

120
km/h

110
km/h

100
km/h

90
km/h

80
km/h

70
km/h

60
km/h

50
km/h

40
km/h

30
km/h



การประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20

วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558



การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็ว
บนถนนสายหลัก (กรณีศึกษา :เมืองขอนแก่น)

รัชมงคล คำมูลตรี¹ และ พนกฤษณ คลังบุญครอง²

^{1,2} ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

120
km/h

110
km/h

100
km/h

90
km/h

80
km/h

70
km/h

60
km/h

50
km/h

40
km/h

30
km/h



การประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20

วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558



หัวข้อการนำเสนอ

1. บทนำ
2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. วิธีการศึกษา
4. ผลการศึกษา
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ



พ.ต.ท. 209 Porsche

1. บทนำ : ที่มาและความสำคัญ

1.1 อุบัติเหตุเนื่องจากความเร็ว

บริษัทประกันภัย Fortuner
รถคันขับด้วยพอร์เช่

หนังสือ Fortuner
หลุด ไปบนสันกำแพงขอบทาง
(พบสิ่งของพื้น Fortuner)

ความเสียหาย

- ยวดยานเสียหาย 3 คัน
- ผู้บาดเจ็บ 1 ราย
- ผู้เสียชีวิต 2 ราย



Fortuner ต้านหน้า
ชนท้าย Porsche
ด้านขวาท้าย
เป็นจุดสุดท้าย

MAZDA
เฉี่ยวหลัก
กระแทกเสา 010
(พบสีขาวของรถ)

Fortuner
เฉี่ยวหลักพจน
กระแทกเสา 617/42
(พบเศษพลาสติก)

MAZDA ชน Fortuner
บริเวณล้อหลังขวา

จุดเริ่มต้น Porsche ต้านหน้า
ชน Fortuner ด้านหลัง
ก่อนเข้าโค้งทางซ้าย

Porsche

Fortuner

Mazda

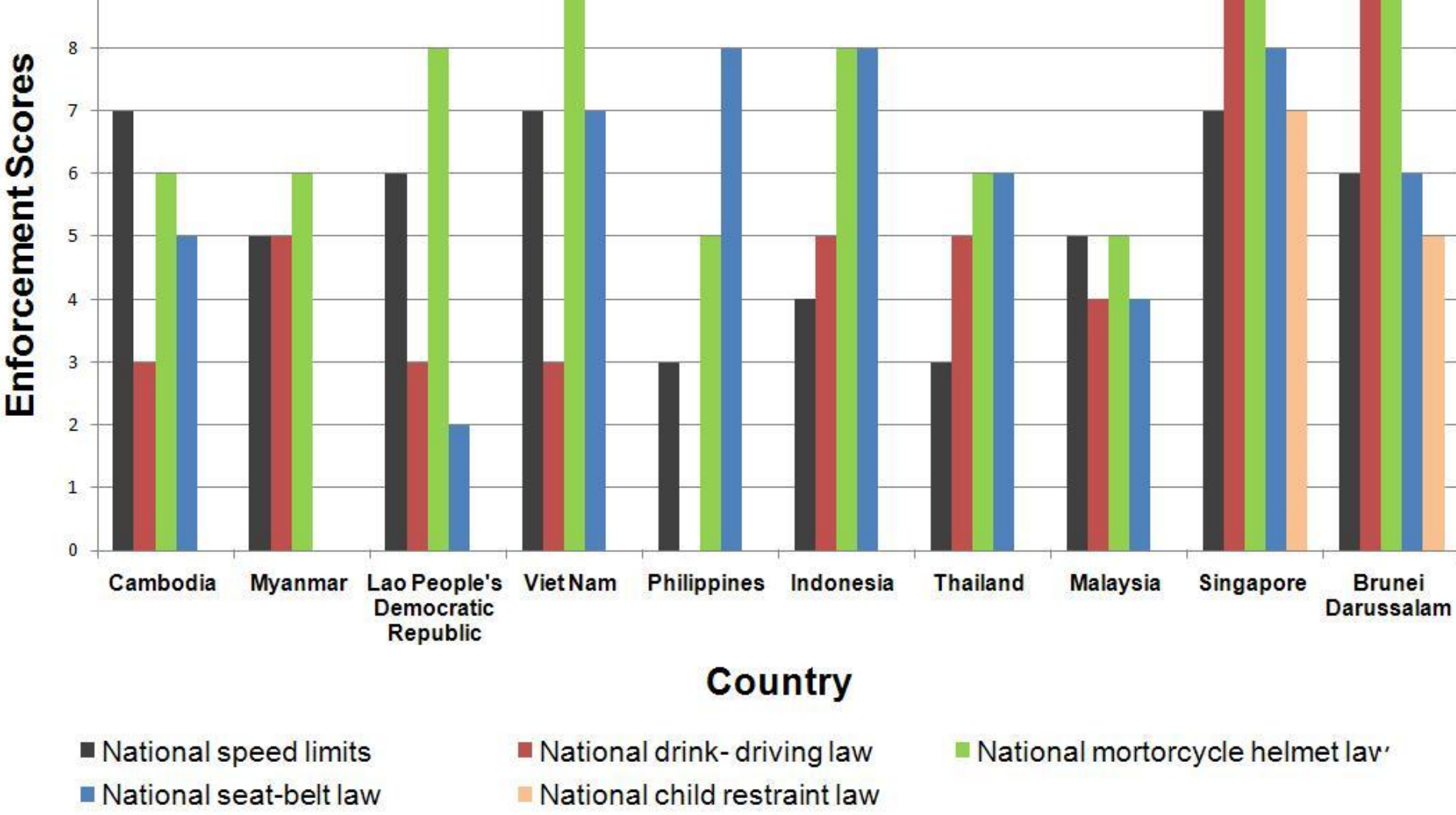
รูปที่ 1 ตัวอย่างอุบัติเหตุจากความเร็ว

ที่มา : <http://news.tlcthai.com/>



1. บทนำ : ที่มาและความสำคัญ (ต่อ)

1.2 WHO (2008) พบว่า ประเทศไทยมีประสิทธิภาพในการบังคับใช้มาตรการ
ขีดจำกัดความเร็วที่ต่ำที่สุดของ ASEAN



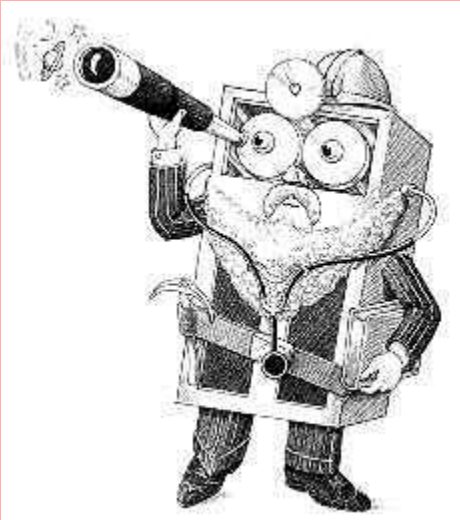
รูปที่ 2 การประเมินมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนน

ที่มา :WHO (2008)

1. บทนำ : ที่มาและความสำคัญ (ต่อ)



1.3 ไม่ปรากฏวิธีการการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วในประเทศไทย



รูปที่ 3 ระบบผู้เชี่ยวชาญ
(www.atariarchives.org)

1.4 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเสนอวิธีการใหม่ในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วที่เหมาะสมกับสถานการณ์ของประเทศไทย
- 2) เพื่อเสนอเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง
- 3) เพื่อเสนอความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนโครงข่ายถนนในประเทศไทย

1.4 ขอบเขตของการศึกษา



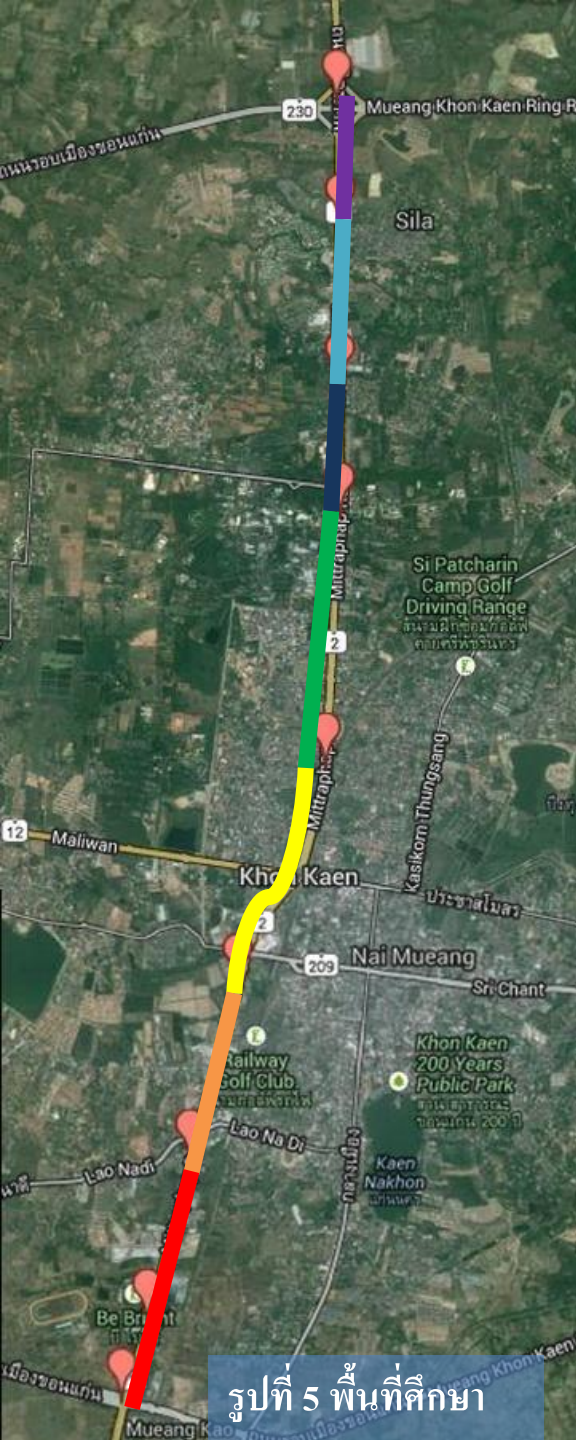
รูปที่ 4 ตัวอย่างยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (<http://www.automotive-fleet.com/>)



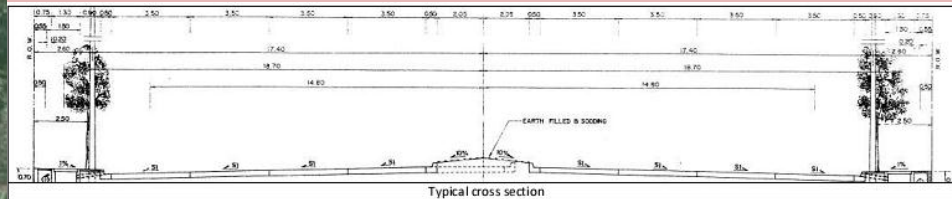
1. บทนำ : พื้นที่ศึกษา

- M1
- M2
- M3
- M4
- M5
- M6
- M7

- ถนนมิตรภาพ (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ทล.2) หรือทางหลวงอาเซียนหมายเลข 16 (AH16))
- ระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตร



รูปที่ 5 พื้นที่ศึกษา



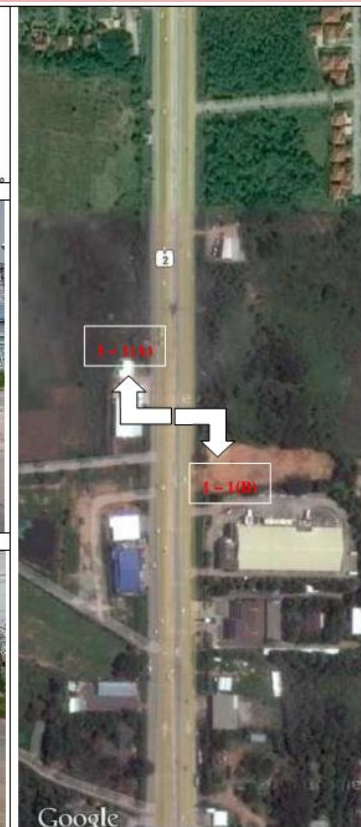
Typical cross section



Section 1 - 1(A)



Section 1 - 1(B)



Plan

2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: ขีดจำกัดความเร็ว



รูปที่ 6 ป้ายแสดงค่าขีดจำกัดความเร็วตามกฎหมาย



รูปที่ 7 ป้ายแสดงค่าขีดจำกัดความเร็วเฉพาะพื้นที่

2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: วิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็ว



ตารางที่ 1 วิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็ว

วิธีการหลัก	วิธีการในทางปฏิบัติ
วิธีการเชิงวิศวกรรม (Engineering approach)	IDOT (2011) Policy on Establishing and Posting Speed Limits on the State Highway System
วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system approach)	USLimits2, VLimits2.0
วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)	ไม่ปรากฏวิธีการในทางปฏิบัติ
แนวทางระบบเอื้อต่อความปลอดภัย (Safe system approach)	VICROADS (2013) Traffic Engineering Manual Volume 1:Chapter 7 Speed Zoning Guidelines

2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: วิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็ว IDOT (2011)

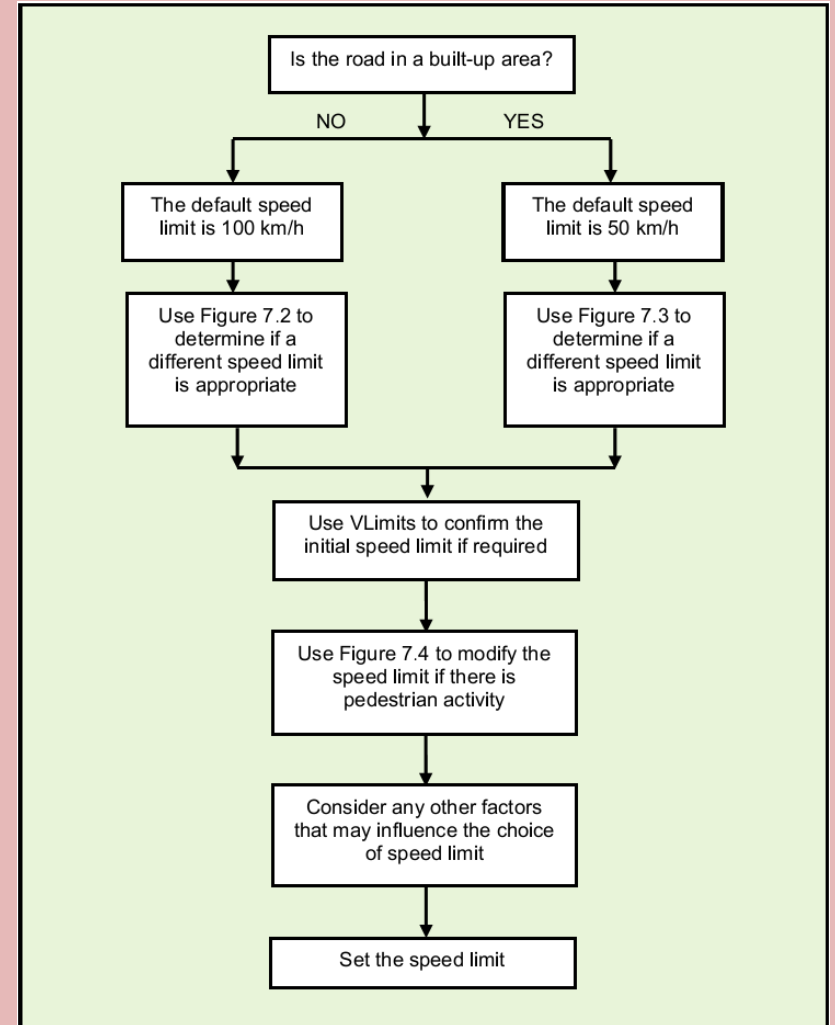
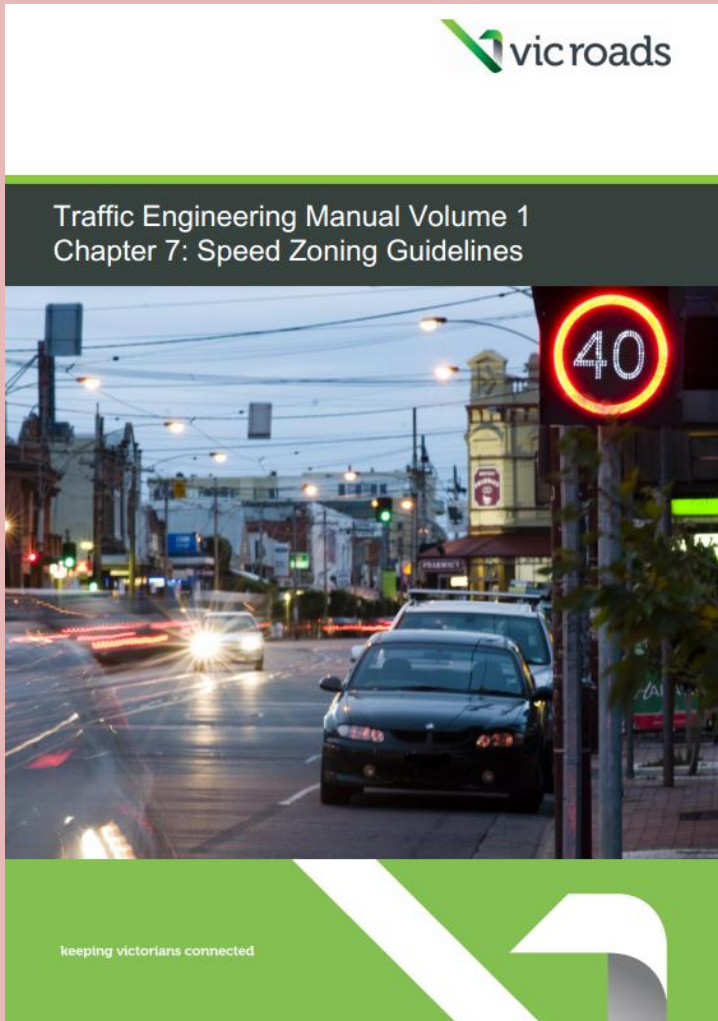


ตารางที่ 2 ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วของ Idot (2013)

ปัจจัยสำคัญ	ระดับในการพิจารณา
ค่าความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85	ค่าใด ๆ
การปรากฏจุดอันตราย	1) ปรากฏจุดอันตรายบนช่วงถนน 2) ไม่ปรากฏจุดอันตรายบนช่วงถนน
จำนวนจุดขัดแย้งจากการเข้า – ออกทาง (Access conflicts number)	ต่ำ (low) = น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 จุดต่อไมล์ ปานกลาง (medium) = 41 – 60 จุดต่อไมล์ สูง (high) = ตั้งแต่ 61 จุดต่อไมล์ ขึ้นไป
การจอดรถ	1) มีการอนุญาตให้จอดรถ 2) ไม่มีการอนุญาตให้จอดรถ

ที่มา: IDOT (2011)

2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: วิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วVICROADS (2013)



รูปที่ 8 คู่มือในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วของ VICROADS

รูปที่ 9 ขั้นตอนการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วของ VICROADS

Table 1. A model for setting credible speed limits in urban areas.

Parameters	Thresholds	Score
Number of lanes	1	50
	2 or 3	25
	4 or more	0
Width of the lateral visual clearance	less than 180 ft.	40
	180 to 330 ft.	20
	330 ft. or more	0
Length of the homogeneous zone	less than 820 ft.	40
	820 to 1,640 ft.	20
	1,640 ft. or more	0
Type of surroundings	urban	30
	mostly urban	15
	transitional	0
Number of institutional entrance/exit points	none	0
	1 or 2	15
	3 or more	25
Percentage of the street with on-street parking that is continuously occupied	less than 10%	0
	10 to 30%	15
	30% or more	25
Pavement width available	less than 20 ft.	10
	20 to 39 ft.	5
	39 ft. or more	0
Number of commercial buildings	none	0
	1 to 4	20
	4 or more	40
Cumulative score	Credible speed limit	
more than 170 points	25 mph (40 km/h)	
120 to 170 points	31 mph (50 km/h)	
80 to 120 points	37 mph (60 km/h)	
30 to 80 points	43 mph (70 km/h)	

2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

วิธีการกำหนดค่าขีดจำกัด

ความเร็วของ Bellalite (2013)

A Model for Setting Credible Speed Limits in Urban Areas



LYNDA BELLALITE,

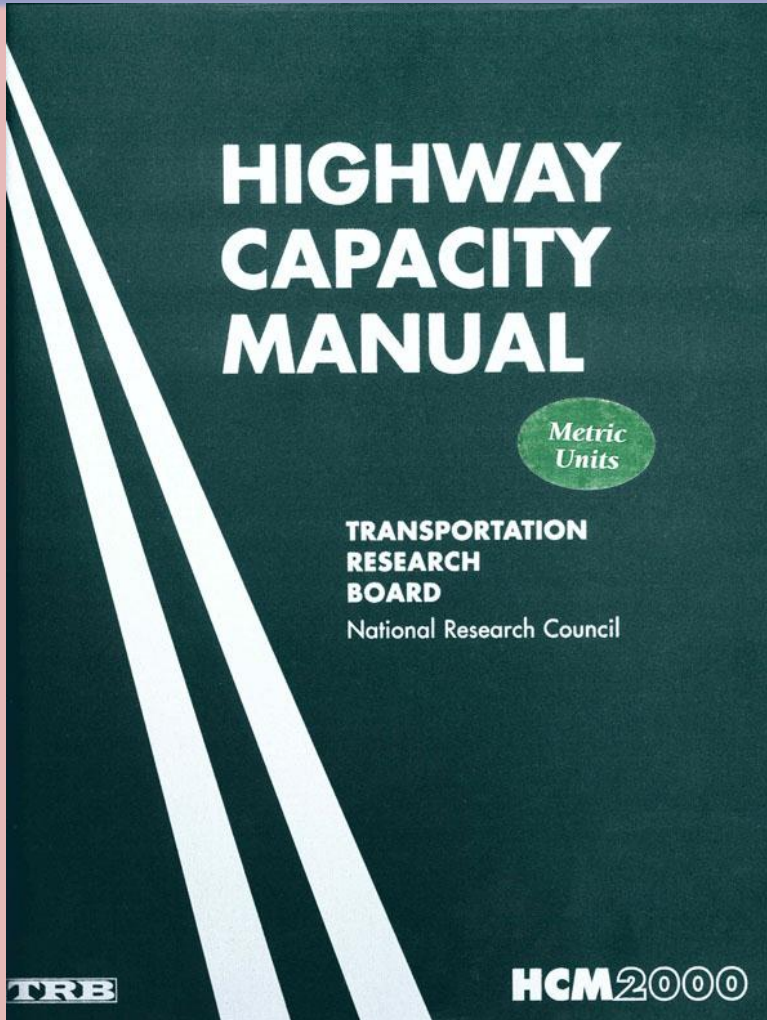
Ph.D. is a full professor at the Université de Sherbrooke, in the Département de Géomatique Appliquée. For the last twenty years her research has

dealt with driver behavior and traffic calming. She has also supervised more than 30 graduate students.

รูปที่ 10 แบบจำลองกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วของ Bellalite (2013)

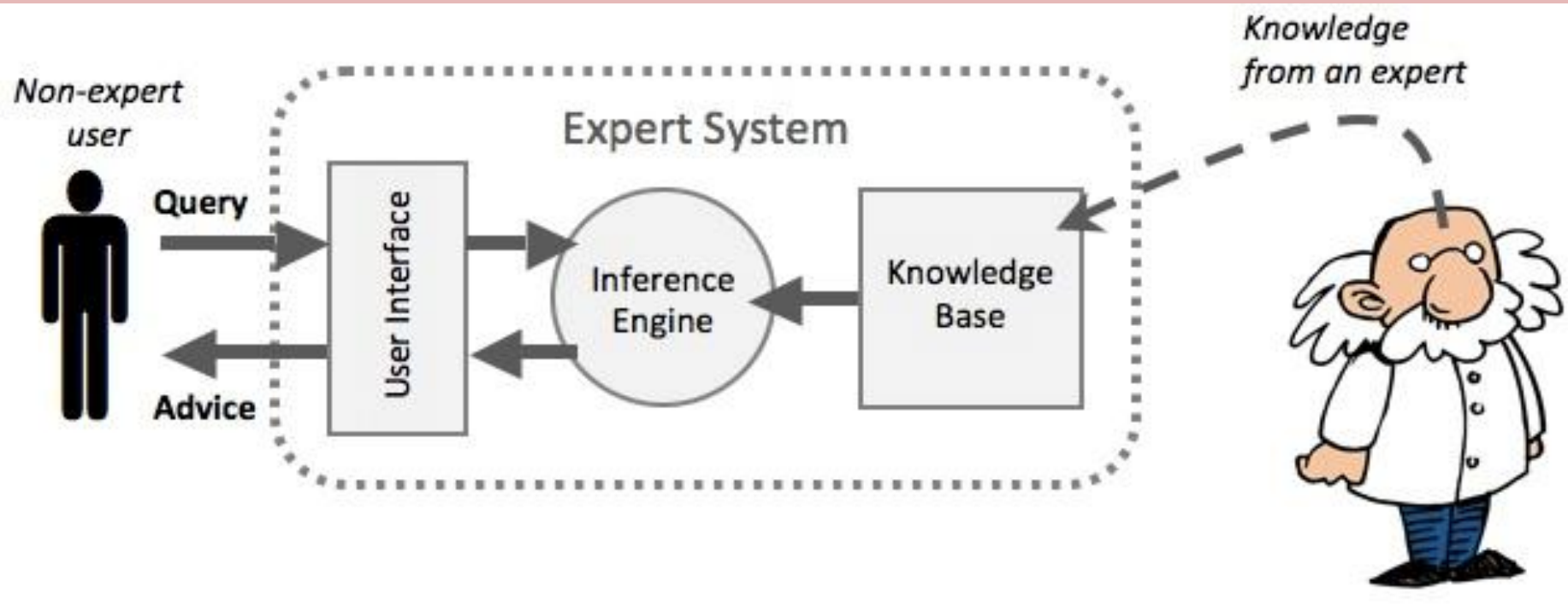
2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

ความสัมพันธ์ระหว่าง Base Free – Flow Speed (BFFS) กับ Speed Limit



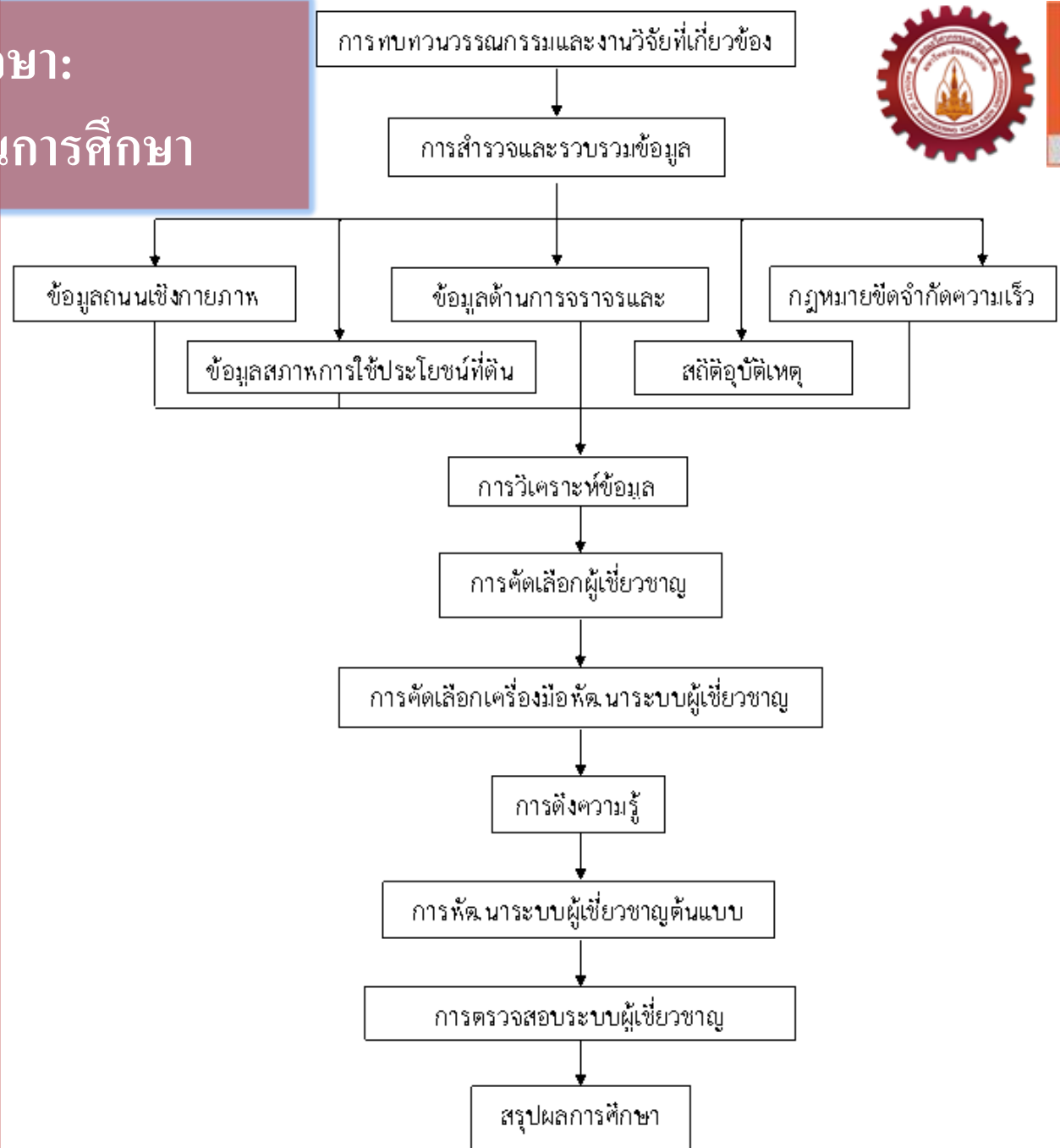
- 1) HCM (2000) กล่าวว่า ค่า BFFS มีค่าสูงกว่าค่าขีดจำกัดความเร็วประมาณ 8 – 11 กม./ชม.
- 2) BFFS มีค่าขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้
 - Free – Flow Speed (FFS)
 - ความกว้างของช่องจราจร
 - ความกว้างของระยะการขจัดด้านข้าง
 - ลักษณะการแบ่งทิศทางการจราจร
 - ความถี่ของจำนวนจุดเข้า – ออกถนน

2. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System, ES)



รูปที่ 12 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (<http://www.igcseict.info>)

3. วิธีการศึกษา: ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา



รูปที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3 วิธีการศึกษา (ต่อ) : การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล



- ข้อมูลสภาพการจราจร ได้แก่ ความเร็วในการขับขี่ของรถยนต์ ปริมาณจราจร และสถิติอุบัติเหตุ

ตารางที่ 3 ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจร

ช่วงถนน	ค่าความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)	ค่าความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 (กม./ชม.)	ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวัน (คัน/วัน)	สถิติการเกิดอุบัติเหตุ (ครั้ง)	อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (ครั้ง/100ล้านคัน - กม.)
M01	91	101	78,881	3	5.21
M02	84	96	78,881	8	6.51
M03	65	79	78,881	12	14.62
M04	87	98	78,881	28	52.1
M05	68	76	78,881	31	34.73
M06	60	71	39,291	21	42.22
M07	69	82	39,291	9	65.08

3. วิธีการศึกษา (ต่อ) : การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็ว



1) เครื่องมือพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ



- 1) โปรแกรมพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ Flex
- 2) โปรแกรม Winprolog 5.0

Logic Programming Associates

2) การดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

2.1) การวิเคราะห์ข้อความ

- Policy on Establishing and Posting Speed Limits on the State Highway System (IDOT, 2011)
- Traffic Engineering Manual Volume 1:Chapter 7 Speed Zoning Guidelines (VICROADS, 2013)
- A model for setting credible speed limits in urban areas

2.2) การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

2.3) บัญชีรายการข้อผิดพลาด

- A model for setting credible speed limits in urban areas

3. วิธีการศึกษา (ต่อ) : การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็ว



3) การแทนความรู้ (Knowledge representation)

การแทนความรู้แบบกฎ (Rule – based representation)

If ...condition...Then...conclusion...

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการเขียนกฎ

RULE 1	IF Development type is rural or suburban AND Number of lane is 8 AND Median type is divided AND Presence of frontage road is no AND Width of lateral clearance is moderate AND Level of access point density is low AND Crash rate is below average AND Average speed is 91 km/h THEN The recommended speed limit is 80 km/h
---------------	---

3. วิธีการศึกษา (ต่อ) : การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็ว



4) การสร้างกฎการตัดสินใจ(Decision rules)

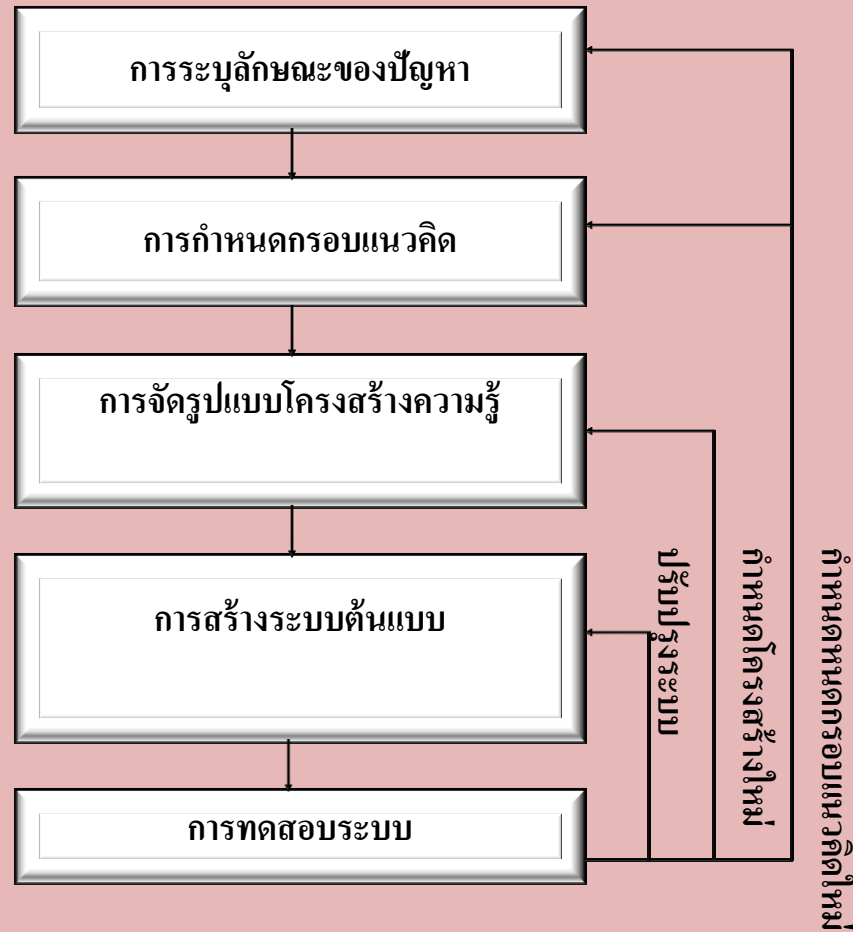
ตารางที่ 5 ตัวอย่างกฎการตัดสินใจในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

Rule	Conditions			Conclusions
	RE	NL	Frequency of institutional entrance/exit points	RSL (km/h)
1	urban	4	low	60
2	urban	4	medium	60
3	urban	4	high	50
4	urban	6	low	60
5	urban	6	medium	60
6	urban	6	high	50

3. วิธีการศึกษา (ต่อ) : การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็ว



4) ขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

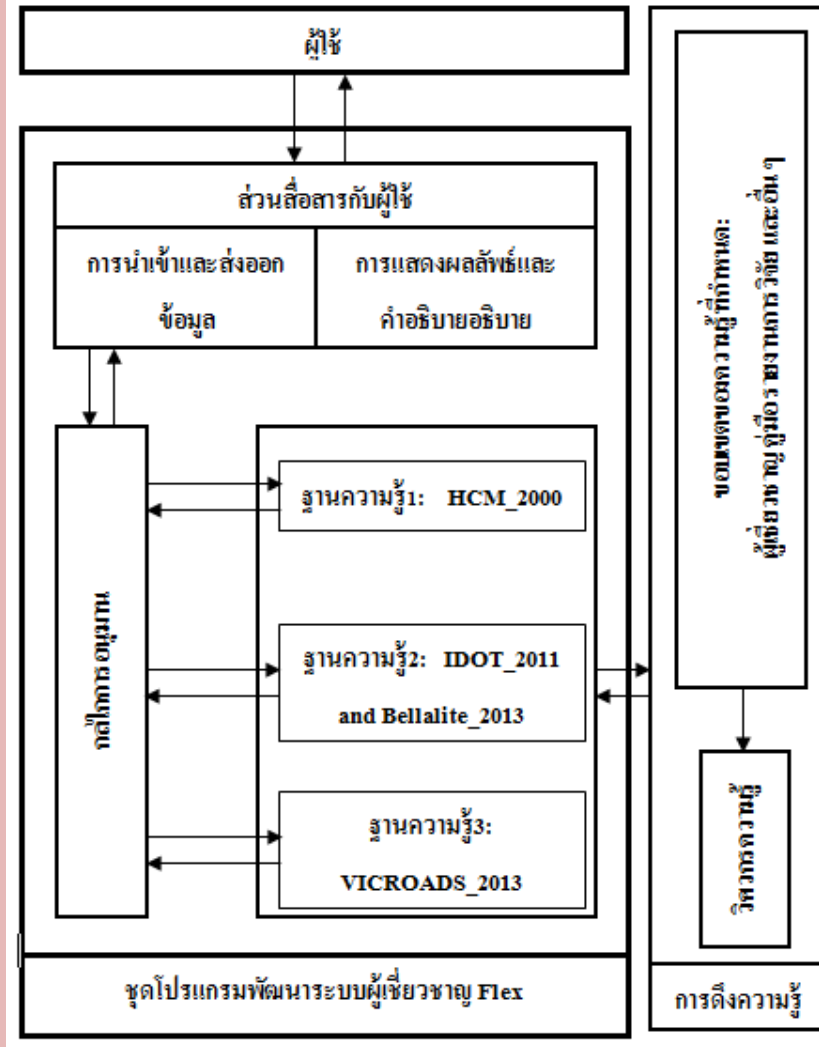


รูปที่ 15 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Buchanan, 1983)

3. วิธีการศึกษา (ต่อ) : การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็ว



5) โครงสร้างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

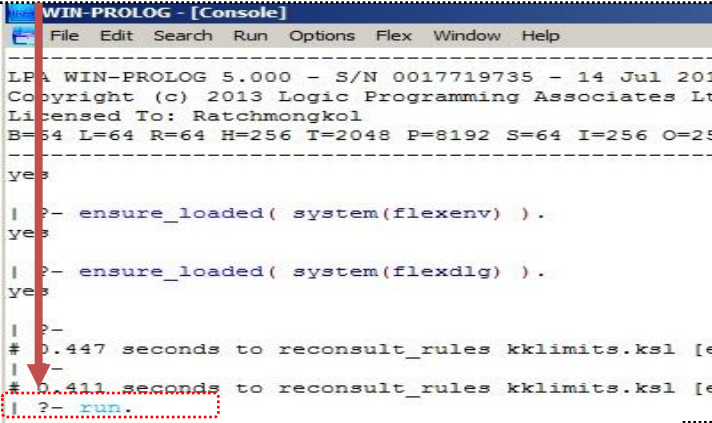
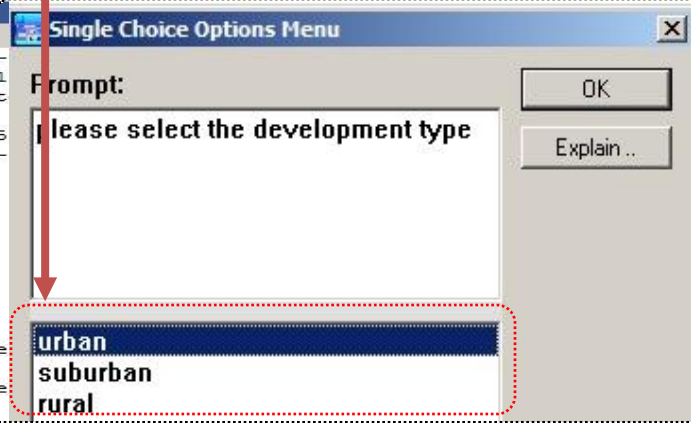
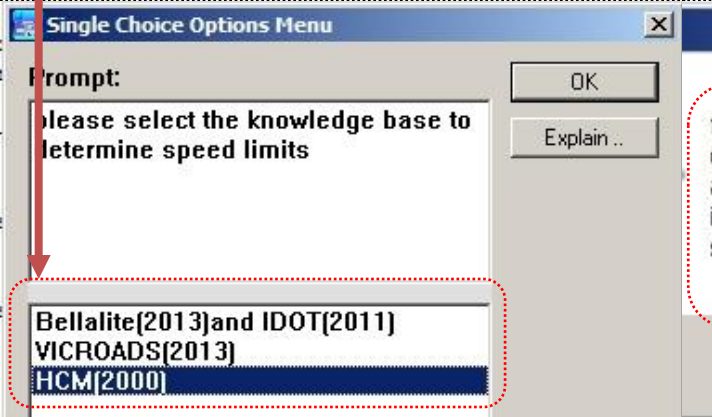
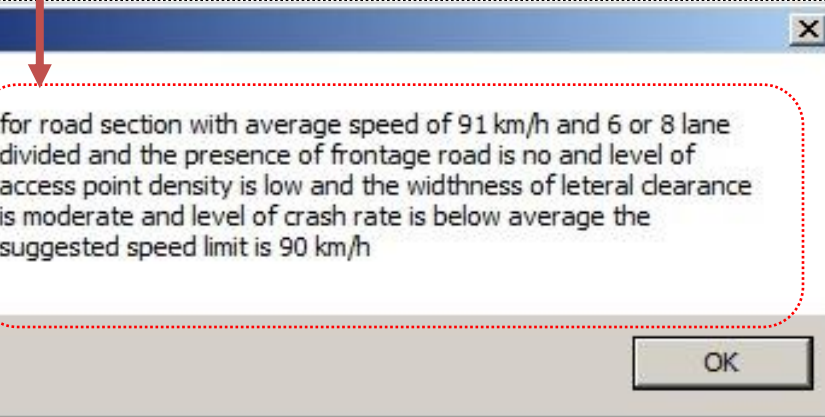


รูปที่ 16 โครงสร้างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

4. ผลการศึกษา: การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก



1) ขั้นตอนการใช้งานระบบ

<p>ขั้นตอนที่ 1: พิมพ์คำสั่ง run. เพื่อเรียกใช้งานระบบ</p> 	<p>ขั้นตอนที่ 3: ป้อนข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด</p> 
<p>ขั้นตอนที่ 2: เลือกฐานความรู้</p> 	<p>ขั้นตอนที่ 4: ระบบเสนอผลลัพธ์ และคำอธิบาย</p> 

รูปที่ 17 ขั้นตอนการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

4. ผลการศึกษา: การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก (ต่อ)



2) ผลการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

2.1) ฐานความรู้ HCM_2000.ksl

ตารางที่ 6 ค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลักที่เสนอโดยฐานความรู้ HCM_2000.ksl

ช่วง ถนน	RE	NL	MT	FR	LC	APD	CR	AS (km/h)	85 th (km/h)	RSL (km/h)
M00	Rural	4	Divided	No	Moderate	Low	Below	82	-	80
M01	Suburban	8	Divided	No	Narrow	Low	Below	91	-	80
M02	Suburban	8	Divided	Yes	Narrow	Low	Below	84	-	80
M03	Suburban	6	Undivided	No	Narrow	Medium	Above	65	-	60
M04	Suburban	8	Divided	Yes	Narrow	Low	Below	87	-	80
M05	Urban	8	Divided	Yes	Narrow	Low	Above	-	76	60
M06	Urban	6	Divided	Yes	Narrow	Low	Above	-	71	50
M07	Suburban	4	Divided	No	Moderate	Medium	Below	69	-	70
M08	Rural	4	Divided	No	Moderate	Medium	Below	74	-	70

4. ผลการศึกษา: การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก (ต่อ)



2.2) ฐานความรู้ *IDOT_2011_and_Bellalite_2013.ksl*

ตารางที่ 7 ค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลักที่เสนอโดยฐานความรู้ *IDOT_2011_and_Bellalite_2013.ksl*

ช่วง ถนน	RE	NL	MT	Number of Institutional Access Frequency	APD	IUD	PHL	85 th (km/h)	RSL (km/h)
M00	Rural	4	Divided	-	Low	Low	No	93	90
M01	Suburban	8	Divided	-	Low	Low	No	101	100
M02	Suburban	8	Divided	-	Low	Low	Yes	96	90
M03	Suburban	6	Undivided	-	Medium	Low	Yes	79	70
M04	Suburban	8	Divided	-	Low	Low	Yes	98	90
M05	Urban	8	Divided	Medium	Low	Low	Yes	76	60
M06	Urban	6	Divided	Medium	Low	Low	Yes	71	60
M07	Suburban	4	Divided	-	Medium	Low	Yes	82	70
M08	Rural	4	Divided	-	Medium	Low	Yes	85	70

4. ผลการศึกษา: การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก (ต่อ)



2.3) ฐานความรู้ *VICROADS_2013.ksl*

ตารางที่ 8 ค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลักที่เสนอโดยฐานความรู้ *VICROADS_2013.ksl*

ช่วงถนน	RE	NL	MT	FR	APD	RSL (km/h)
M00	Rural	4	Divided	No	Low	90
M01	Suburban	8	Divided	No	Low	90
M02	Suburban	8	Divided	Yes	Low	80
M03	Suburban	6	Undivided	No	Low	60
M04	Suburban	8	Divided	Yes	Low	80
M05	Urban	8	Divided	Yes	Low	80
M06	Urban	6	Divided	Yes	Low	80
M07	Suburban	4	Divided	No	Low	80
M08	Rural	4	Divided	No	Low	90

4. ผลการศึกษา: การตรวจสอบระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

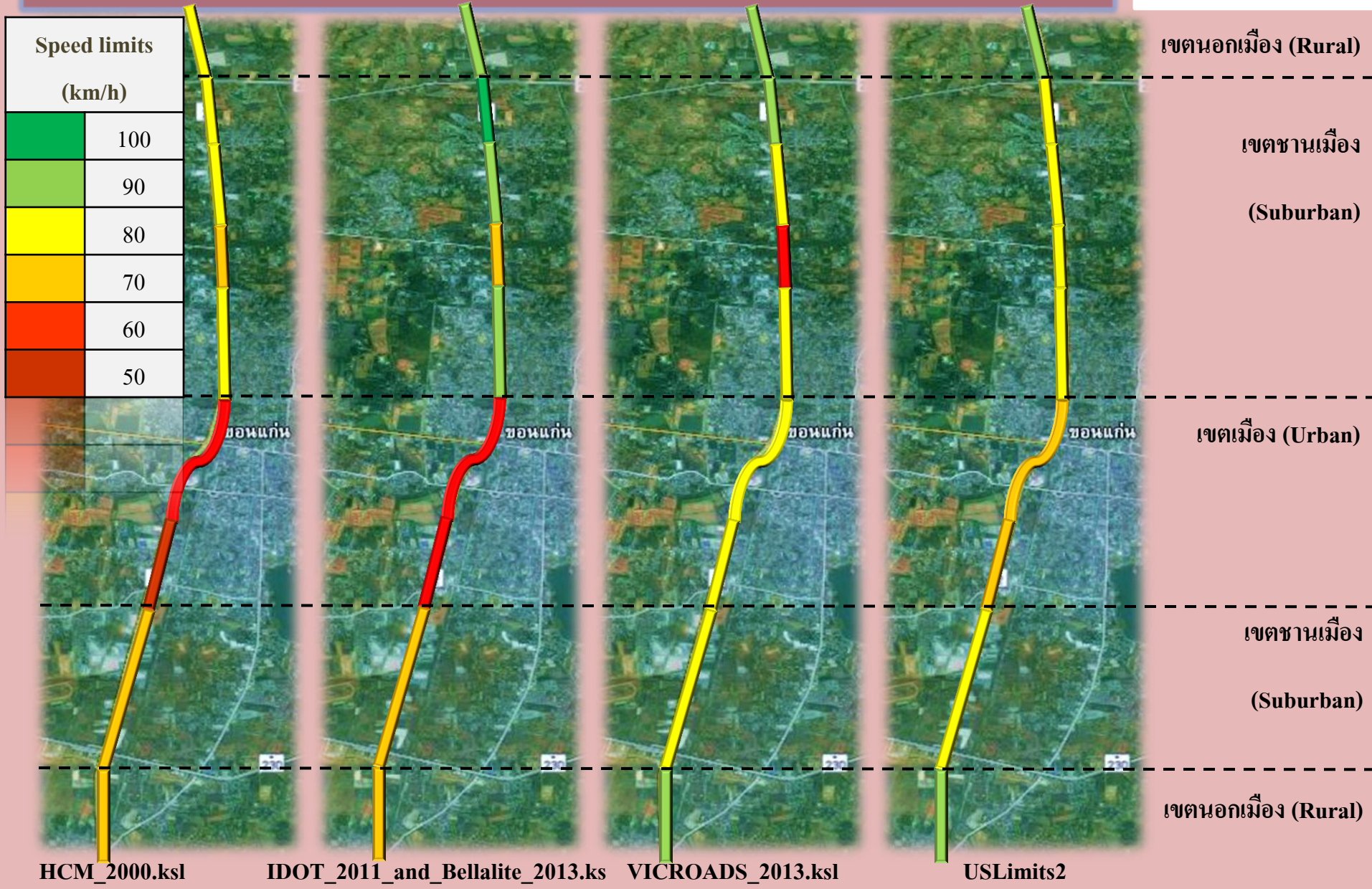


1) การตรวจสอบระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าขีดจำกัดความเร็วจากระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบฯ ระบบผู้เชี่ยวชาญ USLimits2 และค่าขีดจำกัดความเร็วในปัจจุบัน

ช่วงถนน	ค่าขีดจำกัดความเร็ว (กม./ชม.)				
	SSL	ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก			USLimits2
		HCM_2000.ksl	VICROADS_2013.ksl	IDOT_2011_and_Bellalite_2013.ksl	
M00	90	80	90	90	90
M01	60	80	90	90	80
M02	60	80	80	100	80
M03	60	60	60	70	80
M04	60	80	80	90	80
M05	60	60	80	70	70
M06	60	50	80	60	70
M07	60	70	80	70	80
M08	90	70	90	70	90

4. ผลการศึกษา: การตรวจสอบระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อ แนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก



5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ



5.1 สรุปผลการศึกษา

- 1) ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบฯถูกพัฒนาขึ้นตามโครงสร้างของการทำงานที่กำหนด
- 2) ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบฯสามารถประยุกต์ใช้ในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็ว
- 3) ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบฯมีการแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วที่แตกต่างจากค่าในปัจจุบัน
- 4) ระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบฯมีการแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วอย่างสอดคล้องกับ USLimits2

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรเพิ่มความรู้ในการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนประเภทอื่น ๆ
- 2) ระบบสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ (Geographical Information System, GIS) ควรถูกรวมเข้ากับระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสร้างฐานข้อมูลค่าขีดจำกัดความเร็วบนโครงข่ายถนนทั่วประเทศ
- 3) การกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วจำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- 3) ขอบเขตของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาควรครอบคลุมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพการจราจร