

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูลและผล

พฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้ใช้รถใช้ถนนที่บริเวณทางแยกมีสัญญาณไฟซึ่งทำการศึกษา
ถูกรวบรวมและวิเคราะห์ทางสถิติ โดยแยกเป็นพฤติกรรมของผู้ขับขี่จักรยานและพฤติกรรม
ของคนเดินเท้า

พฤติกรรมของผู้ขับขี่จักรยานซึ่งถูกวิเคราะห์ได้แก่ความเร็วที่ใช้แล่นเข้าสู่ทาง
แยก

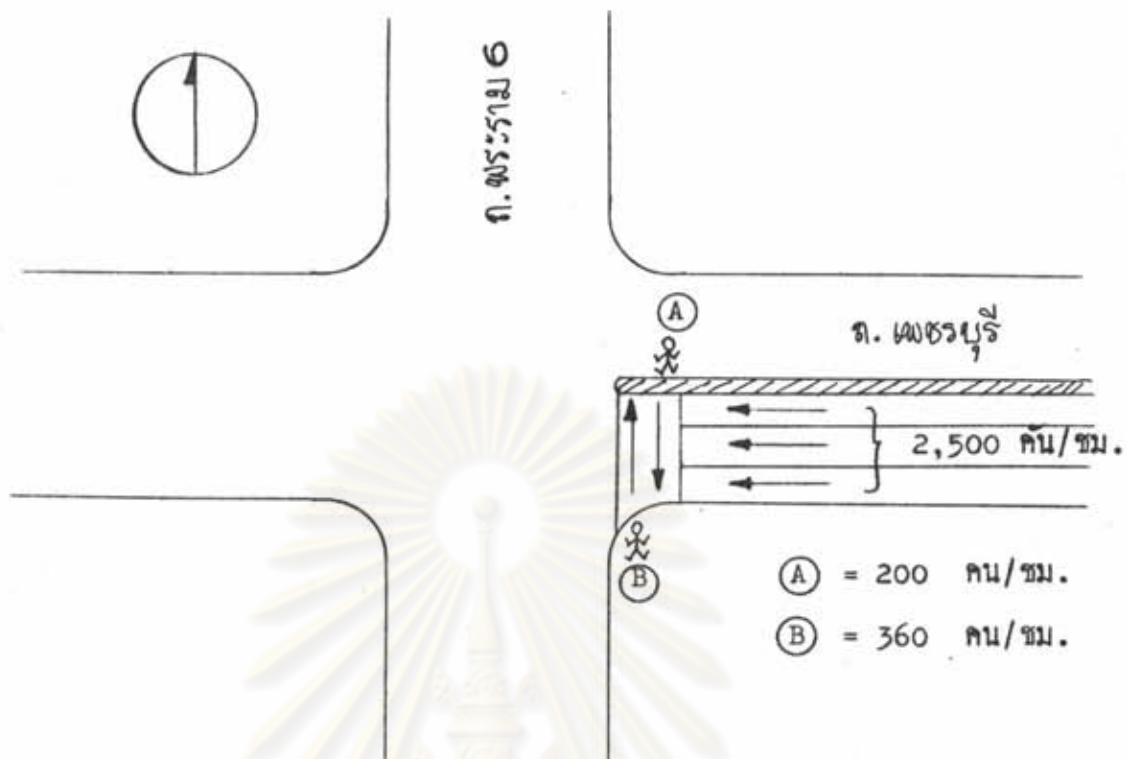
พฤติกรรมของคนเดินเท้าซึ่งถูกวิเคราะห์ได้แก่

- การฝ่าฝืนกฎจราจร (การที่คนเดินเท้าตัดสินใจข้ามถนนในขณะที่จักรยาน
ได้รับสัญญาณไฟเขียว)
- การเคลื่อนที่ของคนเดินเท้า มี Starting time, Reserve time
และ Crossing time
- ช่องว่างที่ยอมรับได้ (Gap acceptance)
- เวลาที่คนเดินเท้ารอก่อนที่จะตัดสินใจข้ามถนน (Waiting time)

4.1 สภาพการจราจรที่บริเวณทางแยกซึ่งทำการศึกษา

ในช่วงเวลาที่ทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้รถใช้ถนนซึ่งเป็นช่วง off-peak
ปริมาณจักรยานซึ่งมาจากทางคันทิศตะวันออกบนถนนเพชรบุรีแล่นเข้าสู่ทางแยกโดยเฉลี่ย
ประมาณ 2,500 คันต่อชั่วโมง ส่วนปริมาณคนเดินเท้าที่เดินข้ามถนนเพชรบุรีทางคันที่แยก
ออกไปทางทิศตะวันออกมี 2 ทิศทางคือ -ข้ามถนนจากทิศเหนือไปทิศใต้ปริมาณโดยเฉลี่ย
ประมาณ 200 คนต่อชั่วโมง -ข้ามถนนจากทิศใต้ไปทิศเหนือปริมาณโดยเฉลี่ยประมาณ 360
คนต่อชั่วโมง

ปริมาณและทิศทางการจราจรของจักรยานและคนเดินเท้าที่บริเวณทางแยกซึ่ง
ทำการศึกษาแสดงไว้ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณและทิศทางการจราจรของขบวนคนเดินเท้า

4.2 ความเร็วของขบวนคนเดินเท้าเข้าสู่ทางแยก (Approach Speed)

จากการวิเคราะห์ความเร็วของขบวนคนเดินเท้าเข้าสู่ทางแยกพบว่าความเร็วเฉลี่ย (mean speed) ของขบวนคนเดินเท้าเข้าสู่ทางแยกมีค่าประมาณ 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการกระจายของความเร็วของขบวนคนเดินเท้าเข้าสู่ทางแยก ส่วนรายละเอียดของการกระจายและการคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของขบวนคนเดินเท้าได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ภาคผนวก ก.

ขบวนคนเดินเท้าจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์มีความเร็วเท่ากับหรือต่ำกว่า 32.5 กม./ชม.

ขบวนคนเดินเท้าจำนวน 85 เปอร์เซ็นต์มีความเร็วเท่ากับหรือต่ำกว่า 42.5 กม./ชม.

ขบวนคนเดินเท้าจำนวน 15 เปอร์เซ็นต์มีความเร็วเท่ากับหรือต่ำกว่า 26.0 กม./ชม.

รูปที่ 4.3 แสดงการกระจายของความเร็วสะสมของขบวนคนเดินเท้าเข้าสู่ทางแยก

จากการทดสอบทางสถิติพบว่า การกระจายของความเร็วของความเร็วของยวดยานที่แล่นเข้าสู่ทางแยกมีการกระจายแบบ Log-normal distribution โดยมีระดับของนัยสำคัญ (significance level) เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดของการทดสอบการกระจายความเร็วของยวดยานที่แล่นเข้าสู่ทางแยกได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ภาคผนวก ข.

4.3 การฝ่าฝืนกฎจราจรของคนเดินเท้า

การฝ่าฝืนกฎจราจรของคนเดินเท้าในการศึกษานี้หมายถึงการที่คนเดินเท้าตัดสินใจเดินข้ามถนนในขณะที่ยวดยานได้รับสัญญาณไฟเขียวให้ผ่านทางแยกได้ หากคนเดินเท้าตัดสินใจข้ามถนนในช่วงเวลาดังกล่าวอาจจะทำให้คนเดินเท้าถูกรถชนได้ หรืออาจจะทำให้ผู้ขับขี่ต้องชะลอความเร็วหรือหยุดซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าแก่ผู้ขับขี่ที่ต้องการผ่านทางแยก และทำให้ความจุของทางแยก (intersection capacity) ลดลง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าที่บริเวณทางแยกซึ่งทำการศึกษา จำนวนคนเดินเท้าที่ฝ่าฝืนกฎจราจรมีประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนคนเดินเท้าที่มารอข้ามถนน ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

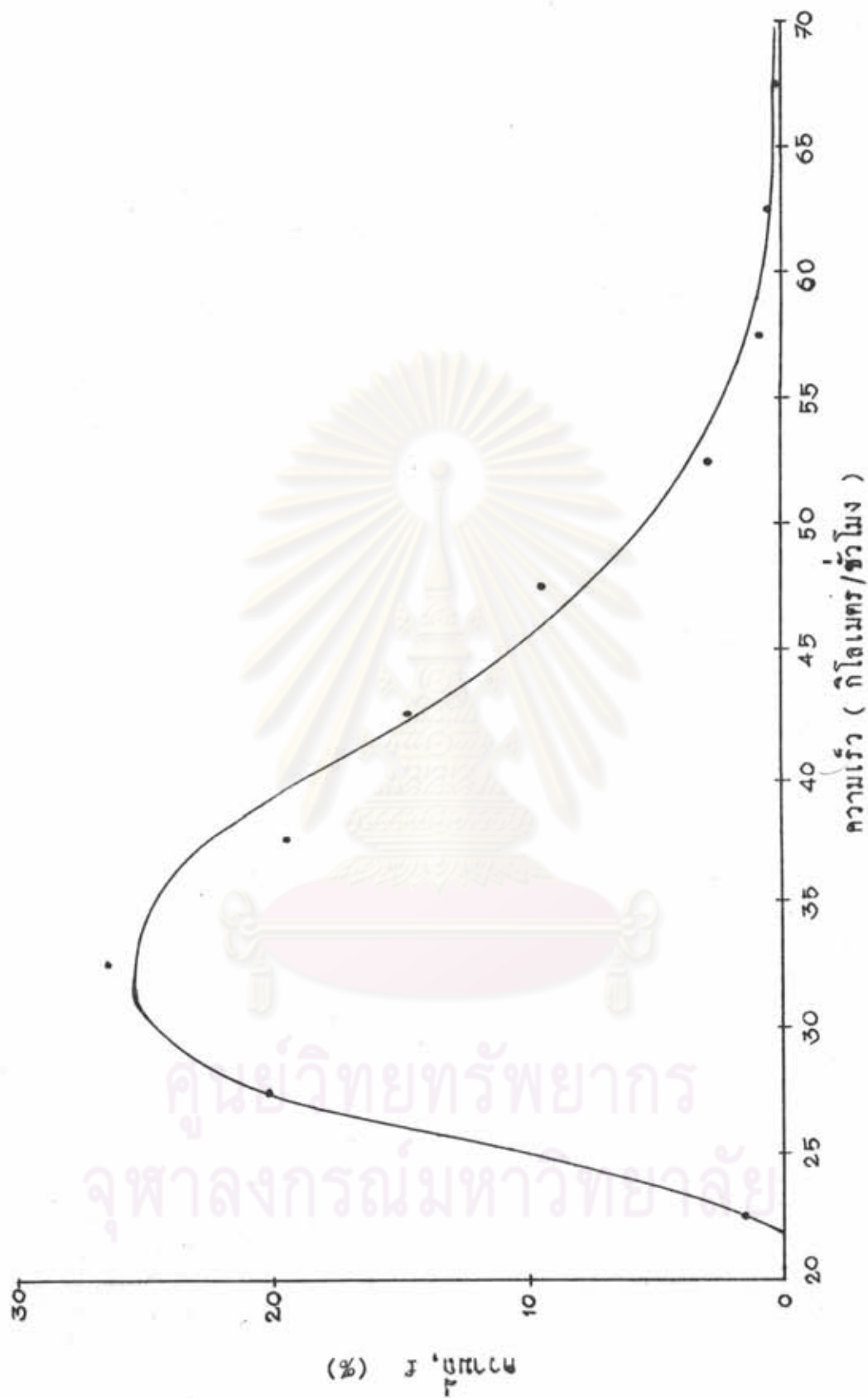
ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนคนเดินเท้าที่ฝ่าฝืนกฎจราจร

