สารบาญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(3)
Abstract		(4)
กิตติกรรมประกาศ		(5)
สารบาญ		(6)
รายการตาราง		(8)
รายการภาพประกอบ		(9)
ตัวย่อและสัญลักษณ์		(12)
อภิธานศัพท์		(15)
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2	ทบทวนเอกสาร	4
	2.1 ประวัติและความเป็นมาของการใช้วงเวียน	4
	2.2 ความปลอดภัย	6
	2.3 หลักการทำงานของวงเวียน	9
	2.4 วิธีการออกแบบ/ปฏิบัติที่ดี	12
	2.5 สภาพการจราจรของวงเวียน	15
	2.6 การเปรียบเทียบความจุของวงเวียนเทียบกับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	16
3	การออกแบบและวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรของวงเวียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ aSIDRA	20
	3.1 หลักการพื้นฐานของแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าความจุและสภาพการจราจร	20
	3.2 ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์วงเวียน	24
	3.3 ความจุและตัวแปรสำคัญสำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์	30

4	วิธีดำเนินการวิจัย	44
	4.1 กล่าวนำ	44
	4.2 วงเวียนกรณีศึกษา	44
	4.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวิจัย	46
	4.4 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล	46
5	ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	49
	5.1 กล่าวนำ	49
	5.2 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล	49
6	บทสรุป	67
	6.1 สรุปผลการศึกษา	67
	6.2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA	68
	6.3 ข้อจำกัดของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA	68
	6.4 ข้อเสนอแนะ	69
	6.5 งานวิจัยในอนาคต	69
บรรณานุกรม		70
ภาคผนวก		72
	ก ข้อมูลสำรวจภาคสนามวงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	72
	ข ข้อมูลสำรวจภาคสนามวงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา	86
	ค การออกแบบวงเวียน	100
	ง การใช้แบบจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA	148
ประวัติผู้เขียน		169

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุ "ก่อนและหลัง"	6
2.2 เปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยกต่าง ๆ ในประเทศเยอรมัน	8
2.3 เปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุระหว่างวงเวียนกับทางแยกติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	8
2.4 การประเมินสภาพความเหมาะสมของการใช้วงเวียนในพื้นที่ต่างๆ	12
2.5 แนวทางเบื้องต้นสำหรับการออกแบบทางเรขาคณิต	15
3.1 ค่าของตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียน	25
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของช่องจราจรในวงเวียนกับจำนวนช่องจราจรในวงเวียน	27
3.3 ค่าแนะนำเบื้องต้นของการเคลื่อนที่เป็นกลุ่มสำหรับถนนที่เข้าสู่วงเวียน	29
3.4 ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของช่วงเวลาห่างระหว่างรถและช่วงเวลาห่างวิกฤติสำหรับวงเวียน	31
5.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยวงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	52
5.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุดวงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	53
5.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพการจราจรโดยรวมในวงเวียนหน้าน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 13/12/43	58
5.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพการจราจรโดยรวมในวงเวียนหน้าน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 14/12/43	58
5.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ยวงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา	60
5.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุดวงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา	61
5.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพการจราจรโดยรวมในวงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 23/11/43	66
5.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพการจราจรโดยรวมในวงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 14/12/43	66

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 เปรียบเทียบจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างสี่แยกกับวงเวียน	10
2.2 แผนภูมิแสดงความเร็วของรถยนต์เที่เข้าสู่วงเวียน	10
2.3 เปอร์เซ็นต์โอกาสการสูญเสียชีวิตจากการถูกรถชนที่ความเร็วต่างกัน	11
2.4 ปริมาณจราจรที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบทางแยกที่แตกต่างกัน	13
2.5 แนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งอ้อมเกาะกลางวงเวียน	14
2.6 การออกแบบทางแยกขนาดเล็กมาก	17
2.7 การออกแบบทางแยกขนาดเล็ก	17
2.6 การออกแบบทางแยกขนาดกลาง	18
2.7 การออกแบบทางแยกขนาดใหญ่	19
3.1 หลักการเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์สภาพการจราจร	21
3.2 ความสัมพันธ์เบื้องต้นในกระบวนการพิจารณาช่องว่างที่ยอมรับได้ (กรณี Non-Overflow)	22
3.3 ความสัมพันธ์เบื้องต้นในกระบวนการพิจารณาช่องว่างที่ยอมรับได้ (กรณี Overflow)	23
3.4 ความหมายของตัวแปรของลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียน	27
3.5 ความหมายของตัวแปรของลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียนสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Transport Research Laboratory, U.K.	28
3.6 ค่า Follow-up Headway ที่ยังไม่ได้ปรับแก้ในช่องจราจรหลักซึ่งคำนวณได้จากวงเวียนขนาด 2 ช่องจราจร ($n_e = n_c = 2$) และเส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอก (D_I) เท่ากับ 30 , 50 และ 80 เมตร	33
3.7 ค่า Follow-up Headway ที่ปรับแก้แล้วในช่องจราจรหลักซึ่งได้จากอัตราส่วนของปริมาณจราจรเข้าสู่วงเวียนกับปริมาณจราจรในวงเวียน	33
4.1 วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	45
4.2 วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา	45
5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 13/12/43 (07:00-08:00)	54

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 13/12/43 (16:00-17:00)	54
5.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 14/12/43 (07:00-08:00)	55
5.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 14/12/43 (16:00-17:00)	55
5.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 13/12/43 (07:00-08:00)	56
5.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 13/12/43 (16:00-17:00)	56
5.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 14/12/43 (07:00-08:00)	57
5.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 14/12/43 (16:00-17:00)	57
5.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 23/11/43 (07:00-08:00)	62
5.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 23/11/43 (16:00-17:00)	62
5.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 14/12/43 (07:00-08:00)	63
5.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที/คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 14/12/43 (16:00-17:00)	63
5.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 23/11/43 (07:00-08:00)	64
5.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 23/11/43 (16:00-17:00)	64

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 14/12/43 (07:00-08:00)	65
5.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวคิวสูงสุด (คัน) วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา วันที่ 14/12/43 (16:00-17:00)	65

ตัวย่อและสัญลักษณ์

C	=	Capacity (veh./h)
D	=	Distance travelled at roundabout negotiation speed and the stopping distance (m)
Di	=	Diameter (m)
d_g	=	Average geometric delay to vehicles which are both stopped and not stopped (s)
d_s	=	Average geometric delay to vehicles which are stopped (s)
d_u	=	Average geometric delay to vehicles which are not stopped (s)
e	=	Exponential constant (2.7183)
e	=	Superelevation (m/m)
f	=	Coefficient of side frictional force between vehicle tyres and road pavement
g	=	Acceleration due to gravity (m/sec)
n	=	Number of years
n_c	=	Number of entry lanes (at a particular approach)
n_w	=	Average entry queue length (veh.)
Ps	=	Proportion of entry vehicles which must stop at a roundabout
Pu	=	Proportion of entry vehicles which need not stop at a roundabout
pcu	=	Passenger car unit
Q	=	Flow rate or arrival rate (veh/h)
Qc	=	Circulating flow at a roundabout entry (veh/h)
Qm	=	Minor stream flow per lane (equals the entry lane flow at a roundabout) (veh/h)
q	=	Flow rate or arrival rate (veh/s)
q_c	=	Circulating flow at a roundabout entry (veh/s)
q_m	=	Minor stream flow (generally per lane) (veh/s)
R	=	Curve radius (m)
R1, R2	=	Vehicle radii when turning (m)
t_a	=	Critical acceptance gap (s)

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

t_{ad}	=	Critical acceptance gap for the dominant stream (s)
t_{as}	=	Critical acceptance gap for the sub-dominant stream (s)
t_f	=	Follow-up headway (s)
t_{fd}	=	Follow-up time for the dominant stream (s)
t_{fs}	=	Follow-up time for the sub-dominant stream (s)
t_r	=	Driver reaction time (s)
V	=	Speed (km/h)
Va	=	Speed of traffic approaching a roundabout (km/h)
Vd	=	Speed of traffic after departing from a roundabout (km/h)
v	=	Speed (m/s)
w	=	Width of traffic lane (m)
w_m	=	Average delay to minor stream vehicles (s/veh)
w_h	=	Average delay per vehicle to minor stream vehicles when the entry folw is very low (s/veh)
x	=	Movement degree of saturation (equal to the ratio of arrival flow to capacity)
Θ	=	The proportion of bunched vehicles in the circulating stream
τ	=	Average headway between the bunched vehicles in the circulating traffic. Also the minimum headway in the circulating stream.
λ	=	Delay constant (veh/s)
α	=	Mean critical acceptance gap for the entry traffic stream (s)
α_d, α_s	=	Dominant and subdominant lane critical gaps for a roundabout approach
$\alpha_{min}, \alpha_{max}$	=	Minimum and maximum values of the critical gap (s)
β	=	follow-up (saturation) headway of the entry traffic stream (s)
β_d, β_s	=	Dominant and subdominant lane follow-up headways for a roundabout approach (s)
β'_d	=	Dominant lane follow-up headway for a roundabout approach before adjustment for the ratio of arrival flow to circulating flow (s)
β_{min}, β_{max}	=	Minimum and maximum values of the follow-up headway (s)

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

β_o	=	Follow-up headway for a roundabout approach lane when the circulating flow rate is zero
β'_o	=	Follow-up headway for a roundabout approach lane for zero-circulating flow before adjustment for the ratio of arrival flow to circulating flow.
β_{om}	=	Minimum value of the follow-up headway for a roundabout approach lane for zero circulating flow adjusted for the ratio of arrival flow to circulating flow
Δ	=	Intra-bunch headway, i.e. the minimum headway in the arrival headway distribution model (s)
Δ_c	=	Intra-bunch headway in the roundabout circulating traffic stream relevant to the subject entry lane (s)
Δ_e	=	Intra-bunch headway in the roundabout circulating traffic stream relevant to the subject entry lane (s)
φ	=	Proportion of unbunched (free) vehicles in the traffic stream
$\delta\varphi_c$	=	Extra bunching in the roundabout circulating stream calculated by SIDRA using extra bunching data specified for approach roads
$\delta\varphi_e$	=	Extra bunching in the roundabout entry lane stream (user-specified per approach road)
φ_c	=	Proportion of unbunched (free) vehicles in the circulating traffic stream
φ_e	=	Proportion of unbunched (free) vehicles in the entry lane traffic stream
ϕ_e	=	Roundabout entry angle (degrees)
λ	=	A parameter in the exponential arrival headway distribution model
ρ	=	Lane utilisation ratio defined as the ratio of the degree of saturation of a given lane and the critical lane in a lane group

อภิธานศัพท์

aaSIDRA	=	ชื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Akcelik & Associates Signalised & Unsignalised Intersection Design and Research Aid)
ADT	=	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน
Approach Flaring	=	การขยายช่องจราจรเมื่อเข้าสู่วงเวียน
Arterial Road	=	ถนนสายประธาน
Basic Saturation Flow	=	ปริมาณจราจรอิ่มตัวเบื้องต้น
Capacity	=	ค่าความจุ
Central Island Diameter	=	เส้นผ่านศูนย์กลางเกาะกลางวงเวียน
Central Island	=	เกาะกลางวงเวียน
Circulating Flow	=	ปริมาณจราจรในวงเวียน
Collector Road	=	ถนนรวมและกระจายการจราจร
Conflict	=	จุดขัดแย้งของการเคลื่อนที่
Continuous Movement	=	การเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง
Critical Gap	=	ช่วงเวลาห่างวิกฤติที่รถจะสามารถแทรกตัวเข้าไปในกระแสการจราจรได้
Critical Movement	=	การเคลื่อนที่บริเวณทางแยกที่ขึ้นกับค่าความจุและเงื่อนไขของเวลา
Delay	=	ค่าความล่าช้า
Dominant	=	กระแสการจราจรหลักในช่องจราจรหลัก
Effective Circulating Lane	=	ช่องจราจรประสิทธิผลในวงเวียน
Entry Angle	=	มุมที่เข้าสู่วงเวียน
Entry Radius	=	รัศมีโค้งเข้าสู่วงเวียน
Exiting Flow	=	ปริมาณจราจรออกจากวงเวียน
Extra Bunching	=	กลุ่มการเคลื่อนที่ที่มาถึงรถคันสุดท้ายที่จอดรอคิวอยู่
Follow-up Headway	=	ช่วงระยะเวลาห่างระหว่างรถ
GOSID	=	ชื่อโปรแกรมย่อยในโปรแกรม aaSIDRA เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล
Heavy Vehicle	=	รถบรรทุก รถบัส
Inscribed Diameter	=	เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก

อภิธานศัพท์ (ต่อ)

Intra-bunch Headway	=	ช่วงระยะเวลาห่างของกลุ่มการเคลื่อนที่เข้าสู่วงเวียน
Light Vehicle	=	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล
Local Road	=	ถนนเข้าออกพื้นที่
Negotiation Speed	=	ความเร็วก่อนเข้าสู่วงเวียน
Number of Circulating Lane	=	จำนวนช่องจราจรในวงเวียน
Opposed Movement	=	การเคลื่อนที่ที่ต้องให้การจราจรที่มีลำดับความสำคัญมากกว่าไปก่อน
Practical Degree of Saturation	=	เปอร์เซ็นต์การจราจรอิ่มตัวที่เกิดขึ้นจริง
Proportion of Unbunched Vehicles	=	อัตราส่วนของปริมาณรถที่ไม่ได้เคลื่อนที่เป็นกลุ่ม
RIDES	=	ชื่อโปรแกรมย่อยในโปรแกรมaaSIDRA เพื่อการใช้ในการป้อนข้อมูล
Shared Lane	=	ช่องจราจรที่มีการเคลื่อนที่ได้หลายลักษณะ
Short Lane	=	ช่องจราจรบนเส้นทางหลักที่มีระยะทางสั้น เช่น ช่องจราจรพิเศษที่ช่วยระบายรถเลี้ยวซ้ายเพื่อเข้าสู่เส้นทางหลัก หรือกรณีที่มีรถจอดขวางอยู่บนช่องจราจรซ้ายสุดของเส้นทางหลัก
Signalised Intersection	=	ทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร
Slip Lane	=	ช่องจราจรเฉพาะที่ต้องการระบายรถไปยังทิศทางที่กำหนด
Splitter Island	=	เกาะกลางถนนที่แบ่งทิศทางการจราจร
Stopping Sight Distance	=	ระยะหยุดปลอดภัย
Sub-arterial Road	=	ถนนสายรองประธาน
Sub-dominant	=	กระแสการจราจรรอง
Turning Movement Count	=	การนับปริมาณจราจรที่เคลื่อนที่ไปยังทิศทางต่างๆ
Unsignalised Intersection	=	ทางแยกที่ไม่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร