดระยะเวลาทำการ แต่การคำนึงถึงความเสี่ยงโดยการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้โดยตรง ไม่ค่อยสอดคล้องกับลักษณะของปัจจัยเสี่ยงที่ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนและมีความคลุมเครือสูง เนื่องจากค่าตัวแปร (Parameter) บางตัวในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะไม่สามารถถูกประมาณได้อย่างสมบูรณ์เพราะบางปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าตัวแปรเหล่านี้ไม่สามารถถูกกำหนดเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขได้ ในทางกลับกันค่าตัวแปรเหล่านี้สามารถถูกกำหนดได้ในเชิงคุณภาพ ซึ่งเหมาะสมกับเครื่องมือที่สามารถแก้ปัญหาที่มีความไม่แน่นอนและมีความคลุมเครือ โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตในการวิเคราะห์ความเสี่ยง สำหรับประมาณระยะเวลาของโครงการก่อสร้างถนน เนื่องจากมีความเหมาะสมในการประเมินปัจจัยเชิงคุณภาพ เช่น ปัจจัยเสี่ยง

### 2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาก่อสร้างถนน

เนื่องจากโครงการก่อสร้างถนนเป็นโครงการที่ได้รับอิทธิพลจากความไม่แน่นอนและปัจจัยเสี่ยงต่างๆเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของแต่ละกลุ่มงานหรือโครงการ ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในการประมาณระยะเวลาของโครงการก่อสร้างถนนด้วย เพื่อให้การประมาณระยะเวลาที่ได้วางแผนไว้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น โดยมีผู้ทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาของโครงการก่อสร้างถนนดังนี้

Herbsman and Ellis (1995) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาในการประมาณระยะเวลาก่อสร้างถนน โดยได้แบ่งปัจจัยที่จะต้องพิจารณาเป็น 5 ประเภท คือ ปัจจัยทางเศรษฐกิจและกฎหมาย ปัจจัยทางลักษณะของโครงการ ปัจจัยทางการดำเนินการก่อสร้าง ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง จากการออกแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในการวางแผนโครงการก่อสร้างถนนของกรมการขนส่ง (Departments of transportation, DOT) ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาก่อสร้างมากที่สุด 5 ลำดับ

แรก คือ สภาพภูมิอากาศ ที่ตั้งของโครงการ ผลกระทบจากการจราจร การเคลื่อนย้ายสิ่งก่อสร้าง และชนิดของโครงการ ตามลำดับ

Mullholland and Christian (1999) ได้เสนอระบบวิธีการในการประเมินความไม่แน่นอนในแผนงานก่อสร้าง โดยได้ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ Hypercard ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงการในอดีตและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในการระบุถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในโครงการออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

- 1) ความเสี่ยงจากการออกแบบทางวิศวกรรม เช่น ข้อกำหนดต่างๆ หลักเกณฑ์ในการออกแบบ กระบวนการควบคุมแบบ การสำรวจสถานที่ก่อสร้าง เป็นต้น
- 2) ความเสี่ยงจากการประกวดราคา เช่น การระบุถึงเครื่องจักรและวัสดุที่ใช้ การรับประกัน ปัญหาแรงงานของผู้รับเหมา เป็นต้น
- 3) ความเสี่ยงจากการก่อสร้าง เช่น การควบคุมคุณภาพ การเปลี่ยนแปลงแบบระหว่างก่อสร้าง ความสามารถในการสร้างได้ การขาดแคลนวัสดุ
- 4) ความเสี่ยงจากการบริหารงาน เช่น ประสบการณ์ในการบริหาร การจัดองค์กรและความรับผิดชอบของฝ่ายต่างๆ การจัดหาแหล่งเงินทุน แผนงานของโครงการ เป็นต้น

ปัจจัยเสี่ยงที่ได้ระบุจะถูกนำมาประเมินผลกระทบต่อระยะเวลาของโครงการโดยใช้ความแปรปรวนของการแจกแจงระยะเวลาของโครงการที่หาโดยวิธี PERT เป็นตัวชี้วัด หากระยะเวลาของโครงการมีความแปรปรวนมากแสดงว่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับโครงการนั้นก็สูงด้วย

เนื่องจากการก่อสร้างถนนมีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกค่อนข้างมากและทำให้เกิดการสูญเสียดัชนีการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ ในบางกรณีทำให้การก่อสร้างต้องหยุดชะงักเนื่องจากสภาพดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจนไม่สามารถทำงานได้จนทำให้โครงการก่อสร้างถนนหลายโครงการไม่เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้น El-Rayes and Moselhi (2001) จึงได้เสนอระบบ WEATHER เพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับประเมินผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนที่มีต่ออัตราการทำงานและระยะเวลาของกลุ่มงานในการก่อสร้างถนน 4 กลุ่มงาน คือ งานเคลื่อนย้ายดิน งานก่อสร้างชั้นพื้นทาง งานก่อสร้างชั้นระบายน้ำ และงานผิวทาง โดยระบบจะเริ่มทำการประมาณผลกระทบของปริมาณน้ำฝนที่มีต่อการสูญเสียดัชนีการทำงานสำหรับแต่ละวันของปีจากข้อมูลน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม แสงอาทิตย์ในปีที่ผ่านมา จากนั้นระบบจะทำการปรับระยะเวลาของแต่ละกลุ่มงานสำหรับแต่ละปีที่พิจารณาโดยสมมติว่ากลุ่มงานนั้นได้ถูกก่อสร้างขึ้นและได้รับผลกระทบจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีต และนำข้อมูลระยะเวลาที่ได้ถูกปรับนี้มาทำ

การประมาณระยะเวลาแบบมองโลกแง่ดี มองโลกแง่ร้าย มักจะเกิดมากที่สุด และเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มงาน รวมถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของแผนงานด้วย ซึ่งระบบนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์แผนงานก่อสร้างถนนได้ทั้งก่อนและระหว่างดำเนินการก่อสร้าง

นอกจากนั้น Transportation Research Board (TRB) ยังได้ทำการศึกษาเรื่องผลกระทบของสภาพอากาศที่มีต่อการก่อสร้างถนน โดยพิจารณาในแต่ละกลุ่มงาน คือ งานถางป่าขุดตอ งานดิน งานพื้นทาง งานรองพื้นทาง และงานเบ็ดเตล็ด ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลกระทบได้ดังนี้

- 1) กลุ่มงานถางป่าขุดตอ พบว่าสภาวะที่ฝนตกหนักจะทำให้เครื่องมือทำงานได้ลำบาก ต้นทุนสูงขึ้นและอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการชะงักของงาน แต่หากมีฝนตกปานกลางจะเป็นการช่วยปรับปรุงสภาวะการทำงานให้ดีขึ้นเนื่องจากลดโอกาสในการเกิดไฟฟ้า
- 2) กลุ่มงานดิน พบว่าฝนเป็นสาเหตุหลักของการเกิดความล่าช้าในงานดิน เนื่องจากเมื่อดินมีปริมาณความชื้นสูงเกินไป จะทำให้ทำงานได้ลำบากและมีผลต่อคุณภาพงานด้วย แต่สำหรับงานตัดคันทางที่เป็นหิน สามารถปฏิบัติงานได้แม้ในสภาพที่เปียก
- 3) กลุ่มงานรองพื้นทางและงานพื้นทาง พบว่าไม่ควรนำวัสดุพื้นทางมาเทลงบนชั้นรองพื้นทางที่มีความเปียกชื้นจากฝนที่ตกหนัก เว้นแต่จะได้มีการกันระหว่างชั้นด้วยวัสดุกันน้ำ
- 4) กลุ่มงานเบ็ดเตล็ด เช่น งานวางท่อระบายน้ำ งานติดตั้งสัญญาณจราจร และไฟส่องสว่าง สามารถดำเนินงานได้แม้ในสภาพอากาศที่เลวร้าย

สำหรับในประเทศไทยนั้น อภิชัย (2534) ได้สำรวจถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้างถนนของกรุงเทพมหานคร ทั้งจากความเห็นของผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง โดยได้แบ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าออกเป็น 4 สาเหตุ คือ

- 1) สาเหตุที่เกิดจากผู้ว่าจ้าง เช่น การออกแบบผิดพลาด การรออนุมัติแก้ไขสัญญา
- 2) สาเหตุที่เกิดจากผู้รับจ้าง เช่น ปัญหาด้านเงินทุนหมุนเวียน ปัญหาด้านการบริหารงาน
- 3) สาเหตุที่เกิดจากสิ่งกีดขวางทางกายภาพ เช่น ท่อประปา เสาไฟฟ้า อาคารต่างๆ
- 4) สาเหตุจากปัจจัยภายนอก เช่น การขาดแคลนวัสดุก่อสร้าง ภัยธรรมชาติต่างๆ

ซึ่งจากการสำรวจพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความล่าช้าของการก่อสร้างถนนมากที่สุด คือ สาเหตุจากสิ่งกีดขวางทางกายภาพซึ่งเกิดจากระบบสาธารณูปโภคเป็นส่วนมาก โดยเฉพาะระบบประปาของการประปานครหลวง สาเหตุรองลงมา คือ สาเหตุจากผู้ว่าจ้าง ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการรออนุมัติแก้ไขแบบ



จากการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการก่อสร้างถนนที่ผ่านมาสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยใช้ปัจจัยและความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้จากการศึกษาที่ผ่านมา เป็นแนวทางในการหาปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาก่อสร้างของโครงการถนนต่อไป

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตในการสร้างแบบจำลองสำหรับประมาณระยะเวลาของโครงการก่อสร้างถนน เนื่องจากเป็นวิธีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้เข้ากับความไม่แน่นอนซึ่งไม่เป็นข้อมูลทางสถิติโดยธรรมชาติจึงเหมาะสมในการจัดการความเสี่ยงในการก่อสร้างซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และการเรียนรู้ด้วยตนเองจากสภาพงาน การใช้ระบบฐานความรู้ซึ่งได้มาจากผู้เชี่ยวชาญประกอบกับทฤษฎีฟัซซีเซต ช่วยให้สามารถนำแนวคิดในทางภาษา (Linguistic Approach) ไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงซึ่งมีความสะดวกเพราะผู้วิเคราะห์จะสามารถแสดงความคิดออกมาในลักษณะภาษาที่ใช้ทั่วไปได้โดยตรง เช่น สภาพภูมิประเทศของโครงการเป็นอุปสรรคต่อการทำงานมาก ปริมาณฝนในพื้นที่ในช่วงเวลาก่อสร้างน้อยมาก พื้นที่ก่อสร้างมีโอกาสพบสาธารณูปโภคใต้ดินค่อนข้างสูง เป็นต้น ซึ่งการประเมินนี้จะถูกนำมาแปรผลให้อยู่ในเทอมของตัวแปรเชิงตัวเลขเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป จากการสำรวจเชิงเอกสารที่ผ่านมามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

Ayyub and Haldar (1984) ได้เสนอการประมาณระยะเวลาของกลุ่มงานโดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต ซึ่งมีการใช้ความคิดเห็นหรือความช่วยเหลือในการประมาณจากผู้เชี่ยวชาญ ในการสร้าง Membership Function ของฟัซซีเซต ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลา ได้แก่ สภาพอากาศ และทักษะหรือประสบการณ์ของแรงงาน โดยแบ่งระดับของปัจจัยเหล่านี้ เป็น ดี ปานกลาง และ ไม่ดี ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะถูกนำมาพิจารณาในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเกิดและผลที่ตามมาต่อระยะเวลาก่อสร้าง โดยใช้ Fuzzy Relation ซึ่งเป็นการคำนวณโดยสร้างเมตริกซ์ที่ประกอบขึ้นจากซบเซตของฟัซซีเกี่ยวกับความถี่และผลที่ตามมา ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณระยะเวลาด้วยวิธีที่เสนอนี้ คือ Probability Mass Function ของระยะเวลาของกลุ่มงานที่มีการคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลา จุดเด่นของวิธีที่นำเสนอนี้ คือ วิธีการนี้ไม่อ่อนไหวต่อความผันแปรที่เล็กน้อยในค่าของความเป็นสมาชิก (Membership Value) อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีความอ่อนไหวต่อตัวเลือกของ Fuzzy Relations ระหว่างผลที่ตามมาและระยะเวลาของกลุ่มงาน

Lorterapong and Moselhi (1996) ได้เสนอวิธีในการวางแผนงานแบบโครงข่าย โดยใช้ ทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy Network Scheduling, FNET) เพื่อแก้ปัญหาของวิธีวางแผนงานแบบ ความน่าจะเป็น (Probabilistic Scheduling Methods) ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในอดีตจำนวนมาก สำหรับวิธีนี้ได้มีการใช้เทคนิคต่างๆประกอบกัน ได้แก่ การแสดงความไม่ถูกต้องของระยะเวลาของ กลุ่มงานโดยใช้ Possibility Measure และ Agreement Index การคำนวณค่าตัวแปรของการวางแผนงาน และการตีความผลของฟัซซีเซตที่ได้ออกมา การวางแผนงานโดยวิธีนี้ ต้องการเพียงการ ประมาณค่าระยะเวลาของกลุ่มงาน 4 ค่าโดยผู้เฝ้าในส่วนของการรับข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการ คำนวณทั้งแบบไปข้างหน้าและย้อนกลับในลักษณะเดียวกับวิธีวิถีวิกฤติ โดยใช้สมมติฐานว่าความ ไม่แน่นอนของระยะเวลาของกลุ่มงานเป็นผลโดยตรงจากระดับความไม่แน่นอนในการคำนวณเวลาเริ่ม และเวลาสิ้นสุดของกลุ่มงานก่อนหน้า เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับวิธี Monte Carlo Simulation พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความใกล้เคียงและสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตามวิธี FNET ยังมีข้อ จำกัดอยู่เนื่องจากใช้สมมติฐานว่าแต่ละกลุ่มงานเป็นอิสระจากกันซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็น จริงนัก

Tah and Carr (2000) ได้เสนอวิธีการประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพของโครงการซึ่ง พิจารณาผลกระทบของความเสียหายทั้งด้านเวลา คุณภาพ ราคาและความปลอดภัย โดยใช้โครง สร้างแบ่งแยกความเสี่ยงเป็นลำดับขั้น แบ่งหลักๆเป็นความเสี่ยงภายในและความเสี่ยงภายนอก และใช้สมมติฐานว่าความเสี่ยงเกิดจากปัจจัยเสี่ยง ในขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงนั้นจะมีการ ประเมินถึงโอกาสที่จะได้รับความเสียหายและผลกระทบที่จะตามมาซึ่งแสดงโดยแผนภาพสาเหตุ และผล (Causes and Effect Diagram) ทฤษฎีฟัซซีเซตถูกนำมาใช้เพื่อลดปัญหาในการประเมิน ระดับความเสี่ยงซึ่งค่อนข้างไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้องในการที่ตัดสินใจออกมา จึงจำเป็นต้องมีการ สร้างภาษาสามัญสำหรับอธิบายโอกาสเกิดความเสี่ยงและระดับความรุนแรงให้มีคุณสมบัติที่แน่นอนสำหรับองค์กร

## 2.4 สรุป

จากที่กล่าวมาแล้วในขั้นต้นพบว่า การประมาณระยะเวลาโครงการก่อสร้างที่ใช้กันอยู่ใน ปัจจุบัน และการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณระยะเวลาโครงการขึ้นมาใหม่นั้น ยังมีข้อ บกพร่องบางประการ อาทิเช่น มีการคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการ ไม่มาก และแบบจำลองที่ได้เสนอแนะขึ้นนั้นนำมาใช้งานจริงได้ยาก เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยงที่มีต่อระยะเวลาก่อสร้างถนน สำหรับนำไปใช้ประกอบในการวางแผนโครงการ เพื่อกำหนดระยะเวลาโครงการให้เหมาะสมกับสภาพความเสี่ยงที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้น โดยได้ใช้พีชชีเซตในการแปรผลจากลักษณะต่างๆของปัจจัยเสี่ยง ไปเป็นค่าเชิงตัวเลขที่สามารถวิเคราะห์เป็นระยะเวลาก่อสร้างที่สอดคล้องกับความเสี่ยงได้ ซึ่งรูปแบบในการประเมินความเสี่ยงสำหรับการวางแผนงานด้านระยะเวลานี้ถูกสร้างให้มีความสอดคล้องกับวิธีการประมาณระยะเวลาในปัจจุบัน เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้และมีการคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาก่อสร้างของโครงการถนนอย่างเป็นหลักการ ซึ่งจะช่วยลดการใช้ความคิดเห็นส่วนบุคคลในการประมาณลงได้