

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ปัญหาและที่มาของงานวิจัย

พิชัย ธานีรณานนท์ (2549) สรุปรายงานอุบัติเหตุของ World Health Organization ปี 2004 ว่าอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวง (Road Traffic Accidents) เป็นปัญหาใหญ่ของสังคม การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงทั่วโลกในปี พ.ศ. 2545 มีจำนวนเกือบ 1.2 ล้านคน และผู้บาดเจ็บระหว่าง 20 – 50 ล้านคน การตายจากอุบัติเหตุเป็นสาเหตุของการตายลำดับที่ 2 ของประชากรในกลุ่มอายุระหว่าง 5 – 29 ปี และลำดับที่ 3 ของประชากรในกลุ่มอายุระหว่าง 30 – 44 ปี ในปี พ.ศ. 2545 อุบัติเหตุจราจรเป็นสาเหตุการเสียชีวิตลำดับที่ 11 จาก 12 สาเหตุหลักของการเสียชีวิตทั่วโลก ในประเทศที่พัฒนาแล้วมีการพยากรณ์ว่าจำนวนผู้เสียชีวิตจะลดลงประมาณ 30 % ในขณะที่จำนวนผู้เสียชีวิตในประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลางจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2563 จากแนวโน้มที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน การบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรจะเป็นสาเหตุการสูญเสียชีวิตลำดับที่ 3 ของประชากรทั้งโลกในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากอุบัติเหตุจราจร มีค่าประมาณ 1% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross National Product GNP) ในประเทศที่มีรายได้ต่ำ 1.5% ในประเทศที่มีรายได้ปานกลาง และ 2% ในประเทศที่มีรายได้สูง

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันพบว่า มีอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุจราจรในปี พ.ศ. 2551 สูงถึง 232,000 ล้านบาท หรือ 2.8% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ และทุกครั้งที่เกิดอุบัติเหตุถึงขั้นมีผู้เสียชีวิตนั้น ความเสียหายทางเศรษฐกิจจะเกิดขึ้นมูลค่าสูงถึง 5,300,000 บาทต่อครั้ง รวมถึงยังพบว่า สถิติการเกิดอุบัติเหตุจราจรในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จาก 25,000 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2530 เป็น 120,000 ครั้งในปี พ.ศ. 2548 เนื่องจากจำนวนยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น และมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุในทางหลวงที่มีสาเหตุมาจากมาตรฐานถนนในแต่ละปีประมาณ 13,000 ราย หรือเฉลี่ย 36 คนต่อวัน (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 3 มิ.ย. 2551)

จุดอันตรายหรือจุดที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ่อยครั้งบนโครงข่ายทางหลวง เป็นจุดที่ควรได้รับการปรับปรุงเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการที่อุบัติเหตุเกิดขึ้นที่จุดเดียวกันหลายๆ ครั้งแสดงว่าความบกพร่องของทางหลวงและสภาพแวดล้อมเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของการเกิดอุบัติเหตุ นอกจากองค์ประกอบด้านคนและด้านยานพาหนะ ซึ่งบุคคลและหน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถทำการปรับปรุงให้มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้นได้

จังหวัดเชียงใหม่เป็นเมืองหลักทางภาคเหนือ เป็นศูนย์กลางการพาณิชย์ อุตสาหกรรมและการคมนาคม มีการพัฒนาด้านต่างๆอย่างต่อเนื่อง มีการเดินทางติดต่อภายในจังหวัด และการเดินทางติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงและกรุงเทพมหานครเป็นไปโดยสะดวก การขนส่งสินค้าทั้งด้านการเกษตรและด้านอุตสาหกรรมเข้า-ออก และภายในจังหวัดเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณรถส่งผลถึงสถิติการบาดเจ็บและตายด้วยอุบัติเหตุจราจรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากรายงานการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ 19 สาเหตุในจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี 2539-2543 (กองควบคุมโรคไม่ติดต่อ, 2544) พบว่าจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากการจราจรและขนส่งมาเป็นอันดับ 1 ในทุกปีโดยเฉพาะในปี 2543 จังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุสูงเป็นอันดับ 9 ของประเทศ แต่มูลค่าทรัพย์สินเสียหายมากถึง 29,851,701 บาท เป็นอันดับ 1 ของประเทศ จะเห็นได้ว่าถ้าสามารถลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุให้น้อยลงจะช่วยลดความสูญเสียทั้งในรูปของทรัพย์สินและทรัพยากรบุคคลที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมากมายและถึงแม้ว่าที่ผ่านมาจะได้มีการศึกษาเพื่อหาวิธีและมาตรการในการลดอุบัติเหตุอย่างมากมาย แต่ก็ยังเป็นเพียงการศึกษาและเสนอแนะวิธีต่างๆ ที่ไม่สามารถบ่งบอกได้อย่างชัดเจนว่าจะสามารถลดอุบัติเหตุทางการจราจรได้มากนักน้อยเพียงใด

ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุจราจรเพื่อนำไปประยุกต์แก้ไข โดยทั่วไปมักใช้การวิเคราะห์จากข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง จากนั้นนำไปหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆรวมทั้งสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุในตำแหน่งนั้นๆ โดยใช้แบบจำลอง และการหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอาจได้จากการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุของหน่วยงานที่รวบรวมหรืออาจได้จากการออกไปสำรวจตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุจริง เช่น วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit) ซึ่งใช้ความรู้สึกเป็นวิธีตัดสินใจ และถือเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพไม่สามารถบ่งบอกระดับความปลอดภัยในเชิงปริมาณ

ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุการล้มเหลวของระบบต่างๆในงานด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเป็นขั้นตอนสำคัญระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูลกับการพิจารณาแนวทางที่เป็นไปได้ในการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุมีหลายวิธี ทั้งวิธีการ

วิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การวิเคราะห์สาเหตุวิธีการหนึ่งที่สามารถระบุสาเหตุได้หลากหลาย ครอบคลุมและเข้าถึงแก่นของปัญหาความผิดปกติของระบบได้อย่างแท้จริงคือเทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis Technique) ที่เป็นเทคนิคสำหรับการวิเคราะห์สาเหตุของความผิดปกติอย่างเป็นระบบ ฟอลท์ทรีเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยแผนภาพต้นไม้ซึ่งเริ่มต้นด้วยความผิดปกติของระบบที่เรียกว่า เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (Undesired Event) และจะมีสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เหล่านั้นแตกแขนงออกไปเหมือนกิ่งก้านสาขาของต้นไม้ โดยสามารถแสดงถึงความสัมพันธ์และลำดับการเกิดของสาเหตุย่อยต่างๆ เหล่านั้นได้อย่างชัดเจน ความน่าจะเป็น (Probability) ของความผิดปกติของสาเหตุย่อย และความสัมพันธ์กับระบบในรูปแบบกิ่งก้านสาขาของต้นไม้สามารถนำไปวิเคราะห์ความผิดปกติของระบบในเชิงปริมาณ

บ่อยครั้งที่ความผิดปกติของสาเหตุย่อยไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขในเชิงความน่าจะเป็นได้ ดังเช่นกรณีการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง ต้องอาศัยการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Opinion) ในลักษณะการประมาณเชิงภาษาซึ่งมีความคลุมเครือ โดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตเข้ามาช่วยในการตัดสินใจที่จะระบุความสำคัญแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหรือหรือความผิดพลาดนั้นๆ ในเชิงปริมาณ และเมื่อนำมาประยุกต์กับเทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis Technique) รู้จักในนามการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรี (Fuzzy Fault Tree Analysis Technique) การวิเคราะห์ค่าในเชิงปริมาณจากการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีเดิม (Conventional Fault Tree) จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าความน่าจะเป็น (Probability) แต่การวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรีในส่วนการวิเคราะห์ค่าในเชิงปริมาณจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าความเป็นไปได้ (Possibility)

จากปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่พบจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะศึกษาถึงความสำคัญของสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจราจรที่จุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวงอย่างเป็นระบบและเชิงปริมาณ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟัซซีฟอลท์ทรี (Fuzzy Fault Tree Analysis) ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยและระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจร ณ จุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวงที่ต้องการศึกษาได้ รวมทั้งสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของสาเหตุและเส้นทางในการเกิดความเสียหายของระบบได้ ทั้งนี้เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อลดค่าความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจร ณ จุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวงที่ทำการศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## 1.2 ทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา

### 1.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านเทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี

**อรรถพันธ์ นามกุล (2546)** ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) ของนักศึกษาที่ใช้เครื่องกลึงฝึกปฏิบัติงาน โดยมุ่งเน้นที่ศึกษาถึงการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานกับเครื่องกลึงโลหะของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกช่างกลโรงงานในวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา วิทยาลัยเทคนิคอ่างทองและวิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการชำรุดของเครื่องกลึงโลหะหรือจากการปฏิบัติงานกับเครื่องกลึงโลหะของนักศึกษาอย่างไม่ถูกวิธีซึ่งสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอาจเกิดจากเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งหรือเกิดจากทั้งสองเหตุการณ์พร้อมๆ กัน ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ดังกล่าวจะใช้สัญลักษณ์ Logic Gate ต่าง ๆ มาแสดงการเชื่อมโยงกันของเหตุการณ์ที่นำไปสู่อุบัติเหตุ อีกทั้งสามารถใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการหาโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุ และความน่าเชื่อถือ ของเครื่องกลึงโลหะที่นักศึกษาใช้ฝึกปฏิบัติได้ หลังจากมีการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของอุบัติเหตุจึงได้นำเสนอวิธีการลดและป้องกันอุบัติเหตุและทดลองปฏิบัติจริงเป็นเวลา 6 เดือน โดยผลที่ได้จากการศึกษานี้พบว่าโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุต่อชั่วโมงการปฏิบัติงานก่อนการปฏิบัติตามมาตรการลดและป้องกันอุบัติเหตุจะอยู่ในช่วง 1.86 ถึง 2.24 ต่อ 1,000 ชั่วโมงปฏิบัติงาน หลังปฏิบัติตามมาตรการลดและป้องกันอุบัติเหตุทำให้โอกาสของการเกิดอุบัติเหตุต่อชั่วโมงการทำงานของนักศึกษาลดลงอยู่ในช่วง 0.63 ถึง 0.81 ต่อ 1,000 ชั่วโมงปฏิบัติงาน ซึ่งผลของการปฏิบัติตามมาตรการลดและป้องกันอุบัติเหตุส่งผลให้จำนวนของการเกิดอุบัติเหตุของทั้ง 3 วิทยาลัยเทคนิค ลดลง 88 – 90 %

**ทรงกลด บุญประกอบ (2547)** ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี ของพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่องตัดผ้า เครื่องปั๊มผ้าและจักรเย็บผ้า โดยมุ่งเน้นที่ศึกษาถึงการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานกับเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิด ของพนักงานบริษัท โกลด์อินโด อินเตอร์เนชันแนล (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานผลิตชุดชั้นในสตรี โดยระบุว่าการประเมินความเสี่ยงโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี เป็นการประเมินความเสี่ยงที่มีลักษณะเป็น Logic Diagram เพื่อ เชื่อมโยงเหตุการณ์ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาเหตุการณ์พื้นฐานที่สำคัญอันเป็นต้นเหตุที่แท้จริงของอุบัติเหตุ โดยใช้สัญลักษณ์ Logic Gate เชื่อมโยงเหตุการณ์ต่างๆ อีกทั้งสามารถใช้ สมการทางคณิตศาสตร์ในการหาโอกาส (Probability) ของการเกิดอุบัติเหตุและความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องจักรที่ใช้ปฏิบัติงาน โดยแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขที่สามารถเข้าใจได้อย่างง่าย ผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงจะ



นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ และลดโอกาส (Probability) ของการเกิดอุบัติเหตุในขณะที่พนักงานปฏิบัติงาน

ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า โอกาสของการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีทั้ง 3 แผนก ก่อนการปฏิบัติตามมาตรการลดและป้องกันอุบัติเหตุอยู่ในช่วง 0.0178 ถึง 0.1900 และความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่อชั่วโมงการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นจริงอยู่ในช่วง 0.071 ถึง 0.0850 ครั้ง ต่อ 1,000 ชั่วโมงทำงาน หลังจากปฏิบัติตามมาตรการลดและป้องกันอุบัติเหตุ โอกาสของการเกิดอุบัติเหตุอยู่ในช่วง 0.0002 ถึง 0.0057 ลดลงร้อยละ 93.56 ถึงร้อยละ 98.76 และความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่อชั่วโมงการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นจริงอยู่ในช่วง 0.0061 ถึง 0.0077 ครั้ง ต่อ 1,000 ชั่วโมงทำงาน ลดลงร้อยละ 88.89 ถึง 91.47

**ไพฑูรย์ ต้นอูด (2547)** ได้ทำการวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี ทำการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โดยรวบรวมปัญหาและสาเหตุของปัญหาทางก่อสร้างถนนของ อบต. ทั้งจากเอกสารและจากการสัมภาษณ์ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของถนน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี (Fault Tree Analysis) นำสาเหตุที่ได้มาเก็บข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิด โดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุหรือปัจจัย โดยใช้การวิเคราะห์ฟอลท์ทรีในเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่เป็นสาเหตุเบื้องต้นจำนวน 43 ปัจจัยและมีชุดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของถนนจำนวน 185 ชุด แยกเป็นชุดเหตุการณ์ที่มี 2 องค์ประกอบจำนวน 15 ชุดและชุดเหตุการณ์ที่มี 3 องค์ประกอบ จำนวน 170 ชุด ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการก่อสร้างถนนของ อบต. พบว่า 5 อันดับแรก คือ ขาดผู้รับผิดชอบดูแลควบคุมการใช้งานและผู้ใช้งานมีพฤติกรรมการใช้งานถนนที่ไม่เหมาะสม ขาดแคลนเครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ระยะเวลาในการสำรวจมีจำกัดและมีการใช้งานถนน ขาดแคลนงบประมาณในการสำรวจและมีการใช้งานถนน และ ขาดแคลนบุคลากรในการสำรวจและมีการใช้งานถนน ตามลำดับ

**Kelly and Allison (1979)** ได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการบำบัดและจัดการโรงงานบำบัดน้ำเสีย ของเมือง El Laca รัฐ Texas ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงาน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรี โดยการเลือกเหตุการณ์บนสุดหรือเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น คือ โรงงานไม่สามารถทำงานได้ตามที่เกณฑ์กำหนดไว้ พบว่าเหตุการณ์บนสุดจะเกิดขึ้นถ้ามีเหตุการณ์ใดใน 7 เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุเกิดขึ้น และยังได้ยกตัวอย่างแสดงถึงการหาเหตุการณ์พื้นฐานของหนึ่งในเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุ คือ ค่า BOD มีค่าเกินกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากเหตุการณ์นี้สามารถวิเคราะห์หาเหตุการณ์พื้นฐานได้อีก 10 เหตุการณ์ และจากการใช้ฟอลท์ทรี

วิเคราะห์เหตุการณ์นี้ (ค่า BOD > 5.0 mg/l) สามารถสรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีเป็นเทคนิคที่ง่ายในการตรวจหาสาเหตุของการล้มเหลวของกระบวนการภายในโรงงานอุตสาหกรรม

**Hitchcock (1991)** ได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีในเชิงคุณภาพ (Qualitative) ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้บน Automated Freeway โดยเริ่มต้นด้วยการให้คำจำกัดความเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น (Undesired Event) ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ (Top Event) โดย Hitchcock ได้เสนอเหตุการณ์ที่เป็นอันตรายขึ้นมา 4 เหตุการณ์ เพื่อจำกัดขอบเขตการศึกษา ในการวิเคราะห์ใช้ประตูแบบ “หรือ” (OR Gate) ทั้งหมด พบสาเหตุที่อาจนำไปสู่อุบัติเหตุตามเหตุการณ์ที่ตั้งขึ้นมา ซึ่งต้องพิจารณาในการออกแบบเพื่อป้องกันทั้งหมด 4 สาเหตุใหญ่ๆ โดย Hitchcock พบว่าสามารถนำไปปฏิบัติในการแก้ไขได้จริง เพื่อให้มีความปลอดภัยตามกำหนด และยังสามารถนำแผนภาพฟอลท์ทรีที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative) ต่อไปได้ ถ้ามีข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เพียงพอ

**Kuzminski et al. (1996)** ได้ทำการศึกษาโครงสร้างสำหรับการประเมินความปลอดภัยของรถยนต์ที่ออกแบบในรูปของการเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรง โดยใช้แบบจำลองฟอลท์ทรีในการหาเหตุการณ์ต่างๆที่จะทำให้อุบัติเหตุเกิดขึ้น พร้อมทั้งค่าความน่าจะเป็นของแต่ละสาเหตุ และใช้แบบจำลองผลการบาดเจ็บเพื่ออธิบายถึงความรุนแรงจากการเกิดอุบัติเหตุ โดยสร้างฟอลท์ทรีตัวอย่างจากเหตุการณ์ระดับแรก (First Order) 1 เหตุการณ์ คือ รถชนวัตถุเคลื่อนที่ พบว่าเหตุการณ์พื้นฐานที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ระดับแรกนี้มีอยู่ทั้งหมด 12 เหตุการณ์ โดยเหตุการณ์หรือสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ ความไม่ชำนาญบังคับรถและการเลี้ยวรถ โดยมีอัตราการเกิดสูงถึง 0.6731 และได้เสนอให้มีการป้องกันโดยใช้ระบบ Lane Sensing หรือระบบ Driver Monitoring โดยคาดการณ์ว่าระบบ Lane Sensing จะช่วยลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์บน (อุบัติเหตุ) จากสาเหตุนี้ลงได้ประมาณ 10% และช่วยลดค่าความน่าจะเป็นจากการที่รถวิ่งออกนอกทางได้อีก 30% ในขณะที่ระบบ Driver Monitoring จะช่วยลดค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์บนลงได้ประมาณ 15% และช่วยลดค่าความน่าจะเป็นจากการที่รถวิ่งออกนอกทางได้อีก 25%

**Sianipar and Adams (1997)** ได้ทำการศึกษาการเสื่อมสภาพของส่วนประกอบสะพานแต่ละส่วนที่ส่งผลต่อกัน โดยใช้แบบจำลองฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และ เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) พบว่ามีเหตุการณ์พื้นฐานที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์บนสุดทั้งสิ้น 17 เหตุการณ์ และเหตุการณ์ที่มีโอกาสก่อให้เกิดเหตุการณ์บนสุดมากที่สุดคือการเกิดขึ้นร่วมกันของเหตุการณ์พื้นฐานสองเหตุการณ์คือ การแตกในแนวตั้งฉากกัน แนวนอนบนสะพานและการพังของรอยต่อ ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดมากที่สุดคือ 0.027

ในขณะที่ถ้าเหตุการณ์พื้นฐานทุกเหตุการณ์เกิดขึ้นพร้อมกันทั้ง 17 สาเหตุจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของการเสื่อมสภาพของพื้นคอนกรีตบนสะพานมีค่าเท่ากับ 0.40

**Johnson (1999)** ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีในการหาสาเหตุและค่าความน่าจะเป็นของการพังของสะพานเนื่องมาจากการกัดเซาะและการไม่เสถียรของช่องแคบได้สะพาน โดยใช้ฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ (Qualitative Fault Tree) หาเหตุการณ์พื้นฐานและผลที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์พื้นฐานนั้นๆจนถึงเหตุการณ์บนสุดซึ่งคือการพังของสะพานและใช้ฟอลท์ทรีเชิงปริมาณ (Quantitative Fault Tree) ในการหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ โดยได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาการพังของสะพานบนถนนสาย 66 ใน Clarion Country รัฐ Pennsylvania ที่พังในเดือน กรกฎาคม 1996 พบว่า สาเหตุในการพังคือการเกิดการกัดเซาะที่ต่อมอของสะพานและหลังจากใช้ฟอลท์ทรีในการวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ แล้วพบว่าโอกาสในการพังของสะพานสูงถึง 0.997 ซึ่งถือว่าสูงมาก และเมื่อได้ทดลองป้องกันโดยการเพิ่มขนาดของหินถมต่อมอให้มีขนาดใหญ่ขึ้น (หินถมต่อมอมีขนาดเล็กเกินไปก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สะพานพัง) เป็น 30 ซม. พบว่าโอกาสในการพังของสะพานลดลงเหลือ 0.0030 (ในทางทฤษฎี) ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าขณะก่อสร้างไม่ได้คำนึงถึงข้อนี้เลย

**Hadipriono (2001)** ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ของผู้หญิงคนหนึ่ง (เจน โด) ที่หกล้ม โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ ซึ่งในการวิจัยนี้ได้นิยามระบบว่าประกอบด้วย เจน โด รองเท้าที่เธอใส่และทางเดิน จากนั้น จำแนกสาเหตุตามปัจจัย โดยแบ่งเป็นปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ทำการสร้างแผนภาพฟอลท์ทรี และทำการประเมินความน่าจะเป็น (Probability Assessment) ในการวิจัยนี้หาค่าความน่าจะเป็นจากการอ้างอิงจากประสบการณ์และการกำหนดค่าต่างๆ อย่างต่ำ (Experiential - Based and assigned Conservatively) ทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ สรุปผลที่ได้ เมื่อนำค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณมาเรียงจากมากไปหาน้อย ทำให้ทราบถึงสาเหตุคือ ข้อบกพร่องในการก่อสร้างทางเดิน (Ramp) โดยมีความชันมาก และพื้นของทางเดินลื่น เป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุครั้งนี้นามากที่สุด

### 1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการประยุกต์ใช้ฟิชชีลอจิกและฟิชชีฟอลท์ทรี

**ไพจิตร ผาวัน (2543)** ได้ทำการวิจัยเสนอโมเดลการประมวลผลเพื่อใช้ในการกำหนดผลกำไรของผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจกำหนดผลกำไรประมวลงานก่อสร้างของผู้รับเหมาก่อสร้างไทย ซึ่งการตัดสินใจในการประมวลผลของผู้รับเหมาเป็นการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน เนื่องจากความไม่แน่นอนจากปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในการวิจัยนี้

ได้กำหนดลักษณะของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจกำหนดผลกำไร ที่ได้จากแบบสอบถามทั้งสิ้น 18 ปัจจัย และสามารถเลือกได้ตามสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะนั้น การวิจัยนี้จึงได้เสนอการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีลอจิก สำหรับการพยากรณ์การกำหนดผลกำไรเพื่อช่วยในการตัดสินใจ และข้อได้เปรียบของวิธีการทางฟัซซีที่เหมาะสมกว่าวิธีอื่น คือการใช้เหตุผลและองค์ความรู้จากประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานร่วมกับสมมุติฐานทางคณิตศาสตร์ ทำให้การพยากรณ์มีความสอดคล้องกับความเป็นจริง วิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ถูกทดสอบโดยนำไปพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ร้อยละการกำหนดผลกำไรเทียบกับแฟลคเตอร์เอฟฟานอการของกรมโยธาธิการ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาการพยากรณ์การกำหนดผลกำไรโดยใช้ฟัซซีลอจิกนั้นมีความยืดหยุ่น และสามารถพิจารณาตัวแปรบางชนิดที่เป็นสาเหตุหลัก ในการทำให้ผลการพยากรณ์เกิดความคลาดเคลื่อนซึ่งวิธีการพยากรณ์แบบเก่าไม่สามารถพิจารณาได้ เช่น ระยะเวลาโครงการ สถานที่โครงการ ฯลฯ ที่ทำให้เปอร์เซ็นต์กำไรสูงหรือต่ำกว่าปกติ

**ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์ (2545)** ได้ทำการวิจัยการพัฒนาแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานในเขตพื้นที่ปลูกอ้อย ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี โดยใช้ทฤษฎีฟัซซีในการแทนความผันแปรและความไม่แน่นอนของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน และสร้างแบบจำลองโดยใช้ Simulink และ Fuzzy Logic Toolbox ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MATLAB

ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานรายวันที่หาได้จากแบบจำลอง เป็นการจำลองสถานการณ์ของกระบวนการต่างๆ ในพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วย การหาค่าความต้องการน้ำของพืช การหาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของดิน และการหาปริมาณน้ำเพื่อการชลประทาน โดยใช้ข้อมูลของอุณหภูมิ อายุของพืชในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆ ความยาวนานของแสงอาทิตย์ในรอบวัน และปริมาณน้ำฝน เป็นตัวแปรในการประเมิน กฎการควบคุมแบบฟัซซีเป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและผลลัพธ์ โดยกฎนี้สร้างขึ้นเลียนแบบกระบวนการใช้เหตุผลและการตัดสินใจของมนุษย์ การตรวจสอบผลลัพธ์ของแบบจำลองกระทำโดยเปรียบเทียบกับการคำนวณสมมูลของน้ำในดิน และข้อมูลการส่งน้ำจริงในพื้นที่

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับวิธีการสมมูลของน้ำในดิน และในกรณีที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์ แบบจำลองสามารถหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานรายวันได้จากข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนหรือรายปี โดยให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับกรณีที่ข้อมูลรายวันครบถ้วน

**ชาญเวทย์ หริพ่าย (2549)** ได้ทำการวิจัยโดยประยุกต์ใช้กระบวนการตัดสินใจ แบบหลากหลายคุณสมบัตินี้ที่คลุมเครือ (Fuzzy Multiattribute Decision Making, FMADM) ในการ



คัดเลือกสถานที่ตั้งสถานีขนส่งสินค้าทางน้ำ โดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ 2 วิธีคือ Simple Additive Weight (SAW) และ Analytical Hierarchy Process (AHP) ประกอบกับการประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) ของ Chen and Hwang (1992) ในการแปลงข้อมูลที่คลุมเครือและไม่สามารถหาค่าเป็นตัวเลขได้ ให้เป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขของแต่ละปัจจัยย่อย ซึ่งพื้นที่ศึกษาอยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง สมุทรปราการ และกรุงเทพฯ โดยผลของการวิจัยพบว่า กระบวนการของ FMADM จะสามารถช่วยแก้ปัญหาในการตัดสินใจเพื่อการคัดเลือกพื้นที่ได้อย่างเป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่มีความคลุมเครือหรือไม่สามารถหาค่าเป็นตัวเลขได้ มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่สามารถหาค่าตัวเลขได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ได้จากวิธี SAW และ AHP มีค่าน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน แต่มีการจัดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย คล้ายคลึงกัน

**นาเชส พัทธินัย และคณะ (2549)** ได้ทำการวิจัยระบบการประเมินสภาพคลองจระจก จากอุปกรณ์ GPS (Global Positioning System) ที่ติดตั้งไว้กับรถยนต์โดยใช้ Fuzzy Logic และ Adaptive Neuro-Fuzzy พบว่าระบบจะทำงานเสมือนคนที่รายงานสภาพจราจรให้กับผู้ขับรถยนต์ในเขตกรุงเทพฯ โดยจะบอกถึงระดับความคล่องตัวของท้องถนนในสามระดับ คือรถติด รถหนาแน่น และรถคล่องตัว ข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้และทดสอบถูกรวบรวมมาจากอุปกรณ์ GPS ติดรถยนต์โดยที่รถยนต์จะวิ่งบนถนนในเขตกรุงเทพฯ และในขณะเดียวกันจะบันทึกวิดีโอของสภาพถนนไว้อ้างอิงเพื่อให้อาสาสมัครดูแล้วบอกถึงระดับความคล่องตัวของถนนตามความรู้สึกของแต่ละคน ผลการทดสอบพบว่าการใช้ Fuzzy Logic แบบปรับด้วยมือและ Adaptive Neuro-Fuzzy ได้ค่าความถูกต้องจากการประมาณเมื่อเปรียบเทียบกับค่าฐานนิยมของอาสาสมัครคือ 64.0.7% และ 38.19 % ตามลำดับ

**Ching Torng Lin and Mao Jing J. Wang (1997)** ได้ทำการศึกษาประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตกับเทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีของระบบควบคุมการบินอัตโนมัติในประเทศไต้หวันซึ่งในการเขียนแผนภาพฟอลท์ทรีได้แบ่งค่าความเสียหายจากเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic Event) ออกเป็น 2 ส่วนคือความเสียหายเนื่องจาก Hardware Errors และความเสียหายเนื่องจาก Human Errors ซึ่งเมื่อนำมาเขียนแผนภาพฟอลท์ทรีแล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกันรวมเรียกว่า Hybrid Fault Tree Analysis

ในการวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของข้อมูลจากเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความเสียหายอันเนื่องมาจาก Hardware Errors นั้นสามารถวิเคราะห์ค่าตามเทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีปกติทั่วไป (Conventional Fault Tree Analysis) โดยค่า Failure Rate ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นในของเหตุการณ์พื้นฐานสามารถหาได้จากคู่มือ Reliability

Data Handbook สำหรับการวิเคราะห์หาค่าความเป็นไปได้ (Possibility) ของข้อมูลจากเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความเสียหายอันเนื่องมาจาก Human Errors ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน จึงต้องทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรี (Fuzzy Fault Tree Analysis) โดยค่า Failure Rate ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นไปได้ของเหตุการณ์พื้นฐานสามารถหาได้ โดยเริ่มจากการรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ฟัซซีเซตที่มีตัวแปรภาษา 7 ตัวแปร ซึ่งใช้หลักการขอบเขตของตัวเลขฟัซซี (Fuzzy Intervals) และการดำเนินการบวกฟัซซีเซต (Arithmetic of Addition on Fuzzy Sets) ในการรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ท่านให้เป็นจำนวนตัวเลขฟัซซีเซตเดียวกัน จากนั้นนำจำนวนตัวเลขฟัซซีเซตที่ได้มาทำการเปลี่ยนค่าตัวเลขฟัซซีให้เป็นค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือ (Fuzzy Possibility Score, FPS) ใช้ขบวนการ ดีฟัซซีฟิเคชัน (Defuzzification) ของระบบฟัซซีลอจิกโดยใช้วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) ของ Chen and Hwang (1992) และสุดท้ายดำเนินการแปลงค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือให้เป็นค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือ (Fuzzy Failure Possibility, FFP) โดยใช้สมการของ Takehisa Onisawa เพื่อเป็นการหาค่าความเป็นไปได้ของแต่ละเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความเสียหายอันเนื่องมาจาก Human Errors ซึ่งเมื่อนำค่าความน่าจะเป็นในของเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความเสียหายอันเนื่องมาจาก Hardware Errors และค่าความเป็นไปได้ของแต่ละเหตุการณ์พื้นฐานที่มีความเสียหายอันเนื่องมาจาก Human Errors มาวิเคราะห์ร่วมกันใน Hybrid Fault Tree Analysis ก็จะสามารถทราบถึงค่าความเป็นไปได้ของทุกๆ เหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์จนถึงเหตุการณ์สูงสุด (Top Event) ของระบบควบคุมการบินอัตโนมัติในแผนภาพฟอลท์ทรี

**S. Thomas Ng et al. (2002)** ได้ทำการศึกษาโดยการสร้างแบบจำลองการเลือกใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกสำหรับการจัดซื้อจัดจ้างในประเทศออสเตรเลีย ซึ่งหลักเกณฑ์ที่เป็นตัวแปรสำคัญในการจัดซื้อจัดจ้างมีอยู่ด้วยกัน 7 ตัวแปร โดยจะนำแต่ละตัวแปรมาตั้งเป็นแบบสอบถามสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการจัดซื้อจัดจ้างมากกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่านให้ประเมินผลกำหนดเป็นจำนวนตัวเลข ซึ่งคำถามในแต่ละตัวแปรจะสอบถามเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นจะนำค่าในแต่ละระดับที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินในแต่ละตัวแปร โดยนำข้อมูลมาหาค่าทางสถิติเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากค่าปกติ (Normalization) และค่าระดับความเป็นสมาชิกของแต่ละระดับในแต่ละตัวแปร โดยนำมาพล็อตกราฟเพื่อกำหนดช่วงฐานความกว้างของฟัซซีเซตและระดับความเป็นสมาชิกสูงสุดของแต่ละตัวแปร ซึ่งเมื่อได้ช่วงฐานความกว้างและระดับความเป็นสมาชิกสูงสุดก็จะนำมาสร้างฟัซซีเซตและฟังก์ชันความเป็นสมาชิก โดยรูปแบบมีทั้งรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมคางหมูลักษณะแตกต่างกันรวมทั้งสิ้น 7 รูปแบบในแต่ละหลักเกณฑ์ที่มีผลต่อการจัดซื้อจัดจ้าง

**Mohan S. et al. (2003)** ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงระบบคลองส่งน้ำชลประทานเนื่องจากไม่มีการบำรุงรักษาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรี ซึ่งใช้พื้นที่ศึกษาในระบบคลองส่งน้ำ Tirunelveli ในประเทศอินเดียเพื่อสร้างแผนภาพฟอลท์ทรีขึ้น และใช้แบบสอบถาม สอบถามผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายสาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องอยู่ในพื้นที่จำนวน 14 คน โดยผลการประเมินพบว่า Head Sluice เป็นส่วนที่ควรที่จะบำรุงรักษาเป็นอันดับแรกซึ่งจะให้ผลคุ้มค่ากับเงินงบประมาณที่ลงทุนไปมากที่สุด

**Dong Yuhua and Yu Datao (2005)** ได้ทำการศึกษาประเมินค่าความน่าจะเป็นในการวิบัติของท่อส่งแก๊สและท่อส่งน้ำมันโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรี (Fuzzy Fault Tree Analysis) ในประเทศจีน โดยจะนำผลค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรี (Fuzzy Fault Tree Analysis) เปรียบเทียบกับผลค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีดั้งเดิม (Conventional Fault Tree Analysis) ที่ได้ทำการศึกษามาก่อนแล้ว

วิธีการศึกษาโดยเริ่มจากใช้แผนภาพฟอลท์ทรีเดิมที่ได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ โดยประกอบไปด้วยเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic event) ทั้งหมด 44 เหตุการณ์ และในการวิเคราะห์ค่าเชิงคุณภาพสามารถหาชุดเหตุการณ์น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (Minimal Cut Sets , MCS) ได้จำนวน 55 ชุด สำหรับในส่วนของ การวิเคราะห์ค่าเชิงปริมาณซึ่งใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรีเริ่มจากนำเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมดไปสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นนักวิชาการและผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 10 ท่าน โดยใช้ฟัซซีเซตที่มีตัวแปรภาษา 5 ตัวแปร (Chen and Hwang , 1992) จากนั้นเป็นการรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดให้เป็นจำนวนตัวเลขฟัซซีเซตเดียวกัน ซึ่งใช้หลักการขอบเขตของตัวเลขฟัซซี (Fuzzy Intervals) และการดำเนินการบวกฟัซซีเซต (Arithmetic of Addition on Fuzzy Sets) โดยการรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านนั้นจะคิดค่าน้ำหนักของแต่ละเหตุการณ์พื้นฐาน (Weighting Factor) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ปัจจัยคือ ตำแหน่งทางวิชาการ ระยะเวลาประสบการณ์ในการทำงาน ระดับการศึกษา และอายุ จากนั้นนำจำนวนตัวเลขฟัซซีเซตที่ได้มาทำการเปลี่ยนค่าตัวเลขฟัซซีให้เป็นค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือ (Fuzzy Possibility Score , FPS) ใช้ขบวนการ ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) ของระบบฟัซซีลอจิกโดยใช้วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) ของ Chen and Hwang (1992) และสุดท้ายดำเนินการแปลงค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือให้เป็นค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือ ( Fuzzy Failure Possibility , FFP) โดยใช้สมการของ Takehisa Onisawa เพื่อเป็นการหาค่าความเป็นไปได้ของแต่ละเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมด 44 เหตุการณ์ แล้ว

ทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นไปได้ของเหตุการณ์สูงสุด (Top Event) ซึ่งก็คือค่าความน่าจะเป็นในการวิบัติของท่อส่งแก๊สและท่อส่งน้ำมัน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีพอลท์ทรี

ผลที่ได้จากการประเมินค่าความน่าจะเป็นในการวิบัติของท่อส่งแก๊สและท่อส่งน้ำมัน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีพอลท์ทรีนั้นมีค่า  $6.4603 \times 10^{-3}$  ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความน่าจะเป็นจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบพอลท์ทรีดั้งเดิมซึ่งมีค่า  $6.2555 \times 10^{-2}$  จะเห็นได้ว่าวิธีการวิเคราะห์แบบฟัซซีพอลท์ทรีนั้นทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการวิบัติโดยรวมของระบบลดลงกว่าการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบพอลท์ทรีดั้งเดิม

**Nang Fei Pan et al. (2007)** ได้ทำการศึกษาการประเมินหาค่าความเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความวิบัติในการก่อสร้างสะพานโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีพอลท์ทรี ซึ่งในแผนภาพพอลท์ทรีมีเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมด 8 เหตุการณ์ จากนั้นนำเหตุการณ์พื้นฐานทั้งหมดไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 10 คน โดยใช้ฟัซซีเซตที่มีตัวแปรภาษา 7 ตัวแปร (Chen and Hwang, 1992) ในการประเมินผลการตัดสินใจของบุคคลเพื่อหาค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือ (Fuzzy Possibility Score, FPS) ใช้ขบวนการ ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) ของระบบฟัซซีลอจิกโดยใช้วิธี Center of Sums method (COS) และจากนั้นดำเนินการแปลงค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือให้เป็นค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือ (Fuzzy Failure Possibility, FFP) โดยใช้สมการของ Takehisa Onisawa เพื่อเป็นการหาค่าความเป็นไปได้ของแต่ละเหตุการณ์พื้นฐานนำไปสู่ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์สูงสุดต่อไป

**I.M. Dokas et al. (2008)** ได้ร่วมกันศึกษาพัฒนาแบบจำลองและเขียนเว็บไซต์ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการกำจัดขยะในชื่อ Landfill Operation Management Advisor (LOMA) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีพอลท์ทรีเข้ามาประยุกต์ ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าไปกรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละเหตุการณ์พื้นฐานของประเด็นปัญหาหลักในรูปของตัวแปรภาษาทั้งหมด 7 ตัวแปร (Chen and Hwang, 1992) ซึ่งหลักในการคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ได้นั้นคิดจากความสำคัญของเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic Event) ที่พิจารณาว่ามีผลต่อเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์สูงสุด (Top Event) มากน้อยเพียงใดโดยใช้หลักการหาระยะทางเลขเรขาคณิตของยูคลิเดียน (Euclidean Distance) ซึ่งประเมินค่าออกมาในรูปของ Fuzzy Importance Measure (FIM) จากนั้นก็จะนำค่า Fuzzy Importance Measure (FIM) ของแต่ละเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic Event) มาจัดลำดับความสำคัญเพื่อที่จะแนะนำให้ผู้ใช้ได้เข้าไปประเมินผ่านทางเว็บไซต์ทราบว่าเหตุการณ์พื้นฐานใดมีความเสี่ยงในการเกิดเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์สูงสุดมากกว่ากัน ซึ่งควรจะได้รับการแก้ไขเป็นลำดับแรก



### 1.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านอุบัติเหตุ

ลำดวน ศรีศักดิ์ (2528) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบและสาเหตุของอุบัติเหตุในเขต อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุที่ได้แจ้งความไว้กับตำรวจท้องที่ ในปี 2523-2525 ผลการศึกษาสรุปได้ว่า

1. อุบัติเหตุร้อยละ 48.7 เกิดขึ้นที่ทางร่วมทางแยก ที่เหลือ 51.3 เกิดบนช่วงถนนซึ่งถือว่าพอๆกัน ลักษณะการชนที่ทางแยกที่สำคัญได้แก่ การชนตั้งฉาก รถเลี้ยวขวาชนกับรถทางตรง การชนท้ายที่ทางแยก สำหรับลักษณะการชนบนช่วงถนนที่สำคัญคือ การชนท้ายบนทางและการชนแบบประสานงานบนทาง

2. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทำให้เสียชีวิตร้อยละ 13.7 บาดเจ็บร้อยละ 49.8 อีก 36.5 เป็นอุบัติเหตุที่ทำให้ทรัพย์สินเสียหาย

3. ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุร้อยละ 50.9 เกิดกลางคืน (18.00-06.00) ชั่วโมงที่เกิดสูงสุดคือ 19.00-20.00 น.และ 20.00-21.00 น.คือเป็นร้อยละ 8.5 และ 7.3 ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ วันศุกร์เป็นวันที่เกิดอุบัติเหตุสูงสุดและเดือนเมษายนเป็นเดือนที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด

4. รถที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุมากที่สุดคือรถยนต์ส่วนบุคคล/ปิกอัพและจักรยานยนต์ (43.8 % และ 40.9 % ตามลำดับ) ผู้ขับขี่ฝ่าฝืนกฎหมายที่สำคัญคือ การขับเร็วเกินอัตราที่กำหนด (37.5%) ฝ่าฝืนเครื่องหมายและสัญญาณจราจร(16.4%) และ แซงรถในที่คับขัน(16.4%)

5. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับคนเดินเท้าคิดเป็น 6.67% ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด อุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดกับคนเดินข้ามถนน (ทั้งที่ข้ามทางม้าลายและไม่ได้ข้ามทางม้าลาย)

วิจิตร บุญยะโหดระ (2536) ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถยนต์ในกรุงเทพมหานคร เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุ โดยการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุ คือ อายุ การรับรู้เรื่องโรคประจำตัว สภาพร่างกายและการได้รับการพักผ่อน การเคยได้รับใบสั่ง ความรู้กฎหมาย ระยะเวลาขับรถในกรุงเทพฯ และความถี่ในการขับรถ ส่วนปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุ เช่น อาชีพผู้ขับขี่ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส ความมีกังวลใจของผู้ขับขี่ การทำประกันชีวิต สภาพรถยนต์ (ส่วนใหญ่ใช้การได้ดี) ความเป็นเจ้าของรถ การบำรุงรักษารถ การปฏิบัติตนในขณะที่ขับขี่ การมีใบอนุญาตขับขี่หรือไม่มี ระยะเวลาได้รับใบอนุญาตขับขี่ และลักษณะนิสัยของผู้ขับขี่ ข้อสรุปอื่น ๆ ที่พบคือ ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุส่วนมากเกิดจากรถชนกันในขณะที่อยู่ในช่องทางเดียวกัน โดยการชนท้ายรถคันหน้า เวลาการเกิดมากในช่วง 6.00-9.00 น. โปรแกรมการฝึกอบรมผู้ขับขี่ใหม่ มีประสิทธิภาพน้อยในการลดการเกิดอุบัติเหตุ เพศมีความสัมพันธ์กับการเป็นฝ่ายชนหรือถูกชน อาชีพขับรถเสี่ยงต่อการเป็นฝ่ายชนมากกว่ากลุ่มอาชีพอื่น ๆ

**วราพรธณ ด่านอุตรา และคณะ (2541)** ทำการศึกษาปัจจัยทางสังคมและพฤติกรรมของผู้ประสบอุบัติเหตุจากการจราจรทางบกในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้ช่วยอุบัติเหตุจราจรจำนวน 2,099 คน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ขับขี่ร้อยละ 83.3 ใช้รถจักรยานยนต์ขณะประสบอุบัติเหตุ และอุบัติเหตุร้อยละ 68.8 เกิดจากพฤติกรรมการขับรถ อีกร้อยละ 6.1 และ 20.5 เกิดจากสภาพร่างกายและสภาพถนนตามลำดับ นอกจากนี้พฤติกรรมการขับรถเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุจราจรทั้งในกลุ่มที่ดื่มและไม่ดื่มสุรา

**เมธี คุณเจริญ (2542)** ได้ทำการศึกษาปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุจากผู้ขับขี่ที่มีประสบการณ์เกิดอุบัติเหตุในเขตกรุงเทพมหานคร โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างละเอียดด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เพื่อสรุปผลเกี่ยวกับปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ ผลจากการศึกษาข้อมูลกลุ่มตัวอย่างพบว่า ปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุมีทั้งหมด 9 กลุ่มปัจจัย โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ การดื่มของมึนเมา พฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน ประสาทการรับรู้ การใช้ยาหรือสารเสพติด การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร สภาพร่างกาย สภาพแวดล้อมจิตใจ วัฒนธรรมและสถานะเศรษฐกิจ-สังคม และเมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านผู้ขับขี่และความรุนแรงของอุบัติเหตุอย่างละเอียดด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุพบว่า มีเพียง 2 ปัจจัยเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ทางตรงในระดับสูงกับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ คือ ปัจจัยพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน และปัจจัยการดื่มของมึนเมา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุมากที่สุดไม่ใช่ปัจจัยด้านการดื่มของมึนเมาตามที่เข้าใจกัน แต่เป็นปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน ซึ่งจากการวิเคราะห์ยังพบด้วยว่าปัจจัยดังกล่าวได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยอื่นอีก 3 ปัจจัย โดยเรียงลำดับตามความสัมพันธ์ทางอ้อมจากมากไปน้อย คือ ปัจจัยวัฒนธรรม ปัจจัยการใช้ยาหรือสารเสพติด และการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร

**วัฒนวงศ์ รัตนวราห (2543)** ได้ทำการตรวจสอบหาต้นเหตุของการเกิดอุบัติเหตุบนถนนสายหลักภายใน Davidson County รัฐ Tennessee ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุในปี 1996 ที่เกิดขึ้นบนถนน 20 เส้นทางใน Davidson County โดยปัจจัยที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาต้นเหตุนั้นมีทั้งสิ้น 13 ปัจจัยที่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Discriminant พบว่า ปัจจัยที่มีส่วนในการทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ สภาพแสงสว่างบนท้องถนน พร้อมทั้งได้เสนอให้ติดไฟตามแนวถนนเพิ่ม และเพิ่มป้ายเตือนในตำแหน่งที่ต้องการให้ผู้ขับขี่ระมัดระวังความเร็วลง เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านแสงสว่างบนถนน (เช่น ในเวลากลางคืน)

**ณรงค์ เตมียศิลป์ (2544)** ผู้อำนวยการกองติดตามและประเมินผล สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) ได้กล่าวในวารสารธุรกิจท่องเที่ยวถึง สถิติสาเหตุ

การเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกกว่า สจร.ได้รวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกอุบัติเหตุจำนวน 7,878 ชุด และนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุตามโครงการแบบบันทึกการเกิดอุบัติเหตุในเบื้องต้น จุดเกิดเหตุของ 25 จังหวัด (ต.ค. 2542 – ก.ย. 2543) สรุปได้ว่า สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดจากบุคคล รองลงมาเกิดจากสภาพแวดล้อม สภาพถนน และจากรถยนต์ อุบัติเหตุ 5 อันดับแรกที่มีสาเหตุจากบุคคล ได้แก่ ขับรถเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ขับรถตัดหน้า ขับรถตามในระยะกระชั้นชิด ขับรถด้วยความประมาท และเมาสุรา ส่วนสาเหตุทางกายภาพที่เกิดจากสภาพแวดล้อม และทำให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น ถนนแคบ ถนนมืด ไม่มีระบบไฟฟ้า ถนนลื่นและไม่มีป้ายสัญญาณจราจรเตือน ขณะที่สาเหตุจากรถยนต์เกิดจากระบบห้ามล้อขัดข้อง ระบบไฟฟ้าขัดข้อง ระบบบังคับเลี้ยวขัดข้อง ยางแตก ยางเสื่อมสภาพ

**Hamaoka et al. (1998)** ได้ทำการศึกษาเพื่อสรุปสาเหตุของอุบัติเหตุจากการจราจร และขนส่งที่เมือง Yokohama โดยเลือกศึกษาเฉพาะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกและบริเวณใกล้เคียง ซึ่งมากกว่า 60 %ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการศึกษาสาเหตุอุบัติเหตุบริเวณทางแยก พบว่าสาเหตุแยกตามประเภทของการเกิดอุบัติเหตุคือ

การชนขณะข้ามทาง : ระยะมองเห็นแย่นื่องจากลักษณะทางกายภาพของถนนและการจราจรติดขัด ต้นไม้ที่ปลูกตามข้างถนน ความสับสนในลำดับการใช้ทางและการที่ผู้ขับขี่ไม่ทราบว่ามีทางร่วมทางแยกข้างหน้า

การชนท้าย: ความลาดชันของถนน รัศมีความโค้งของถนน ความเร็วในการเข้าสู่ทางแยกสูง บริเวณจุดรวมเข้าและออกจากกระแสรถจราจร (Weaving Area)

การชนขณะเลี้ยวขวา: ลักษณะทางกายภาพของถนน (กรณีทางแยกอยู่บนถนนที่เป็นช่วงโค้ง) ชนกับรถจากทิศทางตรงข้ามที่กำลังจะเลี้ยวขวา

การชนขณะเลี้ยวซ้าย: การใช้ทางไม่ถูกต้อง (มักเกิดระหว่างรถยนต์กับมอเตอร์ไซค์จากการใช้ทางสำหรับรถบรรทุกเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการติด)

**Lee และคณะ (1998)** ได้ทำการศึกษาถึงความถี่และความรุนแรงของอุบัติเหตุรถพลิกคว่ำตถนน บริเวณทางด้านเหนือของทางหลวงเส้นที่ 3 ในมลรัฐ วอชิงตัน โดยการเก็บข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ในลักษณะของการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเรขาคณิตของถนน ลักษณะข้างทางของถนน และความถี่และความรุนแรงของอุบัติเหตุรถพลิกคว่ำตถนน ผลจากการศึกษาพบว่า การออกแบบถนนที่มีประสิทธิภาพดีพอสามารถช่วยลดอุบัติเหตุได้ นอกจากนี้แล้วลักษณะข้างทางของถนน สามารถช่วยลดอุบัติเหตุลงได้เช่นกัน โดยการหลีกเลี่ยงถนนที่มีความชันของคันทาง และการลดจำนวนต้นไม้เดี่ยวข้างทาง ผลจากการศึกษายังพบอีกว่า ความรุนแรงของอุบัติเหตุรถพลิกคว่ำตถนนมี

ความสัมพันธ์กับลักษณะของอุปกรณ์ข้างทาง เช่น ราวกันตก (Guardrail) อุปกรณ์สะท้อนแสง การติดตั้งป้ายจราจร ต้นไม้ และเสาไฟฟ้า เป็นต้น

### 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจรที่จุดอันตรายบนทางหลวง
- 2) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจรที่จุดอันตรายบนทางหลวง โดยประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟัซซีฟอลท์ทรี (Fuzzy Fault Tree Analysis) มาศึกษาในรายละเอียดถึงสาเหตุและความเสี่ยงในการเกิดเนื่องจากสาเหตุต่างๆ พร้อมทั้งเสนอมาตรการแก้ไข และประเมินประสิทธิภาพของมาตรการในเชิงปริมาณ

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

กำหนดพื้นที่ศึกษาครอบคลุมทางหลวงในเขตความรับผิดชอบของแขวงการทางเชียงใหม่ที่ 2 สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่) กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ซึ่งมีเส้นทางในความรับผิดชอบทั้งสิ้น 18 สายทาง (32 ตอนควบคุม) มีระยะทางควบคุมทั้งสิ้น 460,487 กม. (ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร 625,204 กม.) โดยแบ่งตามประเภทของทางหลวงได้ดังนี้

ทางหลวงสายประธาน 1 สายทาง

ทางหลวงสายรองประธาน 3 สายทาง

ทางหลวงสายจังหวัด 14 สายทาง

### 1.5 ขั้นตอนและรายละเอียดงานวิจัย

#### 1.5.1 การรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุจราจรในเขตพื้นที่ศึกษา

การรวบรวมข้อมูลด้านอุบัติเหตุจราจร ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงของแขวงการทางในสังกัดกรมทางหลวงทั่วประเทศ ซึ่งสำนักอำนาจความปลอดภัย กรมทางหลวง เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบรวบรวมจัดเก็บสถิตินี้ไว้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คัดกรองแยกเฉพาะข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงของแขวงการทางเชียงใหม่ที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่จะทำการศึกษา โดยรวบรวมข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น 3 ปีย้อนหลังล่าสุด เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้นั้นมาทำการกำหนดหาตำแหน่งจุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวงในพื้นที่ที่ทำการศึกษาต่อไป



การรวบรวมข้อมูลด้านสภาพการจราจรและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เช่น ปริมาณการจราจร ความเร็วรถและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ได้จากการออกไปสำรวจของผู้ทำการวิจัยเอง และจากแบบแปลนของกรมทางหลวง รวมถึงการสอบถามสัมภาษณ์ประชาชน และเจ้าหน้าที่หมวดการทางที่ควบคุมดูแลรับผิดชอบทางหลวงในพื้นที่ที่ทำการศึกษา

### 1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดตำแหน่งจุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวง

สำหรับการกำหนดหาตำแหน่งจุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวงในเขตพื้นที่ศึกษาสามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) จากตำแหน่งและจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 1.5.1 นำตำแหน่งการเกิดมาเรียงลำดับตามจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น (จากมากไปน้อย) โดยใช้วิธี Accident Number Method สำหรับข้อมูลถนนช่วงต่างๆ (Road Section) และใช้วิธีอาศัยดัชนีความรุนแรง (Severity Index) สำหรับข้อมูลทางร่วมทางแยก (Intersection) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่ง่ายต่อการอธิบาย และเหมาะสมกับข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 3 ปี
- 2) แยกข้อมูลออกเป็น 2 ชุดคือ ชุดสำหรับทางร่วมทางแยก (Intersection) และชุดสำหรับถนนช่วงต่างๆ (Road Section) ช่วงละ 1 กิโลเมตร
- 3) หาตำแหน่งที่มีความถี่การเกิดสูง 5 อันดับแรกของแต่ละชุด เพื่อนำไปวิเคราะห์ความสำคัญของการเกิดอุบัติเหตุจราจร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบพีชชีพอลท์ทรีต่อไป

### 1.5.3 การประยุกต์ทฤษฎีพีชชีพอลท์ทรีกับจุดอันตรายบนทางหลวง

สำหรับการประยุกต์ทฤษฎีพีชชีพอลท์ทรีกับจุดอันตรายบนทางหลวง สามารถทำได้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) จากการกำหนดตำแหน่งจุดอันตราย (Black Spots) บนทางหลวงในหัวข้อ 1.5.2 นำแต่ละตำแหน่งมาพิจารณาถึงรูปแบบและสาเหตุการเกิด โดยรูปแบบและสาเหตุของตำแหน่งนั้นๆ ได้จากข้อมูลที่น่าวิเคราะห์ จากการออกไปสำรวจของผู้ทำการวิจัย และจากแบบแปลนของกรมทางหลวง รวมถึงการสอบถามสัมภาษณ์ประชาชนและเจ้าหน้าที่หมวดการทางที่ควบคุมดูแลรับผิดชอบทางหลวงในพื้นที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นจุดอันตรายบนทางหลวง เพื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดจากรูปแบบต่างๆประกอบกัน จากนั้นนำไปเขียนเป็นแผนภาพพอลท์ทรีของแต่ละตำแหน่งที่ศึกษา โดยเริ่มจากอุบัติเหตุแยกเป็นสาขาแสดงรูปแบบต่างๆที่เกิดขึ้นและแต่ละรูปแบบก็แยกย่อยลงไปจนมาถึงสาเหตุพื้นฐาน (Basic Event) ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในรูปแบบนั้นๆ

2) จากแผนภาพฟอลท์ทรีที่ได้นำมาหาชุดของสาเหตุจำนวนน้อยที่สุด (Minimal Cut Set) โดยวิธี “บน-ล่าง” (Top-Down Approach) จะทำให้ทราบถึงแนวทางหรือจำนวนสาเหตุที่น้อยที่สุดที่สามารถก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ

3) นำสาเหตุที่ได้จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีเชิงคุณภาพ มาหาค่าความเป็นไปได้ (Possibility) ของการเกิดอุบัติเหตุ โดยใช้แบบสอบถาม สอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 ท่าน ในพื้นที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นจุดอันตรายถึงความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรภาษา (Linguistic Variable)

4) รวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากแบบสอบถามทั้งหมดโดยใช้การดำเนินการบวกพีชคณิต (Arithmetic of Addition on Fuzzy Sets) ในการรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ท่านให้เป็นจำนวนตัวเลขพีชคณิตเดียวกัน

5) นำจำนวนตัวเลขพีชคณิตที่ได้มาทำการเปลี่ยนค่าตัวเลขพีชคณิตให้เป็นค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือ (Fuzzy Possibility Score , FPS) โดยใช้วิธีการ ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) ของระบบฟัซซีลอจิก

6) นำค่าคะแนนความเป็นไปได้คลุมเครือ (Fuzzy Possibility Score , FPS) แปลงให้เป็นค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือ (Fuzzy Failure Possibility, FFP) ของทุกสาเหตุพื้นฐาน

7) หลังจากได้ค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือ (Fuzzy Failure Possibility, FFP) ของทุกสาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุ จากนั้นทำการหาค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือของเหตุการณ์ระดับบนขึ้นไปจากค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือของสาเหตุพื้นฐาน โดยใช้เงื่อนไขความสัมพันธ์กันของสาเหตุพื้นฐานตามลำดับขั้นประตู่เชิงตรรกะ ทำขึ้นไปเรื่อยๆ ก็จะได้ค่าความเป็นไปได้ของการวิบัติที่คลุมเครือของอุบัติเหตุของเหตุการณ์สูงสุด ซึ่งก็คือค่าความเป็นไปได้ (Possibility) ของการเกิดอุบัติเหตุ ณ ตำแหน่งจุดอันตรายที่ทำการศึกษา โดยเป็นการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบฟอลท์ทรีเชิงปริมาณ

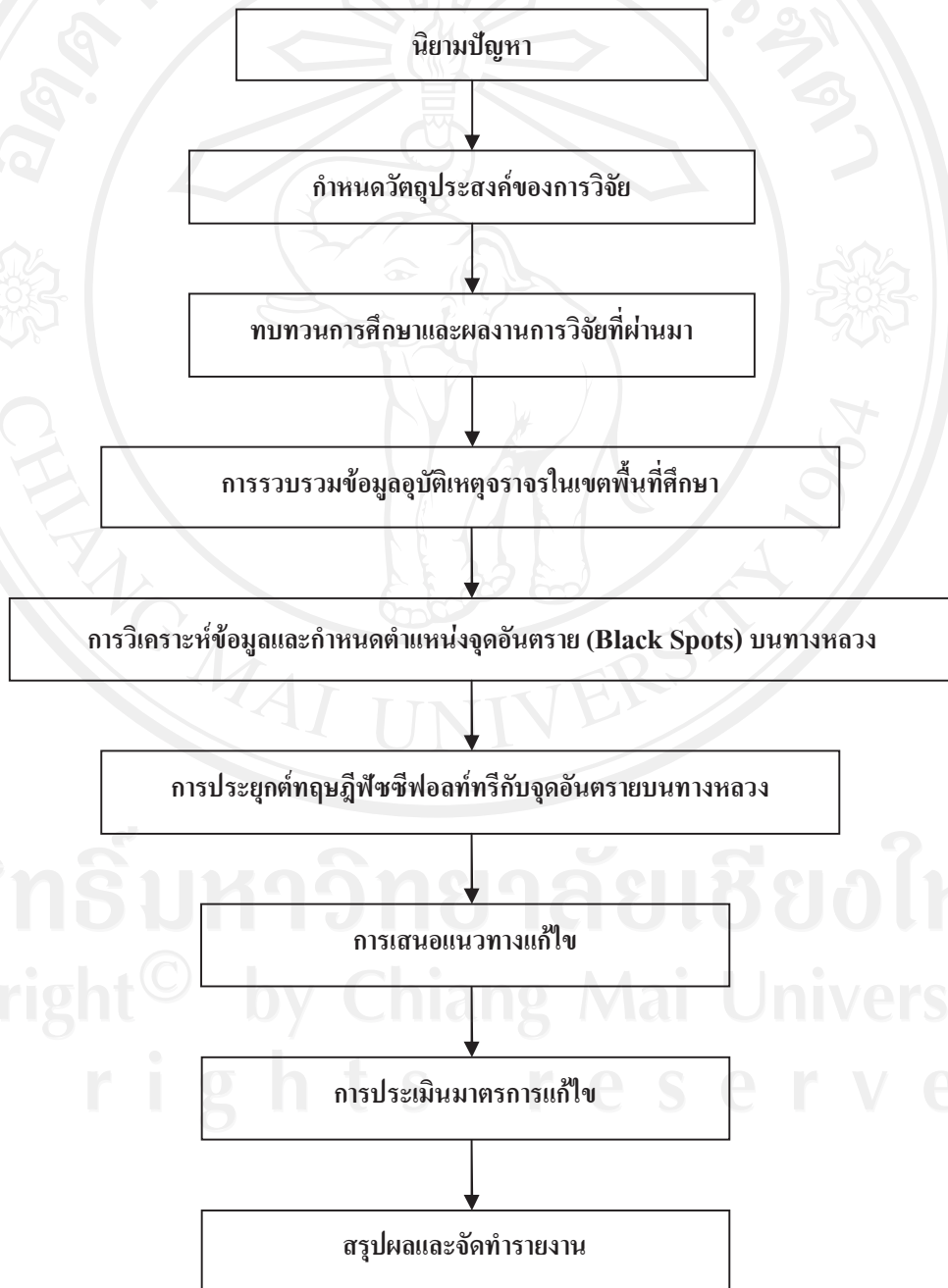
#### 1.5.4 การเสนอแนวทางแก้ไข

จากจำนวนชุดของสาเหตุจำนวนน้อยที่สุด และค่าความเป็นไปได้ของสาเหตุพื้นฐานและเหตุการณ์ต่างๆ ในแผนภาพฟอลท์ทรี ทำการพิจารณาแนวทางในการแก้ไขที่เป็นไปได้ เพื่อให้จำนวนชุดสาเหตุจำนวนน้อยที่สุดลดลงมากที่สุด และลดค่าความเป็นไปได้ของการเกิดจากสาเหตุที่มีค่าสูงให้น้อยลง ซึ่งจะทำได้ค่าความเป็นไปได้รวมของการเกิดอุบัติเหตุลดลง

### 1.5.5 การประเมินมาตรการแก้ไข

จากการเสนอแนวทางแก้ไข ทำการเขียนแผนภาพฟลอร์ทรีขึ้นมาใหม่หลังจาก ประยุกต์มาตรการแก้ไขแล้ว โดยตัดสาเหตุและรูปแบบอุบัติเหตุที่ได้แก้ไขให้หมดไปออกจาก แผนภาพฟลอร์ทรี ทำการคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ของการเกิดอุบัติเหตุรวมใหม่อีกครั้ง เพื่อ ประเมินมาตรการที่ได้เสนอแก้ไขไป

โดยมีแผนผังขั้นตอนในการวิจัยครั้งนี้ดังรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 แผนผังขั้นตอนการวิจัย

### 1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1) ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากรถบนทางหลวงในเขตความรับผิดชอบของแขวงทางเชียงใหม่ที่ 2 เพื่อจะได้นำไปดำเนินการแก้ไขเพื่อขจัดหรือลดปัญหา
- 2) ทราบถึงระดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากรถที่จุดอันตรายบนทางหลวงในเขตความรับผิดชอบของแขวงทางเชียงใหม่ที่ 2 ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ
- 3) ทราบถึงความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากรถ ณ ตำแหน่งที่มีปัญหา ในรูปของค่าความเป็นไปได้ (Possibility) ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์มาตรการแก้ไข เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนป้องกันลดการเกิดอุบัติเหตุที่จุดอันตรายบนทางหลวงในเขตความรับผิดชอบของแขวงทางเชียงใหม่ที่ 2