

บทที่ 2

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำนิยามพื้นฐาน

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบคำนิยามพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับคำศัพท์ที่ใช้ประกอบในวิทยานิพนธ์และได้รวบรวมมาแสดงดังต่อไปนี้

- อุบัติเหตุจราจร (Traffic Accident) หมายถึง อุบัติเหตุเกิดขึ้นบนถนนซึ่งอาจมี คนตาย คนบาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินบนถนนและ/ หรือกับยานพาหนะ
- อุบัติเหตุที่เกิดคนตาย (Fatal Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เกิดคนตาย อาจมีบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหายด้วยก็ได้ เช่น ในเหตุการณ์ที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นครั้งหนึ่ง และมีคนตาย 10 คน บาดเจ็บ 12 คน ถือว่าเป็นอุบัติเหตุที่เกิดความตายเกิดขึ้น
- อุบัติเหตุที่เกิดคนบาดเจ็บ (Injury Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้วมีการบาดเจ็บ
- อุบัติเหตุที่เกิดการเสียหาย (Damage Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้วมีเพียงการเสียหายของทรัพย์สินเท่านั้น
- อุบัติเหตุที่ทางแยก (Accident Intersection) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในระยะ 250 ฟุต หรือ 76 เมตร จากจุดศูนย์กลางทางแยก ในที่นี้เป็นนิยามโดยทั่วไป ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการกำหนดระยะที่แตกต่างไป คือกำหนดให้อยู่ในระยะ 400 เมตรจากจุดตัดทางแยก เนื่องด้วยเหตุผลเกี่ยวกับความถูกต้องในการบันทึกตำแหน่งของการเกิดอุบัติเหตุในแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุ และความต้องการการศึกษาเกี่ยวกับสภาพของทางก่อนถึงทางแยกที่อาจมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate) หมายถึง จำนวนรายการเกิดอุบัติเหตุต่อตัวแปรต่างๆ ที่นิยมมาเปรียบเทียบตามหลักสากล เช่น จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่พิจารณาเทียบกับปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อปี

ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่วิ่งผ่านจุดหนึ่งจุดใดหรือทางตอนหนึ่งตอนใดตลอดปีหาร ด้วยจำนวนวันในปีนั้นโดยมีหน่วยเป็น คันต่อวัน

2.2 ปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนถนน

อุบัติเหตุจราจร (Traffic Accident) เป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงและต่อเนื่อง จากสถิติการเสียชีวิตทั่วโลก อุบัติเหตุจราจรบนถนนเป็นสาเหตุลำดับต้นๆของการเสียชีวิตเทียบกับสาเหตุอื่นๆ นับตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2532 หรือ ค.ศ. 1990 เป็นจำนวนถึง 1,200,000 ราย (World Health Report, 1990) และผู้บาดเจ็บประมาณ 10 ล้านคนต่อปี โดยประมาณร้อยละ 70 เกิดขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนา จากจำนวนเหล่านี้ประมาณว่า 235,000 ราย อยู่ในภาคเอเชียแปซิฟิก สถิติดังกล่าวยังไม่รวมจำนวนผู้พิการ ซึ่งสูงกว่าจำนวนคนเสียชีวิตหลายเท่า ประมาณได้ว่าอยู่ระหว่าง 3-4 ล้านคนต่อปี (Ross,1998) จากความรุนแรงของปัญหาอุบัติเหตุจราจร องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้จัดปัญหาอุบัติเหตุจราจรให้อยู่ในระดับของโรคระบาด จาก World Disaster Report ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ได้พบว่า ในปี ค.ศ. 1990 อุบัติเหตุจราจรบนถนนทำให้มีผู้คนได้รับบาดเจ็บเป็นอันดับที่ 9 และจะมีการคาดการณ์ว่ามีปริมาณจำนวนมากขึ้นจนกลายเป็นอันดับที่ 3 ในปี ค.ศ. 2020 ความรุนแรงของปัญหาอุบัติเหตุจราจรดังกล่าวมีค่าความสูญเสียที่เป็นค่าใช้จ่ายของประเทศ ซึ่งเทียบมูลค่าประมาณระหว่าง 1 ถึง 3 ของผลิตภัณฑ์รวมของประเทศ

ตารางที่ 2.1 ลำดับของโรคหรือการบาดเจ็บที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิต/ การป่วยในโลก ปี ค.ศ.
1990 และ 2020

| โรคหรือการบาดเจ็บ | 1990 | | 2020 (กรณีฐาน) |
|-----------------------------|------|----|-----------------------------|
| โรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ | 1 | 1 | โรคหัวใจขาดเลือด |
| โรคอุจจาระร่วง | 2 | 2 | โรคทางระบบประสาท |
| โรคที่เกิดระหว่างทำคลอด | 3 | 3 | อุบัติเหตุจากรถทางบก |
| โรคทางระบบประสาท | 4 | 4 | โรคหลอดเลือดสมอง |
| โรคหัวใจขาดเลือด | 5 | 5 | โรคที่เกี่ยวกับปอด |
| โรคหลอดเลือดสมอง | 6 | 6 | โรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ |
| โรควัณโรค | 7 | 7 | โรควัณโรค |
| โรคหัด | 8 | 8 | โรคอุจจาระร่วง |
| อุบัติเหตุจากรถทางบก | 9 | 9 | โรคเอดส์ |
| ความพิการแต่กำเนิด | 10 | 10 | โรคที่เกิดระหว่างทำคลอด |
| มาลาเรีย | 11 | 11 | ความพิการแต่กำเนิด |
| โรคที่เกี่ยวกับปอด | 12 | 12 | โรคหัด |

ที่มา: พิชัย ธาณิธรานนท์ (2542), วิศวกรรมความปลอดภัยบนถนน, อ้าง World Disaster Report, 2541

2.3 องค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุจากรถ

องค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุจากรถ มีปัจจัยประกอบกันทั้งหมด 4 ส่วน คือ คน ยานพาหนะ ถนน และ สิ่งแวดล้อม ซึ่งองค์ประกอบแต่ละส่วนมีปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดผลต่ออุบัติเหตุโดยตรง และในบางส่วนเกิดจากปัจจัยที่เกิดขึ้นร่วมกัน ดังนั้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดสาเหตุความรุนแรงของอุบัติเหตุจากรถในระดับต่างๆ จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบเหล่านี้ และคุณลักษณะร่วมขององค์ประกอบที่มีความเกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปเพื่อที่จะสามารถนำไปป้องกัน และปรับปรุงองค์ประกอบเหล่านั้นให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ลดความเสี่ยงต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุที่มีความรุนแรงมาก

2.3.1 องค์ประกอบด้านคน

องค์ประกอบด้านคนหรือผู้ใช้ถนน (Road Users) ประกอบด้วย ผู้ขับขี่ (Drivers) และคนเดินเท้า (Pedestrians) ซึ่งผู้ขับขี่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุโดยตรง เพราะเป็นผู้ควบคุมยานพาหนะในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการบังคับรถเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุและการเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุเพราะการขาดวินัยจราจร การขับขี่ยานพาหนะขณะมีเมมาหรือง่วงนอน และการขับรถเร็ว สำหรับคนเดินเท้า คือผู้อาศัยถนนและทางเท้าในการสัญจรไปมา การเกิดอุบัติเหตุกับคนเดินเท้าส่วนใหญ่มักเกิดจากการขาดวินัย โดยยึดถือความสะดวกสบายในการใช้ถนนเป็นสำคัญ

2.3.2 องค์ประกอบด้านพาหนะ

องค์ประกอบด้านยานพาหนะ (Vehicles) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะยานพาหนะที่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยที่ดีและเพียงพอ และยานพาหนะที่มี สภาพชำรุดบกพร่องขาดการตรวจสอบ และบำรุงรักษาที่ดีก่อนใช้งาน อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ

2.3.3 องค์ประกอบด้านถนน

ถนนที่ถูกออกแบบอย่างปลอดภัยช่วยให้ผู้ใช้ถนนมีความปลอดภัย ในบางสถานการณ์ถนนอาจมีความบกพร่องในด้านกายภาพ เช่น มีจุดตัดทางแยกที่ไม่เหมาะสม มีทางโค้งอันตราย มีหลุมบ่อ หรือผิวถนนลื่นมากกว่ามาตรฐาน หรือเกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น มีการบดบังจากป้ายข้างทาง มีอุปกรณ์ที่ชนแล้วอาจก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรง เช่น เสาไฟ หรือเสาป้าย เป็นต้น ซึ่งความบกพร่องเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น

2.3.4 องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจร โดยส่วนใหญ่แล้วจะเกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติเป็นสำคัญ เช่น ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ สภาพดินฟ้าอากาศ นอกจากนี้ยังเกิดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำได้อีกด้วย เช่น การเผาไฟ การปลูกสร้างสิ่งบดบังสายตา เป็นต้น

นอกจากนี้องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านอาจเกิดร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นคู่ใดคู่หนึ่ง หรือร่วมกันทั้งหมดที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุจราจรได้เช่นกัน ซึ่งปัจจัยร่วมเหล่านี้ได้รับการศึกษามาแล้วทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งผลงานต่างๆ สามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้จากหัวข้อ 2.4

2.4 งานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจร

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทยในหลายลักษณะทั้งในส่วนของพฤติกรรมของผู้ใช้ถนน การเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยและสภาวะต่างๆ และองค์ความรู้ทางสถิติที่นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล อาทิ

จันเพ็ญ ชูประภาพรรณ (2535) ได้ศึกษาพฤติกรรมการจราจรของผู้ใช้รถใช้ถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ทำโดยการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของผู้ขับขี่ยานพาหนะระหว่างเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2535 ผลการศึกษาพบว่าผู้ขับขี่ยานพาหนะส่วนใหญ่ขาดความรู้เกี่ยวกับกฎจราจร ได้แก่ การใช้ระดับความเร็วในเขตเมืองและนอกเขตเมือง การแข่งทางลงเนิน การให้ทางเมื่อรถ 2 คันมาถึงแยกพร้อมกัน และการปฏิบัติอย่างไรเมื่อเห็นรถพยาบาลขับตามหลังมา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ตอบผิดมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 50-84 สำหรับเครื่องหมายจราจรที่ตอบผิดมาก ได้แก่ เครื่องหมายห้ามหยุด ทางลาดชัน ห้ามเข้า และระวังลื่น ซึ่งกลุ่มตัวอย่างตอบผิดอยู่ในช่วงร้อยละ 33-90 สำหรับทัศนคติที่ไม่ถูกต้องของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การขับเร็ว และการขับรถขณะมีเมามา สำหรับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุคือการขับรถฝ่าฝืนสัญญาณไฟ การกลับรถในบริเวณห้ามกลับ การแข่งในบริเวณทางโค้ง

ลำดวน ศรีศักดิ์ (2537) กล่าวว่า โดยปกติการเกิดอุบัติเหตุมักจะมีสภาพการณ์หลายอย่างเกิดขึ้นแล้วจึงเกิดอุบัติเหตุ หรือต้องมีสาเหตุสักอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ แต่ในกรณีของอุบัติเหตุจราจร ไม่สามารถบอกได้ชัดว่า สาเหตุของอุบัติเหตุคืออะไร ทั้งนี้เพราะในการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้งมี องค์ประกอบหลายอย่างเกิดขึ้นพร้อมๆกัน และในหลายกรณีอาจมีเหตุการณ์หลายอย่างเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน สอดคล้องซึ่งกันและกัน ก่อนที่จะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ดังนั้นการจะบอกว่าสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ นั้นทำได้ยาก เพราะสาเหตุเกิดขึ้นจากหลายสิ่งมาประกอบกัน เกิดพร้อมกัน หรือเกี่ยวข้องถึงกัน ให้มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นซึ่งองค์ประกอบดังกล่าว สามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆคือ ผู้ใช้รถใช้ถนน ยานพาหนะ ถนน (และสภาพแวดล้อม โดยมี สัดส่วนผลการศึกษาจากที่ต่างๆ ยืนยันความไม่ปลอดภัยที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

เปรียบเทียบความผิดพลาดจากสาเหตุหลักต่างๆเมื่อเกิดอุบัติเหตุจราจร

| สาเหตุหลักจาก | ประเทศ | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|
| | จาไมก้า (ร้อยละ) | กาน่า (ร้อยละ) | บอทสวาน่า (ร้อยละ) | มาเลเซีย (ร้อยละ) | ฮ่องกง (ร้อยละ) | ไทย ^๑ (ร้อยละ) |
| ผู้ขับขี่ใช้ถนน | 95 | 77 | 71 | 87 | 92 | 90 |
| ยานพาหนะ | 1 | 16 | 12 | 1 | - | 5 |
| ถนนและสภาพแวดล้อม | 1 | 5 | 2 | 8 | - | 5 |
| อื่นๆ (ไม่ทราบสาเหตุ) | 3 | 2 | 15 | 4 | 8 | - |
| รวม | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

ที่มา:TRRL Information Note"Road Safety in Developing Countries", 1987 วิจัยตร
บุญยะโชติระ, 2532

ไม่เฉพาะแต่ประเทศกำลังพัฒนาอย่างเดียว ประเทศที่พัฒนาแล้วก็มีแนวโน้มคล้ายกันโดยรวมแล้ว ถนนและสภาพแวดล้อมมีส่วนร้อยละ 28-34 ยานพาหนะร้อยละ 8-12 และผู้ขับขี่ใช้ถนนร้อยละ 93-94 (Ogden, 1996) ดังตัวอย่างการศึกษาในสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกา ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3
สาเหตุที่มีส่วนในอุบัติเหตุจราจร (คิดเป็นร้อยละ)

| สาเหตุจาก | การศึกษาใน UK (Sabey, 1980) | การศึกษาใน US (Treat, 1980) |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| สภาพแวดล้อมของถนนอย่างเดียว | 2 | 3 |
| ผู้ใช้รถใช้ถนนอย่างเดียว | 65 | 57 |
| พาหนะอย่างเดียว | 2 | 2 |
| ถนนและผู้ใช้รถใช้ถนน | 24 | 27 |
| ผู้ใช้รถใช้ถนนและยานพาหนะ | 4 | 6 |
| ถนนและยานพาหนะ | 1 | 1 |
| ทุกอย่างรวมกัน | 1 | 3 |

ที่มา:Ogden, K.W., "Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering", 1996

ข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้ใช้รถใช้ถนนเป็นปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนทั้งในกรณีประเทศสหรัฐอเมริกา และสหราชอาณาจักร โดยมีผลงานการวิจัยจำนวนมากทั้งในและต่างประเทศ สำหรับยานพาหนะกับถนนนั้นมีความเกี่ยวข้องต่อการเกิดอุบัติเหตุที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณากลุ่มปัจจัยผู้ขับขี่ร่วมกับถนนจะเห็นได้ว่ามีความเกี่ยวข้องต่อการเกิดอุบัติเหตุสูงประมาณร้อยละ 24 และ ร้อยละ 27 สำหรับกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกาและอังกฤษตามลำดับ ซึ่งมากกว่าปัจจัยผู้ขับขี่ร่วมกับยานพาหนะ สำหรับกรณีประเทศไทยนั้นไม่มีรายละเอียดผลการวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์รวมระหว่างกลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจน โดยมีเพียงผลการศึกษาของศูนย์ข้อมูลสารสนเทศสำนักงานตำรวจแห่งชาติดังที่แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4
ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุการจราจร

| ปัจจัยที่เกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุ | สัดส่วนของแต่ละปัจจัย (คิดเป็นร้อยละ) | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | ศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศ ^a | Sabey และคณะ ^b | เมธี คุณเจริญ ^c |
| ปัจจัยด้านคน | 77.80 | 94.75 | 90.5 |
| ปัจจัยด้านยานพาหนะ | 2.80 | 1.50 | 1.20 |
| ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม | 0.80 | - | 6.70 |
| ปัจจัยด้านถนน | - | 2.75 | 1.60 |
| ปัจจัยอื่นๆ | 18.60 | - | - |

ที่มา: ^aศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ, 2543; ^bSabey และคณะ, 1980; ^cเมธี คุณเจริญ, 2542

จากผลการศึกษาของศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศ (2543) และ Sabey และคณะ (1980) ดังตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านคนมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุการจราจรบนถนนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 77.80 สำหรับกรณีในประเทศไทย และ 94.75 สำหรับกรณีในประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงให้เห็นว่าคนถูกจัดว่าเป็นองค์ประกอบที่ซับซ้อนที่สุดในการได้รับการพัฒนาให้เหมาะสม จึงเห็นว่าควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยด้านคน นอกจากนี้ยังพบว่าผลรวมทุกปัจจัยของผลการศึกษาบางรายข้างต้นไม่ครบร้อยละ 100.00 เนื่องจากไม่ได้นำ ปัจจัยร่วมมาพิจารณาดังนั้นในการศึกษาจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยร่วมของการเกิดอุบัติเหตุด้วยเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากยิ่งขึ้น

2.5 การศึกษาเกี่ยวกับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ

2.5.1 การแบ่งระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ

จากการทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ (American Nation Standard Institute, 1989) พบว่าระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ คือ 1) Fatality 2) Severe Injury 3) Moderate Injury 4) Minor Injury และ 5) Property Damage Only (PDO) โดยมีคำจำกัดความดังต่อไปนี้

- ระดับความรุนแรง Fatality (F) คือ การเกิดอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิตขณะนั้น หรือเสียชีวิตภายใน 30 วันหลังการเกิดอุบัติเหตุ
- ระดับความรุนแรง Severe Injury (A) คือ การเกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัส เช่น การเสียเลือดมาก หรือกระดูกหักมากกว่าหนึ่งแห่ง หรือสมองได้รับการกระทบกระเทือน หรือได้รับบาดเจ็บเป็นแผลฉกรรจ์ หรืออวัยวะของร่างกายฉีกขาดถึงขั้นพิการ
- ระดับความรุนแรง Moderate Injury (B) คือ การเกิดอุบัติเหตุที่มีบุคคลได้รับบาดเจ็บปานกลางเช่น กระดูกหักหนึ่งแห่ง และได้รับบาดเจ็บเป็นแผลแต่ไม่รุนแรงมากนัก รักษาตัวไม่เกินหนึ่งสัปดาห์ก็สามารถกลับไปรักษาตัวที่บ้านได้เป็นต้น
- ระดับความรุนแรง Minor Injury (C) คือ การเกิดอุบัติเหตุที่มีบุคคลได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย เช่น ศีรษะแตกแต่สมองไม่ได้รับการกระทบกระเทือน หรือได้รับบาดเจ็บเป็นแผลเพียงเล็กน้อยเมื่อได้รับการรักษาก็สามารถกลับบ้านได้ หรือมีการร้องขอความช่วยเหลือด้วยความตกใจหรือการเสียสติไปชั่วขณะ
- ระดับความรุนแรง Property Damage Only (PDO) คือ การเกิดอุบัติเหตุที่มีแต่ทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว

2.5.2 ค่าระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ

จากการทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ พบว่าค่าระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุสามารถหาได้ 2 แบบด้วยกัน คือ แบบที่หนึ่งเป็นการคำนวณหาค่าของ Graves (1972); James (1992); Jotin และ Kent (1970) และแบบที่สองเป็นการกำหนดค่าของ Chen (1983); JICA (1987) โดยมีรายละเอียดดังนี้

Graves (1972) ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุโดยใช้ค่าดัชนีความรุนแรง (Severity Index: SI) ดังต่อไปนี้

$$SI = [8.8 * (K + I_a) + 3.4 * (I_b + I_c) + P] / T \quad \text{สมการที่ 2.1}$$

| | | |
|----------------|---|--|
| K | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต (Fatality) (ครั้งต่อปี) |
| I _a | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บรุนแรง (Severe Injury) (ครั้งต่อปี) |
| I _b | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บปานกลาง |
| I _c | = | (Moderate Injury) (ครั้งต่อปี) |
| P | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย (Minor Injury) (ครั้งต่อปี) |
| T | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีแต่ทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว (Property Damage Only) (ครั้งต่อปี) |
| | | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุทั้งหมด (ครั้งต่อปี) |

James (1992) ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณหาค่าประเมินความเสียหายของการเกิดอุบัติเหตุโดยเทียบกับความเสียหายของทรัพย์สิน (Equivalent property damage only: EPDO) ดังต่อไปนี้

$$EPDO = PDO + (INJ * F1) + (FAT * F2) \quad \text{สมการที่ 2.2}$$

เมื่อ

| | | |
|-----|---|--|
| POD | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีแต่ทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว |
| INJ | = | (Property Damage Only) (ครั้งต่อปี) |
| F1 | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ (Injury) (ครั้งต่อปี) มูลค่าของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ / มูลค่าทรัพย์สินเสียหาย |
| FAT | = | เสียหาย |
| F2 | = | จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต (Fatality) (ครั้งต่อปี) มูลค่าของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต / มูลค่าทรัพย์สินเสียหาย |

Jotin และ Kent (1970) ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณหาค่าประเมินความเสียหายของการเกิดอุบัติเหตุโดยเทียบกับความเสียหายของทรัพย์สิน (Equivalent property damage only: EPDO) ดังต่อไปนี้

$$EPDO = 9.5 (F + A) + 3.5(B + C) + PDO \quad \text{สมการที่ 2.3}$$

เมื่อ

- F = จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต (Fatality) (ครั้งต่อปี)
- A = จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บรุนแรง (Severe Injury) (ครั้งต่อปี)
- B = จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บปานกลาง (Moderate Injury) (ครั้งต่อปี)
- C = จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีผู้ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย (Minor Injury) (ครั้งต่อปี)
- PCO = จำนวนของเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุที่มีแต่ทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว (Property Damage Only) (ครั้งต่อปี)

Chen (1983) ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ โดยกำหนดค่าระดับความรุนแรงในลักษณะของการเปรียบเทียบกับค่าความเสียหายของทรัพย์สินเพียงอย่างเดียว (Equivalent property damage only: EPDO) ดังต่อไปนี้

| | | |
|-----------------|---|--------|
| Fatality | = | 12 PDO |
| Injury | = | 3 PDO |
| Property Damage | = | 1 PDO |

JICA (1987) ได้เสนอแนะวิธีการคำนวณระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ โดยกำหนดค่าระดับความรุนแรงในลักษณะของการเปรียบเทียบกับค่าความเสียหายของทรัพย์สินเพียงอย่างเดียว (Equivalent property damage only: EPDO) ดังต่อไปนี้

| | | |
|-----------------|---|---------|
| Fatality | = | 45 PDO |
| Injury | = | 4.5 PDO |
| Property Damage | = | 1 PDO |

2.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยทำการวิเคราะห์ด้วยการประยุกต์วิธีวิเคราะห์แบบถดถอยมาหาค่าความสัมพันธ์จากแบบจำลองปัจจัยที่สร้างขึ้น จากข้อมูลปัจจัยที่รวบรวมได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบบจำลองปัจจัยจะสร้างอยู่บนพื้นฐานข้อสมมุติฐานของการศึกษา ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะได้ค่าความสัมพันธ์ทางตรง ทางอ้อมและทางหลอก ซึ่งค่าความสัมพันธ์ที่ได้จะมีความละเอียดและถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังสามารถทราบถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันอย่างแท้จริงอีกด้วย โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

เมธี คุณเจริญ (2542) ได้ทำการศึกษาปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุจากผู้ขับขี่ที่มีประสบการณ์เกิดอุบัติเหตุในเขตกรุงเทพมหานคร โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างละเอียดด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เพื่อสรุปผลเกี่ยวกับปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ ผลจากการศึกษาข้อมูลกลุ่มตัวอย่างพบว่า ปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุมีทั้งหมด 9 กลุ่มปัจจัย โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ การดื่มของมึนเมา พฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน ประสาทการรับรู้ การใช้ยาหรือสารเสพติด การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร สภาวะร่างกาย สภาวะด้านจิตใจ วัฒนธรรมและสภาวะเศรษฐกิจ-สังคม และเมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านผู้ขับขี่และความรุนแรงของอุบัติเหตุอย่างละเอียดด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุพบว่า มีเพียง 2 ปัจจัยเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ทางตรงในระดับสูงกับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ คือ ปัจจัยพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน และปัจจัยการดื่มของมึนเมา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุมากที่สุดไม่ใช่ปัจจัยด้านการดื่มของมึนเมาตามที่เข้าใจกัน แต่เป็นปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน ซึ่งจากการวิเคราะห์ยังพบว่าปัจจัยดังกล่าวได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยอื่นอีก 3 ปัจจัย โดยเรียงลำดับตามความสัมพันธ์ทางอ้อมจากมากไปน้อย คือ ปัจจัยวัฒนธรรม ปัจจัยการใช้ยาหรือสารเสพติด และการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร

สำรวจ สุขแสง (2543) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ด้านอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่กับปัจจัยทางด้านเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย ผลจากการศึกษาข้อมูลกลุ่มปัจจัยแต่ละตัวแปร พบว่าการเปลี่ยนแนวทางตั้งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือการเปลี่ยนแนวทางราบ ความกว้างผิวทาง และจำนวนทางแยก และเมื่อนำกลุ่มปัจจัยที่เป็นตัวสนับสนุนการเกิดอุบัติเหตุวิเคราะห์ร่วมกัน พบว่าการเปลี่ยนแนวทางตั้งและความกว้างผิวทาง เป็นกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแนวทางตั้งและความกว้างผิวทาง เป็นกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่บนทางหลวงขนาด 2 ช่องจราจรบริเวณนอกเมืองอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลักษณะของทางหลวงมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแนวทางตั้งลดลง ในขณะที่เดียวกันทางหลวงที่มีความกว้างผิวทางแคบก็จะส่งผลให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจะมีแนวโน้มลดลงในกรณีที่ทางหลวงมีความกว้างผิวทางเพิ่มขึ้น

เอกนรินทร์ จินทวงค์ (2547) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุบัติเหตุจราจรบริเวณสามแยกและพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุบริเวณสามแยก สำหรับทางหลวง 2 ช่องจราจรในเขตนอกเมือง โดยมีปริมาณจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกเป็นตัวร่วม และในการพัฒนาแบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดคนบาดเจ็บและจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดคนตาย ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองเชิงเส้นที่วางนัยทั่วไป โดยเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองการถดถอย Poisson และแบบจำลองการถดถอย Negative Binomial ปรากฏว่าแบบจำลองการถดถอย Poisson เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดเมื่อนำมาใช้อธิบายเหตุการณ์อุบัติเหตุซึ่งมักไม่ค่อยเกิด ข้อมูลไม่มีความต่อเนื่องและข้อมูลไม่มีการกระจาย และพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดและมีนัยสำคัญต่อจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดคือปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดคนบาดเจ็บได้แก่ปริมาณจราจรบนถนนสายหลักและแนวทางราบ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุที่มีคนตายได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ความเร็วออกแบบ ความกว้างไหล่ทางของถนนสายหลักทางเชื่อม และช่องจราจรเลี้ยวซ้ายจากถนนสายหลัก นอกจากนี้การวิจัยได้แสดงการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทำนายจำนวนอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นบนสามแยกใดๆ ที่ต้องการทราบจำนวนอุบัติเหตุ

Chayanan และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงและที่ออกข้างทาง (Roadway & Roadside Crashes) โดยทำการวิเคราะห์ผลอันเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะจากสภาพอากาศ และปัจจัยซ่อนเร้นอื่นๆ (Unobserved Behaviors) โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุของมลรัฐวอชิงตันในปี 1995 และครึ่งปีแรกในปี 1996 สร้างตัวแปรที่ผสมผสานกับตัวแปรทั้งด้านถนน การจราจร และตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (Interaction Variables) ขึ้นและทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Seemingly Unrelated Regression Estimation กับสมการที่อธิบายผลกระทบต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวง (Roadway Model) และสมการที่อธิบายผลกระทบต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ออกข้างทาง (Roadside Model) ทั้งสองสมการไปพร้อมๆ กัน เหตุผลของการเลือกวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติศาสตร์ชนิดนี้ เนื่องจากมีความเป็นไปได้ที่ว่าการเกิดอุบัติเหตุในลักษณะใดลักษณะหนึ่งอาจมีผลต่ออีกกระทบบ่อกัน (Endogeneity) และมีสมมติฐานที่ว่าตัวแปรความแปรปรวน (Disturbance terms) ของทั้งสองสมการมีความสัมพันธ์เชิงร่วมเกี่ยวข้องกันอยู่ (Contemporaneous correlation) จากการวิจัยพบว่าการศึกษาวิเคราะห์สองสมการพร้อมกันด้วยเหตุผลที่ว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุในลักษณะใดลักษณะหนึ่งอาจมีผลต่อกัน ไม่มีความแตกต่างจากการวิเคราะห์สมการแยกจากกันในเรื่องของการมีประสิทธิภาพในการอธิบายตัวแปรได้ดีขึ้น (Efficiency gain) อย่างไรก็ตามปัจจัยอันเนื่องมาจากสภาพอากาศนั้นมีผลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทั้งสองลักษณะ และสรุปได้ว่าหากการวิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุมิได้รวมเอาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฤดูกาล จะทำให้ตัวแปรอื่นๆ ในสมการไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การเกิดอุบัติเหตุได้สมบูรณ์แบบซึ่งในทางสถิติมีปัจจัยที่เรียกว่ามีความลำเอียงในตัวแปร (Bias in parameter)

2.7 สรุปผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการศึกษาปัจจัยด้านคน รถ ถนน และสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ ในส่วนของการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านคนที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ นั้น เมธี คุณเจริญ (2542) ได้การศึกษาและวิเคราะห์ผลจากผู้ขับขี่ที่มีประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุในเขตกรุงเทพมหานคร และพบว่าปัจจัยด้านผู้ขับขี่ที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุมากที่สุดไม่ใช่ปัจจัยด้านการดื่มของมึนเมาตามที่เข้าใจกัน แต่เป็นปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยอื่นอีก 3 ปัจจัย โดยเรียงลำดับตามความสัมพันธ์ทางอ้อมจากมากไปน้อย คือ ปัจจัยวัฒนธรรม ปัจจัยการใช้ยาหรือสารเสพติด และการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร ปัจจัยด้านรถ สำรवल สุขแสวง (2543)

ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ด้านอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่กับปัจจัยทางด้านเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย ผลจากการศึกษาข้อมูลกลุ่มปัจจัยแต่ละตัวแปร พบว่าการเปลี่ยนแนวทางตั้งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือการเปลี่ยนแนวทางราบ ความกว้างผิวทาง และจำนวนทางแยก ปัจจัยด้านถนน เอกนรินทร์ จินทะวงศ์ (2547) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุบัติเหตุจากรถบริเวณสามแยกและพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุบริเวณสามแยก สำหรับทางหลวง 2 ช่องจราจรในเขตนอกเมืองพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดและมีนัยสำคัญต่อจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดคือปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดคนบาดเจ็บได้แก่ปริมาณจราจรบนถนนสายหลักและแนวทางราบ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุที่มีคนตายได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ความเร็วออกแบบ ความกว้างไหล่ทางของถนนสายหลัก ทางเชื่อม และช่องจราจรเลียวย้ายจากถนนสายหลัก ส่วนปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม Chayanan และคณะ (2003) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ผลจากปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสภาพอากาศ และปัจจัยอื่น ๆ เป็นตัวแปร และทำการนำมาผสมผสานกับ ตัวแปรทางด้านถนน การจราจร และตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง บนถนนทางหลวงและที่ออกข้างทาง และพบว่าปัจจัยอันเนื่องมาจากสภาพอากาศนั้นมีผลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทั้งบนถนนทางหลวง และที่ออกข้างทาง โดยหากการวิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุไม่ได้นำเอาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฤดูกาล ไปรวมจะทำให้ตัวแปรอื่น ๆ ในสมการไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การเกิดอุบัติเหตุได้สมบูรณ์แบบ

สำหรับการศึกษาระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุพบว่ามีวิธีการหาค่าระดับความรุนแรง 2 วิธีด้วยกันคือ การคำนวณหาค่าดัชนีความรุนแรง (Severity Index) และการกำหนดค่าระดับความรุนแรงโดยกำหนดค่าระดับความรุนแรงในลักษณะของการเปรียบเทียบกับค่าความเสียหายของทรัพย์สินเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบอีกว่าวิธีการ วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัย (Path Analysis) เป็นวิธีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระ (X) กับตัวแปรตาม (Y) ได้อย่างเหมาะสมเพราะสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยได้ละเอียดกว่าการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยวิธีอื่นโดยจากแนวคิดที่นักวิชาการได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์เส้นทางดังกล่าวข้างต้น สำราญ มีแจ้ง (2544) ได้สรุปไว้ว่า การวิเคราะห์เส้นทางมีลักษณะใหญ่ๆ 3 ประการด้วยกัน คือ

- 1) เป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยการประยุกต์การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ
- 2) เป็นการศึกษาขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหตุที่มีต่อตัวแปรผลทั้งทางตรงและทางอ้อม
- 3) ความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลนี้สามารถนำมาเขียนอธิบายได้ด้วยรูปแบบจำลองโมเดลและสมการโครงสร้างตามรูปแบบจำลองที่สร้างขึ้น