

Lag Time in Project Scheduling Network with respect to Risk event of Weir Construction

Attapol Promsiri^{1,*}, Pajjit Pawan²

^{1,2} Department of Civil Engineering, School of Engineering, Sripatum university

Received: 12 October 2018

Revised: 16 November 2018

Accepted: 19 November 2018

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the lag time due to the risk events of the weir construction project. Using the Fuzzy Inference System on an Adaptive Neuro Fuzzy Interfaces (ANFIS) together with Project Scheduling Network as a tool to predict the probability of risk. Data provided by 5 experts from projects in Chanthaburi and Rayong province were used as an input to predict the possibility of flood risk events. It consists of three risk factors: flow coefficient, rainfall intensity, and water receiving area. The results show that the model has a root mean square error (RMSE) of 0.046. When applied to real construction projects, the results show that the duration of the project includes the risk in the form of lag time being 240 days and 212 days, respectively. Compared with the construction contract with construction duration of 180 days, it is found that the project duration increases by 60 days and 32 days, respectively which are close to the actual construction duration. This determination of lag time can be efficiently used as a guideline for real construction of small irrigation weirs.

Keywords : Lag time, Risk event, Weir construction

* Corresponding Author; Email: atta13766@gmail.com

การกำหนดเวลารอคอยเนื่องจากเหตุการณ์ความเสี่ยงในโครงการก่อสร้าง ฝายทดน้ำขนาดเล็ก

อรรถพล พรหมศิริ^{1,*}, ไพจิตร ผาวัน²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

บทคัดย่อ

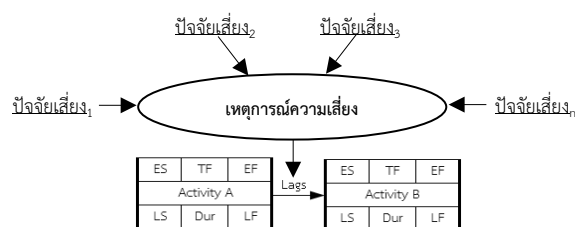
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลารอคอยจากเหตุการณ์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นของกิจกรรมในโครงการก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็ก ด้วยระบบอนุमानพีชขึ้นโครงข่ายที่ปรับตัวได้ ร่วมกับแผนกำหนดระยะเวลากิจกรรมของโครงการมาเป็นเครื่องมือในการทำนายความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสี่ยง โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จากโครงการจังหวัดจันทบุรี และจังหวัดระยอง เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อทำนายความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงน้ำหลากเข้าห้วงงาน ประกอบด้วยปัจจัยเสี่ยง 3 ปัจจัยได้แก่ สมประสิทธิ์การไหล ความเข้มข้น และ พื้นที่รับน้ำ แบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนรวม (RMSE) เท่ากับ 0.046 จึงประยุกต์ใช้กับโครงการจริง ผลการวิจัยพบว่าระยะเวลาโครงการที่รวมความเสี่ยง เท่ากับ 240 วัน และ 212 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแผนงานตามสัญญาก่อสร้างเท่ากับ 180 วัน พบว่ามีระยะเวลาโครงการเพิ่มขึ้น 60 วัน และ 32 วัน ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาก่อสร้างจริง สามารถที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานจริงกับงานก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การกำหนดเวลารอคอย เหตุการณ์ความเสี่ยง ฝายชลประทานขนาดเล็ก

* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: atta13766@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานก่อสร้างฝายทดน้ำขนาดเล็ก เป็นการก่อสร้างปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติตามที่ต้องการ สำหรับลำน้ำที่มีน้ำไหลมากเพียงพอ และสม่ำเสมอตลอดฤดูกาลเพาะปลูก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับน้ำที่ต่ำกว่าตลิ่งให้สูงขึ้นจนสามารถผันน้ำเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูกได้อย่างเต็มที่ งานก่อสร้างฝายทดน้ำเป็นงานที่ต้องอาศัยความรู้ทางด้านอุทกวิทยา ได้แก่ การคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลลงบ่อก่อสร้างทั้งช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง ทั้งน้ำฝน น้ำท่า น้ำนอง รวมถึงการวิเคราะห์ระดับน้ำใต้ดิน และอัตราการซึมของน้ำเข้ามาสู่บ่อก่อสร้าง ซึ่งความรู้เหล่านี้ถือว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงของโครงการ (Kishan , 2014) จนเป็นผลทำให้ผู้วางแผนกำหนดระยะเวลากิจกรรมของโครงการจริงคลาดเคลื่อนจากแผนงานที่วางไว้ หากผู้วางแผนจัดการกับปัจจัยเสี่ยงอย่างเป็นระบบ ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการก่อสร้างก็สามารถจัดการได้ แต่ถ้าผู้วางแผนไม่เตรียมการในการค้นหาปัจจัยเสี่ยงหรือวิธีการประเมินความเสี่ยงไม่สอดคล้องเหมาะสมกับสถานการณ์จริง ก็จะทำให้โครงการพบกับปัญหาความล่าช้า (Thianphun , 2018) การวางแผนกำหนดเวลางาน (Scheduling) โดยส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีสายงานวิกฤต (Critical Path Method : CPM) เนื่องจากเป็นวิธีที่เข้าใจง่าย แสดงความสัมพันธ์ ของงานแต่ละงานอย่างชัดเจน และสามารถหาสายงานวิกฤติ เพื่อช่วยในการกำหนดกิจกรรม โดยมีสมมุติฐานว่าค่าเวลาต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีความแน่นอน (Deterministic) แต่อย่างไรก็ตามวิธีสายงานวิกฤติ เป็นวิธีที่มีข้อจำกัด เกี่ยวกับความไม่แน่นอน จึงไม่เหมาะสมกับโครงการก่อสร้างทางด้านชลประทาน (Sreesai , 2014). เช่น หากเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง “พายุฝน” จนทำให้เกิดน้ำท่วมขังโครงการในระหว่างดำเนินการขุดบ่อก่อสร้าง ก็จะทำให้ระยะเวลาโครงการล่าช้าเป็นเดือนได้ แต่ถ้าหากเหตุการณ์ความเสี่ยง “พายุฝน” เกิดขึ้นหลังจากกิจกรรมขุดบ่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการไม่มาก ดังนั้นการวางแผนงานก่อสร้างในพื้นที่ที่มีเหตุการณ์ความเสี่ยง (Risk Events) จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเผื่อเวลาที่สอดคล้องกับกิจกรรมในโครงการ เพื่อให้ระยะเวลาที่วางแผนไว้ใกล้เคียงกับระยะเวลาโครงการก่อสร้างจริงมากที่สุด ด้วยการนำเวลารอคอยจากการเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงในแต่ละกิจกรรม มาพิจารณาพร้อมกับแผนงานในรูปแบบเวลารอคอย (Lag Time) (Shu-Hui , 2006) ของกิจกรรมงานก่อสร้างฝายทดน้ำ เป็นไปตามเป้าหมายภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีในพื้นที่ก่อสร้างอย่างเหมาะสม พร้อมทั้งเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบอนุมานฟัซซี่บนโครงข่ายที่ปรับตัวได้ (Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems : ANFIS) (Pawan , 2015) ทำนายความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสี่ยง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเวลารอคอย จากเหตุการณ์ความเสี่ยงในโครงการก่อสร้างฝายทดน้ำขนาดเล็ก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อเหตุการณ์ความเสี่ยง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากข้อจำกัดของปัญหาข้างต้น การเพื่อยุติเวลา (Lag time) ของโครงการมีความสำคัญต่อการก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็ก ซึ่งการวางแผนปฏิบัติงานยังขาดข้อมูลที่ใช้ในการวางแผน ดังนั้นการพัฒนารอบแนวทางปฏิบัติในการประเมินเวลาของโครงการสำหรับการบริหารความเสี่ยง จึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

- 1) เพื่อระบุความเสี่ยง (Risk identification) โดยคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors) ที่จะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง (Risk Events) และส่งผลกระทบต่อเวลาของกิจกรรมก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็ก
- 2) เพื่อพัฒนารอบแนวทางปฏิบัติ (Framework) ในการเพื่อยุติเวลาของกิจกรรมก่อสร้าง และแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายความเป็นไปได้ (Possibility) และผลกระทบ (Impacts) ที่จะเกิดเหตุการณ์เสี่ยง (Risk Events) การตอบสนองความเสี่ยงในโครงการก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็ก
- 3) เพื่อกำหนดแนวทางการตอบสนองความเสี่ยง (Risk response) ของโครงการก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็ก

วิธีดำเนินการวิจัย

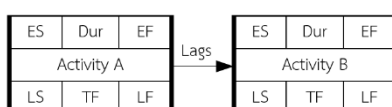
กรอบแนวความคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวความคิดการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่หนึ่งการระบุเหตุการณ์ความเสี่ยง (Risk Identification: RI) ขั้นตอนที่สองการโมเดลความเสี่ยงที่เกิดจากโอกาสที่เหตุการณ์ความเสี่ยงจะเกิดขึ้น และผลกระทบของความเสี่ยง และ ขั้นตอนที่สามการหาระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (Lag Time)

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดเวลารอคอยจากเหตุการณ์ความเสี่ยงในโครงการก่อสร้างฝายทดน้ำขนาดเล็ก จำเป็นต้องใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คือ วิธีสายงานวิกฤต และ ระบบอนุมาณพีชขึ้นบนโครงข่ายที่ปรับตัวได้ มาเป็นกระบวนการตัดสินใจวางแผนการเพื่อยุติเวลาโครงการงานก่อสร้างฝายทดน้ำโดยนำเหตุการณ์ความเสี่ยง (Risk Event) และปัจจัย (Risk Factor) มาพิจารณาใช้ในการเพื่อยุติเวลา (Lag Time) (Rogalska and Hejducki, 2007) สำหรับวางแผนงานก่อสร้างที่เหมาะสม ดังต่อไปนี้

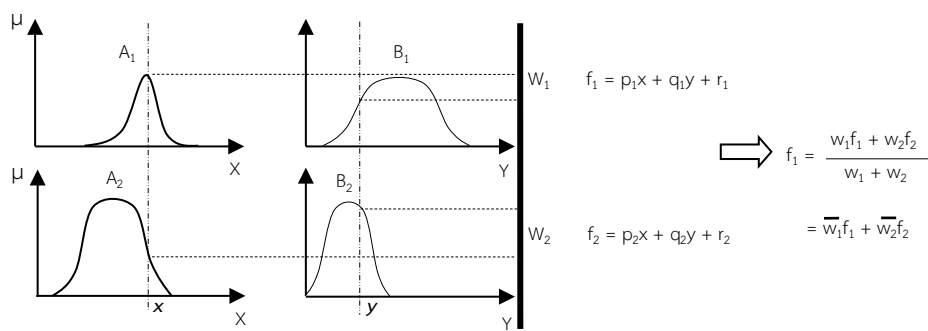
1. วิธีสายงานวิกฤต (Critical Path Method : CPM) เป็นเทคนิคสำหรับการกำหนดเวลาโครงการ ซึ่งมักจะมีระยะเวลาของโครงการที่จำกัด โครงการจะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆ บนบม (Node) โดยที่วันเริ่มต้นทำกิจกรรมแรกจะเป็นวันเริ่มต้นโครงการ และกิจกรรมสุดท้ายจะเป็นวันสิ้นสุดโครงการ เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมด้วยลูกศร สามารถแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบเสร็จ-เริ่ม (Finish to Start : FS) ความสัมพันธ์แบบเริ่ม-เริ่ม (Start to Start : SS) ความสัมพันธ์แบบเสร็จ-เริ่ม (Finish to Finish : FF) และ ความสัมพันธ์แบบเริ่ม-เสร็จ (Start to Finish : SF) ความสัมพันธ์ที่นิยมใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง คือ ความสัมพันธ์แบบเสร็จ-เริ่ม เนื่องจากเป็นรูปแบบที่เข้าใจง่าย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์แบบเสร็จ-เริ่ม

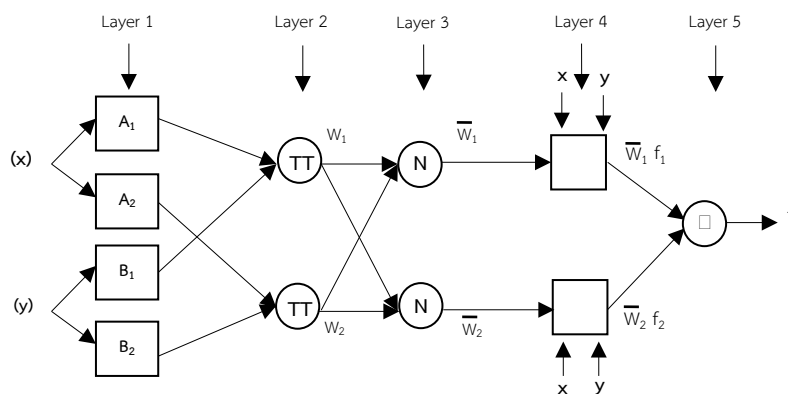
จากความสัมพันธ์แบบความสัมพันธ์แบบเสร็จ-เริ่ม นี้สามารถเติมเวลารอคอยระหว่างกิจกรรม (Lag Time) เนื่องจากการรอการทำงานจากเหตุการณ์ต่างๆ ของกิจกรรมที่มาก่อน ทำให้กิจกรรมที่ตามหลังมาต้องรอคอย

2. นิวโรฟัซซีแบบปรับตัวได้ (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems : ANFIS) เป็นการประยุกต์ใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) มาใช้กับฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) โดยช่วยสร้างกฎฟัซซี จากการเรียนรู้ของกลุ่มข้อมูล อินพุต และ เอาท์พุต การเรียนรู้ของ ANFIS จะใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้แบบไฮบริด (hybrid learning algorithm) ซึ่งเป็นการผสมผสาน ระหว่าง วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least-squares method) และวิธีแบคพรอพพาเกชัน (backpropagation) เพื่อปรับปรุงพารามิเตอร์ของกฎฟัซซี โดยส่วนใหญ่ ANFIS จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ใช้ดุลพินิจ หรือประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ และมักใช้ในกรณีที่ข้อมูลในอดีตมีจำกัดหรือไม่มีเลยมาสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ โดยอาศัยระบบอนุมานแบบฟัซซี แสดงดังภาพที่ 3 เป็นการอธิบายข้อมูลนำเข้า 2 ตัว คือ x_1 และ x_2 และมีข้อมูลออกเพียงตัวเดียว คือ y และมีกฎฟัซซีแบบ Takagi-Sugeno-Kang (TSK) จำนวน 2 กฎ



ภาพที่ 3 ระบบอนุมานแบบฟัซซี

โดยที่ A_1 A_2 B_1 และ B_2 เป็นฟัซซีเซตของพจน์ภาษา เช่น เล็ก กลาง ใหญ่ ส่วน p_1 p_2 q_1 q_2 r_1 และ r_2 เป็นพารามิเตอร์ของข้อตามของกฎฟัซซี โหนด (Node) รูปสี่เหลี่ยม แสดงถึงโหนดที่มีพารามิเตอร์ที่สามารถปรับค่าได้ในขณะที่โหนดรูปวงกลมแสดงถึงโหนดที่ไม่สามารถปรับค่าของพารามิเตอร์ได้ ระบบอนุมานแบบฟัซซี บนฐานโครงข่ายที่ปรับตัวได้ (ANFIS) มีโครงสร้าง ดังภาพที่ 4 โดยโหนดที่เป็นสี่เหลี่ยมหมายถึง โหนดที่มีพารามิเตอร์ที่ปรับได้ ส่วนโหนดที่เป็นวงกลม จะไม่สามารถปรับพารามิเตอร์ได้



ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมของระบบอนุมานฟัซซีบนฐานโครงข่ายปรับตัวได้

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างโครงสร้างง่ายๆ ของ ANFIS ซึ่งมี 2 อินพุต แต่ละอินพุตแบ่งเป็นสองฟัซซีเซต มิติที่ 1 (x) แบ่งฟัซซีเซตเป็น A_1 และ A_2 มิติที่ 2 (y) แบ่งเป็น B_1 และ B_2 ส่วนข้อตามมีพารามิเตอร์เป็น r_{j0} , r_{j1} และ r_{j2} โดยโครงสร้างดังกล่าวมีพื้นฐานแบบ Takagi Sugeno Kang Model (TSK) มีกฎจำนวน L กฎ ดังนี้

Rule 1: IF x_1 is A_1 and x_2 is B_1 THEN $y_1 = r_{10} + r_{11}x_1 + r_{12}x_2$

Rule 2: IF x_1 is A_2 and x_2 is B_1 THEN $y_2 = r_{20} + r_{21}x_1 + r_{22}x_2$

:

Rule L : IF x_1 is A_2 and x_2 is B_2 THEN $y_L = r_{L0} + r_{L1}x_1 + r_{L2}x_2$

โครงสร้างหลักของ ANFIS แบ่งเป็น 5 ชั้น ได้แก่ (1) Layer 1: Antecedent Parameters เป็นชั้นพารามิเตอร์ของส่วนข้อตั้งของกฎฟัซซี (2) Layer 2: T-norm Operator เป็นชั้นทำการเชื่อมโยงค่าฟัซซีจากแต่ละมิติ (3) Layer 3: Normalize firing strength เป็นชั้น ทำค่าฟัซซีผลรวมจากข้อตั้งทุกกฎให้เป็นหนึ่ง (4) Layer 4: Consequent Parameters เป็นชั้นพารามิเตอร์ของข้อตาม (5) Layer 5: Overall Output เป็นชั้นเอาต์พุตของโครงข่าย และมีงานวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า ANFIS สามารถนำไปใช้ในการทำนายความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ความไม่แน่นอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

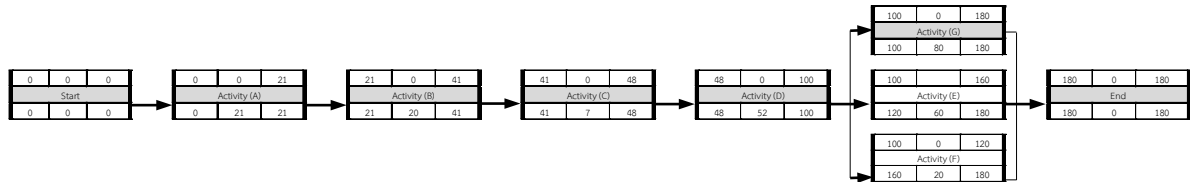
การรวบรวมรายละเอียดการก่อสร้างฝ่ายทดน้ำของกรมชลประทานที่จ้างเหมาก่อสร้าง และดำเนินการก่อสร้างเสร็จสิ้นแล้ว จำนวน 2 โครงการที่ทำการศึกษา ได้แก่ โครงการฝายบ้านคลองโป่ง ตำบลฉนวน อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี และโครงการฝายบ้านวังแขยง ตำบลปลวกแดง อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ซึ่งมีระยะเวลาการก่อสร้างตามสัญญาจำนวน 180 วัน และทำความเข้าใจถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของโครงการ ตามโครงสร้างรายการงาน (Work Breakdown Structure: WBS) โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 7 กิจกรรมหลัก (แบ่งกิจกรรมย่อยทั้งสิ้น 23 กิจกรรม) ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายการงานโครงการก่อสร้างฝ่ายทดน้ำของกรมชลประทาน

WBS	สัญลักษณ์	รายการ	ระยะเวลา	กิจกรรมก่อนหน้า
1	A	งานเตรียมงานและขุดป่าถางต่อ ปรับพื้นที่บริเวณหัวงาน	21	-
2	B	งานผันน้ำระหว่างก่อสร้าง	20	A
3	C	งานบ่อก่อสร้าง	7	B
4	D	งานตัวฝายทดน้ำ	52	C
5	E	งานป้องกันกัดเซาะ	60	D
6	F	งานจัดหาและติดตั้งบานระบายน้ำพร้อมเครื่องกว้าน	20	D
7	G	งานเบ็ดเตล็ด และอื่น ๆ	80	D

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พัฒนาแผนงานก่อสร้างฝ่ายทดน้ำโดยวิธีสายงานวิกฤต (Critical Path Method Scheduling: CPM) ตามโครงสร้างรายการงานข้างต้น เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม และเขียนความสัมพันธ์หาสายงานวิกฤต ซึ่งส่งผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการทั้งหมด ที่มีค่า $TF = 0$ (ตัวเลขในตารางของ ภาพที่ 5 คำนวณจาก ตารางที่ 1 และภาพที่ 2) พบว่า กิจกรรม A ,B ,C ,D และ G เป็นสายงานวิกฤต ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนงานก่อสร้างฝ่ายทดน้ำโดยวิธีสายงานวิกฤต

2. กำหนดเกณฑ์ชี้วัดของปัจจัยการเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง เป็นการกำหนดเพื่อช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญ เข้าใจรูปแบบการสัมภาษณ์ และง่ายต่อการพัฒนาแบบจำลอง โดยผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาจากปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง เช่น “น้ำหลากเข้าห้วงงาน” มี 3 ปัจจัย คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า ความเข้มของฝน และพื้นที่รับน้ำฝน ตามโครงสร้างรายการความเสี่ยง (Risk Breakdown Structure: RBS) (Jayasudha and Vidivelli , 2016) ดังแสดงตารางที่ 2 จากนั้นแบ่งระดับความคลุมเครือ (เกณฑ์ชี้วัด) 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่พักอาศัย และพื้นที่อุตสาหกรรม ในแต่ละปัจจัยมีความหมายแตกต่างกัน ดังแสดงตารางที่ 3, 4 และ ตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการกำหนดโครงสร้างรายการความเสี่ยงโครงการก่อสร้างฝ่ายทดน้ำของกรมชลประทาน

เหตุการณ์ความเสี่ยง	ปัจจัยเสี่ยง	โครงการ:		
		ระดับความเสี่ยง		
		1	2	3
R1. น้ำหลากเข้าห้วงงาน	R1F1. สัมประสิทธิ์น้ำท่า (C)			
	R1F1.1 ลักษณะของพื้นที่	เกษตรกรรม	ที่อยู่อาศัย	อุตสาหกรรม
	R1F1.2 ลักษณะพื้นผิว (สภาพดิน)	ดินทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนดินเหนียว
	R1F2. ความเข้มข้นของน้ำฝน (I)			
	R1F2.1 ระยะทางที่ไกลสุดของพื้นที่รับน้ำ, กม.	>30	10-30	1-10
	R1F2.2 ลาดความชันของทางน้ำ, %	0-2	2-7	>7
	R1F2.3 ความถี่ของฝนตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ปี	5-10	10-25	>25
	R1F2.4 ปริมาณฝนตกใน 1 วัน, มม.	<10	10 - 35	>35
	R1F3. พื้นที่ลุ่มน้ำ (A)			
	R1F3.1 ขนาดของพื้นที่รับน้ำ, ตร.กม.	<5	5-10	>25
R2. ขาดสภาพคลอง	R2F1. เงินทุนหมุนเวียน			
	R2F1.1 กระแสเงินสด, ล้านบาท	<1	1-3	>3
	R2F1.2 ทรัพย์สิน	มี	ไม่มี	
	R2F1.3 ผู้สนับสนุนทางการเงิน	มี	ไม่มี	
	R2F2. ลักษณะงานในปัจจุบัน			
	R2F2.1 งานโครงการ	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	
	R2F2.2 จำนวนงานในปัจจุบัน	1	2	>3
	R2F2.3 เครื่องจักรหนัก	มี	ไม่มี	

ตารางที่ 3 เกณฑ์ชี้วัดปัจจัยสัมประสิทธิ์น้ำท่า

เกณฑ์ชี้วัด	สัมประสิทธิ์น้ำท่า	ความหมาย
1	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่เกษตรกรรม จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าท่วมห้วงงานน้อย
2	พื้นที่พักอาศัย	พื้นที่พักอาศัย จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าห้วงงานไม่มาก
3	พื้นที่อุตสาหกรรม	พื้นที่อุตสาหกรรม จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าท่วมห้วงงานมาก

ตารางที่ 4 เกณฑ์ชี้วัดตัวแปรความเข้มของฝน

เกณฑ์ชี้วัด	ความเข้มของฝน	ความหมาย
1	น้อย	ความเข้มของฝนน้อย จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าท่วมห้วงงานน้อย
2	ปานกลาง	ความเข้มของฝนปานกลาง จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าห้วงงานไม่มาก
3	มาก	ความเข้มของฝนมาก จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าท่วมห้วงงานมาก

ตารางที่ 5 เกณฑ์ชี้วัดตัวแปรพื้นที่รับน้ำ

เกณฑ์ชี้วัด	พื้นที่รับน้ำ	ความหมาย
1	มาก	พื้นที่รับน้ำมาก จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าท่วมห้วงงานน้อย
2	ปานกลาง	พื้นที่รับน้ำปานกลาง จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าห้วงงานไม่มาก
3	น้อย	พื้นที่รับน้ำน้อย จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่จะหลากเข้าท่วมห้วงงานมาก

3. กำหนดรูปแบบสถานการณ์การเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง (Sharma, 2012) เพื่อสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ที่เป็นผู้ควบคุมงานก่อสร้างโครงการฝายทดน้ำของกรมชลประทาน จำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับเหตุการณ์ ความเสี่ยง และระดับปัจจัยเสี่ยง ได้แก่ ความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง และผลกระทบจากเหตุการณ์ ความเสี่ยงนั้น ๆ ในรูปแบบของเวลารอคอย

ตัวอย่างรูปแบบการกำหนดสถานการณ์ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน" ของ กิจกรรมบ่อก่อสร้าง (B) แต่ละเหตุการณ์ความเสี่ยง จะมีสถานการณ์ จำนวน 9 สถานการณ์ ดังตารางที่ 6

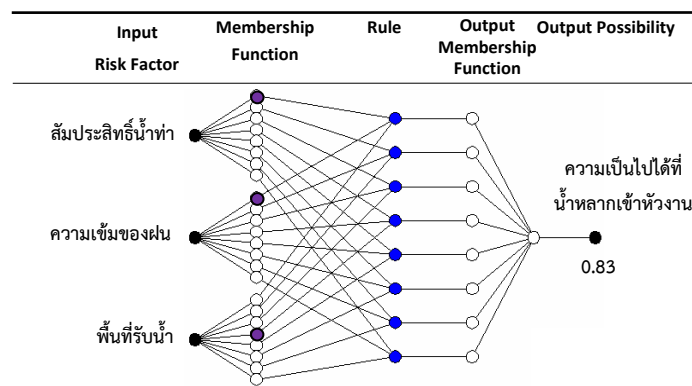
ตารางที่ 6 รูปแบบการกำหนดสถานการณ์ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน" ของ กิจกรรมบ่อก่อสร้าง (B)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	สถานการณ์	เหตุการณ์ความเสี่ยงเกี่ยวกับปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน									ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับปริมาณน้ำ หลากเข้าห้วงงาน	เวลารอคอยจาก การเกิดเหตุการณ์ ความเสี่ยง
		ระดับปัจจัยเสี่ยง										
		สัมประสิทธิ์น้ำท่า			ความเข้มของฝน			พื้นที่รับน้ำ				
		อุตสาหกรรม (3)	พักอาศัย (2)	เกษตรกรรม (1)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)		
		ความเป็นไปได้ (0-1)	จำนวนวัน (วัน)									
1	✓			✓			✓			1.0	30	
2	✓				✓			✓		0.8	28	
3	✓					✓			✓	0.6	26	
4		✓		✓			✓			0.8	28	
5		✓			✓			✓		0.5	20	
6		✓				✓			✓	0.4	18	
7			✓	✓	✓		✓			0.7	27	
8				✓		✓		✓		0.4	18	
9				✓		✓			✓	0.1	1	

4. พัฒนาแบบจำลองการทำนายการเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยงด้วยการนำ ANFIS โดยโปรแกรม MATLAB 2016b มาประยุกต์ใช้ในการทำนาย จากการกำหนดรูปแบบสถานการณ์การเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง (ตารางที่ 7) สามารถทำให้ได้แบบจำลองที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน" ด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือการนำเข้าข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ และ การทดสอบจำลอง ดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ (Train)

เป็นการนำข้อมูลสถานการณ์ที่จะเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน" ที่ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดไว้ มาเรียนรู้ด้วยอัตราการเรียนรู้/การทดสอบ คือ 80/20 (จำนวนข้อมูลทั้งสิ้นเท่ากับ $9 \times 5 = 45$) ดังนั้นจำนวนข้อมูลที่ใช้เรียนรู้ 36 ข้อมูล (80%) โดยวิธีการเรียนรู้แบบ Sub Clustering จนได้รูปแบบโครงสร้างแบบจำลอง ดังภาพที่ 6



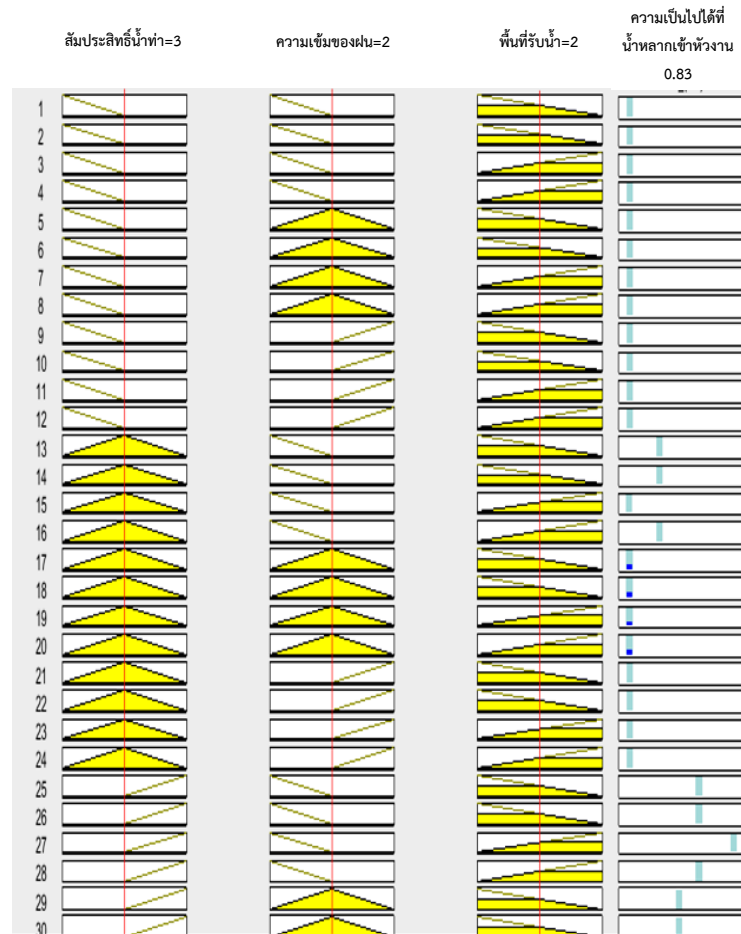
ภาพที่ 6 โครงสร้างแบบจำลองการทำนายการเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน"

2) การทดสอบแบบจำลอง (Test)

การทดสอบแบบจำลอง สามารถทำได้โดยนำกฎที่ได้จากแบบจำลอง (Rule Viewer) ดังภาพที่ 7 มาใช้ในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองเทียบกับข้อมูลที่ผู้เชี่ยวชาญให้ไว้จำนวน 9 ข้อมูล (จำนวนที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบ 20%) พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนรวม (RMSE) = 0.046 ดังตารางที่ 7 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยมาก จึงเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองการทำนาย "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน"

สถานการณ์	เหตุการณ์ความเสี่ยงเกี่ยวกับปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน									ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับปริมาณน้ำ หลากเข้าห้วงงาน	ผลการทำนายจาก แบบจำลอง ANFIS เกี่ยวกับปริมาณน้ำ หลากเข้าห้วงงาน	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน (APE)
	ระดับปัจจัยเสี่ยง											
	สัมประสิทธิ์น้ำท่า			ความเข้มของฝน			พื้นที่รับน้ำ					
	อุตสาหกรรม (3)	พักอาศัย (2)	เกษตรกรรม (1)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)			
1	✓			✓			✓			1.0	1.0	0.00
2	✓				✓			✓		0.8	0.83	0.037
3	✓					✓			✓	0.6	0.55	0.083
4		✓		✓			✓			0.8	0.8	0.000
5		✓			✓			✓		0.5	0.5	0.100
6		✓				✓			✓	0.4	0.5	0.075
7			✓	✓			✓			0.7	0.7	0.143
8			✓		✓			✓		0.4	0.45	0.125
9			✓			✓			✓	0.1	0.13	0.300
											RMSE	0.046



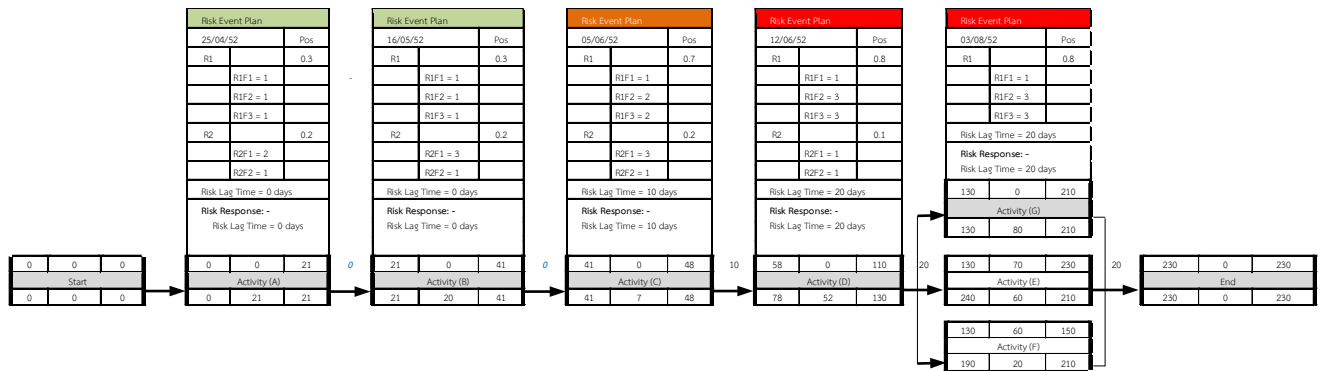
ภาพที่ 7 กราฟที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลอง

ผลการวิจัย

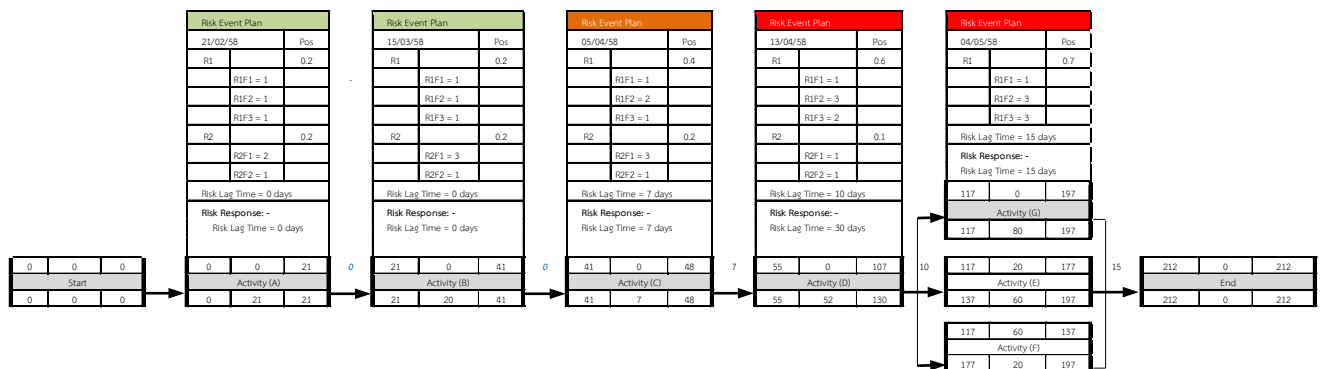
จากการศึกษานี้ได้นำแบบจำลองเพื่อประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง จำนวน 2 โครงการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการทำนายเหตุการณ์ความเสี่ยง และผลกระทบจากเหตุการณ์ความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับกิจกรรมในแผนงานที่ได้วางแผนไว้ โดยนำแบบจำลองประยุกต์ใช้ร่วมกับแผนงานการจัดการความเสี่ยงโครงการ 2 โครงการ ดังนี้

โครงการที่ 1. จังหวัดจันทบุรี เริ่มก่อสร้างเดือน 25 เมษายน 2552 ซึ่งมี**สัมประสิทธิ์การไหล (R1F1)** เป็น **เกษตรกรรม** มีค่าเท่ากับ 1 **ความเข้มฝน (R1F2)** อยู่ในเกณฑ์ **มาก** มีค่าเท่ากับ 3 และ **พื้นที่รับน้ำ (R1F3)** มีค่ามากกว่า 25 ตร.กม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ **มาก** มีค่าเท่ากับ 3 ซึ่งเหตุการณ์ทั้ง 3 เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้างงานตัวฝายทดน้ำ (D)

โครงการที่ 2. จังหวัดระยอง เริ่มก่อสร้างเดือน 21 กุมภาพันธ์ 2558 ซึ่งมี**สัมประสิทธิ์การไหล (R1F1)** เป็น **เกษตรกรรม** มีค่าเท่ากับ 1 **ความเข้มฝน (R1F2)** อยู่ในเกณฑ์ **น้อย** มีค่าเท่ากับ 1 และ **พื้นที่รับน้ำ (R1F3)** มีค่ามากกว่า 25 ตร.กม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ **มาก** มีค่าเท่ากับ 3 ซึ่งเหตุการณ์ทั้ง 3 เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้างงานตัวฝายทดน้ำ (D)



ภาพที่ 8 สถานการณ์ที่เกิดจากเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน" จังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 9 สถานการณ์ที่เกิดจากเหตุการณ์ความเสี่ยง "ปริมาณน้ำหลากเข้าห้วงงาน" จังหวัดระยอง

การพิจารณาเวลารอคอยที่เกิดจากเหตุการณ์ความเสี่ยง (Risk Lag Time) สามารถพิจารณาจาก ตารางที่ 8 เกณฑ์ชี้วัดตัวแปรน้ำหลากเข้าห้วงงาน เพื่อช่วยให้ผู้ประเมินสามารถนำไปใช้งานได้สะดวกขึ้น ตัวอย่างเช่น โครงการ จังหวัดจันทบุรี กิจกรรมก่อสร้างงานตัวฝายทดน้ำ (D) มีปัจจัยเสี่ยง **สัมประสิทธิ์การไหล (R1F1)** มีค่าเท่ากับ **1 ความเข้มข้น (R1F2)** มีค่าเท่ากับ **3** และ **พื้นที่รับน้ำ (R1F3)** มีค่าเท่ากับ **3** ซึ่งเหตุการณ์ทั้ง 3 ส่งผลให้เกิดความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสี่ยง เท่ากับ 0.8 (0.51-1.00) พิจารณาเวลารอคอย เท่ากับ 20 วัน

ตารางที่ 8 เกณฑ์ชี้วัดตัวแปรน้ำหลากเข้าห้วงงาน

เกณฑ์ชี้วัด	ความเป็นไปได้ที่น้ำหลากเข้าห้วงงาน	ความหมายของผลกระทบ
0.00-0.30	น้ำหลากไม่เข้าห้วงงาน	ไม่มีผลต่อเวลารอคอย
0.31-0.50	น้ำหลากน่าจะเข้าห้วงงาน	มีผลต่อเวลารอคอย แต่ไม่เกิน 10 วัน
0.51-1.00	น้ำหลากมีโอกาสเข้าห้วงงานมาก	มีผลต่อเวลารอคอย มากกว่า 10 วัน

จากการศึกษาแผนงานการจัดการความเสี่ยงโครงการ ทั้ง 2 โครงการ พบว่า โครงการจังหวัดจันทบุรี มีระยะเวลาโครงการที่เกิดจากความเสี่ยง เท่ากับ 240 วัน ในขณะที่โครงการจังหวัดระยอง มีระยะเวลาโครงการที่เกิดจากความเสี่ยง เท่ากับ 212 วัน โดยที่แผนงานที่ไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงมีระยะเวลาโครงการ เท่ากับ 180 วัน ส่งผลให้

ระยะเวลาโครงการเพิ่มขึ้น 60 วัน และ 32 วัน ตามลำดับ ซึ่งเทียบกับผลการปฏิบัติงานจริง (Actual Plan) ซึ่งมีระยะเวลาก่อสร้าง 237 วัน และ 199 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างโครงการกับผลการทำนายด้วย ANFIS

โครงการ	ระยะเวลาก่อสร้าง (วัน)	
	Actual Plan	ANFIS
ฝายบ้านคลองโป่ง อ.มะขาม จ. จันทบุรี	237	240
ฝายบ้านวังแขยง อ.ปลวกแดง จ.ระยอง	199	212

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า การวางแผนงานก่อสร้างของโครงการก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็ก ประกอบด้วยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเวลารอคอย ได้แก่ ปริมาณฝน ทุนจดทะเบียน การขาดแคลนแรงงาน และการบริหารจัดการ ทำให้โครงการล่าช้า ยกตัวอย่าง กิจกรรม D ของกรณีที่ 1 เมื่อเริ่มสัญญาก่อสร้างเดือนเมษายน การวางแผนงานของกิจกรรม D จะอยู่ในช่วงเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม ซึ่งเป็นฤดูน้ำหลาก มีผลทำให้เกิดความล่าช้าของงานของกิจกรรม D ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนไปตามพื้นที่โครงการ ดังนั้นการวางแผนงานก่อสร้างโครงการฝายทดน้ำขนาดเล็กจำเป็นต้องเผื่อเวลาสำรอง (Time Contingency) ในรูปแบบของเวลารอคอยที่เกิดจากเหตุการณ์ความเสี่ยง (Risk Lag Time) ที่ใช้ในการก่อสร้างตามพื้นที่โครงการ การศึกษาสามารถใช้แบบจำลอง มาวางแผนงานก่อสร้างฝายทดน้ำชลประทานขนาดเล็กที่เหมาะสมได้ โดยใช้ระบบอนุมานฟัซซี่บนโครงข่ายที่ปรับตัวได้ มาเป็นเครื่องมือช่วยในการเผื่อเวลาโครงการได้อย่างเป็นระบบ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ความเสี่ยงเป็นปัญหาที่พบเห็นในทุกโครงการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ การศึกษาปัจจัยความเสี่ยงต่างๆ ช่วยให้ทราบรูปแบบและวิธีการแก้ไขปัญหา แต่การแก้ไขปัญหาจริง ขึ้นอยู่ที่ประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นการศึกษปัจจัยเสี่ยงควรทำอย่างรอบคอบ และเป็นระบบด้วยกรอบเวลาที่มากพอ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อมูลได้จากผู้เชี่ยวชาญ บางครั้งอาจไม่ตรงประเด็นที่ต้องการ ดังนั้น สำหรับงานวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยควรรวบรวมข้อมูลจากทุกฝ่าย ได้แก่ เจ้าของโครงการ ผู้รับจ้าง และผู้ควบคุมงาน ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

เอกสารอ้างอิง (References)

Thianphun, P. (2018). Delays Factors in the Construction of Irrigation Structure, CASE STUDY: Construction Project of Irrigation Building for Regional Irrigation Office 9. *Kasem Bundit Engineering Journal.* , 8(2) , 266-286. (in Thai)

- Jayasudha, K. and Vidivelli, B. (2016). Analysis of major risks in construction projects. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(11), 6943-6950.
- Pawan, P. (2015). A Fuzzy-Based Integrated Framework for Assessing Time Contingency in Construction Projects. *J. Constr. Eng. Manage.*, 830-839.
DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001073(2015)
- Sreesai, B. (2014). *A Study of Factors Causing Delays in Dam and Irrigation Construction using Analytic Hierarchy Process*. Thesis of the Degree of Master of Construction Engineering and Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Kishan, P. (2014). A Study of Risk Factors Affecting Building Construction Projects. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 3(12), 831-835.
- Sharma, M. (2012). Risk Assessment Methods and Application in the Construction Projects. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 2(3), 1081-1085.
- Rogalska, M. and Hejducki, Z. (2007). Time buffers in construction process scheduling. *Journal of Civil Engineering and Management*, XIII (2), 143–148.
- Shu-Hui, J. (2006). *Construction project buffer management in scheduling planning and control*. Thesis of the Degree of Doctor of Construction Engineering and Management Program, National Taiwan University.