จำนวนคนเดินเท้าที่มารอข้ามถนน	1,264	คน
จำนวนคนเดินเท้าที่ฝ่าฝืนกฎจราจร	657	คน
เปอร์เซ็นต์คนเดินเท้าที่ฝ่าฝืนกฎจราจร	51.98	%

4.4 การเคลื่อนที่ของคนเดินเท้า

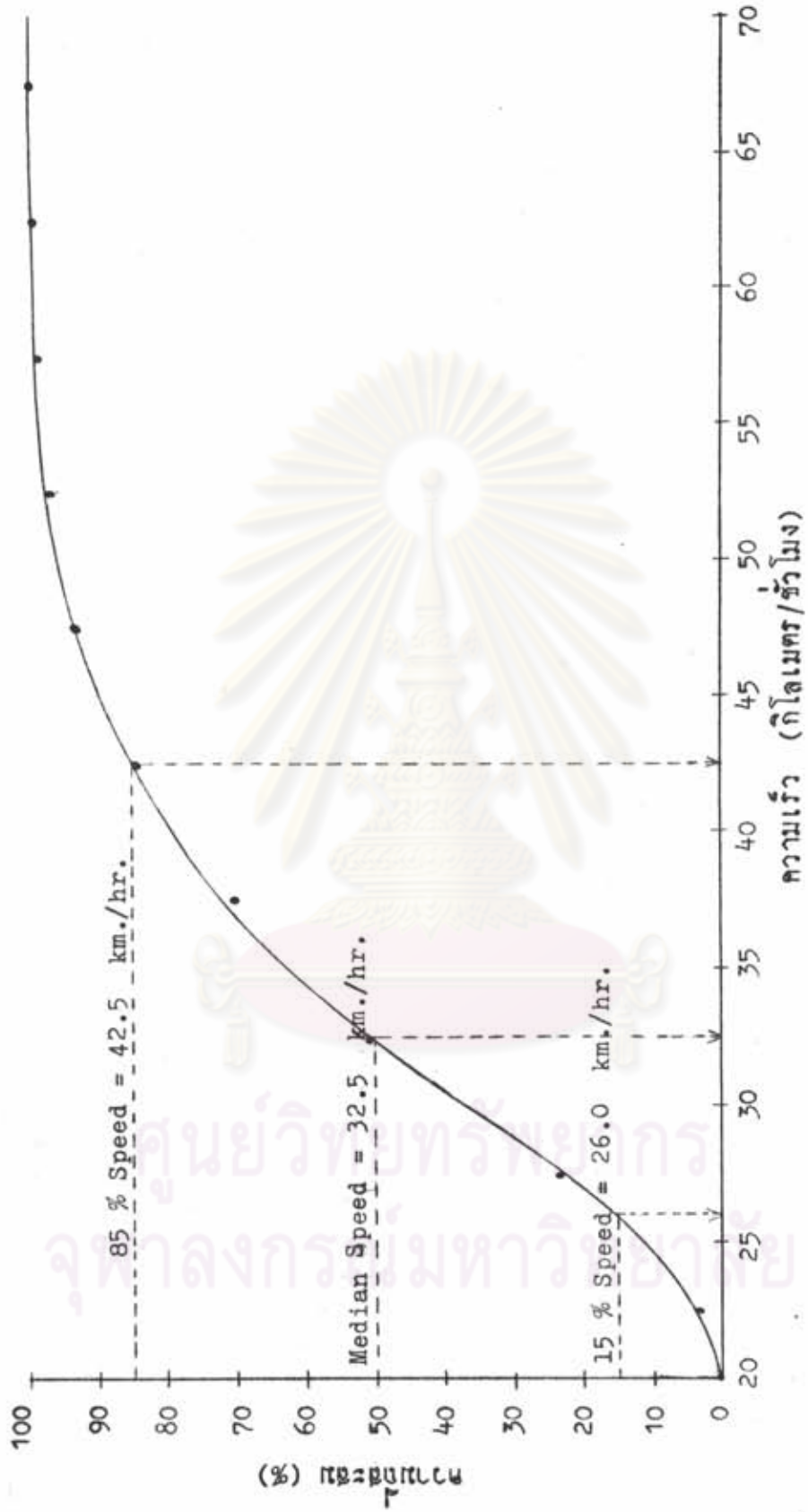
พฤติกรรม การเคลื่อนที่ของคนเดินเท้าซึ่งเดินข้ามถนนแยกออกเป็น 2 ช่วงเวลา

คือ



รูปที่ 4.2 การกระจายของความเร็วของรถยนต์ตามตำแหน่งทางแยก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 การกระจายของความเร็วมอเตอร์ไซด์ตามถนนเข้าสู่ทางแยก

-ในช่วงเวลาที่ยวดยานได้รับสัญญาณไฟเขียว พฤติกรรมที่สนใจได้แก่ Starting time, Reserve time และ Crossing time

-ในช่วงเวลาที่ยวดยานได้รับสัญญาณไฟแดง พฤติกรรมที่สนใจได้แก่ Crossing time

4.4.1 Starting time

การที่คนเดินเท้าตัดสินใจเดินข้ามถนนโดยแทรกยานเข้าไปในระหว่างช่องว่างของยวดยานสองคันที่แล่นตามกันมา ช่วงห่างของเวลาระหว่างที่คนเดินเท้าเริ่มข้ามจนกระทั่งยวดยานคันหน้าของช่องว่างซึ่งคนเดินเท้านั้นยอมรับแล้วมาถึงจุดที่คนเดินเท้าข้าม หมายถึง Starting time ในกรณีที่ค่า Starting time เป็นลบแสดงว่าคนเดินเท้าเริ่มข้ามถนนก่อนที่ยวดยานคันแรกของช่องว่างซึ่งเขายอมรับจะมาถึงจุดที่เขาข้ามถนน ส่วนในกรณีที่ค่า Starting time เป็นบวกแสดงว่าคนเดินเท้าเริ่มข้ามหลังจากที่ยวดยานคันแรกของช่องว่างซึ่งเขายอมรับได้ผ่านจุดที่เขาข้ามถนนไปแล้ว รูปที่ 4.4 อธิบายลักษณะของ Starting time ในกรณีต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่า Mean starting time มีค่าประมาณ 0.3 วินาที รูปที่ 4.5 แสดงการกระจายของ Starting time ของคนเดินเท้า ส่วนรายละเอียดการกระจายของ Starting time และการคำนวณค่า Mean starting time ของคนเดินเท้าได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ภาคผนวก ก.

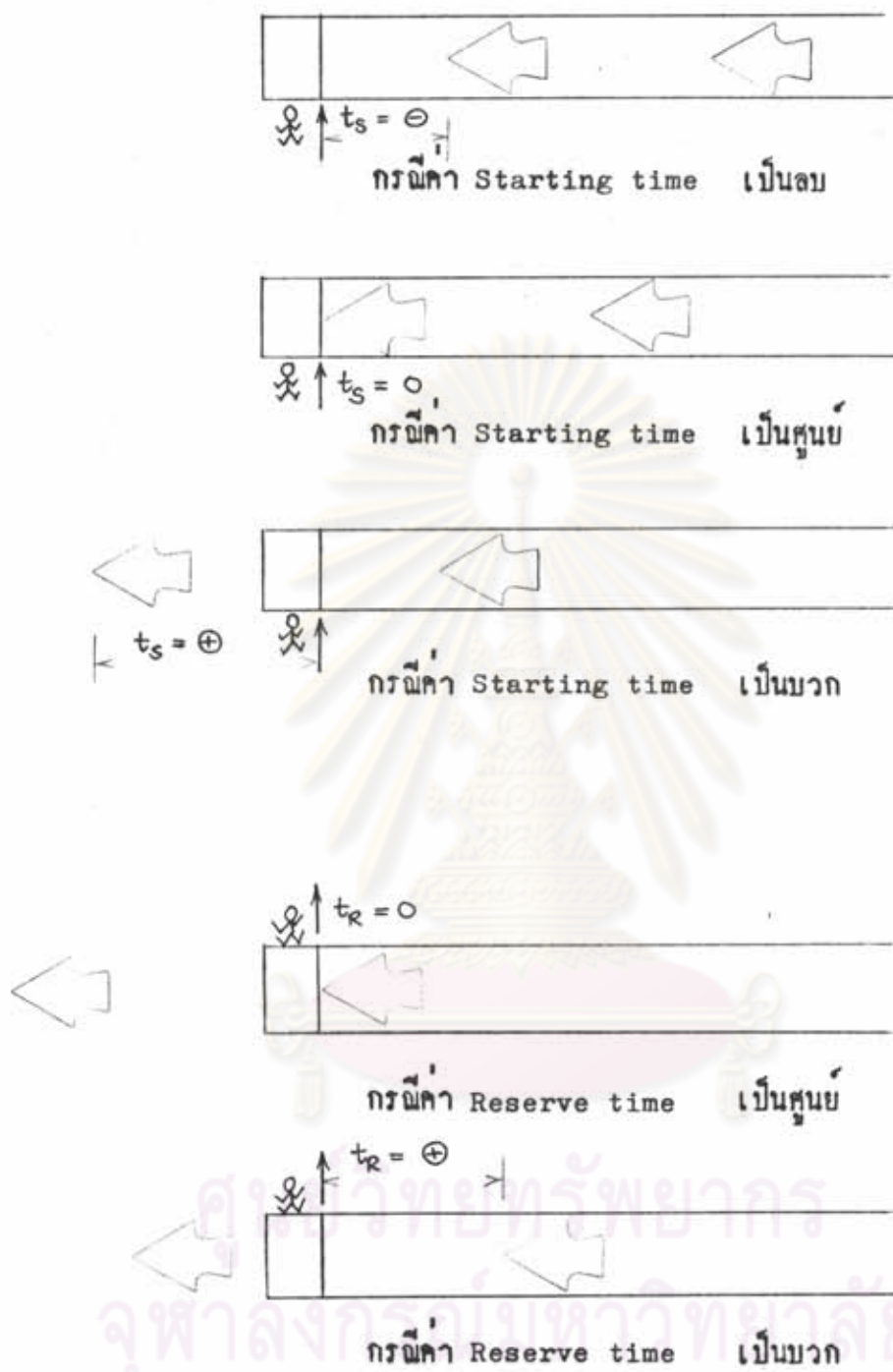
คนเดินเท้าจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ข้ามถนนโดยที่ Starting time มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า -0.5 วินาที

คนเดินเท้าจำนวน 85 เปอร์เซ็นต์ข้ามถนนโดยที่ Starting time มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 1.0 วินาที

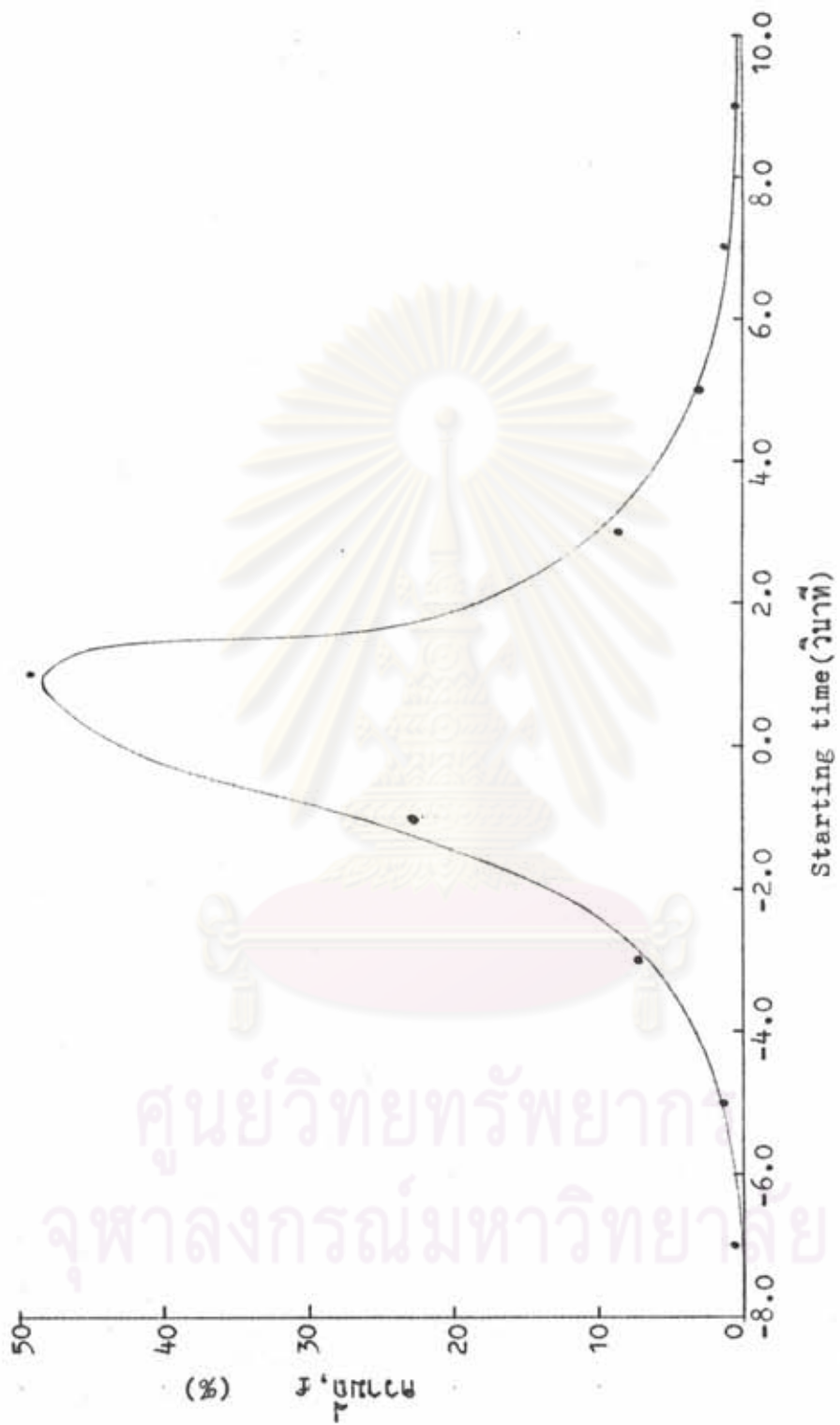
คนเดินเท้าจำนวน 15 เปอร์เซ็นต์ข้ามถนนโดยที่ Starting time มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า -2.5 วินาที

รูปที่ 4.6 แสดงการกระจายของ Cumulative starting time ของคนเดินเท้า



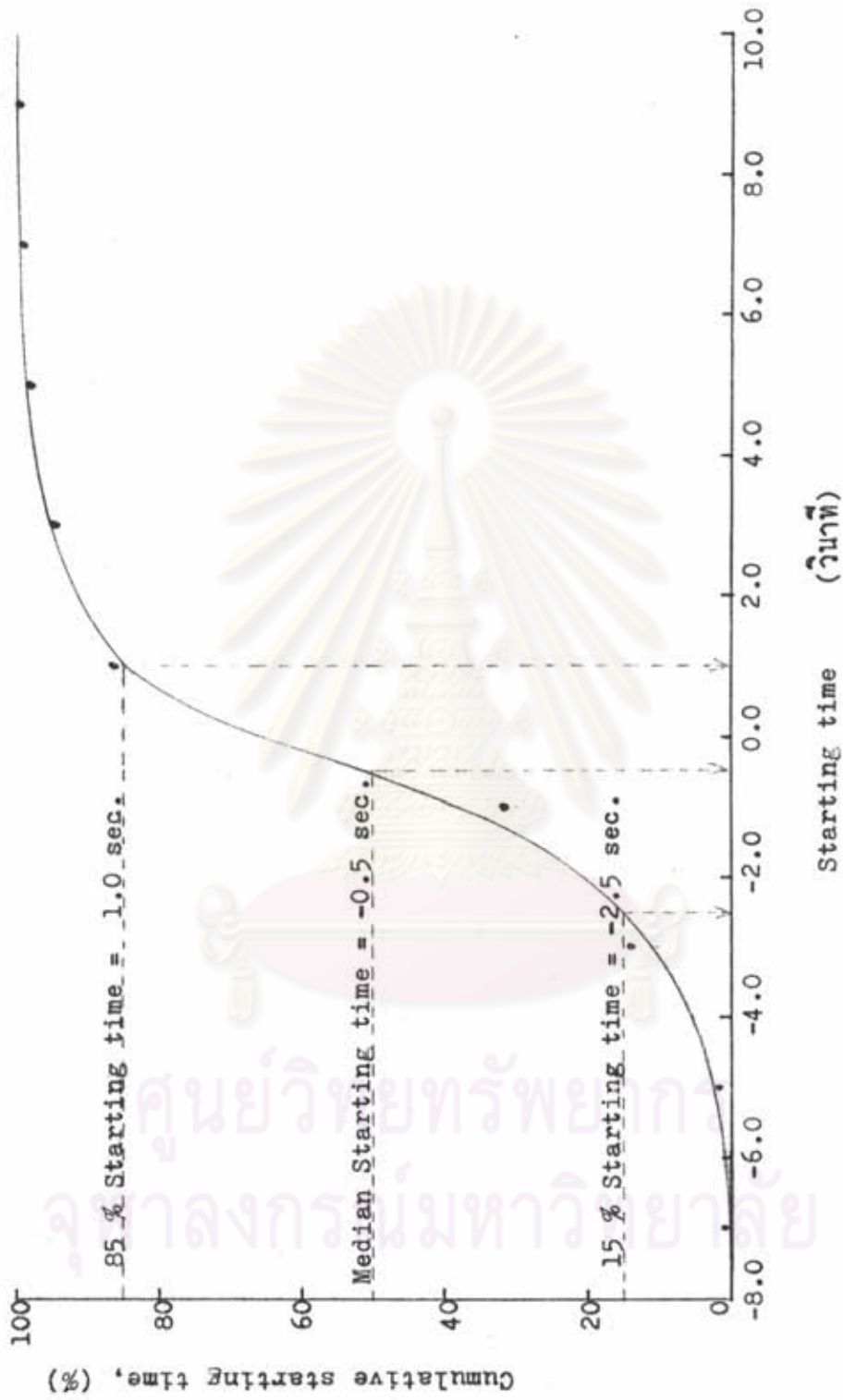


รูปที่ 4.4 อธิบาย Start time และ Reserve time กรณีต่าง ๆ



รูปที่ 4.5 การกระจายของ Starting time ของคนกินเทา

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 การกระจายของ Cumulative starting time ของคนเก็บเท้า

4.4.2 Reserve time

Reserve time หมายถึงช่วงห่างของเวลาที่คนเดินเท้าก้าวพ้นเลนแล้วจนกระทั่งยวดยานคันหลังของช่องว่างซึ่งคนเดินเท้านั้นยอมรับมาถึงจุดที่เขาข้าม รูปที่ 4.4 อธิบายถึง Reserve time ในลักษณะต่าง ๆ ถ้าค่า Reserve time มีค่าน้อยแสดงว่าคนเดินเท้าข้ามถนนโดยไม่ค่อยจะปลอดภัย

ลักษณะการกระจายของ Reserve time ของคนเดินเท้าที่ได้จากการศึกษาแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 ส่วนรายละเอียดของ Reserve time ของคนเดินเท้าได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ภาคผนวก ก.

จากการศึกษาพบว่าค่า Median reserve time ของคนเดินเท้ามีค่าประมาณ 1.9 วินาที ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.8 ซึ่งแสดงการกระจายของ Cumulative reserve time ของคนเดินเท้า

4.4.3 Crossing time ในขณะที่ยวดยานได้รับสัญญาณไฟเขียว

Crossing time ในขณะที่ยวดยานได้รับสัญญาณไฟเขียวนี้ถูกแบ่งออกเป็น

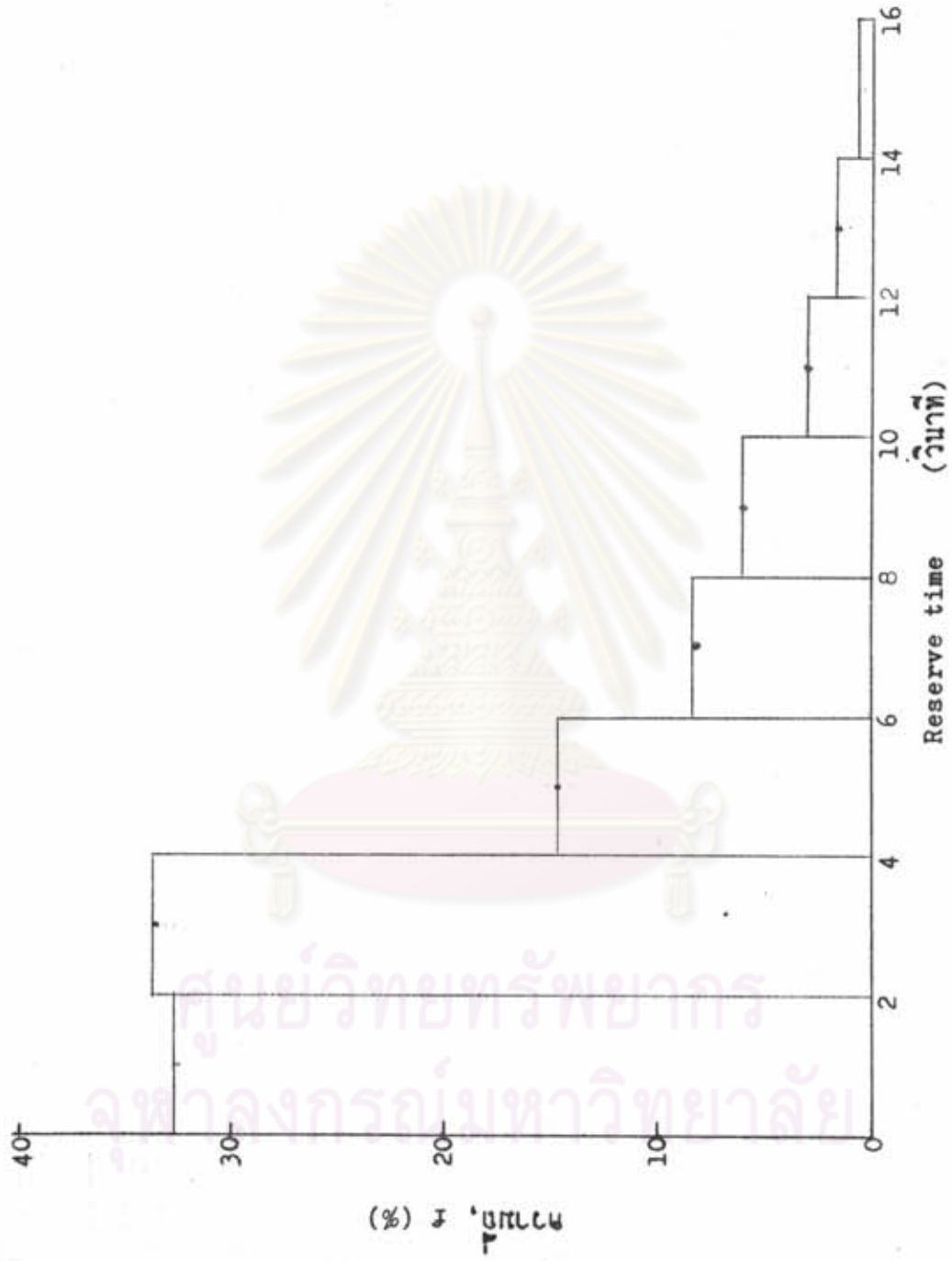
3 ช่วงคือ

- ช่วงเวลาที่คนเดินเท้าใช้ในการเดินข้ามช่องทางจราจรซึ่งชิดขอบทางเท้า (เลนนอก)
- ช่วงเวลาที่คนเดินเท้าใช้ในการเดินข้ามช่องทางจราจรช่องทางกลาง (เลนกลาง)
- ช่วงเวลาที่คนเดินเท้าใช้ในการเดินข้ามช่องทางจราจรซึ่งชิดเกาะกลางถนน (เลนใน)

สำหรับเลนนอก

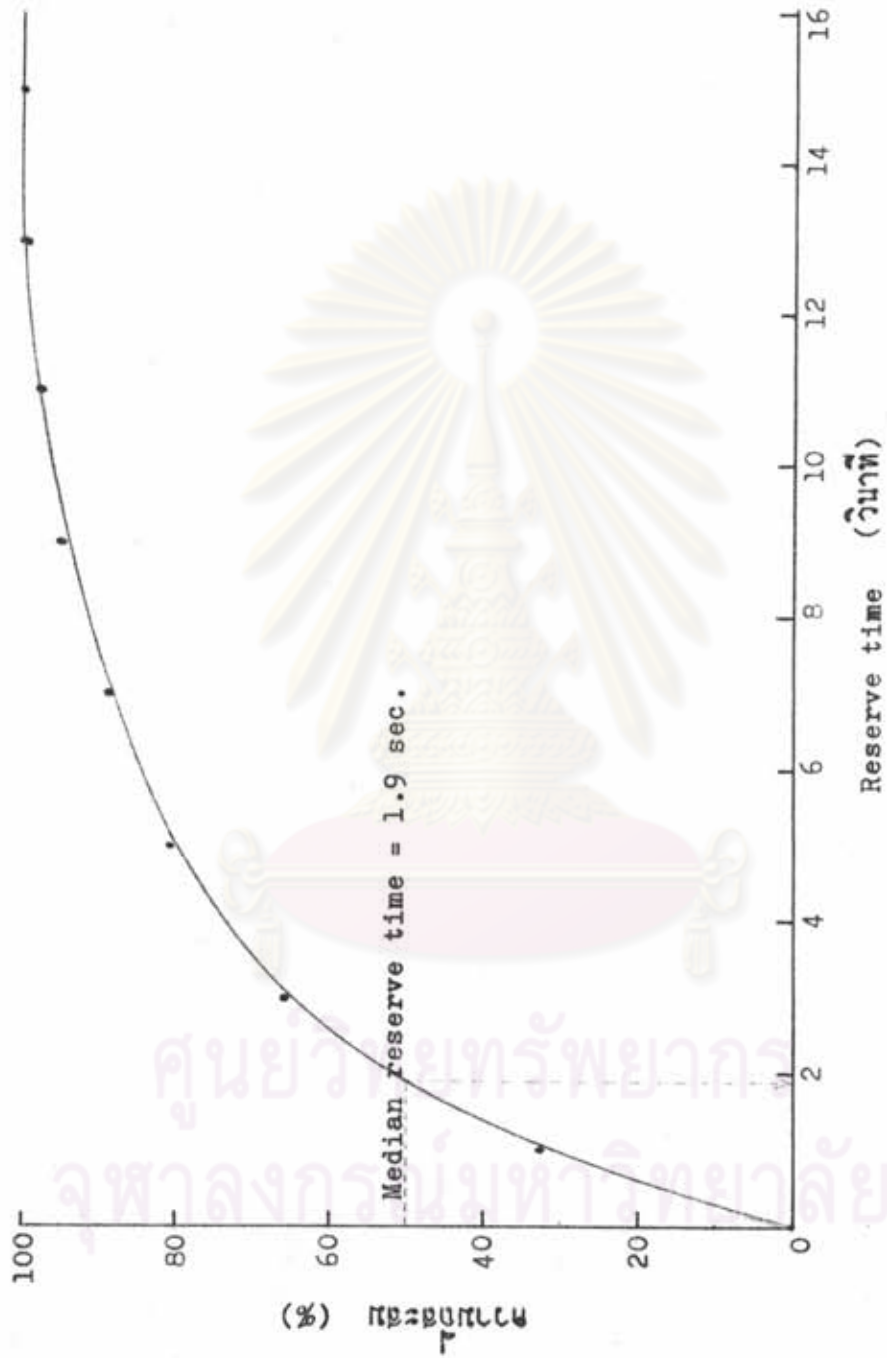
ค่า Mean crossing time เท่ากับ	1.86	วินาที
เนื่องจากความกว้างของเลนนอกเท่ากับ	3.4	เมตร
ดังนั้นค่า Mean walking rate เท่ากับ	1.82	เมตร/วินาที

รูปที่ 4.9 แสดงการกระจายของ Crossing time สำหรับเลนนอก ส่วนรายละเอียดของการกระจายได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ภาคผนวก ก.



รูปที่ 4.7 การกระจายของ Reserve time ของคนไข้เก่า

ศูนย์วิทยุโทรพยาธิกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 การกระจายของ Cumulative reserve time ของคนเก็บเต่า

สำหรับเลนกลาง

ค่า Mean crossing time เท่ากับ	1.98	วินาที
เนื่องจากความกว้างของเลนกลางเท่ากับ	3.1	เมตร
ดังนั้นค่า Mean walking rate เท่ากับ	1.57	เมตร/วินาที

รูปที่ 4.10 แสดงการกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้าสำหรับเลนกลาง ส่วนรายละเอียดของการกระจายแสดงไว้ในตารางที่ 5 ภาคผนวก ก.

สำหรับเลนใน

ค่า Mean crossing time เท่ากับ	2.19	วินาที
เนื่องจากความกว้างของเลนในเท่ากับ	3.6	เมตร
ดังนั้นค่า Mean walking rate เท่ากับ	1.64	เมตร/วินาที

รูปที่ 4.11 แสดงการกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้าสำหรับเลนใน ส่วนรายละเอียดของการกระจายแสดงไว้ในตารางที่ 6 ภาคผนวก ก.

จากการทดสอบทางสถิติพบว่า การกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้าในทั้งสามเลนมีการกระจายเป็นแบบ Normal distribution โดยมีระดับนัยสำคัญ (Significance level) $\alpha = 5\%$ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2, 3 และ 4 ภาคผนวก ข.

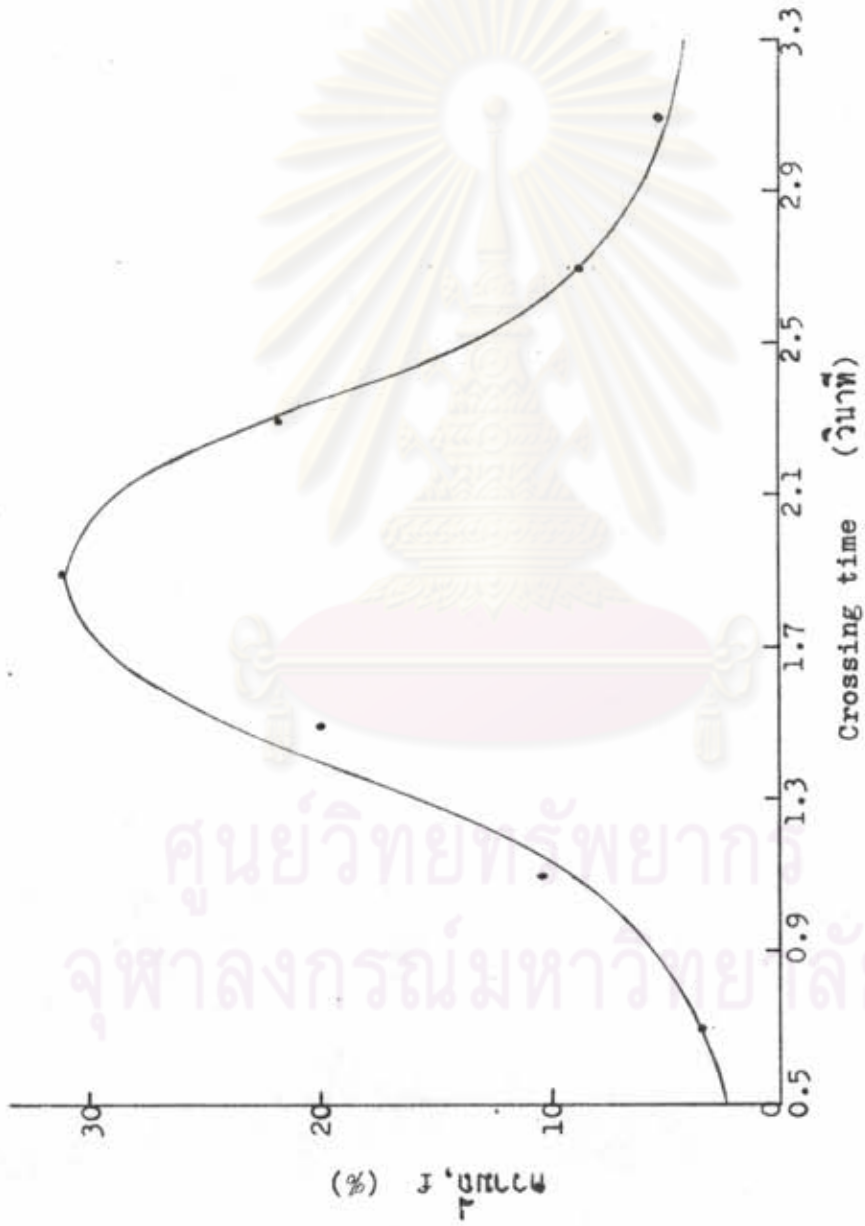
ค่าเฉลี่ยของ Walking rate ของคนเดินเท้าในทั้งสามเลนในช่วงยวดยานไคร้บสัญญาณไฟเขียวมีค่าเท่ากับ $(1.82 + 1.57 + 1.64) / 3 = 1.68$ เมตร/วินาที

4.4.4 Crossing time ในขณะที่ยวดยานไคร้บสัญญาณไฟแดง

Crossing time ในขณะนี้เป็นเวลาที่คุณเดินเท้าเข้าไปในการเดินข้ามระยะทางระหว่างขอบทางเท้าและเกาะกลางถนน(ความกว้างของทั้งสามเลนรวมกัน)

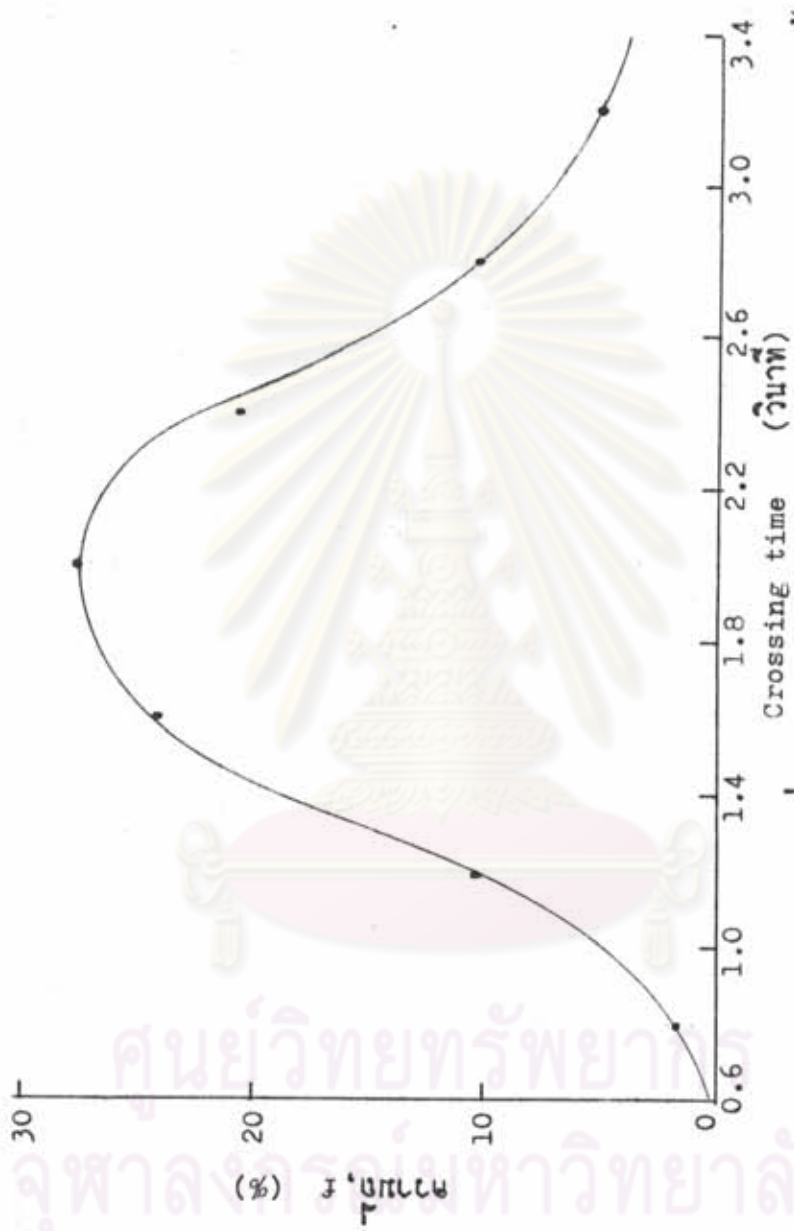
ค่า Mean crossing time เท่ากับ	5.97	วินาที
เนื่องจากความกว้างของทั้งสามเลนรวมเท่ากับ	10.1	เมตร
ดังนั้นค่า Mean walking rate เท่ากับ	1.69	เมตร/วินาที

รูปที่ 4.12 แสดงการกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้าในช่วงยวดยานไคร้บสัญญาณไฟแดง ส่วนรายละเอียดของการกระจายแสดงไว้ในตารางที่ 7 ภาคผนวก ก.



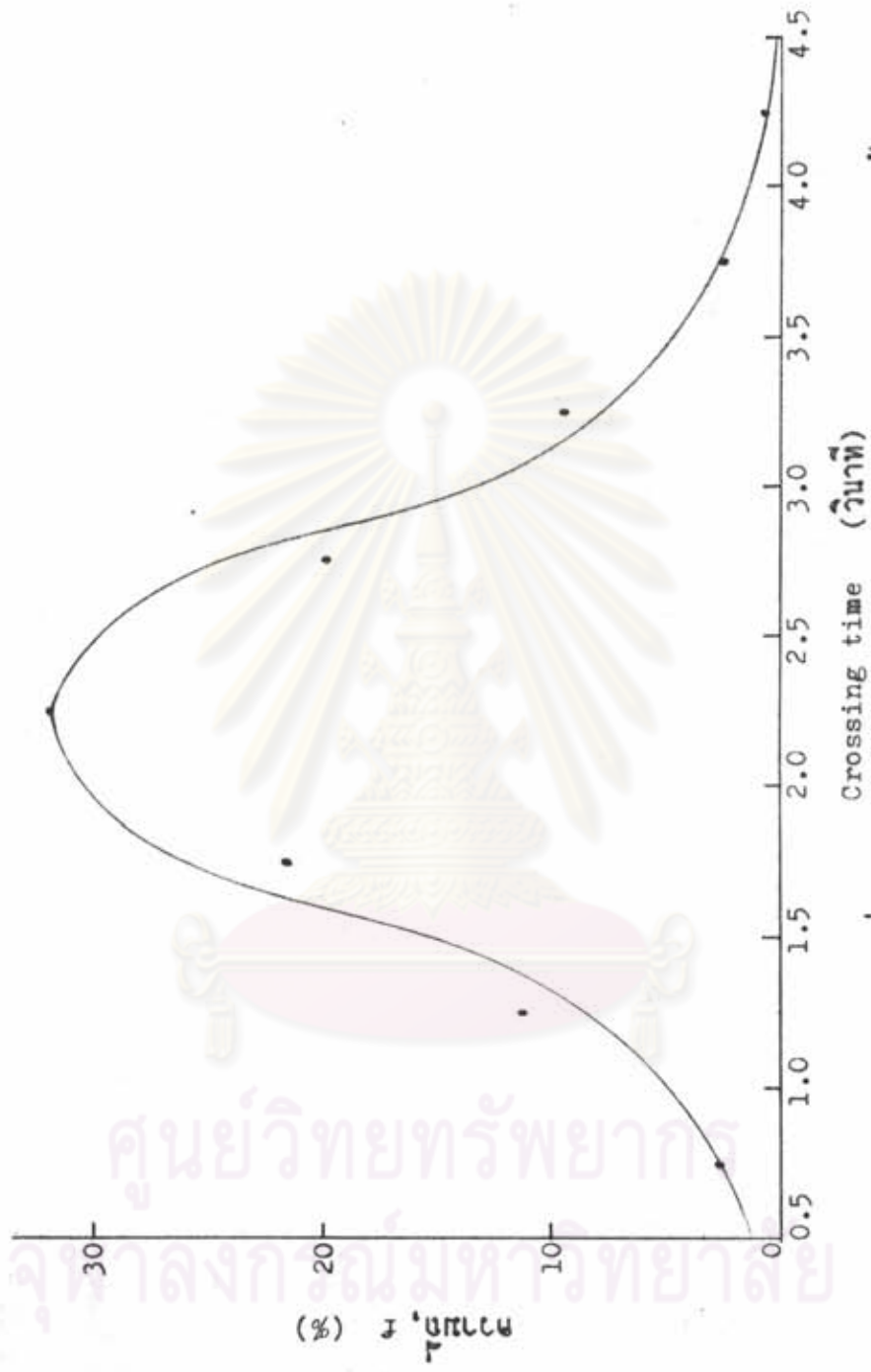
รูปที่ 4.9 การกระจายของ Crossing time ของคนเก็บเท้า สำหรับเลนนอกกระยะทางเท่ากับ 3.4 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

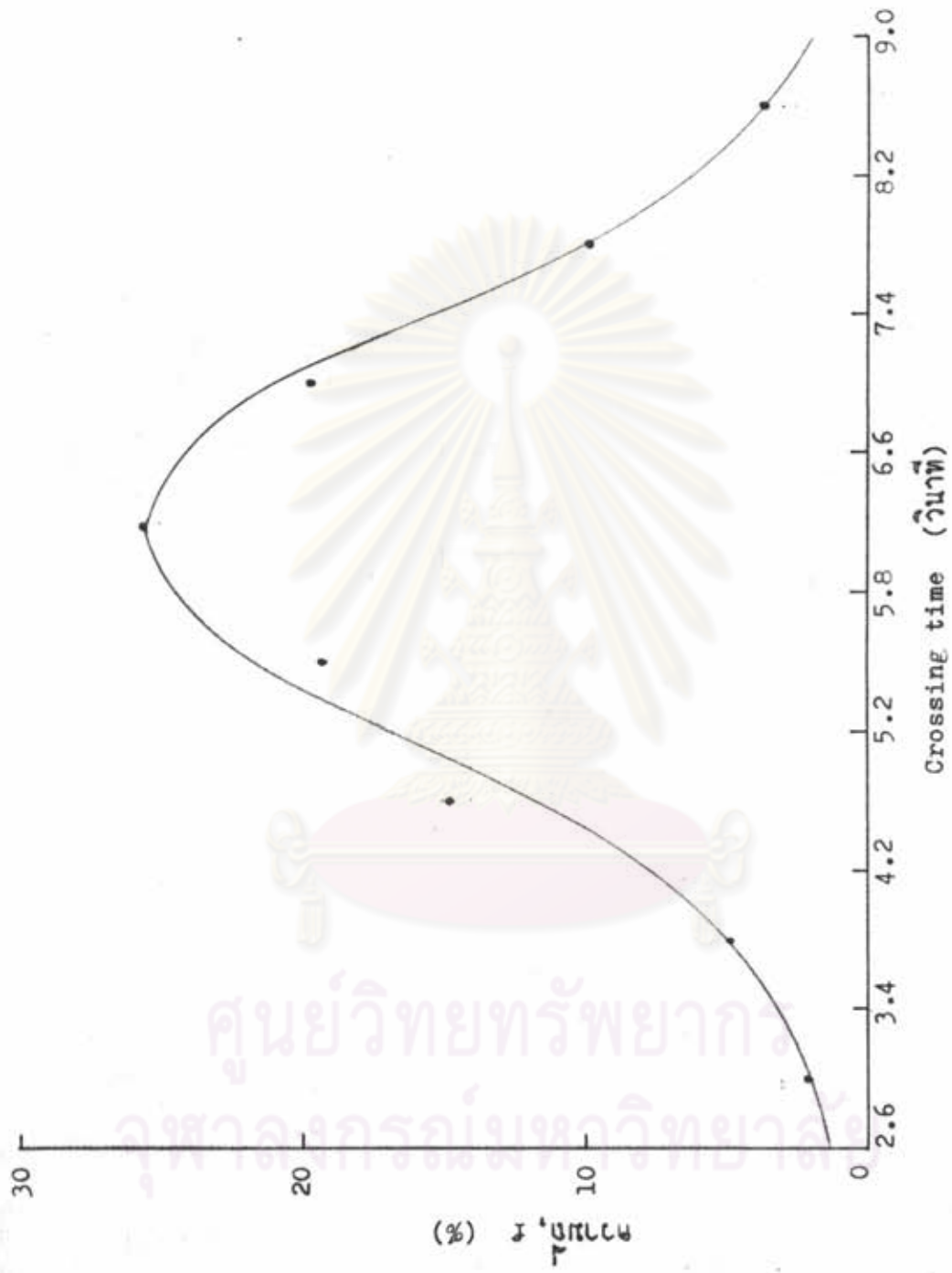


รูปที่ 4.10 การกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้า

สำหรับเส้นกลางระหว่างเท้ากับ 3.1 เมตร



รูปที่ 4.11 การกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้า
สำหรับเดินในระยะทางเท่ากับ 3.6 เมตร



รูปที่ 4.12 การกระจายของ Crossing time ของคนเก็บเท้าในช่วงระยะทาง
ไคร์บีส์ดูยูอาไฟแควงสำหรับระยะทางทั้งหมดเท่ากับ 10.1 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าการกระจายของ Crossing time ของคนเดินเท้าในช่วงยวดยานได้รับสัญญาณไฟแดง มีการกระจายเป็นแบบ Normal distribution โดยมีระดับนัยสำคัญ (Significance level), $\alpha = 5\%$ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 ภาคผนวก ข.

4.5 ช่องว่างที่ยอมรับได้ของคนเดินเท้า (Gap acceptance of pedestrian)

ช่องว่างที่ยอมรับได้ (Gap acceptance) หมายถึงช่องว่างระหว่างยวดยานที่แล่นตามกันมาซึ่งคนเดินเท้าตัดสินใจเดินแทรกเข้าไปเพื่อที่จะข้ามถนน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่า Median gap acceptance หรือ Critical gap ของคนเดินเท้ามีค่าประมาณ 4.8 วินาที

รูปที่ 4.13 แสดงการกระจายของช่องว่างที่ยอมรับได้ของคนเดินเท้า ส่วนรายละเอียดของการกระจายได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 ภาคผนวก ก.

รูปที่ 4.14 แสดงค่า Median gap acceptance ของคนเดินเท้า

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าการกระจายของช่องว่างที่ยอมรับได้ของคนเดินเท้า มีการกระจายแบบ Log-normal distribution ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ภาคผนวก ข.

ในการเดินข้ามถนนถ้าหากคนเดินเท้าตัดสินใจข้ามถนนโดยยอมรับช่องว่างซึ่งมีค่าน้อย ๆ คนเดินเท้าเหล่านั้นมีโอกาสมากที่จะถูกยวดยานชนเนื่องจากผู้ขับขี่อาจจะชะลอความเร็วหรือหยุดยวดยานได้ไม่ทัน

ระยะทางที่ผู้ขับขี่ยวดยานจะหยุดยวดยานได้ทันโดยไม่ชนคนเดินเท้า หาได้จากสมการที่ 4.1⁽¹⁹⁾

$$d = tv + \frac{v^2}{2g(f+s)} \dots \dots \dots (4.1)$$

เมื่อ

d = Stopping distance, ft.

t = Perception plus reaction time, sec.

- v = Vehicle speed, ft./sec.
 g = Acceleration of gravity, ft./sec.²
 f = Coefficient of friction between tires
 and pavement
 s = Longitudinal slope of the roadway

หารสมการที่ 4.1 ด้วย "v" ได้

$$T = t + \frac{v}{2g(f+s)} \dots\dots\dots(4.2)$$

เมื่อ

T = Stopping time (เวลาที่ผู้ขับขี่สามารถหยุดยวดยานได้
 โดยไม่ชนคนเดินเท้าที่ข้ามถนนตัดหน้ายวดยาน)

แทนค่า

t = 2.0 sec. (for intersection area, recommended
 by AASHO)

v = 36.3 km./hr. = 33.07 ft./sec. (22.6 mph.)

g = 32.2 ft./sec.²

f = 0.75 for dry Portland cement concrete

0.45 for wet Portland cement concrete

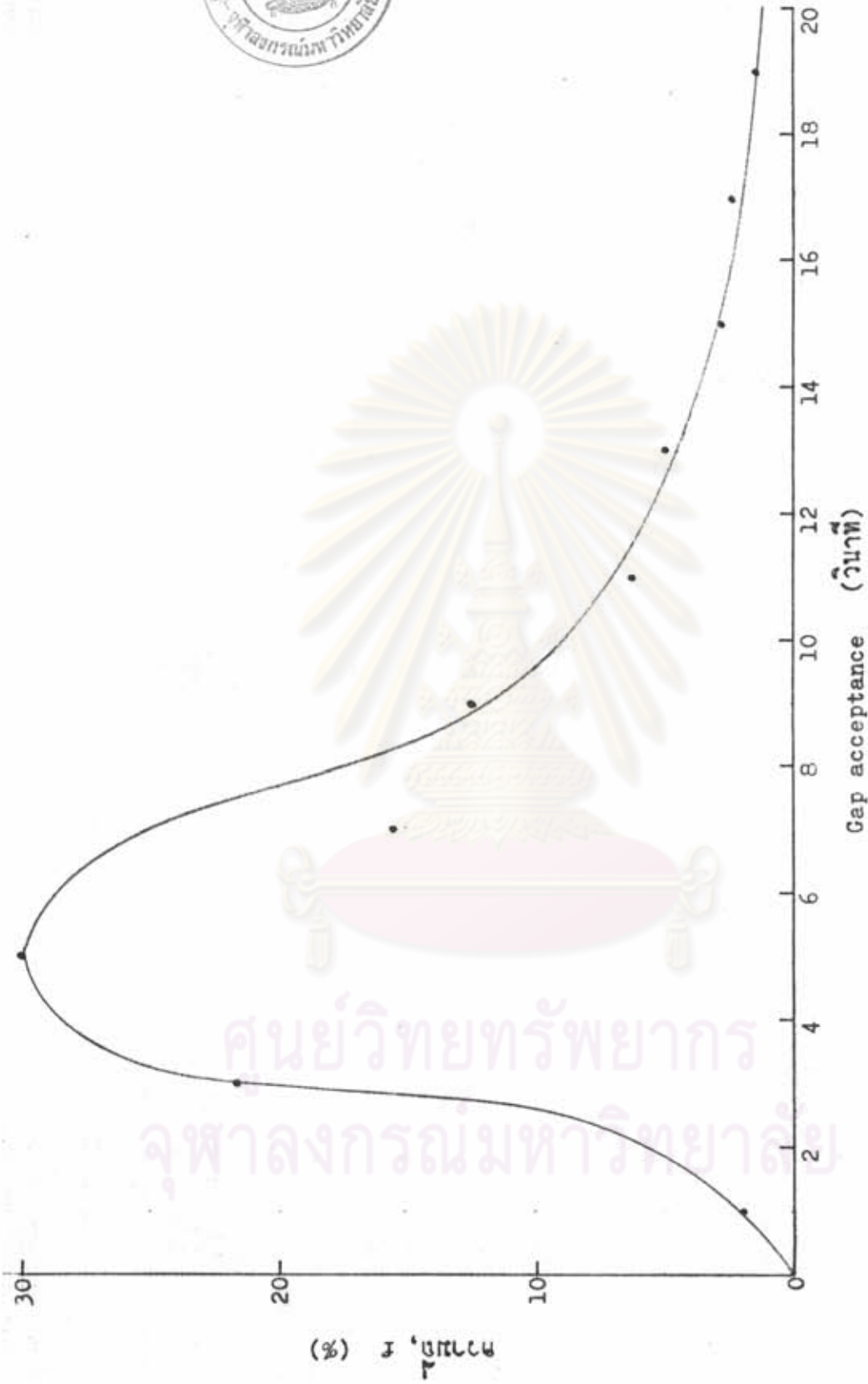
(when vehicle speed = 22.6 mph.)⁽²⁰⁾

ใช้ค่าเฉลี่ย = $(0.75 + 0.45)/2 = 0.60$

s = 0 (ถือว่าที่บริเวณทางแยกที่ทำการศึกษามีระดั้ยราบเรียบ)

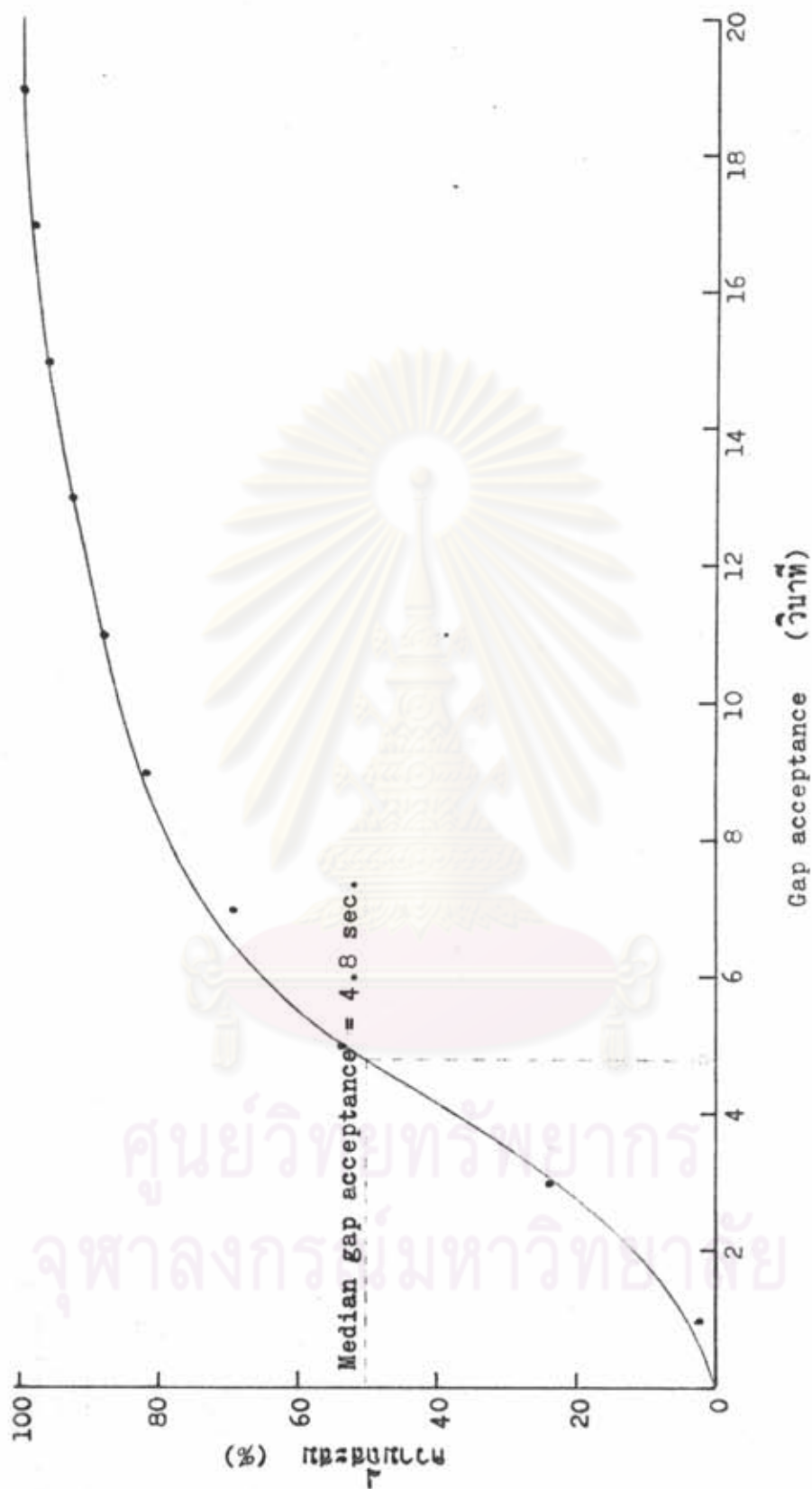
แทนค่าลงในสมการที่ 4.2 ได้

$$\begin{aligned}
 T &= 2.0 + \frac{33.07}{2 \times 32.2 \times 0.6} \\
 &= 2.0 + 0.9 = 2.9 \\
 &\approx 3.0 \text{ sec.}
 \end{aligned}$$



รูปที่ 4.13 การกระจายของช่วงว่างที่ยอมรับได้ของคนเก็บเต้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.14 การกระจายของว่างที่ยอมรับได้ของคนเดินเท้า

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าถ้าหากคนเดินเท้ายอมรับของว่างที่มีค่าน้อยกว่า 3.0 วินาที คนเดินเท้านั้นมีโอกาสที่จะถูกชนเนื่องจากผู้ขับขี่ไม่สามารถหยุดยวดยานไค้ทัน จากรูปที่ 4.14 จำนวนคนเดินเท้าที่ยอมรับของว่างที่น้อยกว่า 3.0 วินาทีมีประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนคนเดินเท้าที่ตัดสินใจข้ามถนนในช่วงที่ยวดยานไค้รับสัญญาณไฟเขียว

4.6 Waiting time

Waiting time หมายถึงช่วงเวลาระหว่างที่คนเดินเท้ามายืนรอเพื่อที่จะข้ามถนนจนกระทั่งเขาค้ตัดสินใจข้ามถนนในขณะที่ยวดยานไค้รับสัญญาณไฟเขียว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่า Median waiting time มีค่าเท่ากับ 10.0 วินาที และคนเดินเท้าจำนวน 85 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาก่อนที่จะข้ามถนนในช่วงยวดยานไค้รับสัญญาณไฟเขียวเท่ากับหรือน้อยกว่า 36.5 วินาที

รูปที่ 4.15 แสดงการกระจายของ Waiting time ของคนเดินเท้า ส่วนรายละเอียดของการกระจายไค้แสดงไว้ในตารางที่ 9 ภาคผนวก ก.

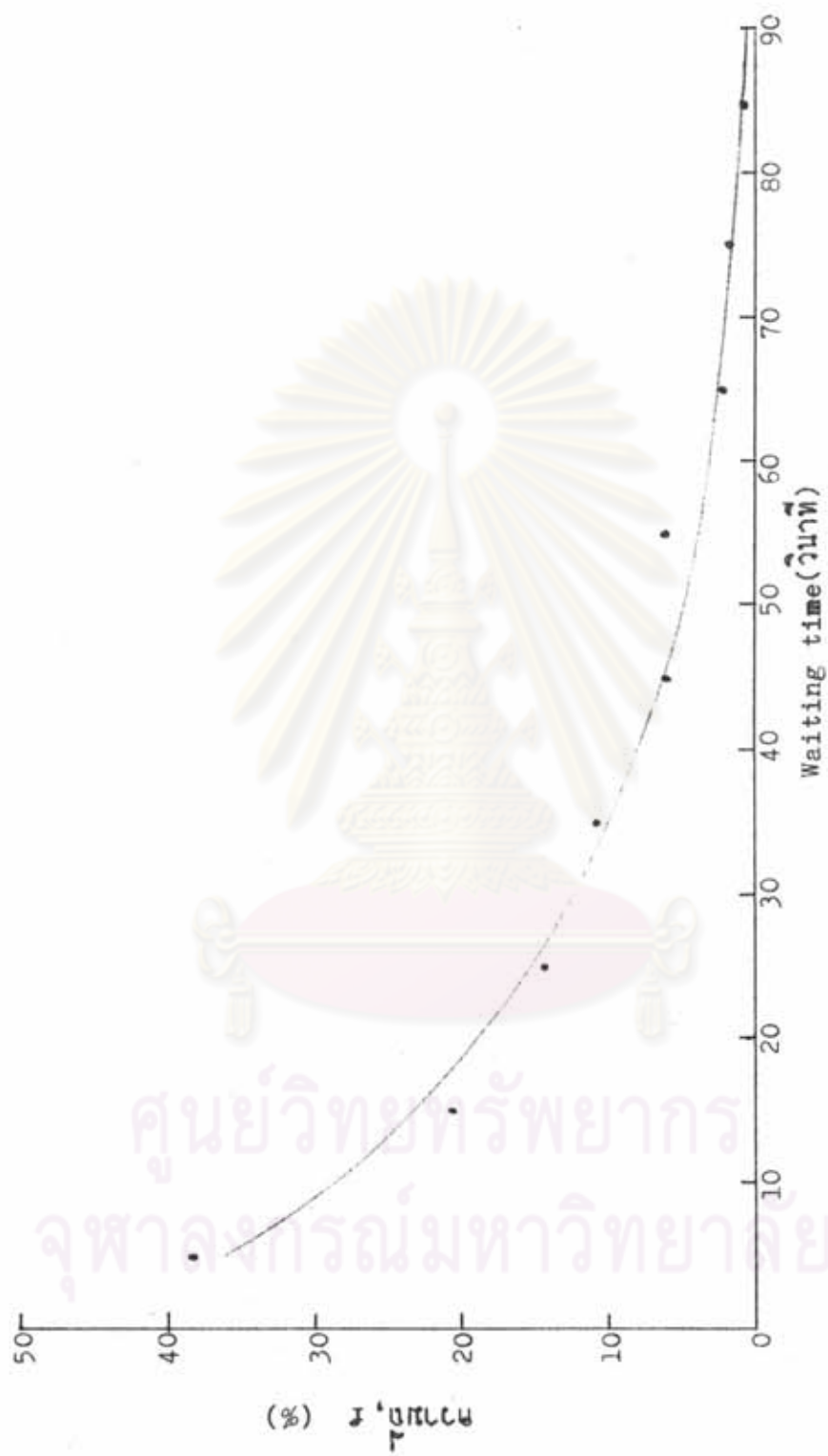
รูปที่ 4.16 แสดงค่า Median waiting time ของคนเดินเท้า

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าการกระจายของ Waiting time มีการกระจายแบบ Exponential distribution โดยมีระดับนัยสำคัญ (Significance level),

$$\alpha = 5 \%$$

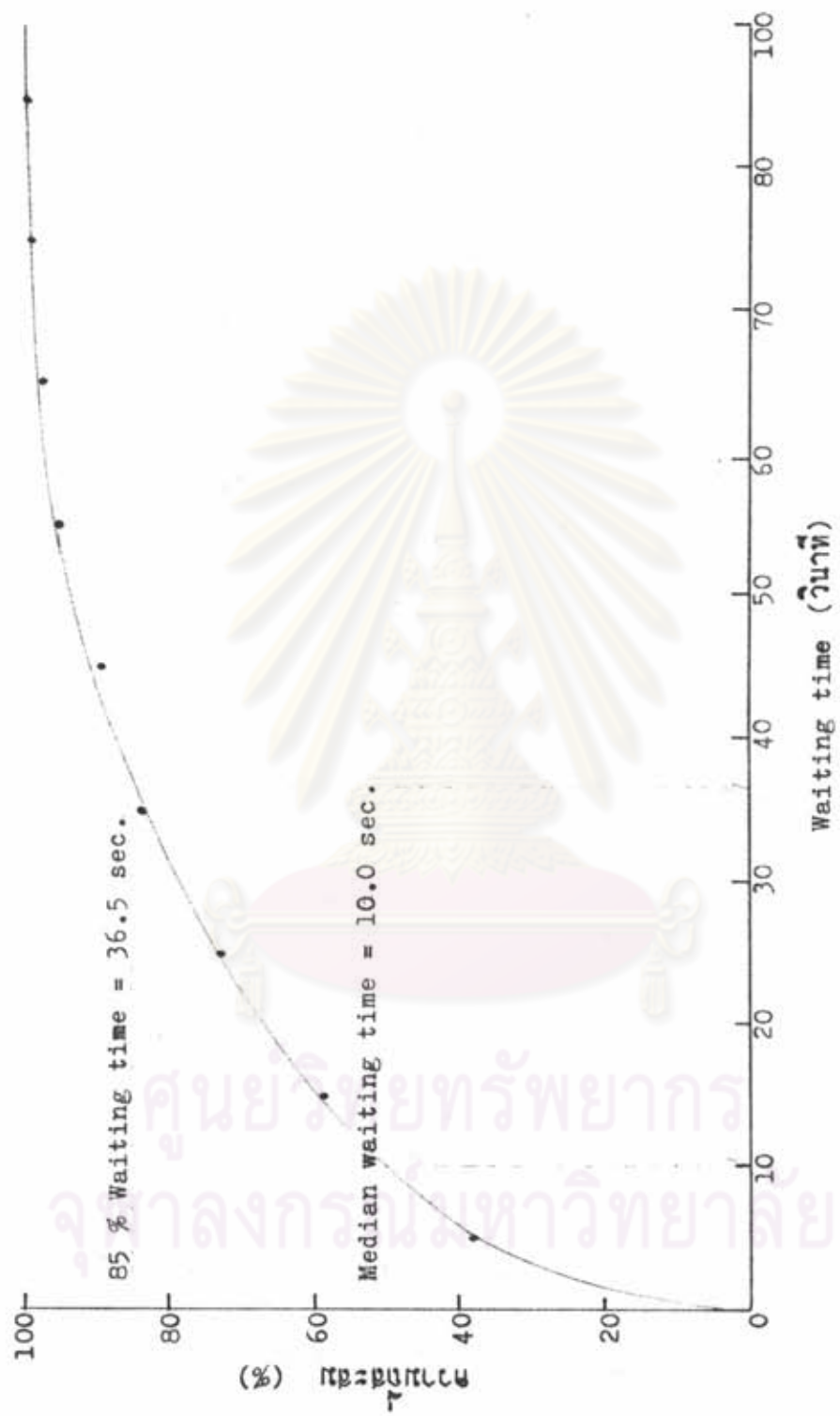
ตารางที่ 7 ภาคผนวก ข. แสดงรายละเอียดของการทดสอบการกระจายของ Waiting time ของคนเดินเท้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.15 การกระจายของ Waiting time ของคนเก็บเทา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.16 การกระจายของ Waiting time ของคนเดินเท้า

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย