บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 กล่าวนำ

การศึกษาปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะลดจำนวน และความรุนแรงของอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยอาศัยมาตรการที่มีประสิทธิผลและประหยัด ที่สามารถนำมาใช้เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการศึกษาอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน คือ ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และการศึกษาข้อมูลที่มีอยู่ภายใต้การบันทึกและการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ ข้อมูลดังกล่าวนี้จะบ่งบอกถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งปัจจุบันพบว่า ระบบการจัดการข้อมูลอุบัติเหตุในประเทศไทยมีหลายหน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น กรมทางหลวง หน่วยงานกระทรวงสาธารณสุข หน่วยงานสำนักงานตำรวจแห่งชาติ เป็นต้น และเมื่อทวนสอบดูจะพบว่าข้อมูลของแต่ละหน่วยงานนั้นยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล, 2542) โดยอาจเป็นผลมาจากการขาดความร่วมมือ และการประสานงานที่ดีพอระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ รวมถึงนโยบายการดำเนินงานที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน ดังนั้น ความน่าเชื่อถือของข้อมูลจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์ปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนน

ปัจจุบัน องค์การอนามัยโลกได้พัฒนาตัวชี้วัดด้านสาธารณสุขต่างๆ ขึ้น เพื่อการใช้วัดสถานะสุขภาพ และการวัดการปฏิบัติงานในระบบสาธารณสุข การวัดภาระโรคเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาขึ้นโดยใช้ดัชนีชี้วัดความสูญเสียทางด้านสุขภาพซึ่งเป็นเรื่องที่หลายประเทศได้จัดทำและพบว่า ตัวชี้วัดนี้สามารถนำมาใช้ในการกำหนดนโยบาย การวางกลยุทธ์ การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาสาธารณสุขต่าง ๆ และช่วยให้การจัดสรรงบประมาณเป็นไปอย่างถูกต้องและเป็นธรรม การคำนวณหาตัวชี้วัดภาระโรคนี้ นอกจากจะคำนวณผ่านทางอัตราการเสียชีวิต และอัตราการป่วย รวมถึงผลกระทบที่เกิดจากการป่วยและการเสียชีวิตแล้ว สิ่งที่พิจารณาควบคู่กันไปคือ คุณภาพข้อมูลการเสียชีวิตและโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลการป่วย และรูปแบบการรวบรวมข้อมูลที่จะต้องได้รับการปรับปรุงจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ซึ่งส่วนใหญ่รับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูล การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน เป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่เกิดขึ้นกับประเทศต่าง ๆ ในโลก หลาย ๆ ประเทศใช้ ค่าอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคน และอัตราการเสียชีวิตต่อยาน

พาหนะจดทะเบียนหมื่นคัน เป็นดัชนีชี้วัดเบื้องต้น สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบความปลอดภัยบนท้องถนนระหว่างประเทศ และภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในการจัดลำดับความสำคัญ และเป็นภาพสะท้อนถึงประสิทธิผลในการดำเนินงานแก้ปัญหาของหน่วยงานต่าง ๆ ที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยบนท้องถนน

ในบทนี้ จะเป็นการตรวจสอบผลการศึกษาสภาพปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน รวมถึงดัชนีที่ใช้เป็นตัวชี้วัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนทั้งในประเทศและต่างประเทศ และส่วนท้ายของบทนี้ จะเป็นการนำเสนอแนวคิดทฤษฎีฟัซซีเซต (Zadeh, L.A., 1965) สำหรับใช้จัดการกับปัญหาความไม่แน่นอน และความน่าเชื่อถือของข้อมูล ดังที่ได้กล่าวมาในตอนต้น

2.2 ปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน

2.2.1 ความสูญเสียจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในโลก

อุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน เป็นปัญหาสำคัญของสังคมที่ใช้รถยนต์เป็นพาหนะในการเดินทางและการขนส่ง แต่ละปีมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนทั่วโลกกว่า 500,000 ราย ในจำนวนนี้ เกือบ 50% เกิดในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก สถิติดังกล่าวยังไม่รวมจำนวนผู้บาดเจ็บ และพิการ ซึ่งสูงกว่าจำนวนผู้เสียชีวิตหลายเท่า ซึ่งประมาณไว้ถึง 3-4 ล้านคนต่อปี (วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล, 2542 อ้างถึงใน Ross, A., 1998) หลายประเทศในโลก อุบัติเหตุเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตเป็นลำดับที่ 2 ของประชากรในกลุ่มอายุระหว่าง 5 - 44 ปี ค่าความสูญเสีย เมื่อคิดเทียบเป็นค่าใช้จ่าย มีมูลค่าอยู่ระหว่าง 1% ถึง 3% ของผลิตภัณฑ์รวมของประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) ความรุนแรงของปัญหา ทำให้องค์การอนามัยโลก (World Health Organisation: WHO) จัดให้ปัญหานี้เป็นปัญหาโลกระบาด

2.2.2 ความสูญเสียจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในประเทศไทย

จากรายงานข้อมูลอุบัติเหตุของสถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2543 ระบุว่า สาเหตุการเสียชีวิตด้วยโรคที่สำคัญ 10 กลุ่มแรกของคนไทย อุบัติเหตุทั้งหมด (หรือ สาเหตุตายภายนอกของการป่วยและการตาย : รหัส V01-Y89) เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตด้วยโรคที่สำคัญจัดอยู่ลำดับที่ 1 คิดเป็นอัตรา 66.4 ต่อประชากรแสนคน (ตาราง 2.1) เมื่อพิจารณาเพศและกลุ่มอายุ พบว่าจำนวนการเสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุทั้งหมดของเพศชายสูงกว่าเพศหญิงเกือบ 4 เท่า คิดเป็นอัตราการเสียชีวิต เพศชายต่อเพศหญิงเท่ากับ 105.4 : 27.9 (อัตราต่อประชากรแสนคน) ช่วงอายุที่มีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ คือกลุ่มของผู้ที่มีอายุต่ำ

กว่า 44 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีอายุอยู่ในช่วง 20-44 ปี ซึ่งมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทั้งหมดเกินกว่า 80 คนต่อประชากรแสนคน โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 89.6 คนต่อประชากรแสนคนในกลุ่มอายุ 20-44 ปี (กลุ่มอายุ 25-29 ปี มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคน เท่ากับ 88.3 ช่วงกลุ่มอายุ 30-34 ปี มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนเท่ากับ 86.8 กลุ่มอายุ 35-39 ปี มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนเท่ากับ 85.1 และกลุ่มอายุ 40-44 มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนเท่ากับ 83.3) ตัวเลขดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การสูญเสียบุคลากรในชาติขณะอยู่ในช่วงวัยแรงงาน ถือเป็นความสูญเสียที่ใหญ่หลวงต่อคุณภาพชีวิต และการพัฒนาความเจริญของประเทศ

ตาราง 2.1 จำนวนและอัตราการเสียชีวิตด้วยสาเหตุที่สำคัญ 10 อันดับแรก จำแนกตามเพศ (อัตราต่อประชากรแสนคน) พ.ศ. 2543

กลุ่มสาเหตุการตาย	ลำดับที่	รวม		ชาย		หญิง	
		จำนวน	อัตรา	จำนวน	อัตรา	จำนวน	อัตรา
สาเหตุตายภายนอกของการป่วยและตาย	1	41,032	66.4	32,353	105.4	8,679	27.9
โรคเนื้องอก	2	39,480	63.9	23,064	75.2	16,416	52.8
โรคระบบไหลเวียนโลหิต	3	32,331	52.3	18,882	61.5	13,449	43.3
โรคติดเชื้อและปรสิต	4	31,957	51.7	20,463	66.7	11,494	37.0
โรคของระบบทางเดินหายใจ	5	21,101	34.2	13,896	45.3	7,205	23.2
โรคระบบประสาท	6	10,717	17.3	6,785	22.1	3,932	12.7
โรคระบบสืบพันธ์และทางเดินปัสสาวะ	7	9,432	15.3	4,834	15.8	4,598	14.8
โรคเลือดและอวัยวะสร้างเลือดและความผิดปกติเกี่ยวกับกลไกของภูมิคุ้มกัน	8	9,180	14.9	5,853	19.1	3,327	10.7
โรคระบบย่อยอาหาร	9	9,055	14.7	6,328	20.6	2,727	8.8
โรคต่อมไร้ท่อ โภชนาการและเมตะบอลิซึม	10	8,069	13.1	3,189	10.4	4,880	15.7

ที่มา : กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2544)
แยกตามบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ฉบับแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD-10)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาลงไปในจำนวนการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทั้งหมดข้างต้น พบว่าจำนวนการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการขนส่ง คิดเป็นประมาณ 30% จากอุบัติเหตุทั้งหมด โดยมีอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ 21.4 คนต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2543 ในขณะที่อุบัติเหตุทั้งหมด คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ 66.4 คนต่อประชากรแสนคน

อุบัติเหตุจากการขนส่งประกอบด้วย อุบัติเหตุบนท้องถนน อุบัติเหตุทางน้ำ อุบัติเหตุทางอากาศ จากรายงานของสถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย พ.ศ. 2543 พบว่า ช่วงปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2543 องค์ประกอบของอุบัติเหตุขนส่งทั้งหมดนี้ อุบัติเหตุบนท้องถนนมีส่วนอยู่กว่า 90% ในทุก ๆ ปี ทั้งในรูปของจำนวนการเสียชีวิต และอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคน (ตาราง 2.2) โดยเมื่อพิจารณาอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อประชากรแสนคน จะพบว่า มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เฉลี่ยเกือบ 12% ต่อปี และเริ่มที่จะลดลงในปี พ.ศ. 2540 ถึง ปี พ.ศ. 2543 โดยอาจเป็นผลมาจากสภาวะเศรษฐกิจที่ชะลอตัว ซึ่งมีส่วนช่วยลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนไปในทางอ้อมเนื่องจากมีการใช้พาหนะในการเดินทางและขนส่งที่ลดน้อยลง

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบจำนวนและอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคน ของอุบัติเหตุจากการขนส่ง และอุบัติเหตุบนท้องถนน ปี พ.ศ. 2529 - 2543

ปี	เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการขนส่ง		เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน	
	จำนวน (คน)	อัตรา	จำนวน (คน)	อัตรา
2529	4,408	8.4	4,208	8.0
2530	4,636	8.6	4,441	8.3
2531	5,654	10.4	5,428	10.0
2532	6,853	12.4	6,617	11.9
2533	8,566	15.2	8,335	14.8
2534	10,375	18.3	10,155	17.9
2535	11,532	20.1	11,044	19.2
2536	12,540	21.6	12,321	21.2
2537	14,450	24.6	13,367	22.8
2538	16,782	28.3	14,479	24.4
2539	16,792	28.1	16,268	27.2
2540	12,962	21.4	12,832	21.2
2541	7,986	13.1	7,839	12.8
2542	11,624	18.9	11,315	18.4
2543	13,194	21.4	12,936	20.9

ที่มา : กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2544)

2.2.3 ความรุนแรงจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในประเทศไทย

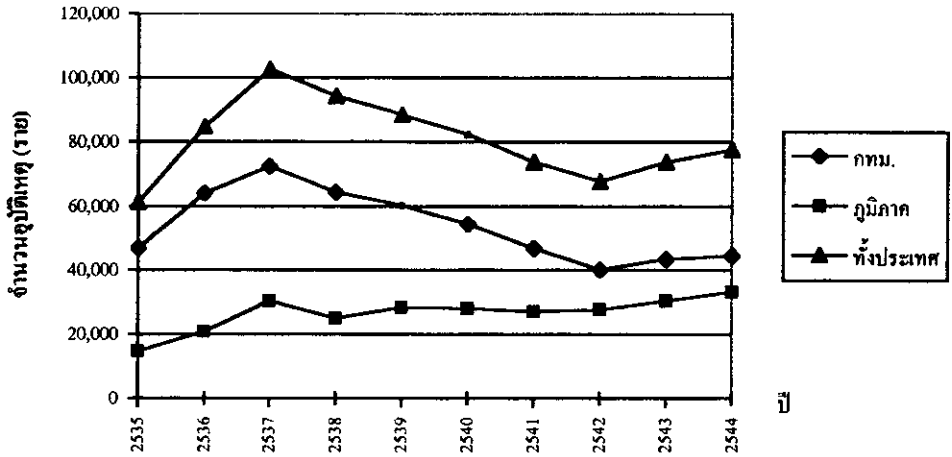
อุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในประเทศไทย มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่า ปี พ.ศ. 2537 เป็นปีที่มีอุบัติเหตุเกิดสูงสุดถึง 102,610 ราย (เพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าจากปี พ.ศ. 2535) หลังจากนั้นแนวโน้มจำนวนอุบัติเหตุมีจำนวนเพิ่มขึ้นและลดลงบ้างแต่โดยเฉลี่ยแล้วไม่เกิน 10% ในแต่ละปี โดยเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2544 อุบัติเหตุลดลงเหลือ 77,616 ราย ขณะที่จำนวนผู้เสียชีวิตมีจำนวนสูงสุดในปี พ.ศ. 2538 คือเสียชีวิต 16,727 คน (เฉลี่ยชั่วโมงละ 1.91 คน) และได้ลดลงเหลือ 11,652 คน ในปี พ.ศ. 2544 คิดเป็นการเสียชีวิตเฉลี่ยชั่วโมงละ 1.33 คน

จากตาราง 2.3 จะเห็นว่าจำนวนผู้เสียชีวิตจากความไม่ปลอดภัยบนท้องถนนได้เพิ่มขึ้นจาก 8,184 คน ในปี พ.ศ. 2535 เป็น 11,652 คน ในปี พ.ศ. 2544 หรือประมาณ 1.5 เท่า ในขณะที่จำนวนอุบัติเหตุได้เพิ่มขึ้นจาก 61,329 ราย เป็น 77,616 หรือประมาณ 1.3 เท่า ในช่วงเวลาเดียวกัน เมื่อเทียบจำนวนผู้เสียชีวิตต่ออุบัติเหตุพบว่า ปี พ.ศ. 2542 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.1776 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีผู้เสียชีวิต 1 คนต่ออุบัติเหตุ 5.63 ครั้ง เมื่อเทียบกับค่าในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีจำนวนผู้เสียชีวิตต่ออุบัติเหตุเท่ากับ 0.15 หรือมีผู้เสียชีวิต 1 คนต่ออุบัติเหตุ 6.67 ครั้ง ระดับความรุนแรงลดลงประมาณ 15% ซึ่งจากข้อมูลในตาราง 2.3 แม้จะบ่งบอกว่าจำนวนอุบัติเหตุมีแนวโน้มที่ลดลงในแต่ละปี แต่เมื่อพิจารณาจากจำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บกลับมีทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ในช่วงปี พ.ศ. 2535-2544 ระดับความรุนแรงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น

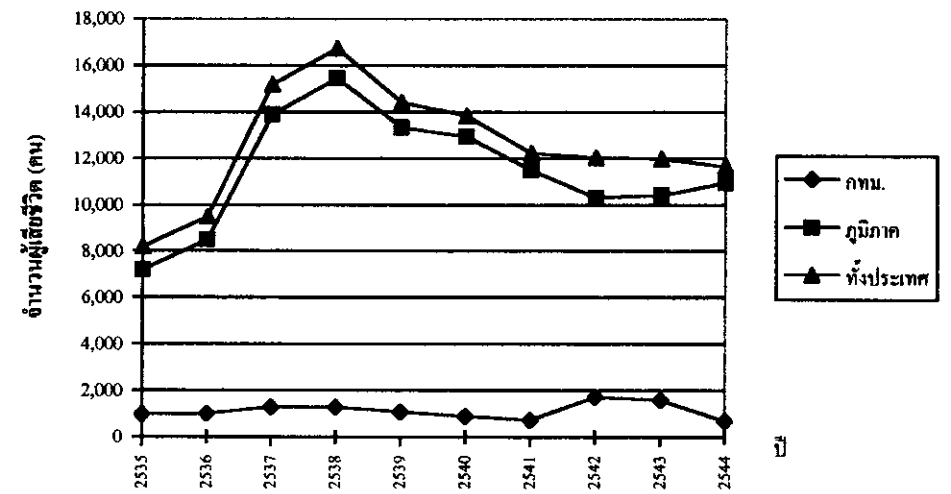
ตาราง 2.3 สถิติอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2535 - 2544

พ.ศ.	กทม.			ภูมิภาค			ทั่วประเทศ		
	อุบัติเหตุ	เสียชีวิต	บาดเจ็บ	อุบัติเหตุ	เสียชีวิต	บาดเจ็บ	อุบัติเหตุ	เสียชีวิต	บาดเจ็บ
2535	46,743	983	11,025	14,586	7,201	6,977	61,329	8,184	20,702
2536	64,006	1,011	11,031	20,886	8,485	14,299	84,892	9,496	25,330
2537	72,359	1,290	18,849	30,251	13,888	24,692	102,610	15,178	43,541
2538	64,469	1,284	21,697	24,896	15,443	29,021	94,362	16,727	50,718
2539	60,308	1,069	23,314	28,248	13,336	26,730	88,556	14,405	50,044
2540	54,324	903	20,933	28,012	12,933	27,718	82,336	13,836	48,711
2541	46,800	732	18,920	26,925	11,502	33,618	73,725	12,234	52,538
2542	40,178	1,718	20,681	27,622	10,322	31,857	67,800	12,040	52,538
2543	43,485	1,582	20,362	30,252	10,406	32,749	73,737	11,988	53,111
2544	44,466	695	19,566	33,150	10,957	34,394	77,616	11,652	53,960

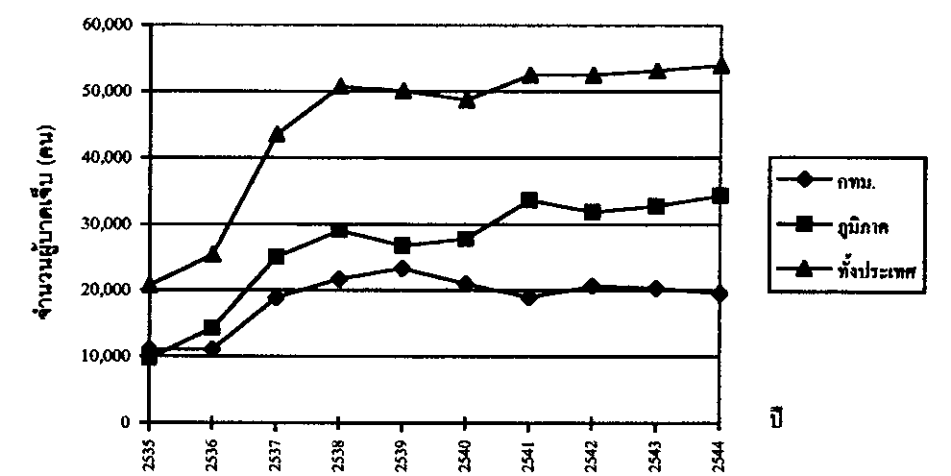
ที่มา : ศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศ สำนักงานแผนงานและงบประมาณ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (2544)



ภาพประกอบ 2.1 อุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในกรุงเทพมหานคร เทียบกับภูมิภาค



ภาพประกอบ 2.2 การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในกรุงเทพมหานคร เทียบกับภูมิภาค



ภาพประกอบ 2.3 การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในกรุงเทพมหานคร เทียบกับภูมิภาค

(ก) อุบัติเหตุบนท้องถนนในกรุงเทพมหานคร

จากการพิจารณาข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้เสียชีวิตและจำนวนผู้บาดเจ็บ จากอุบัติเหตุบนท้องถนนในกรุงเทพมหานครเทียบกับในส่วนภูมิภาค พบว่า แนวโน้มจำนวนอุบัติเหตุบนท้องถนนในกรุงเทพมหานครจะมีมากกว่าในส่วนภูมิภาค (ภาพประกอบ 2.1) และโดยเฉลี่ยประมาณเกือบ 2.5 เท่า กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเฉลี่ยประมาณ 70% ของจำนวนอุบัติเหตุทั้งประเทศ แต่เมื่อพิจารณาจำนวนผู้เสียชีวิต และจำนวนผู้บาดเจ็บในกรุงเทพมหานคร พบว่า กลับมีจำนวนน้อยกว่าในส่วนภูมิภาค ทั้งนี้อาจเนื่องจากในเขตกรุงเทพมหานคร สภาพการจราจรและปริมาณยานพาหนะค่อนข้างหนาแน่น จึงทำให้มีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่า และจากสภาพการจราจรที่หนาแน่นในเขตกรุงเทพมหานครนี้เอง จึงมีส่วนทำให้ผู้ขับขี่พาหนะโดยส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ความเร็วได้มากนักอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจึงเป็นลักษณะการเฉี่ยวชนมากกว่า

(ข) อุบัติเหตุบนท้องถนนในภูมิภาค

ภาพประกอบ 2.2 และภาพประกอบ 2.3 แสดงแนวโน้มจำนวนผู้เสียชีวิต และจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บ เปรียบเทียบกันระหว่างกรุงเทพมหานครและส่วนภูมิภาค ซึ่งพบว่า จำนวนผู้เสียชีวิตในส่วนภูมิภาคมีมากกว่าในกรุงเทพมหานคร โดยเฉลี่ยประมาณเกือบ 10 เท่า กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนในส่วนภูมิภาคโดยเฉลี่ยมีประมาณ 90% ของจำนวนผู้เสียชีวิตบนท้องถนนทั้งประเทศ ในขณะที่ผู้บาดเจ็บคิดเป็นประมาณ 60% ของจำนวนผู้บาดเจ็บทั้งประเทศ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุของสภาพถนนที่มียานพาหนะน้อยกว่า ทำให้ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่สามารถใช้ความเร็วสูงในการขับขี่ ซึ่งโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุที่รุนแรงทำให้เกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิตจึงมีได้มากกว่า และเมื่อเกิดเหตุระบบการช่วยเหลือ ณ จุดเกิดเหตุยังไม่คลอบคลุมทุกพื้นที่ทำให้ความรุนแรงของอุบัติเหตุบนท้องถนนโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นในภูมิภาคมากกว่าในเขตกรุงเทพมหานคร

สถิติการเกิดอุบัติเหตุ การเสียชีวิต และการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนเฉพาะโครงข่ายถนนของกรมทางหลวงในช่วง 10 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2535 - 2544 (ตาราง 2.4) พบว่า ปี พ.ศ. 2537 ซึ่งเป็นปีที่มีจำนวนอุบัติเหตุสูงสุดถึง 20,871 ราย หลังจากนั้นมีแนวโน้มที่ลดลง โดยเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2543 จำนวนอุบัติเหตุลดลงเหลือเพียง 12,429 ราย (จำนวนอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 20% ในปลายปี พ.ศ.2544) จำนวนผู้เสียชีวิตมีค่าสูงสุดในปี พ.ศ. 2537 คือ 7,732 คน และในปี พ.ศ. 2544 ลดลงเหลือ 2,212 คน ข้อมูลจากในตาราง 2.4 เมื่อนำมาเทียบกับจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้เสียชีวิต และจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บในตาราง 2.3 พบว่า มีจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนเส้น

ทางของกรมทางหลวงโดยเฉลี่ยประมาณ 19% ของจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดทั่วประเทศ ในขณะที่จำนวนผู้เสียชีวิต และจำนวนผู้บาดเจ็บ เฉลี่ยประมาณ 39% และ 41% ของจำนวนผู้เสียชีวิต และบาดเจ็บทั้งประเทศตามลำดับ แม้ว่าจำนวนผู้เสียชีวิตและจำนวนผู้บาดเจ็บบนท้องถนนของกรมทางหลวงจะมีไม่ถึงกึ่งหนึ่งของทั้งประเทศ แต่เมื่อพิจารณาลงไปในรายละเอียดถึงองค์ประกอบเส้นทางต่าง ๆ ในประเทศ ซึ่งแบ่งแยกไปตามความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน เช่น เทศบาล สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมชลประทาน กรมโยธาธิการ เป็นต้น จะพบว่าความรุนแรงของอุบัติเหตุโดยส่วนใหญ่ยังเกิดขึ้นบนท้องถนนที่เชื่อมต่อระหว่างชุมชนในภูมิภาคโดยเฉพาะเส้นทางหลวงของกรมทางหลวง (มีเปอร์เซ็นต์การเสียชีวิตมากกว่าหน่วยงานอื่นที่กล่าวมา)

ตาราง 2.4 การเกิดอุบัติเหตุ การเสียชีวิต และการบาดเจ็บ บนท้องถนนในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2535 - 2544

ปี พ.ศ.	จำนวน อุบัติเหตุ (ราย)	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	จำนวน ผู้บาดเจ็บ (คน)
2535	12,568	5,886	13,488
2536	17,060	6,799	16,544
2537	20,871	7,732	19,849
2538	19,482	7,064	20,449
2539	16,708	4,769	19,502
2540	16,160	4,097	18,409
2541	13,902	2,891	13,281
2542	13,343	2,184	10,753
2543	12,429	2,321	11,035
2544	15,341	2,212	12,712

ที่มา: ฌาดา ประพงศ์เสนา และคณะ (2544)

การเพิ่มขึ้นของจำนวนพาหนะ เป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่ง ที่จะนำไปสู่โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจราจรบนท้อง จำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นอาจหมายความถึงความไม่ปลอดภัยบนท้องถนนที่เพิ่มขึ้นตามมา อุบัติเหตุบนท้องถนนจำแนกตามยานพาหนะที่เกิดเหตุ (ตาราง 2.5) ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2544 พบว่า แนวโน้มของพาหนะที่ประสบเหตุ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ รถจักรยานยนต์เป็นพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุสูงสุด(ร้อยละ 31.5 ในปี พ.ศ. 2543 และร้อยละ 32.9 ใน

ปี พ.ศ. 2544) รองลงมาได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (ร้อยละ 28.1 ในปี พ.ศ. 2543 และร้อยละ 27.0 ในปี พ.ศ. 2544) และรถบรรทุกขนาดเล็ก (ร้อยละ 18.0 ในปี พ.ศ. 2543 และร้อยละ 18.2 ในปี พ.ศ. 2544) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาข้อมูลจำนวนพาหนะจดทะเบียนทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2541-2544 (ตาราง 2.6) พบว่ารถจักรยานยนต์เป็นพาหนะที่มีจำนวนสูงกว่าพาหนะในทุกประเภท เฉลี่ยประมาณ 13.8 ล้านคัน ในประเทศไทย

ตาราง 2.5 จำนวนและร้อยละของอุบัติเหตุบนท้องถนนทั่วราชอาณาจักร จำแนกตามยานพาหนะที่เกิดเหตุ ระหว่าง พ.ศ. 2543 - 2544

ยานพาหนะ ที่เกิดเหตุ		ทั่วราชอาณาจักร			
		พ.ศ.2543	ร้อยละ	พ.ศ. 2544	ร้อยละ
1. คนเดินเท้า	(คน)	4,469	3.8	4,135	3.3
2. รถจักรยาน	(คัน)	1,770	1.5	1,942	1.5
3. รถสามล้อ	(คัน)	454	0.4	520	0.4
4. รถจักรยานยนต์	(คัน)	37,498	31.5	41,215	32.9
5. รถสามล้อเครื่อง	(คัน)	1,838	1.5	1,852	1.5
6. รถยนต์นั่ง (ส่วนบุคคล)	(คัน)	33,392	28.1	33,907	27.0
7. รถโดยสารเล็ก(รถตู้)	(คัน)	2,477	2.1	2,975	2.4
8. รถบรรทุกขนาดเล็ก	(คัน)	21,372	18.0	22,785	18.2
9. รถโดยสารขนาดใหญ่	(คัน)	3,533	3.0	3,618	2.9
10.รถบรรทุก 6 ล้อ	(คัน)	2,624	2.2	2,696	2.1
11.รถบรรทุก10ล้อ/มากกว่า	(คัน)	3,780	3.2	3,668	2.9
12. รถอีแต๋น	(คัน)	340	0.3	223	0.2
13. รถแท็กซี่	(คัน)	4,048	3.4	4,530	3.6
14. อื่น ๆ	(คัน)	1,362	1.1	1,366	1.1
รวม :		118,957	100	125,432	100

ที่มา: ศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี (2545)

ตาราง 2.6 จำนวนรถจำแนกตามประเภทรถที่จดทะเบียนทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2541 - 2544

หน่วย : คัน

ประเภทรถ	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ.2544
รวมทั้งสิ้น	18,860,512	20,096,536	20,835,684	22,589,185
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	18,088,478	19,333,726	20,030,220	21,760,467
รย.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	1,974,345	2,123,590	2,111,163	2,280,676
รย.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	554,851	526,871	554,242	583,299
รย.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	2,779,328	3,097,831	3,209,525	3,341,448
รย.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	2,518	2,535	4,679	2,147
รย.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด	366	334	321	388
รย.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน	58,811	64,072	66,449	69,037
รย.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง	9,072	8,796	8,779	9,128
รย.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ	47,211	50,455	47,227	46,821
รย.9 รถบริการธุรกิจ	941	1,117	1,268	2,221
รย.10 รถยนต์บริการทัศนาจร	616	354	375	498
รย.11 รถยนต์บริการให้เช่า	414	127	179	538
รย.12 รถจักรยานยนต์	12,464,499	13,244,961	13,916,560	15,236,081
รย.13 รถแทรคเตอร์	108,565	110,971	111,302	99,449
รย.14 รถบดถนน	8,011	10,712	11,689	8,612
รย.15 รถใช้งานเกษตรกรรม	75,470	87,442	83,157	77,899
รย.16 รถพ่วง	3,460	3,558	3,305	2,225
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก	741,358	731,210	774,707	803,869
รวมรถโดยสาร	96,641	95,801	100,920	107,622
แยกเป็น - ประจำทาง	69,711	69,610	73,255	77,944
- ไม่ประจำทาง	19,785	18,911	18,746	20,885
- ส่วนบุคคล	7,145	7,280	8,919	8,793
รวมรถบรรทุก	621,474	613,343	652,520	673,599
แยกเป็น - ไม่ประจำทาง	72,186	72,609	83,453	90,181
- ส่วนบุคคล	549,288	540,734	569,067	583,418
รถขนาดเล็ก	23,243	22,066	21,267	22,648
ค. รถตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน	30,676	31,600	30,757	34,849

ที่มา: ฝ่ายสถิติ กลุ่มวิชาการและวางแผน สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม (2545)

2.3 สภาพโดยรวม และอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในจังหวัดสงขลา

2.3.1 สภาพโดยทั่วไป

จังหวัดสงขลา เป็นศูนย์กลางของภาคใต้ตอนล่าง เนื้อที่ประมาณ 7,400 ตารางกิโลเมตร มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของภาคใต้รองจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดนครศรีธรรมราช ห่างจากกรุงเทพ ฯ ตามเส้นทางรถไฟ 947 กิโลเมตร และทางหลวงแผ่นดิน 950 กิโลเมตร ตามลำดับ มีประชากร ณ ปลายปี พ.ศ. 2544 จำนวน 1,249,402 คน ความหนาแน่นประชากรโดยเฉลี่ยประมาณ 169 คน ต่อตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศ โดยส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มและที่ราบริมทะเล มีทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญที่สุด

2.3.2 การปกครอง

จังหวัดสงขลา มีรูปแบบการปกครอง และการบริหารราชการแผ่นดิน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การบริหารราชการ ที่ประกอบด้วย ส่วนราชการสังกัดส่วนกลาง ซึ่งมาตั้งหน่วยปฏิบัติการในพื้นที่ประมาณ 150 ส่วนราชการ 2) การบริหารราชการส่วนภูมิภาค ได้แก่ ระดับจังหวัด ซึ่งประกอบด้วยส่วนราชการประจำจังหวัด จำนวน 33 ส่วนราชการ ระดับอำเภอ ประกอบด้วย 16 อำเภอ 127 ตำบล 983 หมู่บ้าน 3) การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น จังหวัดสงขลามีเทศบาล 19 แห่ง องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 122 แห่ง และสภาตำบล 1 แห่ง จังหวัดสงขลาประกอบ ด้วยเขตการเลือกตั้ง 8 เขต มีสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรได้ 8 คน

2.3.3 ยานพาหนะจดทะเบียนในจังหวัดสงขลา

จังหวัดสงขลา มีสำนักงานขนส่ง 3 แห่ง คือ ที่อำเภอหาดใหญ่ อำเภอเมือง และอำเภอนาทวี ยานพาหนะทุกประเภทจะจดทะเบียน ณ สำนักงานขนส่งอำเภอเมืองเพียงแห่งเดียว ยานพาหนะจดทะเบียนทุกประเภทตามพระราชบัญญัติรถยนต์ เมื่อปลายปี 2541 มีจำนวน 494,483 คัน โดยมีอัตราการเพิ่มของจำนวนยานพาหนะใน 7 ปีที่ผ่านมา เฉลี่ยประมาณ 14 % ต่อปี หรืออีกนัยหนึ่งคือ หากอัตราการเพิ่มเฉลี่ยยังคงเหมือนเดิม จำนวนยานพาหนะจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าภายในเวลา 5 - 6 ปี และเมื่อพิจารณาอัตราการครอบครองยานพาหนะ จะเห็นว่ามีอัตราการครอบครอง 41 คัน ต่อประชากรร้อยคน หรือประชากรทุกประมาณ 2.5 คนในจังหวัดจะครอบครองยานพาหนะ 1 คัน (ตาราง 2.7) แสดงแนวโน้มจำนวนยานพาหนะจดทะเบียน ซึ่งพบว่าในจำนวนพาหนะจดทะเบียนนี้เป็นรถจักรยานยนต์ ประมาณ 75 % เป็นรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล 15 % เป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ไม่เกินเจ็ดคน 8 % และเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคนกว่า 1 % เล็กน้อย ที่เหลืออีกจะมีไม่ถึง 1% เป็นยานพาหนะประเภทอื่น ๆ (วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล , 2543)

ตาราง 2.7 จำนวนยานพาหนะจดทะเบียนแยกตามประเภทรถ ในจังหวัดสงขลาปี พ.ศ. 2533-2540

ปี	ทั้งหมด (คัน)	รถยนต์ (คัน)	จักรยานยนต์ (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสาร (คัน)	รถบรรทุกส่วนบุคคล (คัน)
2533	192,630	11,337	151,276	4,975	3,353	19,457
2534	209,115	9,266	166,527	5,465	3,435	21,906
2535	243,779	14,544	189,199	6,362	3,488	27,768
2536	275,945	18,034	210,382	7,581	3,592	33,883
2537	320,594	21,885	242,677	9,322	3,821	40,673
2538	373,314	26,909	284,190	11,453	4,084	44,226
2539	427,598	28,832	320,742	12,629	4,613	58,029
2540	439,132	40,382	311,862	14,008	4,829	65,524

ที่มา: วิวัฒน์ สุทธิวิภากร, ศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล และกิติยาภรณ์ สินศุภเศวต (2543), อ้างถึงใน สำนักงานขนส่งจังหวัดสงขลา

2.3.4 การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนในจังหวัดสงขลา

กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข สถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย (2543) ได้รายงานสถิติอุบัติเหตุและสาธารณภัยในประเทศไทย พ.ศ. 2541 ซึ่งรายงานดังกล่าวแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุขนส่งทางบกของ 2 หน่วยงานย่อย ซึ่งสังกัดในกระทรวงสาธารณสุข คือ ข้อมูลจากสำนักนโยบายและแผน กระทรวงสาธารณสุข และจากสถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย เมื่อพิจารณาข้อมูลทั้ง 2 หน่วยงานพบว่า ข้อมูลของสำนักนโยบายและแผน กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2541 จังหวัดสงขลามีจำนวนผู้เสียชีวิต 321 คน คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ 26.73 คนต่อประชากรแสนคน และเมื่อเปรียบเทียบอัตราดังกล่าวนี้ กับทุก ๆ จังหวัดในประเทศไทย เรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า จังหวัดสงขลาจะถูกจัดอยู่ในลำดับที่ 5 ขณะที่ค่าเฉลี่ยอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนของทั้งประเทศ เท่ากับ 13.1 (จากจำนวนผู้เสียชีวิต ทั้งประเทศ 7,996 คน) ในขณะที่การรายงานของสถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย ซึ่งได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุขนส่งทางบก จากสำนักงาน

สาธารณสุขทั่วประเทศ โดยเจ้าหน้าที่สถาบัน ฯ เอง พบว่า ในปี พ.ศ. 2541 จังหวัดสงขลามีจำนวนผู้เสียชีวิต 426 คน คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ 35.47 คนต่อประชากรแสนคน และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราดังกล่าวนี้กับทุก ๆ จังหวัดในประเทศไทย เรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า จังหวัดสงขลาจัดอยู่ในลำดับที่ 19 ขณะที่ค่าเฉลี่ยอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนของทั้งประเทศเท่ากับ 24.7 (จากจำนวนผู้เสียชีวิตทั้งประเทศ 15,154 คน) เป็นที่น่าสังเกตว่า ข้อมูลการเสียชีวิตจากรายงานของสถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย จะมีมากกว่าของสำนักนโยบายและแผน กระทรวงสาธารณสุข เกือบเท่าตัว ทั้ง ๆ ที่หน่วยงานย่อยทั้งสองเป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเดียวกัน นอกจากจำนวนผู้เสียชีวิตแล้ว จำนวนผู้ป่วยก็มีการรายงานข้อมูลที่แตกต่างกันกล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2541 จำนวนผู้ป่วยของจังหวัดสงขลาจากรายงานของ สำนักนโยบายและแผน กระทรวงสาธารณสุข มีจำนวน 42,065 คน (ผู้ป่วยใน 4,203 คน และผู้ป่วยนอก 37,862 คน) ในขณะที่รายงานของสถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย พบว่า จังหวัดสงขลามีจำนวนผู้ป่วย (ผู้บาดเจ็บ) จำนวน 22,720 คน หรือต่างกัน 1.85 เท่าในทิศทางกลับกันกับรายงานการเสียชีวิต

สำนักงานแผนงานและงบประมาณ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (2542) ได้รายงานสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรทางบก 10 จังหวัดแรกที่รับแจ้งคดีสูงสุดในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2541 พบว่า จังหวัดสงขลามีการแจ้งความคดีอุบัติเหตุจราจรทางบกมาก จัดอยู่ในลำดับที่ 9 (เรียงจากมากไปน้อย) ซึ่งมีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้น 641 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 373 คน และบาดเจ็บ 781 คน คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ 31.1 คนต่อประชากรแสนคน ในขณะที่ค่าอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ยทั้งประเทศเท่ากับ 20.0 คนต่อประชากรแสนคน (เสียชีวิตทั้งประเทศ 12,234 คน)

จากข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนของทั้ง 3 หน่วยงานที่กล่าวมา พบว่า การรายงานข้อมูลของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ และการรายงานข้อมูลของหน่วยงานย่อยในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ยังมีปัญหาในเรื่องความแตกต่างกันของข้อมูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวนผู้เสียชีวิต ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ระบบการจัดเก็บข้อมูลของหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีวัตถุประสงค์ในการจัดเก็บที่แตกต่างกัน ทำให้การกำหนดแหล่งที่เก็บข้อมูล ช่วงเวลาในการเก็บ การตรวจสอบความครบถ้วน และความถูกต้องของข้อมูลมีความแตกต่างกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การรายงานในรูปของจำนวนผู้เสียชีวิต ควรมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องกว่าตัวเลขอื่น แต่ปัจจุบันยังมีปัญหาในเรื่องความแตกต่างนี้อยู่มาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโครงการ การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน หรือ ROSA Index (วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล, 2542) ที่ระบุว่า "ปัญหามากที่สุดเกิดขึ้นในเรื่องระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูลพื้นฐาน โดยเฉพาะข้อมูลที่สำคัญคือการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน ซึ่งแม้ภายในหน่วยงานกระทรวงสาธารณสุขเดียวกันก็ยังพบว่า ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ"

อย่างไรก็ตาม หากจะพิจารณาจากตัวเลขของอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนในจังหวัดสงขลาเทียบกับทั้งประเทศ จากแหล่งข้อมูลทั้ง 3 หน่วยงานที่กล่าวมา เพียงพอที่จะสามารถสรุปได้ว่า จังหวัดสงขลา เป็นจังหวัดที่มีอัตราความเสี่ยงจากการเสียชีวิตบนท้องถนนมากกว่าส่วนใหญ่ของประเทศ (อัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศ จากการรายงานข้อมูลทั้ง 3 หน่วยงาน ในปี พ.ศ. 2541)

สถิติอุบัติเหตุบนท้องถนนในจังหวัดสงขลา จากการรายงานของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา (ตาราง 2.8) พบว่า การบาดเจ็บเนื่องจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนมีมากสุดใน ปี พ.ศ. 2539 มีผู้บาดเจ็บ 25,587 คน คิดเป็นอัตราการบาดเจ็บ ต่อประชากรแสนคนเท่ากับ 2,206.4 หลังจากนั้นเริ่มมีแนวโน้มที่ลดลง โดยเมื่อสิ้นปี พ.ศ. 2543 อัตราดังกล่าวลดลงเหลือ 1,854.5 ในขณะที่การเสียชีวิตเกิดขึ้นมากสุดในปี พ.ศ. 2540 มีผู้เสียชีวิตเท่ากับ 665 คน คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตเท่ากับ 47.7 คนต่อประชากรแสนคน สิ้นปี พ.ศ.2543 อัตราดังกล่าวลดลงเหลือ 35.9 คนต่อประชากรแสนคน

ตาราง 2.8 อัตราการบาดเจ็บและอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจร ต่อประชากรแสนคน ในจังหวัดสงขลา ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2543

ปี พ.ศ.	จำนวน และอัตราการบาดเจ็บ		จำนวน และอัตราการเสียชีวิต	
	บาดเจ็บ (คน)	อัตรา/ประชากรแสนคน	เสียชีวิต (คน)	อัตรา/ประชากรแสนคน
2535	17,878	1,630.0	274	25.0
2536	19,841	1,755.7	368	32.6
2537	19,629	1,743.4	421	37.4
2538	24,798	2,167.0	492	43.0
2539	25,587	2,206.4	539	46.5
2540	24,259	2,046.7	656	47.7
2541	22,720	1,890.5	426	35.4
2542	21,489	1,767.3	407	33.5
2543	22,731	1,854.5	440	35.9

ที่มา: สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดสงขลา (2543)

2.4 ตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนน

2.4.1 ตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนนในต่างประเทศ

ประเทศต่าง ๆ ในโลก ทั้งที่พัฒนาแล้ว และกำลังพัฒนา ต่างมีตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนนที่ใช้เปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ (Bench Marking) ในระดับประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกันและมีความเป็นสากลมาก โดยจะมีแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดปลีกย่อย ตัวอย่างเช่น ประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ซึ่งใช้ตัวชี้วัด 8 ตัว ในการวัดความปลอดภัยบนถนน ซึ่งก็ไม่แตกต่างจากประเทศอื่นๆ มากนักตัวชี้วัดทั้ง 8 นี้จะประกอบด้วย (วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล, 2542 อ้างถึงใน AUSTROADS ,1996)

1. จำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้ป่วยอาการสาหัส / เสียชีวิต ต่อประชากรแสนคน
2. จำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้ป่วยอาการสาหัส / เสียชีวิตต่อปริมาณการเดินทาง ร้อยล้านคัน-กม.
3. จำนวนผู้เสียชีวิตต่อประชากรแสนคน
4. จำนวนผู้เสียชีวิตต่อปริมาณการเดินทางล้านคัน - กม.
5. จำนวนผู้เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ต่อประชากรแสนคน
6. จำนวนผู้เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ต่อปริมาณการเดินทางร้อยล้านคัน-กม.
7. ค่าใช้จ่ายทางสังคมของจำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้อาการสาหัส / เสียชีวิต ต่อประชากรแสนคน
8. ค่าใช้จ่ายทางสังคมของจำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้อาการสาหัส /เสียชีวิต ต่อปริมาณการเดินทางล้านคัน-กม.

ตัวชี้วัดเหล่านี้ ส่วนใหญ่มีการนำไปใช้เป็นตัวเลขโดดๆ โดยอิสระ แนวโน้มของตัวชี้วัดมักจะออกมาในลักษณะคล้อยตามกัน และไม่ขัดแย้งกันมากนัก ตัวชี้วัดเหล่านี้มีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ตัวชี้วัดกรณีจำนวนผู้เสียชีวิตต่อประชากรแสนคน มีไว้เพื่อติดตามตรวจสอบความรุนแรงของอุบัติเหตุ อันเนื่องมาจากความบกพร่องที่ร้ายแรงในระบบถนน โดยมีเป้าหมายเพื่อการทำให้ตัวชี้วัดดังกล่าวมีค่าน้อยที่สุด เป็นต้น

หน่วยงานด้านความปลอดภัยบนท้องถนนของประเทศออสเตรเลีย เช่น Federal Office of Road Safety (http:// www.dot.gov.au/programs/fors/stats/benchmk.htm), Australian Transport Safety Bureau : ATSB (http:// www.atsb.gov.au/index.cfm) จะจัดทำรายงานค่าตัวชี้วัดดังกล่าวเป็น

ประจำทุกๆ ปีเพื่อเปรียบเทียบระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระหว่างประเทศ ในกลุ่ม OECD (The Organization for Economic Cooperation and Development) ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่เจริญในแถบยุโรปตะวันตก สหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ และออสเตรเลีย เป็นต้น ในรายงานดังกล่าวแสดงการเปรียบเทียบค่าตัวชี้วัดแต่ละตัวของในแต่ละประเทศ เทียบกับค่า OECD เฉลี่ย ซึ่งแนวทางเบื้องต้นอาจพิจารณาได้ว่า ประเทศใดที่มีค่าตัวชี้วัดสูงกว่าค่า OECD เฉลี่ย ประเทศนั้น ๆ อาจจะต้องกลับไปตรวจสอบถึงสภาพความปลอดภัยบนท้องถนน และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ค่าตัวชี้วัดดังกล่าวมีระดับที่ลดลง

นอกจากการรายงานสภาพความปลอดภัยบนท้องถนนของประเทศที่เจริญและพัฒนาแล้วในรูปของตัวชี้วัดต่าง ๆ การเปรียบเทียบกันระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา ก็เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการอธิบายแนวโน้มของสถานการณ์ในภูมิภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดความรุนแรงในรูปของอัตราการเสียชีวิตต่อยานพาหนะจดทะเบียนหมื่นคัน ซึ่งเป็นอัตราสากลค่าหนึ่งของเกือบทุกประเทศในโลกในการใช้เป็นตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนน และมักถูกใช้เป็นอัตราเปรียบเทียบว่าประเทศใดมีความปลอดภัยที่สูงกว่า (ภาพประกอบ 2.4) จะพบว่าประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตต่อยานพาหนะจดทะเบียนหมื่นคันเท่ากับ 11.16 ในปี 2536 ซึ่งสูงกว่าของประเทศสหราชอาณาจักร, ญี่ปุ่น, ออสเตรเลีย ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.6-1.8 ประมาณ 6-7 เท่า

2.4.2 ตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนนในประเทศไทย

ปัจจุบัน หลาย ๆ หน่วยงานในประเทศไทย ได้ดำเนินการจัดเก็บ และบันทึกสถิติข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนไว้ โดยทั่วไปข้อมูลอุบัติเหตุจราจรที่มีการรวบรวมโดยหลัก ๆ ประกอบด้วย จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ และการเสียชีวิต เป็นต้น และในบางหน่วยงานมีการนำข้อมูลอุบัติเหตุดังกล่าวนี้ มาคำนวณเป็นตัวชี้วัดในรูปของอัตราอุบัติเหตุต่อจำนวนประชากรต่อจำนวนพาหนะจดทะเบียน และต่อปริมาณการเดินทาง เป็นต้น ตัวชี้วัดอัตราอุบัติเหตุที่เทียบกับตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถใช้เพื่ออธิบายถึงแนวโน้มและสถานการณ์ความปลอดภัยบนท้องถนนที่แท้จริงได้ชัดเจนกว่า เนื่องจากหากพิจารณาเฉพาะจำนวน (absolute numbers) ของอุบัติเหตุจราจรนั้น อาจไม่เพียงพอที่สามารถจะนำมาสรุปสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นได้ตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนนที่ได้มีการรายงานไว้โดยหน่วยงานหลัก 2 หน่วยงานในประเทศไทย สรุปได้ดังนี้ :

(ก) หน่วยงานกระทรวงสาธารณสุข

เป็นหน่วยงานหลักที่รวบรวมและบันทึกสถิติข้อมูลอุบัติเหตุ ทั้งอุบัติเหตุการขนส่งและอุบัติเหตุจราจร ในรูปจำนวนผู้บาดเจ็บ และเสียชีวิต และได้มีการนำมาวิเคราะห์เป็นตัวชี้วัดขึ้น ซึ่งตัวชี้วัดทั้งหมดนี้ จะใช้ข้อมูลจำนวนผู้บาดเจ็บ และเสียชีวิต คิดเทียบกับจำนวนประชากรแสน

คน ทั้งหมด ประกอบด้วย อัตราการป่วยจากอุบัติเหตุขนส่ง (ประเภทผู้ป่วยใน), อัตราการป่วยจากอุบัติเหตุขนส่ง (ประเภทผู้ป่วยนอก), อัตราการเสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุการขนส่ง และอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน ซึ่งค่าตัวชี้วัดดังที่กล่าวนี้ สามารถที่จะสืบค้นได้จาก ส่วนข้อมูลข่าวสารสาธารณสุข สำนักนโยบายและแผนสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข และงานข้อมูลข่าวสาร กลุ่มงานวิชาการ สถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งหน่วยงานทั้งสองเป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ที่ทำหน้าที่รวบรวมและวิเคราะห์ค่าตัวชี้วัด ดังที่กล่าวมา ในปี พ.ศ. 2543 กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้รายงานค่าอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน 10 ลำดับแรกในประเทศไทย (ตาราง 2.9) ซึ่งพบว่า จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากร สูงสุดเป็นลำดับแรก ซึ่งเท่ากับ 64.35 คนต่อประชากรแสนคน

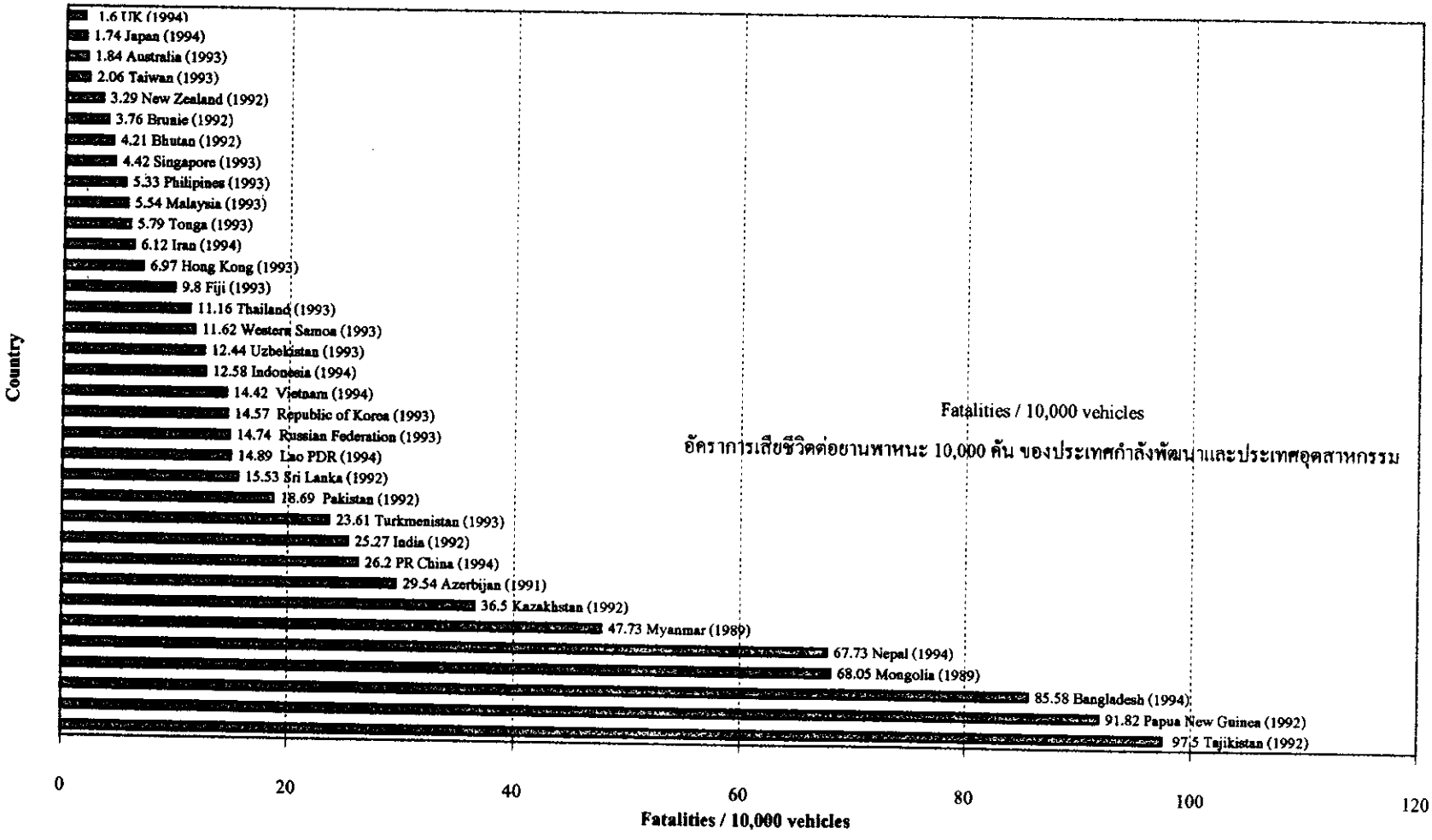
ตาราง 2.9 จำนวนและอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน 10 อันดับแรกในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2543

ลำดับที่	จังหวัด	รวม		ชาย		หญิง	
		จำนวน	อัตรา	จำนวน	อัตรา	จำนวน	อัตรา
1	ชลบุรี	688	64.35	550	102.15	138	26.00
2	มหาสารคาม	92	57.71	73	88.95	19	24.57
3	ร้อยเอ็ด	132	56.57	99	81.91	33	29.34
4	กรุงเทพฯ	349	51.67	274	81.42	75	22.13
5	ปราจีนบุรี	192	43.37	149	67.12	43	19.48
6	สมุทรสาคร	180	42.33	154	73.70	26	12.02
7	ภูเก็ต	104	42.27	74	61.36	30	23.91
8	นครปฐม	328	42.18	261	68.79	67	16.82
9	ปทุมธานี	255	39.57	208	66.13	47	14.25
10	นครราชสีมา	997	39.20	826	65.41	171	13.35

ที่มา: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2544)

(ค) หน่วยงานกรมทางหลวง

เป็นหน่วยงานที่ได้มีการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง (แบบบันทึก ส.3-02) ข้อมูลอุบัติเหตุนี้ถูกนำไปคิดคำนวณเป็นตัวชี้วัด 9 ตัว ประกอบด้วย อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการบาดเจ็บ อัตราการเสียชีวิต ต่อจำนวนประชากรแสนคน ต่อยานพาหนะจดทะเบียนหมื่นคัน และ ต่อปริมาณการเดินทาง ร้อยล้านคัน-กิโลเมตร (ตาราง 2.10 และ ตาราง 2.11)



ภาพประกอบ 2.4 อัตราการเสียชีวิตต่อยานพาหนะ 10,000 คันของประเทศกำลังพัฒนา และประเทศอุตสาหกรรม

(วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล อ้างถึงใน Ross, A., 1998 : p.26)

ตาราง 2.10 อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการบาดเจ็บ และอัตราการเสียชีวิต บนทางหลวงทั่วประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2544

อัตราอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงทั่วประเทศ	ช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2544						
	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
อุบัติเหตุ ต่อประชากรแสนคน	159	147	135	120	110	119	123
ต่อรถจดทะเบียนหมื่นคัน	69	57	47	39	34	35	31
บาดเจ็บ ต่อประชากรแสนคน	85	83	80	85	85	86	85
ต่อรถจดทะเบียนหมื่นคัน	37	32	28	28	26	25	23
เสียชีวิต ต่อประชากรแสนคน	28	24	23	20	19	19	20
ต่อรถจดทะเบียนหมื่นคัน	12	9	8	6	6	6	4

หมายเหตุ ไม่สามารถหาอัตรา ต่อร้อยล้านคัน-กิโลเมตร ได้

ที่มา: ญาดา ประพงศ์เสนา และคณะ (2544)

ตาราง 2.11 อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการบาดเจ็บ และอัตราการเสียชีวิต บนทางหลวงในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2544

อัตราอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงของกรมทางหลวง	ช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2544						
	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
อุบัติเหตุ ต่อประชากรแสนคน	32	28	27	23	22	20	25
ต่อรถจดทะเบียนหมื่นคัน	14	11	9	7	7	6	7
ต่อ ร้อยล้านคัน-กิโลเมตร	20	15	15	13	12	11	11
บาดเจ็บ ต่อประชากรแสนคน	34	32	30	22	17	18	4
ต่อรถจดทะเบียนหมื่นคัน	15	13	10	7	5	5	1
ต่อร้อยล้านคัน-กิโลเมตร	24	18	17	13	10	10	2
เสียชีวิต ต่อประชากรแสนคน	12	8	7	5	3	4	20
ต่อรถจดทะเบียนหมื่นคัน	5	3	2	1	1	1	6
ต่อร้อยล้านคัน-กิโลเมตร	7	4	4	3	2	2	9

ที่มา: ญาดา ประพงศ์เสนา และคณะ (2544)

2.5 การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน

2.5.1 ความสำคัญของการสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน

ดัชนีต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ดัชนีผู้บริโภค ดัชนีชี้วัดภาวะการเติบโตทางเศรษฐกิจและดัชนีอื่น ๆ ล้วนเป็นดัชนีที่สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการสะท้อนภาพด้านนั้น ๆ เป็นเสมือนกลไกสำคัญในการผลักดันให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ตระหนักถึงสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน อันจะนำไปสู่การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในทิศทางที่ดีขึ้นต่อไป ปัญหาอุบัติภัยบนท้องถนนจัดเป็นปัญหาระดับชาติที่จำเป็นจะต้องได้รับการดูแลร่วมกันจากผู้ที่เกี่ยวข้อง การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่สื่อความหมายได้โดยตรงแก่ผู้กำหนดนโยบาย ผู้ปฏิบัติงาน และประชาชนทั่วไป ได้รับรู้และตระหนักถึงสภาพความปลอดภัยบนท้องถนนจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาอุบัติภัยบนท้องถนน ที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาจุดอันตรายบนท้องถนน และนำไปสู่การแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ ของอุบัติภัยบนท้องถนน เช่น ในด้านความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน การแก้ปัญหาทางด้านนโยบาย ทางด้านวิศวกรรมจราจร ทางด้านการรักษาพยาบาล ทางด้านการรักษากฎหมาย และทางด้านประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

2.5.2 การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน (ระดับเมือง) ภายในมลรัฐเซาธ์แคโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา

Shen, L.D. (1986) ทำการวิจัยเรื่อง "Development of highway accident hazard index" โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ เพื่อนำเสนอแนวทางในการพัฒนาดัชนีอันตรายจากอุบัติภัยบนท้องถนน (Accident Hazard Index หรือ AHI) และเพื่อให้วิศวกรและผู้เกี่ยวข้องได้รับรู้ถึงสถานภาพความปลอดภัยบนท้องถนนในเมืองต่าง ๆ (46 เมือง) ในมลรัฐเซาธ์แคโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา ค่า AHI นี้สามารถนำมาใช้เป็นตัววัดความสัมพันธ์ด้านความปลอดภัยบนท้องถนนในเมืองต่าง ๆ อันจะนำไปสู่การกำหนดมาตรการในการแก้ปัญหาในพื้นที่ต่อไป

ตัวแปรสำหรับการคำนวณค่า AHI (วิเคราะห์ข้อมูลปี ค.ศ.1976-1978) ประกอบด้วย:

(1) จำนวนผู้บาดเจ็บ และเสียชีวิตในแต่ละเมือง

(2) จำนวนประชากรในแต่ละเมือง

(3) จำนวนยานพาหนะจดทะเบียนในแต่ละเมือง

(4) ความยาวของสายทางในแต่ละเมือง

ตัวแปรต่าง ๆ ข้างต้นจะนำมาสร้างเป็นตัวชี้วัด 3 ตัว ซึ่งประกอบด้วย อัตรา (บาดเจ็บ+เสียชีวิต) ต่อจำนวนประชากร 100,000 คน อัตรา (บาดเจ็บ + เสียชีวิต) ต่อยานพาหนะจดทะเบียน 100,000 คัน และอัตรา (บาดเจ็บ + เสียชีวิต) ต่อระยะทาง 1,610 กิโลเมตร (1,000ไมล์) ตัวชี้วัดที่คำนวณได้นี้จะถูกนำมาแปลงเป็นดัชนีอัตราอุบัติเหตุอีกครั้งหนึ่งเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่า AHI โดยเป็นการนำค่าตัวชี้วัดทั้งสามที่คำนวณได้ในแต่ละเมืองเป็นตัวตั้งแล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยของค่าตัวชี้วัดแต่ละตัวทั่วมลรัฐ (Statewide average) ดังแสดงการคำนวณในสมการ (2.1) - (2.3)

$$(PAI)_i = \frac{\frac{X_i}{P_i}}{\frac{\sum X_i}{\sum P_i}} \qquad (2.1)$$

$$(VAI)_i = \frac{\frac{X_i}{V_i}}{\frac{\sum X_i}{\sum V_i}} \qquad (2.2)$$

$$(MAI)_i = \frac{\frac{X_i}{M_i}}{\frac{\sum X_i}{\sum M_i}} \qquad (2.3)$$

โดยที่ $(PAI)_i$ หมายถึง ดัชนีอัตราอุบัติเหตุ เทียบจากจำนวนประชากรในเมือง i

$(VAI)_i$ หมายถึง ดัชนีอัตราอุบัติเหตุ เทียบจากจำนวนพาหนะจดทะเบียนในเมือง i

$(MAI)_i$ หมายถึง ดัชนีอัตราอุบัติเหตุ เทียบจากระยะทางในเมือง i

p_i หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรในเมือง i

V_i หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนยานพาหนะจดทะเบียนในเมือง i

M_i หมายถึง ค่าเฉลี่ยความยาวของสายทางในเมือง i

X_{i1} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้เสียชีวิต

X_{i2} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้บาดเจ็บ

X_i หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้บาดเจ็บบวกจำนวนผู้เสียชีวิต หรือมีค่าเท่ากับ $(X_{i1} + X_{i2})$

การคำนวณดัชนีอันตรายจากอุบัติภัยบนท้องถนน (computation of accident hazard Index : AHI) หาได้โดยใช้วิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยของดัชนีอัตราอุบัติเหตุ (accident rate index) ทั้งสาม ซึ่งเขียนอยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ ดังสมการ (2.4)

$$(AHI)_i = \left(\frac{PAI + VAI + MAI}{3}\right)_i \qquad (2.4)$$

สมการ (2.4) เป็นสมการการคำนวณ AHI ของทั้ง 46 เมืองในมลรัฐเซาธ์แคโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา จากผลการคำนวณพบว่า มี 14 เมืองที่มีค่า AHI มากกว่า 1 และ 32 เมืองมีค่า AHI น้อยกว่า 1 (ค่า AHI ที่มากหมายถึง ระดับความปลอดภัยที่ลดลง) ในจำนวนนี้เมือง Charleston เป็นเมืองที่มีค่า AHI สูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 2.853 ขณะที่เมือง Barnwell เป็นเมืองที่มีค่า AHI น้อยที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 0.342 เมืองที่มีค่า AHI มากกว่า 1 นี้ จะถูกจัดว่าเป็นเมืองที่มีปัญหาด้านความปลอดภัยบนท้องถนน ที่จะต้องดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขเป็นการเร่งด่วนต่อไป นอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าวยังได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ชื่อว่า CASOP (Computer-Aided Safety Oriented Program) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรม FORTRAN IV เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณค่า AHI โปรแกรมนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบสภาพความปลอดภัยที่เกิดขึ้นในเมืองต่างๆ ภายในมลรัฐอันจะนำไปสู่การกำหนดมาตรการที่มีประสิทธิผลในการแก้ปัญหาต่อไป

การคำนวณค่า AHI ดังที่นำเสนอในงานวิจัยนี้แม้ว่าจะมีขั้นตอนและวิธีการในการคำนวณที่เป็นระบบ ระเบียบ ทำให้ง่ายต่อการคำนวณและการตีความ แต่ก็ยังมีข้อที่น่าสังเกตในประเด็นต่างๆ ดังนี้ :

1. การใช้จำนวนผู้บาดเจ็บรวมกับจำนวนผู้เสียชีวิต เป็นตัวตั้งเพื่อนำมาคิดเป็นอัตราอุบัติเหตุ (accident rate) เสมือนหนึ่งเป็นการให้ความสำคัญของการบาดเจ็บ และการเสียชีวิตที่เท่ากัน ซึ่งในทางปฏิบัติจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ควรแยกการพิจารณาจากกัน

2. ตัวชี้วัดอัตราอุบัติเหตุ ต่อระยะทาง 1,610 กิโลเมตร (1,000ไมล์) เป็นตัวชี้วัดที่ไม่ได้พิจารณาถึงปริมาณการจราจรบนสายทาง ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ

3. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณค่า AHI ดังในสมการ (2.4) เป็นการกำหนดให้ดัชนีอัตราอุบัติเหตุทั้งสามมีความสำคัญเท่าๆ กัน ซึ่งแท้จริงแล้วระดับความสำคัญย่อมมีความแตกต่างกัน

การสร้างดัชนี AHI ของเมืองต่าง ๆ ในมลรัฐเซาธ์แคโรไลนา ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ผู้ศึกษาหยิบยกนำมากล่าวในหัวข้อนี้มีเหตุผลสำคัญเนื่องจาก การคำนวณค่า AHI ถือเป็นแนวคิดหนึ่งของการผสมตัวชี้วัดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อสรุปผลลัพธ์ออกมาเป็นเลขดัชนีโดด ๆ ที่สามารถนำมาใช้เป็นตัววัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนได้ ซึ่งก็สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการศึกษานี้ที่พยามยามจะสร้างเลขดัชนีที่เกิดจากการผสมกันของตัวชี้วัดเพื่อสามารถใช้เป็นตัววัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระดับเขตเลือกตั้ง และนอกจากนี้ สำหรับในประเทศไทยที่ผ่านมา ก็เคยมีผู้พยายามสร้างเลขดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน ตามแนวคิดของการผสมกันของตัวชี้วัดดังที่กล่าวมานี้เช่นกัน ดังได้นำเสนอในหัวข้อถัดไป

2.5.3 การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนในประเทศไทย

ดังได้กล่าวในตอนต้นว่า หลายๆ ประเทศในโลก ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา ต่างได้มีการจัดสร้างตัวชี้วัดความปลอดภัยบนท้องถนนขึ้นเพื่อนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระหว่างประเทศ และภายในประเทศ ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการพิจารณาจากตัวชี้วัดหลาย ๆ ตัวด้วยกันในการสรุปสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่

สำหรับประเทศไทยที่ผ่านมา ได้มีการนำแนวคิดของการผสมกันของตัวชี้วัดต่าง ๆ เพื่อสรุปผลออกมาเป็นเลขดัชนี ที่สามารถนำมาใช้เป็นตัววัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนได้ โดยมีการพิจารณาให้น้ำหนักความสำคัญกับตัวชี้วัดแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม และสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบัน ในหัวข้อนี้ จะนำเสนอถึงผลการศึกษา การจัดลำดับบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดิน โดยหน่วยงานกรมทางหลวง และผลการศึกษาจากโครงการ การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน หรือ ROSA Index (วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล, 2542)

2.5.3.1 การจัดลำดับบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดิน โดยกรมทางหลวง

ญาดา ประพงศ์เสนา และคณะ (2544) กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง ได้ดำเนินการจัดลำดับบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดินเพื่อกำหนดมาตรการต่างๆ สำหรับการแก้ไขและอำนวยความปลอดภัยบนทางหลวง โดยใช้ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุบนทางหลวงที่ได้มีการบันทึกไว้ นำมาสร้างเป็นตัวชี้วัดเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์รวม (ลำดับความสำคัญ) โดยกำหนดให้น้ำหนักความสำคัญกับ อัตราการเสียชีวิต 50% อัตราการบาดเจ็บ 30% และอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 20% และนำมาจัดลำดับจากมากไปน้อย (ค่าที่มาก หมายถึง ความปลอดภัยที่ลดลง) ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ดังนี้ :

- ระดับภาค และระดับจังหวัด ใช้ตัวชี้วัด 9 ตัวคือ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการบาดเจ็บ อัตราการเสียชีวิต ต่อประชากรแสนคน ต่อยานพาหนะจดทะเบียนหมื่นคัน และต่อปริมาณการเดินทางร้อยล้านคัน-กิโลเมตร ตัวชี้วัดดังกล่าวนี้นำมาคำนวณเป็นค่าลำดับความสำคัญ (Priority factor) ซึ่งค่าลำดับความสำคัญนี้ เกิดจากผลรวมของผลคูณของตัวชี้วัดทั้ง 9 นี้ กับน้ำหนักที่กำหนดข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปจังหวัดที่มีความจำเป็นเร่งด่วน สำหรับการดำเนินแผนงานอำนวยความปลอดภัยบนทางหลวง ดังแสดงในตาราง 2.12 (รายละเอียดค่าตัวชี้วัดและค่าคำนวณลำดับความสำคัญ ระดับภาค และจังหวัด แสดงในภาคผนวก จ ตาราง จ.1 และตาราง จ.2 ตามลำดับ)

ตัวอย่าง การคำนวณค่าลำดับความสำคัญ (Priority factor) ของจังหวัดภูเก็ต จากการรายงานข้อมูลอุบัติเหตุบนท้องถนนของกรมทางหลวง พบว่า มีจำนวนอุบัติเหตุโดยเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2541-2543 เกิดขึ้น 252 ครั้ง มีผู้บาดเจ็บ 477 คน และผู้เสียชีวิต 37 คน เมื่อนำมาคิดในรูปของตัวชี้วัด สามารถคำนวณออกมาเป็นค่าตัวชี้วัดได้ 9 ตัว คือ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการบาดเจ็บ และอัตราการเสียชีวิต ต่อประชากรแสนคน มีค่าเป็น 100.56, 190.21 และ 14.90 ตามลำดับ อัตราทั้งสามต่อพาหนะจดทะเบียนหมื่นคัน มีค่าเป็น 12.28, 23.24 และ 1.82 ตามลำดับ และอัตราทั้งสาม ต่อปริมาณการเดินทางร้อยล้านคัน-กิโลเมตร มีค่าเป็น 26.53, 50.17 และ 3.93 ตามลำดับ สามารถคำนวณค่าลำดับความสำคัญ (Priority factor) ได้ดังนี้คือ

$$\text{Priority factor} = \frac{[100.56+12.28+26.53](20)+[190.21+23.24+50.17](30)+[14.90+1.82+3.93](50)}{100}$$

$$= 117.28$$

- ระดับแขวงการทาง และระดับสำนักทางหลวง ใช้ตัวชี้วัดความปลอดภัย 3 ตัว คือ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการบาดเจ็บ และอัตราการเสียชีวิต ทั้งหมดต่อ ปริมาณการเดินทางร้อยล้านคัน-กิโลเมตร การคำนวณค่าลำดับความสำคัญดำเนินการเช่นเดียวกับ ระดับภาค และระดับจังหวัด ผลการคำนวณพบว่า สำนักทางหลวงที่ 8 มีค่าคำนวณลำดับความสำคัญสูงสุดเท่ากับ 9.07 ขณะที่ในระดับแขวงการทางพบว่า แขวงการทางภูเก็ต มีค่าคำนวณลำดับความสำคัญสูงสุดเท่ากับ 18.32 (รายละเอียดของค่าตัวชี้วัด และค่าคำนวณลำดับความสำคัญระดับสำนักทางหลวงและแขวงการทาง แสดงในภาคผนวก จ. ตาราง จ.3 และตาราง จ.4 ตามลำดับ)

ค่าสัมประสิทธิ์รวม หรือค่าคำนวณลำดับความสำคัญ (Priority factor) เป็นดัชนีที่สามารถนำมาใช้เป็นตัววัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนได้เป็นอย่างดีอันจะนำไปสู่แผนพัฒนาความปลอดภัย และการดำเนินการป้องกันปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนเส้นทางความเร็วสูงเหล่านี้ ต่อไป สรุป 20 จังหวัดที่มีความจำเป็นเร่งด่วนในการการแก้ปัญหาดังตาราง 2.12

ตาราง 2.12 สรุป 20 จังหวัด ที่มีความจำเป็นเร่งด่วน สำหรับการดำเนินงานแผนงานอำนวยความปลอดภัยบนทางหลวง จากข้อมูลอุบัติเหตุเฉลี่ยปี พ.ศ. 2541 - 2543

ลำดับที่	จังหวัด	อุบัติเหตุโดยเฉลี่ยต่อปี			ลำดับความสำคัญ
		อุบัติเหตุ (ราย)	เสียชีวิต (คน)	บาดเจ็บ (คน)	Priority factor
1	ภูเก็ต	252	37	477	117.28
2	ปราจีนบุรี	328	53	495	90.55
3	ชัยนาท	186	97	298	76.93
4	สมุทรสาคร	587	18	213	69.96
5	อำนาจเจริญ	115	22	199	62.48
6	พังงา	99	34	138	54.78
7	ปทุมธานี	495	37	183	51.40
8	พระนครศรีอยุธยา	399	56	383	49.37
9	ชุมพร	185	57	256	48.70
10	ฉะเชิงเทรา	531	33	195	44.06
11	สระแก้ว	156	21	174	37.09
12	นครปฐม	399	29	260	35.61
13	ตาก	106	52	171	34.79
14	สมุทรปราการ	379	36	207	34.68
15	นครราชสีมา	500	211	854	34.21
16	จันทบุรี	192	17	206	33.67
17	ระยอง	259	40	177	32.78
18	พิจิตร	103	86	141	31.92
19	เลย	120	58	156	30.25
20	สุราษฎร์ธานี	290	75	249	30.22

ที่มา: ญาดา ประพงศ์เสนา และคณะ (2544)

2.5.3.2 การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน (ROSA Index)

วิวัฒน์ สุทธิวิภากร และศักดิ์ชัย ปรีชาวีรกุล (2542) ทำการวิจัยเรื่อง "การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน" หรือเรียกว่า ดัชนี ROSA ซึ่งย่อมาจากคำว่า ROad SAfety Index โดยได้นำเสนอแนวคิดของการผสมผสานตัวชี้วัดหลาย ๆ ตัว ที่ได้มีการจัดเก็บในประเทศไทยเข้าด้วยกัน ให้เป็นค่าดัชนีตัวเดียวที่ใช้สะท้อนถึงระดับความรุนแรงและขอบเขตของปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนน การสร้างดัชนีดังกล่าวนี้ได้มีการดำเนินงานใน 2 ระดับคือ ในระดับจังหวัดทั้ง 76 จังหวัดในประเทศไทย และระดับสายทางในจังหวัดสงขลา โดยมีรายละเอียด และวิธีการดำเนินงาน ดังนี้คือ

(ก) ดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระดับจังหวัด

การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระดับจังหวัด เกิดขึ้นจากความพยายามที่จะสร้างตัวเลขที่สามารถใช้สะท้อนถึงระดับความปลอดภัย และไม่ปลอดภัยบนท้องถนนของทั้ง 76 จังหวัด ในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลที่มีการจัดเก็บอยู่แล้วจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด กรมการขนส่งทางบก สถาบันการแพทย์ด้านอุบัติเหตุและสาธารณภัย เป็นต้น ตัวชี้วัดที่พิจารณานำมาใช้คำนวณหาค่าดัชนี (ROSA Index) ระดับจังหวัด ประกอบด้วยตัวชี้วัด 4 ตัว คือ

1. อัตราการเสียชีวิต ต่อ ประชากรแสนคน
2. อัตราของผู้ป่วยนอก ต่อ ประชากรแสนคน
3. อัตราของผู้ป่วยใน ต่อ ประชากรแสนคน
4. อัตราการเสียชีวิต ต่อ ยานพาหนะจดทะเบียนหมื่นคัน

ขั้นตอนในการคำนวณค่าดัชนี ROSA ระดับจังหวัด

1. หาค่าเฉลี่ย และการกระจายทางสถิติ (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของอัตราแต่ละชนิด และกำหนดค่าความรุนแรงสำหรับช่วงต่างๆ ระหว่าง 0.0 (ไม่มีผลกระทบ) ถึง 1.0 (มีผลกระทบสูงสุด)

2. พิจารณาให้ค่าน้ำหนักตัวถ่วง (weight) ของแต่ละอัตรา คือ ผู้ป่วยนอกต่อประชากรแสนคน : ผู้ป่วยในต่อประชากรแสนคน : ผู้เสียชีวิตต่อประชากรแสนคน : ผู้เสียชีวิตต่อยานพาหนะหมื่นคัน = 1 : 2 : 3 : 4

3. ใช้ค่าความรุนแรงในข้อ 1 สำหรับข้อมูลตัวชี้วัดของแต่ละจังหวัด และคำนวณค่าดัชนีแต่ละจังหวัดโดยใช้ค่าตัวถ่วงในข้อ 2

4. จัดลำดับดัชนี โดยค่าดัชนีที่คำนวณได้นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 9 ค่าที่มากกว่าหมายถึง ความไม่ปลอดภัยบนท้องถนนของจังหวัดนั้นที่สูงกว่า (หรือปลอดภัยน้อยกว่า)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณหาค่าดัชนี ROSA

ดัชนี ROSA เป็นค่าที่ได้จากการลดทอนตัวชี้วัดทั้ง 4 ตัวนี้ ให้เหลือเพียงดัชนีตัวเดียว ซึ่งในการคำนวณสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ ดังสมการ (2.5)

$$\text{ROSA} = \sum_{i=1}^{n=4} W_i f_i \qquad (2.5)$$

โดยที่

ROSA = ดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน

W_i = ตัวถ่วงสำหรับกำหนดความสำคัญของตัวชี้วัดแต่ละตัว

f_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวชี้วัดแต่ละตัว

ค่าสัมประสิทธิ์ตัวชี้วัดแต่ละตัวได้มาจากการแปลงค่าข้อมูลตัวชี้วัด โดยใช้การกระจายค่าทางสถิติของตัวชี้วัดนั้น ๆ กล่าวคือ ใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ดังตาราง 2.13

ตาราง 2.13 การแปลงค่าตัวชี้วัดให้เป็นสัมประสิทธิ์ ในแบบจำลอง ROSA Index

พิสัยของตัวชี้วัด	สัมประสิทธิ์
$0 \rightarrow (\bar{x}-\sigma)$	0.1
$(\bar{x}-\sigma) \rightarrow (\bar{x}-\sigma/2)$	0.3
$(\bar{x}-\sigma/2) \rightarrow (\bar{x}+\sigma/2)$	0.5
$(\bar{x}+\sigma/2) \rightarrow \bar{x}+\sigma$	0.7
$> \bar{x}+\sigma$	0.9

ตัวถ่วงสำหรับกำหนดความสำคัญของตัวชี้วัดแต่ละตัว กำหนดให้เป็นจำนวนเต็มใด ๆ ตั้งแต่ 0 - 10 และเมื่อรวมกันจะต้องมีค่าเท่ากับ 10 เพื่อให้ดัชนี ROSA มีค่าตั้งแต่ 1 - 9 ซึ่งเหตุผลของการกำหนดให้ค่าดัชนี ROSA มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 9 เนื่องจาก หากผลการคำนวณออกมาได้ค่าต่ำสุดคือศูนย์ อาจมีผู้แปลความหมายว่า เป็นสถานที่ที่ปลอดภัยที่สุดอย่างหาที่เปรียบไม่ได้

ซึ่งความเป็นจริงไม่มีสถานที่อย่างนั้นไม่ว่ากรณีใด ในทำนองเดียวกัน หากผลการคำนวณออกมาเป็นสิบก็อาจมีผู้แปลไปว่าสถานที่นั้นเป็นสถานที่ที่อันตรายอย่างหาที่เปรียบไม่ได้ ซึ่งก็ไม่เป็นจริงเช่นเดียวกัน ผลลัพธ์จากการคำนวณค่าดัชนีสามารถอธิบายความหมายได้ว่า ค่าดัชนีที่มากกว่าจะหมายถึง ระดับความปลอดภัยที่ลดลง และการจัดลำดับค่าดัชนีที่คำนวณได้จะมีได้สูงสุด 76 อันดับ ตามจำนวนจังหวัดของประเทศไทย จังหวัดที่มีค่าดัชนี ROSA เท่ากันจะถูกจัดให้อยู่ในอันดับเดียวกัน และจะกระโดดข้ามอันดับของจังหวัดถัดไปตามปริมาณความถี่ของการซ้ำอันดับก่อนหน้านั้น ทั้งนี้เพื่อให้เข้าใจได้โดยง่ายที่สุด และนอกจากนี้ผลการคำนวณค่าดัชนี ROSA ระดับจังหวัด ยังได้แบ่งระดับความปลอดภัยบนท้องถนนออกเป็น 5 ระดับคือ *อันตราย รับไม่ได้ พอรับได้ รับได้* และ *ปลอดภัยพอใช้* ตามลำดับ (ภาคผนวก ง ภาพประกอบ ง.3)

จากการคำนวณหาค่าดัชนี ROSA ระดับจังหวัดทั้ง 76 จังหวัดในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2537-2538 พบว่า จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดในเขตพัฒนาอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลตะวันออก เป็นจังหวัดที่ควรจะต้องได้รับการปรับปรุงในเรื่องความปลอดภัยบนท้องถนนโดยด่วน ส่วนจังหวัดสงขลาจัดอยู่ในลำดับที่ 44 *"พอรับได้"* จาก 76 จังหวัด (อันดับ 1 เสี่ยงภัยที่สุด และอันดับ 76 เสี่ยงภัยน้อยที่สุด)

(ข) การสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระดับสายทาง

ดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนในระดับสายทาง ดำเนินงานโดยพิจารณาจังหวัดสงขลาเป็นตัวอย่างของการศึกษา และพิจารณาเฉพาะเส้นทางในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงเท่านั้น โดยใช้ข้อมูลจาก รายงานการศึกษาวิเคราะห์บริเวณที่เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง โดยกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง ปี พ.ศ. 2535-2537 หลักการและขั้นตอนการดำเนินงานยังคงอาศัยแนวทางเดียวกันกับดัชนี ROSA ระดับจังหวัด ตัวชี้วัดที่ใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีระดับสายทาง ประกอบด้วยตัวชี้วัด 3 ตัว คือ

1. อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ต่อปริมาณการเดินทาง ร้อยล้านคัน - กิโลเมตร
2. อัตราการบาดเจ็บ ต่อปริมาณการเดินทาง ร้อยล้านคัน - กิโลเมตร
3. อัตราการเสียชีวิต ต่อปริมาณการเดินทาง ร้อยล้านคัน - กิโลเมตร

ตัวถ่วงสำหรับกำหนดความสำคัญของตัวชี้วัดยังคงเป็นตัวเลขจำนวนเต็มใดๆ ระหว่าง 0 ถึง 10 และรวมกันได้เท่ากับ 10 เช่นเดิม โครงการการสร้างดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนนระดับสายทางนี้ ได้พิจารณาน้ำหนักของตัวชี้วัด อัตราการเกิดอุบัติเหตุ อัตรา

การบาดเจ็บ อัตราการเสียชีวิต ต่อปริมาณการเดินทาง ร้อยล้านคัน - กิโลเมตรเป็นสัดส่วน 2 : 3 : 5 ตามลำดับ ผลการคำนวณค่าดัชนี ROSA ระดับสายทาง ได้มีการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่ปลอดภัยสูงมาก แทนค่าด้วยรูปกระโหลกสีแดง และกลุ่มไม่ปลอดภัยสูง ซึ่งแทนด้วยกระโหลกสีเหลือง (ภาคผนวก ง ภาพประกอบ ง.4)

ดัชนีวัดระดับความปลอดภัยบนท้องถนน (ROSA Index) ระดับจังหวัด และระดับสายทาง พัฒนาขึ้นโดยมีเป้าหมายโดยสรุปกล่าวคือ เพื่อให้มีดัชนีที่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบระดับความปลอดภัยที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และเพื่อนำมาเป็นเครื่องมือ สำหรับการกำหนดแนวทางในการปรับปรุงความปลอดภัยบนถนนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่รับผิดชอบ ซึ่งผลจากการสร้างดัชนีดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดีในระดับหนึ่ง หากแต่ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาประกอบเป็นตัวชี้วัดจะต้องพิจารณาให้มีการได้มาอย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวนผู้เสียชีวิต ภาคผนวก ฉ เป็นแผนแม่บทแผนปฏิบัติการด้านความปลอดภัยบนท้องถนน จังหวัดสงขลา เป็นผลที่ต่อเนื่องจากการพัฒนาดัชนี ROSA โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดจำนวนอุบัติเหตุ ลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ และลดจำนวนผู้เสียชีวิต ด้วยการศึกษาและจัดทำแผนปฏิบัติการให้เป็นรูปธรรมที่สมบูรณ์สำหรับจังหวัดสงขลา และเพื่อตัวอย่างการดำเนินการพัฒนาความปลอดภัยทางถนนสำหรับจังหวัดอื่น ๆ ต่อไป

2.6 แนวคิดทฤษฎีฟัซซีเซต

ที่ผ่านมา ได้มีความพยายามในการกำหนดรูปแบบ และพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาความซับซ้อนของระบบมากมาย ทั้งในเชิงสถิติ สูตรหรือสมการ ที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมในปัญหานั้น ๆ การแก้ปัญหาในงานทางด้านวิศวกรรมส่วนใหญ่จะพบเห็นรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลใน 2 ลักษณะคือ ลักษณะในเชิง Objective และลักษณะในเชิง Subjective ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยมากในงานด้านวิศวกรรม คือความจำเป็นที่จะต้องจัดการกับข้อมูลที่มีลักษณะที่ไม่แน่นอน (Uncertainly) ซึ่งหมายความรวมถึง ความไม่แน่นอนของข้อมูลเชิงตัวเลขจากการวัดหรือการทดลอง และความไม่แน่นอนในกระบวนการอนุมานทางภาษา ทฤษฎีฟัซซีเซตเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แขนงใหม่ ที่ถือกำเนิดขึ้นมาเพื่อใช้จัดการกับข้อมูลในเชิง Subjective ซึ่งได้รับการยอมรับว่า เป็นทฤษฎีหนึ่งที่สามารถจัดการกับปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

ผู้นำเสนอแนวคิดของทฤษฎีฟัซซีเซตเป็นคนแรกคือ Lofti A. Zadeh ศาสตราจารย์แห่งภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย มลรัฐเบอร์คเลย์ นำเสนอในวารสารทางวิชาการเรื่อง "Fuzzy Sets" (Zadeh L.A., 1965) ซาเดห์ได้ให้คำจำกัดความของฟัซซีเซตกล่าวคือ "เป็นเซตที่มี

ระดับของความเป็นสมาชิกที่ต่อเนื่อง" เซตที่พิจารณาจะถูกมองในรูปของฟังก์ชันที่เรียกว่า ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (membership function) ซึ่งสมาชิกแต่ละตัวในเซตจะแทนด้วยค่าความเป็นสมาชิกของตัวมันเอง (membership value) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 เมื่อพิจารณาค่าความเป็นสมาชิกของเซตแบบดั้งเดิม (ordinary sets) พบว่า ค่าระดับความเป็นสมาชิกแต่ละค่าในเซตจะแทนเพียงค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง 0 และ 1 ซึ่งหมายถึง การไม่มีค่าความเป็นสมาชิกในเซตเลย และการมีค่าความเป็นสมาชิกในเซตโดยสมบูรณ์ตามลำดับ สภาพที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปเราพบว่า ในบางครั้งเราไม่สามารถกำหนดได้อย่างมั่นใจว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มีคุณสมบัติบางอย่างพอที่เราจะนับมันว่าเป็นสมาชิกของเซตนั้น ๆ หรือไม่ จะเห็นได้ว่าทฤษฎีฟัซซีเซตเป็นทฤษฎีที่มีความยืดหยุ่นกว่า ในการที่จะยอมรับค่าความเป็นสมาชิกเพียงบางส่วน (partial membership) เข้ามาเป็นสมาชิกในเซต ซึ่งแทนด้วยระดับ (degree) หรือมีการยอมรับการเปลี่ยนแปลงจาก การไม่มีความเป็นสมาชิกในเซตเลย (เป็น 0) จนถึง การมีความเป็นสมาชิกในเซตโดยสมบูรณ์ (เป็น 1)

ทฤษฎีฟัซซีเซต (Zadeh L.A., 1965) ได้นำไปสู่การขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์แบบฟัซซีในแขนงต่าง ๆ มากมายตามปัญหาที่ต้องการประยุกต์ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานทางวิศวกรรมอิเลคทรอนิคส์และควบคุมในการประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีลอจิกซึ่งยังคงอาศัยพื้นฐานของทฤษฎีฟัซซีเซตนี้เช่นกัน (Zadeh L.A, 1973)

2.6.1 นิยามและคุณสมบัติพื้นฐานของทฤษฎีฟัซซีเซต

กำหนดให้ U เป็นเซตปัญหาที่ต้องการพิจารณา ซึ่งแสดงโดย {x} โดย x แทนสมาชิกตัวใดตัวหนึ่งของ U จะเรียก U ว่า เอกภพสัมพันธ์แห่งการบรรยาย (universe of discourse: U หรือ UOD) ซึ่งอาจมีสมาชิกเป็นค่าที่ต่อเนื่อง (continuous universe of discourse) หรือเป็นค่าระดับขั้น (discrete universe of discourse) พื้นฐานของทฤษฎีฟัซซีเซตสามารถอธิบายในรูปของนิยามทางคณิตศาสตร์ดังนี้ (Zimmermann, H.J., 1991)

นิยาม 2.1 ฟัซซีเซต A ในเอกภพสัมพัทธ์แห่งการบรรยาย (U) จะถูกกำหนดลักษณะสมบัติ (characteristic) โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) $\mu_A : U \rightarrow [0,1]$ โดย $\mu_A(x)$ เป็นค่าประจำตัวของแต่ละสมาชิก x ใน U ซึ่งแสดงระดับการเป็นสมาชิก (grade of membership) ของ x ใน ฟัซซีเซต A

อาจพิจารณาฟัซซีเซตว่าเป็นการขยายแนวความคิดของเซตแบบดั้งเดิม (classical set หรือ crisp set) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนี้เรียกว่า ฟังก์ชันลักษณะสมบัติ (characteristic function) ในกรณีเซตแบบดั้งเดิม ให้ค่าเพียง 2 สถานะ คือเป็น 0 และ 1 โดยที่ ค่า 0 และ 1 แสดงถึงความไม่

เป็นสมาชิก และความเป็นสมาชิกในเซต ตามลำดับ ดังตัวอย่างภาพประกอบ 2.5 แสดงลักษณะสมบัติของคลิซเซต และฟัซซีเซต ในการอธิบายความหมายจะใช้คำว่า ฟัซซีเซต ซึ่งหมายถึง เซตที่นิยามไว้ในนิยาม 2.1 สัญลักษณ์ A และ B แทนฟัซซีเซต ใด ๆ และสัญลักษณ์ U แทน เอกภพสัมพัทธ์แห่งการบรรยาย (U)

จากนิยามของฟัซซีเซตซึ่งอาศัยฟังก์ชันการเป็นสมาชิกเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติ ซึ่งจะสามารถแสดงฟัซซีเซต A ได้ด้วยเซตของคู่ลำดับของสมาชิก x และระดับความเป็นสมาชิกของค่าดังกล่าวดังนี้:

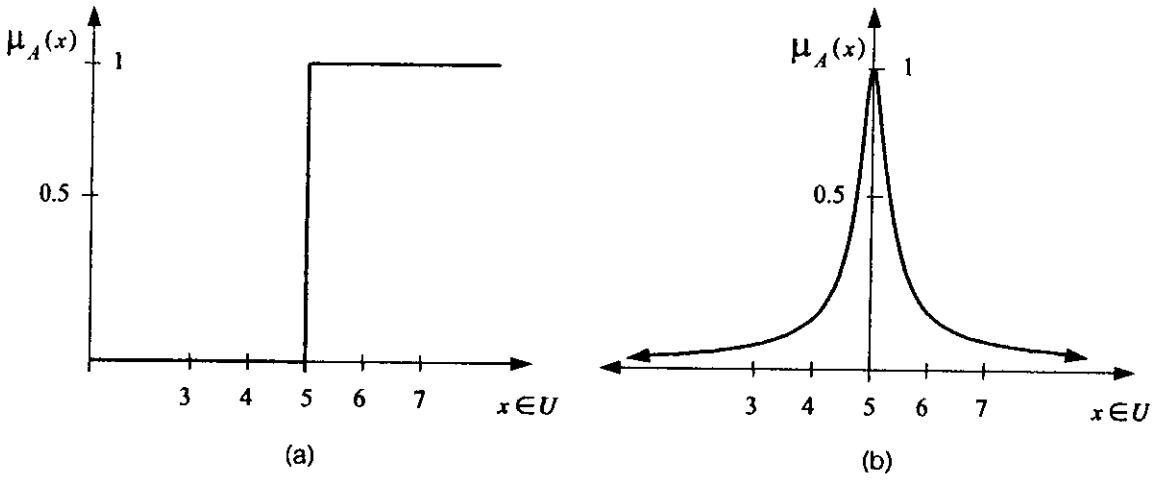
$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\}$$

ในกรณีที่ U มีสมาชิกเป็นค่าที่ต่อเนื่อง แทน A โดยการใช้สัญลักษณ์ คือ

$$A = \int_U \mu_A(x)/x$$

และ ในกรณีที่ U มีสมาชิกเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง แทน A ด้วยสัญลักษณ์ คือ

$$A = \sum_{i=1}^{n} \mu_A(x_i)/x \quad \text{หรือ} \quad A = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \ldots + \mu_A(x_n)/x_n$$



ภาพประกอบ 2.5 ตัวอย่างฟังก์ชันลักษณะสมบัติ คลิซเซต A (a) และ ฟัซซีเซต A (b) "จำนวนจริงประมาณ 5"

นิยาม 2.2 ปริมาณฟัซซี (fuzzy quantity): ฟัซซีเซต ที่นิยามบน U ซึ่งเป็นเซตของจำนวนจริง ดังนั้นถ้า A เป็นปริมาณฟัซซีจะได้ว่า

$$A = \{x, \mu_A(x)) | x \in R\} \quad : \quad R \text{ เป็นเซตของจำนวนจริง}$$

นิยาม 2.3 เซตนูนฟัซซี (convex fuzzy set): จะเรียก ฟัซซีเซต A ว่าเป็นเซตนูนฟัซซี ถ้าสำหรับ $\forall x_1, x_2, x_3 \in U$ และ $x_1 < x_2 < x_3$ แล้ว $\mu_A(x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2))$ และหากซัพพอร์ตเป็นเซตของจำนวนจริง และสำหรับทุก ๆ x ในช่วง $[x_1, x_2]$ ใด ๆ

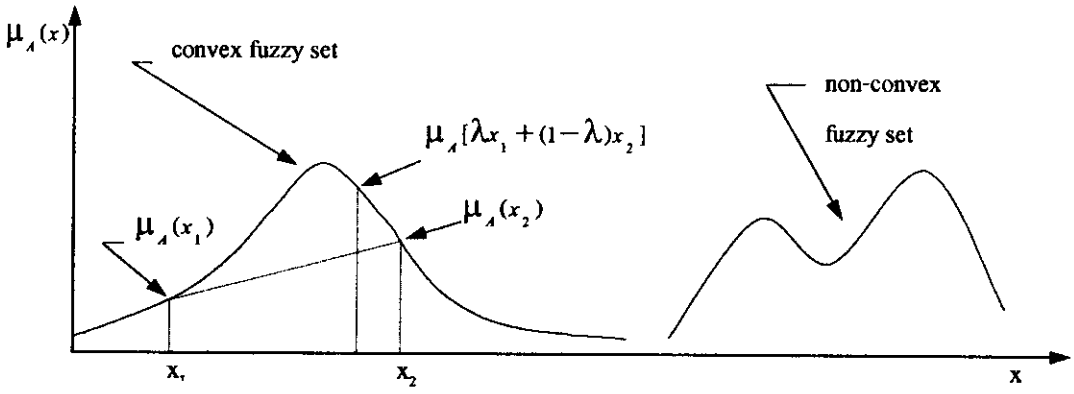
$$\mu_A(x) \geq \min[\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)]$$

หรือ $\forall x_1, x_2 \in U \quad \forall \lambda \in [0,1] \quad \mu_A(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2))$

$\forall$: Universal quantifier หมายถึง ทุกอย่าง (ทุกสิ่งที่สนใจ)

λ : ค่าคงที่ใดๆ บนจุดที่พิจารณาในช่วง [0, 1]

จากนิยาม 2.3 สามารถแปลความหมายได้ว่า ถ้านำค่าระดับการเป็นสมาชิกของ x_1 และ x_2 ในฟัซซีเซต A มาวาดเป็นเส้นตรงเชื่อมต่อกัน เมื่อนั้น ระดับการเป็นสมาชิกของทุกๆ จุดที่อยู่บนเส้นตรงนี้จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าต่ำสุดของค่าระดับ (degree) $\mu_A(x_1)$ และ $\mu_A(x_2)$



ภาพประกอบ 2.6 convex และ non-convex fuzzy sets (Zadeh L.A., 1965)

นิยาม 2.4 ฟัซซีซิงเกิลตัน (fuzzy singleton): ฟัซซีเซตซึ่งสมาชิกเพียงหนึ่งตัวใน U ที่มีค่าระดับความเป็นสมาชิกมากกว่า 0 และมีค่าเท่ากับ 1 ที่สมาชิกตัวนั้นด้วย

นิยาม 2.5 ความสูง (hight) ของฟัซซีเซต A: ค่าสูงสุดของระดับความเป็นสมาชิกใน ฟัซซีเซต A ของสมาชิกทุกตัวใน U

$$\text{Hight}(A) = \sup_{x \in U} \mu_A(x)$$

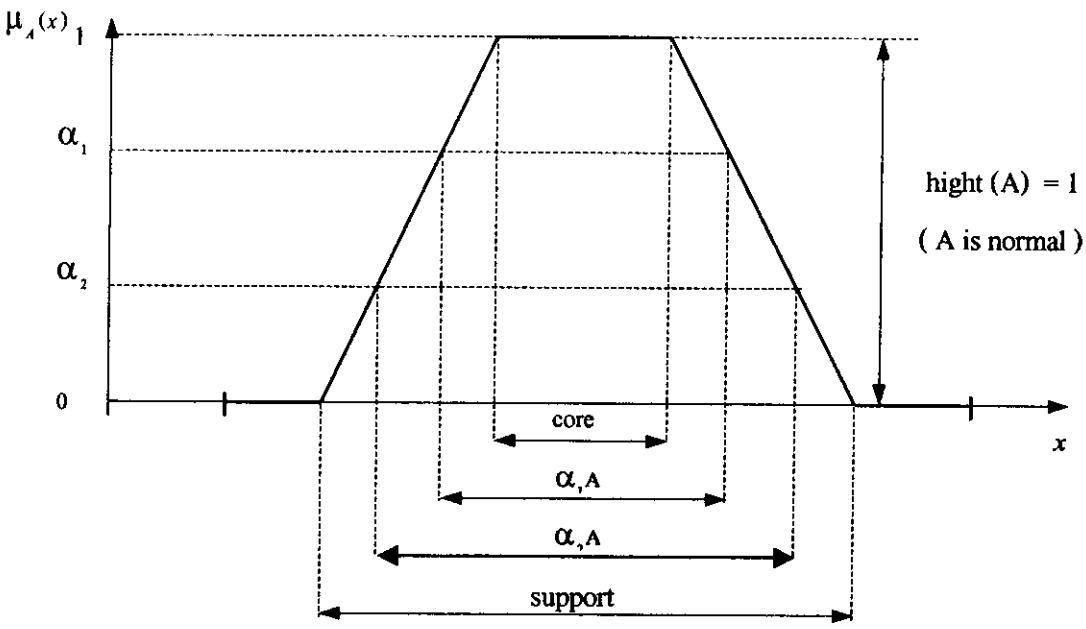
นิยาม 2.6 ฟัซซีเซตปกติ (normal fuzzy set): เรียก ฟัซซีเซต A ซึ่งนิยามใน U ว่า เป็นฟัซซีเซตปกติ ถ้าฟัซซีเซต นั้นมีความสูงเป็น 1

$$\text{Hight}(A) = \sup_{x \in U} \mu_A(x) = 1$$

นิยาม 2.7 α - cut: α - cut ของฟัซซีเซต A เขียนแทนด้วย A_α คือเซตแบบดั้งเดิม ของทุกจุด $x \in U$ ที่มีระดับการเป็นสมาชิกมากกว่าหรือเท่ากับ α สังเกตว่าเซต α-cut จะตัดจุดที่ มีระดับการเป็นสมาชิกต่ำกว่า α ที่สนใจออกจากการพิจารณา α - cut ของฟัซซีเซตบางกรณีอาจ เรียกว่า เซตระดับ (Level set) นอกจากนี้ strong α-cut เขียนแทนด้วย A_α นิยามได้เช่นเดียวกัน แต่ให้ตัดกรณีที่ค่าระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ α ออกไปด้วย

$$A_\alpha = \alpha\text{-cut}(A) = \{x \in U \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

$$A_\alpha = \overline{\alpha}\text{-cut}(A) = \{x \in U \mid \mu_A(x) > \alpha\}$$



ภาพประกอบ 2.7 ฟังก์ชันแสดงส่วนประกอบของ ซัพพอร์ต, แกน และ α - cut

(Klir, G.J., Clair, U.S. and Yuan, B., 1997)

นิยาม 2.8 ซัพพอร์ต (support) และ แกน (core): ซัพพอร์ตของฟัซซีเซต คือเซตแบบดั้งเดิมของทุก ๆ จุด $x \in U$ ที่มีค่าระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A มากกว่าศูนย์ และแกนของฟัซซีเซต A คือเซตแบบดั้งเดิมของทุก ๆ จุด $x \in U$ ที่มีค่าระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A เท่ากับหนึ่ง

$$\text{supp}(A) = \{x \in U \mid \mu_A(x) > 0\}$$

$$\text{core}(A) = \{x \in U \mid \mu_A(x) = 1\}$$

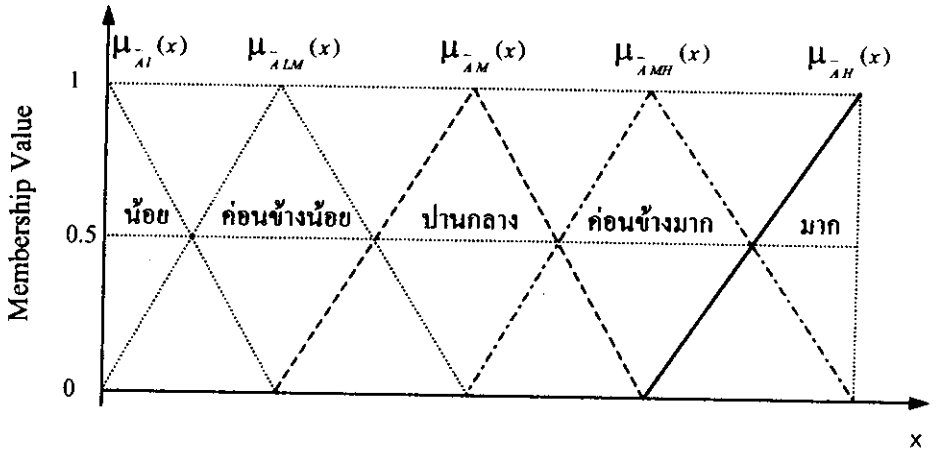
นิยาม 2.9 จำนวนฟัซซี (fuzzy number): เป็น เซตนูน และ นอร์แมลฟัซซีเซต บนแนวจริง (real line) หรือแกนจริง (real axis) ถ้ากำหนดให้ R เป็นเซตของจำนวนจริง (real numbers) นิยามจำนวนฟัซซี M บน R ไปสู่จำนวนฟัซซีรูปสามเหลี่ยม (triangular fuzzy number) $\mu_M(x)$: $R \rightarrow [0, 1]$ เขียนในรูปสมการได้ดังนี้ :

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \dfrac{x}{m-L} - \dfrac{L}{m-L}, & x \in [L, m], \\ \dfrac{u}{u-m} - \dfrac{x}{u-m}, & x \in [m, u], \\ 0, & \text{otherwise}, \end{cases}$$

เมื่อ $L \leq m \leq u$, L และ u แทนค่าขอบเขตล่าง (lower) และขอบเขตบน (upper) ของซัพพอร์ต M ตามลำดับ และ m เรียกว่า "modal value" ซึ่งมีค่าระดับความเป็นสมาชิกเป็น 1 ดังนั้น จำนวนฟัซซีรูปสามเหลี่ยม (triangular fuzzy number) เขียนแทนด้วย (L, m, u)

นิยาม 2.10 ตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Variable): เป็นตัวแปรชนิดหนึ่งที่ถูกกำหนดคุณสมบัติขึ้นโดยองค์ประกอบ 5 ประการ (quintuple) คือ (x, T(x), U, G, M) โดย x เป็นชื่อของตัวแปร T(x) เป็นเซตคำ (term sets) ที่จะใช้เป็นค่าเชิงภาษา (linguistic value) ของ x โดยแต่ละคำเป็นฟัซซีเซตซึ่งมีนิยามใน {U} U, G เป็นกฎเชิงภาษาไวยากรณ์ (syntactic rule) สำหรับการสร้างชื่อเชิงภาษาของ x และ M เป็นกฎเชิงความหมาย (semantic rule) ซึ่งใช้กำหนดความหมาย ให้กับคำแต่ละคำในเซตคำ พิจารณาจากนิยาม 2.10 ได้ว่า ตัวแปรตัวหนึ่งสามารถมีค่าเป็นคำในภาษา

ธรรมชาติ (ตัวอย่างเช่น ระดับความปลอดภัย, ระดับความรุนแรง ฯลฯ) สามารถเรียกตัวแปรนี้ว่าเป็น ตัวแปรเชิงภาษา โดยคำต่างๆ ที่ใช้เป็นค่าของตัวแปรดังกล่าว เช่น น้อย, ค่อนข้างน้อย,ปานกลาง, ค่อนข้างมาก และมาก เป็นต้น เป็นป้ายชื่อ (label of fuzzy set) ที่ใช้แทนค่าเชิงภาษานั้น ๆ หรือหมายถึงคำที่ใช้เรียกแทนฟัซซีเซตนั้น



ภาพประกอบ 2.8 ตัวอย่างฟังก์ชันการเป็นสมาชิกแบบฟัซซีบนคุณสมบัติทางภาษา 5 ระดับ

จากตัวอย่างภาพประกอบ 2.8 สามารถแปลงค่าสมาชิก{x} เป็นค่าสมาชิกฟัซซี (fuzzy membership function) ได้เป็น 5 ค่า คือ $\mu_{\tilde{A}L}$, $\mu_{\tilde{A}LM}$, $\mu_{\tilde{A}M}$, $\mu_{\tilde{A}MH}$ และ $\mu_{\tilde{A}H}$ ตามคุณสมบัติทางภาษา 5 ระดับ เรียกขั้นตอนนี้ว่า การแปลงค่าสมาชิกแบบฟัซซี (fuzzification) ซึ่งค่าสมาชิกแบบฟัซซี จะนำไปใช้ในการดำเนินการเพื่อหาผลลัพธ์ต่อไป

2.6.2 ตัวดำเนินการพื้นฐานของฟัซซีเซต (fuzzy sets operation)

กำหนดให้ ฟัซซีเซต A และ ฟัซซีเซต B ใน U มีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก μ_A และ μ_B ตามลำดับ นิยามของการดำเนินการทางทฤษฎีเซต (set-theoretic operation) ของผลผนวก (union), ผลตัด (intersection) และคอมพลีเมนท์ (complement) ของฟัซซีเซต มีดังนี้ :

นิยาม 2.11 ความเท่ากัน (equality): ฟัซซีเซต A เท่ากับ ฟัซซีเซต B (A=B) ก็ต่อเมื่อ

$$\mu_A(x) = \mu_B(x) \qquad \forall x \in U$$

นิยาม 2.12 การบรรจุ หรือ เซตย่อยฟัซซี (fuzzy subset): ฟัซซีเซต A ถูกบรรจุอยู่ (contained) ใน ฟัซซีเซต B หรือ A เป็นเซตย่อยของ B หรือ A เล็กกว่าหรือเท่ากับ B ก็ต่อเมื่อ

$$A \subseteq B \leftrightarrow \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \qquad \forall x \in U$$

นิยาม 2.13 ผลผนวก (union): ยูเนียนของ A และ B เขียนแทนได้ด้วย $A \cup B$ เป็นฟัซซีเซตใน U ซึ่งได้มาโดยใช้การดำเนินการยูเนียนระหว่าง A และ B โดยมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนิยามสำหรับทุกค่า $x \in U$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \qquad \forall x \in U$$

นิยาม 2.14 ผลตัด (intersection): ผลตัดของ A และ B เขียนแทนได้ด้วย $A \cap B$ เป็นฟัซซีเซต ใน U ซึ่งได้มาโดยใช้การดำเนินการอินเตอร์เซคชันระหว่าง A และ B โดยมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนิยามสำหรับทุกค่า $x \in U$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \qquad \forall x \in U$$

นิยาม 2.15 คอมพลีเมนต์ (complement): คอมพลีเมนต์ของ A เขียนแทนได้ด้วย $\bar{A}$ เป็น ฟัซซีเซต ใน U ซึ่งได้มาโดยการใช้การดำเนินการคอมพลีเมนท์กับ A โดยมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนิยามสำหรับทุกค่า $x \in U$

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \qquad \forall x \in U$$

นิยามทั้งหมดที่กล่าวมา เป็นนิยามและคุณสมบัติพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของฟัซซีเซตเพียงบางส่วน ผู้ศึกษารวบรวมและนำเสนอมา เพื่อให้เกิดความเข้าใจและความเกี่ยวเนื่องกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ ตัวดำเนินการในฟัซซีเซตดังที่นำเสนอในนิยาม 2.13 ถึง 2.15 เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของการกำหนดตัวดำเนินการซึ่งเป็นพื้นฐานเบื้องต้นในการขยายแนวคิดของเซตแบบดั้งเดิม (ordinary sets) ไปสู่เซตแบบฟัซซีเซตโดยเราสามารถให้นิยามที่ต่างไปจากนี้ได้ โดยใช้ตัวดำเนินการที่แตกต่างไปจากที่กล่าวมาข้างต้น ในตำราที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีเซตและ ฟัซซีลอจิกโดยส่วนใหญ่จะมีการนำเสนอตัวดำเนินการต่าง ๆ ของฟัซซีเซตไว้มากมายเช่น

ตำราของ Toshiro, T., Asai, K., and Sugeno, M. (1992) , Klir, G.J., Clair, U.S., and Yuan, B. (1997) , Zimmermann H.J., (1991) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจะเลือกตัวดำเนินการให้เป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการตีความและการนำไปใช้ (Zimmermann H.J., 1991)

งานด้านวิศวกรรมโดยส่วนใหญ่เรามักพบว่า มีการประยุกต์ฟัซซีเซตเป็นแบบจำลองของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับจำนวนจริงและเป็นการแทนช่วงจำนวนจริงที่มีขอบเขตไม่แน่นอน จำนวนฟัซซี (fuzzy numbers) เป็นฟัซซีเซตที่ใช้แทนช่วงข้อมูลในเชิงปริมาณที่ไม่สามารถกำหนดค่าได้แน่ชัดในเชิงความหมายของจำนวนจริง (real numbers) เช่น "ประมาณ 10", "ช่วงปิด 10", "มากกว่า 10" เป็นต้น และเลขคณิตฟัซซี (fuzzy arithmetic) เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวดำเนินการในการจัดการกับความไม่แน่นอนของข้อมูลในเชิงปริมาณ ซึ่งแนวทางการประยุกต์ใช้และรายละเอียดของเนื้อหาในทฤษฎีได้นำเสนอไว้ในรายงาน บทที่ 4 การประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีเซตในการคำนวณค่าดัชนีความปลอดภัยบนท้องถนน

2.7 การประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีเซตในงานด้านการวิเคราะห์และป้องกันอุบัติเหตุจราจร

งานด้านวิศวกรรมโยธาจัดเป็นศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่จำเป็นจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ของวิศวกรและผู้ที่เกี่ยวข้องในการวางกรอบวิธีปฏิบัติเพื่อที่ให้การดำเนินงาน เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ข้อกำหนดในการก่อสร้าง วิธีวิเคราะห์โครงสร้าง และวิธีการก่อสร้างปัจจุบัน ยังมีความสลับซับซ้อนและความไม่แน่นอนเกิดขึ้นอยู่มาก วิศวกรจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจดำเนินการต่าง ๆ ภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลที่มีอยู่ ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การขยายแนวคิดการจัดการและคำนวณค่าความไม่แน่นอนในงานวิศวกรรมโยธา ด้วยการประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีเซต (Blockley, D.I., 1979) ซึ่งพบว่า ผลลัพธ์การคำนวณค่าความไม่แน่นอนโดยอาศัยทฤษฎีดังกล่าวนี้มีความสมเหตุสมผลกว่า การคำนวณโดยทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability theory) และทฤษฎีเซตแบบดั้งเดิม (ordinary set theory) Brown, C.B., and Yao, J.T.P. (1983) นำเสนอแนวคิดของการประยุกต์ทฤษฎีฟัซซีเซตในแง่มุมต่าง ๆ กับงานด้านวิศวกรรมโครงสร้าง ซึ่งพบว่ามีความเหมาะสมกว่าในทางปฏิบัติ

ทฤษฎีฟัซซีเซตในงานด้านวิศวกรรมการจราจรและการขนส่ง ปัจจุบันมีการนำมาประยุกต์ในหลายหลายแนวทาง เช่น งานด้านการจำลองเที่ยวเดินทาง การควบคุมสัญญาณไฟจราจร การวิเคราะห์ความจุและระดับการให้บริการการขนส่งสาธารณะ การประเมินสภาพของผิวทาง เป็นต้น ขณะที่การประยุกต์ทฤษฎีนี้กับการวิเคราะห์ปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน มีตัวอย่างของการวิจัยที่ผ่านมา ดังนี้คือ :

- Teodorovic, D. (1994) อ้างถึงใน Akiyama, T. และ Shao, C.F. (1993) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "Fuzzy mathematic programming for traffic planning on an urban expressway" โดยได้ให้ความสนใจในปัญหาการสร้างอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยบนทางด่วน ซึ่งโครงการด้านความปลอดภัยทางการจราจรจะต้องมีมาตรการในการต้านอุบัติภัย (countermeasures) ซึ่งจะมีการประเมินถึงค่าใช้จ่ายและประสิทธิผลควบคู่กันไป การสร้างอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยบนทางด่วนจะดำเนินการในแต่ละจุดที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น และในช่วงของการวางแผนจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ที่ได้รับในรูปแบบของจำนวนที่ลดลงของอุบัติเหตุ ปัญหาเบื้องต้นของการศึกษาเป็นการกำหนดชนิดของมาตรการในการต่อต้านอุบัติภัยภายใต้งบประมาณ ซึ่งโดยทั่วไปค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยและผลประโยชน์ที่ได้รับไม่อาจสามารถกำหนดได้แน่ชัด ตัวแปรทางด้านความรู้สึกปลอดภัยของผู้ขับขี่เองและความสะดวกสบายของผู้ขับขี่จะนำมาพิจารณาโดยการวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่จะได้รับ (cost and benefit analysis) โดยใช้ fuzzy constrain และ dynamic programming ในการแก้ปัญหานี้ การพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวเป็นตัวอย่างการศึกษาบนทางด่วน Hanshin ในประเทศญี่ปุ่น

- Sayed, et al. (1995) ทำการวิจัยเรื่อง " Identifying accident-prone locations using fuzzy pattern recognition" งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์ที่จะค้นหาปัจจัยที่แท้จริงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งว่าเกิดจากสาเหตุและปัจจัยใด ระหว่างสิ่งแวดล้อมของถนน ผู้ใช้ถนน ยานพาหนะ หรือปัจจัยร่วม ตัวแปรที่นำมาพิจารณาประกอบด้วยตัวแปร 14 ตัวคือ องศาโค้ง (degree of curvature), ระดับถนน (road grade), ความเร็วจำกัด (speed limit), สภาพของผิวทาง (surface condition), สภาพอากาศ (weather condition), แสงสว่าง (Lighting condition), การใช้ที่ดิน (land use), เวลาที่เกิดเหตุ (accident time), ตำแหน่งที่เกิดเหตุ (accident location), ชนิดอุบัติเหตุ (accident type), ความรุนแรง (severity), อุปกรณ์ควบคุมการจราจร (traffic-control device), การใช้อุปกรณ์ป้องกันของพาหนะ (use of a restraint device), อัตราส่วนของปริมาณการจราจรต่อความจุ และชนิดของยานพาหนะ (volume/capacity ratio and vehicle type) โดยใช้ fuzzy K-NN algorithm ร่วมกับ fuzzy pattern recognition ในการกำหนดระดับ (degree) ของอุบัติเหตุตามความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำมาพิจารณาเพื่อกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อบรรเทาความรุนแรงจากอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนน ต่อไป

Teodorovic, D. (1994, 1999) ได้รวบรวมบทความทางวิชาการที่ผ่านมา ของนักวิจัยหลายๆท่าน เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตและฟัซซีลอจิก ในงานด้านการวิเคราะห์การจราจรและการขนส่ง ซึ่งผลงานการวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการนำมาใช้เป็นแนวทางเพื่อขยายผลการศึกษาในงานด้านวิศวกรรมโยธา และวิศวกรรมการขนส่งต่อไปในอนาคต