

การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน
ขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โดยใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี



นายไพฑูรย์ ตันอุดม

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

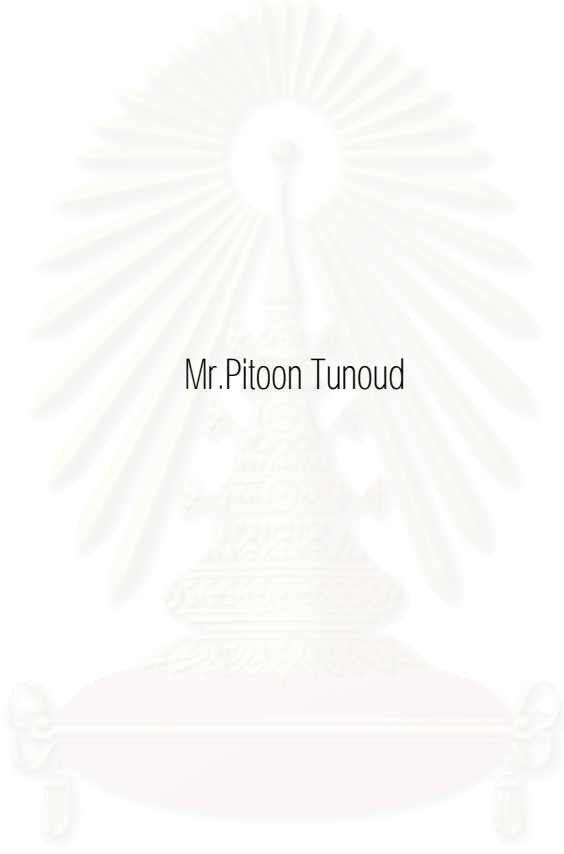
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-5992-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ANALYSIS OF THE SIGNIFICANCE OF FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF ROAD
CONSTRUCTION PROJECTS IN SUBDISTRICT ADMINISTRATION ORGANIZATIONS
USING FAULT TREE ANALYSIS



Mr.Pitoon Tunoud

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-5992-4

นายไพฑูรย์ ต้นอุต : การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โดยใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี.

(AN ANALYSIS OF THE SIGNIFICANCE OF FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF ROAD CONSTRUCTION PROJECTS IN SUBDISTRICT ADMINISTRATION ORGANIZATIONS USING FAULT TREE ANALYSIS) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร จำนวนหน้า 161 หน้า ISBN 974-17-5992-4

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยและระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบลโดยใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี

การวิจัยเริ่มจาก รวบรวม ศึกษา เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับองค์การบริหารส่วนตำบล คุณภาพและความเสียหายของถนน จากนั้น รวบรวมปัญหาและสาเหตุของปัญหาทางก่อสร้างถนนของ อบต. ทั้งจากเอกสารและจากการสัมภาษณ์ ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของถนนโดยใช้วิธีฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) นำสาเหตุที่ได้มาเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุหรือปัจจัยโดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่เป็นสาเหตุเบื้องต้นจำนวน 43 ปัจจัยและมีชุดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของถนนจำนวน 185 ชุด แยกเป็นชุดเหตุการณ์ที่มี 2 องค์ประกอบจำนวน 15 ชุดและชุดเหตุการณ์ที่มี 3 องค์ประกอบจำนวน 170 ชุด ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. พบว่า 5 อันดับแรก คือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและผู้ใช้งานมีพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสม ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนนตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2547

4470446221 : MAJOR CONSTRUCTION MANAGEMENT

KEYWORD : SUBDISTRICT ADMINISTRATION ORGANIZATION /

FAULT TREE ANALYSIS

PITON TUNOUD : AN ANALYSIS OF THE SIGNIFICANCE OF FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF ROAD CONSTRUCTION PROJECTS IN SUBDISTRICT ADMINISTRATION ORGANIZATIONS USING FAULT TREE ANALYSIS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. VISUTH CHOVICHEN, Ph.D.
161 pp. ISBN 974-17-5992-4

The objective of the research is to analyze the factors, and their significance levels, which affect the quality of road construction projects in subdistrict administration organizations (SAO.).

The methodology consists of collecting and studying literature review concerning SAO, quality and deterioration characteristics of roads. The next step is to collect problems and causes in road construction SAO projects from literature reviews and interviews. The causes of problems which affect the quality of road construction projects are analyzed using Fault Tree Analysis. The probabilities of occurrences of the causes are collected by using questionnaires. Finally the significance of causes or factors affecting quality of road construction projects is analyzed quantitatively by using Fault Tree Analysis.

The result reveals that there are 43 basic events and 185 minimal cut sets which consist of 15 double minimal cut sets and 170 triple minimal cut sets. In analyzing the significance of factors affecting the quality of road construction projects, it was found that the first five significant factors are lack of people who is responsible to control road utilization and improper behavior of road utilization by users, lack of standard equipment in surveying process, limitation of time in surveying process, insufficiency of budget in surveying process, and insufficiency of personnel in surveying process, respectively.

Department Civil Engineering

Student's signature.....

Field of study Civil Engineering

Advisor's signature.....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ให้ข้อคิดเห็นและตรวจทานแก้ไข ตลอดจนดูแลเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ ช่อวิเชียร เป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้ความกรุณาในการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ หัวหน้าส่วนโยธา เจ้าหน้าที่ส่วนโยธาขององค์การบริหารส่วนตำบลทั่วประเทศ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ตลอดจนทุกท่านๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ในทุกๆด้าน อีกทั้งให้กำลังใจจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยไปได้ด้วยดี

คุณประโยชน์และความดีที่ได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แด่บุพการี ผู้ให้กำเนิดและมีพระคุณสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฎ |
| สารบัญรูป..... | ฐ |
| | |
| บทที่ | |
| 1.บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 3 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... | 3 |
| 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 2.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| 2.1 องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)..... | 5 |
| 2.1.1 อำนาจและหน้าที่ของ อบต..... | 5 |
| 2.1.2 การแบ่งระดับชั้นและการจัดโครงสร้างของ อบต..... | 6 |
| 2.1.3 ขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน..... | 7 |
| 2.2 คุณภาพของถนนและความเสียหายของถนน..... | 8 |
| 2.2.1 คุณภาพของถนน..... | 8 |
| 2.2.2 ความเสียหายของถนน..... | 9 |
| 2.3 ปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต..... | 12 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.4 การวิเคราะห์ฟลอร์ทรี..... | 13 |
| 2.4.1 การนิยามระบบ..... | 14 |
| 2.4.2 การสร้างแผนภาพฟลอร์ทรี..... | 14 |
| 2.4.3 การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ..... | 16 |
| 2.4.4 การวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ..... | 18 |
| 2.5 บทสรุป..... | 21 |
| 3. ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ..... | 22 |
| 3.1 วิธีการเก็บข้อมูล..... | 22 |
| 3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนน..... | 23 |
| 3.2.1 ขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณโครงการ..... | 23 |
| 3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบโครงการ..... | 26 |
| 3.2.3 ขั้นตอนการจัดจ้าง..... | 29 |
| 3.2.4 ขั้นตอนการก่อสร้าง การควบคุมการก่อสร้างและการตรวจการจ้าง..... | 30 |
| 3.2.5 ขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษา..... | 32 |
| 3.3 บทสรุป..... | 38 |
| 4. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ..... | 39 |
| 4.1 การนิยามระบบ..... | 39 |
| 4.2 การสร้างแผนภาพฟลอร์ทรี..... | 41 |
| 4.2.1 กระบวนการในการสังเคราะห์..... | 41 |
| 4.2.2 กระบวนการในการวิเคราะห์..... | 42 |
| 4.3 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ..... | 59 |
| 4.3.1 การวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม..... | 59 |
| 4.3.2 การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม..... | 67 |
| 4.4 บทสรุป..... | 69 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 5.การวิเคราะห์เชิงปริมาณของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ..... | 70 |
| 5.1 การเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน..... | 70 |
| 5.2 การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม..... | 76 |
| 5.3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ.... | 81 |
| 5.4 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม..... | 82 |
| 5.5 การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ..... | 86 |
| 5.5.1 การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็น ของเหตุการณ์พื้นฐาน..... | 87 |
| 5.5.2 การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนค่าการใช้งานถนน | 90 |
| 5.6 แนวทางในการแก้ไขปัญหา..... | 91 |
| 5.6.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับส่วนโยธา..... | 91 |
| 5.6.2 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง..... | 93 |
| 5.6.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการทำงานของผู้รับจ้างไม่ตรงตาม แบบกำหนดไว้..... | 95 |
| 5.6.4 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการควบคุมงานไม่ดีเพียงพอ..... | 96 |
| 5.7 บทสรุป..... | 97 |
| 6.สรุปผลการวิจัย..... | 99 |
| 6.1 สรุปผลการวิจัย..... | 99 |
| 6.2 วิจารณ์ผลการศึกษา..... | 101 |
| 6.3 ข้อจำกัดในการศึกษา..... | 102 |
| 6.4 ข้อเสนอแนะ..... | 102 |
| 6.4.1 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา..... | 102 |
| 6.4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย..... | 103 |
| รายการอ้างอิง..... | 104 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก คำจำกัดความและสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพฟลอร์ทรี..... | 107 |
| ภาคผนวก ข แสดงประเด็นในการสัมภาษณ์..... | 110 |
| ภาคผนวก ค รายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้น..... | 111 |
| ภาคผนวก ง แสดงการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม..... | 113 |
| ภาคผนวก จ แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย ก่อนเวลาอันเหมาะสม..... | 121 |
| ภาคผนวก ฉ แบบสอบถาม..... | 134 |
| ภาคผนวก ช แสดงค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน..... | 141 |
| ภาคผนวก ซ แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. แต่ละระดับชั้น..... | 142 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 161 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 2.1 เกณฑ์รายได้และจำนวน อบต..... | 6 |
| ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน ของ อบต. | 33 |
| ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในชั้นตอนที่ 2 ถึงชั้นตอนที่ 5 | 45 |
| ตารางที่ 4.2 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย..... | 63 |
| ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวน อบต. ทั้งหมด จำนวนแบบสอบถามที่ส่งและที่ได้รับ การตอบกลับ..... | 71 |
| ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน..... | 72 |
| ตารางที่ 5.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 1 | 74 |
| ตารางที่ 5.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 2 | 74 |
| ตารางที่ 5.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 3 | 74 |
| ตารางที่ 5.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 4 | 75 |
| ตารางที่ 5.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 5 | 75 |
| ตารางที่ 5.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต.ทั้งหมด... | 77 |
| ตารางที่ 5.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต.ชั้น 1 | 78 |
| ตารางที่ 5.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 2 | 79 |
| ตารางที่ 5.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 3 | 79 |
| ตารางที่ 5.12 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 4 | 80 |
| ตารางที่ 5.13 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 5 | 80 |
| ตารางที่ 5.14 แสดงค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม | 86 |
| ตารางที่ 5.15 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ.. | 88 |
| ตารางที่ 5.16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของระบบและค่าความน่าจะเป็น ของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดใน 5 อันดับแรก... | 90 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ ค.1 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้นในภาคเหนือ | 111 |
| ตารางที่ ค.2 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้นในภาคกลาง | 111 |
| ตารางที่ ค.3 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ..... | 112 |
| ตารางที่ ค.4 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้นในภาคใต้... | 112 |
| ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลา อันเหมาะสม..... | 121 |
| ตารางที่ ช.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน..... | 141 |
| ตารางที่ ช.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของของเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด..... | 143 |
| ตารางที่ ช.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของของเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 1 | 146 |
| ตารางที่ ช.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของของเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 2 | 149 |
| ตารางที่ ช.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของของเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 3 | 152 |
| ตารางที่ ช.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของของเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 4 | 155 |
| ตารางที่ ช.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของของเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 5 | 158 |

สารบัญรูป

| รูป | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี..... | 49 |
| รูปที่ 4.2 แสดงแผนภาพฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน..... | 50 |
| รูปที่ 4.3 แสดงการหาจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด..... | 66 |
| รูปที่ 5.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ ในฟอลท์ทรี..... | 84 |
| รูปที่ ก.1 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในแผนภาพฟอลท์ทรี..... | 109 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรูปแบบหนึ่ง ที่มีจำนวนมากและกระจายตัวอยู่ทั่วประเทศ ได้จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542) มีอำนาจหน้าที่ ในการพัฒนาตำบลทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม (มาตรา 66) คณะกรรมการบริหารองค์การบริหารส่วนตำบล มีหน้าที่จัดทำแผนพัฒนาตำบลและข้อบังคับงบประมาณรายจ่ายประจำปี (มาตรา 59) เพื่อเสนอสภาองค์การบริหารส่วนตำบลพิจารณาและให้ความเห็นชอบ (มาตรา 46) อีกทั้ง มีอำนาจหน้าที่ จัดระบบการบริการสาธารณะ จัดให้มีการบำรุงรักษาทางบก ทางน้ำและทางระบายน้ำ จัดการด้านสาธารณสุขโรคและการก่อสร้าง และตามพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542 ได้กำหนดให้มีการถ่ายโอนภารกิจจากส่วนกลางให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีรายได้เพิ่มขึ้นคิดเป็นสัดส่วนต่อรายได้ของรัฐบาลไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ในปี พ.ศ. 2544 และเพิ่มเป็นร้อยละ 35 ในปี พ.ศ. 2549 (มาตรา 30) ตามพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542 มาตรา 16

งานที่องค์การบริหารส่วนตำบลต้องรับผิดชอบในด้านโยธา ได้แก่

- 1.งานสำรวจ ออกแบบ เขียนแบบ ถนน อาคาร สะพาน แหล่งน้ำ
- 2.งานประมาณการค่าใช้จ่ายตามโครงการ
- 3.งานควบคุมอาคาร
- 4.งานก่อสร้าง ซ่อมบำรุง ควบคุม

เนื่องจาก งบประมาณส่วนใหญ่ที่องค์การบริหารส่วนตำบลได้จัดเก็บและได้รับการอุดหนุนจากภาครัฐ ได้ถูกนำมาใช้ในการก่อสร้าง โครงสร้างพื้นฐานเป็นหลัก (สถาบันดำรงราชานุภาพ, 2539) ดังนั้น การบริหารโครงการก่อสร้างขององค์การบริหารส่วนตำบล จึงเปรียบเสมือนหน้าที่หลัก ของการบริหารงานส่วนใหญ่ขององค์กร การบริหารโครงการก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการคัดเลือกโครงการ การจัดทำแผนงบประมาณ การออกแบบ การจัดซื้อ

จัดจ้าง การควบคุมงานก่อสร้าง การใช้งานและการบำรุงรักษา ล้วนเป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับองค์การบริหารส่วนตำบล

ในโครงการก่อสร้างมีปัจจัยหลายส่วนที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ ในขั้นตอนการออกแบบและการก่อสร้าง Atkinson (1995) ได้เสนอปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการออกแบบ ได้แก่ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุ การคำนวณออกแบบและการกำหนดรายละเอียดในแบบ การประมาณวัสดุและแรงงานที่ต้องการใช้ การประมาณต้นทุนในการบริหารและค่าดำเนินการ การคาดการณ์สิ่งที่ไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้น การคำนวณต้นทุนที่ส่งผลกระทบต่อกำไร ประสิทธิภาพของผู้ออกแบบในการคำนวณต้นทุนทั้งหมดของโครงการที่เป็นไปตามลูกค้าต้องการ เป็นต้น ในการก่อสร้าง คุณภาพของการก่อสร้าง ขึ้นอยู่กับ ลักษณะองค์กร ขั้นตอนการทำงานและทักษะของผู้รับเหมาในการทำงานให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดภายใต้งบประมาณที่กำหนดไว้ ทักษะฝีมือของแรงงาน คุณภาพของวัสดุและเครื่องจักรที่ใช้ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม องค์การบริหารส่วนตำบล เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เพิ่งจัดตั้งขึ้นใหม่ ทำให้มีประสบการณ์ในการบริหารโครงการก่อสร้างไม่มากนัก และมีประสิทธิภาพในการบริหารโครงการก่อสร้างได้ไม่ดีเท่าที่ควร (โชติชัย เจริญงาม และณรงค์ เหลืองบุญญา, 2544) ทั้งนี้ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นในโครงการก่อสร้าง เช่น การส่งมอบโครงการที่ล่าช้า การประมาณราคากลางที่สูงเกินจริง คุณภาพของงานที่ได้ไม่เป็นไปตามที่มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้และเกิดความเสียหายในโครงการก่อสร้างก่อนระยะเวลาอันควร พบว่าในการปฏิบัติงานขององค์การบริหารส่วนตำบล พบปัญหาต่างๆ เช่น ในขั้นตอนการออกแบบโครงการ พบว่า บุคลากรส่วนโยธาส่วนใหญ่ขาดความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคทางวิศวกรรม มีการทำขั้นตอนการสำรวจที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ออกแบบโดยไม่ได้รับอนุญาตให้เป็นผู้ได้รับใบประกอบวิชาชีพ และมีการใช้แบบมาตรฐานโดยไม่ใส่ใจกับลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไป ในขั้นตอนการก่อสร้าง การตรวจการจ้างและการควบคุมงานก่อสร้าง พบว่ารายละเอียดในการตรวจการจ้าง และการควบคุมงานก่อสร้างในทางปฏิบัติยังไม่เพียงพอ ขาดการระบอบทบาทของผู้รับผิดชอบ ในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน การทำบันทึกการปฏิบัติงานไม่มีรูปแบบที่แน่นอนขาดความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และประโยชน์ในการทำ บุคลากรที่ควบคุมและตรวจรับงานขาดความรู้เชิงเทคนิค ขาดการศึกษาปัญหาล่วงหน้า ส่งผลให้งานก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน และนอกจากนี้ยังมีสาเหตุหรือปัจจัยด้านอื่นๆ อีกที่เกิดจากตัวผู้รับเหมาก่อสร้าง การเข้างานที่ล่าช้าของผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้รับเหมาก่อสร้างขาดความพร้อมทางด้าน การเงิน เครื่องจักรหรือแรงงาน ผู้รับเหมาก่อสร้างขาดความรับผิดชอบทั้งงาน เป็นต้น จากปัญหาต่างๆ ดังกล่าวที่กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า มีผลกระทบต่อคุณภาพของงานทั้งสิ้น

จากปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่พบจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะศึกษาถึงปัจจัยและความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างขององค์การบริหารส่วนตำบล โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) ที่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยและระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อระบบที่ต้องการศึกษาได้ รวมทั้งสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของสาเหตุและเส้นทางในการเกิดความเสียหายของระบบได้ ทั้งนี้ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในการบริหารโครงการก่อสร้างขององค์การบริหารส่วนตำบลให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล
2. เพื่อศึกษาระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้พิจารณาโครงการก่อสร้างถนน (แอสฟัลต์หรือคอนกรีต) ที่ อบต. ทำการออกแบบและควบคุมงานก่อสร้างเอง โดยใช้ความเสียหายของถนนเป็นตัวชี้วัดคุณภาพในการก่อสร้างถนนของ อบต. แต่จะไม่พิจารณาปัจจัยภายนอกที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ทำให้ความเสียหายต่อถนน เป็นต้น

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล มีขั้นตอนในการศึกษาทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวม ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวิเคราะห์วิธีฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) องค์การบริหารส่วนตำบล และคุณภาพและความเสียหายของถนน
2. รวบรวม สรุปรว ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของงาน ทั้งจาก

เอกสารอ้างอิงและจากการสัมภาษณ์หัวหน้าส่วนโยธาของ อบต. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟอลท์ที่ต่อไป

3. สร้างแผนภาพฟอลท์ทรีและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ

4. นำสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ มาหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิด โดยใช้แบบสอบถาม สอบถามหัวหน้าส่วนโยธาของ อบต. ถึงความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา

5. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

6. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัย โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเชิงปริมาณ

7. สรุปผลการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงปัจจัยหรือสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล

2. ได้ทราบถึงความสำคัญของแต่ละปัจจัย ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล

3. แนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อลดผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ซึ่งเป็นงานวิจัยด้านการก่อสร้างของ อบต. เนื่องจาก อบต. เป็นองค์กรที่จัดตั้งใหม่ จึงมีงานวิจัยในด้านการก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับ อบต. ค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ได้ศึกษาทฤษฎี หลักการ และข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังต่อไปนี้ องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) คุณภาพของถนนและความเสียหายของถนน ปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. และการวิเคราะห์ฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) ซึ่งนำเสนอต่อไปนี้

2.1 องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)

องค์การบริหารส่วนตำบลเป็นหน่วยงานบริหารราชการส่วนท้องถิ่นที่จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ.2537 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2542 มีฐานะเป็นนิติบุคคลมีหน้าที่ในการบริหารงานด้านต่างๆ ของตำบล ได้ประกาศจัดตั้งแล้วจำนวน 6,745 แห่ง (ปี พ.ศ. 2545)

2.1.1 อำนาจและหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบล

อบต. มีอำนาจและหน้าที่ตามพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ.2537 และพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542

หน้าที่ที่สำคัญของ อบต. ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างได้แก่ หน้าที่ในการพัฒนา บำรุงและรักษาโครงสร้างพื้นฐานทั้งทางบกและทางน้ำ รวมถึงระบบสาธารณูปโภคอื่นๆ ให้กับชุมชน จัดทำผังเมือง ควบคุมระบบการขนส่งและวิศวกรรมจราจร ควบคุมการก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ เป็นต้น

2.1.2 การแบ่งระดับชั้นและการจัดโครงสร้างขององค์การบริหารส่วนตำบล

เนื่องจาก อบต. แต่ละแห่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในเรื่องของรายได้ ดังนั้น สำนักงานคณะกรรมการพนักงานเทศบาล จึงได้ดำเนินการแบ่งชั้น อบต. ออกเป็น 5 ชั้น โดยนำเรื่องของรายได้ ของ อบต. มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา (กรมการปกครอง, 2539, 2545) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์รายได้และจำนวน อบต.

| ชั้น อบต. | เกณฑ์รายได้ | จำนวน อบต. |
|-----------|-------------------|------------|
| 1 | 20 ล้านบาทขึ้นไป | 75 |
| 2 | 12 – 20 ล้านบาท | 78 |
| 3 | 6 – 12 ล้านบาท | 205 |
| 4 | 3 – 6 ล้านบาท | 843 |
| 5 | ไม่เกิน 3 ล้านบาท | 5,544 |
| รวม | | 6,745 |

ในแต่ละระดับชั้นของ อบต. จะมีจำนวนเจ้าหน้าที่ เครื่องมือและเงินงบประมาณที่ลดหลั่นกันไปตามลำดับชั้นของ อบต. นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างในการบริหารงานที่มีความซับซ้อนแตกต่างกันไป แต่จะมีอย่างน้อยที่สุด 3 ส่วน ได้แก่

1.สำนักงานปลัดองค์การบริหารส่วนตำบล มีปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลทำหน้าที่เป็นหัวหน้าสำนักงานและมีหน้าที่รับผิดชอบ เช่น งานสารบัญญและธุรการ งานประชุม งานการเจ้าหน้าที่ งานการจัดทำแผนพัฒนาตำบล งานตราข้อบังคับตำบล งานจัดทำข้อบังคับงบประมาณ เป็นต้น

2.ส่วนการคลัง มีหัวหน้าส่วนการคลังเป็นหัวหน้าและมีหน้าที่รับผิดชอบ เช่น งานรับเงิน การจ่ายเงิน การฝากเงิน งานจัดทำงบประมาณ งานเกี่ยวกับภาษี แสดงหลักฐานการเงิน ทรัพย์สิน หนี้สิน งานทะเบียนคุมเงินรายได้รายจ่าย เป็นต้น

3.ส่วนโยธา มีหัวหน้าส่วนโยธาเป็นหัวหน้าและมีหน้าที่รับผิดชอบดังนี้ งานสำรวจ ออกแบบ เขียนแบบ ถนน อาคาร สะพาน แหล่งน้ำ งานประมาณการค่าใช้จ่ายตามโครงการ งานควบคุมอาคาร งานก่อสร้าง ซ่อมบำรุง ควบคุม และงานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

จะเห็นได้ว่า หน่วยงานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน คือ ส่วนโยธา ดังจะเห็นได้จากขั้นตอนต่างๆ ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่กล่าวถึงต่อไป

2.1.3 ขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

ในการดำเนินงานโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของ อบต. สามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็น 5 ขั้นตอน (โชติชัย เจริญงาม และณรงค์ เหลืองบุญญา, 2544) ดังนี้

1.การจัดตั้งงบประมาณของโครงการ ในการจัดตั้งงบประมาณ จำเป็นต้องทราบถึงจำนวนงบประมาณที่คิดว่าจะได้รับการจัดสรร โดยการคัดเลือกโครงการ จะต้องพิจารณาความจำเป็นเร่งด่วนของประชาชนในพื้นที่ร่วมกับแผนพัฒนาตำบล

2.การออกแบบโครงการ ส่วนโยธาจะทำหน้าที่ในการสำรวจ ออกแบบ เขียนแบบ รวมถึงการประมาณราคา โดยทำการศึกษารายละเอียดโครงการและความต้องการของชุมชนพร้อมทั้งพิจารณางบประมาณที่ได้รับการจัดสรรร่วมด้วย

3.การจัดซื้อ/จัดจ้าง ในการประมูลงานจัดซื้อหรือจัดจ้างโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน มีวิธีการที่กำหนดไว้ในระเบียบจำนวน 5 วิธีคือ วิธีตกลงราคา วิธีสอบราคา วิธีประกวดราคา วิธีพิเศษ และวิธีกรณีพิเศษ เมื่อผู้รับจ้างเสนอราคา คณะกรรมการจะทำการพิจารณาตรวจสอบคุณสมบัติและทำการคัดเลือกผู้รับจ้างที่เสนอราคาต่ำสุด

4.การก่อสร้าง การควบคุมงานก่อสร้างและการตรวจการจ้าง ในการควบคุมงาน ส่วนโยธาจะเป็นผู้ควบคุมงานก่อสร้างและมีคณะกรรมการตรวจการจ้างร่วมตรวจสอบด้วย หลังจากการคัดเลือกผู้รับจ้างแล้ว ผู้ควบคุมงานและกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้อนุมัติรายการต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อความสำเร็จและคุณภาพของงาน โดยผู้รับจ้างมีรายการที่ต้องขออนุมัติดังต่อไปนี้คือ ขออนุมัติแบบก่อสร้าง ขออนุมัติวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ขออนุมัติแผนงานก่อสร้าง และวิธีการก่อสร้าง หากมีการอนุมัติ ผู้รับจ้างก็สามารถก่อสร้างได้ตามรายการที่ขออนุมัติ และผู้ควบคุมงานก็ตรวจสอบงานตามรายการต่างๆ เป็นช่วงๆ โดยมีคณะกรรมการตรวจการจ้างมาตรวจซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

5.การใช้งานและการบำรุงรักษา หากมีการใช้งานปกติ ไม่ใช้งานเกินมาตรฐานและมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง สิ่งก่อสร้างนั้นๆ จะสามารถใช้ได้นานตามอายุ ส่วนโยธามีหน้าที่ในการซ่อมบำรุงและรักษาโครงสร้างพื้นฐานโดยการศึกษาแบบและรายการประกอบแบบ คู่มือการบำรุงรักษา เพื่อนำความรู้ที่ได้มาบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐาน

จะเห็นได้ว่า แต่ละขั้นตอนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของ อบต. ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ซึ่งจะศึกษาต่อไปถึงปัญหาต่างๆ ที่พบในแต่ละขั้นตอน

2.2 คุณภาพของถนนและความเสียหายของถนน

คุณภาพและความเสียหายของถนน เป็นเนื้อหาที่ต้องทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นองค์ความรู้ ในการทำวิจัยในหัวข้อดังกล่าว มีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 คุณภาพของถนน

Juran (1974) ได้ให้ความหมายคำว่า คุณภาพ ในมุมมองของผู้ใช้ว่า คุณภาพ หมายถึง สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วน Crosby (1979) ให้ความหมายของคุณภาพในเชิงการผลิตว่า คุณภาพคือ สิ่งของที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ดังนั้น คุณภาพของถนน หมายถึง ถนนที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนที่ใช้สัญจรไปมา

คุณภาพเป็นสิ่งที่ประเมินได้ยาก Garvin (1988) จึงได้แบ่งคุณภาพออกเป็น 8 มิติ เพื่อใช้ในการประเมินผลหลังจากการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพ โดยแบ่งออกเป็น 8 มิติ ดังนี้

- 1.คุณสมบัติพื้นฐาน (Performance) เป็นคุณสมบัติที่สินค้านั้นจำเป็นต้องมี เช่น คุณสมบัติของรถ อัตราการเร่ง การเบรก การยึดเกาะถนน เป็นต้น
 - 2.คุณสมบัติเพิ่มเติม (Features) เป็นคุณสมบัติที่มีเพิ่มจากคุณสมบัติพื้นฐาน เช่น คุณสมบัติเพิ่มเติมของโทรทัศน์ มีเครื่องปรับสัญญาณอัตโนมัติ มีรีโมท เป็นต้น
 - 3.ความน่าเชื่อถือ (Reliability) เป็นความน่าจะเป็นที่สินค้าหรือบริการจะทำงานบกพร่องหรือไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติในระยะเวลาที่กำหนด
 - 4.ความสอดคล้อง (Conformance) เป็นระดับการออกแบบสินค้าหรือลักษณะการทำงานของสินค้าหรือบริการที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
 - 5.ความทนทาน (Durability) เป็นการวัดอายุการใช้งานของสินค้า
 - 6.การให้บริการ (Serviceability) เป็นการวัดคุณภาพการให้บริการลูกค้า
 - 7.ความสวยงาม (Aesthetics)
 - 8.การรับรู้ถึงคุณภาพ (Perceived quality)
- จะเห็นได้ว่า คุณภาพทั้ง 8 มิติ บางมิติสามารถวัดได้ บางมิติก็ไม่สามารถที่จะวัดได้ และบางมิติอาจจะไม่สอดคล้องกัน

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนด้วยวิธีฟอลท์ทรี นั้น จะต้องกำหนดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ก่อนเริ่มการวิเคราะห์ จากความหมายของคุณภาพของถนน จะได้ว่า การก่อสร้างถนนที่ไม่มีคุณภาพ คือ การก่อสร้างถนนที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและไม่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชนที่ใช้สัญจรไปมา เช่น ถนนมีความเสียหาย

มีผิวทางขรุขระเป็นหลุมเป็นบ่อมีการทรุดตัวมีรอยแตกร้าว ถนนที่แคบ คดเคี้ยว มีความชันมาก เป็นต้น เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่กำหนดในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาที่เหมาะสม นั่นคือ ถนนเกิดความเสียหายจนมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยความเสียหายเกิดขึ้นก่อนอายุการใช้งานถนนที่ได้ออกแบบไว้ สาเหตุที่เลือกความเสียหายของถนนเป็นตัวแทนของคุณภาพของถนน เนื่องจาก ความเสียหายของถนนสามารถชี้ถึงคุณภาพของถนนได้ในหลายมิติตามที่ Garvin ได้แบ่งไว้และความเสียหายของถนนสามารถรับรู้ รู้สึกหรือประเมินได้จากการใช้งาน

2.2.2 ความเสียหายของถนน

โดยปกติถนนแอสฟัลต์ติกคอนกรีตจะถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งาน 7-10 ปี ส่วนถนนคอนกรีตจะถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งาน 12-15 ปี แต่มักจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาที่ได้ออกแบบไว้ ในวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนจึงต้องศึกษาถึงประเภทความเสียหายของถนนและสาเหตุที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย ดังต่อไปนี้

ก.) ประเภทความเสียหายของถนน

The Asphalt Institute (1983) ได้แบ่งประเภทความเสียหายของถนนแอสฟัลต์ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. รอยแตก (Cracking) เป็นรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นบนผิวทาง มีรูปร่างลักษณะ รวมถึงสาเหตุในการเกิดของแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เช่น ผิวทางหรือชั้นโครงสร้างทางไม่แข็งแรง เมื่อเปิดการจราจร เกิดการอ่อนตัว ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ ผิวทางชั้นบนจึงเกิดรอยแตก เป็นต้น

2. การเปลี่ยนจากรูปเดิม (Distortion) เป็นลักษณะที่ผิวทางมีการเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิม มีรูปร่างลักษณะรวมถึงสาเหตุในการเกิดที่แตกต่างกันไป เช่น เกิดจากการบดอัดขณะก่อสร้างไม่เพียงพอ วัสดุที่ใช้ทำผิวทางมีส่วนละเอียดมากเกินไป มีการบวมตัวของชั้นที่อยู่ใต้ผิวทาง เป็นต้น

3. การหลุดร่อน (Disintegration) เป็นลักษณะการแตกของผิวทางบริเวณใดบริเวณหนึ่งแตกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยหรืออนุภาคหินในผิวทางมีการหลุดออกไม่ติดกัน หากไม่ได้รับการแก้ไขความเสียหายในระยะเริ่มแรก ความเสียหายจะแผ่กระจายทำให้เสียหายทั่วทั้งผิวทางได้

4. ผิวลื่น (Skid hazard) เกิดขึ้นเมื่อผิวทางเปียกน้ำ น้ำจะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่อยู่ระหว่างผิวถนนกับยางของยานพาหนะ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานน้อยลงเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายขึ้นอีกสาเหตุหนึ่ง เกิดจากผิวทางมีส่วนผสมของน้ำมันหรือแอสฟัลต์ซีเมนต์มากเกินไป

ข.) สาเหตุที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย

มีงานวิจัยทั้งของในประเทศและต่างประเทศได้ทำการค้นหาสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย พบสาเหตุต่างๆ ดังต่อไปนี้

วิชาญ ภูพัฒน์ (2522) ได้ทำการตรวจสอบความเสียหายของถนน บนทางหลวงสาย อ่างทอง-โพธิ์ทอง ที่ กม. 0+230 พบสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายดังต่อไปนี้

1. ความหนาของชั้นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางไม่เป็นไปตามที่แบบกำหนดไว้
2. ความหนาแน่นของวัสดุ ในชั้นโครงสร้างทางมีค่าน้อยกว่าที่แบบกำหนดไว้
3. ดินฐานรากไม่ดีพอ ดินฐานรากเป็นดินประเภท Silt ซึ่งจะอ่อนตัวได้ง่ายเมื่อถูกน้ำ
4. การบดอัดดินถมคันทาง บริเวณ Toe Slope ทำได้ไม่ดีพอ ทำให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในโครงสร้างทาง และทำลายโครงสร้างทางได้

ชยธันว์ พรหมศร (2543) ได้กล่าวถึงความเสียหายของถนน ที่มักจะเกิดขึ้นในประเทศไทย โดยแบ่งลักษณะชนิดความเสียหายบนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ตามกลไกที่ทำให้เกิดความเสียหายเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความเสียหายบนผิวถนนที่เกิดขึ้นโดยเป็นผลมาจากการรับน้ำหนักบรรทุก (Load-associated distresses) ความเสียหายที่จัดอยู่ในลักษณะนี้ จะมีผลมาจากการรับน้ำหนักบรรทุกซ้ำแล้วซ้ำอีกของถนน
2. ความเสียหายบนผิวถนนที่เกิดขึ้นโดยปราศจากผลจากการรับน้ำหนักบรรทุก (Non-load associated distresses) เป็นความเสียหาย ที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และอุณหภูมิหรือเกิดจากคุณสมบัติของวัสดุทางโครงสร้างเป็นสำคัญ

นอกจากนี้ ยังได้แยกสาเหตุที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย โดยแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ความเสียหายที่เกิดขึ้น อันมีสาเหตุหลักเนื่องมาจากความบกพร่องของวัสดุผิวทางแต่เพียงอย่างเดียว
2. ความเสียหายที่เกิดขึ้น อันมีสาเหตุหลักเนื่องมาจากความบกพร่องของความแข็งแรงในโครงสร้างชั้นทาง

สุรัชชัย ชัยสินทรากุล (2544) กล่าวว่า การก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น หากทำการก่อสร้างโดยใช้แบบส่วนผสมของผิวทางที่ถูกต้องเหมาะสมและทำการก่อสร้างโดยวิธีการที่ถูกต้อง ก็จะทำให้ผิวทางที่ก่อสร้างเสร็จมีความแข็งแรงทนทาน โดยการออกแบบจะต้องใช้วัสดุที่มี

คุณภาพ และส่วนผสมของผิวทางที่มีทั้งความถูกต้องตามมาตรฐาน และมีความเหมาะสมที่จะใช้งานด้วย จะต้องเหมาะสมทั้งตัวแบบส่วนผสมเองและต้องเหมาะสมที่จะใช้งานตามสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ปริมาณการจราจร น้ำหนักบรรทุกทุกที่ใช้เส้นทาง จึงทำให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ก่อสร้างมีความแข็งแรงทนทาน ไม่เกิดความเสียหายก่อนระยะเวลาอันควร

Rollings และ Rollings (1991) ได้ทำการศึกษาเรื่องความเสียหายของถนน กล่าวว่า การก่อสร้างถนน แม้จะมีการออกแบบและก่อสร้างมาตั้งแต่อดีต แต่มาจนถึงปัจจุบัน ก็ยังพบปัญหาการออกแบบและก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง จนทำให้เกิดความเสียหายต่อถนนก่อนเวลาอันควร จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานหาปัญหาที่พบในการก่อสร้างถนน (ทั้งการออกแบบและการก่อสร้าง) สามารถแบ่งปัญหาที่พบในการก่อสร้างถนนออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านวัสดุ ด้านการก่อสร้างและด้านการบำรุงรักษา ซึ่งจะอธิบายดังต่อไปนี้

1. ด้านการออกแบบ พบว่า มีการออกแบบโดยใช้การสันนิษฐานหรือข้อสมมุติที่ผิด มีการออกแบบโดยใช้วิธีการออกแบบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม ขาดความใส่ใจในสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ ที่ต้องออกแบบ

2. ด้านวัสดุ พบว่า มีการใช้วัสดุโดยการมองสภาพแวดล้อมแต่ในแง่ดี มีการจำกัดข้อกำหนดอย่างไม่จำเป็น มีการมีการหย่อนยานในการกำหนดหรือบังคับใช้ข้อกำหนด

3. ด้านการก่อสร้าง พบว่า มีการเพิกเฉยต่อปัญหาตั้งแต่ต้นโครงการ ขาดการสนใจในการทำงานให้มีคุณภาพ ขาดการจัดการที่ดีต่อวัสดุก่อสร้าง

4. ด้านการบำรุงรักษา ขาดการบำรุงรักษา การแก้ปัญหาที่ผิดจุด ขาดการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ถูกต้อง

ในการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความเสียหาย ผู้วิจัยได้สรุปว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้น เกิดจากการปฏิบัติงานของวิศวกร ไม่เป็นไปตามข้อปฏิบัติมาตรฐาน (Standard of Practice)

จากงานวิจัยต่างๆ ที่วิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย สามารถสรุปได้ว่า สาเหตุความเสียหายของถนนเกิดขึ้นจากความผิดพลาดในขั้นตอนการออกแบบ การก่อสร้างและการใช้งาน

2.3 ปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.

จากการรวบรวมปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. จากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ พบปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการตามงานวิจัยต่างๆ ดังนี้

รายงานวิจัย เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารการพัฒนาโครงการพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนตำบล (โชติชัย เจริญงาม และ ณรงค์ เหลืองบุตรนาค, 2544) พบปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ซึ่งแยกตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ปัญหาที่พบในขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณโครงการ ได้แก่ ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและโครงการในการแก้ปัญหาในระดับที่ยังไม่ชัดเจน การกำหนดขอบเขตของโครงการไม่มีการตกลงที่ชัดเจน ในการสำรวจเพื่อประมาณราคา พบปัญหาคือ ช่างโยธาขาดความรู้ความเข้าใจในการสำรวจทางวิศวกรรม อีกทั้งราคากลางที่อ้างอิงจากหน่วยราชการ ก็มีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก ทำให้เกิดปัญหาในการจัดสรรงบประมาณ

2. ปัญหาที่พบในขั้นตอนการออกแบบโครงการ ได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบไม่เพียงพอ การพิจารณากฎเกณฑ์ทางวิศวกรรมไม่สมบูรณ์ คุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐาน แบบขาดรายละเอียดที่จำเป็น ราคาต่อหน่วยของหน่วยงานราชการสูงเกินความเป็นจริงทำให้ราคากลางที่ได้สูง การออกแบบดำเนินการโดยไม่มีข้อมูลพื้นฐาน

3. ปัญหาที่พบในขั้นตอนการจัดซื้อและจัดจ้าง ได้แก่ วิธีจัดซื้อจัดจ้างไม่เหมาะสม (ส่วนใหญ่เป็นการสอบราคาแทนที่จะเป็นการประกวดราคา) ทำให้เลือกสอบราคาจากผู้ประมูลรายใดก็ได้ ไม่โปร่งใส มีการสมยอมสูง ความแตกต่างของราคากลางกับราคาต่ำสุดมีมาก (อาจจะสูงถึง 30%) สาเหตุเกิดจาก ราคากลางต่อหน่วยของหน่วยงานราชการสูงเกินไป คำนวณปริมาณงานผิดพลาด การแข่งขันของผู้รับเหมา

4. ปัญหาที่พบในขั้นตอนการก่อสร้างและการควบคุมงาน ได้แก่ ปัญหาในการประสานงานและการตกลงรูปแบบการทำงานในขั้นตอนการเตรียมงานก่อนการก่อสร้าง (ระหว่างผู้รับจ้างและผู้ว่าจ้าง) ผู้รับจ้างไม่ใส่ใจในการทำงานเท่าที่ควรและการทำงานก็ทำตามความเคยชิน การควบคุมงานก่อสร้างของช่างโยธา ทำตามที่เคยทำ ไม่มีลักษณะเป็นมืออาชีพ

5. ปัญหาที่พบในขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษา ได้แก่ ไม่มีการกำหนดการใช้งาน ไม่มีการวางแผนการบำรุงรักษา ไม่มีการติดตามตรวจสอบสภาพของโครงสร้างพื้นฐาน การตัดสินใจเลือกวิธีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาไม่มีแนวทางที่ชัดเจน ขาดความรู้ในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐาน

รายงานการวิจัย เรื่อง ปัญหาการบริหารงานขององค์การบริหารส่วนตำบล (สถาบันดำรงราชานุภาพ, 2539) พบปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการก่อสร้างถนนดังต่อไปนี้

1. ด้านการบริหารงานบุคคล อบต.ขาดแคลนบุคลากรบางตำแหน่ง เช่น ช่างโยธา เจ้าหน้าที่ที่ทางอำเภอส่งไปช่วยปฏิบัติงานใน อบต. ไม่ได้ทุ่มเทให้การปฏิบัติงานได้อย่างเต็มที่ เพราะมีงานประจำของตนเอง ขาดความรู้ความเข้าใจในงาน อบต. ตลอดจนขาดความเอาใจใส่อย่างจริงจังเพราะเห็นว่าตนช่วยปฏิบัติงานเพียงชั่วคราวเท่านั้น เมื่อข้าราชการที่ช่วยปฏิบัติงานถอนตัวออกจาก อบต. และมีการบรรจุพนักงานส่วนตำบลลงไปแทน บุคลากรเหล่านี้ยังขาดประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

2. ด้านการบริหารการคลังและงบประมาณ อบต. ยังขาดฐานข้อมูลที่สมบูรณ์ในการประมาณการ การจัดสรรงบประมาณมีลักษณะเป็นเบี้ยหวัดตก ขาดการประสานงานระหว่าง อบต. ที่มีพื้นที่ติดต่อกันในการจัดทำโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้สอดคล้องกัน

3. ด้านการบริหารพัสดุ การจัดซื้อจัดจ้างยังไม่ถูกต้องตามระเบียบ กฎหมาย มีการสมยอมหรือ “ฮั้ว” กันเนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจและเจตนาของผู้ปฏิบัติเอง และมีการอาศัยช่องว่างของกฎหมายเข้าไปมีส่วนได้เสียกับ อบต. การเบิกจ่ายเงินยังขาดความรัดกุม รอบคอบ นอกจากนั้น อบต. ยังขาดแคลนอุปกรณ์ที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน ราคาวัสดุ ครุภัณฑ์ในพื้นที่มักมีราคาสูงกว่าราคากลาง บางประเภทไม่มีในพื้นที่ต้องไปซื้อต่างท้องที่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

2.4 การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis)

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี ถูกพัฒนาขึ้นในปี 1961 โดย H.A. Watson of Bell Telephone Laboratories ร่วมมือกับ U.S. Air Force เพื่อใช้ศึกษา The Minuteman Missile Launch Control System ในปี 1965 มีการจัดสัมมนาด้านความปลอดภัย ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเป็นเครื่องมือ ในการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยและใช้ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบที่มีความซับซ้อน (Recht, อ้างถึงใน Brown, 1976)

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) อย่างหนึ่ง ที่ใช้หลักการการอนุมาน (Deductive Principle) โดยเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ (Undesired Event) ของระบบถูกกำหนดขึ้น จากนั้น ระบบจะถูกวิเคราะห์ในรายละเอียด ลักษณะการทำงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อหาหนทางหรือหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ในการทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ (Vesely and others, 1981) นอกจากนี้ การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี ยังถูกนำมาใช้ในการหาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงในการทำให้ระบบเกิดความล้มเหลว

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีจะแสดงสาเหตุและความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นในระบบ โดยแสดงเป็นโมเดลทางรูปภาพ (Graphic Model) ความผิดพลาดหรือสาเหตุที่ทำให้ระบบเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ อาจเกิดจาก ความผิดพลาดของมนุษย์ ความผิดพลาดขององค์ประกอบในระบบ หรือความผิดพลาดอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบได้

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีมีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ การนิยามระบบ (System Definition) การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี (Fault Tree Construction) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Evaluation) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Evaluation) มีรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.4.1 การนิยามระบบ (System Definition)

การนิยามระบบเป็นการอธิบายระบบโดยกล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ของระบบ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี ในการนิยามระบบจะต้องระบุเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่จะทำการวิเคราะห์ พร้อมทั้งข้อมูลในส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ขอบเขตของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ ลักษณะความเสียหายของระบบ รวมถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุต่างๆ ภายในระบบ จากข้อมูลที่ได้ในการนิยามระบบก็จะถูกนำไปใช้ในการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรีในขั้นตอนต่อไป

2.4.2 การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี (Fault Tree Construction)

การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการนิยามระบบมาสร้างเป็นแผนภาพฟอลท์ทรี คำจำกัดความและสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพฟอลท์ทรี แสดงในภาคผนวก ก การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรีมีกระบวนการในการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี 2 กระบวนการ คือ กระบวนการสังเคราะห์และกระบวนการวิเคราะห์ (Brown, 1976) ดังนี้

ก.) กระบวนการสังเคราะห์ (Synthesis Process) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. หาเหตุการณ์ในระดับต่างๆ ไปทุกๆ เหตุการณ์ที่สามารถพิจารณาให้เป็นเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ในระบบที่ต้องการจะศึกษา
2. แยกเหตุการณ์ต่างๆ ที่ได้ ออกเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะเหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์ร่วมกัน เช่น มีสาเหตุเดียวกัน หรือมีลักษณะอื่นๆ ร่วมกัน เป็นต้น

3. ใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ร่วมกัน หาเหตุการณ์ 1 เหตุการณ์ ที่ครอบคลุมเหตุการณ์อื่น เพื่อกำหนดให้เป็นเหตุการณ์ส่วนหัว (Head Event) และจะถูกพิจารณาเป็นแผนภาพฟอลท์ทรี

ข.) กระบวนการในการวิเคราะห์ (Analysis Process) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกเหตุการณ์ส่วนหัวมาหนึ่งเหตุการณ์จากกระบวนการสังเคราะห์ในข้อ 3 ซึ่งในหนึ่งระบบอาจจะมีอยู่หลายเหตุการณ์ส่วนหัวได้

2. หาเหตุการณ์ปฐมภูมิและทุติยภูมิทั้งหมด ที่สามารถเป็นสาเหตุ ทำให้เกิดเหตุการณ์ส่วนหัวได้

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุและเหตุการณ์การส่วนหัว ในเชิงตรรกศาสตร์

4. พิจารณาความสำคัญหรือขอบเขตในการวิเคราะห์ เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 2 และข้อ 3 สำหรับเหตุการณ์ที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป ให้ทำซ้ำในขั้นตอนข้อที่ 2 และข้อที่ 3 แต่เหตุการณ์ส่วนหัวที่จะวิเคราะห์ จะถูกแทนที่ด้วยเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุที่จะวิเคราะห์ต่อไป

5. ทำซ้ำในขั้นตอนข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 จนกว่าจะได้เหตุการณ์อยู่ในรูปเหตุการณ์เบื้องต้นหรือเหตุการณ์ที่ไม่ต้องแจกแจง

6. เขียนแผนภาพฟอลท์ทรี โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในรูปที่ ก.1 แสดงในภาคผนวก ก ที่ได้กำหนดไว้

นอกจากนี้ ในการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรีมีกฎอีก 2 ข้อ เพื่อช่วยลดการข้ามขั้นตอนหรือการตัดทอนขณะสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี ได้แก่

1. Complete-the-Gate Rule เป็นกฎที่กล่าวว่า จะต้องหาสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆ ให้ครบและหาสาเหตุในระดับเดียวกันให้เสร็จก่อนจึงจะทำการวิเคราะห์ในระดับถัดไปได้

2. No Gate-to-Gate Rule เป็นกฎที่กล่าวว่า ประตูตรรกศาสตร์ไม่สามารถต่อเชื่อมกันกับประตูตรรกศาสตร์โดยตรงได้

2.4.3 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Evaluation)

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เป็นการประเมินแผนภาพฟอลท์ทรี โดยใช้ข้อมูลในเชิงคุณภาพ ที่ได้จากแผนภาพฟอลท์ทรีมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปในเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้ 2 แบบ คือ การหาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (Minimal Cut Sets, MCS) และการหาความสำคัญเชิงคุณภาพ (Qualitative Importance)

ก.) การหาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (Minimal Cut Sets, MCS)

การหาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (Minimal Cut Sets, MCS) เป็นการหาชุดของเหตุการณ์ความผิดพลาดจำนวนน้อยที่สุดที่ต้องเกิดขึ้นร่วมกันจึงจะทำให้เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นได้ ในแต่ละแผนภาพฟอลท์ทรีจะมีจำนวนของ MCS ที่มีจำนวนที่จำกัด

ในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (MCS) จะประกอบด้วยจำนวนต่างๆ ในแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีเหตุการณ์พื้นฐานหนึ่งเหตุการณ์ เรียกว่า Single component minimal cut sets ซึ่งแสดงถึง เหตุการณ์พื้นฐานเพียงเหตุการณ์เดียว สามารถทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นได้ แต่ถ้ามีเหตุการณ์พื้นฐานสองเหตุการณ์ ก็จะเรียกว่า Double component minimal cut sets หรือถ้ามีจำนวน n เหตุการณ์พื้นฐานใน MCS ก็ จะเรียกว่า n component minimal cut sets จำนวนขององค์ประกอบในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดจะใช้ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพต่อไป

การหาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของแผนภาพฟอลท์ทรี สามารถทำได้โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. แปลงแผนภาพฟอลท์ทรีไปเป็นสมการทางตรรกศาสตร์ (Boolean Equation)
2. แทนที่เหตุการณ์คั่นกลาง (Intermediate Causes) ต่างๆ ที่อยู่ในสมการ ด้วยเหตุการณ์ปฐมภูมิ (Primary Cause Event) ในการแทนที่สามารถทำได้ทั้งแบบบนลงล่าง (Top Down) หรือแบบล่างขึ้นบน (Bottom Up) ก็ได้

3. ทำการลดรูปสมการทางตรรกศาสตร์ โดยใช้กฎทางพีชคณิต เช่น The distributive law, The law of absorption เป็นต้น

ในการเขียนเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ในรูปของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด (Minimal Cut Sets) ที่ทำให้เกิด สามารถเขียนได้ดังนี้

$$T = M_1 + M_2 + \dots + M_k \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$$M_i = X_1 \bullet X_2 \bullet \dots \bullet X_n \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

โดยที่ T คือ เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

M_i , $i = 1$ ถึง k คือ ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

X_i , $i = 1$ ถึง n คือ เหตุการณ์พื้นฐาน

สัญลักษณ์ + เป็น แทนประตูตรรกศาสตร์ “ หรือ ”

สัญลักษณ์ \bullet เป็น แทนประตูตรรกศาสตร์ “ และ ”

ข.) ความสำคัญเชิงคุณภาพ (Qualitative Importance)

การวิเคราะห์หาความสำคัญเชิงคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์หาความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีผลต่อความเสียหายของระบบ โดยวิเคราะห์จากความเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด

เนื่องจากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพจึงเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดโดยนับจากจำนวนองค์ประกอบในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบจำนวนน้อยจะมีความน่าจะเป็นในการเกิดมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบจำนวนมาก เนื่องจากมีโอกาสที่เหตุการณ์พื้นฐานในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กันมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบมาก

แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ สามารถบ่งบอกถึงความสำคัญของแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถเปรียบเทียบความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบเท่ากันได้ จึงมีการพัฒนาไปสู่การวิเคราะห์ความสำคัญในเชิงปริมาณต่อไป

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ทำให้ทราบชุดเหตุการณ์หรือชุดสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ และความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ จากการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในการควบคุมดูแลระบบเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายหรือลดโอกาสในการเกิดความเสียหาย โดยควบคุมดูแลชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดทั้งหมดหรือควบคุมดูแลชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดตามความสำคัญ ไม่ให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

2.4.4 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Evaluation)

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีปกติเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative model) แต่มักจะถูกนำไปใช้ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วย (Quantitative model) เพื่อหาข้อสรุปต่างๆ ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น (Vesely and others, 1981) ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะใช้ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ มาเกี่ยวข้อง โดยหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากข้อมูลทางสถิติหรือจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์เชิงปริมาณมีการคำนวณค่าความน่าจะเป็นมีหลักการคำนวณดังต่อไปนี้

กรณีที่มีความสัมพันธ์ของเหตุการณ์พื้นฐาน คือ “ หรือ “ (Or Gate)

กำหนดให้ $S = q_1$ หรือ q_2 หรือ q_3 หรือ...หรือ q_n

จะได้ว่า $P(S) = 1 - \prod(1 - q_i)$ (2.3)

เมื่อ q_i เป็นเหตุการณ์ที่อิสระต่อกัน

กรณี ที่ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์พื้นฐาน คือ “ และ “ (And Gate)

กำหนดให้ $S = q_1$ และ q_2 และ q_3 และ...และ q_n

จะได้ว่า $P(S) = \prod q_i$ (2.4)

เมื่อ q_i เป็นเหตุการณ์ที่อิสระต่อกัน

หลักการคำนวณค่าความน่าจะเป็นนี้ จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณต่อไป

การวิเคราะห์เชิงปริมาณสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้ 3 แบบ คือ ความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ความน่าจะเป็นในการเกิดของระบบ และการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ

ก.) ความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

การวิเคราะห์ความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดเชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์หาความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีผลต่อความเสียหายของระบบ โดยวิเคราะห์จากค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ซึ่งแสดงถึงความสำคัญหรือความมีอิทธิพลที่มีผลต่อการเกิดของเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

การหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด สามารถหาได้จาก การคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐานที่ประกอบเป็นชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของชุดนั้น

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้ทราบความสำคัญของแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ส่งผลต่อเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ และสัดส่วนของแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีผลต่อเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ประโยชน์อีกด้านหนึ่งในการใช้งาน สามารถนำค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดมาเปรียบเทียบกับค่าความน่าจะเป็นที่ยอมรับได้ในการเกิดความล้มเหลว เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขหรือลดโอกาสในการเกิดเหตุการณ์นั้นๆ ต่อไป

ข.) ความน่าจะเป็นของระบบ

การหาค่าความน่าจะเป็นของระบบเป็นการหาค่าความน่าจะเป็นที่ระบบหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์จะเกิดขึ้นภายใต้สิ่งแวดล้อมของระบบ โดยคำนวณจากค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน โดยคำนวณตามเส้นทางในแผนภาพพล็อตทรีจากล่างขึ้นบน (Bottom Up)

ค.) การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ

การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบเป็นการประเมินผลกระทบของระบบ (ความน่าจะเป็นของระบบ) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานภายในระบบ

เหตุการณ์ใดในระบบที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของระบบสูง แสดงถึงความสำคัญของเหตุการณ์นั้นๆ ว่ามีผลกระทบต่อระบบมาก นำมาซึ่งการปรับปรุงระบบให้ตรงกับสาเหตุที่มีผลกระทบต่อระบบมากที่สุด

จากการวิเคราะห์พล็อตทรีในเชิงปริมาณ ทำให้ทราบถึง ความน่าจะเป็นของระบบ ความสำคัญของแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ส่งผลถึงเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ และเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความไวต่อผลลัพธ์ของระบบ

ในการวิเคราะห์โดยวิธีพล็อตทรี ผลลัพธ์ต่างๆ ที่ได้ทั้งจากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ สามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจและวางแผน เพื่อลดโอกาสในการเกิดความล้มเหลวหรือความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในระบบที่ทำการวิเคราะห์ได้

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีส่วนใหญ่ถูกนำมาประยุกต์กับงานด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของระบบ แต่มีบางส่วนที่นำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านการก่อสร้าง เช่น

Hadipriono (2001) ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ของผู้หญิงคนหนึ่ง (เจนโด) ที่หกล้ม โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ฟอลท์ทรี

โดยในการวิจัยนี้ ได้นิยามระบบ ว่าประกอบด้วย เจนโด รองเท้าที่เธอใส่และทางเดิน จากนั้น จำแนกสาเหตุตามปัจจัย โดยแบ่งเป็นปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ทำการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี ทำการประเมินความน่าจะเป็น (Probability Assessment) ในการวิจัยนี้ หาค่าความน่าจะเป็นจาก การอ้างอิงจากประสบการณ์และการกำหนดค่าต่างๆ อย่างต่ำ (Experiential-Based and assigned Conservatively) ทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

สรุปผลที่ได้ เมื่อนำค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณมาเรียงจากมากไปหาน้อย ทำให้ทราบถึงสาเหตุคือ ข้อบกพร่องในการก่อสร้างทางเดิน (Ramp) โดยมีความชันมาก และพื้นของทางเดินลื่น เป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุครั้งนี้มากที่สุด

Sianipar และ Adams (1997) ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุในแต่ละองค์ประกอบที่ทำให้ผิวสะพานคอนกรีตของสะพานเกิดความเสียหายเร็วขึ้น โดยใช้ฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ เริ่มจาก นำเสนอทฤษฎี ของผลลัพธ์ที่เกิดจากการกระทำต่อกันขององค์ประกอบสะพาน ที่มีผลทำให้ผิวสะพานคอนกรีตเกิดความเสียหาย หาสาเหตุที่ทำให้แต่ละองค์ประกอบทำงานผิดหน้าที่ เสนอเหตุผลที่ใช้ฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ โดยให้เหตุผลว่าแบบจำลองความเสียหายในปัจจุบัน มองตัวแปรไม่เพียงพอและไม่ครอบคลุม จึงเสนอให้ใช้ฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ จากนั้น หาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน จากการประเมินของวิศวกร ทำการวิเคราะห์ฟอลท์ทรี ทั้งในเชิงคุณภาพและในเชิงปริมาณ

สรุปผลจากการวิจัยพบว่า รอยแตกในแนวทแยงจากการโค้งงอและความเสียหายของวัสดุอุดรอยต่อ ส่งผลต่ออัตราเร่งความเสียหายของผิวคอนกรีตของสะพานมากที่สุด

การประยุกต์ใช้ฟอลท์ทรีในการก่อสร้าง มีการวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อหาสาเหตุและความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้นในระบบ แล้วนำสาเหตุที่ได้มาหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2.5 บทสรุป

องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) จัดตั้งใน พ.ศ. 2537 ปัจจุบัน (พ.ศ. 2545) มีจำนวน 6,745 แห่ง แบ่งออกเป็น 5 ระดับชั้น ตามรายได้ที่สามารถจัดเก็บได้ในท้องถิ่น มีหน้าที่พัฒนาท้องถิ่น (ตำบล) ในด้านต่างๆ รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยมีส่วนโยธาเป็นผู้รับผิดชอบงานด้านการก่อสร้าง ในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานมีขั้นตอนในการพัฒนา 5 ขั้นตอน ดังนี้ การจัดตั้งงบประมาณโครงการ การออกแบบโครงการ การจัดซื้อจัดจ้าง การก่อสร้าง ควบคุมงานและการตรวจการจ้าง และการใช้งานและการบำรุงรักษา

ในการศึกษาเรื่อง คุณภาพและความเสียหายของถนน พบว่า ความเสียหายของถนนเป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งสะท้อนถึงคุณภาพของถนนได้ในหลายมิติตามที่ Gravin ได้แบ่งไว้ ความเสียหายของถนนสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ รอยแตก การเปลี่ยนจากรูปเดิม การหลุดร่อน และผิวลื่น ความเสียหายของถนนแต่ละประเภทมีสาเหตุที่แตกต่างกัน ทั้งสาเหตุภายในที่เกิดจากการออกแบบและก่อสร้างที่ไม่ดี และสาเหตุภายนอกที่เกิดจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสม

ในการก่อสร้างถนนของ อบต. จะพบปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ กระจายอยู่ในทุกขั้นตอนของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยมีทั้งสาเหตุทางตรงที่เกิดขึ้นในขั้นตอน การออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งาน และสาเหตุทางอ้อมที่เกิดขึ้นในขั้นตอน การจัดตั้งงบประมาณและการจัดซื้อจัดจ้าง สาเหตุของปัญหาในแต่ละขั้นตอนเกิดจาก การขาดความพร้อมด้านทรัพยากร การก่อสร้างของ อบต. ทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพ

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเป็นการวิเคราะห์ระบบ เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้ระบบเกิดความเสียหายและความสำคัญของสาเหตุ เพื่อนำสาเหตุที่ได้มาหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไข ความเสียหายที่เกิดขึ้นในระบบ มีการวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จึงนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการก่อสร้างถนนของ อบต. ดังจะนำเสนอต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ด้วยวิธีฟอลท์ทรีนั้น ก่อนการวิเคราะห์จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ เพื่อให้เป็นนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนด้วยวิธีฟอลท์ทรี ในบทนี้จะกล่าวถึง วิธีการในการเก็บข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหา การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์ ขั้นตอนการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. หน้าที่ของส่วนโยธา ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ทั้งทางตรงและทางอ้อม

3.1 วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้าง ทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ โดยทำการสัมภาษณ์หัวหน้าส่วนโยธาของ อบต. โดยการเก็บข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. เริ่มจาก การศึกษาวิธีการในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ศึกษาขั้นตอนที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน และศึกษาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อความเสียหายของถนน จากการศึกษาได้ผลลัพธ์ดังแสดงในบทที่ 2 จากนั้น สร้างแบบฟอร์มในการสัมภาษณ์ ดังแสดงในภาคผนวก ข โดยให้เล่าถึง รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. หน้าที่ของส่วนโยธาในแต่ละขั้นตอน ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล มีจำนวนทั้งสิ้น 40 แห่ง ดังแสดงในภาคผนวก ค ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดี การเลือกกลุ่มตัวอย่างจะกระจายอยู่ในทุกภาคและทุกระดับ เนื่องจากแต่ละภาคจะมีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน โดย ภาคเหนือภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง ภาคกลางเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ส่วนภาคใต้เป็นที่ราบชายฝั่งติดทะเล นอกจากนี้ การเลือกกลุ่มตัวอย่างยังกระจายตามระดับชั้นของ อบต. อีกด้วย โดยกระจายตามสัดส่วนของ อบต. ในแต่ละชั้น ทั้งนี้เนื่องจาก อบต. แต่ละชั้นจะมีลักษณะโครงสร้างการบริหารงานที่แตกต่างกัน มีเงินงบประมาณในการก่อสร้างและจำนวนบุคลากร

ในสวนโยธาที่ไม่เท่ากัน โดยใน อบต. ชั้น 1 จะมีงบประมาณและจำนวนบุคลากรมากที่สุด ส่วน อบต. ชั้น 5 จะมีงบประมาณและจำนวนบุคลากรน้อยที่สุด

3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนน

ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณโครงการ ขั้นตอนการออกแบบโครงการ ขั้นตอนการจัดซื้อจัดจ้าง ขั้นตอนการก่อสร้าง ควบคุมงานและตรวจการจ้าง และขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษา แต่อย่างไรก็ตาม แต่ละ อบต. จะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันบ้าง แต่จะมีขั้นตอนหลักๆ ที่เหมือนกัน จากการสัมภาษณ์จะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

3.2.1 ขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณโครงการ

ก.) ขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณ

การจัดตั้งงบประมาณโครงการเริ่มจากประชาคมหมู่บ้านเสนอปัญหาและโครงการในการแก้ไขปัญหาผ่านสมาชิก อบต. ของหมู่บ้านไปยังคณะกรรมการบริหาร อบต. พิจารณาและจัดลำดับความสำคัญของโครงการตามความจำเป็นเร่งด่วน จากนั้น อบต. จะส่งเจ้าหน้าที่สวนโยธาไปทำการสำรวจเบื้องต้น ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ และทำการประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อนำเสนอต่อที่ประชุมสภา เมื่อสภาพิจารณาเห็นว่าสมควรก็จะบรรจุโครงการดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของข้อบังคับงบประมาณรายจ่ายประจำปีของ อบต. ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่งบประมาณของ อบต. จะถูกจัดสรรให้แต่ละหมู่บ้านก่อนการเสนอโครงการโดยแบ่งให้แต่ละหมู่บ้านเท่าๆ กัน

ข.) หน้าที่ของสวนโยธา

หน้าที่ของสวนโยธาในขั้นตอนนี้ได้แก่ การสำรวจโครงการเบื้องต้น การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ และการประมาณราคาเบื้องต้น

- การสำรวจโครงการเบื้องต้น สวนโยธาจะออกสำรวจโดยให้สมาชิก อบต. หรือผู้ใหญ่บ้าน เป็นผู้ชี้แนวเขตที่ดินที่จะทำการก่อสร้างถนน โดยจะทำการวัดความกว้างความยาวของพื้นที่ที่จะก่อสร้างถนน ศึกษาสภาพพื้นที่และสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่จะก่อสร้าง เช่น สภาพดินเดิม แนวน้ำไหล การระบายน้ำ เป็นต้น

- การพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ ส่วนโยธาจะพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการจากความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและจากงบประมาณที่แต่ละหมู่บ้านได้รับ โดยโครงการดังกล่าวจะต้องใช้งบประมาณไม่เกินวงเงินที่ได้รับจัดสรร

- การประมาณราคาเบื้องต้น ส่วนโยธาจะทำการประมาณราคาโดยอาศัยข้อมูลปริมาณงานจากการสำรวจเบื้องต้นและใช้ข้อมูลราคากลางจากโครงการที่คล้ายกันในอดีตหรือจากราคากลางของหน่วยงานราชการในปัจจุบัน

ค.) ปัญหาในขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน และสาเหตุของปัญหา พบว่ามีปัญหาในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ปัญหาการจัดสรรงบประมาณที่ไม่เหมาะสม (ในทางวิศวกรรม) เป็นการจัดสรรงบประมาณโดยการกำหนดจำนวนงบประมาณของแต่ละโครงการก่อนที่จะทราบถึงจำนวนงบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหา ทำให้มีผลกระทบต่อกรอบแบบโครงการไม่สามารถออกแบบได้อย่างเต็มที่ตามหลักวิศวกรรมและตามมาตรฐาน ทำให้มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ นอกจากนี้ การจัดสรรงบประมาณโดยการแบ่งตามจำนวนหมู่บ้าน ทำให้การแก้ไขปัญหาล่าช้าการมองในภาพรวมของปัญหาทั้งตำบลอีกด้วย สาเหตุของปัญหานี้เกิดจากงบประมาณมีจำนวนจำกัด ผู้จัดสรรงบประมาณขาดความเข้าใจหลักทางวิศวกรรม ขาดการบริหารจัดการงบประมาณที่ดี

- ปัญหาการจัดสรรงบประมาณที่จำกัดจำนวนเงินของแต่ละโครงการ เป็นการจัดสรรงบประมาณของโครงการ ของ อบต. บางแห่ง โดยจำกัดจำนวนเงินของแต่ละโครงการทำให้สามารถทำการจัดจ้างได้โดยวิธีการที่ไม่มีการแข่งขันกันมากนัก เช่น วิธีตกลงราคา วิธีพิเศษ เป็นต้น ขาดความโปร่งใสในการจัดสรรงบประมาณและการจัดจ้าง อาจได้มาซึ่ง ผู้รับจ้างที่ไม่มีความสามารถในการทำงานหรือผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการทำงานและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการได้ สาเหตุของปัญหานี้เกิดจาก ความไม่โปร่งใสในการบริหารจัดการงบประมาณ ขาดความรู้ในการบริหารงบประมาณ

- ปัญหางบประมาณอุดหนุนจากรัฐบาลได้รับในช่วงที่ไม่เหมาะสม ปัญหานี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นกับ อบต. ที่มีการจัดเก็บรายได้ได้น้อย เพราะจำเป็นต้องอาศัยงบประมาณอุดหนุนจากรัฐบาลในการพัฒนาโครงการก่อสร้าง แต่เนื่องจากงบประมาณอุดหนุนส่วนใหญ่จะได้รับตอนใกล้สิ้นปีงบประมาณ ซึ่งต้องรีบใช้ให้ทันภายในปีงบประมาณนั้นๆ ส่งผลต่อการสำรวจ การออกแบบและการก่อสร้าง ที่ต้องทำอย่างรีบเร่งและมีผลต่อการควบคุมงานก่อสร้างของส่วนโยธาที่ไม่สามารถควบคุมดูแลได้อย่างทั่วถึงเพราะมีการก่อสร้างพร้อมๆ กันหลายแห่ง จึงส่งผลกระทบต่อ

คุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ได้ สาเหตุของปัญหานี้เกิดจาก ความไม่เหมาะสมด้านเวลาในการจัดสรรงบประมาณอุดหนุนของรัฐบาล

- ปัญหาการเสนอโครงการที่ไม่เหมาะสม การเสนอโครงการที่เหมาะสมเป็นการเสนอโครงการที่ไม่มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม การเสนอโครงการโดยไม่คำนึงถึงความจำเป็นเร่งด่วนของประชาชน การเสนอโครงการโดยหวังผลทางการเมืองมากกว่าความจำเป็นของประชาชน การเสนอโครงการที่ไม่เหมาะสมมีทั้งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพของโครงการ การเสนอโครงการที่ไม่มีความเหมาะสมทางวิศวกรรมจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของโครงการ ส่วนการเสนอโครงการที่ไม่มีความเหมาะสมอื่นๆ จะมีผลต่อจำนวนงบประมาณของโครงการอื่นที่มีความจำเป็น ทำให้ไม่สามารถทำโครงการที่จำเป็นอื่นๆ ให้มีคุณภาพได้เต็มที่ สาเหตุของปัญหานี้เกิดจาก การขาดความรู้ในการบริหารจัดการงบประมาณที่ดี ขาดความไม่โปร่งใสในการบริหารงาน มุ่งเน้นผลประโยชน์ทางการเมืองและผลประโยชน์ส่วนตน ขาดความรู้ทางด้านวิศวกรรม ไม่ยอมรับฟังข้อเสนอแนะของส่วนโยธา

- ปัญหาที่ดินในการก่อสร้างโครงการไม่ชัดเจนหรือไม่เพียงพอ ในการสำรวจโครงการเบื้องต้น บางครั้ง พบว่า พื้นที่ที่ก่อสร้างโครงการไม่ชัดเจนและมีพื้นที่ไม่เพียงพอในการก่อสร้างทำให้เกิดปัญหาในการออกแบบที่ทำได้ไม่เต็มที่และปัญหาในช่วงก่อสร้างที่ต้องแก้ไขแบบถ้ามีการก่อสร้างที่รุกล้ำเขตที่ดินของประชาชน ปัญหานี้อาจมีส่วนทำให้การก่อสร้างต้องทำอย่างเร่งรีบและมีการแก้ไขแบบที่มีผลต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนได้ สาเหตุของปัญหาเกิดจาก ขาดความชัดเจนในด้านขอบเขตของที่ดิน ที่ดินไม่เพียงพอในการก่อสร้างโครงการ และไม่สามารถเวนคืนที่ดินได้

- ปัญหาในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ พบปัญหาคือ ส่วนโยธาไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนในการเลือกประเภทของโครงการ ส่วนใหญ่จะพิจารณาจากงบประมาณเป็นหลัก ส่งผลให้บางโครงการมีปัญหาในด้านคุณภาพของงานได้เนื่องจากไม่ได้พิจารณาตามหลักวิศวกรรม สาเหตุของปัญหานี้เกิดจาก ส่วนโยธาขาดความรู้ทางด้านวิศวกรรม มองไม่เห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ บางครั้งถูกกดดันโดยอิทธิพลทางการเมืองในการตัดสินใจ

3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบโครงการ

ก.) ขั้นตอนการออกแบบโครงการ

การออกแบบโครงการจะเริ่มจากส่วนโยธาทำการสำรวจพื้นที่ที่จะก่อสร้างโครงการ นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบ กำหนดรายการประกอบแบบ เขียนแบบและทำการประมาณราคา หากมีราคาสูงเกินงบประมาณที่ตั้งไว้ ก็ทำการปรับเปลี่ยนแบบเพื่อให้อยู่ในวงเงินงบประมาณ ตามที่กำหนด ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่ จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้นมาประกอบการ ออกแบบ การออกแบบและการกำหนดรายการประกอบแบบจะใช้การประยุกต์จากแบบมาตรฐาน การเขียนแบบก่อสร้างจะใช้การถ่ายสำเนาจากแบบมาตรฐาน

ข.) หน้าที่ของส่วนโยธา

หน้าที่ของส่วนโยธาในขั้นตอนนี้ได้แก่ การสำรวจก่อนการออกแบบ การออกแบบ การกำหนดรายการประกอบแบบ การเขียนแบบและการประมาณราคา

- การสำรวจก่อนการออกแบบ ส่วนโยธาจะได้รับความช่วยเหลือจากผู้ใหญ่บ้านหรือสมาชิก อบต. ในการชี้เขตพื้นที่ก่อสร้าง จะทำการวัดความกว้างความยาวของพื้นที่ที่จะก่อสร้าง ถนน อบต. บางแห่งมีการวัดระดับของถนนเดิม ตรวจสอบคุณสมบัติของดินเดิม สำรวจการใช้งาน ถนน แต่ก็มีบาง อบต. ที่ไม่ทำการสำรวจก่อนการออกแบบแต่จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้น

- การออกแบบและการกำหนดรายการประกอบแบบ ส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์จากแบบมาตรฐานของส่วนราชการ เช่น กรมทางหลวงชนบท (กรมโยธาธิการ) องค์การบริหารส่วนจังหวัด สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมทางหลวง กรมการปกครอง เป็นต้น โดยการออกแบบจะใช้ความกว้างและความยาวจากข้อมูลที่ได้ บางแห่งคำนึงถึงระดับของผิวทางก็จะกำหนดระดับลงไปด้วย แต่ส่วนใหญ่จะไม่กำหนดลงไปอย่างชัดเจน ในส่วนของความหนาจะถ้าเป็นไปได้ก็จะใช้ความหนาตามแบบมาตรฐาน แต่ถ้าจำเป็นต้องลดความหนาลงก็จะลดความหนาในชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทาง ส่วนมากจะไม่ลดความหนาของผิวทาง การกำหนดรายการประกอบแบบ จะกำหนดคล้ายๆ กับแบบมาตรฐาน แต่ไม่ครบถ้วนทุกข้อและทุกรายละเอียด

- การเขียนแบบ มีทั้งการเขียนโดยใช้คอมพิวเตอร์และการเขียนโดยใช้เครื่องมือเขียนแบบ ส่วนมากจะใช้การถ่ายสำเนาเอกสารจากแบบมาตรฐานแล้วแก้ไขปรับปรุงตัวเลขหรือค่าบางค่าตามสภาพ

- การประมาณราคา ส่วนโยธาจะคำนวณปริมาณงานที่ต้องทำจากแบบแล้วใช้ข้อมูลราคาจากราคากลางอ้างอิงของส่วนราชการ เช่น พาณิชยจังหวัด สำนักงานงบประมาณ เป็นต้น หากไม่

สามารถหาได้จากก็จะสืบราคาจากท้องตลาดหรือจากโครงการก่อสร้างในอดีตที่มีลักษณะคล้ายกัน ราคาที่ได้จะใช้เป็นราคากลางในการจัดซื้อจัดจ้างต่อไป

ค.) ปัญหาในขั้นตอนการออกแบบโครงการที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน และสาเหตุของปัญหา พบว่ามีปัญหาในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ปัญหาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไม่ครบถ้วนเพียงพอต่อการออกแบบที่ถูกต้อง พบว่าการสำรวจก่อนการออกแบบถนนของ อบต. นั้น ส่วนใหญ่จะสำรวจเพียงแค่ว่า ความกว้าง ความยาวของพื้นที่ที่จะก่อสร้างถนน มีบ้างบาง อบต. ที่เก็บข้อมูลด้านอื่นๆ ที่จำเป็นในการออกแบบ เช่น ระดับของพื้นที่ที่จะก่อสร้าง คุณสมบัติของดินเดิม ปริมาณรถที่ใช้งาน ประเภทของรถที่ใช้งาน น้ำหนักของรถที่ใช้งาน เป็นต้น และพบว่าส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเบื้องต้นมาเป็นข้อมูลในการออกแบบ จากข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน นำมาซึ่งการออกแบบที่ไม่มีคุณภาพ เกิดความผิดพลาดในการคำนวณออกแบบ ทั้งความหนาของชั้นทาง ระดับของแต่ละชั้นทาง รวมถึงการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้าง จึงส่งผลกระทบต่ออย่างยิ่งต่อคุณภาพของโครงการถนน สาเหตุของปัญหาเกิดจาก ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ ส่วนโยธาไม่ให้ความสำคัญกับการสำรวจเนื่องจากคิดว่าเป็นโครงการขนาดเล็ก ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ (ส่งวัสดุไปทดสอบ) และขาดความพร้อมทางด้านเครื่องมือในการสำรวจ

- ปัญหาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความคลาดเคลื่อนสูง ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเกิดจากวิธีการในการสำรวจที่ไม่ถูกต้องและการใช้เครื่องมือที่ไม่ได้มาตรฐานในการสำรวจ เช่น การวัดความยาวของพื้นที่ที่จะก่อสร้างโดยการอ่านระยะจากเข็มไมล์ของรถจักรยานยนต์ การวัดระดับโดยดูจากระดับน้ำในสายยาง เป็นต้น ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนย่อมส่งผลกระทบต่อการออกแบบและมีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการถนนอย่างแน่นอน สาเหตุของปัญหานี้เกิดจาก ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในการสำรวจ ส่วนโยธาไม่เห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของข้อมูลเนื่องจากเห็นว่าการก่อสร้างมีปริมาณงานน้อย ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด

- ปัญหาการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง พบว่าการออกแบบส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์จากแบบมาตรฐานจะทำการประยุกต์ความกว้างและความหนาของแบบมาตรฐานมาใช้กับของท้องถิ่น การประยุกต์ความกว้างจะใช้ตามขนาดของพื้นที่เดิมที่จะก่อสร้าง ส่วนการประยุกต์ความหนา จะมีหลักการประยุกต์ที่ไม่แน่นอน จะถูกปรับเปลี่ยนตามจำนวนงบประมาณที่ได้รับจัดสรรหรือตามระดับของถนนที่ต้องการ มีน้อยมากที่ทำการออกแบบถนนโดยอาศัยการคำนวณจาก

ปริมาณรถ น้ำหนักรถ ค่า C.B.R. ของดินเดิม อายุการใช้งาน การออกแบบโดยการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐานโดยไม่ใส่ใจกับสภาพแวดล้อมการใช้งานที่แท้จริงย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน สาเหตุของปัญหาเกิดจาก ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และมีประสบการณ์ในการออกแบบ เวลาในการออกแบบมีจำกัด ส่วนโยธาไม่เห็นความสำคัญของการออกแบบที่ดีงบประมาณที่มีจำกัด หรือบางแห่งอาจจะขาดแบบมาตรฐานในการอ้างอิง

- ปัญหาการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน โดยเฉพาะคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง การกำหนดรายการประกอบแบบส่วนมากจะใช้ตามแบบมาตรฐาน แต่บางครั้งมีการตัดเนื้อหาที่จำเป็นและสำคัญในบางส่วนออก ทำให้การตรวจสอบผลงานไม่มีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบว่าทำถูกต้องหรือไม่ เช่น การระบุว่าวัสดุที่ใช้ทำพื้นทางว่าเป็นดินลูกรังบดอัดแน่น แต่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของลูกรังว่าจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไรและการบดอัดแน่นเป็นอย่างไร ทำให้การตรวจสอบวัสดุหรือตรวจสอบผลงานไม่รู้จะวัดจากค่าอะไร หรือการออกแบบผิวทางแอสฟัลต์ จะระบุในแบบว่าผิวทางใช้แอสฟัลต์แบบไหน (A.C. Grade 60-70) แต่จะไม่มีกรอกแบบผิวทาง (Job Mixed Design) ว่าต้องใช้ปริมาณวัสดุต่างๆ เท่าใด หรือการกำหนดระดับของผิวทาง จะกำหนดว่าเป็นไปตามสภาพพื้นที่ เป็นต้น ปัญหาการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วนนี้ นอกจากจะทำให้ยากต่อการตรวจสอบแล้วยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพของงานที่ได้ สาเหตุของปัญหานี้ไม่ต่างจากสาเหตุของปัญหาการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งได้แก่ ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และมีประสบการณ์ในการออกแบบ เวลาในการออกแบบมีจำกัด ส่วนโยธาไม่เห็นความสำคัญของการออกแบบที่ดี งบประมาณที่มีจำกัด หรือบางแห่งอาจจะขาดแบบมาตรฐานในการอ้างอิง

- ปัญหาการออกแบบที่ไม่ครบทุกองค์ประกอบ ส่วนมากจะเป็นการออกแบบโดยการตัดรายละเอียดบางส่วนของแบบมาตรฐาน เช่น หากมีการงานดินตัดก็ควรจะทำวางระบายน้ำไว้ข้างทาง หรืองานดินถมก็ควรจะทำความลาดเอียงให้ได้ตามมาตรฐาน เป็นต้น ปัญหานี้จะมีผลกระทบต่อความเสียหายของถนนในระยะยาว ปัญหานี้มีสาเหตุเกิดจาก ขาดแคลนงบประมาณ ขาดบุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในการออกแบบ พื้นที่ก่อสร้างมีจำกัด

- ปัญหาการเขียนแบบไม่ถูกต้อง พบน้อยมากเพราะส่วนใหญ่จะใช้แบบที่ถ่ายสำเนาจากแบบมาตรฐานแล้วแก้ไขตัวเลขหรือข้อความในบางจุด ปัญหาการเขียนแบบไม่ถูกต้อง เช่น เขียนแบบผิด เขียนแบบไม่ครบ แบบมีความขัดแย้งกันเอง ขาดรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็น เป็นต้น การเขียนแบบที่ไม่ถูกต้องจะนำมาซึ่งการก่อสร้างที่มีความผิดพลาดไม่ถูกต้อง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนได้ สาเหตุของปัญหาเกิดจาก ความผิดพลาดในการเขียนแบบของช่างเขียนแบบ

3.2.3 ขั้นตอนการจัดจ้าง

ก.) ขั้นตอนการจัดจ้าง

ขั้นตอนการจัดจ้างจะอยู่ในความรับผิดชอบของส่วนการคลังในการจัดหาผู้รับจ้าง โดยทำตามระเบียบของสำนักนายกมี 5 วิธี คือ วิธีตกลงราคา วิธีสอบราคา วิธีประกวดราคา วิธีพิเศษ และวิธีกรณีพิเศษ การเลือกวิธีในการจัดจ้างจะขึ้นอยู่กับราคากลางของแต่ละโครงการ และเงื่อนไขของแต่ละวิธีในการจัดจ้าง การคัดเลือกผู้รับจ้างจะพิจารณาจากราคาที่เสนอต่ำสุด เมื่อได้ผู้รับจ้างส่วนคลังจะแจ้งรายชื่อผู้รับจ้างและสัญญามาให้ส่วนโยธา เพื่อเริ่มดำเนินการก่อสร้างต่อไป

ข.) หน้าที่ของส่วนโยธา

ในขั้นตอนนี้ส่วนโยธาจะไม่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในขั้นตอนการจัดจ้าง แต่อาจจะถูกแต่งตั้งให้เป็นกรรมการในชุดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดจ้าง เช่น กรรมการตรวจรับ กรรมการตรวจการจ้าง กรรมการตรวจงาน เป็นต้น

ค.) ปัญหาในขั้นตอนการจัดจ้างที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน และสาเหตุของปัญหา

- ปัญหาการได้ผู้รับจ้างที่ไม่เหมาะสม เช่น ผู้รับจ้างที่ไม่มีความสามารถในการทำงานหรือขาดความพร้อมในการทำงานทั้งด้านบุคลากร ด้านเครื่องจักร ด้านการเงิน หรือผู้รับจ้างที่ทำงานโดยหวังกำไรที่มากขึ้นจากการก่อสร้างที่ไม่ตรงตามแบบ เป็นต้น ผู้รับจ้างที่ไม่มีความพร้อมความสามารถหรือหวังกำไรจากการก่อสร้างโดยทำงานที่ไม่ตรงตามแบบ ย่อมจะมีผลกระทบต่อผลงานการก่อสร้างที่ได้และทำให้ได้งานที่ไม่มีคุณภาพที่ดี สาเหตุของปัญหาอาจจะเกิดจาก การตัดราคาในการประมูลงาน การสมยอมราคาในการประมูลงาน การที่ผู้รับจ้างทำการจ้างผู้รับเหมาย่อยที่ไม่มีความพร้อมในการทำงาน การกำหนดเกณฑ์ผู้เข้าร่วมประมูลที่ไม่เหมาะสมจะกำหนดเฉพาะประสบการณ์ในงานนั้นในอดีต ไม่สามารถกำหนดในด้านความรู้ความสามารถของบุคลากร เครื่องมือ เครื่องจักรในการก่อสร้างหรือในด้านการเงินของผู้รับเหมาที่เข้าร่วมประมูลได้ การได้ผู้รับเหมาที่ผูกขาด การผูกขาดเกิดจากหลายสาเหตุ อาจจะเป็นเพราะผู้รับเหมาเองมีความพร้อมและความสามารถในการแข่งขันที่สูง ซึ่งถ้าเกิดจากสาเหตุนี้ก็มีผลดีต่อคุณภาพของงานที่ได้ แต่ถ้าเป็นการผูกขาดโดยเกิดจากใช้อิทธิพลก็อาจจะทำให้ได้งานที่ไม่ดีมากนักเพราะย่อมจะมีอิทธิพลต่อการควบคุมงานและตรวจรับงานได้

3.2.4 ขั้นตอนการก่อสร้าง การควบคุมงานก่อสร้างและการตรวจการจ้าง

ก.) ขั้นตอนการก่อสร้าง การควบคุมงานและการตรวจการจ้าง

การก่อสร้าง ควบคุมงานและตรวจการจ้าง จะเริ่มจากการที่ผู้รับจ้างมีหนังสือแจ้งเข้าทำงานต่อผู้ควบคุมงาน การควบคุมงานจะมีการแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมงานซึ่งประกอบด้วยช่างจากส่วนโยธาและตัวแทนจากชาวบ้านในหมู่บ้านอีกจำนวน 2 คน ทำหน้าที่ในการควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างโดยปฏิบัติตามสัญญาตั้งแต่เริ่มแจ้งเข้าทำงานจนถึงการส่งมอบให้กับทาง อบต. ผู้รับจ้างจะทำการก่อสร้างโดยมีส่วนโยธาและคณะกรรมการควบคุมงานเป็นผู้ควบคุมดูแลการก่อสร้างจนงานก่อสร้างแล้วเสร็จ ในการส่งมอบจะมีคณะกรรมการในการตรวจการจ้างทำการตรวจผลงานในขั้นสุดท้ายอีกครั้งก่อนส่งมอบให้กับทาง อบต. ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่ ผู้รับจ้างจะไม่เคร่งครัดกับการปฏิบัติตามกฎระเบียบต่างๆ ที่ระบุไว้ในสัญญา การทำงานของผู้รับจ้างขาดความเป็นมืออาชีพ

ข.) หน้าที่ของส่วนโยธา

หน้าที่ของส่วนโยธาในขั้นตอนนี้คือ การควบคุมงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบ

- การควบคุมงานก่อสร้าง ส่วนโยธาทำการควบคุมดูแลการก่อสร้างของผู้รับจ้างให้เป็นไปตามแบบ แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถดูแลควบคุมได้ตลอดเวลา เนื่องจาก ต้องควบคุมงานหลายแห่ง ส่วนมากจะตรวจในขั้นตอนต่างๆ ที่มีความสำคัญ เช่น การวางแนว การผูกเหล็ก การเทคอนกรีต การเก็บตัวอย่างวัสดุหน้างานไปทดสอบ เป็นต้น หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ก็จะสั่งให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไข นอกจากนี้ ส่วนโยธาทำการจดบันทึกสภาพอากาศ เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นหน้างาน และปริมาณงานที่ผู้รับจ้างก่อสร้าง

ค.) ปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้าง ควบคุมงานและตรวจการจ้างที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน และสาเหตุของปัญหา

- ปัญหาการก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด (ปัญหาของผู้รับจ้าง) การก่อสร้างที่ไม่เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดของผู้รับจ้างโดยเฉพาะในส่วนที่สำคัญ เช่น ความหนาของชั้นทาง ความแน่นของการบดอัด คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น จะมีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน ปัญหานี้เกิดจากหลายสาเหตุ (สาเหตุจากตัวผู้รับจ้าง) ได้แก่ ผู้รับจ้างตั้งใจจะไม่ทำตามแบบ (ตั้งใจเพื่อลดต้นทุน) ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านบุคลากร ขาดแคลนผู้ควบคุมงาน ผู้ควบคุมงานไม่มีความรู้หรือประสบการณ์ในการควบคุมงาน ผู้ควบคุมงานขาดความรับผิดชอบหน้าที่ แรงงานขาดทักษะในการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนในการทำงาน ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพตามรายการประกอบแบบได้ ผู้รับจ้างเข้างานล่าช้าทำให้มีการก่อสร้างที่เร่งรีบ ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างได้ โดยสาเหตุต่างๆ เหล่านี้ล้วนมีส่วนทำให้การทำงานของผู้รับจ้างไม่เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด

- ปัญหาการควบคุมงานของผู้ควบคุมงานที่ไม่ดีเพียงพอ การควบคุมงานสามารถแยกได้เป็น 3 ส่วน คือ การควบคุมงานก่อนการก่อสร้าง การควบคุมงานขณะก่อสร้างและการควบคุมงานหลังการก่อสร้าง (ตรวจสอบผลงาน)

การควบคุมงานก่อนการก่อสร้างเป็นการทดสอบวัสดุต่างๆ ที่จะใช้ในการก่อสร้างหรือการตรวจสอบผลงานก่อนการก่อสร้าง เช่น การทดสอบคุณสมบัติของเหล็กก่อนนำมาใช้ในการก่อสร้าง การทดสอบคุณสมบัติของหินคลุกหรือลูกรังก่อนนำมาบดอัด เป็นต้น ปัญหาในขั้นตอนนี้ที่พบ ได้แก่ ไม่มีการทดสอบวัสดุหรือตรวจสอบผลงานก่อนการก่อสร้าง สาเหตุเกิดจาก ไม่มีการระบุคุณสมบัติของวัสดุหรือการทดสอบไว้ในแบบ เช่น การระบุว่าใช้หินคลุกบดอัดแน่น ชั้นพื้นทางบดอัดแน่น เป็นต้น ซึ่งไม่มีความชัดเจนว่าหินคลุกที่ว่าจะต้องมีคุณสมบัติต่างๆ เป็นอย่างไร บดอัดแน่นเป็นอย่างไร หรือมีการระบุคุณสมบัติวัสดุของแต่ไม่มีการทดสอบ เกิดจากหลายสาเหตุ ส่วนโยธาไม่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุและการทดสอบ หวั่นเกรงอิทธิพลของผู้รับจ้าง อีกปัญหาหนึ่งที่พบในขั้นตอนนี้คือ มีการทดสอบวัสดุก่อนการก่อสร้างแต่ผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความน่าเชื่อถือ มีสาเหตุเกิดจาก วัสดุที่ส่งไปทดสอบกับของวัสดุที่ก่อสร้างเป็นคนละชนิดกันและอาจจะมีบ้างที่เกิดจากหน่วยงานในการทดสอบขาดความน่าเชื่อถือ

การควบคุมงานขณะก่อสร้าง เป็นการควบคุมดูแลขณะที่ผู้รับจ้างกำลังทำการก่อสร้าง พบปัญหาคือ การก่อสร้างไม่เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด (สาเหตุเกิดจากความบกพร่องของผู้ควบคุมงาน) สาเหตุของปัญหาเกิดจาก ส่วนโยธาขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน ขาดบุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในการควบคุมงาน ขาดการประสานงานกับผู้รับจ้าง (ไม่มีการแจ้งให้ทราบก่อนการทำงาน) ส่วนโยธาขาดความพร้อมในการปฏิบัติงานด้านยานพาหนะในการออกตรวจงานหรือ เครื่องมือที่ต้องใช้ในการตรวจงาน ไม่สามารถสั่งแก้ไขงานได้ เพราะเกรงกลัวอิทธิพลของผู้รับจ้าง

การควบคุมงานหลังการก่อสร้าง เป็นการตรวจดูผลงานของผู้รับจ้างหลังการก่อสร้าง เช่น การตรวจความหนาของชั้นทาง การตรวจความแน่นของชั้นทาง เป็นต้น ปัญหาที่พบไม่มีการตรวจสอบผลงานหลังการก่อสร้างครบทุกรายการหรืออาจจะมีการตรวจสอบบ้างแต่ไม่ครบทุกรายการ สาเหตุจะคล้ายกับปัญหาในช่วงก่อนการทดสอบคือ ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือระบุไว้ในแบบแต่ไม่มีการทดสอบ สาเหตุของการที่ระบุแต่ไม่มีการทดสอบเกิดจาก ส่วนโยธาขาดบุคลากรที่

มีความรู้และประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน ขาดแคลนเครื่องมือในการตรวจสอบผลงาน
หน่วยงานทดสอบไม่มีความน่าเชื่อถือ หน่วยงานต่ออิทธิพลของผู้รับจ้าง

3.2.5 ขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษา

ก.) ขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษา

การใช้งานและการบำรุงรักษา อบต. จะไม่มีอำนาจในการออกข้อบังคับในการใช้งานถนน
การใช้งานถนนส่วนใหญ่จะเป็นการสัญจรของคนในพื้นที่ ในทางปฏิบัติ การควบคุมการใช้งาน
ถนนสามารถทำได้จากมติของประชาคมหมู่บ้าน หรือเกิดจากการควบคุมดูแลของผู้ใหญ่บ้านหรือ
กำนันในพื้นที่ การบำรุงรักษา ส่วนโยธาส่วนใหญ่จะไม่มีแผนการในการบำรุงรักษาถนนส่วนมาก
จะเป็นการซ่อมแซมหลังจากถนนเกิดความเสียหาย

ข.) หน้าที่ของส่วนโยธา

หน้าที่ของส่วนโยธาในขั้นตอนนี้ คือ การซ่อมแซมและการบำรุงรักษา

- การซ่อมแซม ส่วนใหญ่ชาวบ้านจะเป็นคนแจ้งให้ทางส่วนโยธาทราบว่าถนนเกิดความ
เสียหายบริเวณไหน จากนั้นส่วนโยธาจะพิจารณาทำการซ่อมแซม ถ้าอยู่ในระยะรับประกันของผู้
รับจ้างก็จะเรียกผู้รับจ้างมาทำการซ่อมแซม ถ้าเกิดความเสียหายหลังจากระยะรับประกันส่วน
โยธาก็จะขอของบุดูเงินมาทำการซ่อมแซม ส่วนวิธีการซ่อมแซมก็ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของส่วนโยธา

- การบำรุงรักษาถนน ส่วนใหญ่จะไม่มีแผนในการบำรุงรักษา จะเป็นการซ่อมแซม
หลังจากเกิดความเสียหายขึ้นแล้ว

ค.) ปัญหาในขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของ

โครงการก่อสร้างถนน และสาเหตุของปัญหา

- ปัญหาการใช้งานที่ไม่เหมาะสม การใช้งานถนนส่วนใหญ่จะเป็นการใช้งานของ
ประชาชนในพื้นที่ ลักษณะการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้พื้นที่ในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น พื้นที่
อุตสาหกรรม พื้นที่การเกษตร เป็นต้น ปัญหาการใช้งานที่ไม่เหมาะสมที่พบ จะเป็นการบรรทุกที่
หนักเกินกว่าถนนจะรองรับได้ การใช้งานของยานพาหนะที่มีล้อไม่เหมาะสม เช่น รถไถนา รถที่มี
ล้อเหล็ก เป็นต้น รวมถึงการใช้งานถนนก่อนเวลาที่เหมาะสม ปัญหาเหล่านี้ล้วนมีผลต่อความ
เสียหายของถนน สาเหตุของปัญหาเกิดจาก การใช้งานของประชาชนในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ทั้งนี้
อบต. ไม่สามารถออกข้อบังคับมาบังคับการใช้งานได้ แต่ก็มีบางแห่งที่มีการออกข้อบังคับโดยใช้

มติของประชาคมหมู่บ้าน แต่เนื่องจากรถที่ใช้งานถนนส่วนมากเป็นรถของประชาชนในพื้นที่ บางครั้งจึงไม่มีการออกกฎเพื่อบังคับใช้กับตนเอง

- ปัญหาการซ่อมแซมถนนที่ไม่ถูกต้อง การซ่อมแซมความเสียหายของถนนมีการแก้ไข ปัญหาไม่ตรงกับสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย นอกจากนี้ มีการแก้ไขความเสียหายที่ล่าช้าทำให้ความเสียหายขยายตัวมากขึ้น สาเหตุของปัญหาเกิดจาก ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในการซ่อมแซมทาง ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจผิวทาง ขาดแคลนงบประมาณในการซ่อมแซม ขาดแคลนเครื่องมือในการซ่อมแซม

จากปัญหาในขั้นตอนการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ทั้ง 5 ขั้นตอนที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการทั้งทางตรงและทางอ้อม สามารถสรุปปัญหาและสาเหตุได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.

| ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ | ปัญหาที่อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพ | สาเหตุของปัญหา |
|------------------------|--|---|
| 1.การจัดสรรงบประมาณ | 1.1 ปัญหาการจัดงบประมาณที่ไม่เหมาะสม | งบประมาณมีจำนวนจำกัด |
| | | ขาดความเข้าใจหลักทางวิศวกรรม |
| | | ขาดการบริหารจัดการงบประมาณที่ดี |
| | 1.2 ปัญหาการจำกัดจำนวนเงินของแต่ละโครงการ | ความไม่โปร่งใสในการบริหารจัดการงบประมาณ |
| | | ขาดความรู้ในการบริหารงบประมาณ |
| | 1.3 ปัญหางบประมาณอุดหนุนจากรัฐบาลได้รับในช่วงที่ไม่เหมาะสม | ความไม่เหมาะสมด้านเวลาในการจัดสรรงบประมาณอุดหนุนของรัฐบาล |
| | 1.4 ปัญหาการเสนอโครงการที่ไม่เหมาะสม | การขาดความรู้ในการบริหารจัดการงบประมาณที่ดี |
| | | ขาดความไม่โปร่งใสในการบริหารงาน มุ่งเน้นผลประโยชน์ทางการเมืองและผลประโยชน์ส่วนตัว |
| | | ขาดความรู้ทางด้านวิศวกรรม ไม่ยอมรับฟังข้อเสนอแนะของส่วนโยธา |

ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.(ต่อ)

| ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ | ปัญหาที่อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพ | สาเหตุของปัญหา |
|--|---|---|
| | 1.5 ปัญหาที่ดินในการก่อสร้างโครงการไม่ชัดเจนหรือไม่เพียงพอ | ขาดความชัดเจนในด้านขอบเขตของที่ดิน ที่ดินไม่เพียงพอในการก่อสร้างโครงการ ไม่สามารถเวนคืนที่ดินได้ |
| | 1.6 ปัญหาในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ | ส่วนโยธาขาดความรู้ทางด้านวิศวกรรม มองไม่เห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นในการพิจารณาความเป็นไปได้ของโครงการ ถูกกดดันโดยอิทธิพลทางการเมืองในการตัดสินใจ |
| 2.การออกแบบโครงการ | 2.1 ปัญหาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไม่ครบถ้วนเพียงพอต่อการออกแบบที่ถูกต้อง | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด |
| | | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ |
| | | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ |
| | | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ |
| | | ส่วนโยธาไม่ให้ความสำคัญกับการสำรวจเนื่องจากคิดว่าเป็นโครงการขนาดเล็ก |
| | | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ (ส่งวัสดุไปทดสอบ) |
| | | ขาดความพร้อมทางด้านเครื่องมือในการสำรวจ |
| | 2.2 ปัญหาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความคลาดเคลื่อนสูง | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ |
| | | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ |
| | | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ |
| ส่วนโยธาไม่เห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของข้อมูลเนื่องจากเห็นว่าก่อสร้างมีปริมาณงานน้อย | | |
| ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | | |
| ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | | |

ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. (ต่อ)

| ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ | ปัญหาที่อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพ | สาเหตุของปัญหา |
|--|--|---|
| | 2.3 ปัญหาการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบ |
| | | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบ |
| | | เวลาในการออกแบบมีจำกัด |
| | | ส่วนโยธาไม่เห็นความสำคัญของการออกแบบที่ดี |
| | | งบประมาณที่มีจำกัด |
| | | ขาดแบบมาตรฐานในการอ้างอิง |
| | 2.4 ปัญหาการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบ |
| | | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบ |
| | | เวลาในการออกแบบมีจำกัด |
| | | ส่วนโยธาไม่เห็นความสำคัญของการออกแบบที่ดี |
| | | งบประมาณที่มีจำกัด |
| | | ขาดแบบมาตรฐานในการอ้างอิง |
| | 2.5 ปัญหาการออกแบบที่ไม่ครบทุกองค์ประกอบ | ขาดแคลนงบประมาณ |
| | | ขาดบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบ |
| | | ขาดบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบ |
| | | พื้นที่ก่อสร้างมีจำกัด |
| | 2.6 ปัญหาการเขียนแบบไม่ถูกต้อง | ความผิดพลาดในการเขียนแบบ |
| | 3.การจัดจ้าง | 3.1 ปัญหาการได้ผู้รับจ้างที่ไม่เหมาะสม |
| การสมยอมราคาในการประมูลงาน | | |
| การที่ผู้รับจ้างทำการจ้างผู้รับเหมาย่อยที่ไม่มีความพร้อมในการทำงาน | | |
| การกำหนดเกณฑ์ผู้เข้าร่วมประมูลที่ไม่เหมาะสม | | |
| ได้ผู้รับเหมาที่ผูกขาดเกิดจากอิทธิพล | | |

ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. (ต่อ)

| ขั้นตอนการ พัฒนาโครงการ | ปัญหาที่อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพ | สาเหตุของปัญหา | |
|--|---|---|--|
| 4.การก่อสร้าง ควบคุมงาน และ การตรวจการจ้าง | 4.1 ปัญหาการก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่ เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด | ผู้รับจ้างตั้งใจจะไม่ทำตามแบบ | |
| | | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านบุคลากร ขาดแคลนผู้ควบคุมงาน | |
| | | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านบุคลากร ผู้ควบคุมงานไม่มีความรู้ในการควบคุมงาน | |
| | | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านบุคลากร ผู้ควบคุมงานไม่มีประสบการณ์ในการ ควบคุมงาน | |
| | | ผู้ควบคุมงานขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ แรงงานขาดทักษะในการก่อสร้าง | |
| | | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนใน การทำงาน | |
| | | ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพ ตามรายการประกอบแบบได้ | |
| | | ผู้รับจ้างเข้างานล่าช้าทำให้มีการก่อสร้างที่ เร่งรีบ | |
| | | ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาเครื่องจักรที่ จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างได้ | |
| | | 4.2 ปัญหาการควบคุมงานก่อนการก่อสร้าง | ส่วนโยธาไม่มีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของ วัสดุและการทดสอบ |
| | | | ส่วนโยธาไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับ คุณสมบัติของวัสดุและการทดสอบ |
| | | | เกรงกลัวอิทธิพลของผู้รับจ้าง |
| | | | วัสดุที่ส่งไปทดสอบกับของวัสดุที่ก่อสร้าง เป็นคนละชนิดกัน |
| | หน่วยงานในการทดสอบขาดความ น่าเชื่อถือ | | |

ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. (ต่อ)

| ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ | ปัญหาที่อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพ | สาเหตุของปัญหา |
|-----------------------------|--|--|
| | 4.3 ปัญหาการควบคุมงานขณะก่อสร้าง | ส่วนโยธาขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน ขาดการประสานงานระหว่างการทำงาน ขาดแคลนยานพาหนะในการออกตรวจงาน ขาดแคลนเครื่องมือที่ต้องใช้ในการตรวจงาน เกรงกลัวอิทธิพลของผู้รับจ้าง |
| | 4.4 การควบคุมงานหลังการก่อสร้าง (ตรวจสอบผลงาน) | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน ขาดแคลนเครื่องมือในการตรวจสอบผลงาน หน่วยงานทดสอบไม่มีความน่าเชื่อถือ หวั่นเกรงต่ออิทธิพลของผู้รับจ้าง |
| 5.การใช้งานและการบำรุงรักษา | 5.1 ปัญหาการใช้งานที่ไม่เหมาะสม | การใช้งานของประชาชนในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ไม่สามารถออกข้อบังคับมาบังคับการใช้งานได้ |
| | 5.2 ปัญหาการซ่อมแซมถนนที่ไม่ถูกต้อง | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการซ่อมแซมทาง ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการซ่อมแซมทาง ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจผิวทาง ขาดแคลนงบประมาณในการซ่อมแซม ขาดแคลนเครื่องมือในการซ่อมแซม |

3.3 บทสรุป

การเก็บข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการก่อสร้างถนนของ อบต. ทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์หัวหน้าส่วนโยธาของ อบต. ภาคละ 10 แห่ง รวม 40 แห่ง ทั่วประเทศ โดยกลุ่มตัวอย่างมีกระจายตัวตามระดับชั้นของ อบต.

ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. สามารถแบ่งปัญหาออกเป็น 5 ขั้นตอน ตามขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ในแต่ละขั้นตอนกล่าวถึง ขั้นตอนการทำงาน หน้าที่ความรับผิดชอบของส่วนโยธา และปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการก่อสร้างถนน

ปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของถนน มีทั้งสาเหตุทางตรงและสาเหตุทางอ้อม สาเหตุทางตรงเกิดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบ การก่อสร้างและการใช้งาน โดยเกิดจาก การทำงานที่ไม่ปฏิบัติตามหลักวิชาการหรือตามมาตรฐาน และพฤติกรรมการใช้งานที่ไม่เหมาะสม สาเหตุของการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการหรือตามมาตรฐานส่วนใหญ่เกิดจากการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม สาเหตุทางอ้อมเกิดที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของถนนเกิดในขั้นตอนการจัดสรรงบประมาณโครงการ และการจัดซื้อจัดจ้าง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ส่วนโยธาไม่ได้รับผิดชอบโดยตรง

จากข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหา เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยวิธีฟอลท์ทรีทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ซึ่งทำการวิเคราะห์ในบทถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ

ในบทนี้เป็นกรวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ด้วยวิธีฟอลท์ทรี โดยทำการวิเคราะห์ใน 3 ขั้นตอนแรก คือ การนิยามระบบ การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ส่วนการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะนำเสนอในบทถัดไป การวิเคราะห์ในบทนี้จะใช้ข้อมูลปัญหาต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจในบทที่ 3 และสาเหตุความเสียหายของถนนในบทที่ 2 มาช่วยในการวิเคราะห์ ดังจะนำเสนอต่อไป

4.1 การนิยามระบบ (System Definition)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. สามารถวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของถนนของ อบต. ได้จาก การวิเคราะห์เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนน ซึ่งในการวิจัยนี้ จะวิเคราะห์เหตุการณ์ที่ถนนที่พัฒนาโครงการก่อสร้างโดย อบต. เกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม นั่นคือ ถนนเกิดความเสียหายไม่เหมาะต่อการใช้งาน โดยความเสียหายเกิดขึ้นก่อนอายุการใช้งานถนนที่ได้ออกแบบไว้ สาเหตุที่ใช้ความเสียหายของถนนเป็นตัวแทนของคุณภาพของถนน เนื่องจาก ความเสียหายของถนนเป็นตัวชี้วัดที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของการก่อสร้างถนนได้ในหลายๆ มิติ ตามที่ Gravin (1988) ได้แบ่งไว้ ได้แก่ ด้านคุณสมบัติพื้นฐาน ด้านความน่าเชื่อถือ ด้านความสอดคล้องกับมาตรฐาน ด้านความทนทาน ด้านการให้บริการ ด้านความสวยงาม ด้านการรับรู้หรือความรู้สึกที่มีต่อถนน เป็นต้น นอกจากนี้ ความเสียหายของถนนยังสามารถรับรู้ รู้สึกหรือประเมินได้จากการใช้งานของ ผู้สัญจรไปมา จึงถือว่าความเสียหายของถนนเป็นตัวแทนที่สะท้อนถึงคุณภาพในการก่อสร้างถนนของ อบต.

ความเสียหายของถนนสามารถแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ เกิดรอยแตก (Cracking) เกิดการเปลี่ยนรูปร่างเดิม (Distortion) เกิดการหลุดร่อน (Disintegration) และมีผิวลื่น (Skid Hazard) โดยมีสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายแตกต่างกันไป จากการศึกษาสาเหตุของความเสียหายของถนนในบทที่ 2 พบว่า ความเสียหายของถนนจะเกิดจาก ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการก่อสร้าง และการใช้งาน โดยพบว่ามีสาเหตุเกิดจากการทำงานที่ไม่เป็นไปตามข้อปฏิบัติมาตรฐาน (Standard of Practice) อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นถึงสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ตามข้อปฏิบัติมาตรฐาน ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสมในโครงการต่างๆ

การพัฒนาโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. มีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน แต่ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ได้แก่ ขั้นตอนการออกแบบโครงการ ขั้นตอนการก่อสร้าง ควบคุมงานและการตรวจการจ้าง และการใช้งานและการบำรุงรักษา ซึ่งได้กล่าวถึงการทำงานในขั้นตอนต่างๆ โดยละเอียดไปแล้วในบทที่ 2 และบทที่ 3

ขอบเขตของโครงการที่นำมาพิจารณาเป็นโครงการที่ หน่วยงาน อบต. ทำการออกแบบหรือประยุกต์ใช้แบบจากหน่วยงานอื่น และทำการควบคุมการก่อสร้างเอง โดยไม่มีหน่วยงานอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง (ในการออกแบบและควบคุมงานก่อสร้าง) ถนนที่ทำการวิเคราะห์ในการวิจัยนี้เป็นถนนแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและถนนคอนกรีต ขอบเขตในการวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้น จะพิจารณาโดยเริ่มจาก การเกิดความผิดพลาดบกพร่องในขั้นตอนต่างๆ ในการออกแบบและก่อสร้างถนน จากนั้น พิจารณาต่อจนทราบสาเหตุพื้นฐานที่เกิดจากการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย คน เงิน วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ และเวลา แต่ทั้งนี้ไม่พิจารณาสาเหตุความเสียหายของถนนที่เกิดจากภัยธรรมชาติและความเสียหายตามกาลเวลา เนื่องจากเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้

ความเสียหายของถนนที่เกิดขึ้นก่อนเวลาอันเหมาะสมหรือก่อนระยะเวลาที่ได้ออกแบบไว้สามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยภายในหรือปัจจัยภายนอก ปัจจัยภายในที่มีผลต่ออายุของถนนที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือการออกแบบและการก่อสร้าง สำหรับปัจจัยภายนอกที่มักกระทำจะมีหลายประเภท เช่น การกระทำของภัยธรรมชาติต่างๆ น้ำท่วม แผ่นดินไหว ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ (ไม่อยู่ในขอบเขตที่จะพิจารณา) ปัจจัยภายนอกอีกประเภท คือ การใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสม เช่น การใช้งานของรถที่มีน้ำหนักเกินกฎหมายกำหนด การใช้งานรถที่มีล้อเป็นตีนตะขาบบนถนนปกติ เป็นต้น หากเป็นการใช้งานที่เป็นไปตามเงื่อนไขการออกแบบจะถือว่าการใช้งานตามเป็นปกติและถือว่าเป็นปัจจัยภายในเพราะอยู่ในเงื่อนไขในการออกแบบ

ในการออกแบบถนนมีขั้นตอนในการออกแบบที่ต้องปฏิบัติ 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจก่อนการออกแบบ การคำนวณและการกำหนดรายการประกอบแบบ และการเขียนแบบ การสำรวจก่อนการออกแบบมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและนำข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบ ข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบได้แก่ ข้อมูลปริมาณรถ ข้อมูลความแข็งแรงของดินเดิมหรือถนนเดิมที่จะก่อสร้าง ข้อมูลด้านเรขาคณิตของพื้นที่ที่ต้องการก่อสร้างถนน เป็นต้น การคำนวณและการกำหนดรายการประกอบแบบ เป็นการคำนวณหาค่าต่างๆ ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ถนนที่สามารถใช้งานได้ตามอายุที่ออกแบบไว้โดยมีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานและสิ่งแวดล้อมตามข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจก่อนการออกแบบ นอกจากนี้จะคำนวณค่าต่างๆ แล้วในขั้นตอนนี้ยังต้องมีการกำหนดรายการประกอบแบบซึ่งจะเป็นรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง วิธีการทำงาน มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ ขั้นตอนสุดท้ายในการออกแบบถนน คือ การเขียนแบบเป็นขั้นตอนที่

สำคัญขั้นตอนหนึ่ง เพราะเป็นการถ่ายทอดความต้องการของผู้ออกแบบไปยังผู้รับเหมาจึงต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนและผิดพลาด

ในส่วนของการก่อสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การก่อสร้าง (โดยผู้รับเหมา) และการควบคุมตรวจสอบ (ช่างโยธาของ อบต.) การก่อสร้างที่ถูกต้องเป็นการก่อสร้างที่ได้ผลลัพธ์เป็นไปตามแบบกำหนดไว้เพื่อให้ได้คุณภาพของงานตามที่ผู้ออกแบบต้องการ การควบคุมตรวจสอบเป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่างานก่อสร้างที่ได้จะเป็นไปตามแบบที่แบบกำหนด การควบคุมตรวจสอบสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การควบคุมตรวจสอบก่อนการก่อสร้าง เช่น การตรวจสอบคุณภาพของวัสดุก่อนนำมาใช้งาน การวางแผน ตั้งแบบ เป็นต้น การควบคุมตรวจสอบขณะก่อสร้างเป็นการควบคุมการทำงานของผู้รับเหมาให้เป็นไปตามแบบ เช่น วิธีการก่อสร้าง ตรวจสอบสภาพและปริมาณวัสดุต่างๆ ที่นำมาก่อสร้าง เป็นต้น ขั้นตอนสุดท้ายในการควบคุมตรวจสอบ คือ การตรวจสอบผลงานหลังจากก่อสร้างเสร็จในขั้นตอนต่างๆ เช่น การตรวจสอบความหนาแน่นในการบดอัด การตรวจสอบความหนาของแต่ละชั้นทาง ระดับของถนน เป็นต้น

ในการก่อสร้างถนนย่อมจะพบปัญหาอย่างแน่นอนบางปัญหามีผลกระทบต่อคุณภาพ บางปัญหาไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพ ซึ่งปัญหาที่มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อความเสียหายของถนนได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 และบทที่ 3 ปัญหาต่างๆ เหล่านี้เกิดจากการทำงานที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ตามข้อปฏิบัติมาตรฐาน (Standard of Practice) ซึ่งมีสาเหตุที่เกิดจากการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสมและมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทำงาน

การนิยามระบบดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไปของการวิเคราะห์ระบบด้วยวิธีฟอลท์ทรี คือ การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี ดังจะนำเสนอต่อไปนี้

4.2 การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี (Fault Tree Construction)

การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรีจะปฏิบัติตามวิธีการที่ได้นำเสนอไปแล้วในบทที่ 2 โดยเริ่มจากกระบวนการสังเคราะห์และกระบวนการวิเคราะห์ ดังนี้

4.2.1 กระบวนการในการสังเคราะห์ (Synthesis Process)

กระบวนการในการสังเคราะห์ มี 3 ขั้นตอน คือ

1. หาเหตุการณ์ในระดับต่างๆ ที่สามารถพิจารณาให้เป็นเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ในระบบที่ต้องการศึกษา

2. จัดกลุ่มเหตุการณ์ที่ได้ ตามลักษณะเหตุการณ์หรือความสัมพันธ์ร่วมกัน เช่น เหตุการณ์ที่มีสาเหตุเดียวกันหรือมีลักษณะร่วมกัน เป็นต้น

3. กำหนดเหตุการณ์ส่วนหัว (Head Event) โดยกำหนดจากเหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันและครอบคลุมเหตุการณ์อื่นๆ

จากกระบวนการสังเคราะห์ ถนนถูกพิจารณาเป็นระบบ เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่สามารถเกิดขึ้นได้กับถนนในเชิงคุณภาพ ได้แก่ ถนนเกิดความเสียหาย เป็นหลุมเป็นบ่อ มีผิวทางขรุขระ มีรอยแตกร้าว มีการทรุดตัว มีผิวทางลื่น มีความคดเคี้ยว มีโค้งที่อันตราย มีความลาดชันสูง

เมื่อพิจารณาจัดกลุ่มเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ตามลักษณะร่วมหรือสาเหตุร่วม สามารถแบ่งเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากถนนเกิดความเสียหาย ได้แก่ ถนนเป็นหลุมเป็นบ่อ มีผิวทางขรุขระ มีรอยแตกร้าว มีการทรุดตัว

2. เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากการออกแบบทางด้านเรขาคณิตที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ได้แก่ ถนนมีความคดเคี้ยว มีโค้งที่อันตราย มีความลาดชันสูงโค้งอันตราย

จากการจัดกลุ่มเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ พบว่าเหตุการณ์ที่ครอบคลุมเหตุการณ์อื่นและมีความสัมพันธ์ร่วมกับเหตุการณ์อื่นๆ คือ เหตุการณ์ที่ถนนเกิดความเสียหาย และเหตุการณ์ที่ถนนมีลักษณะทางเรขาคณิตที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน

4.2.2 กระบวนการในการวิเคราะห์ (Analysis Process)

กระบวนการในการวิเคราะห์ มี 6 ขั้นตอน คือ

1. เลือกเหตุการณ์ส่วนหัวมาหนึ่งเหตุการณ์จาก กระบวนการสังเคราะห์ในข้อ 3 ซึ่งในหนึ่งระบบอาจจะมีอยู่หลายเหตุการณ์ส่วนหัวได้

2. หาเหตุการณ์ปฐมภูมิและทุติยภูมิทั้งหมด ที่สามารถเป็นสาเหตุ ทำให้เกิดเหตุการณ์ส่วนหัวได้

3. หาความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุและเหตุการณ์การส่วนหัว ในเชิงตรรกศาสตร์

4. พิจารณาความสำคัญหรือขอบเขตในการวิเคราะห์ เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 2 และข้อ 3 สำหรับเหตุการณ์ที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป ให้ทำซ้ำในขั้นตอนข้อที่ 2 และข้อที่ 3 แต่เหตุการณ์ส่วนหัวที่จะวิเคราะห์ จะถูกแทนที่ด้วยเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุที่จะวิเคราะห์ต่อไป

5. ทำซ้ำในขั้นตอนข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 จนกว่าจะได้เหตุการณ์อยู่ในรูปเหตุการณ์เบื้องต้นหรือเหตุการณ์ที่ไม่ต้องแจกแจง

6. เขียนแผนภาพฟลอททรี โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้

เมื่อทำตามกระบวนการวิเคราะห์ ได้ผลลัพธ์ ดังนี้

1. เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เลือกในการวิจัยครั้งนี้ คือ ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ก่อนเวลาที่ได้ออกแบบไว้) สาเหตุที่ต้องระบุว่าเป็นความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมเนื่องจาก ต้องการหาสาเหตุที่นำมาซึ่งความเสียหายที่ไม่ได้เกิดจากความเสียหายตามกาลเวลา

ในการวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 อธิบายพอเป็นตัวอย่างให้เห็น ดังต่อไปนี้ เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ คือ ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม เหตุการณ์ปฐมภูมิที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ คือ เหตุการณ์ที่เกิดจากความผิดพลาดของตัวถนนเองหรือเกิดจากความผิดพลาดของปัจจัยภายในซึ่งได้แก่ การออกแบบถนนที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งาน และการก่อสร้างถนนที่ไม่ถูกต้องไม่เป็นไปตามแบบ แต่เนื่องจาก ความผิดพลาดของปัจจัยภายในนี้จะต้องเกิดขึ้นร่วมกับเหตุการณ์ที่ถนนมีการใช้งาน นั่นคือ ถนนถูกใช้งานโดยยานพาหนะตามปริมาณการจราจรที่ได้ออกแบบ จึงจะเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นได้ ทั้งนี้ ถ้ามีการออกแบบหรือการก่อสร้างถนนที่ไม่ถูกต้องแต่ไม่มีการใช้งานถนน ถนนย่อมจะไม่เกิดความเสียหายยกเว้นความเสียหายที่เกิดขึ้นตามกาลเวลา ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตการศึกษาในครั้งนี้

เหตุการณ์ทุติยภูมิ คือ เหตุการณ์ภายนอกหรือปัจจัยนอกที่มากกระทำต่อถนน (นอกเหนือจากการตั้งสมมุติฐานการออกแบบ) ที่ส่งผลให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

ความสัมพันธ์ของปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกนั้น พบว่า ความเสียหายของถนนก่อนเวลาอันเหมาะสมนั้นสามารถเกิดขึ้นได้จากทั้ง 2 ปัจจัย โดยไม่ต้องเกิดเหตุการณ์ทั้ง 2 เหตุการณ์ขึ้นพร้อมกัน ซึ่งแสดงว่าความสัมพันธ์ของทั้ง 2 เหตุการณ์จึงเป็นความสัมพันธ์ “หรือ” แต่ในกรณีของปัจจัยภายในและการใช้งานนั้นจะต้องเกิดเหตุการณ์ทั้ง 2 ขึ้นพร้อมกันเท่านั้น จึงจะนำมาซึ่งความเสียหายของถนนก่อนเวลาอันเหมาะสม ดังนั้นทั้ง 2 เหตุการณ์จึงมีความสัมพันธ์กันแบบ “และ” แต่ในการสร้างแผนภาพฟลอททรีนั้น จะต้องเขียนเหตุการณ์ปฐมภูมิหรือปัจจัยภายใน และการใช้งานถนนรวมกันเป็นเหตุการณ์เดียวกันก่อน เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมระหว่างประตูดตรรกศาสตร์กับประตูดตรรกศาสตร์โดยตรงได้ ตามกฎการสร้างแผนภาพฟลอททรีจึงต้องกำหนดเป็นเหตุการณ์คั่นกลางก่อน

เมื่อพิจารณาความสำคัญและขอบเขตของปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก จะเห็นได้ว่า ปัจจัยทั้ง 2 มีความสำคัญและอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้ การพิจารณาความสำคัญจะพิจารณาจากผลกระทบที่มีต่อเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ จากข้อมูลที่มีในเรื่องนั้นๆ รวมถึงความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์นั้น

เมื่อพิจารณาเหตุการณ์ในระดับที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไป จะทำการพิจารณาเหตุการณ์ในระดับถัดมา โดยเปลี่ยนเหตุการณ์ส่วนหัวจาก ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม เป็นงานด้านการการออกแบบที่ไม่ดี ซึ่งในที่นี้ หมายถึง การออกแบบถนนทำโดยไม่ถูกต้องตามหลักการและไม่เป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงไม่มีความสมกับสภาพการใช้งานที่แท้จริง เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาพบว่า งานในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบเกิดความผิดพลาดได้แก่ งานด้านการสำรวจที่ไม่ถูกต้อง งานด้านการออกแบบและการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ถูกต้อง และงานด้านการเขียนแบบที่ไม่ถูกต้อง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของทั้ง 3 เหตุการณ์นี้ จะเห็นได้ว่า ถ้างานใดงานหนึ่งเกิดความผิดพลาดย่อมส่งผลกระทบต่อารออกแบบถนนทำให้การออกแบบถนนไม่ถูกต้อง ดังนั้นความสัมพันธ์ของทั้ง 3 เหตุการณ์นี้ จึงเป็นแบบ “หรือ” ทำการวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกันกับเหตุการณ์คั่นกลางต่างๆ ที่เหลือจนได้เหตุการณ์พื้นฐานซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสาเหตุที่เกิดจากการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม

ในกระบวนการวิเคราะห์ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5

| เหตุการณ์ส่วนหัว | เกณฑ์ | เหตุการณ์ | ความสัมพันธ์ ⁽¹⁾ | สัญลักษณ์ ⁽²⁾ |
|---|-----------------------|---|-----------------------------|--|
| ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (HE) | ลักษณะ ปัจจัย | -ปัจจัยภายในและการใช้งานถนน -ปัจจัยภายนอก | หรือ | IE 0 IE 2 |
| ปัจจัยภายในและการใช้งานถนน (IE 0) | ประเภท | -ปัจจัยภายใน -การใช้งานถนน | และ | IE 1 EE 1 |
| ปัจจัยภายใน (IE 1) | ลักษณะ งาน | -งานด้านการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง -งานด้านการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง | หรือ | IE 11 IE 12 |
| ปัจจัยภายนอก (IE 2) | ลักษณะ สาเหตุ | -การใช้งานที่ไม่เหมาะสม | | IE 21 |
| งานด้านการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง (IE 11) | ลักษณะ งาน | -การสำรวจที่ไม่ถูกต้อง -การออกแบบที่ไม่ถูกต้อง (การคำนวณออกแบบและการกำหนดรายการประกอบแบบ) -การเขียนแบบก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง | หรือ | IE 111 IE 112 IE 113 |
| งานด้านการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง (IE 12) | ลักษณะ งาน | -การทำงานของผู้รับจ้างไม่ตรงตามแบบกำหนดไว้ -การควบคุมงานไม่ดีเพียงพอ | และ | IE 121 IE 122 |
| การใช้งานที่ไม่เหมาะสม (IE 21) | | -ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน -พฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | หรือ | BE 211 BE 212 |
| การสำรวจที่ไม่ถูกต้องครบถ้วน (IE 111) | ทรัพยากร การบริหาร | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ -ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ -ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ -ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ -ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ -ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | หรือ | BE 1111 BE 1112 BE 1113 BE 1114 BE 1115 BE 1116 |

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 (ต่อ)

| เหตุการณ์ส่วนหัว | เกณฑ์ | เหตุการณ์ | ความสัมพันธ์ ⁽¹⁾ | สัญลักษณ์ ⁽²⁾ |
|--|-----------------------|---|-----------------------------|--------------------------|
| การออกแบบไม่ถูกต้อง (การคำนวณออกแบบ และการกำหนดรายการ ประกอบแบบ) (IE 112) | ทรัพยากร การบริหาร | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ใน การออกแบบ (รวมถึงการ ประยุกต์ใช้แบบมาตรฐาน) | หรือ | BE 1121 |
| | | -ขาดแคลนบุคลากรที่มี ประสบการณ์ในการออกแบบ (รวมถึงการประยุกต์ใช้แบบ มาตรฐาน) | | BE 1122 |
| | | -ขาดแคลนงบประมาณในการ ออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐาน | | BE 1123 |
| | | -ขาดแคลนแบบมาตรฐานที่นำมา อ้างอิงหรือประยุกต์ใช้ในการ ออกแบบ | | BE 1124 |
| | | -ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด | | BE 1125 |
| การเขียนแบบก่อสร้างที่ ไม่ถูกต้อง (IE 113) | ทรัพยากร การบริหาร | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ใน การเขียนแบบ | หรือ | BE 1131 |
| | | -ขาดแคลนบุคลากรที่มี ประสบการณ์ในการเขียนแบบ | | BE 1132 |
| | | -ขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือที่ จำเป็นในการเขียนแบบ | | BE 1133 |
| การทำงานของผู้รับจ้าง ไม่ตรงตามแบบกำหนด ไว้ (IE 121) | ทรัพยากร การบริหาร | -ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการ ทำงาน | หรือ | BE 12101 |
| | | -ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มี ความรู้ในการก่อสร้างถนน | | BE 12102 |
| | | -ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มี ประสบการณ์ในการก่อสร้างถนน | | BE 12103 |
| | | -ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานใน การก่อสร้าง | | BE 12104 |
| | | -ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาด ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ | | BE 12105 |
| | | -แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะใน การก่อสร้างถนน | | BE 12106 |

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 (ต่อ)

| เหตุการณ์ส่วนหัว | เกณฑ์ | เหตุการณ์ | ความสัมพันธ์ ⁽¹⁾ | สัญลักษณ์ ⁽²⁾ |
|--|-----------------------|--|-----------------------------|--------------------------|
| การทำงานของผู้รับจ้าง ไม่ตรงตามแบบกำหนด ไว้ (IE 121) (ต่อ) | ทรัพยากร การบริหาร | -ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้าน เงินทุน | | BE 12107 |
| | | -ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้าน เครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการ ก่อสร้าง | | BE 12108 |
| | | -ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบ | | BE 12109 |
| | | -ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัด | | BE 12110 |
| การควบคุมงานไม่ดี เพียงพอ (IE 122) | ลักษณะ งาน | -การทดสอบวัสดุที่ใช้ในการ ก่อสร้างไม่ดี | หรือ | IE 1221 |
| | | -การควบคุมงานไม่ดีเพียงพอ | | IE 1222 |
| | | -การตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่ ไม่ดี | | IE 1223 |
| การทดสอบวัสดุที่ใช้ใน การก่อสร้างที่ไม่ดี (IE 1221) เช่น ไม่ได้ ทดสอบ ใช้วัสดุอื่น ทดสอบแทนวัสดุที่ใช้จริง | ทรัพยากร การบริหาร | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ใน ด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ | หรือ | BE 12211 |
| | | -ขาดแคลนบุคลากรที่มี ประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ | | BE 12212 |
| | | -ขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและ นำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ | | BE 12213 |
| | | -ขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่ มีความน่าเชื่อถือ | | BE 12214 |
| | | -หัวหน้างานต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล | | BE 12215 |

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 5 (ต่อ)

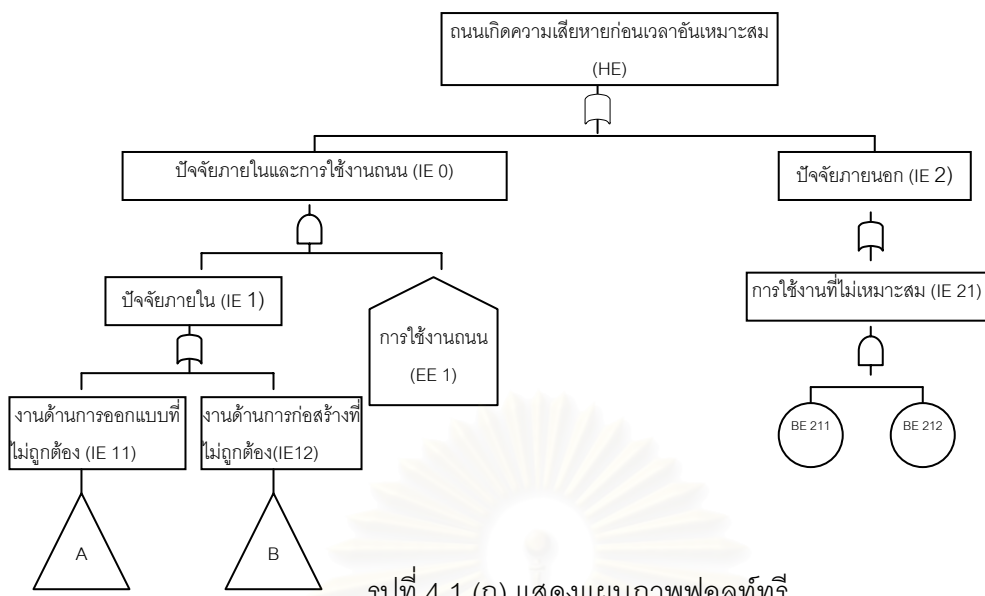
| เหตุการณ์ส่วนหัว | เกณฑ์ | เหตุการณ์ | ความสัมพันธ์ ⁽¹⁾ | สัญลักษณ์ ⁽²⁾ |
|---|-----------------------|--|-----------------------------|--------------------------|
| การควบคุมงานไม่ดี เพียงพอ (IE 1222) เช่น ไม่ควบคุมดูแล ในขณะก่อสร้าง ไม่ สามารถสั่งแก้ไขงานได้ | ทรัพยากร การบริหาร | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ใน การควบคุมงาน | หรือ | BE12221 |
| | | -ขาดแคลนบุคลากรที่มี ประสบการณ์ในการควบคุมงาน | | BE 12222 |
| | | -ขาดแคลนบุคลากรในการควบคุม งาน | | BE 12223 |
| | | -ขาดแคลนยานพาหนะในการ ปฏิบัติหน้าที่ | | BE 12224 |
| | | -ขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ ในการควบคุมงาน | | BE 12225 |
| | | -หัวหน้างานต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล | | BE 12226 |
| | | -ขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้ รับจ้างและผู้ควบคุมงาน | | BE 12227 |
| การตรวจสอบผลงาน การก่อสร้างที่ไม่ดี (IE 1223) เช่น การ ตรวจสอบความหนา ความหนาแน่น ผลลัพธ์ ไม่มีความน่าเชื่อถือ | ทรัพยากร การบริหาร | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ใน การตรวจสอบผลงาน | หรือ | BE 12231 |
| | | -ขาดแคลนบุคลากรที่มี ประสบการณ์ในการตรวจสอบ ผลงาน | | BE 12232 |
| | | -ขาดหน่วยงานในการตรวจสอบ ผลงานการก่อสร้างที่มีความ น่าเชื่อถือ | | BE 12233 |
| | | -ขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการ ตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง | | BE 12234 |
| | | -หัวหน้างานต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล | | BE 12235 |

หมายเหตุ

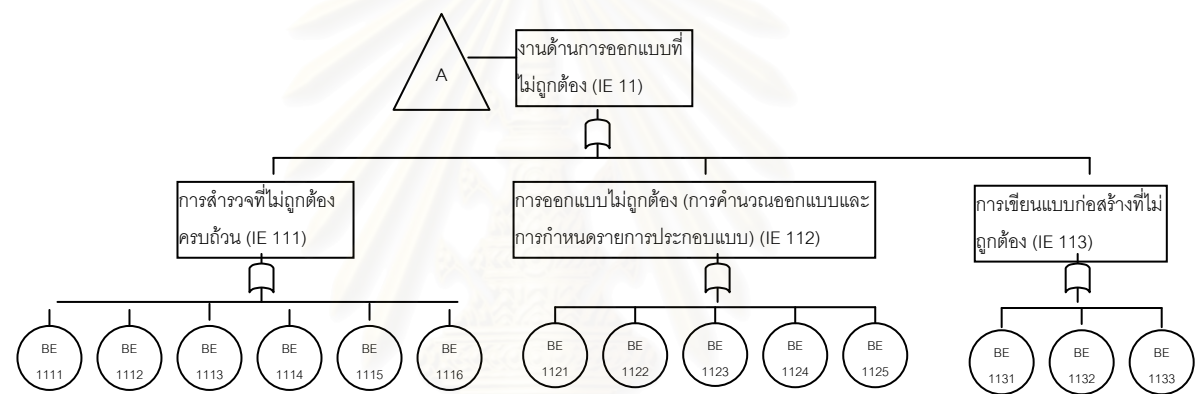
(1)-ความสัมพันธ์ คือ ลักษณะความสัมพันธ์ของแต่ละเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ส่วนหัวขึ้น

(2)-สัญลักษณ์ มีดังต่อไปนี้ HE คือ Head Event, EE คือ External Event, IE คือ Intermediate Event และ BE คือ Basic Event

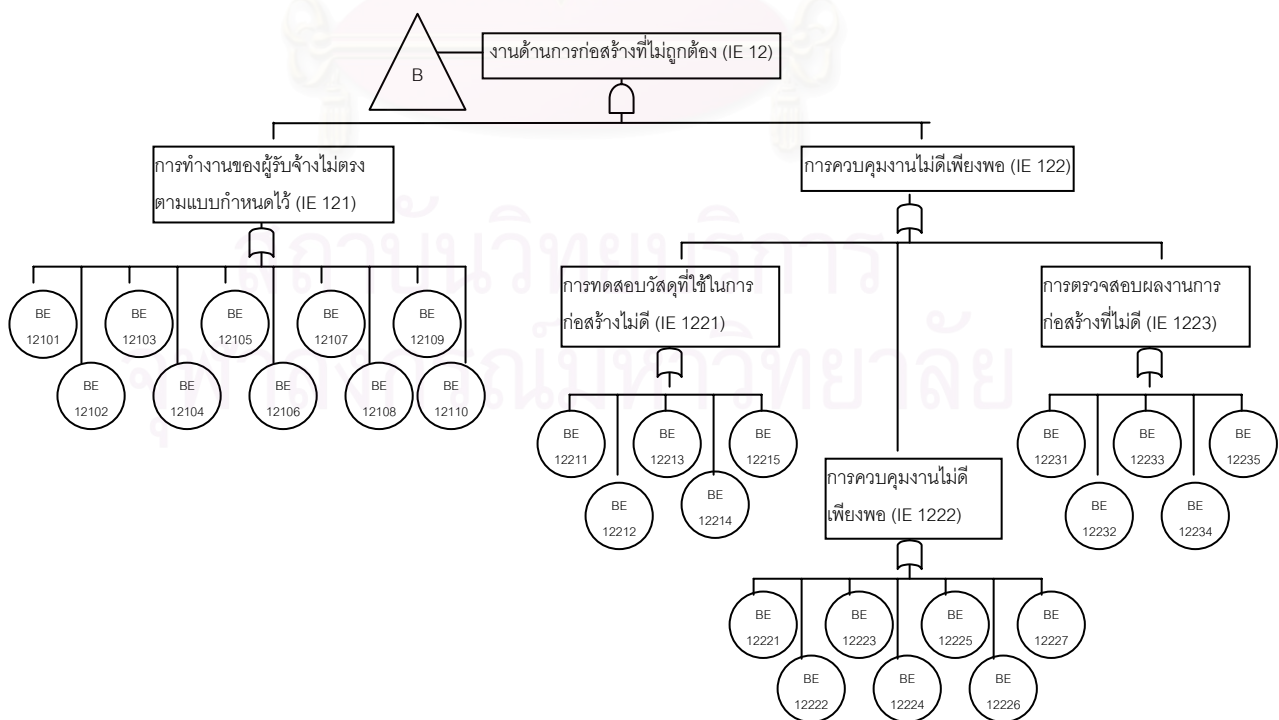
6. ขั้นตอนนี้เป็นการเขียนแผนภาพฟอลท์ทรี เมื่อได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.1 นำผลลัพธ์ที่ได้มาเขียนเป็นแผนภาพฟอลท์ทรี โดยใช้สัญลักษณ์ในรูปที่ ก.1 ในภาคผนวก ก ได้แผนภาพฟอลท์ทรีดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



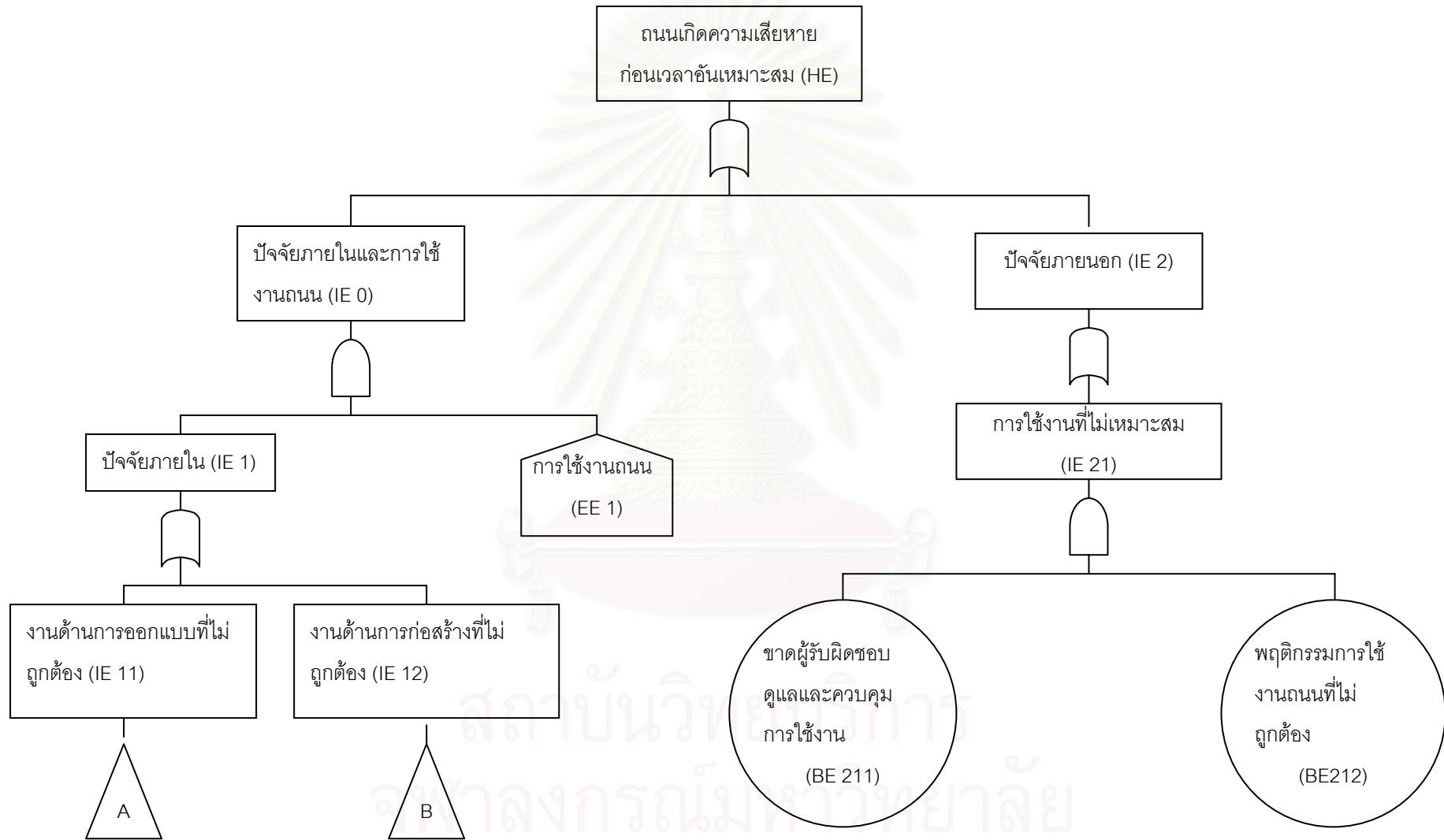
รูปที่ 4.1 (ก) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี



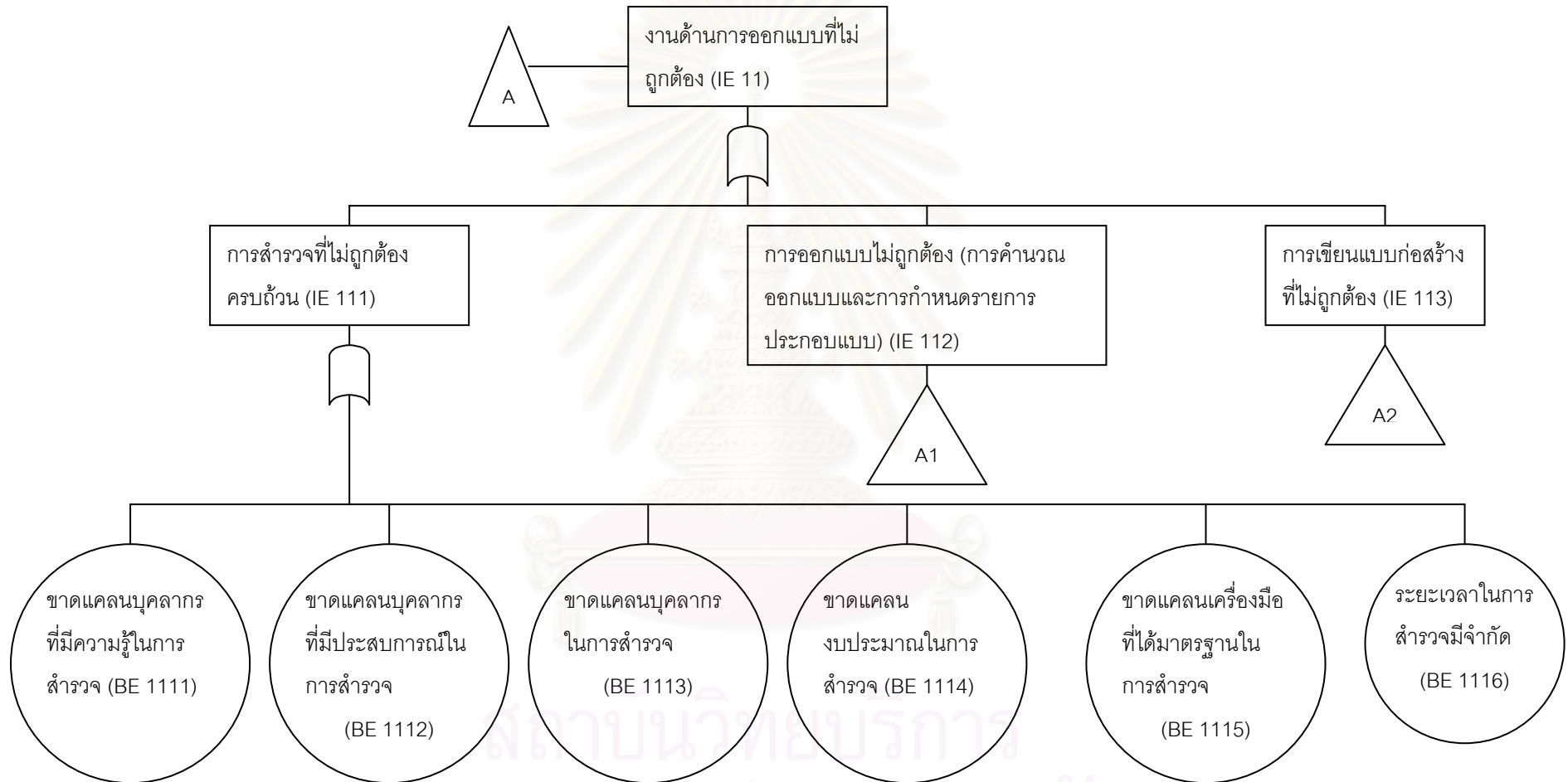
รูปที่ 4.1 (ข) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี



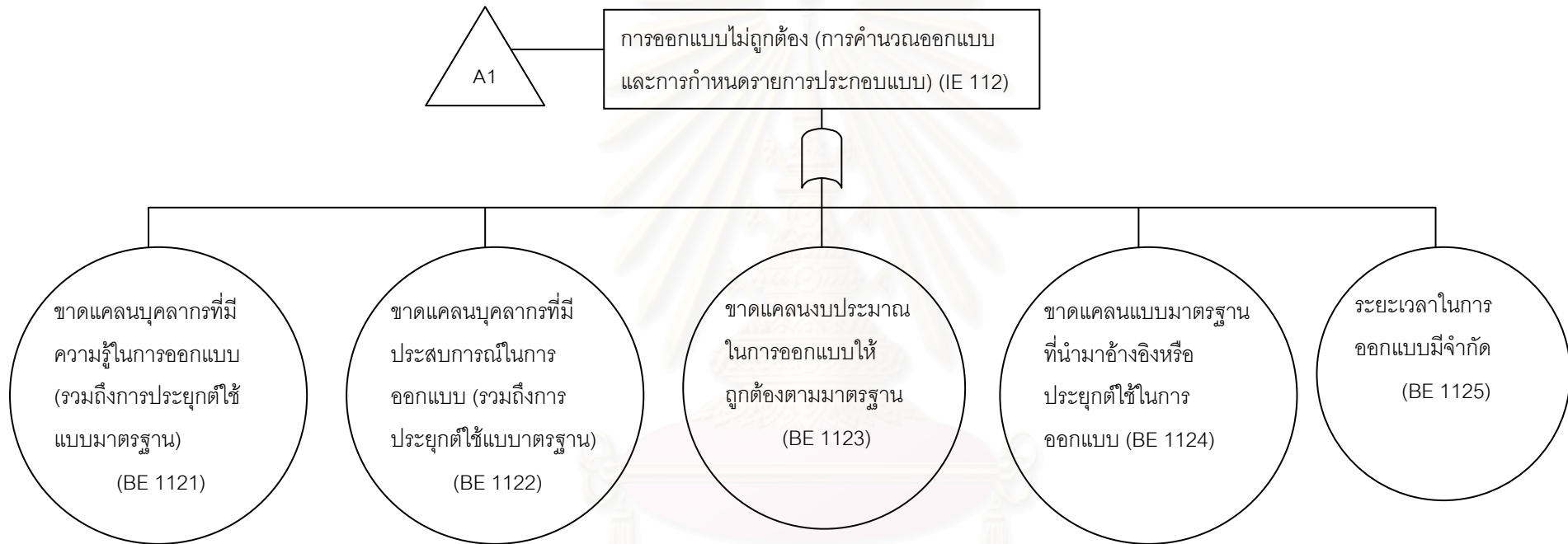
รูปที่ 4.1 (ค) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี

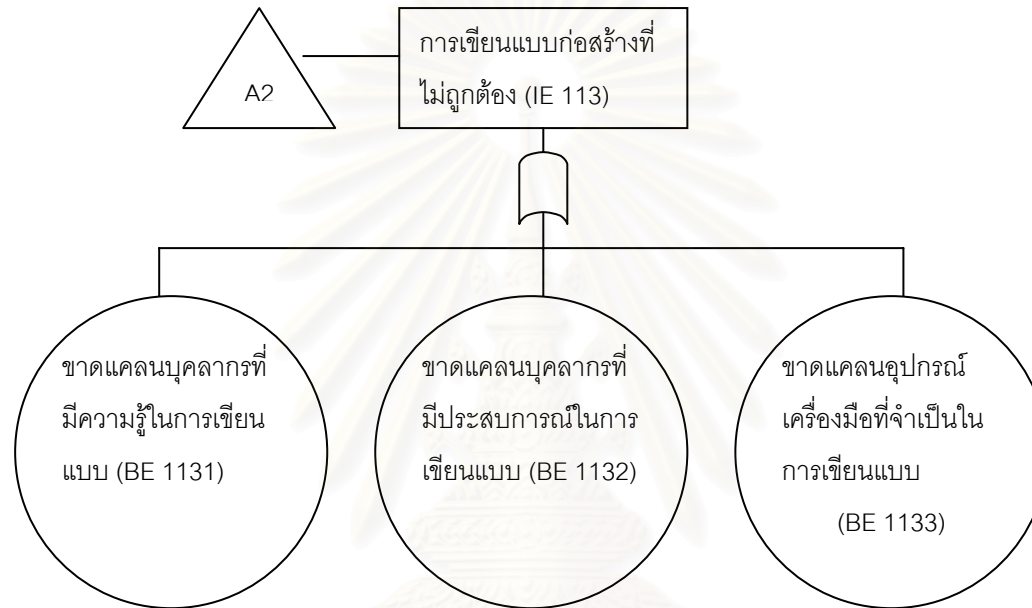


รูปที่ 4.2 (ก) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน

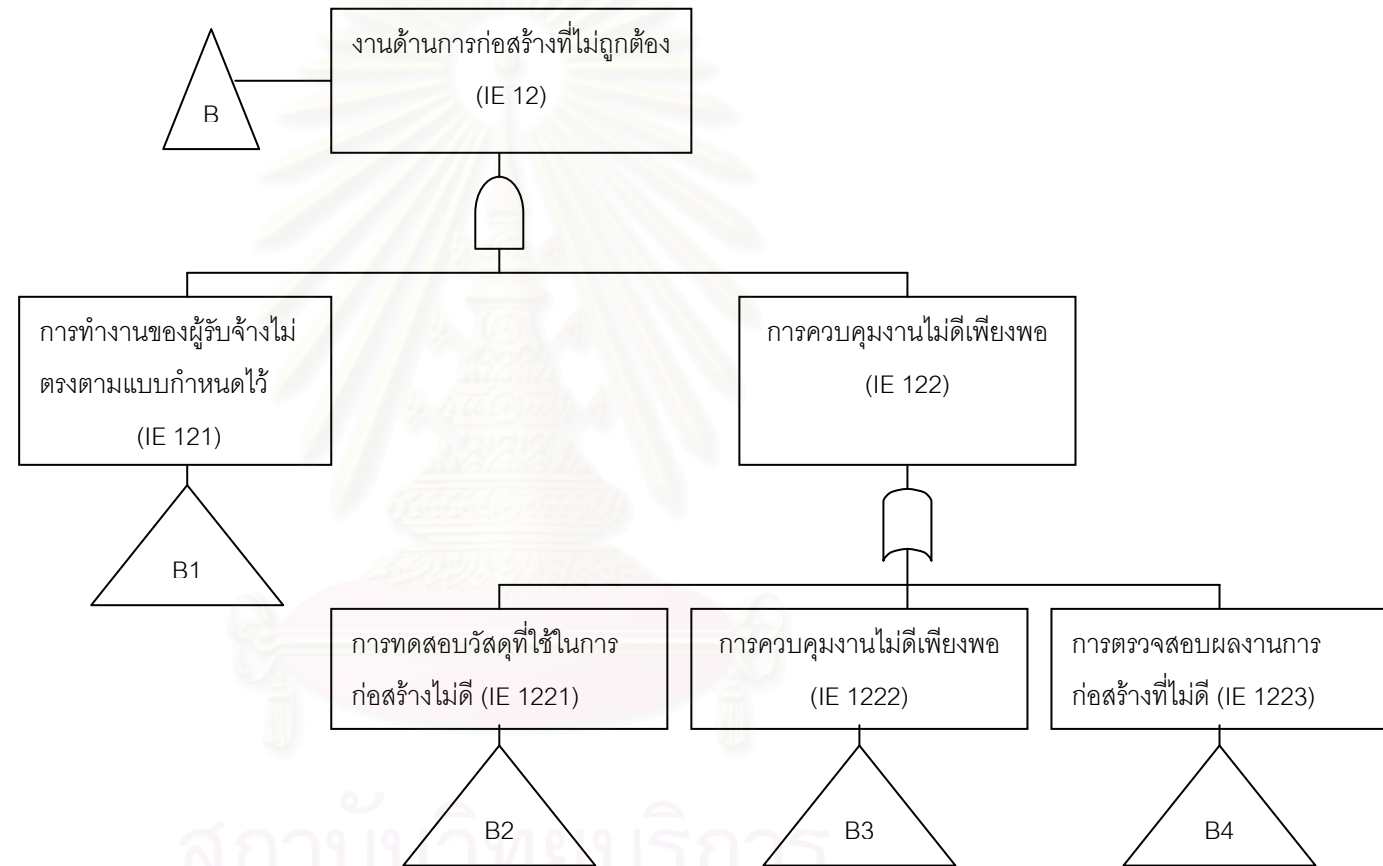


รูปที่ 4.2 (ข) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน

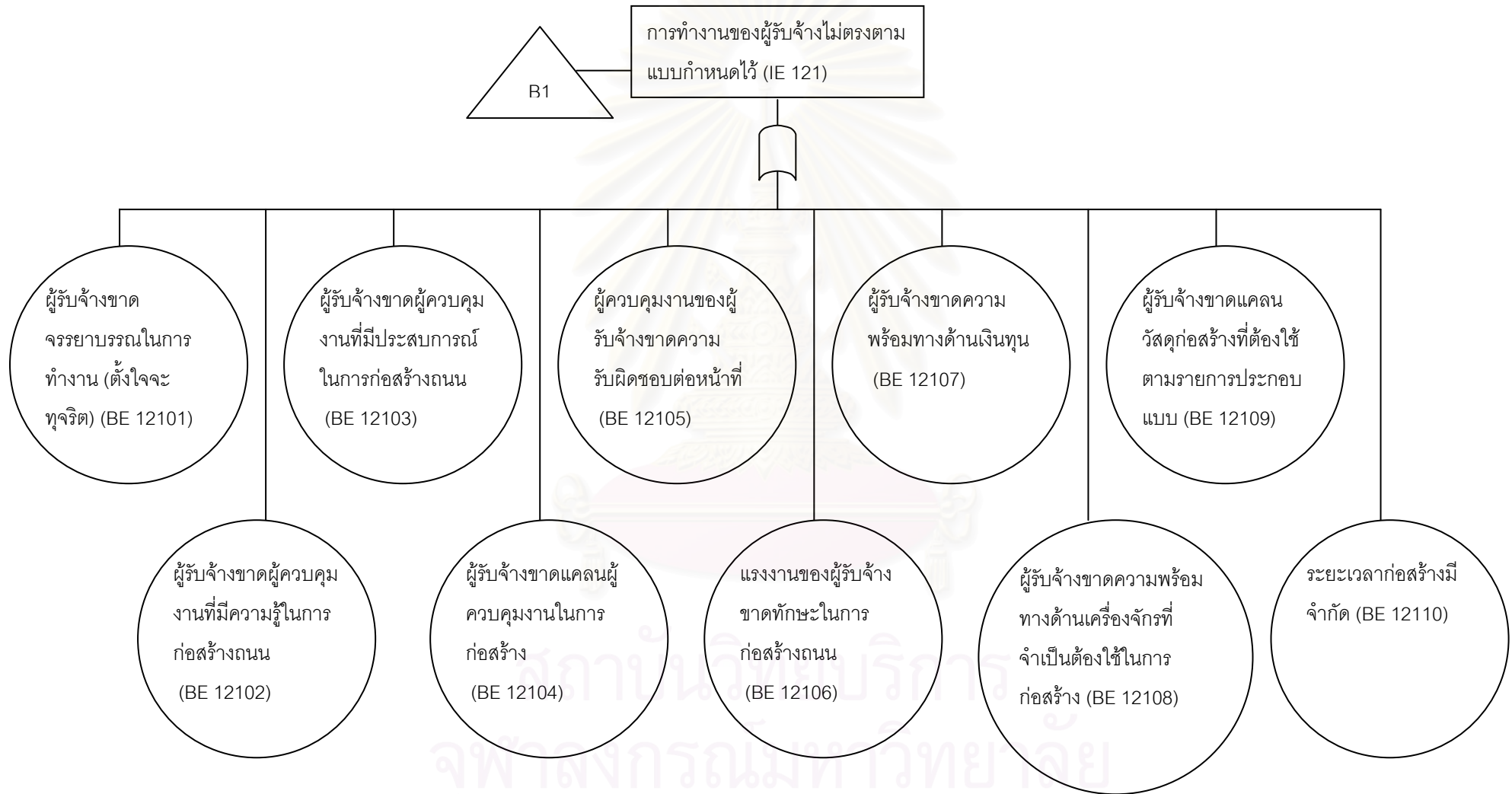




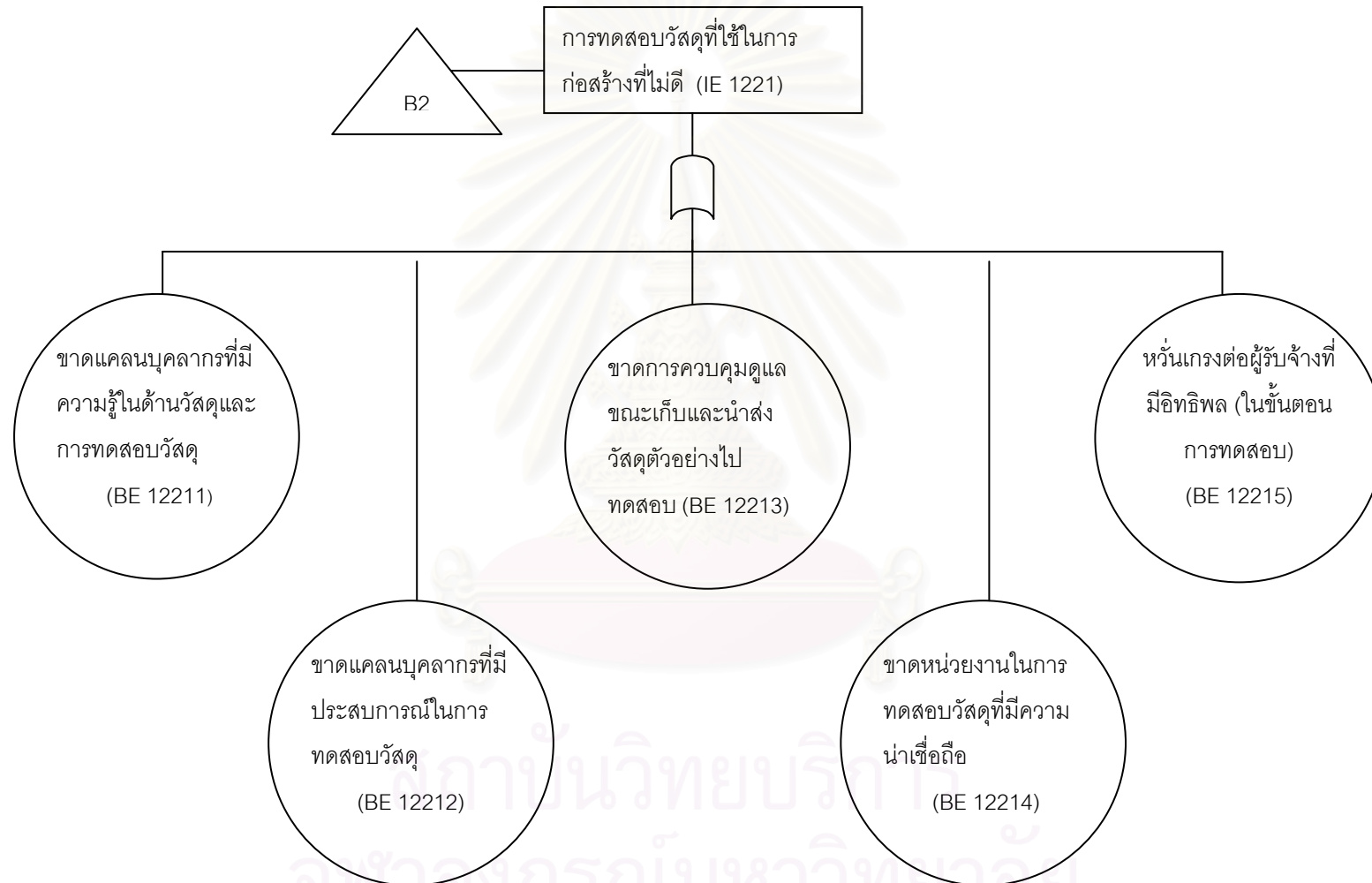
รูปที่ 4.2 (ง) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน



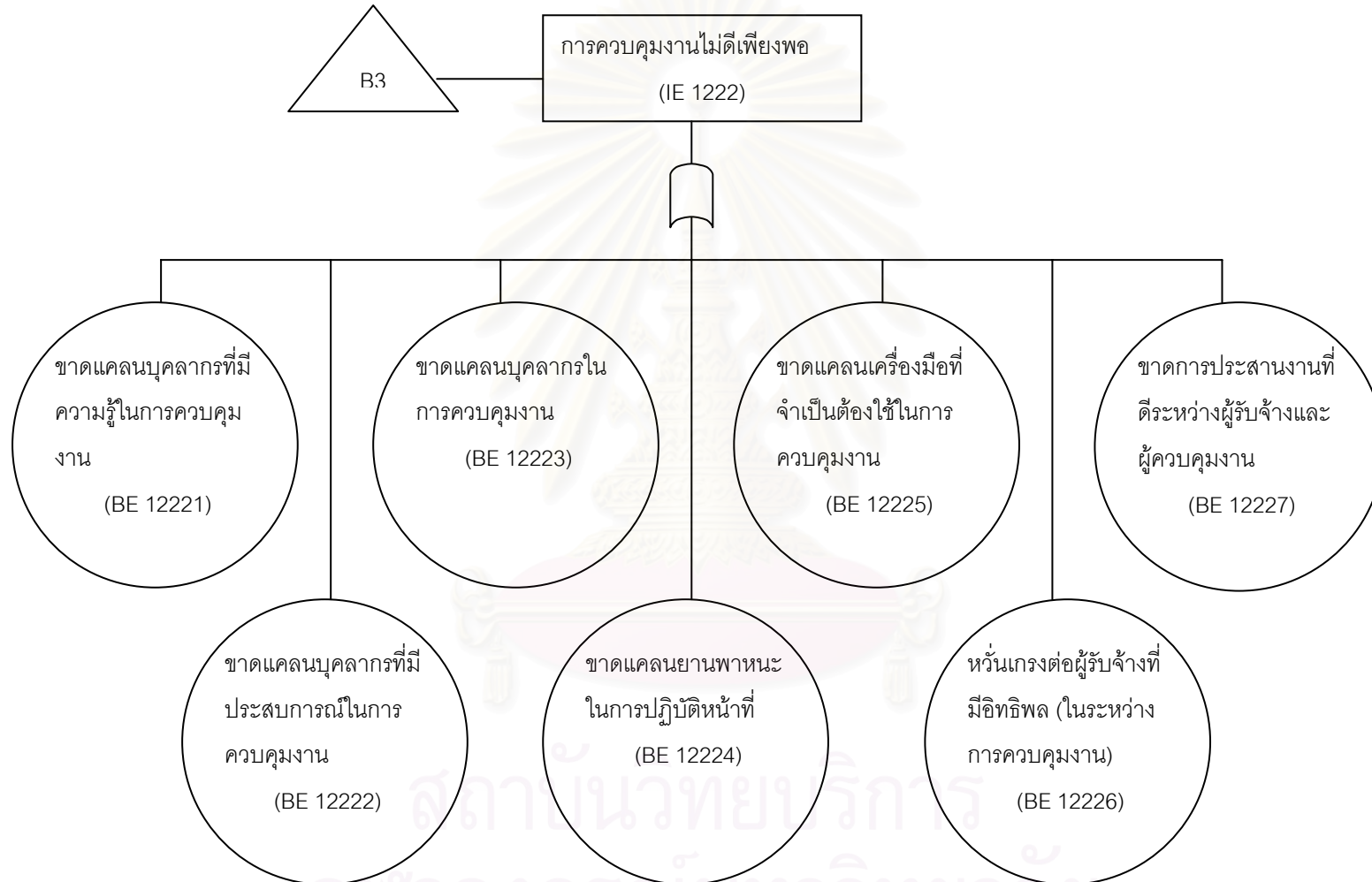
รูปที่ 4.2 (จ) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน



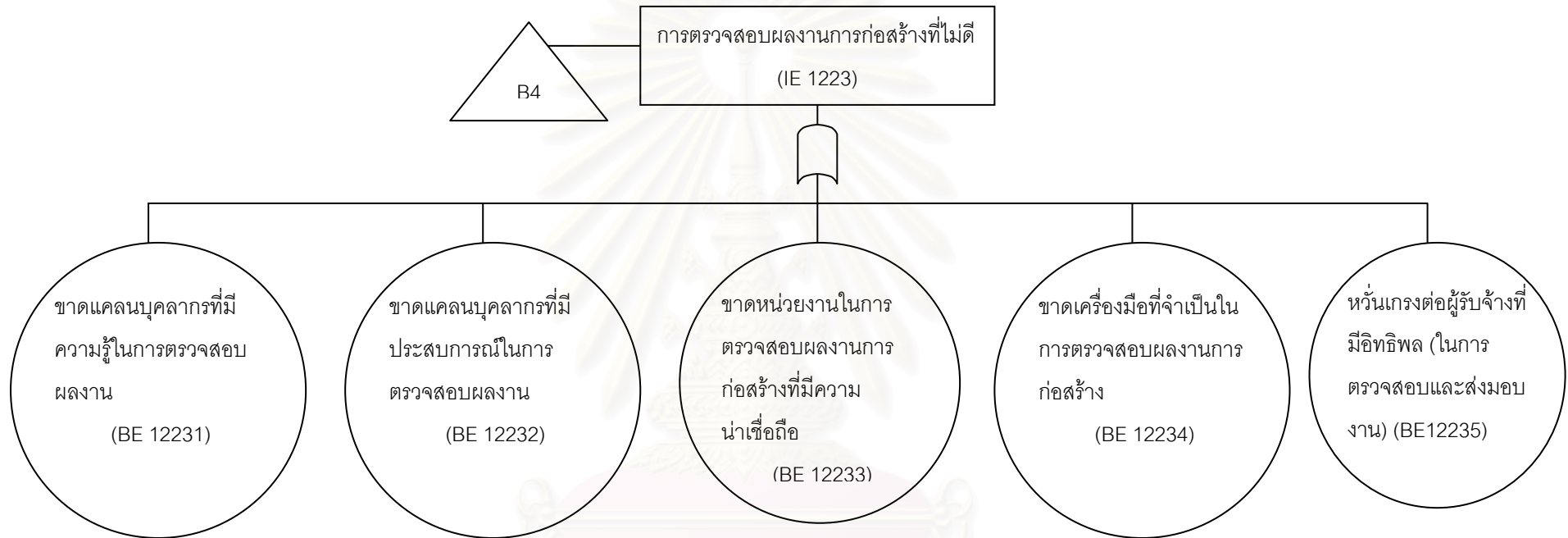
รูปที่ 4.2 (ฉ) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน



รูปที่ 4.2 (ข) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน



รูปที่ 4.2 (ข) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรี ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน



รูปที่ 4.2 (ณ) แสดงแผนภาพฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนน

จากแผนภาพฟลอทท์รีที่ได้ แสดงถึง เส้นทางของความผิดพลาดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม องค์ประกอบต่างๆ ในระบบที่มีผลต่อความเสียหายของถนน ความสัมพันธ์ของสาเหตุต่างๆ ในระบบ และจำนวนสาเหตุพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของถนน ซึ่งการวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมและความสำคัญของแต่ละชุดสาเหตุจะทำการวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณต่อไป

4.3 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Evaluation)

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นเชิงคุณภาพ ในการวิจัยนี้ต้องการวิเคราะห์หาผลลัพธ์เชิงคุณภาพ 2 แบบ คือ ชุดเหตุการณ์น้อยสุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม และความสำคัญเชิงคุณภาพของชุดเหตุการณ์น้อยสุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ซึ่งจะแสดงวิธีในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยสุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

การวิเคราะห์ชุดเหตุการณ์น้อยสุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ เป็นการหาชุดเหตุการณ์ที่ประกอบด้วยจำนวนเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ส่งผลให้ชุดเหตุการณ์นั้นทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นได้ในระบบ แผนภาพฟลอทท์รีแต่ละแผนภาพจะมีจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยสุดในแต่ละแผนภาพที่แน่นอน และจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยสุดของแผนภาพฟลอทท์รีจะขึ้นอยู่กับจำนวนเหตุการณ์พื้นฐาน ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์คั่นกลางและเหตุการณ์พื้นฐาน และระดับชั้นของความสัมพันธ์ในแผนภาพฟลอทท์รี สำหรับจำนวนองค์ประกอบในแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยสุดจะขึ้นอยู่กับ ระดับของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ ลักษณะความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ ระดับของเหตุการณ์พื้นฐาน และจำนวนเหตุการณ์พื้นฐาน

การวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยสุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. แปลงแผนภาพฟลอทท์รีไปเป็นสมการทางตรรกศาสตร์ (Boolean Equation)

2. แทนที่เหตุการณ์คั่นกลาง (Intermediate Causes) ต่างๆ ที่อยู่ในสมการด้วยเหตุการณ์ปฐมภูมิ (Primary Cause Event) สามารถแทนได้ทั้งจากบนลงล่าง (Top Down) และจากล่างขึ้นบน (Bottom Up)

3. ลดรูปสมการทางตรรกศาสตร์ให้อยู่ในรูปตามสมการที่ 2.1 และ 2.2 โดยใช้กฎทางพีชคณิต เช่น The distributive law, The law of absorption เป็นต้น

จากขั้นตอนการวิเคราะห์หา MCS ดังกล่าว เมื่อทำการวิเคราะห์ได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

1. แปลงแผนภาพฟลอทท์รีที่ได้ให้อยู่ในรูปสมการทางตรรกศาสตร์ จะได้ว่า

$$HE = IE_0 + IE_2 \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

$$IE_0 = IE_1 \bullet EE_1 \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

$$IE_2 = IE_{21} \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

$$IE_1 = IE_{11} + IE_{12} \quad \dots\dots\dots(4.4)$$

$$IE_{21} = BE_{211} \bullet BE_{212} \quad \dots\dots\dots(4.5)$$

$$IE_{11} = IE_{111} + IE_{112} + IE_{113} \quad \dots\dots\dots(4.6)$$

$$IE_{12} = IE_{121} \bullet IE_{122} \quad \dots\dots\dots(4.7)$$

$$IE_{111} = BE_{1111} + BE_{1112} + BE_{1113} + BE_{1114} + BE_{1115} + BE_{1116} \dots(4.8)$$

$$IE_{112} = BE_{1121} + BE_{1122} + BE_{1123} + BE_{1124} + BE_{1125} \quad \dots\dots\dots(4.9)$$

$$IE_{113} = BE_{1131} + BE_{1132} + BE_{1133} \quad \dots\dots\dots(4.10)$$

$$IE_{121} = BE_{12101} + BE_{12102} + BE_{12103} + BE_{12104} + BE_{12105} \\ + BE_{12106} + BE_{12107} + BE_{12108} + BE_{12109} + BE_{12110} \dots\dots\dots(4.11)$$

$$IE_{122} = IE_{1221} + IE_{1222} + IE_{1223} \quad \dots\dots\dots(4.12)$$

$$IE_{1221} = BE_{12211} + BE_{12212} + BE_{12213} + BE_{12214} + BE_{12215} \dots\dots\dots(4.13)$$

$$IE_{1222} = BE_{12221} + BE_{12222} + BE_{12223} + BE_{12224} + BE_{12225} \\ + BE_{12226} + BE_{12227} \quad \dots\dots\dots(4.14)$$

$$IE_{1223} = BE_{12231} + BE_{12232} + BE_{12233} + BE_{12234} + BE_{12235} \dots\dots\dots(4.15)$$

เมื่อแปลงแผนภาพฟลอทท์รีที่ได้ให้อยู่ในรูปสมการข้างต้นแล้ว ทำในขั้นตอนต่อไป

ในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 จะทำการวิเคราะห์ไปพร้อมๆ กัน โดยแทนที่เหตุการณ์คั่นกลางต่างๆ ที่อยู่ในสมการด้วยเหตุการณ์คั่นกลางหรือเหตุการณ์พื้นฐานที่อยู่ใต้เหตุการณ์คั่นกลางนั้นๆ ในการแทนที่ที่แสดงนี้เป็นการแทนที่จากข้างบนลงล่าง (Top Down) จนกว่าจะได้

เหตุการณ์ส่วนหัวที่อยู่ในรูปของเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมด ระหว่างการแทนที่เหตุการณ์คั่นกลาง สามารถลดรูปสมการที่ได้ เพื่อให้การวิเคราะห์สามารถทำได้สะดวกขึ้น

การทำตามขั้นตอนในข้อที่ 2 และข้อที่ 3 จะมีวิธีการและผลการวิเคราะห์ที่มีเนื้อหามาก ดังนั้นจึงจะแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ในบางส่วน สำหรับเนื้อหาการวิเคราะห์และผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงไว้ในภาคผนวก ง

ตัวอย่าง การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3

แทนที่สมการ 4.1 ด้วย สมการ 4.2 และ 4.3 จะได้

$$HE = IE 1 \bullet EE 1 + IE 2 \dots\dots\dots(4.16)$$

แทนที่สมการ 4.16 ด้วย สมการ 4.4 และ 4.5 จะได้

$$HE = (IE 11 + IE 12) \bullet EE 1 + (BE 211 \bullet BE 212) \dots\dots\dots(4.17)$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ 4.17 จะได้

$$HE = IE 11 \bullet EE 1 + IE 12 \bullet EE 1 + (BE 211 \bullet BE 212) \dots\dots\dots(4.18)$$

แทนที่สมการ 4.18 ด้วย สมการ 4.6 และ 4.7 จะได้

$$HE = (IE 111 + IE 112 + IE 113) \bullet EE 1 + (IE 121 \bullet IE 122) \bullet EE 1 + (BE 211 \bullet BE 212) \dots\dots\dots(4.19)$$

ใช้ Distribution Law และ Associative Law ในสมการ 4.19 จะได้

$$HE = IE 111 \bullet EE 1 + IE 112 \bullet EE 1 + IE 113 \bullet EE 1 + (IE 121 \bullet EE 1) \bullet IE 122 + (BE 211 \bullet BE 212) \dots\dots\dots(4.20)$$

แทนที่สมการ 4.20 ด้วย สมการ 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12 จะได้

$$HE = (BE 1111 + BE 1112 + BE 1113 + BE 1114 + BE 1115 + BE 1116) \bullet EE 1 + (BE 1121 + BE 1122 + BE 1123 + BE 1124 + BE 1125) \bullet EE 1 + (BE 1131 + BE 1132 + BE 1133) \bullet EE 1 + [(BE 12101 + BE 12102 + BE 12103 + BE 12104 + BE 12105 + BE 12106 + BE 12107 + BE 12108 + BE 12109 + BE 12110) \bullet EE 1] \bullet (IE 1221 + IE 1222 + IE 1223) + (BE 211 \bullet BE 212) \dots\dots\dots(4.21)$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ 4.21 จะได้

$$\begin{aligned}
 HE = & BE_{1111} \bullet EE_1 + BE_{1112} \bullet EE_1 + BE_{1113} \bullet EE_1 + BE_{1114} \bullet EE_1 + \\
 & BE_{1115} \bullet EE_1 + BE_{1116} \bullet EE_1 + BE_{1121} \bullet EE_1 + BE_{1122} \bullet EE_1 + BE_{1123} \bullet EE_1 \\
 & + BE_{1124} \bullet EE_1 + BE_{1125} \bullet EE_1 + BE_{1131} \bullet EE_1 + BE_{1132} \bullet EE_1 + BE_{1133} \\
 & \bullet EE_1 + [\{ BE_{12101} \bullet EE_1 + BE_{12102} \bullet EE_1 + BE_{12103} \bullet EE_1 + BE_{12104} \bullet EE_1 \\
 & + BE_{12105} \bullet EE_1 + BE_{12106} \bullet EE_1 + BE_{12107} \bullet EE_1 + BE_{12108} \bullet EE_1 + BE_{12109} \bullet EE_1 + BE_{12110} \bullet EE_1 \} \bullet (IE_{1221} + IE_{1222} + IE_{1223})] + (BE_{211} \bullet BE_{212}) \dots\dots\dots(4.22)
 \end{aligned}$$

ทำการวิเคราะห์ในลักษณะเดิม จนกระทั่ง ได้เหตุการณ์ส่วนหัวหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ (HE) ที่อยู่ในรูปของเหตุการณ์พื้นฐาน (BE) ดังสมการข้างล่างนี้

$$HE = M_1 + M_2 + \dots + M_k \dots\dots\dots(4.23)$$

$$M_i = X_1 \bullet X_2 \bullet \dots \bullet X_n \dots\dots\dots(4.24)$$

โดยที่ HE คือ เหตุการณ์ส่วนหัวหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

M_i , $i = 1$ ถึง k คือ ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

X_i , $i = 1$ ถึง n คือ เหตุการณ์พื้นฐาน

+ แทน ประตูดตรรกศาสตร์ “หรือ”

• แทน ประตูดตรรกศาสตร์ “และ”

จากการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.2 (รายละเอียดและคำอธิบายสัญลักษณ์ของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดทั้งหมดแสดงในภาคผนวก จ) พบว่า มีชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมทั้งหมด 185 ชุดเหตุการณ์ โดยแยกเป็น ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมที่มี 2 องค์ประกอบ จำนวน 15 ชุดเหตุการณ์ และชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมที่มี 3 องค์ประกอบ จำนวน 170 ชุดเหตุการณ์

ตารางที่ 4.2 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย

| No. | Minimal Cut Sets | No. | Minimal Cut Sets | No. | Minimal Cut Sets |
|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 65 | BE12103.EE1.BE12234 |
| 2 | BE1112.EE1 | 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 66 | BE12103.EE1.BE12235 |
| 3 | BE1113.EE1 | 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 67 | BE12104.EE1.BE12211 |
| 4 | BE1114.EE1 | 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 68 | BE12104.EE1.BE12212 |
| 5 | BE1115.EE1 | 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 69 | BE12104.EE1.BE12213 |
| 6 | BE1116.EE1 | 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 70 | BE12104.EE1.BE12214 |
| 7 | BE1121.EE1 | 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 71 | BE12104.EE1.BE12215 |
| 8 | BE1122.EE1 | 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 72 | BE12104.EE1.BE12221 |
| 9 | BE1123.EE1 | 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 73 | BE12104.EE1.BE12222 |
| 10 | BE1124.EE1 | 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 74 | BE12104.EE1.BE12223 |
| 11 | BE1125.EE1 | 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 75 | BE12104.EE1.BE12224 |
| 12 | BE1131.EE1 | 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 76 | BE12104.EE1.BE12225 |
| 13 | BE1132.EE1 | 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 77 | BE12104.EE1.BE12226 |
| 14 | BE1133.EE1 | 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 78 | BE12104.EE1.BE12227 |
| 15 | BE211.BE212 | 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 79 | BE12104.EE1.BE12231 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 80 | BE12104.EE1.BE12232 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 81 | BE12104.EE1.BE12233 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 82 | BE12104.EE1.BE12234 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 83 | BE12104.EE1.BE12235 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 84 | BE12105.EE1.BE12211 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 85 | BE12105.EE1.BE12212 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 86 | BE12105.EE1.BE12213 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 87 | BE12105.EE1.BE12214 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 88 | BE12105.EE1.BE12215 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 89 | BE12105.EE1.BE12221 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 90 | BE12105.EE1.BE12222 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 91 | BE12105.EE1.BE12223 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 92 | BE12105.EE1.BE12224 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 93 | BE12105.EE1.BE12225 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 94 | BE12105.EE1.BE12226 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 95 | BE12105.EE1.BE12227 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 96 | BE12105.EE1.BE12231 |

ตารางที่ 4.2 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย (ต่อ)

| No. | Minimal Cut Sets | No. | Minimal Cut Sets | No. | Minimal Cut Sets |
|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 157 | BE12109.EE1.BE12221 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 158 | BE12109.EE1.BE12222 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 159 | BE12109.EE1.BE12223 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 160 | BE12109.EE1.BE12224 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 161 | BE12109.EE1.BE12225 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 162 | BE12109.EE1.BE12226 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 163 | BE12109.EE1.BE12227 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 164 | BE12109.EE1.BE12231 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 165 | BE12109.EE1.BE12232 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 166 | BE12109.EE1.BE12233 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 167 | BE12109.EE1.BE12234 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 168 | BE12109.EE1.BE12235 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 169 | BE12110.EE1.BE12211 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 170 | BE12110.EE1.BE12212 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 171 | BE12110.EE1.BE12213 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 172 | BE12110.EE1.BE12214 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 173 | BE12110.EE1.BE12215 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 174 | BE12110.EE1.BE12221 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 175 | BE12110.EE1.BE12222 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 176 | BE12110.EE1.BE12223 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 177 | BE12110.EE1.BE12224 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 178 | BE12110.EE1.BE12225 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 179 | BE12110.EE1.BE12226 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 180 | BE12110.EE1.BE12227 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 181 | BE12110.EE1.BE12231 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 182 | BE12110.EE1.BE12232 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 183 | BE12110.EE1.BE12233 |
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 184 | BE12110.EE1.BE12234 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 185 | BE12110.EE1.BE12235 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 156 | BE12109.EE1.BE12215 | | |

จากผลการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม แสดงให้เห็นว่า ถนนที่ทำการออกแบบและควบคุมการก่อสร้างโดยส่วนโยธาของ อบต. นั้น สามารถเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมได้ โดยมีสาเหตุจากการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดชุดใดชุดหนึ่งใน 185 ชุดเหตุการณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ หรืออาจเกิดจากการเกิดขึ้นร่วมกันของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดชุดใดชุดหนึ่งใน 185 ชุดก็ได้

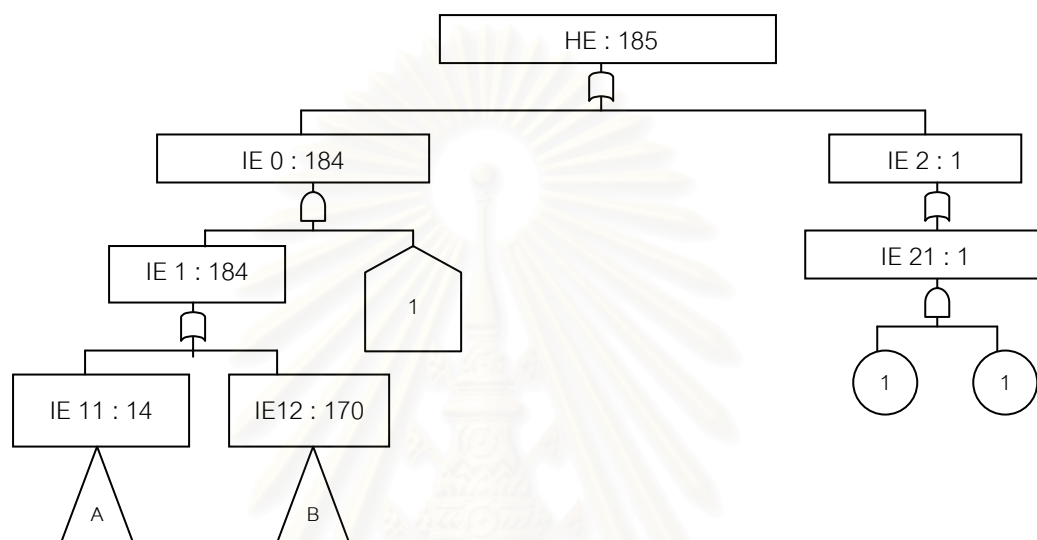
การเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด คือ การเกิดของเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ดังนั้น การเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม จะต้องเกิดเหตุการณ์พื้นฐานในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดนั้นๆ ทั้ง 2 เหตุการณ์พร้อมกัน จึงทำให้ถนนเกิดความเสียหายได้ และในทำนองเดียวกัน การเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 3 องค์ประกอบ ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม จะต้องเกิดเหตุการณ์พื้นฐานในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดนั้นๆ ทั้ง 3 เหตุการณ์พร้อมกัน

จากการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด พบว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ มีจำนวน 15 ชุดเหตุการณ์ และชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 3 องค์ประกอบ มีจำนวน 170 ชุดเหตุการณ์ จะเห็นได้ว่าจำนวนองค์ประกอบของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดจะขึ้นอยู่กับลักษณะของแผนภาพฟอลท์ทรี ซึ่งได้แก่ ประเภทของความสัมพันธ์ และตำแหน่งของความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ของสาเหตุนำเข้าเป็นแบบ “หรือ” ไม่เพิ่มจำนวนองค์ประกอบให้กับชุดสาเหตุน้อยที่สุด แต่ถ้าความสัมพันธ์ของสาเหตุนำเข้าเป็นแบบ “และ” จะทำให้ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดมีองค์ประกอบเพิ่มขึ้น สำหรับตำแหน่งของความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์แบบ “หรือ” ไม่มีผลต่อจำนวนองค์ประกอบ แต่ถ้าเป็นความสัมพันธ์แบบ “และ” จะมีผลต่อจำนวนองค์ประกอบของชุดสาเหตุที่อยู่ภายใต้ความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังเห็นได้จาก เหตุการณ์ภายนอก “การใช้งานถนน” ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ “และ” กับปัจจัยภายใน ทำให้ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในส่วนของปัจจัยภายในไม่ว่าด้านการออกแบบหรือด้านการก่อสร้างจะมีเหตุการณ์นี้เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

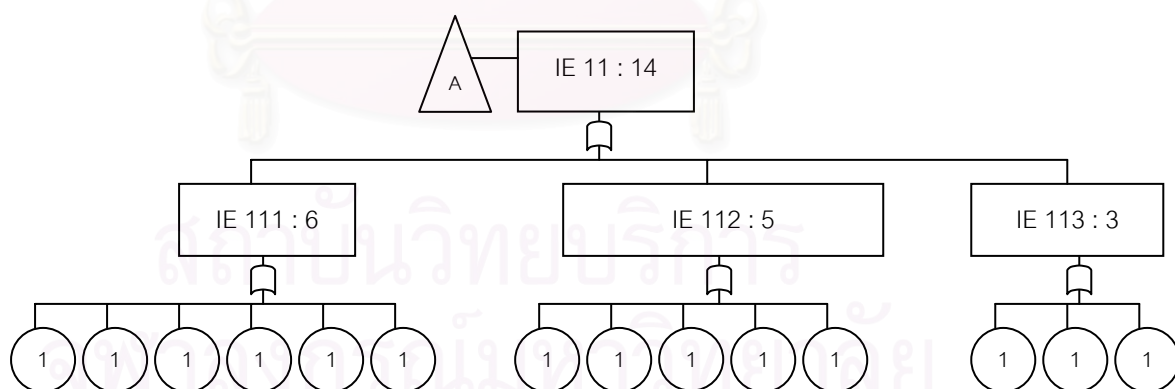
จากแผนภาพฟอลท์ทรี ความสัมพันธ์ของงานในด้านการออกแบบมีความสัมพันธ์กันแบบ “หรือ” ส่วนความสัมพันธ์ของงานในด้านการก่อสร้างมีความสัมพันธ์กันแบบ “และ” ในบางส่วนจึงส่งผลให้ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีองค์ประกอบของงานด้านการออกแบบมีจำนวนองค์ประกอบน้อยกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีองค์ประกอบของงานด้านการก่อสร้าง

นอกจากนี้ จากผลการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดพบว่า มีจำนวนของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดจำนวน 185 ชุดเหตุการณ์นั้น เราสามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ได้ โดยใช้หลักการของ Boolean Algebra นั่นคือ ถ้าสาเหตุนำเข้าผ่านประตูตรรกศาสตร์ “และ” ให้นำจำนวนสาเหตุมาคูณกัน แต่ถ้าสาเหตุนำเข้าผ่านประตูตรรกศาสตร์

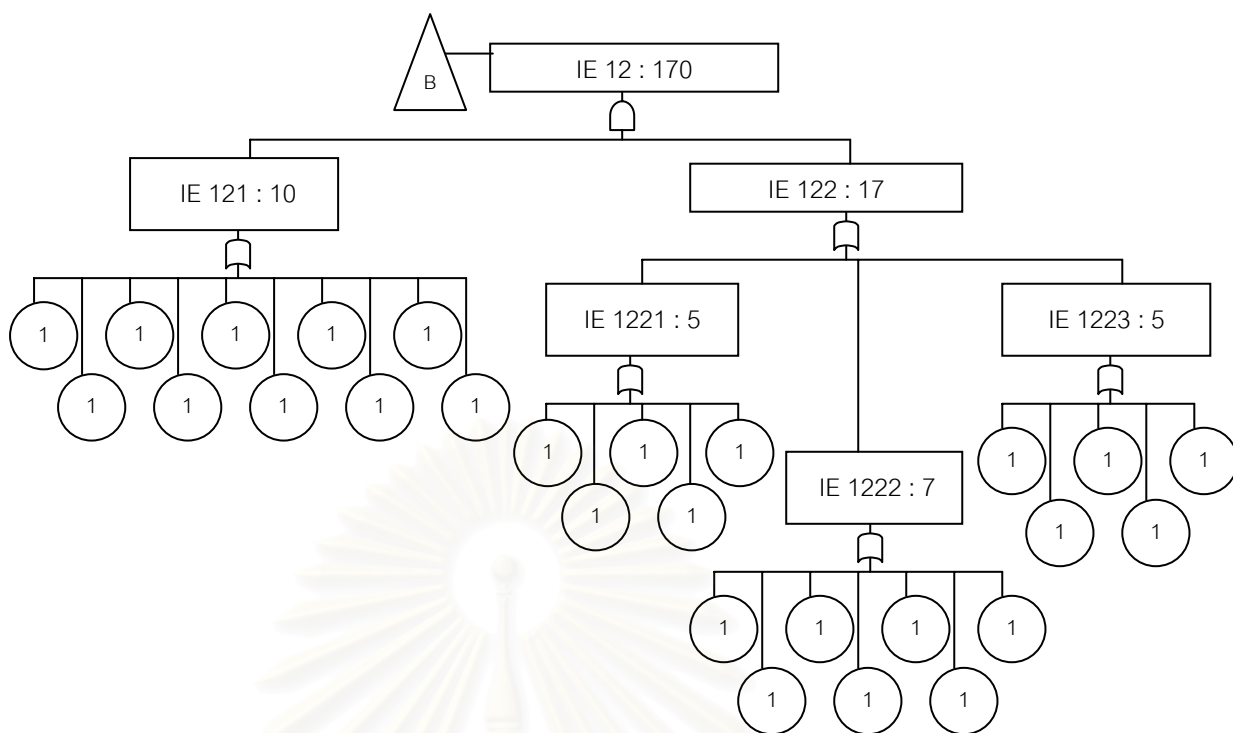
“หรือ” ให้นำจำนวนสาเหตุมาบวกกัน โดยทำการคำนวณจากล่างขึ้นบนจนถึงเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ของระบบก็จะทราบจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดทั้งหมดของระบบได้ จากหลักการดังกล่าวเราสามารถตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 แสดงการหาจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมได้



รูปที่ 4.3 (ก) แสดงการหาจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด



รูปที่ 4.3 (ข) แสดงการหาจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด



รูปที่ 4.3 (ค) แสดงการหาจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.3 ที่แสดงการตรวจสอบจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม จากการตรวจสอบทำให้ทราบว่า จำนวนของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดขึ้นอยู่กับจำนวนเหตุการณ์พื้นฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุนำเข้า ตำแหน่งของเหตุการณ์พื้นฐาน และตำแหน่งของความสัมพันธ์ในแผนภาพฟอลท์ทรี

4.3.2 การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์เพื่อบอกถึงความสำคัญหรือความมีอิทธิพลของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีผลต่อการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ การวิเคราะห์ความสำคัญใช้หลักการที่ว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดมากที่สุดจะมีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์มากที่สุด แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ความสำคัญในบทนี้เป็นการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ ซึ่งจะนำค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดมาวิเคราะห์ แต่อาศัยหลักการที่ว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบเหตุการณ์ในชุดเหตุการณ์นั้นจำนวนน้อยที่สุด มีโอกาสในการเกิดชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของชุดเหตุการณ์นั้นได้ง่ายที่สุดหรือสูงที่สุด เนื่องจาก เหตุการณ์พื้นฐานในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดมีโอกาสเกิดขึ้นพร้อมๆ กันได้ง่ายกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวน

องค์ประกอบมาก ตัวอย่างเช่น ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด A ประกอบด้วยเหตุการณ์ B และ C ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด T ประกอบด้วยเหตุการณ์ X Y และ Z ชุดเหตุการณ์ A มีโอกาสเกิดได้ง่ายกว่าชุดเหตุการณ์ T เนื่องจาก ชุดเหตุการณ์ A เกิดขึ้นเมื่อ เหตุการณ์ B และเหตุการณ์ C เกิดขึ้นพร้อมกัน ส่วนชุดเหตุการณ์ T เกิดขึ้นได้เมื่อ เหตุการณ์ X เหตุการณ์ Y และเหตุการณ์ Z เกิดขึ้นพร้อมกัน ซึ่ง เหตุการณ์ 3 เหตุการณ์เกิดขึ้นพร้อมย่อมจะยากกว่าเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์เกิดขึ้นพร้อมกัน (การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ) จากหลักการดังกล่าว จึงนำมาซึ่งวิธีในการวิเคราะห์หาความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในเชิงคุณภาพ

ในการหาความสำคัญเชิงคุณภาพ ของเหตุการณ์ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม สามารถทำได้โดยการเรียงลำดับ MCS ตามขนาดขององค์ประกอบ โดยเริ่มจาก MCS ที่มีองค์ประกอบน้อยที่สุดเรียงไปหา MCS ที่มีองค์ประกอบมากที่สุด

จากการเรียงลำดับชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งพบว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ มีจำนวน 15 ชุดเหตุการณ์ และชุดเหตุการณ์ที่มี 3 องค์ประกอบ มีจำนวน 170 ชุดเหตุการณ์

จากการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ สามารถสรุปได้ว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จะมีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อการเกิดความเสียหายของถนนก่อนเวลาอันเหมาะสมมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 3 องค์ประกอบ ตามหลักการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพที่ได้กล่าวไปแล้ว

จากการหาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม จะเห็นได้ว่า จำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่เกิดจากงานด้านการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง มีจำนวนองค์ประกอบน้อยกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่เกิดจากงานด้านการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้งานด้านการออกแบบที่ไม่ถูกต้องมีองค์ประกอบของชุดเหตุการณ์ที่น้อยกว่า เนื่องจาก งานที่อยู่ภายใต้การออกแบบมีความสัมพันธ์กันแบบ “หรือ” ส่วนงานที่อยู่ภายใต้การก่อสร้างมีความสัมพันธ์กันแบบ “และ” (ระหว่างการก่อสร้างและการควบคุมงาน) จึงทำให้มีจำนวนองค์ประกอบในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในด้านการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้องมากกว่า เมื่อสังเกตความแตกต่างระหว่างงานด้านการออกแบบและงานด้านการก่อสร้าง จะพบว่า งานทั้ง 2 ด้านมีความแตกต่างกันในเรื่องของการตรวจสอบและการควบคุมงาน ซึ่งพบว่า ในส่วนของงานด้านการออกแบบจะไม่มี การตรวจสอบหรือควบคุม จึงทำให้จำนวนองค์ประกอบในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในงานด้านการออกแบบมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนองค์ประกอบในชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในงานด้านการก่อสร้าง และมีโอกาสในการเกิดความผิดพลาดมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในด้านการก่อสร้างที่มีการควบคุมการก่อสร้างของผู้รับจ้างจากผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกชั้นหนึ่ง ส่วนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในด้านการใช้งานที่มีจำนวนองค์ประกอบน้อยเพราะมีจำนวน

เหตุการณ์พื้นฐานน้อยและ ความสัมพันธ์ในตำแหน่งที่สูงกว่าไปเชื่อมต่อกับเหตุการณ์อื่นด้วยความสัมพันธ์ “หรือ” จึงไม่จำเป็นต้องรวมกับเหตุการณ์อื่นก็สามารถทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ได้

4.4 บทสรุป

การนิยามระบบ กล่าวถึง การวัดคุณภาพของถนนโดยใช้ความเสียหายของถนนเป็นตัวชี้วัด เนื่องจาก สามารถชี้ถึงคุณภาพของถนนในมิติต่างๆ ตามที่ Gravin (1988) กล่าวไว้ได้ครอบคลุมมากที่สุด ความเสียหายของถนนเกิดจากหลายสาเหตุ ในการวิจัยนี้พิจารณา สาเหตุทางตรงที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย ได้แก่ การออกแบบ การก่อสร้างและการใช้งาน การออกแบบและการก่อสร้างเป็นปัจจัยภายในที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย การเกิดความเสียหายอาจเกิดจากเหตุการณ์ใดหรือเหตุการณ์หนึ่งก็ได้ สำหรับการใช้งานถนนเป็นปัจจัยภายนอกที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย ในขั้นตอนการออกแบบและการก่อสร้างสามารถแยกออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ อีก หากเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนย่อยจะทำให้ถนนเกิดความเสียหายได้ สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายในการออกแบบและการก่อสร้าง เกิดจากการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม

การสร้างแผนภาพฟอลท์ทรีใช้ข้อมูลที่ได้จากการนิยามระบบมาสร้างเป็นแผนภาพฟอลท์ทรี ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์และสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาด จากแผนภาพฟอลท์ทรีพบเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมด 43 เหตุการณ์

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ มีการวิเคราะห์ 2 แบบ คือ การวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย และการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย คือ ชุดของเหตุการณ์หรือปัจจัยที่ประกอบด้วยเหตุการณ์พื้นฐานที่ต้องเกิดขึ้นพร้อมกันจึงจะทำให้ถนนเกิดความเสียหาย การวิเคราะห์ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย พบ ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดจำนวน 185 ปัจจัย ประกอบด้วยชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ จำนวน 15 ปัจจัย ชุดเหตุการณ์ที่มี 3 องค์ประกอบจำนวน 170 ปัจจัย แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2 และภาคผนวก จ ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ เป็นการหาความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายในเชิงคุณภาพ พบว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ มีความสำคัญมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 3 องค์ประกอบ เนื่องจาก มีโอกาสเกิดขึ้นได้ง่ายกว่า อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถระบุได้ว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบเท่ากันชุดใดมีความสำคัญมากกว่ากัน จึงมีการวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณซึ่งนำเสนอในบทต่อไป

บทที่ 5

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการ

ในบทที่ 4 ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ปัจจัยและระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงคุณภาพ แต่เนื่องจาก การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยในเชิงคุณภาพไม่สามารถบ่งบอกถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้อย่างชัดเจน จึงนำมาซึ่ง การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณ ในบทนี้กล่าวถึง การเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยในเชิงปริมาณ การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ของระบบ และการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ

5.1 การเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน

ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยโดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณนั้น จำเป็นต้องทราบถึงความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสำคัญของปัจจัย นอกจากนี้ ยังสามารถนำค่าความน่าจะเป็นที่ได้มาวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของระบบได้อีกด้วย

การเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน เนื่องจากไม่มีการเก็บสถิติการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐานมาก่อน จึงต้องทำการเก็บข้อมูลเองโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลพื้นฐานดังกล่าว การสร้างแบบสอบถามใช้ข้อมูลปัญหาและสาเหตุที่ได้จากแผนภาพฟอลท์ทรีในบทที่ 4 มาใช้ในการสร้างแบบสอบถาม แบบสอบถามจะสอบถามถึงความถี่ในการเกิดของสาเหตุหรือเหตุการณ์พื้นฐาน รายละเอียดของแบบสอบถาม แสดงในภาคผนวก ฉ

การส่งแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถาม คือ หัวหน้าส่วนโยธาของ อบต. เนื่องจากเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบงานด้านก่อสร้างทั้งหมดของ อบต. การตอบแบบสอบถามจะให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา โดยมีความถี่ทั้งหมด 5 ระดับ จาก 1 ถึง 5 โดยเริ่มจากความถี่ของสาเหตุต่ำสุด จนถึงสูงสุด จากนั้นนำค่าที่ได้มาแปลงเป็นค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานต่างๆ ตามที่ต้องการ

ในการวิจัยนี้ ต้องการความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ร้อยละ 95 จากจำนวน อบต. ทั้งหมดทั่วประเทศจำนวน 6,745 แห่ง ซึ่งจำเป็นต้องใช้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 363 อบต. ในการวิจัยนี้ ได้ส่ง

แบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 1,136 ชุด กระจายตามระดับชั้นของ อบต. และกระจายตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ครอบคลุมแต่ละ อบต. มากที่สุด ดังแสดงรายละเอียดการส่งแบบสอบถามและจำนวนที่ได้รับการตอบกลับในตารางที่ 5.1

ตาราง 5.1 แสดงจำนวน อบต. ทั้งหมด จำนวนแบบสอบถามที่ส่งและที่ได้รับการตอบกลับ

| ระดับชั้น | จำนวน อบต. | จำนวนที่ความเชื่อมั่น 95 % | จำนวนแบบสอบถามที่ส่ง | จำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับ | ร้อยละที่ตอบกลับ ⁽¹⁾ |
|-----------|------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1 | 75 | 63 | 75 | 40 | 63/53 |
| 2 | 78 | 64 | 78 | 35 | 55/49 |
| 3 | 205 | 132 | 205 | 82 | 62/40 |
| 4 | 843 | 264 | 330 | 141 | 53/43 |
| 5 | 5,544 | 358 | 448 | 165 | 46/37 |
| รวม | 6,745 | 881 ⁽²⁾ | 1,136 | 463 | 53/41 |

หมายเหตุ

- ร้อยละที่ตอบกลับเทียบกับจำนวนที่ความเชื่อมั่น 95 % และเทียบกับจำนวนแบบสอบถามที่ส่งตามลำดับ
- เป็นผลรวมของจำนวนตัวอย่างที่ความเชื่อมั่น 95 % ในแต่ละระดับชั้นของ อบต. แต่ถ้าคิดจำนวนตัวอย่างที่ความเชื่อมั่น 95 % จากจำนวน อบต. ทั้งหมด จะต้องการจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 363 อบต.

ในการส่งแบบสอบถามของงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า จำนวนแบบสอบถามที่ได้รับการตอบกลับมีจำนวน 463 ชุด คิดเป็นร้อยละ 41 ของแบบสอบถามที่ส่งไปทั้งหมด และมีจำนวนในการตอบกลับมากกว่าจำนวนตัวอย่างที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตามที่ต้องการในการวิจัยนี้ และจากแบบสอบถามที่ได้รับการตอบกลับ ทำให้ทราบค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 1111 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ | 0.49 |
| BE 1112 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ | 0.51 |
| BE 1113 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ | 0.57 |
| BE 1114 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ | 0.58 |
| BE 1115 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | 0.61 |
| BE 1116 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | 0.60 |
| BE 1121 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบและการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐาน | 0.43 |
| BE 1122 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบและการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐาน | 0.45 |
| BE 1123 | ขาดแคลนงบประมาณในการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐาน | 0.53 |
| BE 1124 | ขาดแคลนแบบมาตรฐานที่นำมาอ้างอิงหรือประยุกต์ใช้ในการออกแบบ | 0.38 |
| BE 1125 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด | 0.55 |
| BE 1131 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการเขียนแบบ | 0.36 |
| BE 1132 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบ | 0.37 |
| BE 1133 | ขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการเขียนแบบ | 0.35 |
| BE 12101 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงาน | 0.56 |
| BE 12102 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน | 0.59 |
| BE 12103 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนน | 0.55 |
| BE 12104 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้าง | 0.57 |
| BE 12105 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ | 0.54 |
| BE 12106 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนน | 0.55 |
| BE 12107 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุน | 0.44 |
| BE 12108 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้าง | 0.53 |
| BE 12109 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบ | 0.36 |
| BE 12110 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัด | 0.23 |
| BE 12211 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ | 0.48 |
| BE 12212 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ | 0.50 |

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน (ต่อ)

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 12213 | ขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ | 0.42 |
| BE 12214 | ขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ | 0.27 |
| BE 12215 | หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพลในช่วงทดสอบวัสดุ | 0.42 |
| BE12221 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน | 0.27 |
| BE 12222 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน | 0.26 |
| BE 12223 | ขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน | 0.31 |
| BE 12224 | ขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ | 0.54 |
| BE 12225 | ขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน | 0.48 |
| BE 12226 | หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพลในช่วงการควบคุมงาน | 0.41 |
| BE 12227 | ขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน | 0.40 |
| BE 12231 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน | 0.36 |
| BE 12232 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน | 0.36 |
| BE 12233 | ขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ | 0.34 |
| BE 12234 | ขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง | 0.48 |
| BE 12235 | หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพลในช่วงการตรวจสอบผลงาน | 0.40 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.64 |
| BE 212 | พฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.78 |
| EE 1 | การใช้งานถนน | 0.50 |

จากข้อมูลความน่าจะเป็น ดังแสดงในตารางที่ 5.2 พบว่า เหตุการณ์พื้นฐานที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุด 5 อันดับแรก คือ พฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง ขาดผู้รับผิดชอบดูแลและควบคุมการใช้งานถนน ขาดแคลนเครื่องมือในการสำรวจที่ได้มาตรฐานในการสำรวจระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด และผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนตามลำดับ

ในตารางที่ 5.3 ถึง ตารางที่ 5.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นสูงสุดใน 5 อันดับแรก ของแต่ละระดับชั้นของ อบต. สำหรับค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 1

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 212 | พฤติกรรมกรใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.78 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.60 |
| BE 1125 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด | 0.58 |
| BE 1116 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | 0.53 |
| BE 12106 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนน | 0.53 |

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 2

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 212 | พฤติกรรมกรใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.78 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.60 |
| BE 1116 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | 0.58 |
| BE 12224 | ขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ | 0.53 |
| BE 12102 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน | 0.53 |

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 3

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 212 | พฤติกรรมกรใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.78 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.63 |
| BE 1116 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | 0.63 |
| BE 1115 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | 0.58 |
| BE 12102 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน | 0.56 |

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 4

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|--|---------------|
| BE 212 | พฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.81 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.68 |
| BE 1115 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | 0.65 |
| BE 1114 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ | 0.62 |
| BE 1116 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | 0.62 |

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 5

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 212 | พฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.77 |
| BE 1114 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ | 0.67 |
| BE 1115 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | 0.66 |
| BE 12102 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน | 0.65 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.64 |

จากข้อมูลความน่าจะเป็นที่ได้ จะเห็นได้ว่า อบต. ทุกระดับชั้น มีปัญหาในด้านการใช้งานถนน พฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง และขาดผู้รับผิดชอบดูแลและควบคุมการใช้งาน การสำรวจเบื้องต้นโดยการสัมภาษณ์หัวหน้าส่วนโยธา พบว่า ปัญหาในการใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสมที่พบมาก คือ มีการใช้งานของรถบรรทุกที่มีน้ำหนักเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดต่างๆ ที่มีป้ายบอกน้ำหนักของรถที่สามารถสัญจรได้กำกับอยู่ ในส่วนของกรับผิดชอบดูแลและควบคุมการใช้งาน พบว่ามีปัญหา ทั้งนี้เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น อบต. ไม่มีกฎหมายในการควบคุมการใช้งานโดยตรง ในบางแห่งมีการนำ พ.ร.บ. ควบคุมการถมดินมาบังคับใช้ แต่สามารถบังคับได้กับรถบรรทุกที่ขึ้นดินเท่านั้น การออกข้อบังคับในการใช้งานสามารถออกได้จากมติของประชาคมหมู่บ้าน แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานส่วนใหญ่ก็เป็นประชาชนในพื้นที่ จึงค่อนข้างยากในการควบคุมดูแลกันเอง เป็นต้น นอกจากนี้ เมื่อสังเกตสาเหตุของปัญหา (เหตุการณ์พื้นฐาน) พบว่า อบต. ที่มีขนาดใหญ่ (ชั้น 1- 2) มีปัญหาในด้านของการทำงาน เช่น ระยะเวลาในการสำรวจ ระยะเวลาในการออกแบบ เนื่องจากมีปริมาณงานที่มาก ส่วนปัญหาของ อบต. ขนาดเล็ก (ชั้น 4-5) ปัญหาส่วนใหญ่เป็นการขาดความพร้อมในการทำงาน ทั้งด้านงบประมาณ ด้านเครื่องมือ ทั้งนี้เนื่องมาจากมีงบประมาณที่จัดเก็บและได้รับการอุดหนุนที่น้อย

ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ “การใช้งานถนน” สามารถหาได้จาก ปริมาณรถที่ผ่าน ต่อปริมาณรถทั้งหมดที่ใช้ในการออกแบบ แต่เนื่องจาก ถนนแต่ละสายมีการออกแบบปริมาณ การจราจรที่แตกต่างกัน อายุการใช้งานที่แตกต่างกัน และระยะเวลาที่เปิดใช้งานที่แตกต่างกัน เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย ในการวิจัยนี้ กำหนดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ “การใช้งานถนน” ที่ครึ่งหนึ่งของอายุการใช้งาน ซึ่งจะได้ค่าความน่าจะเป็น เท่ากับ 0.50 สำหรับการใช้งานถนนที่อายุการใช้งานอื่นๆ แสดงการวิเคราะห์ในหัวข้อการประเมิน ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบต่อไป

จากข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานที่ได้สามารถทำการวิเคราะห์ความสำคัญของ ปัจจัยโดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณได้ ดังจะแสดงต่อไป

5.2 การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม เป็นการวิเคราะห์เพื่อบอกถึงความสำคัญหรือความมีอิทธิพลของ ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีผลต่อการเกิดความเสียหายของถนนก่อนเวลาอันเหมาะสม การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณ ใช้หลักการเหมือนกับการวิเคราะห์ความสำคัญในเชิง คุณภาพ คือ ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดมากที่สุดมีความสำคัญหรือมี อิทธิพลต่อการเกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์มากที่สุด แต่มีความแตกต่างจากการวิเคราะห์เชิง คุณภาพ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญในเชิงปริมาณจะใช้ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ พื้นฐาน ซึ่งได้จากแบบสอบถาม เมื่อนำมาคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของชุด เหตุการณ์น้อยที่สุดและนำค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ได้ มาเรียงลำดับตาม ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดจากมากไปหาน้อย ก็จะทราบถึงความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่ สุดแต่ละชุดได้

ในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิด ความเสียหาย เนื่องจากมีจำนวนชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดจำนวนมาก จึงขอยกตัวอย่างการ คำนวณหาค่าความน่าจะเป็น ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด

ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด MCS1 = BE12101•EE1•BE12211

จากสมการ 2.4

$$P(S) = \prod q_i$$

แทนค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานจากตารางที่ 5.1 ลงในสมการ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} P(\text{MCS1}) &= (0.56) \times (0.50) \times (0.48) \\ &= 0.13 \end{aligned}$$

จะได้ค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด MCS1 เท่ากับ 0.13

เมื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในตารางที่ 4.2 ได้ค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของ อบต. ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 5.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดใน 5 อันดับแรกของ อบต. ทั้งหมด ค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของ อบต. แต่ละระดับชั้นแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ทั้งหมด

| ลำดับ ที่ | สัญลักษณ์ | คำอธิบาย | ค่าความ น่าจะเป็น |
|--------------|-------------|--|----------------------|
| 1 | BE211•BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.50 |
| 2 | BE1115•EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.30 |
| 2 | BE1116•EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.30 |
| 3 | BE1114•EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.29 |
| 3 | BE1113•EE1 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.29 |

จากตารางที่ 5.8 สามารถสรุปผลได้ว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อการเกิดความเสียหายของถนนก่อนเวลาอันเหมาะสมใน 5 อันดับแรก คือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง ขาดแคลนเครื่องมือ

ที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนนตาม ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุดใน 5 อันดับแรก ประกอบด้วยชุดเหตุการณ์พื้นฐานจำนวน 2 องค์ประกอบ และเหตุการณ์พื้นฐานของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดดังกล่าวมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดที่สูง ทำให้ได้ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูงด้วย นอกจากนี้ ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูงๆ นอกเหนือจาก การใช้งานที่ไม่เหมาะสม เป็นชุดเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เนื่องจาก ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในงานการออกแบบมีจำนวนองค์ประกอบน้อยกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในส่วนของงานการก่อสร้าง จึงทำให้มีความน่าจะเป็นในการเกิดของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยสุดในด้านการก่อสร้าง

ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. แต่ชั้น จำนวนเช่นเดียวกันกับการคำนวณหาความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของ อบต. ทั้งหมด ซึ่งในที่นี้จะไม่ขอแสดงวิธีการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม โดยวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามระดับชั้นของ อบต. ได้ผลดังตารางที่ 5.9 ถึง 5.13

ตารางที่ 5.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 1

| ลำดับที่ | สัญลักษณ์ | คำอธิบาย | ค่าความน่าจะเป็น |
|----------|-------------|--|------------------|
| 1 | BE211•BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.47 |
| 2 | BE1125•EE1 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.29 |
| 3 | BE1116•EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.26 |
| 4 | BE1113•EE1 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.22 |
| 5 | BE1115•EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.21 |

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 2

| ลำดับ ที่ | สัญลักษณ์ | คำอธิบาย | ค่าความ น่าจะเป็น |
|--------------|-------------|--|----------------------|
| 1 | BE211•BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมการใช้งาน ถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.48 |
| 2 | BE1116•EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.28 |
| 3 | BE1115•EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งาน ถนน | 0.25 |
| 3 | BE1112•EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจและมีการใช้งาน ถนน | 0.25 |
| 3 | BE1113•EE1 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.25 |
| 3 | BE1125•EE1 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.25 |

ตารางที่ 5.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 3

| ลำดับ ที่ | สัญลักษณ์ | คำอธิบาย | ค่าความ น่าจะเป็น |
|--------------|-------------|--|----------------------|
| 1 | BE211•BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมการใช้งาน ถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.49 |
| 2 | BE1116•EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.31 |
| 3 | BE1115•EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งาน ถนน | 0.29 |
| 4 | BE1125•EE1 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.27 |
| 5 | BE1114•EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.26 |

ตารางที่ 5.12 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 4

| ลำดับ ที่ | สัญลักษณ์ | คำอธิบาย | ค่าความ น่าจะเป็น |
|--------------|-------------|--|----------------------|
| 1 | BE211•BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมกรรมการใช้งาน ถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.55 |
| 2 | BE1115•EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งาน ถนน | 0.32 |
| 3 | BE1116•EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.31 |
| 3 | BE1114•EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.31 |
| 5 | BE1113•EE1 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.30 |

ตารางที่ 5.13 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ชั้น 5

| ลำดับ ที่ | สัญลักษณ์ | คำอธิบาย | ค่าความ น่าจะเป็น |
|--------------|-------------|--|----------------------|
| 1 | BE211•BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมกรรมการใช้งาน ถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.49 |
| 2 | BE1115•EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งาน ถนน | 0.33 |
| 2 | BE1114•EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.33 |
| 3 | BE1113•EE1 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน | 0.31 |
| 5 | BE1116•EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน | 0.30 |
| 5 | BE1123.EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐานและ มีการใช้งานถนน | 0.30 |

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดของ
อบต. ในแต่ละชั้น แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดใน 5 อันดับแรก พบว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่เกิด
จากการขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและมีพฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้องเป็น
ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทุกชั้น ส่วนชุด
เหตุการณ์น้อยที่สุดในอันดับรองลงมา ของ อบต. ทุกชั้น ส่วนใหญ่เป็นงานด้านการออกแบบ โดย
เฉพาะงานสำรวจ ประกอบไปด้วย ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด ขาดเครื่องมือที่ได้มาตรฐานใน

การสำรวจ และขาดบุคลากรในการสำรวจ มีความสำคัญอยู่ใน 5 อันดับแรกของ อบต. ทุกชั้น (ยกเว้นขาดบุคลากรในการสำรวจ ไม่อยู่ใน 5 อันดับแรกของ อบต. ชั้น 3) สำหรับ อบต. ชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 พบชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ด้านระยะเวลาในการออกแบบที่มีจำกัด ทั้งนี้เกิดจาก อบต. ชั้นดังกล่าวมีการจัดเก็บรายได้ค่อนข้างมากจึงมีปริมาณงานที่มากทำให้มีปัญหาในด้านระยะเวลาการออกแบบที่จำกัด (ยกเว้นชั้น 3 บางส่วน) ขณะที่ อบต. ชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 พบชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายที่เกิดจากการขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ เนื่องจาก อบต. ในชั้นดังกล่าวมีการจัดเก็บรายได้ที่ค่อนข้างน้อย ทำให้ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ (ยกเว้น ชั้น 3 บางส่วน) และใน อบต. ชั้น 5 พบปัญหาในด้านการขาดแคลนงบประมาณในการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เนื่องจากชั้น 5 มีการจัดเก็บรายได้ที่ค่อนข้างน้อยทำให้ไม่สามารถออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐานได้ นอกจากนี้ แนวโน้มค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดใน 5 อันดับแรก ของ อบต. ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จาก อบต. ชั้น 1 ถึง อบต. ชั้น 5 ตามลำดับ เนื่องจาก อบต. ชั้น 1 มีความพร้อมในด้านทรัพยากรต่างๆ มากกว่า อบต. ในชั้นเล็กลงไป

จากการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม พบว่า ค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดขึ้นอยู่กับค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน และจำนวนขององค์ประกอบของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ซึ่งจำนวนขององค์ประกอบของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ขึ้นอยู่กับ ระดับของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ ประเภทของความสัมพัทธ์ระหว่างเหตุการณ์ ระดับของเหตุการณ์พื้นฐาน และจำนวนเหตุการณ์พื้นฐาน

5.3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณและวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและวิเคราะห์เชิงปริมาณให้ผลลัพธ์ที่มีความสอดคล้องกัน ดังนี้

ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ พบว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ จะมีความสำคัญมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 3 องค์ประกอบ แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ ชุดเหตุการณ์ใดมีความสำคัญมากกว่ากัน

ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีความสำคัญหรือมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ขาดผู้รับผิดชอบดูแล

ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 อันดับ ดังกล่าวเป็นชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มี 2 องค์ประกอบ เช่นเดียวกับ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสำคัญในเชิงคุณภาพ

นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่า ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีจำนวนองค์ประกอบเท่ากัน ชุดเหตุการณ์ใดมีความสำคัญมากกว่ากัน โดยระบุจากค่าความน่าจะเป็นของแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ได้ ซึ่งชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูงจะมีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อการโอกาสในการเกิดความเสียหายของระบบมากกว่าชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีค่าความน่าจะเป็นรองลงมา จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณพิจารณาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดเป็นตัวบ่งบอกถึงความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดชุดนั้น โดยไม่พิจารณานับจำนวนองค์ประกอบในแต่ละชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ความสำคัญในเชิงคุณภาพ

5.4 การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม เป็นการหาค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขหรือสภาวะแวดล้อมที่เหตุการณ์พื้นฐานมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดดังตารางที่ 5.2 มีขั้นตอนการหาค่าความน่าจะเป็นของระบบโดยการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลางต่างๆ จากนั้น นำค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลางมาคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของระบบ ได้ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

วิธีการวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน
2. แทนค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลาง
3. คำนวณค่าความน่าจะเป็นของระบบ โดยคำนวณจากค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลาง

การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด ใช้ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานที่ได้จากแบบสอบถามดังแสดงในตารางที่ 5.2 แทนค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานและคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลาง โดยคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลางจากเหตุการณ์ข้างล่างข้างขึ้นบนตามแผนภาพฟลอทท์รี จนได้ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลาง เนื่องจาก มีจำนวนเหตุการณ์คั่นกลางจำนวนมาก จึงยกตัวอย่าง การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลางดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลาง IE 111

จากแผนภาพฟลอทท์รี รูป 4.1 (ข) จะได้ว่า

$$IE\ 111 = BE\ 1111 + BE\ 1112 + BE\ 1113 + BE\ 1114 + BE\ 1115 + BE\ 1116$$

สมการที่ 2.3

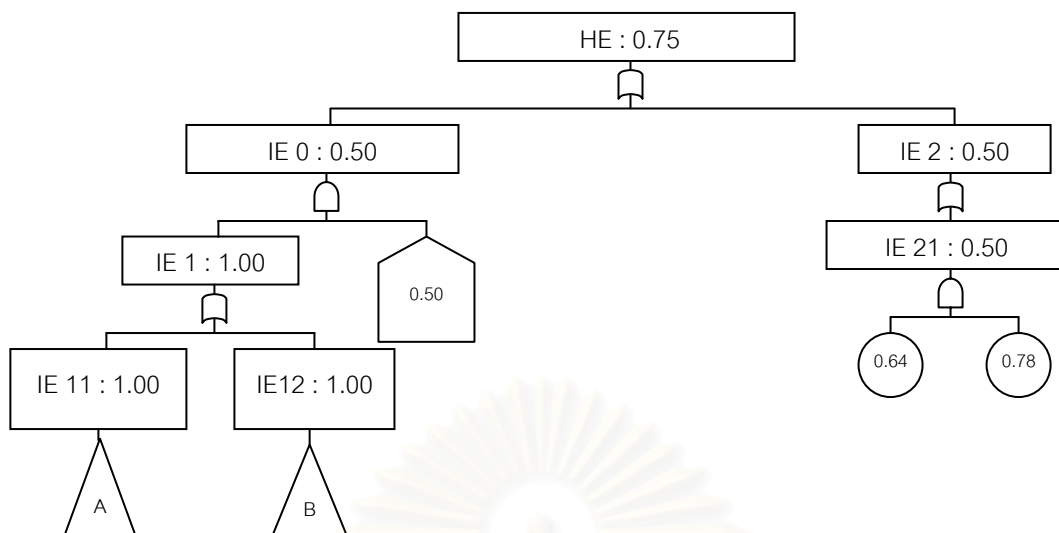
$$P(S) = 1 - \prod(1 - q_i)$$

แทนค่าความน่าจะเป็นจากตารางที่ 5.2 จะได้

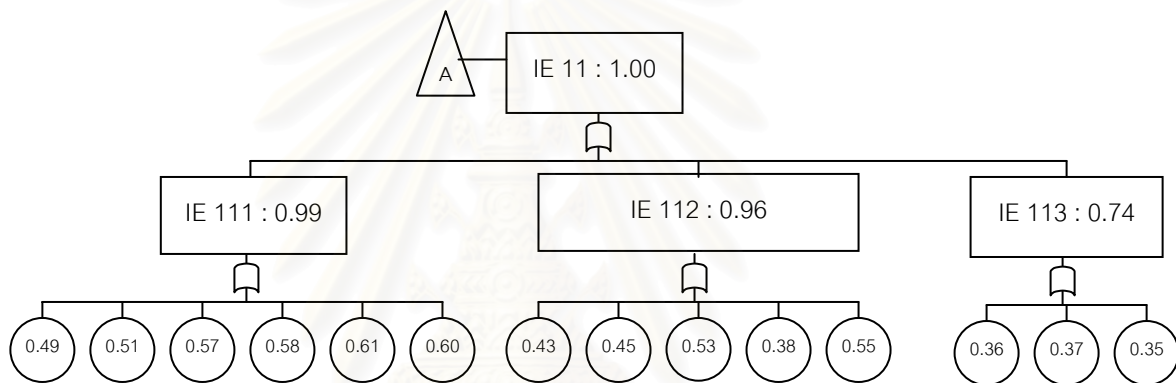
$$\begin{aligned} P(IE\ 111) &= 1 - (1-0.49) \times (1-0.51) \times (1-0.57) \times (1-0.58) \times (1-0.61) \times (1-0.60) \\ &= 0.99 \end{aligned}$$

จะได้ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลาง IE 111 มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.99

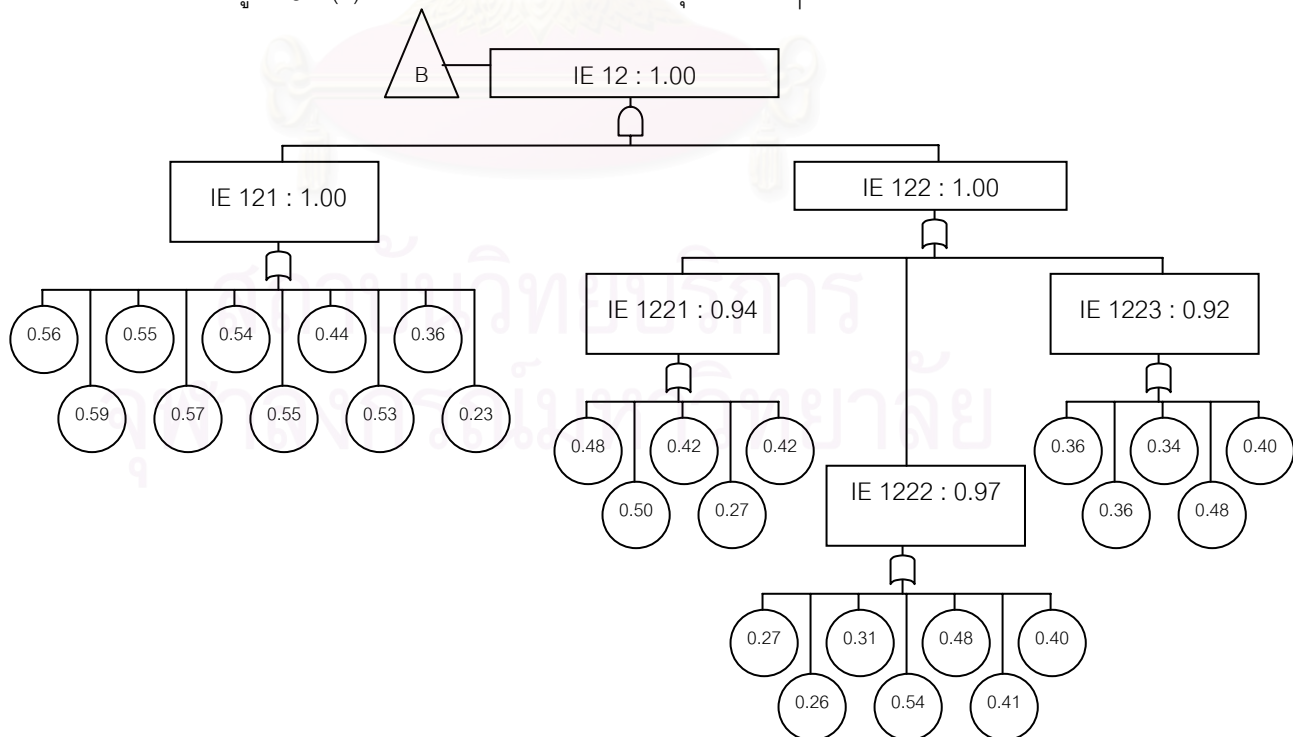
เมื่อคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ดังตัวอย่าง ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 (ก) แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ ในฟอลท์ทรี



รูปที่ 5.1 (ข) แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ ในฟอลท์ทรี



รูปที่ 5.1 (ค) แสดงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ ในฟอลท์ทรี

ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 5.1 มีค่าเท่ากับ 0.75 ซึ่งแสดงว่า ถนนที่ทำการออกแบบและควบคุมการก่อสร้างโดย อบต. เมื่อมีอายุการใช้งานผ่านไปแล้วครึ่งหนึ่งของที่ได้ออกแบบไว้ จะมีโอกาสในการเกิดความเสียหายก่อนเวลาที่ออกแบบไว้ร้อยละ 75

เมื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ จากรูปที่ 5.1 พบว่า สาเหตุที่มีผลต่อความเสียหายของถนนเกิดจากทั้งปัจจัยภายในและการใช้งานถนน และปัจจัยภายนอกเท่านั้น (ที่สมมุติฐานการการใช้งานถนนที่อายุครึ่งหนึ่งของการออกแบบ)

จากผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า ปัจจัยภายในมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดที่สูง (ประมาณ 1.00) ทั้งนี้ เกิดจากปัญหาในงานด้านการออกแบบและงานด้านการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งทั้ง 2 สาเหตุมีค่าความน่าจะเป็นที่สูง (ประมาณ 1.00) หากศึกษารายละเอียด พบว่า สาเหตุที่ทำให้งานด้านการออกแบบไม่ถูกต้อง เกิดจากการสำรวจก่อนการออกแบบถนนไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน (ได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนและ/หรือมีความคลาดเคลื่อน) เกิดจากการออกแบบและการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม และเกิดจากความผิดพลาดในการเขียนแบบก่อสร้าง ซึ่งสาเหตุดังกล่าว มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดที่ค่อนข้างสูง โดยมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดเท่ากับ 0.99, 0.96 และ 0.74 ตามลำดับ เมื่อศึกษา สาเหตุที่ทำให้งานด้านการก่อสร้างไม่ถูกต้อง พบว่า เกิดจากการทำงานของผู้รับจ้างไม่เป็นไปตามแบบกำหนด และมีการควบคุมงานที่ไม่ดีเพียงพอ โดยทั้ง 2 สาเหตุ มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดเท่ากับ 1.00 ในการควบคุมงานที่ไม่ดีเพียงพอ พบว่า เกิดจากขั้นตอน การควบคุมการทดสอบวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างที่ไม่ดี การควบคุมงานขณะก่อสร้างที่ไม่ดี และการตรวจสอบผลงานหลังการก่อสร้างที่ไม่ดี โดยมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดเท่ากับ 0.94, 0.97 และ 0.92 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมที่ได้ เป็นค่าความน่าจะเป็นที่ได้ จากการนำค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานของทุกๆ อบต. (ที่เก็บข้อมูล) มาเฉลี่ย จากนั้น นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าความน่าจะเป็นของระบบ ดังนั้น จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าถนนทุกสายที่ อบต. ออกแบบและควบคุมก่อสร้างจะมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมที่เท่ากัน เนื่องจาก แต่ละ อบต. อาจพบปัญหาหรือสาเหตุของปัญหา และความน่าจะเป็นของแต่ละสาเหตุที่แตกต่างกันไป ซึ่งในการวิจัยนี้ ต้องการศึกษสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้การก่อสร้างถนนของ อบต. ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ โดยการศึกษาต้องหาสาเหตุในภาพรวมของทุก อบต. ทั่วประเทศ

เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมโดยแยกวิเคราะห์ตามชั้นของ อบต. โดยทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 5.14 แสดงค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

| ระดับชั้นของ อบต. | ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม |
|-------------------|---|
| 1 | 0.73 |
| 2 | 0.74 |
| 3 | 0.74 |
| 4 | 0.77 |
| 5 | 0.75 |
| รวมทุก อบต. | 0.75 |

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ในแต่ละระดับชั้น พบว่า ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้นต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก อบต. ชั้น 1 จนถึง ชั้น 5 ตามลำดับ ยกเว้น อบต. ชั้น 4 ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหายมากกว่าชั้น 5 เนื่องจาก อบต. ชั้น 4 มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของปัจจัยภายนอกที่มากกว่าชั้นอื่นๆ จึงทำให้ได้ค่าความน่าจะเป็นของระบบที่สูงกว่าชั้นอื่นๆ ด้วย

5.5 การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ

การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ เป็นการทดสอบผลของการเปลี่ยนแปลงสถานะภายในองค์ประกอบของระบบ ซึ่งในการวิจัยนี้ สามารถประเมินการเปลี่ยนแปลงของระบบได้ 2 แบบ คือ การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน และการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนค่าการใช้งานถนน ดังจะนำเสนอต่อไปนี้

5.5.1 การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน

การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยการเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน เป็นการทดสอบระบบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานเพื่อผลของการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อค่าความน่าจะเป็นของระบบ โดยการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบจะลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน (ครั้งละ 1 เหตุการณ์) โดยลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานลงจากเดิมลงจำนวน 0.23 ซึ่งเท่ากับค่าความน่าจะเป็นที่น้อยที่สุดของเหตุการณ์พื้นฐานในระบบ ทั้งนี้ เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของค่าความน่าจะเป็นของระบบมากที่สุด

เมื่อลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานตัวใดตัวหนึ่ง จากนั้น คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของระบบใหม่ที่ได้ เปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นที่ได้กับค่าความน่าจะเป็นเดิม วิธีการในการหาค่าความน่าจะเป็นของระบบ ทำเช่นเดียวกับ การหาค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (หัวข้อ 5.4)

จากการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของระบบที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานต่างๆ ในระบบ (ทีละเหตุการณ์) ได้ผลดังตารางที่ 5.15

จากผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน BE 211 และ BE 212 ซึ่งได้แก่ การเพิ่มการควบคุมดูแลการใช้งานถนน และการปลูกจิตสำนึกในการใช้งานถนนให้ถูกต้อง จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยลดค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมลงได้จาก 0.75 เป็น 0.66 และ 0.68 ตามลำดับ นอกจากการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของทั้ง 2 เหตุการณ์นี้ ไม่พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์พื้นฐานของปัจจัยภายนอกจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ เนื่องจากทั้ง 2 เหตุการณ์ อยู่ในแผนภาพฟอลท์ทรีในระดับที่สูงและมีความสัมพันธ์กับเหตุการณ์อื่นๆ ไม่น่ามากนัก ดังนั้น หากมีการเปลี่ยนแปลงจึงส่งผลกระทบต่อระบบได้สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐานที่เปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็น (ครั้งละ 1 เหตุการณ์) | ความน่าจะเป็น ของระบบใหม่ |
|-----------|---|------------------------------|
| BE 1111 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ | 0.75 |
| BE 1112 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ | 0.75 |
| BE 1113 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ | 0.75 |
| BE 1114 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ | 0.75 |
| BE 1115 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | 0.75 |
| BE 1116 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | 0.75 |
| BE 1121 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบและการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐาน | 0.75 |
| BE 1122 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบและการประยุกต์ใช้แบบ มาตรฐาน | 0.75 |
| BE 1123 | ขาดแคลนงบประมาณในการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐาน | 0.75 |
| BE 1124 | ขาดแคลนแบบมาตรฐานที่นำมาอ้างอิงหรือประยุกต์ใช้ในการออกแบบ | 0.75 |
| BE 1125 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด | 0.75 |
| BE 1131 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการเขียนแบบ | 0.75 |
| BE 1132 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบ | 0.75 |
| BE 1133 | ขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการเขียนแบบ | 0.75 |
| BE 12101 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงาน | 0.75 |
| BE 12102 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน | 0.75 |
| BE 12103 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนน | 0.75 |
| BE 12104 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้าง | 0.75 |
| BE 12105 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่ | 0.75 |
| BE 12106 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนน | 0.75 |
| BE 12107 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุน | 0.75 |
| BE 12108 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้าง | 0.75 |
| BE 12109 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบ | 0.75 |
| BE 12110 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัด | 0.75 |
| BE 12211 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ | 0.75 |
| BE 12212 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ | 0.75 |
| BE 12213 | ขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ | 0.75 |

ตารางที่ 5.15 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ (ต่อ)

| สัญลักษณ์ | เหตุการณ์พื้นฐาน | ความน่าจะเป็น |
|-----------|---|---------------|
| BE 12214 | ขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ | 0.75 |
| BE 12215 | หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพลในช่วงทดสอบวัสดุ | 0.75 |
| BE12221 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน | 0.75 |
| BE 12222 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน | 0.75 |
| BE 12223 | ขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน | 0.75 |
| BE 12224 | ขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ | 0.75 |
| BE 12225 | ขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน | 0.75 |
| BE 12226 | หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพลในช่วงการควบคุมงาน | 0.75 |
| BE 12227 | ขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน | 0.75 |
| BE 12231 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน | 0.75 |
| BE 12232 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน | 0.75 |
| BE 12233 | ขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ | 0.75 |
| BE 12234 | ขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง | 0.75 |
| BE 12235 | หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพลในช่วงการตรวจสอบผลงาน | 0.75 |
| BE 211 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | 0.66 |
| BE 212 | พฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | 0.68 |

การเปลี่ยนแปลงหรือการลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานที่อยู่ภายใต้ปัจจัยภายใน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบค่อนข้างน้อยหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เนื่องจากภายใต้ปัจจัยภายใน มีแนวทางหรือเส้นทางที่เป็นเส้นทางวิกฤตหลายเส้นทางที่สามารถทำให้ปัจจัยภายในมีค่าความน่าจะเป็นสูง (ประมาณ 1.00) ดังรูปที่ 5.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีเหตุการณ์คั่นกลางหลายเหตุการณ์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดเท่ากับ 1.00 ดังนั้น เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานเพียงตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น จึงมีผลกระทบเพียงแค่อลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์คั่นกลางที่อยู่เหนือเหตุการณ์พื้นฐานนั้นๆ เท่านั้น เมื่อนำมาคำนวณค่าความน่าจะเป็นในระดับที่สูงขึ้นไปจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความน่าจะเป็นปัจจัยภายในน้อยมากหรือแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

จากการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ ทำให้ทราบถึง แนวทางหรือจุดที่ควรทำการแก้ไข นั่นคือ หากต้องการแก้ไขหรือปรับปรุงระบบให้มีโอกาสในการเกิดความเสียหายน้อยลง ไม่ควรทำการแก้ไขปัญหาแต่เพียงเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเท่านั้น เพราะจะไม่มีผลต่อการเกิดของเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ แต่ควรทำการแก้ไขเป็น

ระบบตามเส้นทางวิกฤตหรือเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูง แนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นจะนำเสนอต่อไป

5.5.2 การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานถนน

การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานถนน เป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานถนน ซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งานถนนที่ออกแบบและระยะเวลาที่ถนนเปิดใช้งาน ทั้งนี้ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานถนน จะทราบค่าความน่าจะเป็นของระบบภายใต้อายุการใช้งานต่างๆ

การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานจะเปลี่ยนแปลงค่าโดยเริ่มจาก 0.10 ถึง 1.00 และคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของระบบที่เปลี่ยนไป และตรวจสอบค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีความสำคัญต่อระบบ

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 5.16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของระบบและค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีความน่าจะเป็นสูงสุดใน 5 อันดับแรก

ตารางที่ 5.16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของระบบและค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่มีความน่าจะเป็นสูงสุดใน 5 อันดับแรก

| เหตุการณ์ | ค่าความน่าจะเป็น | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| การใช้งานถนน | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| ถนนเกิดความเสียหาย | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |
| BE211.BE212 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50* |
| BE1115.EE1 | 0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.24 | 0.30 | 0.37 | 0.43 | 0.49 | 0.55 | 0.61 |
| BE1116.EE1 | 0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.24 | 0.30 | 0.36 | 0.42 | 0.48 | 0.54 | 0.60 |
| BE1114.EE1 | 0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.23 | 0.29 | 0.35 | 0.41 | 0.47 | 0.53 | 0.58 |
| BE1113.EE1 | 0.06 | 0.11 | 0.17 | 0.23 | 0.29 | 0.34 | 0.40 | 0.46 | 0.51 | 0.57 |

หมายเหตุ

* ชุดเหตุการณ์ BE211.BE212 อยู่ในอันดับที่ 8

จากการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งาน พบว่า ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ พบว่า เมื่อมีการใช้งานถนนที่ร้อยละ 10 ของปริมาณการจราจรที่ออกแบบไว้ตลอดอายุการใช้งาน ถนนจะมีโอกาสเกิดความเสียหายที่ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.55 โดย ปัจจัยที่มีความสำคัญสูง คือ การขาดบุคลากรในการ

ควบคุมดูแลการใช้งานและการขาดจิตนี้ในการใช้งานซึ่งเป็นปัจจัยภายนอก สำหรับที่ค่าความน่าจะเป็นในการใช้งานเท่ากับ 1.00 พบว่า ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายมีค่าเท่ากับ 1.00 โดยพบว่า ปัจจัยที่มีค่าความสำคัญสูงเป็นปัจจัยภายใน ได้แก่ การขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและการใช้งานถนน

จากการวิเคราะห์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ถนนที่เกิดความเสียหายในช่วงแรกของการใช้งานจะเกิดจากปัจจัยภายนอก ซึ่งก็คือ การใช้งานที่ไม่เหมาะสม สำหรับ ถนนที่มีการเปิดการใช้งานมานานแล้วจนใกล้จะครบอายุการออกแบบจะเกิดความเสียหายจากปัจจัยภายในเป็นหลัก ซึ่งในการวิจัยนี้ พบว่า เกิดปัญหาจากการสำรวจก่อนการออกแบบ

5.6 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน ทำให้ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงหรือการแก้ไขปัญหาเฉพาะสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งไม่สามารถทำให้ระบบมีความน่าจะเป็นในการเกิดลดลงได้ ยกเว้น การเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์พื้นฐานจากปัจจัยภายนอก ทั้งนี้เนื่องจาก มีหลายเส้นทางหรือแนวทางที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ดังนั้น หากต้องการแก้ไขปรับปรุงหรือลดโอกาสในการเกิดความเสียหายของถนนก่อนเวลาอันเหมาะสม จะต้องทำการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตามเส้นทางวิกฤตหรือเส้นทางที่มีความน่าจะเป็นในการเกิดที่สูง ซึ่งจากรูปที่ 5.1 ทำให้ทราบเส้นทางวิกฤตหรือเส้นทางที่มีความน่าจะเป็นในการเกิดสูง ซึ่งสามารถสรุปได้ออกเป็น 3 เส้นทางใหญ่ๆ ได้แก่ งานด้านการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง การทำงานของผู้รับจ้างไม่ตรงตามแบบกำหนดไว้ และการควบคุมงานไม่ดีเพียงพอ ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยขอเสนอแนวทางในการแก้ไขต่างดังต่อไปนี้ ก่อนกล่าวถึงปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา ขอเสนอข้อเท็จจริงบางประการเกี่ยวกับส่วนโยธาของ อบต.

5.6.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับส่วนโยธา

ก.) หน้าที่ความรับผิดชอบ

ส่วนโยธาที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในงานด้านการก่อสร้างทุกอย่างใน อบต. รวมถึงงานด้านอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมายจาก นายก อบต. หรือปลัด อบต. ซึ่งเป็นหัวหน้าส่วนราชการของ อบต. ส่วนโยธา หน้าที่หลักๆ ได้แก่ การออกแบบ ควบคุมงาน การก่อสร้างถนนภายในพื้นที่ การควบคุมและการขอรับอนุญาตการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างในพื้นที่ ดูแลระบบประปา (บางแห่งมีการถ่ายโอนมาให้ อบต. ดูแล) บรรเทาสาธารณภัยและอื่นๆ

ข.) ด้านบุคลากร

ตามโครงสร้างของส่วนโยธา (ในอบต. ชั้น 1) จะประกอบไปด้วยหัวหน้าส่วนโยธา หัวหน้างานโยธา นายช่างโยธา ช่างโยธา และมีผู้ช่วยช่างหรือลูกจ้างประจำคอยช่วยงาน สำหรับ อบต. ในชั้น 4 และชั้น 5 จะมีหัวหน้าส่วนโยธาเพียงคนเดียวเท่านั้น ในความเป็นจริง พบว่า อบต. ส่วนใหญ่ไม่ได้มีบุคลากรต่างๆ ดังที่โครงสร้างได้กำหนดไว้ โดยเฉพาะ อบต. ในชั้น 3-5 บางแห่ง มีแค่หัวหน้าส่วนโยธาเพียงคนเดียว อาจจะมีลูกจ้างประจำในบางแห่ง คอยช่วยเหลืองานบ้าง ซึ่งมีความรู้ในด้านงานก่อสร้างน้อยมาก หัวหน้าส่วนโยธาส่วนใหญ่ มีวุฒิการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง (ปวส.) มีบ้างที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต จึงมีข้อจำกัดในการทำงานบางอย่างที่ต้องอาศัยความรู้ในระดับสูง เช่น งานในด้านการออกแบบ เป็นต้น

ค.) ด้านเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์

เครื่องมือ อุปกรณ์ รวมถึงยานพาหนะต่างๆ ยังถือว่าขาดแคลนมาก เช่น กิ่งองระดับ กิ่งองวัดมุม เทปวัดระยะ บล็อกเก็บตัวอย่างลูกปูน เป็นต้น ทั้งนี้ในการของบประมาณในการใช้จ่ายเพื่อซื้อเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานนั้นจะขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้บริหาร อบต. ซึ่งในบางแห่งก็สามารถจัดหาได้ บางแห่งก็ไม่สามารถจัดหาได้ตามความต้องการ

ง.) ด้านงบประมาณในการก่อสร้าง

งบประมาณในการก่อสร้างส่วนใหญ่ถูกกำหนดไว้ตั้งแต่ก่อนการออกแบบ มีผลต่อการออกแบบให้เป็นไปตามคุณภาพหรือมาตรฐานที่ต้องการ จึงมีความจำเป็นต้องตัดค่าใช้จ่ายในบางส่วนเพื่อให้ได้ปริมาณงานตามที่ต้องการ ค่าใช้จ่ายที่ถูกตัดออกไป ได้แก่ งบประมาณสำรวจ ทดสอบสภาพพื้นที่ก่อนการก่อสร้าง งบประมาณในการตรวจสอบผลงาน บางแห่งมีการลดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง และอื่นๆ ซึ่งมีผลอย่างมากต่อคุณภาพของงานที่ได้

จ.) ลักษณะเฉพาะตัวแต่ละของ อบต.

อบต. แต่ละแห่งจะมีลักษณะต่างๆ ที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดพื้นที่ (บางแห่งมีพื้นที่ห่างกันมากกว่า 50 กิโลเมตร) ลักษณะภูมิประเทศมีทั้งแบบภูเขา ที่ลุ่มแม่น้ำ ทำเลที่ตั้ง ทั้งที่ห่างไกล ความเจริญและอยู่ใกล้เมือง จำนวนประชากร เป็นต้น ลักษณะต่างๆ เหล่านี้ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพของงานก่อสร้าง ยกตัวอย่าง เช่น ระยะห่างของพื้นที่ หากมีการก่อสร้างใน 2 หมู่บ้าน ที่อยู่ห่างไกลกันมาก ย่อมมีผลต่อการควบคุมงานของส่วนโยธาในการดูแลอย่างทั่วถึง

หรือถ้าอยู่ในพื้นที่เจริญสามารถขอรับคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ได้ รวมถึงการส่งวัสดุต่างๆ ไปทดสอบก็สามารถทำได้โดยง่าย เป็นต้น

ฉ.) ช่วงเวลาในการปฏิบัติงาน

จากการสัมภาษณ์ พบว่า ช่วงเวลาในการก่อสร้างโครงการต่างๆ มักอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน และอยู่ในช่วงใกล้สิ้นปีงบประมาณ ทั้งนี้เนื่องจาก อบต. ขนาดเล็กที่จัดเก็บรายได้ได้น้อย งบประมาณในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ต้องอาศัยเงินงบประมาณอุดหนุนจากทางรัฐบาลที่ได้รับในช่วงใกล้สิ้นปีงบประมาณ ทำให้ อบต. ต้องเร่งจัดทำโครงการต่างๆ ให้แล้วเสร็จ ก่อนสิ้นปีงบประมาณ มีการเร่งทำสำรวจและออกแบบโครงการต่างๆ ทำให้มีโครงการก่อสร้างในช่วงเวลาดังกล่าวจำนวนมาก การควบคุมงานทำได้ไม่ทั่วถึง อีกทั้งในช่วงดังกล่าวอยู่ในฤดูฝนตก ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับการก่อสร้างถนนอีกด้วย

จากข้อดังกล่าว ต้องการมุ่งเน้นให้เห็นถึงที่มาที่ไปของปัญหาและภาพรวมที่เกี่ยวข้องกับ อบต. และส่วนโยธา เพื่อใช้ประกอบในการแก้ไขปัญหา

5.6.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาการออกแบบที่ไม่ถูกต้อง

ก.) ปัญหาและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการออกแบบ

ในการออกแบบถนนหนึ่งๆ ในทางปฏิบัติของ อบต. แล้วส่วนใหญ่จะทำการสำรวจพื้นที่ก่อสร้างเพียง 1-2 ครั้ง เท่านั้นก่อนการออกแบบ เพื่อทำการเก็บข้อมูล ความกว้างและความยาวของถนน ในบางพื้นที่อาจมีการเก็บข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ระดับของพื้นที่ก่อสร้าง แนวถนนเดิม สภาพถนนเดิมหรือดินเดิมบริเวณก่อสร้าง ปริมาณการจราจร น้ำหนักรถที่สัญจรผ่าน และข้อมูลอื่นๆ ที่นำมาใช้ประกอบการออกแบบ เป็นต้น แต่ข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนหลังนี้มี อบต. น้อยแห่งที่ทำการเก็บข้อมูลทุกข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบ เมื่อได้ข้อมูลจึงนำมาออกแบบ จากข้อมูลที่ อบต. ส่วนใหญ่ทำการสำรวจไม่สามารถนำมาคำนวณตามหลักการออกแบบถนนได้เลย (นอกเสียจากมีการสมมุติค่าบางอย่างขึ้นมา) ดังนั้น อบต. ส่วนใหญ่จึงทำการออกแบบโดยการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐานจากหน่วยงานต่างๆ ของทางราชการ เช่น กรมโยธาธิการ (กรมทางหลวงชนบท) สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท เป็นต้น แต่ในการประยุกต์นั้น ไม่ได้ทำการศึกษาเงื่อนไขหรือสมมุติฐานต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบถนนเหล่านั้น เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงาน อบต. ในบางพื้นที่ก็ไม่เหมาะสม บางพื้นที่เกินความจำเป็น นอกจากนี้ ในการประยุกต์มีการปรับเปลี่ยนรายการประกอบแบบบางรายการที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของถนนออกไป เช่น การกำหนดความหนาแน่นในการบดอัด คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง บางครั้งก็มีการปรับเปลี่ยนความ

หนาของชั้นทาง เป็นต้น จากนั้น นำแบบที่ได้มาเขียนแบบหรือบางครั้งใช้การทำสำเนาจากแบบมาตรฐาน (ในส่วนนี้ไม่มีปัญหามากนักในด้านความถูกต้องของแบบ) แล้วทำการปรับเปลี่ยนค่าบางอย่างดังที่ได้กล่าวไปแล้ว แล้วนำแบบที่ได้มาใช้ในการก่อสร้าง

ข.) แนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากการสำรวจตามตารางที่ 5.2 (งานด้านการออกแบบ) พบว่า อบต. มีปัญหามากในด้านเครื่องมือในการสำรวจ ด้านระยะเวลาในงานด้านการออกแบบ ด้านงบประมาณในงานด้านการออกแบบ และด้านบุคลากรในการออกแบบ(ทั้งปริมาณและคุณภาพ) จึงขอเสนอแนวทางในการแก้ไขดังนี้

จัดตั้งหน่วยงานกลางระดับอำเภอ เพื่อทำหน้าที่ในการสำรวจ ออกแบบ ทดสอบคุณภาพของวัสดุ รวมถึงตรวจสอบผลการก่อสร้าง ทั้งนี้ในหน่วยงานดังกล่าว มีวิศวกรที่ทำหน้าที่ออกแบบถนนให้กับ อบต. ต่างๆ มีหน่วยงานสำรวจทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆ ในการออกแบบ มีเครื่องมือต่างๆ ในการสำรวจที่ได้มาตรฐาน พร้อมทั้งมีหน่วยงานในการทดสอบตรวจสอบวัสดุทั้งในห้องปฏิบัติการและนอกสถานที่ หน่วยงานดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ดังนี้ ช่วยลดงบประมาณที่ อบต. แต่ละแห่งต้องจัดหาเครื่องมือที่ได้มาตรฐานมาใช้ในการสำรวจและยังได้ข้อมูลต่างๆ ในการสำรวจที่ถูกต้องได้มาตรฐาน เนื่องจาก อบต. แต่ละแห่งไม่สามารถจ้างวิศวกรได้ (ข้อจำกัดด้านการเงินและตำแหน่งในบางระดับชั้น) หน่วยงานดังกล่าวจึงมีวิศวกรออกแบบเพื่อช่วยลดปัญหาในด้านความรู้และประสบการณ์ในการออกแบบให้กับ อบต. ต่างได้ (ใช้ทรัพยากรที่มีราคาแพงร่วมกัน) นอกจากนี้ หน่วยงานด้านการสำรวจช่วยลดความผิดพลาดในการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการออกแบบได้ หน่วยงานนี้ยังช่วยลดปัญหาในการทดสอบตรวจสอบวัสดุของ อบต. เนื่องจาก อบต. ในบางพื้นที่ หากต้องการทดสอบวัสดุหรือต้องการหน่วยงานเข้ามาตรวจสอบงานในพื้นที่ก่อสร้างทำได้ลำบากเพราะหน่วยงานที่ทดสอบวัสดุได้อยู่ไกลจากท้องถิ่นและไม่สามารถทดสอบในพื้นที่ก่อสร้างได้สะดวก

อีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาด้านการออกแบบ ได้แก่ การจัดทำแบบมาตรฐานสำหรับโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ทั้งนี้เนื่องจากแบบที่ อบต. ส่วนใหญ่ใช้ในปัจจุบัน (กรมโยธาธิการ) ไม่มีความเหมาะสมกับ อบต. เนื่องจากงบประมาณที่ต่างกันและต้องการคุณภาพที่ไม่เท่ากัน แต่ทั้งนี้จะต้องมีการจัดทำคู่มือประกอบในการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐานดังกล่าวด้วยเพื่อให้ได้แบบที่เหมาะสมกับแต่พื้นที่ให้มากที่สุด

5.6.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหาค่าจ้างไม่ตรงตามแบบกำหนดไว้

ก.) ปัญหาและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการทำงานของผู้รับจ้าง

ปัญหานี้เป็นปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนและมองได้หลายมิติ ปัญหาหลักที่ทำให้การทำงานของผู้รับจ้างทำงานไม่ได้ตามที่แบบกำหนดไว้ ส่วนหนึ่งมาจาก การคัดเลือกผู้รับจ้างที่ได้ผู้รับจ้างที่ไม่เหมาะสม และอีกส่วนมาจากการควบคุมงานของผู้ควบคุมงาน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป การคัดเลือกผู้รับจ้างมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับงบประมาณของแต่ละโครงการ โดยการเลือกผู้รับจ้างจะเลือกจากผู้รับจ้างที่เสนอราคาต่ำที่สุด ในโครงการส่วนใหญ่ จะมีการกำหนดผลงานหรือประสิทธิภาพของผู้รับจ้างที่จะเข้าร่วมมูลงาน (ยกเว้นงานขนาดเล็ก) การทำงานของผู้รับจ้าง ในบางแห่งพบปัญหาผู้รับจ้างขาดความเป็นมืออาชีพ ทำงานตามความเคยชินขาดหลักวิชาการ ไม่มีผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ แรงงานขาดทักษะในการทำงาน ไม่มีการควบคุมผลงานที่ดีพอ รวมถึงต้องการลดต้นทุนให้มากที่สุด (บางครั้งมีการทุจริต) ทำงานโดยไม่มีผู้ควบคุมของ อบต. ผลของงานที่ได้ส่วนใหญ่มีขนาด ตามแบบ แต่มีปัญหาในด้านของคุณภาพของวัสดุหรือผลงานในการก่อสร้าง

ข.) แนวทางในการแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้ จากการสำรวจดังตารางที่ 5.2 พบว่า ปัญหาที่มีความถี่ในการเกิดสูงที่ส่งผลกระทบต่อก่อสร้างของผู้รับจ้าง ได้แก่ ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ ผู้รับจ้างไม่มีผู้ควบคุมงานดูแลการทำงาน of แรงงาน มีปัญหาการทำงานที่ไม่โปร่งใส ผู้ควบคุมงานขาดประสิทธิภาพในการทำงาน แรงงานขาดทักษะในการก่อสร้าง เป็นต้น จึงขอเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังต่อไปนี้

แนวทางในการแก้ไขปัญหา จะเห็นได้ว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการได้ผู้รับจ้างที่ไม่มีคุณภาพทั้งนี้เนื่องจาก มีการกำหนดคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมประมูลน้อยเกินไป คือ กำหนดประสิทธิภาพในการทำงานจากจำนวนเงินของโครงการที่เคยก่อสร้าง เพียงอย่างเดียว ในการแก้ปัญหานี้ ควรมีการกำหนดคุณสมบัติของผู้รับจ้างที่สามารถเข้าร่วมการประมูลใหม่ โดยต้องกำหนดคุณสมบัติของบุคลากรของผู้รับจ้างในการควบคุมงานทั้งด้านการศึกษาและประสิทธิภาพในการทำงาน รวมถึงเอกสารยืนยันความพร้อมทางด้านเงินทุนและเครื่องจักรในการก่อสร้างความพร้อมของผู้ควบคุมงานและแรงงานในการก่อสร้าง โดยการกำหนดคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ เพื่อให้ได้ผู้รับจ้างทำงานอย่างเป็นระบบ มีการบริหารจัดการอย่างถูกต้อง และมีความพร้อมในการทำงานมากที่สุด ช่วยลดปัญหาในด้านความรู้และประสิทธิภาพ การควบคุมงานของผู้รับจ้างได้ หากปล่อยให้มีการคัดเลือกผู้รับจ้างจากราคาที่เสนอต่ำสุดเพียงอย่างเดียวโดยมีการกำหนด

คุณสมบัติเพียงประสบการณ์ของผู้รับจ้างเท่านั้น ทำให้ผู้รับจ้างที่ไม่มีผู้ควบคุมที่มีความรู้และประสบการณ์มีโอกาสได้งานสูงเพราะมีต้นทุนในการจ้างที่ต่ำกว่า

แต่อย่างไรก็ตาม การกำหนดคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมการประมูลที่ไม่เป็นธรรมอาจมีหลายฝ่ายเห็นว่าไม่เป็นธรรมและเป็นการเอื้อประโยชน์ให้กับผู้มีส่วนได้เสียได้เช่นกัน

5.6.4 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการควบคุมงานไม่ดีเพียงพอ

ก.) ข้อเท็จจริงและปัญหาในการควบคุมงาน

การควบคุมงานของส่วนโยธาไม่สามารถทำได้เต็มที่ ทั้งนี้เกิดจาก ส่วนโยธามีหน้าที่รับผิดชอบปริมาณงานที่มาก ขณะเดียวกันมีจำนวนบุคลากรน้อย นอกจากนี้ มีปริมาณงานที่ต้องควบคุมมากในเวลาเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถควบคุมดูแลการก่อสร้างของผู้รับจ้างได้อย่างทั่วถึง เปิดโอกาสให้ผู้รับจ้างที่ต้องการทุจริตทำได้ง่ายขึ้น ในการนำวัสดุต่างๆ มาใช้ในการก่อสร้างไม่สามารถทดสอบได้เพราะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ รวมถึงการทดสอบผลงาน บางครั้งไม่สามารถทำได้เนื่องจากในแบบไม่ได้กำหนดไว้ ทำให้การควบคุมคุณภาพของผลงานทั้งก่อนและหลังการก่อสร้างทำได้ไม่เต็มที่ บางครั้งมีการส่งผลไปทดสอบแต่ผลที่ได้รับขาดความน่าเชื่อถือ เพราะบางแห่งมีการเปลี่ยนแปลงตัวอย่างที่ส่งไปทดสอบกับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างจริง

ข.) แนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากปัญหาต่างๆ และข้อมูลที่ได้ในตารางที่ 5.2 ทำให้ทราบว่าส่วนโยธามีปัญหาในการควบคุมเนื่องจาก ขาดยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ ขาดความรู้และประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ ขาดเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในการทดสอบและตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง จากสาเหตุของปัญหาดังกล่าว นำมาซึ่งแนวทางในการแก้ไขต่างๆ ดังนี้

ปัญหาในด้านการทดสอบวัสดุหรือตรวจสอบผลงานการก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้างสามารถใช้บริการของหน่วยงานกลางในระดับอำเภอที่จัดตั้งได้ ในการควบคุมงานที่มีปริมาณงานมากในช่วงเวลาเดียวควรมีการบริหารจัดการงบประมาณที่ดี เพื่อสามารถกระจายงานไปก่อสร้างในระยะเวลาอื่นๆ ได้ ในการทำสัญญากับผู้รับจ้างควรมีการกำหนดขั้นตอนการทดสอบ ตรวจสอบการทำงานต่างๆ ที่สำคัญไว้อย่างชัดเจนในสัญญา ควรส่งเสริมและให้ความรู้กับประชาชนในพื้นที่ เพื่อช่วยในการตรวจสอบดูแลการทำงานให้ถูกต้องมากที่สุด

5.7 บทสรุป

จากข้อมูลความน่าจะเป็นที่ได้จากการส่งแบบสอบถาม เหตุการณ์พื้นฐานที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูงสุด 5 อันดับแรก คือ พฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง ขาดผู้รับผิดชอบดูแลและควบคุมการใช้งาน ขาดแคลนเครื่องมือในการสำรวจที่ได้มาตรฐานในการสำรวจระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด และผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนตามลำดับ

ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยโดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณ พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. มากที่สุด 5 อันดับแรก คือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลลัพธ์ที่ได้ ยังพบว่า มีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงคุณภาพ ในการวิเคราะห์สำคัญโดยแยกตามชั้นของ อบต. พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดในทุกระดับชั้น คือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง ส่วนปัจจัยในอันดับรองลงมา เป็นปัจจัยในด้านงานสำรวจ

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม พบว่าจากค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน พบว่าถนนที่ออกแบบและก่อสร้างโดย อบต. จะเกิดความเสียหายก่อนอายุการใช้งานที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.75 แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความน่าจะเป็นดังกล่าว ได้มาจากการตั้งสมมุติฐานการใช้งานที่ครึ่งหนึ่งของอายุถนนที่ได้ออกแบบไว้ และค่าความน่าจะเป็นที่ได้ไม่สามารถนำเสนอสรุปใช้ได้กับทุก อบต. เนื่องจาก เป็นข้อมูลที่ได้จากการเฉลี่ยค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานของ อบต. ที่ได้ตอบแบบสอบถาม ในการวิจัยนี้ ต้องการศึกษารวมของสาเหตุของปัญหาที่พบว่าทำให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพของถนนที่ อบต. ออกแบบและควบคุมการก่อสร้าง ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม โดยแยกวิเคราะห์ตามชั้นของ อบต. พบว่า ได้ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนจะเกิดความเสียหายที่ใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจาก อบต. ชั้น 1 จนถึงชั้น 5 ยกเว้น อบต. ชั้น 4 ที่มีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า อบต. ชั้น 5 เนื่องจาก มีค่าความน่าจะเป็นของปัจจัยภายนอกที่มากกว่า อบต. ชั้นอื่น

การประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ พบว่า การเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานที่ละตัวไม่มีผลต่อค่าความน่าจะเป็นของความเสียหายของถนน

นอกจาก การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายนอก เนื่องจาก มีเส้นทางหลายเส้นทางที่เป็นเส้นทางวิกฤต จึงควรทำการแก้ไขหลายๆ จุดในระบบพร้อมๆ กันจึงจะช่วยลดความเสียหายของระบบได้ นอกจากนี้ในการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนค่าการดำเนินงาน ทำให้ทราบว่า ถนนที่เปิดใช้งานในช่วงแรกของการใช้งานจะเกิดความเสียหายจากปัจจัยภายนอก (การดำเนินงานถนนที่ไม่เหมาะสม) เป็นหลัก หลักจากนั้น ในช่วงท้ายของการใช้งานถนน ถนนจะเกิดความเสียหายโดยเกิดจากปัจจัยภายใน (การสำรวจก่อนการออกแบบ) เป็นหลัก

แนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้วิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้ เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาระบบ โดยมีแนวทางหลักๆ ดังนี้ จัดตั้งองค์กรระดับอำเภอเพื่อทำหน้าที่ในการออกแบบ ตรวจสอบและตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง ปรับปรุงคุณสมบัติของผู้ที่สามารถเข้าร่วมการประมูลงาน และกระจายงานไม่ให้กระจุกตัวในช่วงเดียวกัน ส่งเสริมให้ความรู้ประชาชนในพื้นที่ในการช่วยตรวจสอบดูแลการก่อสร้าง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

ถนนเป็นเส้นทางคมนาคมที่ใช้ในการเดินทาง ขนส่ง ระหว่างเมืองกับเมือง เมืองกับท้องถิ่น หรือระหว่างท้องถิ่นกับท้องถิ่นด้วยตนเอง ถนนจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ การก่อสร้างถนนที่ดีและมีคุณภาพจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

ในพ.ศ. 2538 มีการกระจายอำนาจให้กับท้องถิ่นโดยให้องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบการพัฒนาาระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ในท้องถิ่น แต่เนื่องจาก อบต. เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่จัดตั้งขึ้นใหม่ ทำให้ในการพัฒนาออกแบบก่อสร้างถนนโดย อบต. ยังประสบปัญหาอยู่มาก จึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.
2. เพื่อศึกษาระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้าง

ถนนของ อบต.

การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) เป็นการวิเคราะห์ระบบที่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุ ความสำคัญของสาเหตุ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุที่ทำให้ระบบเกิดความเสียหาย การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีมีทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จึงนำมาใช้ในวิจัยในครั้งนี้

การวิจัยเริ่มจากการศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) จากการวิเคราะห์ พบว่า ในช่วงการออกแบบและการก่อสร้างพบปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ที่ส่งผลทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาที่ได้ออกแบบไว้ มีสาเหตุเกิดจาก ปัญหาในทางเทคนิคในขั้นตอนการออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างถนน อย่างไรก็ตาม ปัญหาทางเทคนิคเหล่านี้เกิดจากสาเหตุในการบริหารจัดการทรัพยากรในการก่อสร้างที่ไม่ดี และสาเหตุจากการบริหารจัดการทรัพยากรก่อสร้างที่ไม่ดีส่งผลผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.

เมื่อสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี พบสาเหตุเบื้องต้น (เหตุการณ์พื้นฐาน) ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาที่ได้ออกแบบไว้ จำนวน 43 สาเหตุ เกี่ยวข้องกับปัญหาในการบริหารทรัพยากรในการก่อสร้าง การเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสำคัญเชิงปริมาณ พบว่าสาเหตุเบื้องต้นที่มีความน่าจะเป็นในการเกิดสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ พฤติกรรมการใช้งานถนนที่

ไม่ถูกต้อง ขาดผู้รับผิดชอบดูแลและควบคุมการใช้งานถนน ขาดแคลนเครื่องมือในการสำรวจที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด และผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน ตามลำดับ

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ พบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. จำนวน 185 ปัจจัย เป็นปัจจัยที่มี 2 องค์ประกอบ จำนวน 15 ปัจจัย และปัจจัยที่มี 3 องค์ประกอบ จำนวน 170 ปัจจัย

ในการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเชิงปริมาณ พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานถนนและผู้ใช้งานถนนมีพฤติกรรมการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ฟอลท์ทรีเชิงปริมาณแยกตามชั้นของ อบต. พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดของ อบต. ทุกชั้น คือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานถนนและผู้ใช้งานถนนมีพฤติกรรมการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง ปัจจัยที่มีความสำคัญรองลงมาเป็นปัจจัยที่เกิดจากความผิดพลาดของงานด้านการสำรวจ แต่มีลำดับความสำคัญที่สลับกันบ้างในแต่ละชั้น

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม พบว่า ความน่าจะเป็นที่ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม เท่ากับ 0.75 โดยมีแนวทางของสาเหตุที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายเกิดจากปัจจัยภายใน งานด้านออกแบบที่ไม่ถูกต้องและงานด้านการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง และเกิดจากปัจจัยภายนอก การใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของทุก อบต. ไม่สามารถสรุปแยกได้ว่า ถนนในทุกๆ อบต. มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหายเท่ากัน เนื่องจาก ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลความน่าจะเป็นของทุก อบต. นำมาเฉลี่ยกันซึ่งในแต่ละ อบต. อาจจะมีสาเหตุที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาเฉลี่ยจึงเป็นการศึกษาโดยมองภาพรวมของปัญหา การวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นแยกตามชั้นของ อบต. พบว่า ค่าความน่าจะเป็นที่ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของแต่ละชั้นมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามชั้นของ อบต. ตามลำดับ

ในการประเมินความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน ครั้งที่ 1 เหตุการณ์ พบว่า การเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์พื้นฐานไม่มีผลกระทบต่อค่าความน่าจะเป็นที่ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ยกเว้น การ

เปลี่ยนแปลงเหตุการณ์จากปัจจัยภายนอก สาเหตุที่การเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน ครั้งที่ 1 เหตุการณ์ ไม่มีผลกระทบต่อความเสียหายของถนน เนื่องจาก ในแผนภาพพอลท์ทรีมีหลายแนวทางที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายที่เป็นเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดสูง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐาน ครั้งที่ 1 เหตุการณ์ และทำการคำนวณจึงมีผลกระทบต่อความน่าจะเป็นของระบบน้อยมาก ในการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ โดยเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นของการใช้งานถนน พบว่า ถนนในช่วงแรกของการใช้งานเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมจากสาเหตุที่เป็นปัจจัยภายนอก (การใช้งานที่ไม่เหมาะสม) เป็นหลัก ในช่วงใกล้หมดอายุการใช้งาน ถนนเกิดความเสียหายจากสาเหตุที่เป็นปัจจัยภายใน (การสำรวจก่อนการออกแบบ) เป็นหลัก

6.2 วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญใน 5 อันดับแรก ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ได้แก่ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานถนนและผู้ใช้ถนนมีพฤติกรรมการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ

จากผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ใน 5 อันดับแรก เป็นการใช้งานที่ไม่เหมาะสมและการทำสำรวจที่ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ ข้อมูลความน่าจะเป็นที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้จากการตอบแบบสอบถามของหัวหน้าส่วนโยธาของ อบต. เนื่องจากเป็นการตอบแบบสอบถามในเชิงความคิดเห็นทำให้ข้อมูลบางส่วนมีการเอนเอียงได้

ในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนน ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน คือ การดำเนินการก่อสร้าง แต่เมื่อวิเคราะห์หาความสำคัญของปัจจัยหรือชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายโดยใช้การวิเคราะห์พอลท์ทรี ทำให้ปัจจัยด้านการดำเนินการก่อสร้างมีความสำคัญน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบ และการใช้งาน เนื่องจากการวิเคราะห์พอลท์ทรีใช้ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของปัจจัยเป็นตัวชี้วัดถึงความสำคัญของแต่ละปัจจัย ในการดำเนินการก่อสร้างของผู้รับจ้างต้องทำควบคู่กับการควบคุมดูแลการก่อสร้างของส่วนโยธา เมื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นตามความสัมพันธ์ของการดำเนินการก่อสร้างและการควบคุมดูแลการก่อสร้าง ทำให้ค่าความน่าจะเป็นของปัจจัยด้านการดำเนินการก่อสร้างมีค่าความ

น่าจะเป็นลดลงและมีความสำคัญที่น้อยกว่าการออกแบบและการใช้งาน ตามหลักการวิเคราะห์ความสำคัญของเชิงปริมาณของพอลท์ทรี

ในการวิเคราะห์ความสำคัญของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดในเชิงปริมาณ สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดเป็นสมการอย่างง่าย (Simplified Formula) เนื่องจาก ไม่สามารถหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความสัมพันธ์กันได้ จึงใช้สมการอย่างง่ายในการคำนวณ

6.3 ข้อจำกัดในการศึกษา

การศึกษานี้ต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. แต่ด้วยข้อจำกัดของพอลท์ทรีที่ไม่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นสาเหตุทางอ้อมได้ ทำให้การศึกษานี้ไม่ครอบคลุมถึงสาเหตุทางอ้อมอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนน เช่น การคัดเลือกประเภทของโครงการ การจัดจ้าง เป็นต้น

การเก็บข้อมูลปัญหาและสาเหตุของปัญหาโดยการสัมภาษณ์หัวหน้าส่วนโยธาขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ไม่สามารถสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างได้ตามจำนวน ตามหลักสถิติ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านเวลาและงบประมาณในการวิจัย แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างที่สัมภาษณ์มีการกระจายตัวตามชั้นต่างๆ ของ อบต. และกระจายตามแต่ละภาคของประเทศ เมื่อสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มีลักษณะที่ซ้ำๆ กัน

การเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน เนื่องจากไม่มีการเก็บข้อมูลทางสถิติในเรื่องดังกล่าวมาก่อน จึงต้องเก็บข้อมูลโดยใช้การประเมินหรือความคิดเห็นของหัวหน้าส่วนโยธา ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบดูแลงานด้านการก่อสร้างของ อบต. ทำให้ค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากแบบสอบถามมีความคลาดเคลื่อนหรือเอนเอียงบ้างจากความเป็นจริง

6.4 ข้อเสนอแนะ

6.4.1 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยและความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบลโดยวิธีพอลท์ทรี ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ทำให้ทราบถึงปัญหาและนำมาซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อลดผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. ผลลัพธ์ที่ได้ แสดงให้เห็นถึงข้อบกพร่องหรือสิ่งที่ควรปรับปรุง

ของระบบ ประกอบด้วย การออกแบบที่ไม่ถูกต้อง การก่อสร้างของผู้รับจ้างที่ไม่ตรงตามแบบ และการควบคุมงานของผู้ควบคุมงานที่ไม่ดีเพียงพอ

จากผลลัพธ์ที่ได้ จึงเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ดังนี้ ปัญหาด้านการออกแบบ เสนอให้มีการจัดตั้งองค์กระระดับอำเภอเพื่อทำหน้าที่ในการออกแบบ สำรวจ ทดสอบและตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง เพื่อลดปัญหาด้านการขาดแคลนเครื่องมือ และผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการออกแบบ ปัญหาการทำงานของผู้รับจ้างเสนอให้มีการปรับปรุงการกำหนดคุณสมบัติของผู้ที่สามารถเข้าร่วมการประมูลงาน เพื่อให้ได้ผู้รับจ้างที่มีความพร้อมในการทำงาน ปัญหาด้านการควบคุมงาน เสนอให้มีการบริหารจัดการงบประมาณใหม่ โดยการกระจายงบประมาณไม่ให้กระจุกตัวในช่วงเวลาเดียวกัน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ให้ช่วยดูแลตรวจสอบการก่อสร้าง

6.4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์หาปัจจัยและความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบลโดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรี แต่เนื่องจากข้อจำกัดในการวิเคราะห์ของฟอลท์ทรีที่ไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นสาเหตุทางอ้อมได้ เช่น การคัดเลือกโครงการ การจัดจ้าง เป็นต้น ทำให้การวิจัยไม่ได้ครอบคลุมถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนที่เกิดจากสาเหตุทางอ้อม

ข้อเสนอแนะในการวิจัย ควรศึกษาสาเหตุทางอ้อมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. และศึกษาความสำคัญของปัจจัยโดยใช้ความเสียหายของถนนเป็นตัวชี้วัดถึงความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การปกครอง, กรม. ข้อมูลสภาพตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ประจำปี 2545.

กรุงเทพมหานคร, 2545.

การปกครอง, กรม. คู่มือพนักงานส่วนตำบล. กรุงเทพมหานคร: ส่วนท้องถิ่น, 2539.

ชยธินันท์ พรหมศร. งานพัฒนากาารวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงสร้างถนนเพื่อพัฒนากาารบริหารงาน

บำรุงทางของกรมทางหลวง. การสัมมนาเพื่อพัฒนากาารบริหารงานบำรุงทางของ

กรมทางหลวง ครั้งที่ 1 (พฤษภาคม 2543): 1-9.

โชติชัย เจริญงาม และณรงค์ เหลืองบุญนาค. รายงานการวิจัย: แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

ในการบริการการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนตำบล. ปทุมธานี:

สถาบันเทคโนโลยีเอเชีย, 2544.

ดำรงราชานภาพ, สถาบัน. รายงานการวิจัย: ปัญหาการบริหารงานขององค์การบริหารส่วนตำบล.

กรุงเทพมหานคร, 2539.

วิชาญ ภูพัฒน์. การตรวจสอบความเสียหายของถนนบนทางหลวงสายอ่างทอง – โพธิ์ทอง

ที่ กม. 0+230. รายงานฉบับที่ วว.13 (มิถุนายน 2522):1-3.

สุรัชชัย ชัยสินทรากุล. ความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและการป้องกันแก้ไข.

การสัมมนาวิศวกรรมกรรมทาง ครั้งที่ 1 (กรกฎาคม 2544): 193-229.

ภาษาอังกฤษ

Asphalt Institute. Asphalt in pavement maintenance (MS-16). West Virginia. 1983.

Atkinson, G. Construction quality and quality standards: The european perspective.

London: E & Fn Spon, 1995.

Brown, D. B. Systems analysis and design for safety: Safety systems engineering.

New Jersey: Prentice-Hall, 1976.

Crosby, P. B. Quality is free. New York: American library, 1979.

Garvin, D. A. Managing quality: The strategic and competitive edge. New York: The free,

1988.

Hadipriono, F. C. Forensic study for causes of fall using fault tree analysis. Journal of

Performance of Constructed Facilities Vol. 15, No. 3 (August 2001): 98-103.

Juran, J. M. Quality control handbook. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1974.

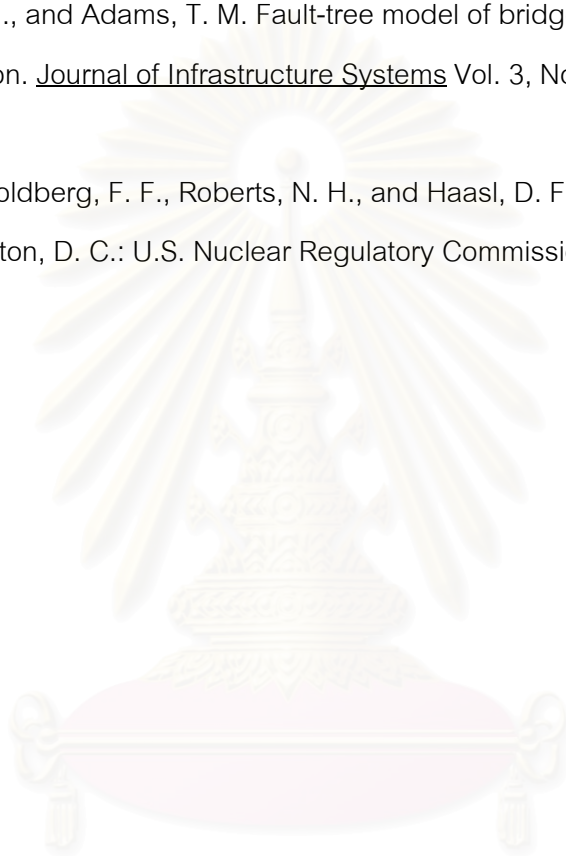
Recht, J.L. System safety analysis: The fault tree. National safety news (April 1996).

Cited in Brown, D. B. Systems analysis and design for safety: Safety systems engineering. New Jersey: Prentice-Hall, 1976.

Rollings, R. S., and Rollings, M. P. Pavement failures: Oversights, omissions and wishful thinking. Journal of Performance of Constructed Facilities Vol. 5, No. 4 (November 1991): 271-286.

Sianipar, P. R. M., and Adams, T. M. Fault-tree model of bridge deterioration due to interaction. Journal of Infrastructure Systems Vol. 3, No. 3 (September 1997): 103-110.

Vesely, W. E., Goldberg, F. F., Roberts, N. H., and Haas, D. F. Fault tree handbook. Washington, D. C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คำจำกัดความและสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพฟอลท์ทรี

1. คำจำกัดความที่ใช้ในการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี

คำจำกัดความที่ใช้ในการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี มีดังนี้

1.1 เหตุการณ์ (Event) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ อาจเป็นเหตุการณ์เกิดความล้มเหลวหรือเหตุการณ์ปกติก็ได้

1.2 เหตุการณ์ที่ผิดพลาด (Fault Event) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานะที่ผิดปกติส่งผลให้ผลลัพธ์เกิดความล้มเหลว

1.3 เหตุการณ์ปกติ (Normal Event) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามปกติและเกิดขึ้น ในเวลาที่เหมาะสม

1.4 เหตุการณ์พื้นฐาน (Fundamental Event) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับรากฐาน (Element level) จัดเป็นเหตุการณ์ในหน่วยย่อยที่สุดในระบบ

1.5 เหตุการณ์ปฐมภูมิ (Primary Event) คือ เหตุการณ์ภายในหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากตัวของตัวมันเอง

1.6 เหตุการณ์ทุติยภูมิ (Secondary Event) คือ เหตุการณ์ภายนอกที่มากระทำและอยู่นอกเหนือการควบคุมของตัวมันเอง

1.7 เหตุการณ์ส่วนหัว (Head Event) คือ เหตุการณ์ที่อยู่ในตำแหน่งสูงสุดของฟอลท์ทรีซึ่งจะถูกวิเคราะห์หาเส้นทางที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์

2. สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพฟอลท์ทรี

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพฟอลท์ทรีแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

ก.) สัญลักษณ์ของเหตุการณ์พื้นฐาน (Fundamental Event Symbols)

ข.) สัญลักษณ์ของเหตุการณ์คั่นกลาง (Intermediate Event Symbols)

ค.) สัญลักษณ์ของประตูตรรกศาสตร์ (Gate Symbols)

ง.) สัญลักษณ์ของการโยกย้าย (Transfer Symbols)

ก.) สัญลักษณ์ของเหตุการณ์พื้นฐาน (Fundamental Event Symbols) เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับรากฐาน เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ สามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. เหตุการณ์เบื้องต้น (The Basic Event) เป็นเหตุการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์รูปวงกลม เป็นเหตุการณ์เบื้องต้นที่มีความชัดเจนเพียงพอตามขอบเขตที่ได้ระบุไว้ ไม่จำเป็นต้องแจกแจงต่อไป

2. เหตุการณ์ที่ไม่ต้องแจกแจง (The Undeveloped Event) เป็นเหตุการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องแจกแจงต่อ เนื่องจากเป็นสาเหตุที่มีข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

3. เหตุการณ์ที่เป็นเงื่อนไข (The Conditioning Event) เป็นเหตุการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์รูปวงรี ใช้ในการกำหนดเงื่อนไขหรือข้อจำกัด มักใช้ควบคู่กับประตูตรรกศาสตร์ “ และลำดับ (Priority And) “ และ “ สกัดกั้น (Inhibit) “

4. เหตุการณ์ภายนอก (The External Event) เป็นเหตุการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์รูปบ้าน แสดงถึงเหตุการณ์ตามปกติที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

ข.) สัญลักษณ์ของเหตุการณ์คั่นกลาง (Intermediate Event Symbols) เป็นเหตุการณ์ที่อยู่คั่นระหว่างเหตุการณ์นำเข้าและเหตุการณ์ผลลัพธ์ เป็นเหตุการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า บ่งบอกถึงเหตุการณ์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุนำเข้าที่อยู่ก่อนหน้า ผ่านมายังประตูตรรกศาสตร์ที่อยู่ใต้เหตุการณ์นี้ แต่เหตุการณ์นี้ไม่ใช่เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

ค.) สัญลักษณ์ของประตูตรรกศาสตร์ (Gate Symbols) มีสัญลักษณ์ทั้งหมดอยู่ 5 ชนิด ดังนี้

1. ประตู “หรือ” (The OR-Gate) เป็นประตูตรรกศาสตร์ที่บ่งบอกถึงเหตุการณ์ผลลัพธ์ (Output Event) จะเกิดขึ้นได้ ถ้ามีเหตุการณ์นำเข้า (Input Event) เกิดขึ้นอย่างน้อย 1 เหตุการณ์หรือหลายๆ เหตุการณ์รวมกันก็ได้

2. ประตู “และ” (The AND-Gate) เป็นประตูตรรกศาสตร์ที่บ่งบอกถึงเหตุการณ์ผลลัพธ์จะเกิดขึ้นได้ ถ้าเหตุการณ์นำเข้าทุกๆ เหตุการณ์เกิดขึ้น

3. ประตู “สกัดกั้น” (The INHIBIT-Gate) เป็นประตูตรรกศาสตร์ที่ประยุกต์จากประตู “และ” โดยมีสาเหตุนำเข้าเพียงสาเหตุเดียว แต่สาเหตุนำเข้านั้น จะต้องผ่านเงื่อนไขบางประการก่อน จึงจะถือว่ามีผลได้ มักจะมีการใช้งานร่วมกับเหตุการณ์ที่เป็นเงื่อนไข

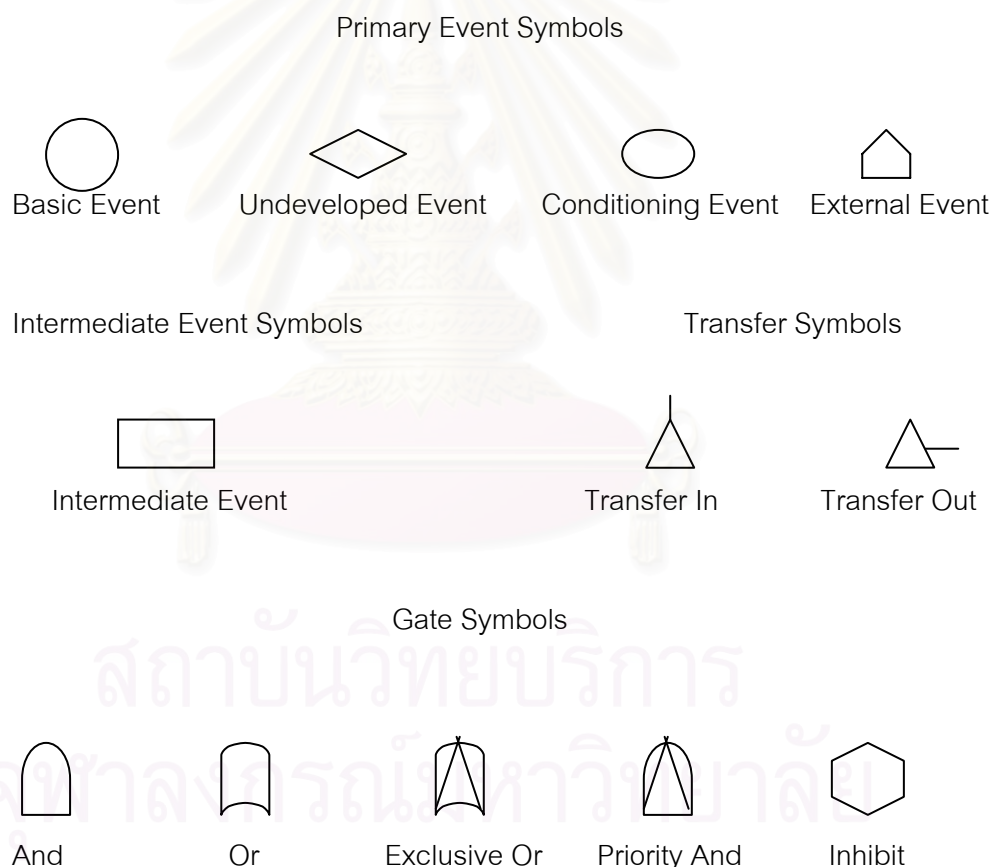
4. ประตู “หรือเฉพาะ” (The EXCLUSIVE OR-Gate) เป็นประตูตรรกศาสตร์ที่ประยุกต์จากประตู “หรือ” ซึ่งเหตุการณ์ผลลัพธ์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ต้องมีเพียงเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งของเหตุการณ์นำเข้าเกิดขึ้นเท่านั้น

5. ประตู “และลำดับ” (The PRIORITY AND-Gate) เป็นประตูตรรกศาสตร์ที่ประยุกต์จากประตู “และ” ซึ่งเหตุการณ์ผลลัพธ์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ เหตุการณ์นำเข้าทุกเหตุการณ์เกิดขึ้นตามลำดับที่ระบุไว้

ง.) สัญลักษณ์ของการโยกย้าย (Transfer Symbols) เป็นสัญลักษณ์ที่มีการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในการเขียนแผนภาพพลทรี มีสัญลักษณ์อยู่ด้วยกัน 2 ชนิด

1. สัญลักษณ์การโยกย้ายเข้า (Transfer In) เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงให้เห็นว่าแผนภาพนั้นจะถูกเขียนขึ้น ในส่วนอื่นของเอกสาร ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก เนื้อหาที่มีอยู่จำกัด

2. สัญลักษณ์การโยกย้ายออก (Transfer Out) เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงให้เห็นว่าแผนภาพที่ถูกโยกย้ายเข้าจะถูกนำมาเขียนหรือแสดงในตำแหน่งดังกล่าว



รูปที่ ก.1 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในแผนภาพพลทรี

ภาคผนวก ข
แสดงประเด็นในการสัมภาษณ์

คำถามในการสัมภาษณ์มีดังต่อไปนี้

1. ชื่อ อบต..... ระดับชั้น

อำเภอ..... จังหวัด

2. หน้าที่ความรับผิดชอบของส่วนโยธาในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนน และปัญหาอุปสรรคในการทำงานที่พบ ที่ส่งผลให้ผลงานการก่อสร้างถนนที่ได้ไม่มีคุณภาพเท่าที่ควร โดยแยกตามขั้นตอนและประเด็นต่างๆ ในการพัฒนาโครงการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดตั้งงบประมาณโครงการ

- การเสนอโครงการ
- การคัดเลือกโครงการ
- การสำรวจเบื้องต้น เพื่อประมาณการ

2. ขั้นตอนการออกแบบโครงการ

- การสำรวจ
- การออกแบบ
- การกำหนดรายการประกอบแบบ
- การเขียนแบบ
- การประมาณราคา

3. ขั้นตอนการจัดซื้อ/จัดจ้าง

- การกำหนดเกณฑ์ของผู้เข้าร่วมประมูล
- การคัดเลือกผู้รับจ้าง

4. ขั้นตอนการก่อสร้าง การควบคุมการก่อสร้างและการตรวจการจ้าง

- การตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุก่อนการก่อสร้าง
- การควบคุมการก่อสร้าง
- การตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง

5. ขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษา

- การใช้งานและการกำหนดข้อบังคับในการใช้งาน
- การซ่อมแซมบำรุงรักษาและการวางแผนการซ่อมแซมบำรุงรักษาถนน

ภาคผนวก ค

รายชื่อองค์การบริหารส่วนตำบลที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้น

ตารางที่ ค.1 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้นในภาคเหนือ

| ชื่อ อบต. | ระดับ | อำเภอ | จังหวัด |
|----------------|-------|----------|-----------|
| 1.หนองป่าครั่ง | 1 | เมือง | เชียงใหม่ |
| 2.หนองผึ้ง | 2 | สารภี | เชียงใหม่ |
| 3.ท่าศาลา | 3 | เมือง | เชียงใหม่ |
| 4.ชมภู | 3 | สารภี | เชียงใหม่ |
| 5.ไทยสถาน | 4 | สารภี | เชียงใหม่ |
| 6.ต้นธง | 4 | เมือง | ลำพูน |
| 7.เวียงยอง | 4 | เมือง | ลำพูน |
| 8.สันกลาง | 5 | สันกำแพง | เชียงใหม่ |
| 9.ท่าผา | 5 | เกาะคา | ลำปาง |
| 10.นาแก้ว | 5 | เกาะคา | ลำปาง |

ตารางที่ ค.2 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้นในภาคกลาง

| ชื่อ อบต. | ระดับ | อำเภอ | จังหวัด |
|----------------|-------|-------------|-----------------|
| 1.ธนู | 1 | อูทัย | พระนครศรีอยุธยา |
| 2.คูบางหลวง | 2 | ลาดหลุมแก้ว | ปทุมธานี |
| 3.กระแซง | 3 | เมือง | ปทุมธานี |
| 4.หน้าไม้ | 3 | ลาดหลุมแก้ว | ปทุมธานี |
| 5.เชียงรากใหญ่ | 4 | สามโคก | ปทุมธานี |
| 6.คลองสวนพลู | 4 | บางปะอิน | พระนครศรีอยุธยา |
| 7.ลาดหลุมแก้ว | 4 | ลาดหลุมแก้ว | ปทุมธานี |
| 8.ทับน้ำ | 5 | บางปะหัน | พระนครศรีอยุธยา |
| 9.สามเรือน | 5 | บางปะอิน | พระนครศรีอยุธยา |
| 10.ชนอนหลวง | 5 | บางปะอิน | พระนครศรีอยุธยา |

ตารางที่ ค.3 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้น
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

| ชื่อ อบต. | ระดับ | อำเภอ | จังหวัด |
|---------------|-------|-----------|------------|
| 1.หมูสี | 1 | ปากช่อง | นครราชสีมา |
| 2.หนองน้ำแดง | 2 | ปากช่อง | นครราชสีมา |
| 3.ปากช่อง | 2 | ปากช่อง | นครราชสีมา |
| 4.ลาดบัวขาว | 3 | สีคิ้ว | นครราชสีมา |
| 5.กลางดง | 3 | ปากช่อง | นครราชสีมา |
| 6.ตลาดแร้ง | 4 | บ้านเขว้า | ชัยภูมิ |
| 7.ละหาน | 4 | จัตุรัส | ชัยภูมิ |
| 8.สีลอม | 5 | เมือง | ชัยภูมิ |
| 9.ลุ่มลำชี | 5 | บ้านเขว้า | ชัยภูมิ |
| 10.หนองบัวโคก | 5 | จัตุรัส | ชัยภูมิ |

ตารางที่ ค.4 แสดงรายชื่อ อบต. ที่ทำการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจปัญหาเบื้องต้นในภาคใต้

| ชื่อ อบต. | ระดับ | อำเภอ | จังหวัด |
|---------------|-------|--------|--------------|
| 1.รัชฎา | 1 | เมือง | ภูเก็ต |
| 2.ไม้ขาว | 2 | ถลาง | ภูเก็ต |
| 3.เทพกระษัตรี | 3 | ถลาง | ภูเก็ต |
| 4.เกาะแก้ว | 3 | เมือง | ภูเก็ต |
| 5.วัดประดู่ | 4 | เมือง | สุราษฎร์ธานี |
| 6.ครองไพร | 4 | ท่าฉาง | สุราษฎร์ธานี |
| 7.ท่าโรงช้าง | 4 | พุนพิน | สุราษฎร์ธานี |
| 8.ท่าฉาง | 5 | ท่าฉาง | สุราษฎร์ธานี |
| 9.เลม็ด | 5 | ไชยา | สุราษฎร์ธานี |
| 10.เวียง | 5 | ไชยา | สุราษฎร์ธานี |

ภาคผนวก ง
แสดงการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย
ก่อนเวลาอันเหมาะสม

จากขั้นตอนการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดโดยการแทนค่า ได้ผลการวิเคราะห์
 ขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.เขียนแผนภาพฟลอทที่รีที่ได้ให้อยู่ในรูปสมการทางตรรกศาสตร์

$$HE = IE 0 + IE 2 \quad (ง.1)$$

$$IE 0 = IE 1 \bullet EE 1 \quad (ง.2)$$

$$IE 2 = IE 21 \quad (ง.3)$$

$$IE 1 = IE 11 + IE 12 \quad (ง.4)$$

$$IE 21 = BE 211 \bullet BE 212 \quad (ง.5)$$

$$IE 11 = IE 111 + IE 112 + IE 113 \quad (ง.6)$$

$$IE 12 = IE 121 \bullet IE 122 \quad (ง.7)$$

$$IE 111 = BE 1111 + BE 1112 + BE 1113 + BE 1114 + BE 1115 \\ + BE 1116 \quad (ง.8)$$

$$IE 112 = BE 1121 + BE 1122 + BE 1123 + BE 1124 + BE 1125 \quad (ง.9)$$

$$IE 113 = BE 1131 + BE 1132 + BE 1133 \quad (ง.10)$$

$$IE 121 = BE 12101 + BE 12102 + BE 12103 + BE 12104 \\ + BE 12105 + BE 12106 + BE 12107 + BE 12108 \\ + BE 12109 + BE 12110 \quad (ง.11)$$

$$IE 122 = IE 1221 + IE 1222 + IE 1223 \quad (ง.12)$$

$$IE 1221 = BE 12211 + BE 12212 + BE 12213 + BE 12214 \\ + BE 12215 \quad (ง.13)$$

$$IE 1222 = BE 12221 + BE 12222 + BE 12223 + BE 12224 \\ + BE 12225 + BE 12226 + BE 12227 \quad (ง.14)$$

$$IE 1223 = BE 12231 + BE 12232 + BE 12233 + BE 12234 \\ + BE 12235 \quad (ง.15)$$

ในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 แทนที่เหตุการณ์คั่นกลาง ด้วยเหตุการณ์คั่นกลางหรือ เหตุการณ์ปฐมภูมิที่อยู่ใต้เหตุการณ์คั่นกลางนั้นๆ โดยแทนจากข้างบนลงล่าง (Top Down) จนกว่าจะได้เหตุการณ์ส่วนหัวในรูปของเหตุการณ์ปฐมภูมิทั้งหมด จะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

แทนที่สมการ ง.1 ด้วย สมการ ง.2 และ ง.3 จะได้

$$HE = /E 1 \bullet EE 1 + /E 2 \quad (ง.16)$$

แทนที่สมการ ง.16 ด้วย สมการ ง.4 และ ง.5 จะได้

$$HE = (/E 11 + /E 12) \bullet EE 1 + (BE 211 \bullet BE 212) \quad (ง.17)$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ ง.17 จะได้

$$HE = /E 11 \bullet EE 1 + /E 12 \bullet EE 1 + (BE 211 \bullet BE 212) \quad (ง.18)$$

แทนที่สมการ ง.18 ด้วย สมการ ง.6 และ ง.7 จะได้

$$HE = (/E 111 + /E 112 + /E 113) \bullet EE 1 + (/E 121 \bullet /E 122) \bullet EE 1 + (BE 211 \bullet BE 212) \quad (ง.19)$$

ใช้ Distribution Law และ Associative Law ในสมการ ง.19 จะได้

$$HE = /E 111 \bullet EE 1 + /E 112 \bullet EE 1 + /E 113 \bullet EE 1 + (/E 121 \bullet EE 1) \bullet /E 122 + (BE 211 \bullet BE 212) \quad (ง.20)$$

แทนที่สมการ ง.20 ด้วย สมการ ง.8, ง.9, ง.10, ง.11 และ ง.12 จะได้

$$HE = (BE 1111 + BE 1112 + BE 1113 + BE 1114 + BE 1115 + BE 1116) \bullet EE 1 + (BE 1121 + BE 1122 + BE 1123 + BE 1124 + BE 1125) \bullet EE 1 + (BE 1131 + BE 1132 + BE 1133) \bullet EE 1 + [(BE 12101 + BE 12102 + BE 12103 + BE 12104 + BE 12105 + BE 12106 + BE 12107 + BE 12108 + BE 12109 + BE 12110) \bullet EE 1] \bullet (/E 1221 + /E 1222 + /E 1223) + (BE 211 \bullet BE 212) \quad (ง.21)$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ ง.21 จะได้

$$\begin{aligned}
 HE = & BE\ 1111 \bullet EE\ 1 + BE\ 1112 \bullet EE\ 1 + BE\ 1113 \bullet EE\ 1 + BE\ 1114 \bullet EE\ 1 + \\
 & BE\ 1115 \bullet EE\ 1 + BE\ 1116 \bullet EE\ 1 + BE\ 1121 \bullet EE\ 1 + BE\ 1122 \bullet EE\ 1 + BE\ 1123 \bullet EE \\
 & 1 + BE\ 1124 \bullet EE\ 1 + BE\ 1125 \bullet EE\ 1 + BE\ 1131 \bullet EE\ 1 + BE\ 1132 \bullet EE\ 1 + BE\ 1133 \\
 & \bullet EE\ 1 + \{ [BE\ 12101 \bullet EE\ 1 + BE\ 12102 \bullet EE\ 1 + BE\ 12103 \bullet EE\ 1 + BE\ 12104 \bullet EE\ 1 \\
 & + BE\ 12105 \bullet EE\ 1 + BE\ 12106 \bullet EE\ 1 + BE\ 12107 \bullet EE\ 1 + BE\ 12108 \bullet EE\ 1 + BE \\
 & 12109 \bullet EE\ 1 + BE\ 12110 \bullet EE\ 1] \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) \} + (BE\ 211 \bullet BE \\
 & 212) \qquad \qquad \qquad (ง.22)
 \end{aligned}$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ ง.22 จะได้

$$\begin{aligned}
 HE = & BE\ 1111 \bullet EE\ 1 + BE\ 1112 \bullet EE\ 1 + BE\ 1113 \bullet EE\ 1 + BE\ 1114 \bullet EE\ 1 + \\
 & BE\ 1115 \bullet EE\ 1 + BE\ 1116 \bullet EE\ 1 + BE\ 1121 \bullet EE\ 1 + BE\ 1122 \bullet EE\ 1 + BE\ 1123 \bullet EE \\
 & 1 + BE\ 1124 \bullet EE\ 1 + BE\ 1125 \bullet EE\ 1 + BE\ 1131 \bullet EE\ 1 + BE\ 1132 \bullet EE\ 1 + BE\ 1133 \\
 & \bullet EE\ 1 + [(BE\ 12101 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12102 \bullet EE\ 1) \bullet \\
 & (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12103 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + \\
 & (BE\ 12104 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12105 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + \\
 & IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12106 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12107 \\
 & \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12108 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + \\
 & IE\ 1223) + (BE\ 12109 \bullet EE\ 1) \bullet (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223) + (BE\ 12110 \bullet EE\ 1) \bullet \\
 & (IE\ 1221 + IE\ 1222 + IE\ 1223)] + (BE\ 211 \bullet BE\ 212) \qquad \qquad \qquad (ง.23)
 \end{aligned}$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ ง.23 จะได้

$$\begin{aligned}
 HE = & BE\ 1111 \bullet EE\ 1 + BE\ 1112 \bullet EE\ 1 + BE\ 1113 \bullet EE\ 1 + BE\ 1114 \bullet EE\ 1 + \\
 & BE\ 1115 \bullet EE\ 1 + BE\ 1116 \bullet EE\ 1 + BE\ 1121 \bullet EE\ 1 + BE\ 1122 \bullet EE\ 1 + BE\ 1123 \bullet EE \\
 & 1 + BE\ 1124 \bullet EE\ 1 + BE\ 1125 \bullet EE\ 1 + BE\ 1131 \bullet EE\ 1 + BE\ 1132 \bullet EE\ 1 + BE\ 1133 \\
 & \bullet EE\ 1 + [(BE\ 12101 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1221 + (BE\ 12101 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1222 + (BE\ 12101 \bullet \\
 & EE\ 1) \bullet IE\ 1223 + (BE\ 12102 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1221 + (BE\ 12102 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1222 + (BE \\
 & 12102 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1223 + (BE\ 12103 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1221 + (BE\ 12103 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1222 \\
 & + (BE\ 12103 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1223 + (BE\ 12104 \bullet EE\ 1) \bullet IE\ 1221 + (BE\ 12104 \bullet EE\ 1) \bullet
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& /E\ 1222 + (BE\ 12104 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 + (BE\ 12105 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1221 + (BE\ 12105 \bullet \\
& EE\ 1) \bullet /E\ 1222 + (BE\ 12105 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 + (BE\ 12106 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1221 + (BE \\
& 12106 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1222 + (BE\ 12106 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 + (BE\ 12107 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1221 \\
& + (BE\ 12107 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1222 + (BE\ 12107 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 + (BE\ 12108 \bullet EE\ 1) \bullet \\
& /E\ 1221 + (BE\ 12108 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1222 + (BE\ 12108 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 + (BE\ 12109 \bullet \\
& EE\ 1) \bullet /E\ 1221 + (BE\ 12109 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1222 + (BE\ 12109 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 + (BE \\
& 12110 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1221 + (BE\ 12110 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1222 + (BE\ 12110 \bullet EE\ 1) \bullet /E\ 1223 \\
&] + (BE\ 211 \bullet BE\ 212) \qquad \qquad \qquad (จ.24)
\end{aligned}$$

แทนที่สมการ จ.24 ด้วย สมการ จ.13, จ.14 และ จ.15 จะได้

$$\begin{aligned}
HE = & BE\ 1111 \bullet EE\ 1 + BE\ 1112 \bullet EE\ 1 + BE\ 1113 \bullet EE\ 1 + BE\ 1114 \bullet EE\ 1 + \\
& BE\ 1115 \bullet EE\ 1 + BE\ 1116 \bullet EE\ 1 + BE\ 1121 \bullet EE\ 1 + BE\ 1122 \bullet EE\ 1 + BE\ 1123 \bullet EE \\
& 1 + BE\ 1124 \bullet EE\ 1 + BE\ 1125 \bullet EE\ 1 + BE\ 1131 \bullet EE\ 1 + BE\ 1132 \bullet EE\ 1 + BE\ 1133 \\
& \bullet EE\ 1 + [(BE\ 12101 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE \\
& 12215) + (BE\ 12101 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE \\
& 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12101 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE \\
& 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12102 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE \\
& 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12102 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE \\
& 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12102 \bullet EE\ 1) \bullet (BE \\
& 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12103 \bullet EE\ 1) \bullet (BE \\
& 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12103 \bullet EE\ 1) \bullet (BE \\
& 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE \\
& 12103 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE \\
& 12104 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE \\
& 12104 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE \\
& 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12104 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE \\
& 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12105 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE \\
& 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12105 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE \\
& 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12105 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12106 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE \\
& 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12106 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE \\
& 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12106 \bullet EE \\
& 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12107 \bullet EE\ 1) \\
& \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12107 \bullet EE\ 1) \bullet \\
& (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + \\
& (BE\ 12107 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE \\
& 12108 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE \\
& 12108 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE \\
& 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12108 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE \\
& 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12109 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE\ 12212 + BE\ 12213 + BE \\
& 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12109 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE\ 12222 + BE\ 12223 + BE \\
& 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12109 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12231 + BE \\
& 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235) + (BE\ 12110 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12211 + BE \\
& 12212 + BE\ 12213 + BE\ 12214 + BE\ 12215) + (BE\ 12110 \bullet EE\ 1) \bullet (BE\ 12221 + BE \\
& 12222 + BE\ 12223 + BE\ 12224 + BE\ 12225 + BE\ 12226 + BE\ 12227) + (BE\ 12110 \bullet EE \\
& 1) \bullet (BE\ 12231 + BE\ 12232 + BE\ 12233 + BE\ 12234 + BE\ 12235)] + (BE\ 211 \bullet BE\ 212) \\
& \hspace{15em} (\text{ง.25})
\end{aligned}$$

ใช้ Distribution Law ในสมการ ง.25 จะได้

$$\begin{aligned}
HE = & BE\ 1111 \bullet EE\ 1 + BE\ 1112 \bullet EE\ 1 + BE\ 1113 \bullet EE\ 1 + BE\ 1114 \bullet EE\ 1 + \\
& BE\ 1115 \bullet EE\ 1 + BE\ 1116 \bullet EE\ 1 + BE\ 1121 \bullet EE\ 1 + BE\ 1122 \bullet EE\ 1 + BE\ 1123 \bullet EE \\
& 1 + BE\ 1124 \bullet EE\ 1 + BE\ 1125 \bullet EE\ 1 + BE\ 1131 \bullet EE\ 1 + BE\ 1132 \bullet EE\ 1 + BE\ 1133 \\
& \bullet EE\ 1 + [(BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12211 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12212 + BE\ 12101 \bullet \\
& EE\ 1 \bullet BE\ 12213 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12214 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12215 + BE \\
& 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12216 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12217) + (BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE \\
& 12221 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12222 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12223 + BE\ 12101 \bullet \\
& EE\ 1 \bullet BE\ 12224 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12225 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12226 + BE \\
& 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12227) + (BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE\ 12231 + BE\ 12101 \bullet EE\ 1 \bullet BE
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& EE 1 \bullet BE 12235) + (BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12211 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12212 + \\
& BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12213 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12214 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE \\
& 12215 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12216 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12217) + (BE 12110 \bullet \\
& EE 1 \bullet BE 12221 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12222 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12223 + BE \\
& 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12224 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12225 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE \\
& 12226 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12227) + (BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12231 + BE 12110 \bullet \\
& EE 1 \bullet BE 12232 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12233 + BE 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12234 + BE \\
& 12110 \bullet EE 1 \bullet BE 12235)] + (BE 211 \bullet BE 212) \qquad (ง.26)
\end{aligned}$$

ในการวิเคราะห์หาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (MCS) พบว่า มีชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (MCS) ทั้งหมด 185 ชุดเหตุการณ์ โดยมีชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ที่มี 2 องค์ประกอบ (Double component minimal cut sets) จำนวน 15 ชุดเหตุการณ์ และมีชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม ที่มี 3 องค์ประกอบ (Triple component minimal cut sets) จำนวน 170 ชุดเหตุการณ์

ภาคผนวก จ

แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|---|
| 1 | BE1111.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจและมีการใช้งานถนน |
| 2 | BE1112.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจและมีการใช้งานถนน |
| 3 | BE1113.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน |
| 4 | BE1114.EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน |
| 5 | BE1115.EE1 | ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน |
| 6 | BE1116.EE1 | ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน |
| 7 | BE1121.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบ ประยุกต์ใช้แบบมาตรฐานและมีการใช้งานถนน |
| 8 | BE1122.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบ ประยุกต์ใช้แบบมาตรฐานและมีการใช้งานถนน |
| 9 | BE1123.EE1 | ขาดแคลนงบประมาณในการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐานและมีการใช้งานถนน |
| 10 | BE1124.EE1 | ขาดแคลนแบบมาตรฐานที่นำมาอ้างอิงหรือประยุกต์ใช้ในการออกแบบและมีการใช้งานถนน |
| 11 | BE1125.EE1 | ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัดและมีการใช้งานถนน |
| 12 | BE1131.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการเขียนแบบและมีการใช้งานถนน |
| 13 | BE1132.EE1 | ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบและมีการใช้งานถนน |
| 14 | BE1133.EE1 | ขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการเขียนแบบและมีการใช้งานถนน |
| 15 | BE211.BE212 | ขาดผู้รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการใช้งานและพฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและหัวน้แครงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและหัวน้แครงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงานและมีการใช้งานถนนและหัวน้แครงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|---|
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|---|
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและหัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนนและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและหัวนเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุนและมีการใช้งานถนนและหัวนเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและห้วยเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและห้วยเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและหวั่นเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|---|
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและห้วยเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุม งาน) |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุม งาน |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบ ผลงาน |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มี ความน่าเชื่อถือ |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการ ก่อสร้าง |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบและมี การใช้งานถนนและห้วยเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบ ผลงาน) |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มี ความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มี ประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดการควบคุมดูแล ขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการ ทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและห้วยเกรงต่อผู้รับจ้างที่ มีอิทธิพล(ในช่วงการทดสอบวัสดุ) |

ตารางที่ จ.1 แสดงชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสม (ต่อ)

| ลำดับ | ชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด | คำอธิบาย |
|-------|------------------------|--|
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน |
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและหัวหน้ากองต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการควบคุมงาน) |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัดและมีการใช้งานถนนและหัวหน้ากองต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล(ในช่วงการตรวจสอบผลงาน) |



ภาคผนวก จ

แบบสอบถาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถาม
เรื่อง
ปัญหาในการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โดยใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี” เท่านั้น โดยไม่มีวัตถุประสงค์อื่นใด นอกเหนือจากงานวิทยานิพนธ์ ทั้งนี้ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล ซึ่งหวังอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อท่านในทางใดทางหนึ่งต่อไป จึงขอความกรุณาในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงและด้วยความตั้งใจ คำตอบของท่านจะเก็บไว้เป็นความลับและจะใช้เฉพาะในการศึกษานี้เท่านั้น ขอขอบคุณทุกท่านอย่างสูง ที่ให้ความร่วมมือ

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 หมวด ดังนี้

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไปขององค์การบริหารส่วนตำบล

หมวดที่ 2 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการออกแบบโครงการก่อสร้างถนน

หมวดที่ 3 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้างถนนและการควบคุมงานก่อสร้างถนน

หมวดที่ 4 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการใช้งานถนน

ผู้ตอบแบบสอบถาม คือ หัวหน้าส่วนโยธา

ข้อมูลที่ใช้ในการตอบคำถาม เป็นปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการพัฒนาโครงการก่อสร้างถนน (แอสฟัลต์หรือคอนกรีต) ของ อบต. เอง (ไม่ใช่โครงการถ่ายโอนจากหน่วยงานอื่น)

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไปขององค์การบริหารส่วนตำบล

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อความหรือตัวเลขในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. ข้อมูลทั่วไปขององค์การบริหารส่วนตำบล

ชื่อ อบต.ระดับชั้นของ อบต.

อำเภอ..... จังหวัด.....

คำชี้แจง สำหรับการตอบคำถามในหมวดที่ 2 ถึง 4

ให้ท่านทำเครื่องหมายถูก (/) ตามความเป็นจริง ลงในช่อง “ ความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ” ตามความถี่ของสาเหตุที่ท่านพบใน อบต. ของท่าน ซึ่งทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ในช่องซ้ายมือ โดยที่

1 = ไม่เคยเกิดจากสาเหตุนี้เลย, 2 = เกิดจากสาเหตุนี้แต่ไม่บ่อยนัก , 3 = เกิดจากสาเหตุนี้บ้างปานกลาง, 4 = เกิดจากสาเหตุนี้ค่อนข้างบ่อย และ 5 = เกิดจากสาเหตุนี้ทุกครั้ง

หมวดที่ 2 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการออกแบบโครงการก่อสร้างถนน

| ปัญหา | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | ความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | | | | |
|---|--|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.ปัญหาการสำรวจข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบถนนไม่ครบถ้วนหรือไม่ละเอียดเพียงพอ เช่น ข้อมูลคุณสมบัติของดินเดิมบริเวณที่จะก่อสร้างถนน ข้อมูลปริมาณรถ ข้อมูลประเภทของรถ ข้อมูลน้ำหนักรถ ข้อมูลความกว้าง ความยาว ของพื้นที่ก่อสร้าง ข้อมูลระดับดินเดิม ฯลฯ | - ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการสำรวจ | | | | | |
| | - ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการสำรวจ | | | | | |
| | - ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจ | | | | | |
| | - ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจ | | | | | |
| | - ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจ | | | | | |
| | - ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัด | | | | | |

ความถี่ของสาเหตุ: 1 = ไม่เคยเกิดจากสาเหตุนี้เลย, 2 = เกิดจากสาเหตุนี้แต่ไม่บ่อยนัก, 3 = เกิดจากสาเหตุนี้บ้างปานกลาง, 4 = เกิดจากสาเหตุนี้ค่อนข้างบ่อย, 5 = เกิดจากสาเหตุนี้ทุกครั้ง

หมวดที่ 2 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการออกแบบโครงการก่อสร้างถนน (ต่อ)

| ปัญหา | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | ความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | | | | |
|--|---|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.ปัญหาการคำนวณออกแบบและการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ถูกต้อง เช่น การคำนวณความหนาของชั้นทางไม่เหมาะสม หรือการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐานที่ไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และการใช้งาน รวมถึงการกำหนดรายการประกอบแบบที่ไม่ถูกต้องไม่ครบตามรายละเอียดที่จำเป็น ฯลฯ | - ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการออกแบบ (รวมถึงการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐาน) | | | | | |
| | - ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการออกแบบ (รวมถึงการประยุกต์ใช้แบบมาตรฐาน) | | | | | |
| | -ขาดแคลนงบประมาณในการออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐาน | | | | | |
| | -ขาดแคลนแบบมาตรฐาน.ที่นำมาอ้างอิงหรือประยุกต์ใช้ในการออกแบบ | | | | | |
| | -ระยะเวลาในการออกแบบมีจำกัด | | | | | |
| 3.ปัญหาการเขียนแบบก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง เช่น มีรายละเอียดไม่ครบถ้วน เขียนแบบผิด | - ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการเขียนแบบ | | | | | |
| | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการเขียนแบบ | | | | | |
| | - ขาดแคลนอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการเขียนแบบ | | | | | |

ความถี่ของสาเหตุ: 1 = ไม่เคยเกิดจากสาเหตุนี้เลย, 2 = เกิดจากสาเหตุนี้แต่ไม่บ่อยนัก, 3 = เกิดจากสาเหตุนี้บ้างปานกลาง, 4 = เกิดจากสาเหตุนี้ค่อนข้างบ่อย, 5 = เกิดจากสาเหตุนี้ทุกครั้ง

หมวดที่ 3 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้างถนนและการควบคุมงานก่อสร้างถนน

| ปัญหา | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | ความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.ปัญหาการทำงานของผู้รับจ้างไม่ตรงตามแบบ เช่น ความหนาของชั้นทางน้อยกว่าในแบบระบุ ความหนาแน่นของชั้นทางที่บดอัดต่ำกว่าที่แบบกำหนด วัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่แบบ ฯลฯ | -ผู้รับจ้างขาดจรรยาบรรณในการทำงาน (ตั้งใจจะทุจริต) | | | | | |
| | -ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ในการก่อสร้างถนน | | | | | |
| | -ผู้รับจ้างขาดผู้ควบคุมงานที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างถนน | | | | | |
| | -ผู้รับจ้างขาดแคลนผู้ควบคุมงานในการก่อสร้าง | | | | | |
| | -ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างขาดความรับผิดชอบต่อน้ำที่ | | | | | |
| | -แรงงานของผู้รับจ้างขาดทักษะในการก่อสร้างถนน | | | | | |
| | -ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเงินทุน | | | | | |
| | -ผู้รับจ้างขาดความพร้อมทางด้านเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้าง | | | | | |
| | -ผู้รับจ้างขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ต้องใช้ตามรายการประกอบแบบ | | | | | |
| -ระยะเวลาก่อสร้างมีจำกัด | | | | | | |
| 2.ปัญหาการควบคุมงาน ในด้านการทดสอบวัสดุก่อสร้าง เช่น ไม่ได้ทดสอบตามที่แบบระบุ การเลือกตัวอย่างวัสดุในการทดสอบไม่ถูกต้อง การเก็บตัวอย่างวัสดุที่ส่งทดสอบไม่ถูกหลักวิชาการ การส่งวัสดุที่ได้มาตรฐานทดสอบแทนวัสดุที่ใช้ก่อสร้างจริง ฯลฯ | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในด้านวัสดุและการทดสอบวัสดุ | | | | | |
| | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทดสอบวัสดุ | | | | | |
| | -ขาดการควบคุมดูแลขณะเก็บและนำส่งวัสดุตัวอย่างไปทดสอบ | | | | | |
| | -ขาดหน่วยงานในการทดสอบวัสดุที่มีความน่าเชื่อถือ | | | | | |
| | -หัวหน้าเกรงต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล | | | | | |

ความถี่ของสาเหตุ: 1 = ไม่เคยเกิดจากสาเหตุนี้เลย, 2 = เกิดจากสาเหตุนี้แต่ไม่บ่อยนัก, 3 = เกิดจากสาเหตุนี้บ้างปานกลาง, 4 = เกิดจากสาเหตุนี้ค่อนข้างบ่อย, 5 = เกิดจากสาเหตุนี้ทุกครั้ง

หมวดที่ 3 ปัญหาและสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้างถนนและการควบคุมงานก่อสร้างถนน (ต่อ)

| ปัญหา | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | ความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | | | | |
|--|--|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.ปัญหาการควบคุมงานขณะก่อสร้าง เช่น ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน ไม่สามารถควบคุมดูแลการก่อสร้าง ได้อย่างเต็มที่ ฯลฯ | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการควบคุมงาน | | | | | |
| | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการควบคุมงาน | | | | | |
| | -ขาดแคลนบุคลากรในการควบคุมงาน | | | | | |
| | -ขาดแคลนยานพาหนะในการปฏิบัติหน้าที่ | | | | | |
| | -ขาดแคลนเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมงาน | | | | | |
| | -หัวหน้างานต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล | | | | | |
| | -ขาดการประสานงานที่ดีระหว่างผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน | | | | | |
| 4.ปัญหาการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง เช่น ไม่มีการตรวจสอบผลงานตามแบบและรายการประกอบแบบ ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามแบบและรายการประกอบแบบ ผลลัพธ์ที่ได้ขาดความน่าเชื่อถือ | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ในการตรวจสอบผลงาน | | | | | |
| | -ขาดแคลนบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลงาน | | | | | |
| | -ขาดหน่วยงานในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้างที่มีความน่าเชื่อถือ | | | | | |
| | -ขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบผลงานการก่อสร้าง | | | | | |
| | -หัวหน้างานต่อผู้รับจ้างที่มีอิทธิพล | | | | | |

ความถี่ของสาเหตุ: 1 = ไม่เคยเกิดจากสาเหตุนี้เลย, 2 = เกิดจากสาเหตุนี้แต่ไม่บ่อยนัก, 3 = เกิดจากสาเหตุนี้บ้างปานกลาง, 4 = เกิดจากสาเหตุนี้ค่อนข้างบ่อย, 5 = เกิดจากสาเหตุนี้ทุกครั้ง

หมวดที่ 4 ปัญหาและสาเหตุในขั้นตอนการดำเนินงาน

| ปัญหา | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | ความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา | | | | |
|---|--|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.ปัญหาการใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสม เช่น ปล่อยให้รถบรรทุกที่มีน้ำหนักเกินกว่าที่ถนนได้รับการออกแบบไว้สัญจร ปล่อยให้มียานที่มีล้อไม่เหมาะสม (รถไถนา รถตีนตะขาบ) สัญจร มีการสัญจรก่อนการเปิดใช้งาน ฯลฯ | -ขาดผู้รับผิดชอบรับผิดชอบ ดูแลและควบคุมการใช้งาน | | | | | |
| | -พฤติกรรมกรรมการใช้งานถนนที่ไม่ถูกต้อง | | | | | |

จบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

กรุณาส่งแบบสอบถามนี้คืนโดยด่วนที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

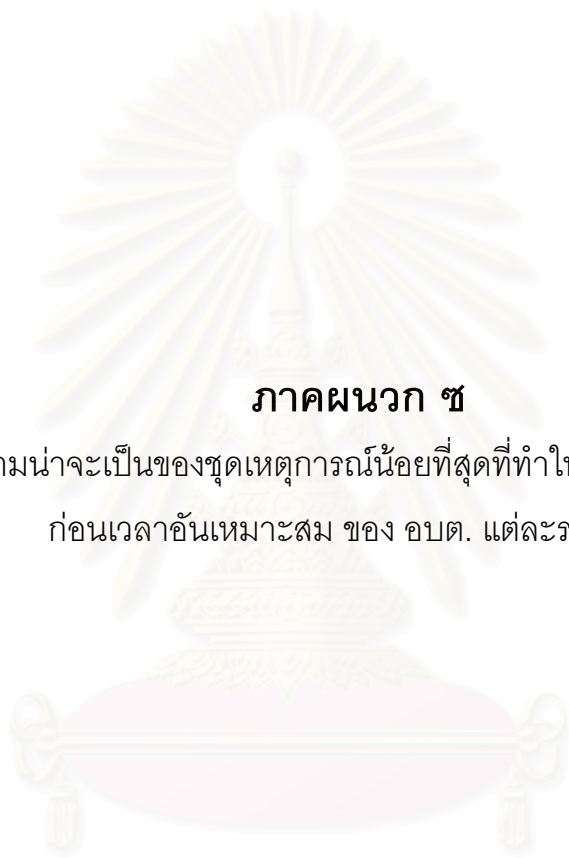
นายไพฑูรย์ ตันอุต

ภาคผนวก ช

แสดงค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน

ตารางที่ ช.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นในการเกิดของเหตุการณ์พื้นฐาน

| เหตุการณ์พื้นฐาน | ค่าความน่าจะเป็น | | | | | รวมทุกอบต. |
|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | ชั้น1 | ชั้น2 | ชั้น3 | ชั้น4 | ชั้น5 | |
| BE 1111 | 0.38 | 0.47 | 0.43 | 0.54 | 0.50 | 0.49 |
| BE 1112 | 0.39 | 0.49 | 0.45 | 0.54 | 0.55 | 0.51 |
| BE 1113 | 0.45 | 0.51 | 0.48 | 0.60 | 0.63 | 0.57 |
| BE 1114 | 0.37 | 0.45 | 0.52 | 0.62 | 0.67 | 0.58 |
| BE 1115 | 0.41 | 0.49 | 0.58 | 0.65 | 0.66 | 0.61 |
| BE 1116 | 0.53 | 0.56 | 0.63 | 0.62 | 0.59 | 0.60 |
| BE 1121 | 0.36 | 0.40 | 0.37 | 0.45 | 0.47 | 0.43 |
| BE 1122 | 0.37 | 0.42 | 0.39 | 0.46 | 0.50 | 0.45 |
| BE 1123 | 0.38 | 0.44 | 0.50 | 0.53 | 0.60 | 0.53 |
| BE 1124 | 0.30 | 0.32 | 0.30 | 0.43 | 0.41 | 0.38 |
| BE 1125 | 0.58 | 0.51 | 0.54 | 0.59 | 0.53 | 0.55 |
| BE 1131 | 0.29 | 0.36 | 0.30 | 0.40 | 0.38 | 0.36 |
| BE 1132 | 0.31 | 0.39 | 0.30 | 0.41 | 0.38 | 0.37 |
| BE 1133 | 0.26 | 0.35 | 0.33 | 0.36 | 0.37 | 0.35 |
| BE 12101 | 0.46 | 0.51 | 0.52 | 0.56 | 0.61 | 0.56 |
| BE 12102 | 0.49 | 0.52 | 0.56 | 0.58 | 0.65 | 0.59 |
| BE 12103 | 0.41 | 0.49 | 0.54 | 0.54 | 0.61 | 0.55 |
| BE 12104 | 0.45 | 0.47 | 0.54 | 0.58 | 0.62 | 0.57 |
| BE 12105 | 0.44 | 0.50 | 0.53 | 0.54 | 0.58 | 0.54 |
| BE 12106 | 0.53 | 0.51 | 0.51 | 0.54 | 0.60 | 0.55 |
| BE 12107 | 0.37 | 0.43 | 0.40 | 0.44 | 0.47 | 0.44 |
| BE 12108 | 0.40 | 0.46 | 0.48 | 0.55 | 0.57 | 0.53 |
| BE 12109 | 0.31 | 0.34 | 0.32 | 0.39 | 0.38 | 0.36 |
| BE 12110 | 0.23 | 0.24 | 0.19 | 0.24 | 0.23 | 0.23 |
| BE 12211 | 0.41 | 0.50 | 0.41 | 0.51 | 0.50 | 0.48 |
| BE 12212 | 0.41 | 0.47 | 0.39 | 0.54 | 0.54 | 0.50 |
| BE 12213 | 0.44 | 0.39 | 0.32 | 0.44 | 0.45 | 0.42 |
| BE 12214 | 0.28 | 0.26 | 0.19 | 0.33 | 0.26 | 0.27 |
| BE 12215 | 0.40 | 0.37 | 0.37 | 0.44 | 0.43 | 0.42 |
| BE 12221 | 0.19 | 0.26 | 0.19 | 0.33 | 0.27 | 0.27 |
| BE 12222 | 0.21 | 0.27 | 0.18 | 0.32 | 0.26 | 0.26 |
| BE 12223 | 0.23 | 0.29 | 0.23 | 0.34 | 0.35 | 0.31 |
| BE 12224 | 0.39 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.56 | 0.54 |
| BE 12225 | 0.32 | 0.43 | 0.48 | 0.52 | 0.50 | 0.48 |
| BE 12226 | 0.40 | 0.41 | 0.32 | 0.46 | 0.41 | 0.41 |
| BE 12227 | 0.40 | 0.39 | 0.36 | 0.41 | 0.42 | 0.40 |
| BE 12231 | 0.24 | 0.30 | 0.30 | 0.38 | 0.41 | 0.36 |
| BE 12232 | 0.23 | 0.31 | 0.29 | 0.39 | 0.42 | 0.36 |
| BE 12233 | 0.22 | 0.34 | 0.27 | 0.38 | 0.37 | 0.34 |
| BE 12234 | 0.35 | 0.46 | 0.45 | 0.51 | 0.52 | 0.48 |
| BE 12235 | 0.38 | 0.39 | 0.33 | 0.43 | 0.41 | 0.40 |
| BE 211 | 0.60 | 0.61 | 0.63 | 0.68 | 0.64 | 0.64 |
| BE 212 | 0.78 | 0.79 | 0.78 | 0.81 | 0.77 | 0.78 |



ภาคผนวก ซ

แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย
ก่อนเวลาอันเหมาะสม ของ อบต. แต่ละระดับชั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 0.24 |
| 2 | BE1112.EE1 | 0.26 |
| 3 | BE1113.EE1 | 0.29 |
| 4 | BE1114.EE1 | 0.29 |
| 5 | BE1115.EE1 | 0.30 |
| 6 | BE1116.EE1 | 0.30 |
| 7 | BE1121.EE1 | 0.21 |
| 8 | BE1122.EE1 | 0.23 |
| 9 | BE1123.EE1 | 0.26 |
| 10 | BE1124.EE1 | 0.19 |
| 11 | BE1125.EE1 | 0.28 |
| 12 | BE1131.EE1 | 0.18 |
| 13 | BE1132.EE1 | 0.18 |
| 14 | BE1133.EE1 | 0.17 |
| 15 | BE211.BE212 | 0.50 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 0.14 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 0.13 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 0.11 |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 0.08 |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 0.16 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 0.12 |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 0.12 |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 0.11 |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 0.14 |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 0.14 |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 0.11 |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | 0.13 |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | 0.11 |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | 0.14 |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | 0.12 |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | 0.14 |

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | 0.11 |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | 0.13 |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | 0.11 |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | 0.11 |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | 0.08 |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 0.13 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 0.11 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 0.14 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 0.11 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 0.13 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 0.11 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 0.10 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 0.06 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 0.06 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 0.12 |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 0.11 |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 0.11 |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 0.13 |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 0.11 |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 0.11 |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 0.08 |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 0.09 |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 0.13 |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 0.09 |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 0.09 |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | 0.08 |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | 0.10 |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | 0.09 |
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | 0.07 |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | 0.07 |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | 0.06 |

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ทั้งหมด (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | 0.07 |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | 0.06 |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | 0.09 |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | 0.07 |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | 0.05 |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | 0.06 |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | 0.05 |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | 0.03 |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | 0.05 |
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | 0.03 |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | 0.03 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | 0.03 |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | 0.06 |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | 0.05 |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | 0.05 |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | 0.05 |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | 0.04 |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | 0.04 |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | 0.05 |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | 0.04 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 1

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 0.19 |
| 2 | BE1112.EE1 | 0.20 |
| 3 | BE1113.EE1 | 0.22 |
| 4 | BE1114.EE1 | 0.18 |
| 5 | BE1115.EE1 | 0.21 |
| 6 | BE1116.EE1 | 0.26 |
| 7 | BE1121.EE1 | 0.18 |
| 8 | BE1122.EE1 | 0.18 |
| 9 | BE1123.EE1 | 0.19 |
| 10 | BE1124.EE1 | 0.15 |
| 11 | BE1125.EE1 | 0.29 |
| 12 | BE1131.EE1 | 0.14 |
| 13 | BE1132.EE1 | 0.15 |
| 14 | BE1133.EE1 | 0.13 |
| 15 | BE211.BE212 | 0.47 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 0.09 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 0.05 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 0.09 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 0.07 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 0.05 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 0.08 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 0.10 |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 0.11 |
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 0.10 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 0.08 |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 0.06 |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 0.06 |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 0.05 |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 0.09 |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 0.08 |
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 0.09 |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 0.08 |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 0.04 |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 0.05 |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 0.08 |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 0.07 |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 0.08 |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 0.08 |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | 0.07 |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | 0.09 |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | 0.09 |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | 0.05 |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | 0.09 |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | 0.07 |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | 0.05 |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | 0.08 |

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
 ที่ทำให้นกนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 1 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | 0.09 |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | 0.09 |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | 0.04 |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | 0.05 |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | 0.09 |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | 0.07 |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 0.05 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 0.08 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 0.11 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 0.11 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 0.10 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 0.08 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 0.06 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 0.06 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 0.06 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 0.09 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 0.07 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 0.08 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 0.07 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 0.04 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 0.04 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 0.04 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 0.07 |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 0.06 |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 0.07 |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 0.07 |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 0.04 |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 0.04 |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 0.06 |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 0.07 |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 0.08 |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 0.08 |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 0.08 |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 0.04 |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 0.04 |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 0.08 |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 0.06 |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 0.08 |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 0.08 |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 0.04 |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 0.07 |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 0.07 |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 0.06 |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 0.06 |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 0.07 |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 0.04 |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | 0.06 |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | 0.03 |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | 0.03 |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | 0.03 |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | 0.06 |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | 0.05 |
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | 0.06 |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | 0.06 |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | 0.04 |

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 1 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | 0.03 |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | 0.03 |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | 0.05 |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | 0.06 |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | 0.05 |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | 0.05 |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | 0.05 |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | 0.03 |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | 0.05 |
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | 0.02 |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | 0.02 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | 0.03 |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | 0.05 |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | 0.04 |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | 0.05 |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | 0.05 |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | 0.03 |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | 0.03 |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | 0.03 |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | 0.04 |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | 0.04 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 2

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 0.24 |
| 2 | BE1112.EE1 | 0.25 |
| 3 | BE1113.EE1 | 0.25 |
| 4 | BE1114.EE1 | 0.23 |
| 5 | BE1115.EE1 | 0.25 |
| 6 | BE1116.EE1 | 0.28 |
| 7 | BE1121.EE1 | 0.20 |
| 8 | BE1122.EE1 | 0.21 |
| 9 | BE1123.EE1 | 0.22 |
| 10 | BE1124.EE1 | 0.16 |
| 11 | BE1125.EE1 | 0.25 |
| 12 | BE1131.EE1 | 0.18 |
| 13 | BE1132.EE1 | 0.19 |
| 14 | BE1133.EE1 | 0.18 |
| 15 | BE211.BE212 | 0.48 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 0.12 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 0.11 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 0.12 |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 0.14 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 0.11 |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 0.11 |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 0.12 |
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 0.12 |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 0.06 |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 0.13 |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 0.11 |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 0.07 |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 0.08 |
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | 0.11 |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | 0.12 |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | 0.06 |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | 0.06 |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | 0.13 |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | 0.10 |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | 0.07 |
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | 0.07 |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | 0.08 |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | 0.11 |

ตารางที่ ข.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
 ที่ทำให้เกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 2 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | 0.12 |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | 0.06 |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | 0.11 |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 0.11 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 0.13 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 0.12 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 0.07 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 0.11 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 0.08 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 0.06 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 0.06 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 0.12 |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 0.09 |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 0.08 |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 0.06 |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 0.07 |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 0.10 |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 0.08 |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 0.06 |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 0.06 |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 0.12 |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 0.10 |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 0.07 |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 0.07 |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 0.08 |
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 0.10 |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 0.09 |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 0.08 |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 0.07 |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 0.04 |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | 0.06 |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | 0.05 |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | 0.09 |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | 0.07 |
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | 0.07 |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | 0.07 |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | 0.05 |

ตารางที่ ข.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 2 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | 0.06 |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | 0.08 |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | 0.07 |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | 0.06 |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | 0.06 |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | 0.05 |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | 0.03 |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | 0.04 |
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | 0.03 |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | 0.03 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | 0.03 |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | 0.06 |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | 0.05 |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | 0.05 |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | 0.05 |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | 0.04 |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | 0.04 |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | 0.05 |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | 0.05 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 3

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 0.22 |
| 2 | BE1112.EE1 | 0.23 |
| 3 | BE1113.EE1 | 0.24 |
| 4 | BE1114.EE1 | 0.26 |
| 5 | BE1115.EE1 | 0.29 |
| 6 | BE1116.EE1 | 0.31 |
| 7 | BE1121.EE1 | 0.18 |
| 8 | BE1122.EE1 | 0.19 |
| 9 | BE1123.EE1 | 0.25 |
| 10 | BE1124.EE1 | 0.15 |
| 11 | BE1125.EE1 | 0.27 |
| 12 | BE1131.EE1 | 0.15 |
| 13 | BE1132.EE1 | 0.15 |
| 14 | BE1133.EE1 | 0.16 |
| 15 | BE211.BE212 | 0.49 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 0.08 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 0.11 |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 0.15 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 0.08 |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 0.13 |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | 0.11 |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | 0.12 |

ตารางที่ ข.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
 ที่ทำให้นกนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 3 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | 0.13 |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 0.09 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 0.10 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 0.14 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 0.12 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 0.08 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 0.07 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 0.11 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 0.08 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 0.08 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 0.06 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 0.04 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 0.07 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 0.04 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 0.04 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 0.05 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 0.11 |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 0.09 |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 0.06 |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 0.07 |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 0.06 |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 0.06 |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 0.05 |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 0.09 |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 0.06 |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 0.10 |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 0.04 |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 0.06 |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 0.13 |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 0.12 |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 0.08 |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 0.07 |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 0.07 |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 0.11 |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 0.07 |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 0.06 |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 0.05 |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 0.03 |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | 0.06 |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | 0.03 |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | 0.03 |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | 0.04 |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | 0.09 |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | 0.08 |
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | 0.05 |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | 0.06 |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | 0.05 |

ตารางที่ ข.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 3 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | 0.07 |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | 0.05 |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | 0.04 |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | 0.04 |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | 0.03 |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | 0.02 |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | 0.03 |
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | 0.02 |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | 0.02 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | 0.02 |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | 0.05 |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | 0.04 |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | 0.03 |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | 0.03 |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | 0.03 |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | 0.03 |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | 0.02 |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | 0.04 |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | 0.03 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 4

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 0.27 |
| 2 | BE1112.EE1 | 0.27 |
| 3 | BE1113.EE1 | 0.30 |
| 4 | BE1114.EE1 | 0.31 |
| 5 | BE1115.EE1 | 0.32 |
| 6 | BE1116.EE1 | 0.31 |
| 7 | BE1121.EE1 | 0.22 |
| 8 | BE1122.EE1 | 0.23 |
| 9 | BE1123.EE1 | 0.27 |
| 10 | BE1124.EE1 | 0.21 |
| 11 | BE1125.EE1 | 0.29 |
| 12 | BE1131.EE1 | 0.20 |
| 13 | BE1132.EE1 | 0.20 |
| 14 | BE1133.EE1 | 0.18 |
| 15 | BE211.BE212 | 0.55 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 0.09 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 0.10 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 0.14 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 0.15 |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 0.16 |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 0.13 |
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 0.10 |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 0.13 |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 0.10 |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 0.16 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 0.15 |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 0.12 |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 0.11 |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 0.15 |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 0.13 |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 0.09 |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | 0.14 |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | 0.15 |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | 0.16 |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | 0.13 |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | 0.10 |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | 0.13 |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | 0.10 |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | 0.10 |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | 0.16 |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | 0.15 |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | 0.14 |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | 0.12 |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | 0.11 |
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | 0.15 |

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
 ที่ทำให้เกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 4 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | 0.13 |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | 0.09 |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 0.14 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 0.09 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 0.14 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 0.11 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 0.12 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 0.10 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 0.07 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 0.08 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 0.12 |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 0.12 |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 0.09 |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 0.08 |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 0.09 |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 0.08 |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 0.11 |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 0.12 |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 0.09 |
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 0.09 |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 0.15 |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 0.11 |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 0.11 |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 0.10 |
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 0.14 |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 0.10 |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 0.09 |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | 0.09 |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | 0.06 |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | 0.06 |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | 0.11 |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | 0.10 |
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | 0.09 |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | 0.08 |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | 0.07 |

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 4 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | 0.10 |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | 0.06 |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | 0.07 |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | 0.05 |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | 0.04 |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | 0.05 |
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | 0.04 |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | 0.04 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | 0.04 |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | 0.07 |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | 0.06 |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | 0.06 |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | 0.05 |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | 0.05 |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | 0.06 |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | 0.05 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 5

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 1 | BE1111.EE1 | 0.25 |
| 2 | BE1112.EE1 | 0.27 |
| 3 | BE1113.EE1 | 0.31 |
| 4 | BE1114.EE1 | 0.33 |
| 5 | BE1115.EE1 | 0.33 |
| 6 | BE1116.EE1 | 0.30 |
| 7 | BE1121.EE1 | 0.23 |
| 8 | BE1122.EE1 | 0.25 |
| 9 | BE1123.EE1 | 0.30 |
| 10 | BE1124.EE1 | 0.21 |
| 11 | BE1125.EE1 | 0.26 |
| 12 | BE1131.EE1 | 0.19 |
| 13 | BE1132.EE1 | 0.19 |
| 14 | BE1133.EE1 | 0.19 |
| 15 | BE211.BE212 | 0.49 |
| 16 | BE12101.EE1.BE12211 | 0.15 |
| 17 | BE12101.EE1.BE12212 | 0.16 |
| 18 | BE12101.EE1.BE12213 | 0.14 |
| 19 | BE12101.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 20 | BE12101.EE1.BE12215 | 0.13 |
| 21 | BE12101.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 22 | BE12101.EE1.BE12222 | 0.08 |
| 23 | BE12101.EE1.BE12223 | 0.11 |
| 24 | BE12101.EE1.BE12224 | 0.17 |
| 25 | BE12101.EE1.BE12225 | 0.15 |
| 26 | BE12101.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 27 | BE12101.EE1.BE12227 | 0.13 |
| 28 | BE12101.EE1.BE12231 | 0.12 |
| 29 | BE12101.EE1.BE12232 | 0.13 |
| 30 | BE12101.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 31 | BE12101.EE1.BE12234 | 0.16 |
| 32 | BE12101.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 33 | BE12102.EE1.BE12211 | 0.16 |
| 34 | BE12102.EE1.BE12212 | 0.18 |
| 35 | BE12102.EE1.BE12213 | 0.15 |
| 36 | BE12102.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 37 | BE12102.EE1.BE12215 | 0.14 |
| 38 | BE12102.EE1.BE12221 | 0.09 |
| 39 | BE12102.EE1.BE12222 | 0.09 |
| 40 | BE12102.EE1.BE12223 | 0.11 |
| 41 | BE12102.EE1.BE12224 | 0.18 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 42 | BE12102.EE1.BE12225 | 0.16 |
| 43 | BE12102.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 44 | BE12102.EE1.BE12227 | 0.14 |
| 45 | BE12102.EE1.BE12231 | 0.13 |
| 46 | BE12102.EE1.BE12232 | 0.14 |
| 47 | BE12102.EE1.BE12233 | 0.12 |
| 48 | BE12102.EE1.BE12234 | 0.17 |
| 49 | BE12102.EE1.BE12235 | 0.13 |
| 50 | BE12103.EE1.BE12211 | 0.15 |
| 51 | BE12103.EE1.BE12212 | 0.17 |
| 52 | BE12103.EE1.BE12213 | 0.14 |
| 53 | BE12103.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 54 | BE12103.EE1.BE12215 | 0.13 |
| 55 | BE12103.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 56 | BE12103.EE1.BE12222 | 0.08 |
| 57 | BE12103.EE1.BE12223 | 0.11 |
| 58 | BE12103.EE1.BE12224 | 0.17 |
| 59 | BE12103.EE1.BE12225 | 0.15 |
| 60 | BE12103.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 61 | BE12103.EE1.BE12227 | 0.13 |
| 62 | BE12103.EE1.BE12231 | 0.13 |
| 63 | BE12103.EE1.BE12232 | 0.13 |
| 64 | BE12103.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 65 | BE12103.EE1.BE12234 | 0.16 |
| 66 | BE12103.EE1.BE12235 | 0.13 |
| 67 | BE12104.EE1.BE12211 | 0.15 |
| 68 | BE12104.EE1.BE12212 | 0.17 |
| 69 | BE12104.EE1.BE12213 | 0.14 |
| 70 | BE12104.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 71 | BE12104.EE1.BE12215 | 0.13 |
| 72 | BE12104.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 73 | BE12104.EE1.BE12222 | 0.08 |
| 74 | BE12104.EE1.BE12223 | 0.11 |
| 75 | BE12104.EE1.BE12224 | 0.17 |
| 76 | BE12104.EE1.BE12225 | 0.16 |
| 77 | BE12104.EE1.BE12226 | 0.13 |
| 78 | BE12104.EE1.BE12227 | 0.13 |
| 79 | BE12104.EE1.BE12231 | 0.13 |
| 80 | BE12104.EE1.BE12232 | 0.13 |
| 81 | BE12104.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 82 | BE12104.EE1.BE12234 | 0.16 |

ตารางที่ ข.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
 ที่ทำให้เกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 5 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 83 | BE12104.EE1.BE12235 | 0.13 |
| 84 | BE12105.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 85 | BE12105.EE1.BE12212 | 0.16 |
| 86 | BE12105.EE1.BE12213 | 0.13 |
| 87 | BE12105.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 88 | BE12105.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 89 | BE12105.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 90 | BE12105.EE1.BE12222 | 0.08 |
| 91 | BE12105.EE1.BE12223 | 0.10 |
| 92 | BE12105.EE1.BE12224 | 0.16 |
| 93 | BE12105.EE1.BE12225 | 0.15 |
| 94 | BE12105.EE1.BE12226 | 0.12 |
| 95 | BE12105.EE1.BE12227 | 0.12 |
| 96 | BE12105.EE1.BE12231 | 0.12 |
| 97 | BE12105.EE1.BE12232 | 0.12 |
| 98 | BE12105.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 99 | BE12105.EE1.BE12234 | 0.15 |
| 100 | BE12105.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 101 | BE12106.EE1.BE12211 | 0.15 |
| 102 | BE12106.EE1.BE12212 | 0.16 |
| 103 | BE12106.EE1.BE12213 | 0.14 |
| 104 | BE12106.EE1.BE12214 | 0.08 |
| 105 | BE12106.EE1.BE12215 | 0.13 |
| 106 | BE12106.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 107 | BE12106.EE1.BE12222 | 0.08 |
| 108 | BE12106.EE1.BE12223 | 0.10 |
| 109 | BE12106.EE1.BE12224 | 0.17 |
| 110 | BE12106.EE1.BE12225 | 0.15 |
| 111 | BE12106.EE1.BE12226 | 0.12 |
| 112 | BE12106.EE1.BE12227 | 0.13 |
| 113 | BE12106.EE1.BE12231 | 0.12 |
| 114 | BE12106.EE1.BE12232 | 0.13 |
| 115 | BE12106.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 116 | BE12106.EE1.BE12234 | 0.16 |
| 117 | BE12106.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 118 | BE12107.EE1.BE12211 | 0.12 |
| 119 | BE12107.EE1.BE12212 | 0.13 |
| 120 | BE12107.EE1.BE12213 | 0.11 |
| 121 | BE12107.EE1.BE12214 | 0.06 |
| 122 | BE12107.EE1.BE12215 | 0.10 |
| 123 | BE12107.EE1.BE12221 | 0.06 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 124 | BE12107.EE1.BE12222 | 0.06 |
| 125 | BE12107.EE1.BE12223 | 0.08 |
| 126 | BE12107.EE1.BE12224 | 0.13 |
| 127 | BE12107.EE1.BE12225 | 0.12 |
| 128 | BE12107.EE1.BE12226 | 0.10 |
| 129 | BE12107.EE1.BE12227 | 0.10 |
| 130 | BE12107.EE1.BE12231 | 0.10 |
| 131 | BE12107.EE1.BE12232 | 0.10 |
| 132 | BE12107.EE1.BE12233 | 0.09 |
| 133 | BE12107.EE1.BE12234 | 0.12 |
| 134 | BE12107.EE1.BE12235 | 0.10 |
| 135 | BE12108.EE1.BE12211 | 0.14 |
| 136 | BE12108.EE1.BE12212 | 0.15 |
| 137 | BE12108.EE1.BE12213 | 0.13 |
| 138 | BE12108.EE1.BE12214 | 0.07 |
| 139 | BE12108.EE1.BE12215 | 0.12 |
| 140 | BE12108.EE1.BE12221 | 0.08 |
| 141 | BE12108.EE1.BE12222 | 0.07 |
| 142 | BE12108.EE1.BE12223 | 0.10 |
| 143 | BE12108.EE1.BE12224 | 0.16 |
| 144 | BE12108.EE1.BE12225 | 0.14 |
| 145 | BE12108.EE1.BE12226 | 0.12 |
| 146 | BE12108.EE1.BE12227 | 0.12 |
| 147 | BE12108.EE1.BE12231 | 0.12 |
| 148 | BE12108.EE1.BE12232 | 0.12 |
| 149 | BE12108.EE1.BE12233 | 0.11 |
| 150 | BE12108.EE1.BE12234 | 0.15 |
| 151 | BE12108.EE1.BE12235 | 0.12 |
| 152 | BE12109.EE1.BE12211 | 0.09 |
| 153 | BE12109.EE1.BE12212 | 0.10 |
| 154 | BE12109.EE1.BE12213 | 0.08 |
| 155 | BE12109.EE1.BE12214 | 0.05 |
| 156 | BE12109.EE1.BE12215 | 0.08 |
| 157 | BE12109.EE1.BE12221 | 0.05 |
| 158 | BE12109.EE1.BE12222 | 0.05 |
| 159 | BE12109.EE1.BE12223 | 0.07 |
| 160 | BE12109.EE1.BE12224 | 0.10 |
| 161 | BE12109.EE1.BE12225 | 0.09 |
| 162 | BE12109.EE1.BE12226 | 0.08 |
| 163 | BE12109.EE1.BE12227 | 0.08 |
| 164 | BE12109.EE1.BE12231 | 0.08 |

ตารางที่ ข.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของชุดเหตุการณ์น้อยที่สุด
ที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันเหมาะสมของ อบต. ชั้น 5 (ต่อ)

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 165 | BE12109.EE1.BE12232 | 0.08 |
| 166 | BE12109.EE1.BE12233 | 0.07 |
| 167 | BE12109.EE1.BE12234 | 0.10 |
| 168 | BE12109.EE1.BE12235 | 0.08 |
| 169 | BE12110.EE1.BE12211 | 0.06 |
| 170 | BE12110.EE1.BE12212 | 0.06 |
| 171 | BE12110.EE1.BE12213 | 0.05 |
| 172 | BE12110.EE1.BE12214 | 0.03 |
| 173 | BE12110.EE1.BE12215 | 0.05 |
| 174 | BE12110.EE1.BE12221 | 0.03 |
| 175 | BE12110.EE1.BE12222 | 0.03 |

| No. | MCS | Probability |
|-----|---------------------|-------------|
| 176 | BE12110.EE1.BE12223 | 0.04 |
| 177 | BE12110.EE1.BE12224 | 0.06 |
| 178 | BE12110.EE1.BE12225 | 0.06 |
| 179 | BE12110.EE1.BE12226 | 0.05 |
| 180 | BE12110.EE1.BE12227 | 0.05 |
| 181 | BE12110.EE1.BE12231 | 0.05 |
| 182 | BE12110.EE1.BE12232 | 0.05 |
| 183 | BE12110.EE1.BE12233 | 0.04 |
| 184 | BE12110.EE1.BE12234 | 0.06 |
| 185 | BE12110.EE1.BE12235 | 0.05 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายไพฑูรย์ ต้นอูด เกิดวันที่ 30 สิงหาคม 2521 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2544



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย