

การทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่  
โดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2555

**Mobile Phone Signal Quality Test around The Government  
Complex Commemorating His Majesty the King's 80th Birthday  
Anniversary, 5th December, B.E.2550 (2007), Area**



**Rungtiwa Santigul**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
For the Degree of Master of Science Department of  
Telecommunication Management  
Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

**2012**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบคุณภาพสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยรอบ บริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร
ผู้เขียน	รุ่งทิวา สันติกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. บงการ หอมนาน
สาขาวิชา	การจัดการโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2555

### บทคัดย่อ

โทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันของคนไทย ทำให้มีผู้สนใจเข้ามาเป็นผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่หลายราย ทั้งนี้ แลบทความถี่และจำนวนสถานีฐานเป็นปัจจัยสำคัญของผู้ประกอบการแต่ละรายเนื่องจากเป็นสิ่งที่กำหนดความได้เปรียบเสียเปรียบของการพัฒนาการบริการ สำหรับกลยุทธ์ทางการตลาดนั้นเป็นปัจจัยที่เสริมให้ธุรกิจโทรศัพท์เคลื่อนที่รักษาและเพิ่มรายได้ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และสิ่งสำคัญของการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกประการคือคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่และพื้นที่ให้บริการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางโดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร โดยผ่านสถานีและบริเวณสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนประชาชื่นสนามกอล์ฟราชพฤกษ์ และถนนกำแพงเพชร 6 และในการศึกษาใช้เทคนิคการทดสอบคุณภาพสัญญาณตามเส้นทางเพื่อตรวจวัดความแรงสัญญาณ อัตราการเรียกสำเร็จ อัตราการเรียกขาดหาย และเวลาตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ (web browsing) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปของการทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับบริการด้านเสียงและบริการด้านข้อมูล ของผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้ง 4 ราย ซึ่งทำการเพิ่มจำนวนสถานีฐานบางส่วนตามเส้นทางทดสอบ ผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ปรากฏดังต่อไปนี้ บริการด้านเสียงของโครงข่ายทรูมูฟ มีการเรียกขาดหาย ระหว่างทำการเริ่มต้นการเรียกใหม่ จำนวน 2 ครั้ง จากการเริ่มต้นการเรียกใหม่จำนวนทั้งสิ้น 26 ครั้ง คิดเป็นอัตราการเรียกขาดหายร้อยละ 7.69 และให้อัตราการเรียกสำเร็จร้อยละ 92.31 บริการด้านข้อมูลของโครงข่ายอัสซีสันใช้เวลาตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บน้อยที่สุดเท่ากับ 593.18 msec เนื่องจากใช้เทคโนโลยี 3G นอกจากนี้ความแรงสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางทดสอบของโครงข่ายทรูมูฟน้อยกว่า -95 dBm ระหว่างเส้นทางทดสอบ ซึ่งส่งผลให้คุณภาพสัญญาณ

โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ของโครงข่าย  
ทรูมูฟมีแนวโน้มดีกว่าโครงข่ายผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่รายอื่น

TRU

Thesis Title	Mobile Phone Signal Quality Test around The Government Complex Commemorating His Majesty the King's 80th Birthday Anniversary, 5th December, B.E.2550 (2007), Area
Author	Rungtiwa Santigul
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Bongkarn Homnan
Department	Telecommunication Management
Academic Year	2012

### ABSTRACT

Now a day mobile phone plays an important role in our daily life, changes the way we live and life styles. With almost 100 percentage penetration rate of mobile services, the market is highly competitive. There are, however, still more new mobile operators entering into the market. The frequency band and the number of base stations are the key success factors to strengthen their competitive advantages. Other than market and sale promotion strategies, the quality of service and service area are also the major criteria that customers will consider and choose the operator. The monitoring was taken place around the Government Complex Commemorating His Majesty the King's 80th Birthday Anniversary, area along Chaengwattana Rd., Prachachuen Rd., Rajapruk sport club and ended at Kamphaeng Phet 6th Rd. The study uses, so called quality drive test technique to measure the signal strength, call success rate, dropped-call rate, and web browsing response time. This thesis is aiming to measure the quality of service of both voice service and data service (wireless broadband) of the 4 major mobile operators who added their base stations in part along the drive test route. The results were shown that TrueMove also had 2 voice dropped-calls from 26 new call attempts, resulting in percentage call success rate 92.31 and percentage dropped-call rate 7.69. Hutchison has the fastest web browsing response time of 593.18 ms due to its 3G technology. In addition, all operators have excellent signal strength and service area except TrueMove has signal strength less than -95 dBm on the drive test route. From the experiment, TrueMove trends to have lower quality of services and service area compared to the other operators.

## กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยเรื่อง การทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ที่เกิดขึ้นในครั้งนี้ เกิดจากแรงบันดาลใจในการทำงานในบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ด้วยความเป็นจริงที่ว่าในชีวิตของการทำงานนั้น เป็นไปได้เสมอที่เราจะได้รับความรู้ที่ได้รับผิดชอบในสิ่งที่เราไม่เคยรู้ หรือเคยศึกษามาแต่ต้น แต่ในขณะเดียวกัน ก็ไม่ใช่เรื่องที่เราจะไม่สามารถทำหน้าที่อย่างดีที่สุดได้ ขอเพียงเรามีความมานะอดทน และขวนขวายที่จะหาความรู้ในเรื่องนั้นๆ มันจึงเป็นความท้าทายรูปแบบหนึ่ง อย่่างไรก็ดี ขอขอบคุณ รศ.ดร. บงการ หอมน่าน ที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. ชัยพร เขมะภักตะพันธ์ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ และอาจารย์ ดร. วรพล พงษ์เพ็ชร ผู้อำนวยการหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ผู้ที่กรุณาแสดงความเห็นงานวิจัยของดิฉันอย่างชัดเจน ตรงไปตรงมา รวมถึงให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้อง และเป็นประโยชน์กับงานวิจัยเล่มนี้อย่างมาก ขอขอบคุณ คุณวิระ ทองไพบุลย์ วิศวกรประจำสายงานธุรกิจไร้สาย และคุณอภิชาติ งามวิสัย ผู้จัดการส่วนเทคนิคและทรัพย์สิน TRUEMOVE สายงานกฎหมายและธุรกิจร่วมการงาน บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ผู้ให้ความอนุเคราะห์สำหรับเครื่องมือทำการทดสอบ รวมถึงให้คำแนะนำในรายละเอียดของการปฏิบัติ ขั้นตอนของการทดสอบ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดา มารดาของดิฉัน ผู้ที่ให้สิ่งดีๆ และกำลังใจแก่ดิฉันเสมอมา และหวังว่าผลงานวิจัยชิ้นนี้ จะยังประโยชน์แก่ผู้ใฝ่หาความรู้ในรุ่นต่อๆ ไปได้บ้าง ไม่มากก็น้อย

รุ่งทิwa สันติกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	๖
กิตติกรรมประกาศ .....	๗
สารบัญตาราง .....	๘
สารบัญภาพ .....	๙
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
1.5 บันทึกข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย .....	7
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
2. การวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	9
2.1 ตลาดธุรกิจโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	9
2.2 โครงสร้างหลักของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	13
3. ระเบียบวิธีวิจัย .....	24
3.1 ขอบเขตของการวิจัย และวิธีการสุ่มตัวอย่าง .....	24
3.2 เครื่องมือ และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย .....	25
3.3 การประมวลผลข้อมูล .....	34
4. ผลการศึกษา .....	39
4.1 รายละเอียดของการทดสอบ .....	40
4.2 Call Information .....	42
4.3 Drive test Quality .....	44
4.4 Rx Level .....	57

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 Call Information.....	69
5.2 Drive test Quality .....	69
5.3 Rx Level .....	70
บรรณานุกรม .....	73
ภาคผนวก .....	77
ประวัติผู้เขียน .....	90



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ส่วนแบ่งตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ณ เดือนธันวาคม 2553 .....	10
3.1 Grant chart.....	25
3.2 ตัวอย่างการประมวลผลค่าเฉลี่ยจาก Log file A,B.....	35
3.3 ตัวอย่างการประมวลผล Rx level (C), Rx Quality (D) จาก Log file .....	35
3.4 ช่วงและขอบเขตความถี่ (E) .....	36
3.5 ตัวอย่างรายงานผลการประมวล Rx level และ Rx Quality.....	37
3.6 ตัวอย่างรายงานภาพรวมของ Rx level และช่วงของการเชื่อมต่อสำเร็จของ Rx Quality.....	38
4.1 ข้อมูลแสดงตนของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ.....	42
4.2 ข้อมูลเบื้องต้นบนเส้นทาง Drive test.....	42
4.3 คุณภาพสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้านบริการ Voice call Quality ใน 1 รอบ Drive test.....	44
4.4 คุณภาพสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้านบริการ Data ของการทดสอบ 1 รอบ Drive test.....	49

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 Function ของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	3
1.2 หน่วยงานต่างๆ โดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร .....	4
1.3 บริเวณถนนแจ้งวัฒนะ หน้าศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ มุ่งหน้าห้าแยกปากเกร็ด.....	5
1.4 การสัญจรบนถนนแจ้งวัฒนะ หน้าศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ มุ่งหน้าสถานีรถไฟหลักสี่.....	5
2.1 จำนวนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่และจำนวนเลขหมาย โทรศัพท์ต่อประชากร 100 คนในช่วง 2548 – 2551 .....	9
2.2 ส่วนแบ่งการตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ณ เดือนธันวาคม 2553.....	11
2.3 ส่วนแบ่งการตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ณ เดือนธันวาคม 2553.....	11
2.4 สัดส่วนรายได้และการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในรูปแบบ Voice และ Non-Voice.....	12
2.5 การให้บริการ Applications ต่างๆ ในรูปแบบ Non-Voice .....	13
2.6 โครงสร้างของระบบชุมสาย และสถานีแม่ข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	15
3.1 ระยะเวลา และลำดับของการดำเนินการเก็บสัญญาณเพื่อทำการทดสอบ คุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	25
3.2 GSM Mobile Test Set ยี่ห้อ Nokia รุ่น 6120 .....	26
3.3 ส่วนประกอบอุปกรณ์ทดสอบระบบ GSM ระหว่าง Mobile Test Set กับอุปกรณ์ GPS .....	27
3.4 ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (log file) ระบบ GSM ที่ยังมิได้ผ่านการประมวลผล.....	28
3.5 ส่วนประกอบ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ทดสอบสัญญาณในระบบ CDMA .....	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.6 ข้อมูลสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ (log file) ระบบ CDMA ที่ยังมีได้ผ่านการประมวลผล .....	30
3.7 เส้นทางการทดสอบสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่.....	31
3.8 การทำงานของระบบ Software ขณะปฏิบัติการ Drive test ด้วยยานพาหนะบนเส้นทางที่กำหนด.....	32
3.9 รูปแบบการทดสอบ Voice.....	32
3.10 รูปแบบการทดสอบ Data .....	33
3.11 กราฟของระดับความเข้มสัญญาณต่อสัดส่วนการใช้งาน.....	37
4.1 เส้นทางการเก็บข้อมูลสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Drive test) ของผู้ประกอบการ.....	40
4.2 ข้อมูลสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ (log file) ที่ยังมีได้ผ่านการประมวลผล.....	41
4.3 Voice call setup time ของ เอ ไอเอส.....	45
4.4 Voice call setup time ของ แทค.....	46
4.5 Voice call setup time ของ ทรูมูฟ .....	46
4.6 Voice call setup time ของ ฮัทชีสัน.....	47
4.7 Voice call setup time ของ (average) ของผู้ประกอบการ.....	48
4.8 http browsing connection time ของ เอ ไอเอส.....	50
4.9 http browsing connection time ของ แทค.....	50
4.10 http browsing connection time ของ ทรูมูฟ.....	51
4.11 ช่วงของ Radio Link Protocal Rx Throughput Instantaneous Distribution เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การใช้งาน.....	52
4.12 Radio Link Protocal Tx Throughput Instantaneous Distribution ของ ฮัทชีสัน.....	52
4.13 http browsing connection time (average) ของผู้ประกอบการ.....	53
4.14 http browsing transfer time ของ เอ ไอเอส.....	54
4.15 http browsing transfer time ของ แทค.....	54
4.16 http browsing transfer time ของ ทรูมูฟ.....	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.17 ช่วงของ Radio Link Protocol Tx Thoughtput Instantaneous Distribution เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนการใช้งาน.....	55
4.18 Radio Link Protocol Tx Throughput Instantaneous Distribution ของ ฮัทชิสัน.....	56
4.19 http browsing transfer time (average) ของผู้ประกอบการ.....	57
4.20 Rx level ของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ตามเส้นทางการ Drive test ของ เอไอเอส ในลักษณะ Google map และ Rx level map.....	58
4.21 Rx level ของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางการ Drive test ของ แทค ในลักษณะ Google map และ Rx level map.....	59
4.22 Rx level ของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางการ Drive test ของ ทรูมูฟ ในลักษณะ Google map และ Rx level map.....	60
4.23 Rx level ของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางการ Drive test ของ ฮัทชิสันในลักษณะ Google map.....	61
4.24 ช่องสัญญาณใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ เอไอเอส.....	62
4.25 ช่องสัญญาณใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ แทค.....	63
4.26 ช่องสัญญาณใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ ทรูมูฟ.....	63
4.27 Signal to Noice Ratio ของ ฮัทชิสัน.....	64
4.28 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งานของ เอไอเอส.....	65
4.29 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณ ข้างเคียงของ เอไอเอส.....	65
4.30 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งานของ แทค.....	66
4.31 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณ ข้างเคียงของ แทค.....	66
4.32 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งานของ ทรูมูฟ.....	67

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.33 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณ ข้างเคียงของ ทรมูฟ.....	67
4.34 กราฟ Rx level serving (Voice) ของ ฮัทชีสัน.....	68
4.35 กราฟ Rx level serving (Voice) และ Data ของ ฮัทชีสัน.....	68

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวันของคนไทย ส่งผลให้มีผู้สนใจเข้ามาเป็นผู้ประกอบการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งผู้ที่ได้รับใบอนุญาตให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบที่ 3 จากสำนักงานคณะกรรมการกิจการวิทยุกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้แก่บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) หรือ กสท และบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) หรือ ทีโอที ทั้งนี้หน่วยงานทั้งสองได้มอบสิทธิการให้บริการแก่เอกชนผู้สนใจเข้าเป็นผู้ดำเนินการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนี้

1. บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)<sup>1</sup> หรือ เอไอเอส ให้บริการด้วยระบบ GSM ความถี่ย่าน 900 MHz ติดตั้ง Cell sites ครอบคลุมพื้นที่บริการมากและมีส่วนแบ่งทางการตลาดเป็นอันดับ 1 (42.47%) ขณะนี้อยู่ระหว่างการพัฒนาระบบไปสู่เทคโนโลยี 3G (WCDMA) อีกทั้งได้รับใบอนุญาตในการทดลองให้บริการ ระบบ 3G จาก กสทช. ในบางพื้นที่

2. บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด (มหาชน)<sup>2</sup> หรือ แทค ให้บริการด้วยระบบ GSM ความถี่ย่าน 1800 MHz ติดตั้ง Cell sites ครอบคลุมพื้นที่บริการ ซึ่งมีส่วนแบ่งทางการตลาดเป็นอันดับที่ 2 (32.60%) และอยู่ระหว่างการศึกษาพัฒนาระบบไปสู่เทคโนโลยี HSPA ในย่านความถี่ 850 MHz

3. บริษัท ทรูมูฟ จำกัด หรือ ทรูมูฟ<sup>3</sup> ให้บริการด้วยระบบ GSM ความถี่ย่าน 1800 MHz ติดตั้ง Cell sites ครอบคลุมพื้นที่บริการ ซึ่งมีส่วนแบ่งทางการตลาดเป็นอันดับที่ 3 (23.40%) ซึ่งอยู่ระหว่างการศึกษาพัฒนาระบบไปสู่เทคโนโลยี HSPA ในย่านความถี่ 850 MHz เช่นเดียวกัน

---

<sup>1</sup> สัญญาอนุญาตให้ดำเนินการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular Mobile Telephone) ระหว่าง บมจ. ทีโอที กับ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ลงวันที่ 27 มีนาคม 2533

<sup>2</sup> สัญญาให้ดำเนินการให้บริการวิทยุคมนาคมระบบเซลลูลาร์ ระหว่าง บมจ. กสท โทรคมนาคม กับ บมจ. โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น ทะเบียนสัญญาเลขที่ 3/2533 ลงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2533

<sup>3</sup> สัญญาให้ดำเนินการให้บริการวิทยุคมนาคมระบบเซลลูลาร์ DIGITAL PCN (PERSONAL COMMUNICATION NETWORK) 1800 ระหว่าง บมจ. กสท โทรคมนาคม กับ บริษัท ทรูมูฟ จำกัด ลงวันที่ 20 มิถุนายน 2539

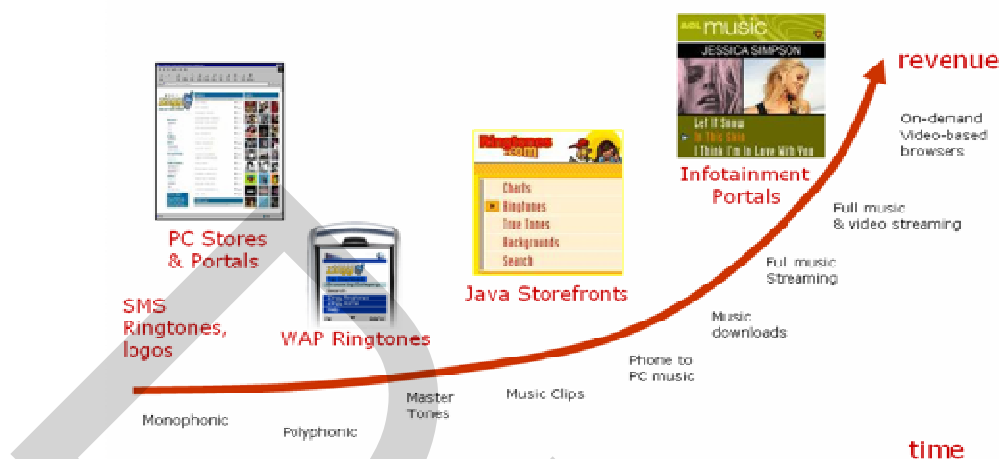
4. บริษัท ฮัทชีสัน ซี เอ ที ไวร์เลส มัลติมีเดีย จำกัด<sup>4</sup> หรือ ฮัทชีสัน ได้รับสิทธิทำการตลาดบริการระบบ CDMA (Code Dividual Multimedia Access) ด้วยย่านความถี่ 800 MHz ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล 25 จังหวัด จาก กสท และมีส่วนแบ่งทางการตลาดเป็นอันดับที่ 4 (1.41%) สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศนอกเหนือจากนี้ กสท เป็นผู้ให้บริการเข้าสู่ระบบ CDMA 20001x EV-DO

คลื่นความถี่และจำนวนสถานีแม่ข่าย (Cell site) หรือโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ถือเป็นปัจจัยสำคัญของผู้ประกอบการแต่ละรายเนื่องจากเป็นตัวกำหนดความได้เปรียบเสียเปรียบของการพัฒนาบริการที่แตกต่างกัน ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องหาวิธีหรือกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อช่วงชิงส่วนแบ่งทางการตลาด (Marketing Share) ให้ได้มากที่สุด เพื่อเป็นฐานในการต่อยอดบริการ รวมถึงรักษาและเพิ่มรายได้ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และกลยุทธ์ที่ผู้ประกอบการมักนำมาใช้ในการแข่งขันคือ กลไกทางการตลาด และรายการส่งเสริมการขายในรูปแบบต่างๆ

อย่างไรก็ตาม การได้มาของส่วนแบ่งทางการตลาด (Marketing Share) ด้วยกลยุทธ์ข้างต้น เช่น การแข่งขันในด้านราคา บริการเสริม ขายเครื่องลูกข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีรูปแบบการใช้งาน (Function) หลากหลาย พร้อมแพ็คเกจ (Package) การใช้บริการ ฯลฯ ไม่ได้สะท้อนถึงความเป็นจริงของความสามารถบริการ เนื่องจากสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถบริการของผู้ประกอบการแต่ละรายนั้นคือ “คุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่” ซึ่งผู้ใช้บริการน้อยคนนักที่ทราบถึงข้อเท็จจริงนี้ ดังนั้นผู้ใช้บริการจึงมักตัดสินใจเลือกใช้บริการจากการโฆษณาและรายการส่งเสริมการขาย รวมถึงกระแสความนิยมตามช่วงเวลานั้นๆ เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้งานที่แท้จริงของแต่ละคน อีกทั้งเป็นการสร้างกิมนิสการใช้จ่ายที่ฟุ่มเฟือย สูญเปล่าโดยไม่รู้ตัว เช่น เลือกใช้อุปกรณ์ปลายทาง (เครื่องลูกข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่) ราคาแพงที่มี Function มากๆ การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยเหตุผลที่ว่ายิ่งใช้มากยิ่งได้ส่วนลดค่าบริการ การส่ง SMS เพื่อชิงโชค หรือให้คะแนน Vote ใน Event ต่างๆ เป็นต้น

<sup>4</sup> สัญญาทำการตลาดบริการวิทยุคมนาคมระบบเซลลูลาร์ Digital AMPS 800 Band A ระหว่าง บมจ. กสท โทรคมนาคม กับ บริษัท ฮัทชีสัน ซีเอที ไวร์เลส มัลติมีเดีย จำกัด ฉบับลงวันที่ 14 สิงหาคม 2539

## The Evolution of mobile content from ringtones to richer types of multimedia



ภาพที่ 1.1 Function ของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่<sup>5</sup>

จากความสำคัญและปัญหาของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ข้างต้น ผู้วิจัยจึงคิดทำการวิจัยในเรื่องนี้เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีอิทธิพลต่อแนวโน้มการตัดสินใจของผู้ใช้บริการในการเลือกใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จากผู้ประกอบการรายหนึ่ง รายใด ได้อย่างตรงประเด็น อีกทั้งผลจากการวิจัยนี้ กสท และ ทีโอที ในฐานะผู้มอบสิทธิดำเนินการแก่ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้เป็นคู่มือในการตรวจสอบ ควบคุมการดำเนินการของผู้ประกอบการให้มีคุณภาพ และถูกต้องตามข้อกำหนดในเงื่อนไขของสัญญา ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนในการเลือกใช้และติดตั้งเครื่องอุปกรณ์โครงข่าย (Network) ที่เหมาะสม การปรับปรุงบริการให้เพียงพอต่อการให้บริการ การเลือกใช้กลไกทางการตลาดที่เหมาะสม การศึกษาข้อดี/ข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยีที่ให้บริการ ณ ปัจจุบันในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการลงทุนที่จะเลือกเทคโนโลยีและเครื่องอุปกรณ์โครงข่าย (Network) ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง การวางแผนการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคตให้มีความต่อเนื่องกับบริการที่มีอยู่เดิม ส่งผลถึงการวางแผนทางการตลาดที่ชัดเจนและเป็นไปได้จริง การต่อยอดบริการจากการพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งผู้ให้บริการและสังคมส่วนรวมจะได้รับประโยชน์ในระยะยาว รวมถึงเป็นคู่มือที่ใช้ประกอบการเจรจาต่อรองส่วนแบ่งผลประโยชน์ที่ภาครัฐควรได้รับอย่างสมเหตุสมผล ครบถ้วนตามข้อเท็จจริง และประกอบการประเมินมูลค่าของกิจการในอนาคต

<sup>5</sup> ที่มา : [www.xellular.net](http://www.xellular.net) By establishing the first content-based services



## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทดสอบคุณภาพของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการแต่ละราย ณ บริเวณโดยรอบศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ได้แก่ บริเวณถนนแจ้งวัฒนะ ถนนประชาชื่น สนามกอล์ฟราชพฤกษ์ และถนนกำแพงเพชร 6 ของกรุงเทพมหานคร ได้แก่

1. Completed call
2. Blocked call
3. Dropped call
4. เวลาที่ใช้ในการ Upload/Download ข้อมูลภาพและเสียงผ่าน Website หรือ Http browsing
5. ความเข้มของสัญญาณ (Rx Level)
6. การครอบคลุมพื้นที่บริการ (Coverage Area)



ภาพที่ 1.2 หน่วยงานต่างๆ โดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 1.3 บริเวณถนนแจ้งวัฒนะ หน้าศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ มุ่งหน้าห้าแยกปากเกร็ด

จากภาพที่ 1.2 และ 1.3 เห็นได้ว่า ณ บริเวณถนนแจ้งวัฒนะนั้น มีหน่วยงานต่างๆ มากมายไม่ว่าจะเป็นที่ทำการและสำนักงานของภาครัฐและเอกชน ได้แก่ กสท, ทีโอที, ศาลปกครอง, สำนักงาน DSI และส่วนราชการต่างๆ ที่ตั้งอยู่ในศูนย์ราชการ อาคารสำนักงานเอกชน รวมถึงที่พักอาศัย ทำให้มีการสัญจรไปมาตลอดทั้งวัน ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 การสัญจรบนถนนแจ้งวัฒนะหน้าศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติมุ่งหน้าสถานีรถไฟหลักสี่

### 1.3 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย ได้แก่ ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ parameter ต่างๆ ที่ได้จากสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการแต่ละรายเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนครั้งในการเรียกเข้าได้สำเร็จ จะต้องมีค่าตามกรอบมาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการกิจการวิทยุกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) กล่าวคือ

#### 1. Drive test Quality<sup>6</sup> ซึ่งประกอบด้วย

1.1 Completed call (อัตราส่วนจำนวนการเรียกที่สำเร็จต่อจำนวนการเรียกทั้งหมด) จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 85

1.2 Blocked call (อัตราส่วนจำนวนครั้งการเรียกไม่สำเร็จต่อจำนวนการเรียกทั้งหมด) จะต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15

1.3 Dropped call (อัตราส่วนสายหลุดระหว่างสนทนา) จะต้องมีค่าไม่มากกว่าร้อยละ 2

1.4 เวลาที่ใช้ในการ Upload/Download ข้อมูลภาพและเสียงผ่าน Website หรือ Http browsing ของผู้ให้บริการทั้ง 4 ราย

2. Rx Level ระดับความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Signal Strength) ระหว่าง BTS กับเครื่องลูกข่าย มีค่า  $\geq -120$  dBm

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

1. กสท และ ทีโอที สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ ไปใช้ดังต่อไปนี้ คือ

1.1 สร้างคู่มือในการตรวจสอบการดำเนินการตามเงื่อนไขของสัญญาฯ ได้แก่ การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์โครงข่าย (Network) ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้บริการ

1.2 เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาอนุมัติแผนการขยายบริการและการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม และ/หรือใช้เป็นข้อเสนอหรือแนะนำในการลงทุนด้าน Network ต่อไปในอนาคต

1.3 สร้างคู่มือในการตรวจสอบการนำส่งส่วนแบ่งรายได้ตามเงื่อนไขของสัญญาฯ

<sup>6</sup> ประกาศคณะกรรมการกิจการการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานและคุณภาพการให้บริการโทรคมนาคมทางเสียง เล่ม 125 ตอนพิเศษ 34 ง วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2551 เอกสารแนบท้าย หน้า 4, 7

1.4 เป็นข้อมูลในการเจรจาต่อรองส่วนแบ่งผลประโยชน์ส่วนเพิ่มนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในสัญญาฯ และเป็นข้อมูลประกอบการประเมินมูลค่าของกิจการ และ เครื่องอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่

2. ผู้ประกอบการ สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ ดังต่อไปนี้

2.1 ใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการลงทุนในการขยาย Network และการพัฒนาเทคโนโลยีในระยะยาว

2.2 ใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างศักยภาพเหนือคู่แข่ง อาทิ เช่น การสร้างความพึงพอใจ รวมถึงสนองความต้องการใช้บริการของผู้ใช้บริการให้ตรงตามเป้าประสงค์ กล่าวคือ ทราบถึงจุดเด่น – จุดด้อยของกลุ่มแข่งขัน และเลือกใช้กลยุทธ์ในการแข่งขัน ได้อย่างถูกต้อง

2.3 สร้างคู่มือในการวางแผนทำการตลาดทั้งระยะสั้นและระยะยาว

3. ผู้ใช้บริการ สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จากผู้ประกอบการรายหนึ่ง รายใด รวมทั้งการเลือกใช้บริการเสริม หรือ content ต่างๆ ได้อย่างคุ้มค่าตรงตามความต้องการใช้งานจริง และสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ปลายทาง (เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่) ได้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานจริง

## 1.5 บันทึกข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

บันทึกข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย ได้แก่

1. ประชากร (ผู้ประกอบการให้บริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่) ที่ใช้ในการวิจัยมีความสามารถในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เท่าเทียมกัน

2. การเก็บข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในบริเวณเดียวกัน แต่วันและเวลาต่างกัน ไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของ parameter ต่างๆ ที่ได้จากสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่แตกต่างกัน

## 1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

การทดสอบคุณภาพ หมายถึงการวัดค่าการทำงานของระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้แก่ Call Information, Drive test Quality และ Rx Level

**Call Information** หมายถึง ข้อมูลเบื้องต้นการแสดงตนของสถานีแม่ข่าย/ชุมสาย โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการแต่ละราย ซึ่งจะมียี่ห้อระบุตัวตน และจำนวนที่เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่พบเห็น ณ เวลาที่ทำการ Drive test

**Drive test** หมายถึง วิธีการตรวจวัดคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่โทรออกไปยังปลายทางในขณะที่ขับขี้นพาหนะเคลื่อนที่ไปบนเส้นทางสัญจร (Network Monitoring on The road)

**Drive test Quality** หมายถึงคุณภาพการทำงานของอุปกรณ์โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อเปรียบเทียบกับ Traffic กับอุปกรณ์ที่ใช้งานจริง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพในการเรียกเข้า รวมถึงการให้บริการด้านข้อมูล Multimedia ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนถึงการใช้งานสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานขณะ Drive test

**Rx Level** หมายถึง ความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ระหว่าง BTS กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

**สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่** หมายถึง สื่อนำข้อมูลเสียงและภาพจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่ง โดยผ่านคลื่นความถี่ที่กำหนด

**Subscriber** หมายถึง เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

**dBm** หมายถึง หน่วยวัดค่ากำลังส่งของสัญญาณผ่านคลื่นความถี่ กล่าวคือ  $dB = \log \text{Output/ Input}$  (ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเป็นลบ)

**msec (Millisecond)** หมายถึง หนึ่งในพันของวินาที ( $10^{-3}$ ) เป็นหน่วยวัดเวลาที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพของการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตั้งแต่โทรออกจากต้นทาง จนถึงติดต่อปลายทางได้สำเร็จตามเป้าประสงค์

**kbps (Kilo bit per second)** หมายถึง หน่วยวัดความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตต่อวินาที  $1 \text{ kbps} = 1024 \text{ bits}$

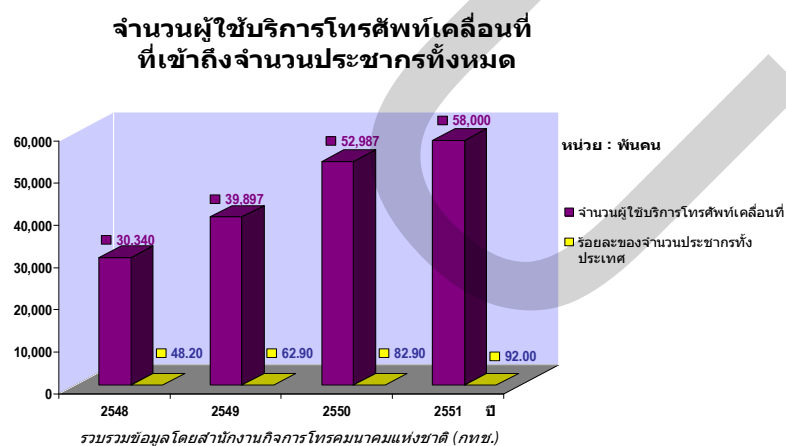
**ผู้ประกอบการ** หมายถึง ผู้ประกอบการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้แก่ บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) หรือ เอไอเอส<sup>1</sup> บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด (มหาชน) หรือ แทค<sup>2</sup> บริษัท ทรูมูฟ จำกัด หรือ ทรูมูฟ<sup>3</sup> และบริษัท ฮัทชิสัน ซี เอ ที ไวร์เลส มัลติมีเดีย จำกัด หรือ ฮัทชิสัน<sup>4</sup>

## บทที่ 2

### การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ตลาดธุรกิจโทรศัพท์เคลื่อนที่

ในปี พ.ศ. 2543 เป็นปีที่การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยมีการขยายตัวมากถึงร้อยละ 46.3 และมียอดการจดทะเบียนใช้บริการถึง 3.6 ล้านเลขหมาย ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2544 การขยายตัวสูงถึงร้อยละ 118.4 ยอดจดทะเบียนใช้บริการถึง 7.9 ล้านเลขหมาย และมีการขยายตัวมาตลอด จากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีผลมาจากการแข่งขันของผู้ประกอบการ โดยที่ผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ทางการตลาด ควบคู่กับการลงทุนด้าน Network ให้เพียงพอต่อการบริการ เพื่อสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้บริการ ทั้งนี้ เนื่องจากจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี 2547 มีผู้ใช้ประมาณ 30 ล้านเลขหมาย แต่ในปี 2551 มีการใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยประมาณ 60 ล้านเลขหมาย โดยที่ Penetration rate ของการเติบโตของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เรียกว่า 9 คนใน 10 คนของประชากรในประเทศไทยเป็นผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่



ภาพที่ 2.1 จำนวนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่และจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ต่อประชากร 100 คน ในช่วง 2548 – 2551<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://r66.wdfiles.com/local--files/start/Scribebook%208%20-%20Mobile%20Computing%20Homework.pdf>

จากข้อมูลที่ได้มีการรวบรวม ณ เดือนธันวาคม 2553 โดยฝ่ายบริหารสัญญาร่วมการงาน สายงานกฎหมายและธุรกิจร่วมการงาน กสท ดังปรากฏในตารางที่ 2.1 มียอดการใช้ โทรศัพท์เคลื่อนที่รวมถึง 73.14 ล้านเลขหมาย โดยแบ่งเป็นใช้ในระบบ Postpaid 6.96 ล้านเลขหมาย และระบบ Prepaid 66.18 ล้านเลขหมาย<sup>8</sup>

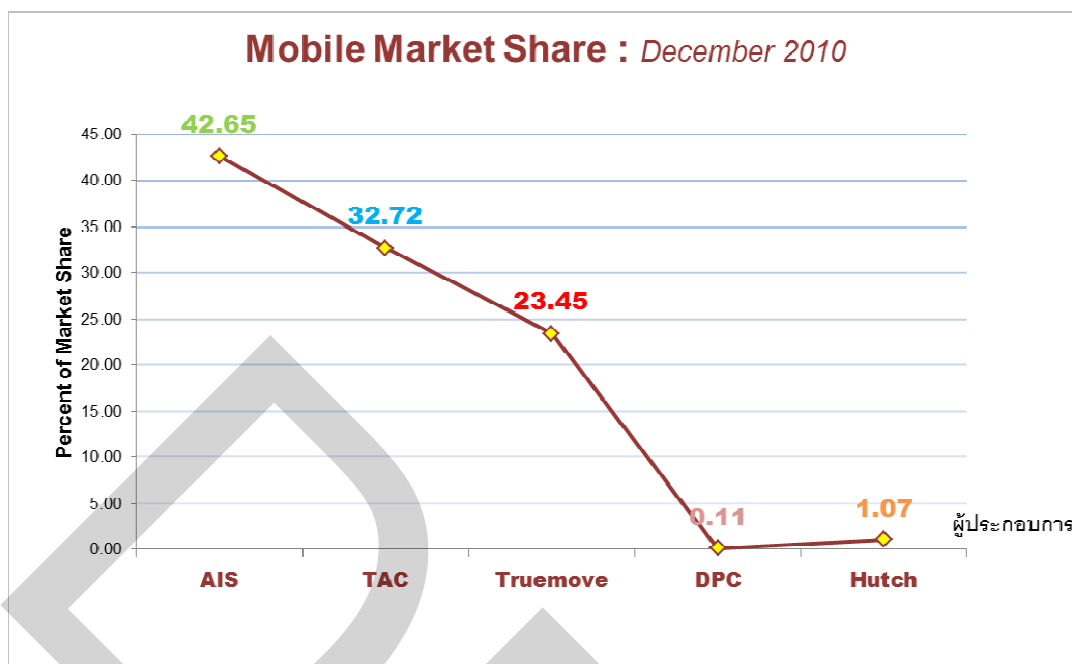
ตารางที่ 2.1 ส่วนแบ่งตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ณ เดือนธันวาคม 2553<sup>8</sup>

หน่วย:ล้านบาท

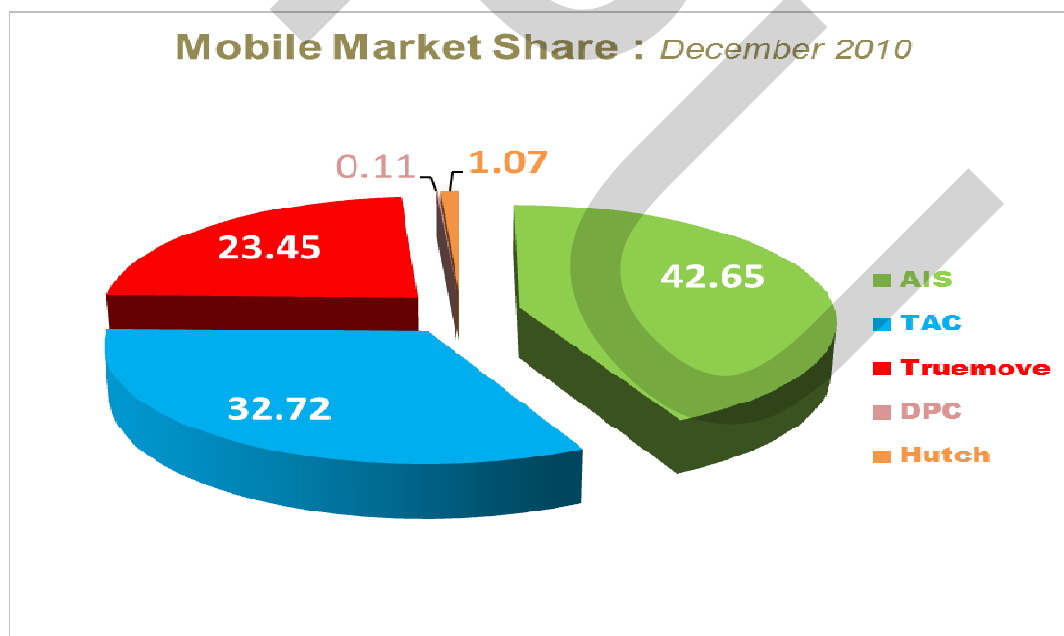
ผู้ประกอบการ	จำนวนผู้ใช้บริการ (เลขหมาย)			Market Share (%)	รายได้เฉลี่ย/เลขหมาย/เครื่อง	
	POSTPAID	PREPAID	รวม		POSTPAID	PREPAID
AIS	3,052,000	28,148,000	31,200,000	42.65	667.00	195.00
TAC	2,172,013	21,761,642	23,933,655	32.72	611.35	207.27
Truemove	1,345,195	15,804,698	17,149,893	23.45	413.39	85.64
DPC	78,132	-	78,132	0.11	546.02	-
Hutch	317,804	466,076	783,880	1.07	755.00	138.00
Total	6,965,144	66,180,416	73,145,560	100.00	3,012.76	625.91

ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงในรูปภาพประเภทต่างๆ เพื่อความชัดเจนตามภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3

<sup>8</sup> ที่มา: ฝ่ายบริหารสัญญาร่วมการงาน สายงานกฎหมายและธุรกิจร่วมการงาน กสท เอกสารรายงานจำนวนผู้ใช้บริการและรายได้จากการให้บริการวิทยุคมนาคมระบบเซลลูลาร์ ที่ กสท สร. (ศท)/423 ลงวันที่ 1 มีนาคม 2554



ภาพที่ 2.2 ส่วนแบ่งการตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ณ เดือนธันวาคม 2553<sup>8</sup>



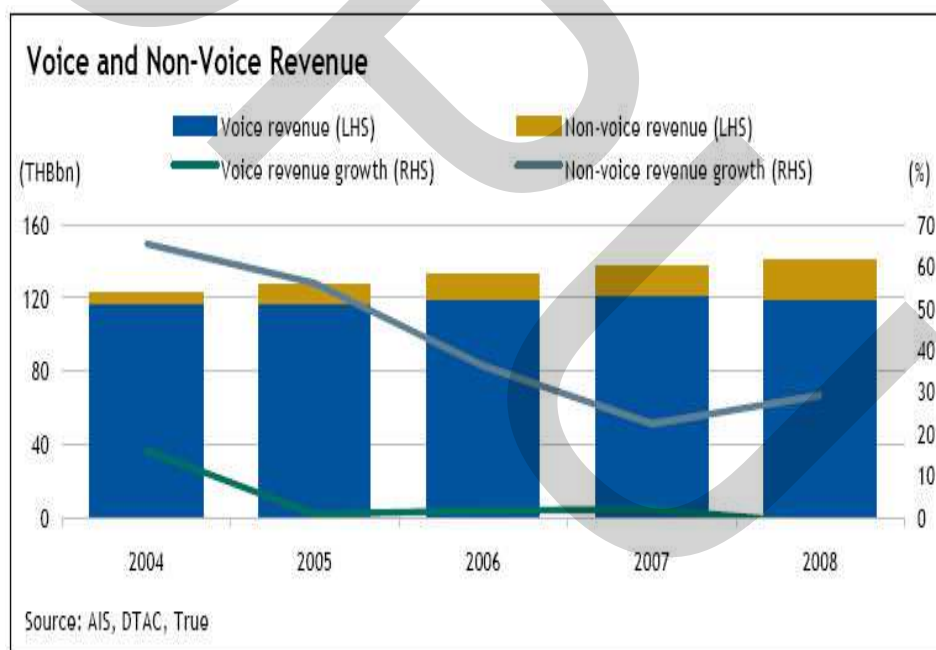
ภาพที่ 2.3 ส่วนแบ่งตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ณ เดือนธันวาคม 2553<sup>8</sup>

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าเพียงแค่มิใช่ปีมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างมาก กล่าวคือการเติบโตของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีลักษณะก้าว



กระโดด ทั้งนี้การเรียกเก็บค่าใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่มี 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทบัตรเติมเงิน (Prepaid) หรือการเก็บเงินค่าใช้บริการล่วงหน้า และประเภทค่าบริการรายเดือน (Postpaid) โดยส่วนใหญ่ 90% ใช้บริการแบบบัตรเติมเงิน เหตุผลที่มีผู้ใช้บริการประเภทบัตรเติมเงินเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสะดวกและเข้าถึงโปรมโชันได้ง่ายไม่ซับซ้อน เพียงใช้อัตราค่าโทรและช่วงเวลาในการโทร เป็นตัวสร้างความแตกต่างในการแข่งขัน ในทางกลับกันในมุมมองของผู้ประกอบการนั้น รายได้ที่เกิดจากบัตรเติมเงินมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับรายได้ที่เกิดจากผู้ใช้บริการประเภทค่าบริการรายเดือนดังตารางที่ 2.1 ในหน้าที่ 10

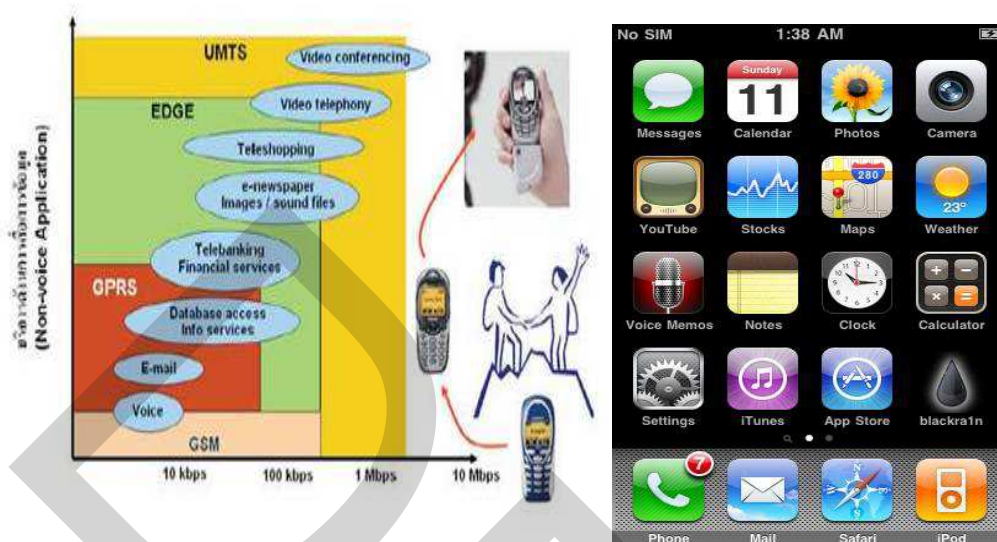
โดยทั่วไปการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันจะมี 2 รูปแบบหลักๆ คือ Voice และ Non-Voice (SMS, MMS, E-mail, Internet, application ต่างๆ รวมไปถึงการ download multimedia, การใช้บริการ Mobile banking และเกมส์ต่างๆ) โดยส่วนใหญ่ของการใช้ Non-Voice จะเป็นการส่ง SMS โดยการส่ง MMS เป็นลำดับรองลงมา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของรายได้และปริมาณการให้บริการของทั้ง 2 รูปแบบ ตามภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 สัดส่วนรายได้และการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบ Voice และ Non-Voice<sup>9</sup>

<sup>9</sup> ที่มา : [www.http://r63.wikidot.com/scribe-book-7-part-1](http://r63.wikidot.com/scribe-book-7-part-1)

Non-Voice Applications คือการให้บริการในรูปแบบของการส่ง SMS, MMS, Internet รวมถึงการ Upload/Download applications ดังปรากฏตามภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การให้บริการ Applications ต่างๆ ในรูปแบบ Non-Voice<sup>10</sup>

## 2.2 โครงสร้างหลักของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

ผู้ประกอบการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างคุณภาพของการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้เทียบเท่าหรือเหนือกว่าคู่แข่ง โดยคำนึงถึงความสามารถทางด้านงบประมาณ ดังนั้นการวางแผนออกแบบการสร้างโครงข่าย (Network) ได้แก่ชุมสาย สถานีแม่ข่าย และระบบเสาอากาศ จึงเป็นความสำคัญอย่างยิ่งในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยวิศวกรผู้ออกแบบระบบจำเป็นต้องทำการคำนวณวงจรสื่อสารระหว่างผู้รับและผู้ส่ง ซึ่งหากทำการออกแบบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถรองรับการใช้งานของผู้ใช้บริการได้โดยไม่เกิดปัญหา วงจรเต็ม หรือมีอัตราการติดขัดล่าช้าของเสียงและข้อมูลต่ำที่สุด นับได้ว่าผู้ประกอบการรายนั้นเป็นผู้ดำเนินธุรกิจได้อย่างสัมฤทธิ์ผล และมีความได้เปรียบเหนือคู่แข่งรายอื่นๆ การออกแบบชุมสายและสถานีแม่ข่ายโดยทั่วไปวิศวกรผู้ออกแบบระบบจะคำนวณความสามารถของโครงข่ายโดยกำหนดหน่วยวัดปริมาณข้อมูลเป็น Erlang เพื่อใช้อธิบายถึงความสามารถของเครือข่ายหรือระบบสื่อสารโทรคมนาคม ว่าสามารถรองรับปริมาณการใช้งานได้มากน้อยเพียงใด รวมทั้งใช้ในการอธิบายหรือวัดปริมาณการใช้งานระบบของผู้ใช้บริการอีกด้วย ดังนี้

<sup>10</sup> [www.http://r63.wikidot.com/scribe-book-7-part-1](http://r63.wikidot.com/scribe-book-7-part-1)

$$A = Q \times T / 60$$

โดย A คือค่า Erlang ที่ต้องการคำนวณ

Q คือปริมาณการใช้โทรศัพท์สูงสุดต่อชั่วโมง (จำนวนครั้ง) คิดที่ชั่วโมงเร่งด่วน

T คือค่าเวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้บริการแต่ละรายโทรในแต่ละครั้ง (นาที)

โครงสร้างของระบบชุมสาย และสถานีแม่ข่ายที่ผู้ประกอบการใช้ในปัจจุบันประกอบด้วย

1. Base Transceiver Station (BTS) หรือสถานีฐาน ซึ่งเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีแม่ข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ BTS จะมีตำแหน่งอยู่ภายในกึ่งกลางของเซลล์ในกรณีเซลล์แบบ omni และ BTS 1 ตัวยังสามารถควบคุมเซลล์ได้มากกว่า 1 เซลล์ (ทั่วไปควบคุม 3 เซลล์) อุปกรณ์ BTS จะเป็นตัวแปรหนึ่งที่กำหนดขอบเขตความกว้างของเซลล์นั้นๆ และภายใน BTS 1 ตัว สามารถติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณวิทยุได้มากถึง 16 ชุด (รองรับความถี่ได้ 16 คู่)

2. Base Station Controller (BSC) อุปกรณ์ควบคุมสถานีฐาน ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมการทำงานของ BTS จำนวนหลายๆ ตัว ซึ่งจะควบคุมได้มากจำนวนเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ผลิตอุปกรณ์แต่ละราย หน้าที่หลักของ BSC คือการบริหารการใช้ความถี่ของ BTS และการเชื่อมต่อวงจรและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง BTS และบางครั้งจะเรียก BSC และ BTS รวมกันว่า BSS (Base Station Subsystem)

3. Mobile Services Switching Center (MSC) ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายด้วยกันและอุปกรณ์อื่นภายในเครือข่าย รวมถึงการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายอื่นๆ ด้วย เช่น PSTN, ISDN

4. MSC จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของสิทธิในการเข้าถึง หรือการเชื่อมต่อกัน และกันตามข้อตกลงที่มีต่อกันระหว่างผู้ประกอบการต่างๆ

5. Home Location Register (HLR) ฐานข้อมูลผู้ใช้บริการกลาง ทำหน้าที่เก็บรวบรวมเลขหมาย และข้อมูลเฉพาะของผู้ใช้บริการ ได้แก่

5.1 IMSI (International Mobile Subscriber Identity) เลขหมายอ้างอิงของผู้ใช้บริการภายในเครือข่าย

5.2 MSISDN (Mobile Subscriber ISDN Number) เลขหมายที่ใช้ในการโทรติดต่อกัน

5.3 Authentication Key เพื่อตรวจสอบส่วนบุคคล

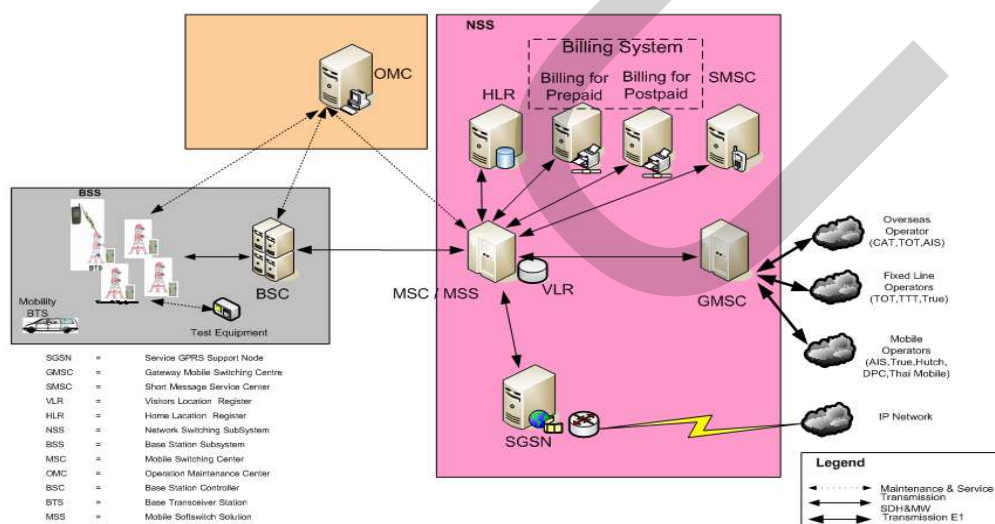
5.4 บริการเสริมต่างๆ ที่ผู้ใช้บริการขอเปิดใช้กับผู้ประกอบการ

6. Visitor Location Register (VLR) ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่เข้ามาใช้งานใน MSC นั้นๆ โดยแบ่งการจัดเก็บไว้เป็น 2 ส่วน คือการจัดเก็บถาวร และการจัดเก็บชั่วคราว จุดประสงค์ของการออกแบบให้มี VLR ทำการจัดเก็บข้อมูลแบบชั่วคราว เพื่อให้ VLR ทำหน้าที่ร่วมกับ MSC สำหรับเชื่อมต่อวงจร (Cell Establishment) และการตรวจสอบยืนยันการใช้งาน (Authentication Procedure) ซึ่งการระบุตำแหน่งของเลขหมายผู้ใช้บริการโดยใช้ VLR ช่วยลดปริมาณการส่งสัญญาณสอบถามตำแหน่งจาก MSC ไปยัง HLR เนื่องจาก MSC สามารถติดต่อโดยตรงกับ VLR ของตนได้โดยตรง ดังนั้น หากมีผู้ใช้บริการเคลื่อนย้ายตำแหน่งการใช้งานของตนไปยังพื้นที่ของ MSC อื่น VLR ประจำ MSC เดิมจะลบข้อมูลเลขหมายดังกล่าวออก และ VLR ของ MSC พื้นที่ใหม่จะทำการจัดเก็บข้อมูลของเลขหมายนั้น พร้อมกับการแจ้งให้ HLR รับรู้การเปลี่ยนแปลงและทำการปรับข้อมูลระบุตำแหน่งของผู้ใช้บริการ

7. Operation and Maintenance Center (OMC) อุปกรณ์ตรวจสอบและซ่อมบำรุงทำหน้าที่ควบคุมและบริหารการทำงานของระบบเครือข่ายโดยรวม OMC แบ่งเป็น

7.1 OMC-S (OMCswitch) ทำหน้าที่ควบคุมและบริหารการทำงานของ MSC และ HLR

7.2 OMC-R (OMC Radio) ทำหน้าที่ควบคุมและบริหารการทำงานของ BSC และ BTS ซึ่งทั้งหมดนี้ได้แสดงภาพรวมไว้ในภาพที่ 2.6 แล้ว



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของระบบชุมสาย และสถานีแม่ข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

นอกจากนี้ ยังมีกระบวนการทำงานที่สำคัญที่ส่งผลต่อสมรรถนะของการให้บริการ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้แก่ กระบวนการย้ายข้ามเซลหรือนิยมเรียกว่า แสนด์ออฟ (Handoff – for Analog System) หรือแฮนด์โอเวอร์ (Handover – for Digital System) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เครื่องลูกข่ายมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้อย่างต่อเนื่องแม้ขณะเดินทางข้ามระหว่างเซลหนึ่งไปยังอีกเซลหนึ่งเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องทุกที่ ทุกเวลา และปัจจัยที่จะต้องพิจารณาในการทำแฮนด์ออฟนั้น ประกอบด้วย คุณภาพของสัญญาณความถี่ (Received Signal Quality Level) ซึ่งแสดงระดับความผิดพลาดของข้อมูล มีหน่วยวัดเป็น BER (Bit Error Rate) และระดับความแรงหรือความเข้มของสัญญาณความถี่ (Received Signal Strength level) ซึ่งขึ้นอยู่กับความไวในการรับสัญญาณของเครื่องลูกข่ายแต่ละรุ่นด้วย หากเครื่องลูกข่ายนั้นๆ มีค่า dBm เป็นลบน้อยเท่าใดก็แสดงว่ามีความไวในการรับสัญญาณสูง แต่หากอัตราความผิดพลาดของเครื่องลูกข่ายที่ได้รับจากเซลล์ที่ใช้งานอยู่สูงมากขึ้น หรือระดับสัญญาณที่ได้รับจากเซลล์ที่ใช้งานอยู่มีระดับต่ำมาก ๆ ก็จำเป็นต้องทำการแฮนด์ออฟ โดยการย้ายเครื่องลูกข่ายไปใช้เซลล์อื่นที่มีระดับความเข้มของสัญญาณที่ดีกว่า แล้วแต่กรณี อย่างไรก็ตามก็ต้องพิจารณาปัจจัยแวดล้อมประกอบด้วย เช่น เครื่องลูกข่ายอยู่ห่างจากสถานีฐานมาก หรืออยู่ในบริเวณอับสัญญาณ อาทิ ชั้นใต้ดินของอาคาร หรือในลิฟท์โดยสาร เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม มีผู้ให้ความสนใจทำการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ในด้านต่างๆ ดังจะกล่าวถึงพอเป็นสังเขปต่อไปนี้

ณัฐพร แสงชายเจริญ อานนท์ ดันติเสวี วริษา กัณห์รัตนชัย ณัฐพล ขาวสนิท อภินันท์ วงศ์ศุภเลิศ เขาวนาฏ รุ่งเจริญนาน นิลุบล ธรรมชุน และศุภชาติ กิจศรีนภดล (2554)<sup>11</sup> ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหาของผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคมเพื่อศึกษาถึงปัญหาของผู้บริโภคในกิจกรรมโทรคมนาคมในส่วนของโทรศัพท์บ้าน โทรศัพท์เคลื่อนที่ และอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะศึกษาทั้งปัญหา แนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งกระบวนการรับและจัดการปัญหา โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เช่น ข้อมูลจาก สบท. โดยตรง รวมทั้งการสัมภาษณ์จากทั้งทาง สบท. ผู้ประกอบการ และหน่วยงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านโทรคมนาคม เพื่อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมที่จะช่วยลดปัญหาของผู้บริโภค ปัญหา ร้องเรียนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ (มือถือ) นั้นเป็นปัญหาที่พบมากที่สุด เนื่องจากความสะดวกในการใช้งาน และการให้บริการที่หลากหลาย จึงทำให้พบว่ามีจำนวนเรื่องร้องเรียนจำนวนมากที่สุดได้แก่ ระบบเติมเงิน

<sup>11</sup> วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ Information Technology and Management สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์

(Prepaid) คือ การกำหนดวันหมดอายุโทรศัพท์ในระบบเติมเงิน ส่งผลให้เมื่อถึงกำหนดวันใช้งานหมดลง ลูกค้าจะไม่สามารถใช้บริการใดๆ ได้เลย (ตัดสัญญาณ โทรศัพท์) ถึงแม้จะมีประกาศเรื่องมาตรฐานสัญญาให้บริการโทรคมนาคม ข้อ 11 ห้ามกำหนดวันหมดอายุระบบเติมเงิน ซึ่งทางผู้ประกอบการไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากกระทบกับต้นทุนในการดำเนินธุรกิจ รวมทั้งทำให้ไม่สามารถนำเลขหมายโทรคมนาคมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ แต่ทางผู้ประกอบการก็ได้หาทางออกอื่นโดยการนำเสนอบริการพิเศษเพื่อให้ได้รับวันเพิ่ม การถูกยึดเงินในระบบเติมเงินเกิดจาก 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 คือ ถูกยึดเงินเนื่องจากเติมเงินไม่ทันวันหมดอายุ และกรณีที่ 2 คือ ต้องการยกเลิกบริการแต่มีเงินค้างอยู่ในระบบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวผู้บริโภคสามารถแจ้งเรื่องขอรับคืนเงินได้กับทางผู้ประกอบการค่าบริการผิดพลาด ปัญหาที่สำคัญและมีมูลค่าสูงที่สุดคือ ปัญหาการใช้บริการโรมมิ่ง เกิดจากการใช้งานเกิน โพรโมชันและการเชื่อมต่ออัตโนมัติทั้ง WIFI EDGE และ GPRS รวมทั้งความรู้ไม่เข้าใจในการใช้บริการ โรมมิ่ง และความไม่เท่าทันในการใช้โทรศัพท์ สมาร์ทโฟนของผู้บริโภค ส่งผลให้เกิดการถูกเรียกเก็บค่าบริการที่สูง ซึ่งมีแนวทางการแก้ปัญหาโดยให้ผู้ประกอบการอธิบายเกี่ยวกับบริการ โรมมิ่งให้ถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วนแก่ผู้ใช้บริการ รวมทั้งการใช้งานโทรศัพท์สมาร์ตโฟน ปัญหาด้านมาตรฐานการให้บริการ การโทรข้ามเครือข่าย เป็นลักษณะของการที่ต้องโทรออกหลายๆ ครั้งจึงจะติดครั้งหนึ่ง คุณภาพความเร็วของ WIFI EDGE และ GPRS ไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ ซึ่งเกิดจากพื้นที่การใช้งานหรือตัวโทรศัพท์มือถือ ดังนั้นทาง สบต. สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคม หรือ ทริดี และ บริษัท ฟีริวิลด์ เอฟอีซ จำกัด ได้ร่วมกันพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ใช้งานผ่านเคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้บริโภคนำไปใช้งานและเก็บเป็นข้อมูลเพื่อแจ้งไปยังผู้ประกอบการเพื่อทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ปัญหาข้อมูลสิทธิส่วนบุคคล เป็นปัญหาที่พบมากที่สุดเป็นอันดับที่หนึ่ง คือ ข้อความขยะบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (SMS spam) เป็นลักษณะของข้อความที่ผู้ใช้บริการไม่ได้เรียกร้องให้ส่ง (unsolicited message) จึงเป็นการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล ทีมผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและมีการร้องเรียนเป็นจำนวนมากได้แก่ ค่าบริการผิดพลาด โบนัสที่ไม่ถูกต้องอัตราค่าบริการไม่ถูกต้อง มียอดค้างชำระเกินจริง ซึ่งปัญหาดังกล่าวก็มีประกาศ กทข. เรื่อง มาตรฐานและคุณภาพการให้บริการโทรคมนาคมประเภทเสียง ซึ่งกำหนดให้เรียกเก็บค่าบริการผิดพลาดได้ไม่เกิน 1% ของโบนัสค่าบริการ, ด้านมาตรฐานการให้บริการ ปัญหาที่พบได้แก่ สัญญาณโทรศัพท์ไม่ดี การซ่อมโทรศัพท์พื้นฐานที่ล่าช้าเมื่อเกิดปัญหาจากผู้ให้บริการ การบริการของพนักงานศูนย์บริการ หรือ Call Center เช่น การรับโทรศัพท์ของ call center ช้า การให้บริการไม่สุภาพ เป็นต้น ซึ่งสามารถติดต่อร้องเรียนได้ที่สายตรง สบต. 0-2634-6000, 0-2634-6000 หรือทาง กทข. Call Center 1200 หรือทางเว็บไซต์ [www.tci.or.th](http://www.tci.or.th) เพื่อให้ทาง สบต. ประสานงานกับทางผู้

ประกอบในการแก้ปัญหาดังกล่าว จากผลการทำวิจัยข้างต้นที่วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1. หน่วยงาน คຸ້ມครองຜູ້ບຣິໂກດດ້ານໂທຣຄມນາຄມ, ຜູ້ປຣະກອບກາຣ ແລະ ຜູ້ບຣິໂກດ ຄວຣມີກາຣຣ່ວມຄຸຍກັນເພື່ອາາຊ້ອຍຸດີ ທີ່ເໝາະສມທີ່ສຸດທີ່ເປັນທີ່ນ່າພອໃຈຂອງທັ້ງຜູ້ປຣະກອບກາຣ ແລະ ຜູ້ບຣິໂກດ ດ້ວຍໜ່ວຍງານຄຸ້ມครอง ຜູ້ບຣິໂກດດ້ານໂທຣຄມນາຄມທາຣນ່າທີ່ເປັນຄລາງ ແລະຣັບຟັງທັ້ງ 2 ຝ່າຍ ເພື່ອາາທາງອອກຂອງປຣົບຣາ ຣ່ວມກັນ 2. ປຣົບຣາທີ່ເກີດຈາກຄວາມຳຣູ້ ແລະຄວາມຳຣ່າໃຈໃນກາຣໃຊ້ບຣິໂກດ ຂຣ່ນ ກາຣໃຊ້ ບຣິໂກດ GPRS, ກາຣໃຊ້ໂຣມັງ ຯລຯ ທາງໜ່ວຍງານຄຸ້ມครองຜູ້ບຣິໂກດດ້ານໂທຣຄມນາຄມ ແລະ ຜູ້ປຣະກອບກາຣຄວຣມີກາຣປຣະຊາສັມພັນຣັດຣ່ວຜູ້ບຣິໂກດໃນຄລາງ ຂ່ອງທາງເພື່ອຳຣູ້ຜູ້ບຣິໂກດມີຄວາມ ຈຳໃຈໃນກາຣໃຊ້ບຣິໂກດຕ່າງໆ ມາກຂຶ້ນ 3. ຜູ້ບຣິໂກດຄວຣຈຣັກຊາສັທຣຂອງຕົວເອງ ດ້ວຍກາຣາາຄວາມຳຣູ້ ແລະ ທາຄວາມຳຣ່າໃຈກັບບຣິໂກດຕ່າງໆ ທີ່ຜູ້ປຣະກອບກາຣເປີດໃຫ້ບຣິໂກດ ເພື່ອາາໃຫ້ມີຄວາມຳຣ່າໃຈໃນກາຣໃຊ້ ບຣິໂກດຕ່າງໆ ແລະໃຊ້ໃນກາຣຣັກຊາສັທຣເມື່ອຳຣູ້ຣັບຄວາມເປັນຣຣຣມ 4. ຜູ້ປຣະກອບກາຣຄວຣມີກາຣ ຝັດຄອບຣມພັກງານທີ່ໃຫ້ຂ້ອມຸລ ແລະໃຫ້ບຣິໂກດຕ່າງໆ ກັບຜູ້ບຣິໂກດ ຂຣ່ນ call center, ພັກງານທີ່ shop ໃຫ້ ມີຄວາມຳຣູ້ ແລະຳຣ່າໃຈໃນບຣິໂກດຕ່າງໆ ຂອງບຣິໂກດຢ່າງແທ້ຈຣິງ ເພື່ອຳຣູ້ຳຣາມາດອົບາຍດັ້ງບຣິໂກດຕ່າງໆ ໃຫ້ ຜູ້ບຣິໂກດໄດ້ຳຣູ້ຳຣ່າໃຈ ແລະຊັດເຈນ

ສຸເມຣ ອຸດມຄິງ (2553)<sup>12</sup> ທຳກາຣວິຈັຍເຣື່ອງ ກາຣຣັກຊາສັທຣຂອງຜູ້ທີ່ເລືອກໃຊ້ ແລະຳຣູ້ ໂທຣຣັຟທີ່ເຄື່ອນທີ່ທີ່ຳຣາມາດສັ່ງຂ້ອຄວາມຕອບໂດ້ກັນຳຣ່າໃຈທັນທີຂອງບຸຄຄທັ້ງໄປໃນ ມາຣົວທຳລັຍເຊັງໄມ້ ດ້ວຍເບັບຈຳລອງໂລຈິດ ເພື່ອທຣາບດັ້ງພຣົດຄຣຣມ ແລະປັຈຈັຍທີ່ມີອົທຣິຟຣດຣ່ອກາຣ ເລືອກໃຊ້ໂທຣຣັຟທີ່ເຄື່ອນທີ່ທີ່ມີເບັບສັ່ງຂ້ອຄວາມຕອບໂດ້ກັນໄດ້ຳຣ່າໃຈທັນທີຂອງບຸຄຄທັ້ງໄປໃນ ມາຣົວທຳລັຍເຊັງໄມ້ ຈາກດ້ວຍຳຣ່າຈຳນວນ 200 ຄນ ເປັນເປຣຊາຊາຍ 84 ຄນ ແລະເປຣຊາຊາຍ 116 ຄນ ຈຣ່ງຟຣ ຂອງກາຣວິຈັຍພວ່າສາເຫຸຣຣັດທີ່ເລືອກໃຊ້ໂທຣຣັຟທີ່ເຄື່ອນທີ່ທີ່ຳຣາມາດສັ່ງຂ້ອຄວາມຕອບໂດ້ກັນໄດ້ຳຣ່າໃຈ ທັນທີສ່ວນໃຫຍ່ເຣື່ອງເຣື່ອງໃຊ້ສັ່ງຂ້ອຄວາມຕອບໂດ້ (Chat) ຣະຣ່ວາງຄຸ່ມເຣື່ອງ ຣອງລຣມາຄື ຈ່ວຍ ປຣະຊັດຄ່າໃຊ້ຈ່າຍໃນກາຣໂທຣຣັຟ ກາຣໃຊ້ງານໂທຣຣັຟທີ່ມີປຣະສັທຣິຄຳຣຳຣູ້ ຣາຄາເໝາະສມກັບ ຄຸນຄ່າຂອງໂທຣຣັຟ ນອກຈາກນັ້ນຍັງໃຊ້ຕາມຄຣະສາຄວາມນິຍມ ແລະສາເຫຸຣຣັດຕ່າງໆ ຕາມຄ່າຄັບ

ສະສຸພຣ ຂາວລອ (2553)<sup>13</sup> ທຳກາຣວິຈັຍເຣື່ອງ ກາຣປຣິຍບເທັຍພຣົດຄຣຣມກາຣໃຊ້ບຣິໂກດຈີ ຟືອຳຣ໌ເອສ ຝ່ານໂທຣຣັຟທີ່ເຄື່ອນທີ່ບນຣະບັບເຄື່ອງຊ່າຍເອ ໂອເອສ ແລະດີເທຄ ໃນເຂດຄຣຸງທຣຸງມາຣົວທຳລັຍ ແລະ ປຣົມຄຳຣຳ ເພື່ອຣັກຊາດັ້ງຄັກຊະປຣະຊາຄຣາສັດຣທີ່ໃຊ້ບຣິໂກດຈີ ຟືອຳຣ໌ເອສ ຝ່ານໂທຣຣັຟທີ່ເຄື່ອນທີ່ບນ ເຄື່ອງຊ່າຍເອ ໂອເອສ ແລະ ດີເທຄ ແລະເພື່ອປຣິຍບເທັຍດັ້ງປັຈຈັຍທາງຄລາດທີ່ສັ່ງຟຣດຣ່ອພຣົດຄຣຣມກາຣ

<sup>12</sup> ຣາຍງານວິຈັຍເຣື່ອງສຣຸຊາສັດຣັບຣົດທິດ ຄຣະບວນວິຊາ Research Exercise In Current Economics Issue ຄະນະ ສຣຸຊາສັດຣັ ມາຣົວທຳລັຍເຊັງໄມ້

<sup>13</sup> ວິທຳນິພົນຣັບຣົດທິດ ສາຂາວິຊາເບັບສາຣສນເທສ ຄະນະບຣິໂກດຄຣຸງ ມາຣົວທຳລັຍເທຄໂລຊີຣາຊ ມຸງຄຣຸຊຳນຸຣີ

บริการจีพีอาร์เอส การวิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 1,000 คน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบผสมผสาน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง และ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย อายุ 21-30 ปี สถานภาพโสด ระดับการศึกษาปริญญาตรี/ปวส. รายได้ต่อเดือนเท่ากับ 20,001-30,000 บาท อาชีพพนักงานบริษัทเอกชน/ลูกจ้าง ความคิดเห็นของลูกค้านต่อส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการขาย บุคลากร สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและด้านกระบวนการพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้บริการจีพีอาร์เอส ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่บนระบบเครือข่ายเอไอเอส และดีแทค พบว่าอยู่ในระดับดี สาเหตุที่ใช้เพื่อผ่อนคลาย/สนุกสนาน และใช้งานในช่วงเวลา 18.01-24.00 น. รวมถึงใช้งานระหว่างเดินทางมากที่สุด ทั้งนี้ด้านปริมาณการใช้งานบริการ พบว่า ทั้งเครือข่ายเอไอเอส และ ดีแทคมีการใช้งานมากที่สุด 900 ครั้ง/เดือน และน้อยที่สุดคือ 2 ครั้ง/เดือน ด้านระยะเวลาในการใช้บริการเฉลี่ยใช้งานมากที่สุด 120 นาที/ครั้ง และน้อยที่สุด 1 นาที/ครั้ง ค่าใช้บริการพบว่า เครือข่ายเอไอเอส ค่าใช้บริการมากที่สุด 500 บาท/เดือน และน้อยที่สุด 10 บาท/เดือน ส่วนเครือข่ายดีแทค พบว่าค่าใช้บริการมากที่สุด 500 บาท/เดือน และน้อยที่สุด 2 บาท/เดือน กิจกรรมที่ใช้งานผ่านเครือข่ายเอไอเอส ได้แก่การสนทนาออนไลน์มากที่สุด ส่วนการใช้งานผ่านเครือข่ายดีแทคส่วนใหญ่ คือ หาข้อมูล และติดตามข่าวสาร

วรรัตน์ สันติสิวกุล และ ไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว (2552)<sup>14</sup> ทำการวิจัยเรื่อง การรับรู้ของผู้บริโภคต่อการตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือหน้าจอสัมผัสและการแบ่งส่วนตลาดตามการรับรู้ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคที่เคยซื้อโทรศัพท์มือถือหน้าจอสัมผัสจำนวน 400 คนในเขตกรุงเทพมหานคร สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจด้วยวิธีตัวประกอบหลักและหมุนแกนแบบมุมฉากด้วยวิธีแวนเดอร์เวท และการวิเคราะห์กลุ่มโดยใช้ K-Mean Cluster Analysis ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายและเพศหญิงมีจำนวนเท่ากัน ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21 ถึง 23 ปี (56%) การศึกษาในระดับปริญญาตรี (90.0 %) และมีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา (85%) เมื่อพิจารณารายได้ต่อเดือนพบว่า ส่วนใหญ่มีรายได้ระหว่าง 5,000 ถึง 10,000 บาท (45.5 %) ตามด้วย รายได้ต่อเดือนระหว่าง 10,001 ถึง 15,000 บาท (21.3%) และรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท (14.3%) ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า เกณฑ์การตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือหน้าจอสัมผัสประกอบด้วยปัจจัย 7 ด้าน คือ ตัวแทนจำหน่าย ประสิทธิภาพการทำงานของสินค้า เงื่อนไขของการชำระเงิน พนักงานขาย ราคาและการส่งเสริมการขาย รูปลักษณ์และชื่อเสียง และการสื่อสาร ส่วนการ

<sup>14</sup> งานวิจัยปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ



วิเคราะห์แบบ K-Mean Cluster Analysis พบว่า ผู้บริโภคสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มความเกี่ยวพัน กลุ่มที่เน้นความคุ้มค่า กลุ่มเน้นประสิทธิภาพการทำงานของสินค้า กลุ่มที่เน้นข้อมูล และกลุ่มอ่อนไหวต่อราคา

จินตนาภรณ์ นาคสมพันธ์ (2551)<sup>15</sup> ทำการวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้น (SMS) ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้น (SMS) ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ และศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้น (SMS) ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ เรื่องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักศึกษาระดับปริญญาตรี กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าร้อยละ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วน-เบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติค่า T-Test ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ เรื่องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่เรื่องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มีคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

วิภาวดี หอมสุข (2550)<sup>16</sup> ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติในการเลือกซื้อโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร วัดอุปประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติในการเลือกซื้อโทรศัพท์ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ที่ได้รับต่อเดือน อาชีพ ราคาของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบัน ความถี่ในการเปลี่ยนโทรศัพท์ และเพื่อศึกษาข้อมูลด้านปัจจัยทางการตลาด ได้แก่ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านสถานที่จัดจำหน่าย และด้านส่งเสริมการตลาด และศึกษาถึง ปัจจัยทางด้านอื่นๆ ได้แก่ บุคคลที่มีอิทธิพล และปัจจัยทางด้านสังคม ที่มีผลต่อทัศนคติในการเลือกซื้อโทรศัพท์เคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 17-35 ปี ที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 400 คน เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐาน การทดสอบ t-test ใช้กับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม ใช้ One-way

<sup>15</sup> วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

<sup>16</sup> วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทั่วไป คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ANOVA กับกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 2 กลุ่ม และการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียวในกรณี ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้การทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) และใช้การทดสอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายที่มีอายุระหว่าง 25- 28 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี ส่วนใหญ่จะมีรายได้ 10,001-15,000 บาท อาชีพส่วนใหญ่เป็นพนักงานเอกชนมีการเปลี่ยนโทรศัพท์ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา มาแล้ว 1 เครื่อง ราคาโทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบัน 7,001-10,000 บาท เมื่อมองภาพรวมของปัจจัยทางการตลาด ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับด้านการส่งเสริมการตลาดมากที่สุด ในส่วนของภาพรวมปัจจัยทางด้านอื่นๆ ได้แก่ด้านปัจจัยทางด้านสังคม โดยส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในเรื่องของการเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีมากที่สุด สำหรับปัจจัยด้านบุคคลที่มีอิทธิพล ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์ด้วยตนเองมากที่สุดสำหรับการเลือกซื้อโทรศัพท์ ในด้านยี่ห้อ ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในการเลือก ยี่ห้อ Nokia มากที่สุด สำหรับราคาเริ่มต้นที่ผู้ตอบแบบสอบถามจะเลือกซื้อในอีก 1 ปีข้างหน้า ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ราคาตั้งแต่ 5,001- 10,000 บาท สำหรับการทดสอบสมมติฐานพบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มี อายุ อาชีพ ราคาโทรศัพท์ที่ใช้ในปัจจุบัน ที่แตกต่างกันมีผลต่อทัศนคติการเลือกซื้อโทรศัพท์ยี่ห้อ Nokia และราคาเริ่มต้น และยังพบว่าปัจจัยทางการตลาดมีความสัมพันธ์กับทัศนคติการเลือกซื้อโทรศัพท์เคลื่อนที่ และปัจจัยทางด้านสังคมมีความสัมพันธ์กับทัศนคติการเลือกซื้อโทรศัพท์ยี่ห้อ Nokia และราคาเริ่มต้น และบุคคลที่มีอิทธิพลมีความสัมพันธ์กับทัศนคติการเลือกซื้อโทรศัพท์เคลื่อนที่

วงหทัย ดันชีวะวงศ์ (2549)<sup>17</sup> ทำการวิจัยเรื่อง การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมผ่านสื่อดิจิทัลของคณวิทำงานในกรุงเทพมหานคร ศึกษาเฉพาะอินเทอร์เน็ตและโทรศัพท์เคลื่อนที่ มุ่งศึกษาถึงพฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตและโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นการวิเคราะห์ด้วยองค์ความรู้ด้านสังคมวิทยาเชิงจุลภาค เป็นการศึกษาถึงการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในระดับบุคคล คณวิทำงานในเขตกรุงเทพมหานครใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มานานเฉลี่ย 8.38 ปี ใช้น้อยสุด 1 ปี และใช้มานานสุด 27 ปี โทรศัพท์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่เป็นของตัวเองและรับผิดชอบค่าโทรศัพท์เอง สูงถึงร้อยละ 94.53 โดยเฉลี่ยแล้วในแต่ละวันใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ 8.82 ครั้ง ใช้น้อยสุด 1 ครั้ง และใช้มากที่สุด 50 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เฉลี่ยนาน 9.11 นาที ใช้น้อยสุด 1 นาทีและใช้นานสุดถึง 4 ชั่วโมง 10 นาที มีค่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ประมาณ 734.16 บาท ต่อเดือน จ่ายน้อยสุด 50 บาทต่อเดือนและจ่ายมากที่สุด 4,000

<sup>17</sup> งานวิจัยคณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บาท ต่อเดือน ผลการวิจัย ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าผู้คนในสังคมมีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีการสื่อสารอย่างแยกจากกันไม่ได้ เมื่อผู้คนในสังคมไม่หยุดนิ่งแต่เดินทางไปไหนมาไหนมากขึ้น อุปกรณ์สื่อสารยังมีบทบาทมากไปกว่าใช้เพื่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล แต่ใช้เพื่อทำกิจกรรมส่วนตัวเช่นการฝากข้อมูล ใช้เพื่อจดบันทึก ใช้เพื่อแสดงค่านิยม ใช้เพื่อการเข้าสังคมและเพื่อการปลีกตัวออกจากสังคม ความสัมพันธ์นี้ยังคงพัฒนาอย่างต่อเนื่องต่อไปในอนาคต

วรัสนันท์ สรชาติ (2549)<sup>18</sup> ทำการวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของลูกค้าบริษัท แอ็ดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) ในอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ จากกลุ่มตัวอย่าง 390 ราย ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติคือ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.10 มีอายุ 21-30 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท/ห้างร้าน มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 – 15,000 บาท ส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM มาเป็นระยะเวลา 2-4 ปี ผลการศึกษาเกี่ยวปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM ของผู้ตอบแบบสอบถาม สรุปได้ว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อความพึงพอใจมากที่สุดคือ ตรายี่ห้อของผู้ให้บริการ ปัจจัยด้านราคา คือ เงื่อนไขการชำระเงินที่สะดวกและไม่ต้องเสียค่าสมัคร ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด คือ การให้บริการหลังการขายที่ดี ปัจจัยด้านบุคคล คือ การบริการของพนักงานด้วยอัธยาศัยไมตรีที่ดี ปัจจัยด้านการสร้างและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ คือ บริษัทผู้ให้บริการมีเครือข่ายที่ครอบคลุมทั่วประเทศ ปัจจัยด้านกระบวนการ คือ ลูกค้าสามารถชำระค่าบริการได้หลายวิธี

Mark Claypool, Robert Kinicki, William Lee, Mingzhe Li and Gregory Ratner (2549)<sup>19</sup> USA ทำการวิจัยเรื่อง Characterization by Measurement of a CDMA 1x EVDO Network งานวิจัยกล่าวว่า ในสหรัฐอเมริกานิยมใช้งานด้านข้อมูลอินเทอร์เน็ต ผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ สำหรับงานประเภทอีเมล เว็บเบราว์เซอร์ วิโอไอพี เกมออนไลน์ และงานประเภท Streaming แต่ขณะเดียวกันการวัดเพื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ในการรับส่งข้อมูลยังได้รับความสนใจไม่มากนัก งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติในการส่งผ่านข้อมูลบนเครือข่าย CDMA EVDO โดยพิจารณาความสามารถในการส่งผ่านข้อมูล ความล่าช้าในการส่งผ่านข้อมูล และแอปพลิเคชันที่ใช้ส่งข้อมูล การทดลองจะพิจารณาคุณสมบัติจากเครือข่าย EVDO จากการวัดค่า TCP Throughput, RTT และคำนวณหาค่า bandwidth ของเครือข่าย EVDO จากแอปพลิเคชันที่กำหนดค่า QOS ซึ่งในการทดสอบพบว่าความล่าช้าในการ

<sup>18</sup> สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>19</sup> In Proceedings of the Wireless Internet Conference (WICON) Boston, Massachusetts, USA, August 2006.

รับส่งข้อมูลค่อนข้างสูงสำหรับงานประเภทที่ต้องการการโต้ตอบไปมา แต่ผลการทดสอบด้านแบนด์วิธการรับส่งสำหรับแอปพลิเคชันประเภท Streaming ได้ผลสูงเป็นที่น่าพอใจ

ประเสริฐ แซ่อึ้ง (2549)<sup>20</sup> ทำการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการใช้บริการเสริมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 390 คน ใช้สถิติการวิจัยได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบ t-test และ One way ANOVA พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของ AIS ในการดาวน์โหลดริงโทน การรับส่งข่าวสั้น การรายงานผลฟุตบอล การรับข่าวบันเทิง และการรับแจ้งข่าวด่วนและเหตุการณ์สำคัญ พอใจมากที่สุดในการเสริมด้านบริการติดต่อสื่อสาร และที่พอน้อยที่สุดคือ ด้านไลฟ์สไตล์ ช่วงเวลาที่ใช้มากที่สุด คือ 18.01 – 24.00 น. ค่าใช้จ่ายไม่เกิน 500 บาท/เดือน และผลการทดสอบยังพบว่า เพศชายและเพศหญิงมีพฤติกรรมการใช้บริการเสริมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05 คณะที่ศึกษา และรายได้ที่แตกต่างกันมีพฤติกรรมการใช้บริการเสริมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัชพล งามทวี, สุวิพล ลิทธิชีวะภาค และ เกียรติกร วงศ์โรจนภรณ์ (2548)<sup>21</sup> ทำการวิจัยเรื่อง การประมาณค่าประสิทธิภาพในโครงข่าย GPRS แบบหลายช่องสัญญาณบน ทราฟฟิกเสียงและข้อมูล พบว่า ในระบบ GSM ที่รองรับ GPRS จะมีการจัดแบ่งแบนวิดท์ได้ตลอดเวลาตามปริมาณของทราฟฟิกที่เข้ามาใช้งาน ซึ่งผู้ใช้จะได้รับการจัดสรร ช่องสัญญาณก็ต่อเมื่อต้องการส่งข้อมูลเท่านั้น เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลแล้ว ระบบสามารถนำช่องสัญญาณนี้ไปให้ผู้อื่นใช้งานได้ ทำให้การรับส่งข้อมูลในช่องสัญญาณที่ประสิทธิภาพมากขึ้นแล้ว ซึ่งแตกต่างจากระบบ GSM แบบดั้งเดิมซึ่งเป็นวงจรสวิตซ์ โดยจะจัดสรรช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้ตลอดเวลาแม้ว่าจะไม่มีข้อมูลที่ส่งแล้วก็ตามจนกว่าจะยกเลิกการเชื่อมต่อ โดยทั่วไปการสื่อสารแบบแพ็คเกจมีลักษณะข้อมูลที่เป็นกลุ่มยาวและมีช่วงเวลาเชื่อมต่อนาน เมื่อนำระบบ GPRS มาใช้กับการส่งข้อมูล จะทำให้การสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเกจมีประสิทธิภาพ และลดความสิ้นเปลืองลง การจำลองในบทความนี้เป็นโครงข่าย GPRS แบบช่องสัญญาณ โดยที่ทั้งทราฟฟิกเสียงและข้อมูลในระบบเดียวกัน ซึ่งคล้ายคลึงกับระบบจริงมากขึ้น เพื่อประมาณค่าทราฟฟิคเฉลี่ย และอัตราการครีอปโดยมีปริมาณและขนาดของบัฟเฟอร์เป็นตัวแปร ซึ่งกำหนดให้อัตราการเข้ามาจะเป็น ทราฟฟิกเสียง 50% และอีก 50% ที่เหลือจะเป็นทราฟฟิกข้อมูล

<sup>20</sup> สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการโทรคมนาคม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

<sup>21</sup> วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.1 ขอบเขตของการวิจัย และวิธีการสุ่มตัวอย่าง

ขอบเขตของการวิจัย คือ

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง ผู้ประกอบการที่ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนประชาชื่น สนามกอล์ฟราชพฤกษ์ ถนนวิภาวดีรังสิต และถนนกำแพงเพชร 6 ของกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ราย ได้แก่ เอไอเอส, แทค, ทรูมูฟ และ อธิซัน

3.1.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทดสอบคุณภาพสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยรอบบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ถนนประชาชื่น สนามกอล์ฟราชพฤกษ์ ถนนวิภาวดีรังสิต และถนนกำแพงเพชร 6 ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วย การวัดค่า ของ Parameter ต่างๆ ดังนี้

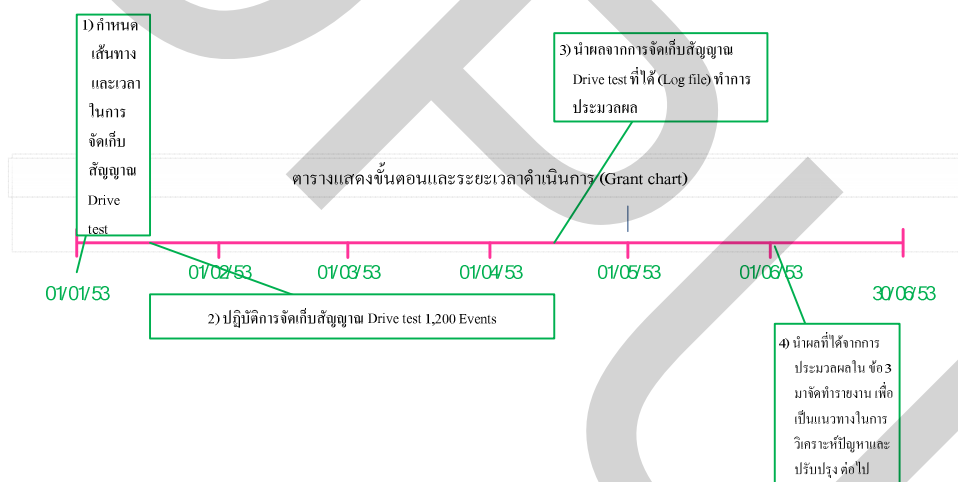
3.1.2.1 Drive test Quality ได้แก่ Completed call Blocked call Dropped call

3.1.2.2 Rx Level

ทั้งนี้ ใช้ระยะเวลา 6 เดือนในการดำเนินการตามขั้นตอนตั้งแต่การกำหนดเส้นทางการจัดเก็บข้อมูลสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Drive test) การประมวลผล จนถึงการวิเคราะห์ปัญหาหาแนวทางปรับปรุง สำหรับข้อมูลสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จัดเก็บนั้นมีข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้นจึงเลือกเฉพาะข้อมูลสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการทั้ง 4 ราย ในกิจกรรม (Events) ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ จำนวนประมาณ 1,200 Events โดยแบ่งเป็น ทดสอบด้าน Voice 400 Events ด้าน Data 400 Events และทดสอบระบบควบคุมอีกประมาณ 400 Events เท่านั้น เพื่อทำการประมวลผลจนถึงวิเคราะห์ปัญหา และเสนอแนะแนวทางแก้ไข ตาม Grant chart ในตารางที่ 3.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 Grant chart

ลำดับของการดำเนินการ	เดือนที่/ปี 2553					
	1	2	3	4	5	6
1. กำหนดเส้นทาง และเวลาในการ Drive test	←→					
2. จัดเก็บข้อมูลสัญญาณ Drive test	←→	←→	←→	←→		
3. ประมวลผลสัญญาณที่ได้จากการ Drive test				←→	←→	
4. จัดทำรายงานผล เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุง ต่อไป						←→



ภาพที่ 3.1 ระยะเวลา และลำดับของการดำเนินการเก็บสัญญาณเพื่อทำการทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตามตาราง Grant chart

### 3.2 เครื่องมือ และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือจัดเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

#### 3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บข้อมูลในการวิจัย

3.2.1.1 ยานพาหนะ เพื่อทำการ Drive test บนถนนรอบบริเวณข้างต้น

3.2.1.2 Laptop ที่ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมกระบวนการตรวจวัด จัดเก็บ คัดเลือก และ

ทำการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.2.1.3 เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณ พร้อม SIM Card ของผู้ประกอบการทั้ง 4 ราย ได้แก่ เอไอเอส, แทค, ทรูมูฟ และ ฮัทชีสัน

3.2.1.4 Aircard เพื่อใช้ในการทดสอบสัญญาณ Data (Upload/Download)

3.2.2 ระบบที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.2.1 การทดสอบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบสัญญาณระบบ GSM ไม่สามารถใช้เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่วางขายตามท้องตลาดทั่วไป (Commercial Handset) ได้ จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องสำหรับทดสอบโดยตรง (Mobile Test set) ซึ่งจะมีความแตกต่างในส่วนของเฟิร์มแวร์ และ ฮาร์ดแวร์บางส่วน ซึ่งความแตกต่างที่สำคัญคือราคาของเครื่องทดสอบนั้นจะมีราคาสูงกว่าเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไป (สามเสนบาทต่อเครื่องขึ้นไป) โดยทั่วไปเครื่องสำหรับทดสอบจะไม่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาด จึงจำเป็นต้องจัดซื้อจากตัวแทนจำหน่ายเครื่องมือทดสอบระบบสื่อสารโทรคมนาคมเท่านั้น ซึ่งเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่กล่าวถึงต้องทำการเฟิร์มแวร์ระบบการทำงาน ดังนี้

1) Software Mobile Test Phone System

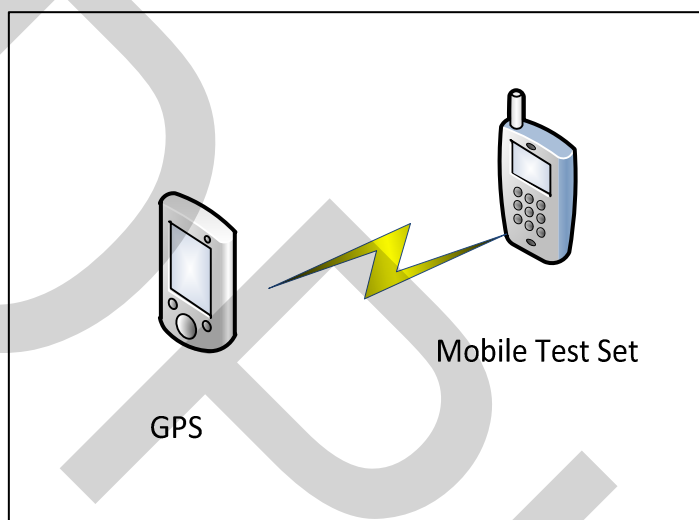
Mobile Test Phone สำหรับระบบ GSM ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เลือกใช้ระบบทดสอบของบริษัท Anite ซึ่งมีส่วนประกอบของระบบที่สำคัญคือ Mobile Test set เป็นเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Nokia รุ่น 6120 ระบบปฏิบัติการ Symbian โดยบริษัท Anite ได้ทำการปรับปรุงเฟิร์มแวร์ให้เป็นรุ่นที่มีความสามารถเป็นเครื่องมือทดสอบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ พร้อมทั้งบรรจุโปรแกรม Nemo Drive test สำหรับบันทึกสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ลงบนหน่วยความจำบน Mobile Test set ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำบน SD card ซึ่งมีความจุมากถึง 4 Gigabyte สามารถรองรับการทดสอบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM และ 3G HSPA ได้ ดังปรากฏตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 GSM Mobile Test Set ยี่ห้อ Nokia รุ่น 6120

## 2) GSM Testing System Configuration

Mobile Test set ที่ใช้ทดสอบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM นั้นสามารถดำเนินการได้โดยไม่ต้องการอุปกรณ์อื่นทำให้การจัดการบันทึกข้อมูลกระทำได้ที่เพียงแต่นำ SIM Card ของผู้ให้บริการที่จะทดสอบบรรจุใน Mobile Test Set และนำ GPS มาเชื่อมต่อผ่านสัญญาณ Bluetooth ก็สามารถทำการทดสอบและบันทึกข้อมูลได้ที่ ซึ่งจำลองส่วนประกอบของอุปกรณ์ทดสอบระบบ GSM ไว้ในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ส่วนประกอบอุปกรณ์ทดสอบระบบ GSM ระหว่าง Mobile Test Set กับอุปกรณ์ GPS

## 3) GSM Data Logging

ข้อมูลที่ได้จาก Nemo Mobile Test set จะทำการบันทึกสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามสถานะของสัญญาณที่ปรากฏใน Mobile Test set ซึ่งศัพท์เทคนิคจะเรียกพฤติกรรมของสัญญาณนี้ว่า Events โดยจะบันทึก Events ละ 1 บรรทัดซึ่งจะประกอบด้วยชื่อสัญญาณและรายละเอียดของสัญญาณที่ปรากฏรายละเอียดแสดงในภาพที่ 3.4



```

#PRODUCT,,,"NEMO HANDY",,"2.90.103"
#FF,,,"2"
#ID,,,"{760EFE86-8685-87F4-28D7-5CFC986DE150}"
#HV,,,"5.20.7"
#DS,,,"2,1,5"
#DT,,,"1"
#SW,,,"V 05.11, 24-02-09, RM-243, NTM 36 v2.1 CID10"
#EL,,,"354846028809000"
#SI,,,"520011093344952"
#DN,,,"Nokia 6120"
#START,11:19:56.297,,,"10.09.2010"
LOCK,11:19:56.694,,0
L2SM,11:19:56.694,,1,2,"FIRST_BLOCK",,"CBCH",,,1,"2000201027F21158132C3203341C0581849401F100F005"
L2SM,11:19:56.694,,1,2,"SECOND_BLOCK",,"CBCH",,,1,"211103010134A0043132343307ABADC4ADC09FA5A00431"
L2SM,11:19:56.694,,1,2,"THIRD_BLOCK",,"CBCH",,,1,"2232343405ABAD9EB1810202004E436F6F6C732084B3C3"
SEI,11:19:56.694,,1,,,,
CELLMEAS,11:19:56.694,,1,0,7,16,1,10900,101,46,-70.0,-70.0,36.0,36.0,,,,,0,11800,757,46,-85.0,,,,,0,10900,103,46,-85.0,,21.0,21.0,,,,,0,10900,78,46,-88.0,,18.0,18.0,,,,,0,10900,92,43,-90.0,,16.0,16.0,,,,,0,10900,43,46,-90.0,,16.0,16.0,,,,,0,10900,88,30,-91.0,,15.0,15.0,,,,,
ROAM,11:19:56.694,,1,
DSC,11:19:56.694,,1,,
ADJMEAS,11:19:56.694,,1,0,1,11,101,18.0,-70.0,23.0,-93.0,18.0,-88.0,27.0,-97.0,15.0,-85.0
PCHI,11:19:56.694,,1,1,1,,,,,0,0,,0,,
TBFL,11:19:56.694,,1,1,,2,0,0
TAD,11:19:56.694,,1,
LOCK,11:19:56.694,,1,5,1,1
SEI,11:19:56.694,,1,1,22010,520,1
CHI,11:19:56.694,,1,10900,1,101,1091,22010,,,,,101
NLIST,11:19:56.694,,0,0
ROAM,11:19:56.694,,1,2
GPS,11:19:56.694,,100.568916,13.884138,6.0,1,10.0
L2SM,11:19:57.135,,1,2,"FOURTH_BLOCK",,"CBCH",,101,46,1,"239AC9C482AAA1AD87207C20ADC8B29984B3C39AC92007"
CAA,11:19:57.672,1,1,1,1,1,"181"

```

### ภาพที่ 3.4 ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (log file) ระบบ GSM ที่ยังมีได้ผ่านการประมวลผล

4) Data Processing เป็นการประมวลผลข้อมูลในงานวิจัยนี้กระทำโดยการนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ Data Logging มาทำการประมวลผล ซึ่งข้อมูลที่บันทึกได้จาก Mobile Test Set จะเป็นลักษณะ Binary File ในขั้นตอนนี้จึงต้องทำการแปลงข้อมูล Binary ให้เป็น Text File เพื่อทำการวิเคราะห์ Events ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้เท่านั้น

#### 3.2.2.2 การทดสอบโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ CDMA

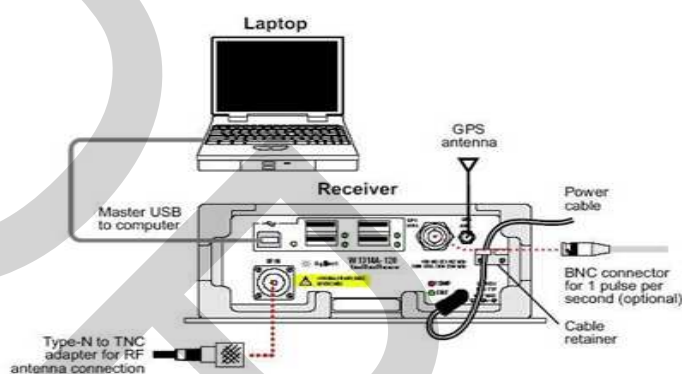
1) เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณระบบ CDMA เป็นเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่รองรับการใช้งานในระบบ CDMA และมีวงจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด

#### 2) Mobile Test phone System

Mobile Test Phone System สำหรับระบบ CDMA ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เลือกใช้ระบบทดสอบของบริษัท Agilent ซึ่งมีส่วนประกอบของระบบที่สำคัญคือ Mobile Test set บรรจุอยู่ใน Software และต้องทำการติดตั้งโปรแกรมไว้ใน Laptop

### 3) CDMA Testing System Configuration

ในงานวิจัยนี้ใช้เป็นเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ Samsung SGH-156 เป็นเครื่องลูกข่ายที่ใช้งานทั่วไปเป็นตัวแทนในการจัดเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (ไม่จำเป็นต้องใช้ Mobile Test Set เหมือนกับการทดสอบระบบ GSM) และการทดสอบสัญญาณในระบบ CDMA จำเป็นต้องให้ Software Drive test ดำเนินการบนระบบปฏิบัติการ Windows XP จึงต้องทำการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับ Lab Top ตลอดระยะเวลาการ Drive test ด้วย ซึ่งแสดงส่วนประกอบและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในภาพที่ 3.5 แล้ว



ภาพที่ 3.5 ส่วนประกอบ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบสัญญาณในระบบ CDMA

### 4) CDMA Data Logging

ข้อมูลที่ได้จาก Software ของบริษัท Agilent บันทึกสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามสถานะของสัญญาณตามพฤติกรรมของสัญญาณหรือ Events โดยจะบันทึก Events ละ 1 บรรทัดซึ่งจะประกอบด้วยชื่อสัญญาณและรายละเอียดของสัญญาณที่ปรากฏรายละเอียดแสดงในภาพที่ 3.6

```

<?xml version="1.0"?>
<ProjectFile key="2079a5db-40f0-4f95-86ed-19aa5789b745">
  <Drives />
  <Setup version="1.0">
    <DeviceGroups>
      <DeviceGroup key="System" instance="201c7929-b108-4066-9e8c-918e182302e7">
        <Caption>System Devices</Caption>
        <Enabled>True</Enabled>
        <Devices>
          <Device key="Eventss" instance="0a423d0a-888c-485a-8296-3d57844e9904">
            <Caption>Events System</Caption>
            <Enabled>True</Enabled>
          </Device>
          <Device key="PC" instance="3a391d8a-9307-467f-acd2-05d26a54a0f7">
            <Caption>PC device</Caption>
            <Enabled>True</Enabled>
          </Device>
        </Devices>
      </DeviceGroup>

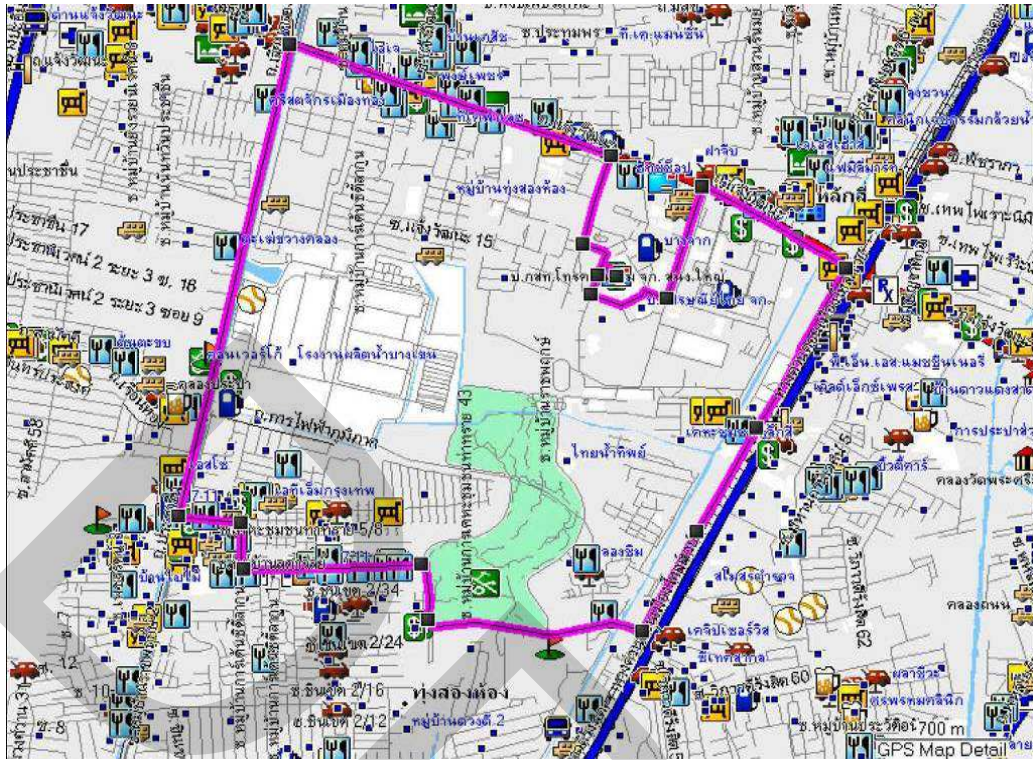
```

ภาพที่ 3.6 ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (log file) ระบบ CDMA ที่ยังมีได้ผ่านการประมวลผล

5) Data Processing เป็นการประมวลผลข้อมูลในระบบ CDMA ในงานวิจัยนี้กระทำเช่นเดียวกับระบบ GSM กล่าวคือนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ Data Logging มาทำการประมวลผล ซึ่งข้อมูลที่บันทึกได้ จะมีลักษณะเป็น Binary File ในขั้นตอนนี้จึงต้องทำการแปลงข้อมูล Binary ให้เป็น Text File เพื่อทำการวิเคราะห์ Events ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้เท่านั้น

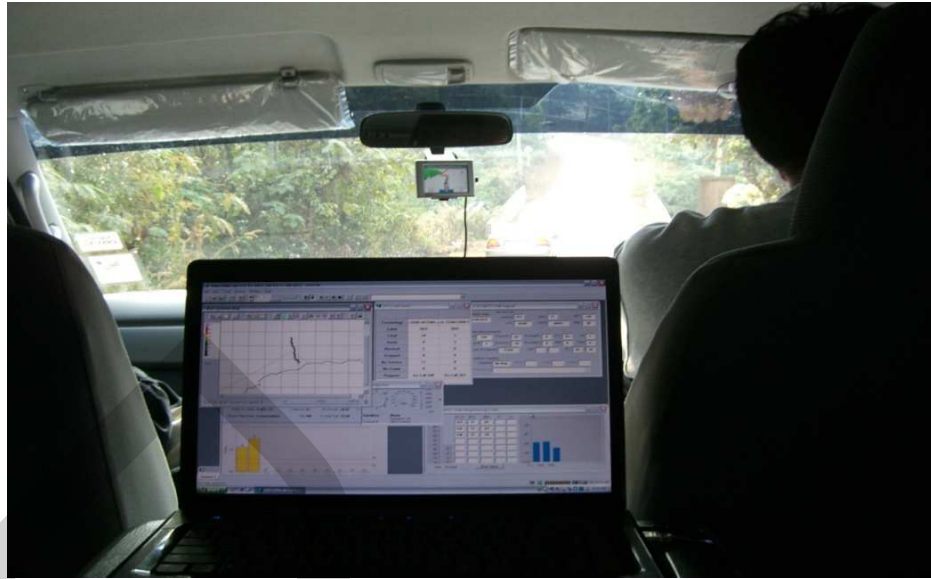
### 3.2.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3.2.3.1 เลือกเส้นทางตามแผนที่ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 3.7 และเดินทางด้วยยานพาหนะไปยังบริเวณที่จะตรวจวัดและจัดเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อทำการทดสอบ Drive test



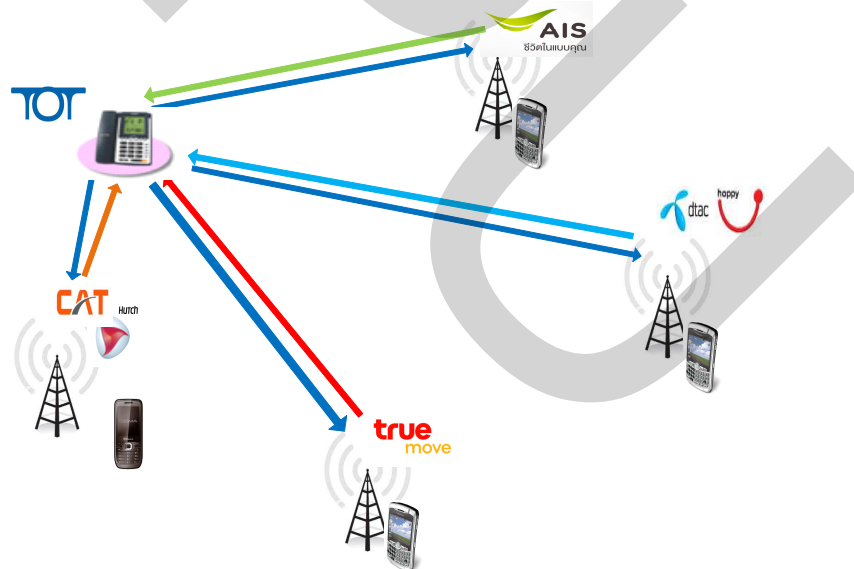
ภาพที่ 3.7 เส้นทางทดสอบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

การเลือกเส้นทางจะพิจารณาถึงสถานการณ์ใช้งานรวมถึงพฤติกรรมการใช้งาน (Events) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งตลอดเส้นทางที่ทำการ Drive test ในงานวิจัยนี้ จะมีผู้ใช้งานในสถานะต่างๆ มากมาย เนื่องจากบริเวณดังกล่าวประกอบด้วยหน่วยงานราชการ ศูนย์การค้า มหาวิทยาลัย สนามกอล์ฟ และ โรงแรม เป็นต้น เมื่อเลือกเส้นทางทำการ Drive test แล้ว จึงเตรียมความพร้อมทั้งเครื่องมือที่ใช้ทำการทดสอบ ซึ่งมีส่วนประกอบหลักดังแสดงในภาพที่ 3.5 และเริ่มปฏิบัติการ Drive test ตามภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 การทำงานของระบบ Software ขณะปฏิบัติการ Drive test ด้วยยานพาหนะบนเส้นทางที่กำหนด

รูปแบบการเก็บสัญญาณเพื่อทดสอบสมรรถนะการใช้งานทางเสียง ด้วยการโทรเข้า-ออกผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ที่เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ กับโทรศัพท์พื้นฐานของ บมจ. ทีโอที

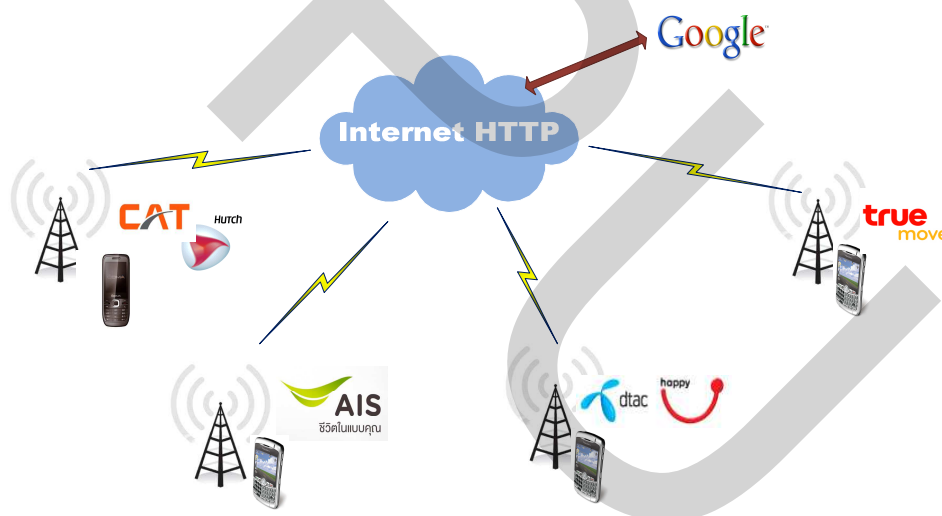


ภาพที่ 3.9 รูปแบบการทดสอบ Voice

3.2.3.2 ทดสอบ Voice โดยใช้เครื่องลูกข่ายพร้อม SIM Card ของผู้ประกอบการแต่ละรายที่เตรียมไว้ทำการโทรเข้า – ออก เชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ กับโทรศัพท์พื้นฐานของ บมจ. ทีโอที เพื่อตรวจวัดและจัดเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ทางด้านเสียงของผู้ประกอบการทั้ง 4 ราย ซึ่งประกอบด้วย เอไอเอส แทค ทรูมูฟ และอัทชีสัน ตามลำดับ ในบริเวณ เดียวกัน ณ เวลาเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.9 ซึ่งแบ่งเวลาการตรวจวัดและจัดเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในช่วงเวลาที่มีการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการจราจรบนท้องถนนหนาแน่นเป็น 3 ช่วงเวลาได้แก่

ช่วงเช้า	07.30 – 09.00 น.
ช่วงกลางวัน	11.00 – 14.00 น. และ
ช่วงเย็น	16.30 – 19.00 น.

รูปแบบการเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อทดสอบสมรรถนะการ Upload/Download ข้อมูลทาง Internet ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ



ภาพที่ 3.10 รูปแบบการทดสอบ Data

3.2.3.3 ทดสอบ Data โดยทำการจัดเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ และใช้ Mobile Test Phone ทำการทดสอบคุณภาพสัญญาณการใช้งานข้อมูล ด้วยการ Upload/Download ข้อมูลทาง Internet จากการจำลองสถานการณ์ทดสอบในงานวิจัยนี้โดยใช้เครื่องลูกข่ายที่บรรจุ SIM card ของผู้ประกอบการทั้ง 4 ราย ได้แก่ เอไอเอส แทค ทรูมูฟ และ อัทชีสัน ทำการ Browsing ตามรูปแบบที่ปรากฏในภาพที่ 3.10 ซึ่งเครื่องลูกข่ายดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็น Internet Terminal และทำการเรียก

Webpage ของ website [www.google.com](http://www.google.com) จากนั้นทำการตรวจสอบ Throughput ที่เครื่อง Mobile Test Phone ทั้งนี้เนื่องจาก google มีการจัดทำ network แบบ Load Balance เพื่อให้การเปรียบเทียบข้อมูลให้ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องบังคับให้การทดสอบของทุกโครงข่ายเรียกข้อมูลไปที่ server เดียวกัน ในงานวิจัยนี้จะทำการระบุหมายเลข IP ของ Website สามารถตรวจสอบหมายเลข IP โดยการใช้คำสั่ง nslookup ของ Windows ซึ่งจะแสดงหมายเลข IP ของ Website google ดังนี้

```
Nslookup www.google.com
```

```
Name: www.l.google.com
```

```
Addresses: 115.178.57.101
```

```
115.178.57.106
```

```
115.178.57.123
```

```
115.178.57.112
```

```
115.178.57.90
```

```
115.178.57.117
```

```
115.178.57.84
```

```
Aliases: www.google.com
```

### 3.3 การประมวลผลข้อมูล

เมื่อทำการ Drive test เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วจะนำ Log file ที่ได้มาแยกฐานข้อมูล โดยเลือกเฉพาะ Events ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เพื่อทำการประมวลผลตาม Parameter ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งการประมวลผลจะดำเนินการด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป หรือ Processing Analysis ใดๆก็ได้ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแยกตามระบบของเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ กล่าวคือ การทดสอบสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ GSM ใช้จากโปรแกรม Nemo Drive test ของบริษัท Anite ส่วนการทดสอบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ CDMA ใช้โปรแกรมระบบทดสอบของบริษัท Agilent ซึ่งโปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวจะประมวลผลตามหลักการทำงานของ SPSS (*t-test*) Anova คือการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนทางสถิติจากกลุ่มตัวอย่าง (ผู้ประกอบการ) แต่ละกลุ่ม แยกแต่ละ Events จากนั้นจะทำการ Printout ผลการประมวลผลที่ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการประมวลผลค่าเฉลี่ยจาก Log file A, B<sup>22</sup>

A		B	
Statistic	ServRxLevSub (dBm)	Statistic	ServRxQualSub(msec)
Mean	-72.90051207	Mean	0.299561083
Mode	-76	Mode	0
Median	-75	Median	0
Maximum	-47	Maximum	6
Minimum	-97	Minimum	0
Count	2734	Count	2734
Standard		Standard	
Deviation	10.53546175	Deviation	0.917532128
Variance	110.9959544	Variance	0.841865206

ตัวอย่าง A และ B แสดงค่าเฉลี่ยของ Rx level และค่าเฉลี่ยของ Rx Quality (ตามลำดับ) ที่ผ่านการประมวลผลเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีหน่วยเป็น dBm นอกจากนี้จะแสดงค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ยแล้ว ยังบอกถึงจำนวนครั้ง (count) ของการเลือกค่าระดับความเข้มของสัญญาณใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ระหว่างเครื่องลูกข่าย และสถานีแม่ข่าย, ค่า Deviation และค่า Variance

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการประมวลผล Rx level (C), Rx Quality (D) จาก Log file<sup>22</sup>

C		D	
Range	ServRxLevSub(dBm)	Range	ServRxQualSub(msec)
< -110	0	0 to 1	2424
-110 to -100	0	1 to 2	56
-100 to -89	81	2 to 3	83
-89 to -79	803	3 to 4	102
-79 to -68	1088	4 to 5	55
-68 to -58	460	5 to 6	13
-58 to -47	274	6 to 7	1
> -47	28	7 to 8	0



ตัวอย่าง C แสดงจำนวนครั้งของการใช้ Rx level ตามช่วงระดับความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถใช้งานได้ดี และถูกใช้งานมาก คือช่วงระหว่าง -79 to -68 dBm ซึ่งมีการใช้งานในช่วงดังกล่าวถึง 1,088 ครั้ง

ตัวอย่าง D แสดงจำนวนครั้งของ Rx Quality ตามช่วงของการใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จซึ่งมีหน่วยเป็น Millisecond (msec) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งของการเชื่อมต่อ ซึ่งตามตัวอย่างเวลาที่ใช้ที่ 0 – 1 msec มีจำนวนถึง 2,424 ครั้ง

ตารางที่ 3.4 ช่วง และขอบเขตความถี่ (E)<sup>22</sup>

E	
Range	RxLev and RxQual Histogram
9	2534
10	29
17	139
18	18
33	11
34	3

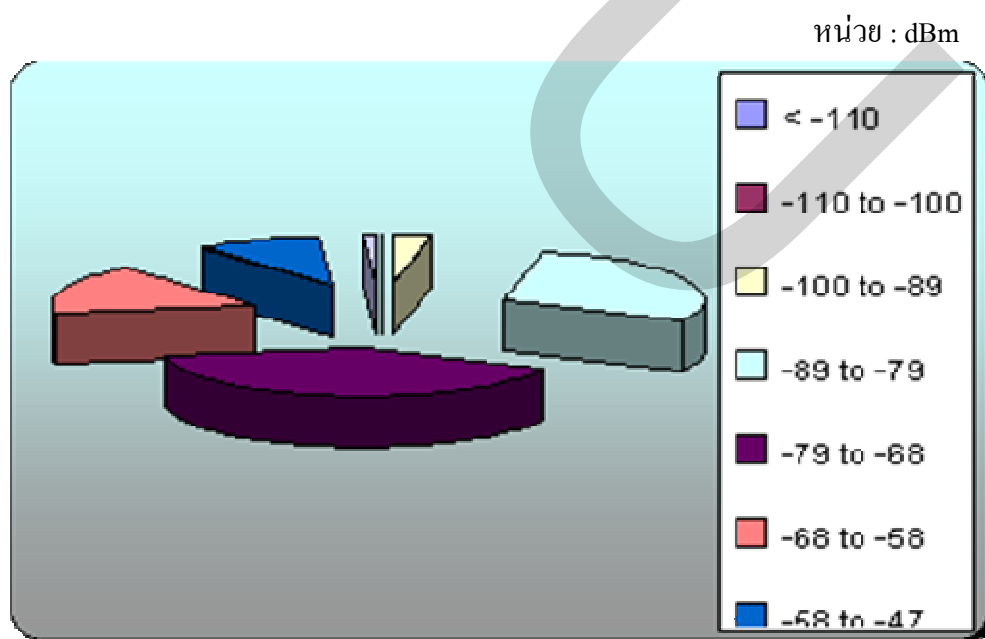
ตัวอย่าง E เป็นการแสดงช่วงหรือขอบเขตความถี่ของ Rx level และ Rx Quality Histogram เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนของการประมวลผล และแสดงผลแล้ว จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงรายงานในลักษณะของตาราง หรือ กราฟรูปแบบต่างๆ ต่อไป

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างรายงานผลการประมวล Rx level และ Rx Quality<sup>22</sup>

RxLev and RxQual Report มีนาคม 13, 2009

RxLev (dBm)		RxQuality	
Range	Percent	Level	Percent
< -110	0%	0	89%
-110 to -100	0%	1	2%
-100 to -89	3%	2	3%
-89 to -79	29%	3	4%
-79 to -68	40%	4	2%
-68 to -58	17%	5	0%
-58 to -47	10%	6	0%
> -47	1%	7	0%

รายงานผลในตารางที่ 3.5 Rx Level แสดงช่วงระดับความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ถูกเลือกใช้งานมากที่สุดคือช่วงระหว่าง -79 ถึง -68 dBm คิดเป็น 40% และ Rx Quality แสดงเวลาที่ใช้เชื่อมต่อสำเร็จคือ 0 msec คิดเป็น 89%



ภาพที่ 3.1 กราฟของระดับความเข้มสัญญาณต่อสัดส่วนการใช้งาน<sup>22</sup>

นำข้อมูลจากตารางที่ 3.5 มาจัดทำรายงานผลของ Rx level ในลักษณะกราฟตามภาพที่ 3.11 โดยใช้สีเป็นตัวนำเสนอให้เห็นความแตกต่าง กล่าวคือ ค่าระดับความเข้มของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้งานมากที่สุดคือ -79 ถึง -68 dBm ซึ่งแสดงด้วยสีม่วง และ -89 ถึง -79 dBm หรือสีฟ้า เป็นลำดับรองลงมา

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างรายงานภาพรวมของ Rx level และช่วงของการเชื่อมต่อสำเร็จของ Rx Quality<sup>22</sup>

ServRxLev and ServRxQual		ServRxQual		
		0-2	3-4	5-7
ServRxLev (dBm)	$\geq -90$	93%	1%	0%
	$-90 \text{ \& \> } -100$	1%	0%	0%
	$< -100$	5%	0%	0%

จากตารางที่ 3.6 ที่ปรากฏอยู่ข้างบนนี้ เป็นตารางแสดงผลของ Rx level ตามช่วงระดับความเข้มของสัญญาณ และเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อสำเร็จเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

จากตัวอย่างข้างต้น อ่านผลวิเคราะห์ได้ว่า ค่าระดับสัญญาณที่ถูกเลือกใช้โดยระบบชุมสาย/สถานีแม่ข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มากที่สุดคือ  $\geq -90$  dBm คิดเป็น 93% รองลงมาคือค่าระดับสัญญาณที่  $< -100$  dBm คิดเป็น 5% ทั้งนี้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จอยู่ที่ 0-2 msec คิดเป็น 93% และ 3-4 msec อยู่ที่ 1% ตามลำดับ รายงานผลที่ได้จะเป็นข้อมูลเพื่อพิจารณาทำการปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

<sup>22</sup> คู่มือ Performance report ณ วันที่ 13 มีนาคม 2552 ส่วนเทคนิคและทรัพย์สิน Truemove ฝ่ายเทคนิคและทรัพย์สิน  
ร่วมการงาน สาขานกกฎหมายและธุรกิจร่วมการงาน กสท

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

การทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในงานวิจัยนี้ ทำการจัดเก็บข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ตาม parameter ที่กำหนดไว้ ณ บริเวณโดยรอบของศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนประชาชื่น สนามกอล์ฟราชนาถกษัตริย์ และถนนกำแพงเพชร 6 ของกรุงเทพมหานคร รายละเอียดเส้นทางการทดสอบแสดงในภาพที่ 4.1 เป็นระยะเวลา 3 เดือน แต่ละเดือนทำการทดสอบ 1 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2553 เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

แนวทางการทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่แบ่งการทดสอบออกเป็น การทดสอบคุณภาพของบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ทางด้าน Voice call และการทดสอบการใช้ด้านงาน Data อีกทั้ง ในงานวิจัยนี้จะเก็บข้อมูลใน 2 มุมมองคือค่าระดับสัญญาณที่ใช้งานจริง (Serving Channel) และค่าระดับสัญญาณสำหรับชุมชน/ช่องสัญญาณที่เลือกใช้งาน (Neighbors Channel) ในงานวิจัยจะทำการทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่จากผู้ประกอบการแต่ละราย รายละ 3 รอบ ทั้งนี้ ข้อมูลในแต่ละรอบของการเก็บบันทึกมีตัวอย่างข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะเลือกพิจารณาเฉพาะตัวอย่างข้อมูลกิจกรรม (Events) ลำดับที่ 1 – ลำดับที่ 100 ของผู้ประกอบการแต่ละรายที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการด้าน Voice, Data และระบบควบคุมที่เกี่ยวข้องเท่านั้น จะไม่นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ Signaling และข้อมูลเชิงวิศวกรรมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเชิงลึกมาพิจารณา การวิจัยจะทำการสรุปข้อมูลตามความเหมาะสม และเข้าใจได้ และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบคุณภาพการให้บริการของธุรกิจโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในมุมมองของผู้ประกอบการ ดังนั้นการนำเสนอผลการทดสอบในบางรายละเอียดอาจไม่เหมาะสมที่จะแสดงชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ให้บริการ แต่ในเชิงเทคนิคนั้นจะเป็นการนำเสนอข้อมูล และผลการทดสอบจริงทั้งหมด



ภาพที่ 4.1 เส้นทางการเก็บข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Drive test) ของผู้ประกอบการ

#### 4.1 รายละเอียดของการทดสอบ

4.1.1 การเก็บข้อมูลทางเทคนิคเพื่อประมวลผลเกี่ยวกับ Call Information ผู้วิจัยจะทำการเก็บบันทึกข้อมูลทางเทคนิคที่เกี่ยวข้อง เช่น Mobile Frequency Band, Mobile Country Code, Mobile Network Code รวมถึง Network Operator ที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้น

4.1.2 การทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ Drive test Quality ด้าน Voice call ประกอบการประมวลผลคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้าน Complete call, Blocked call และ Dropped call โดยแยกการแสดงผลเป็น Voice call attempts, Voice call completion rate, Voice call setup time in average, Minimum, Maximum, Voice call disconnects (dropped) Voice call disconnects (normal) เพื่อความสะดวกสำหรับการทดสอบสัญญาณจะกำหนดเลขหมายปลายทางที่มีการรับสายอัตโนมัติในงาน ดังนั้นวิจัยนี้กำหนดเลขหมายปลายทางเป็นเลขหมาย 181 ที่มีการเชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

4.1.3 การทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ Drive test Quality ด้าน Data เป็นการเก็บบันทึกข้อมูล http browsing connection success, http browsing connection attempt success rate, http browsing connection attempts, http browsing connection success rate, http Browsing

Connection time, http browsing การทดสอบการเชื่อมต่อจะกำหนด Server ปลายทางเป็น www.google.com

4.1.4 การทดสอบระดับความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ Rx level เป็นการเก็บบันทึกข้อมูลระดับความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกเลือกใช้ในแต่ละครั้งของการ Call ประกอบด้วย Frequency Channel, Neighbors Channel, Rx level service, Rx level sub

4.1.5 จำนวนข้อมูลที่เก็บบันทึก ด้วยวิธีการ Drive test โดยรถยนต์ตามเส้นทางที่กำหนด ซึ่งทำการบันทึกข้อมูลของผู้ประกอบการรายละ 3 รอบ ส่งผลให้ได้ตัวอย่างการ Call ตามข้อ 4.1.2, 4.1.3 และ 4.1.4 มีจำนวน Voice call และ Data รวมประมาณ 100 calls / ผู้ประกอบการ 1 ราย และตัวอย่างข้อมูล Signaling ประมาณ 150,000 Events (call แต่ละครั้งจะมีหลาย Event ซึ่งเกิดขึ้นจากการย้าย Cell ทั้งนี้ Event จะเกิดขึ้นตลอดเวลาที่เครื่องถูกขยับอยู่ในสถานะ “ON” )





```
#PRODUCT,,,"NEMO HANDY";"2.90.103"
#FF,,,"2"
#ID,,,"{760EFE86-D685-64D2-A0B1-BF69996DE150}"
#HV,,,"5.20.7"
#DS,,,"2,1,5"
#DT,,,"1"
#SW,,,"V 05.11, 24-02-09, RM-243, NTM 36 v2.1 CID10"
#EI,,,"354846028809000"
#SL,,,"520011093344952"
#DN,,,"Nokia 6120"
#START,11:50:31.492,,,"10.09.2010"
LOCK,11:50:31.084,,0
SEI,11:50:32.192,,1,,,
CELLMEAS,11:50:32.192,,1,0,7,16,1,10900,78,46,-74.0,-74.0,32.0,32.0,,,,,,,,,0,10900,114,46,-
75.0,,31.0,31.0,,,,,,,,,0,10900,101,46,-78.0,,28.0,28.0,,,,,,,,,0,10900,98,46,-82.0,,24.0,24.0,,,,,,,,,0,10900,92,46,-
84.0,,22.0,22.0,,,,,,,,,0,10900,82,36,-84.0,,22.0,22.0,,,,,,,,,0,10900,103,46,-85.0,,21.0,21.0,,,,,,,,,
ROAM,11:50:32.192,,1,
DSC,11:50:32.192,,1,
ADJMEAS,11:50:32.192,,1,0,1,11,78,13.0,-74.0,13.0,-87.0,19.0,-93.0,27.0,-101.0,20.0,-94.0
PCHI,11:50:32.192,,1,1,1,,,,,,,,,0,0,,0,,
SEI,11:50:32.445,,1,1,22010,520,1
CHI,11:50:32.445,,1,10900,1,78,613,22010,,,,,78
NLIST,11:50:32.445,,0,0
ROAM,11:50:32.445,,1,2
GPS,11:50:32.445,,100.569145,13.884710,7,0,1,9,0
```

ภาพที่ 4.2 ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (log file) ที่ยังมีได้ผ่านการประมวลผล

## 4.2 Call Information

### 4.2.1 ข้อมูลการแสดงผลของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลแสดงผลของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ

Band				
Mobile country code	520	520	520	520
Mobile network code	01	18	99	00
Network operator	Table1	Table2	Table3	Table4

จากตารางที่ 4.1 มีผลทดสอบ ดังนี้





Mobile country code : กำหนดโดย ITU code 520 หมายถึง ประเทศไทย

Mobile network code : กำหนดโดย กสทช. เพื่อบ่งบอกว่าเป็นโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการรายใด

Network operator : กำหนดโดยผู้ประกอบการ เพื่อตรวจสอบสถานที่ตั้งของเครื่องลูกข่ายที่ใช้งาน ณ เวลานั้นๆ

### 4.2.2 จำนวนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการบนเส้นทาง Drive test

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเบื้องต้นบนเส้นทาง Drive test

Band				
BSIC (แห่ง)	21	26	18	15
Cell Identify (แห่ง)	29	36	26	23
Handover (ครั้ง)	45	36	32	25
Internal Handover (ครั้ง)	4	2	2	2
BCCH (TCH <sub>v</sub> /TCH <sub>D</sub> ) (แห่ง)	19	20	18	15

ข้อมูลเบื้องต้นตามเส้นทาง Drive test ที่ปรากฏในตารางที่ 4.2 มีรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมดังนี้

4.2.2.1 BSIC (Base Station Identify Code) ที่มีจำนวนแตกต่างกันของผู้ประกอบการแต่ละรายนั้น บอกให้ทราบว่า ณ ขณะที่ทำการ Drive test นั้น เครื่องลูกข่ายสามารถพบเห็นและนับจำนวนของโครงข่ายได้กี่แห่ง แต่ไม่ได้แสดงว่าเครื่องลูกข่ายจะจับช่องสัญญาณใช้งานทุกๆ โครงข่ายซึ่งเครื่องลูกข่ายพบเห็นและนับจำนวนของโครงข่าย แทบ ได้มากที่สุดคือ 26 แห่ง รองลงมาคือ เอไอเอส จำนวน 21 แห่ง ทรูมูฟ 18 แห่ง และ อีทีซี 15 แห่ง

4.2.2.2 Cell Identify เป็นข้อมูลของจำนวน Cell ที่เครื่องลูกข่ายทำการจับสัญญาณเพื่อใช้งานในขณะที่ทำการ Drive test ซึ่งใน 1 BSIC สามารถบรรจุได้สูงสุดถึง 24 Cell (1 Cell = 1 ความถี่) ทั้งนี้ 1 Cell สามารถใช้งานพร้อมกันได้ 8 เครื่อง-ลูกข่าย (1 เครื่องลูกข่าย = 1 Time slot) แต่ในทางปฏิบัติผู้ประกอบการจะบรรจุจำนวน Cell ใน 1 BSIC เพียง 3 – 6 Cell ดังนั้น 1 BSIC จะสามารถใช้งานได้พร้อมกัน 24 – 48 เครื่องลูกข่าย เหตุผลที่ผู้ประกอบการดำเนินการเช่นนั้น เนื่องจากผู้ประกอบการต้องการให้มีระยะห่างในการใช้ความถี่อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ ซึ่งจะสามารถครอบคลุมพื้นที่ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่มีสัญญาณรบกวนกันเองภายใน BSIC เดียวกัน

4.2.2.3 Handover มีจำนวนครั้งแตกต่างกัน จากสาเหตุที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะเอไอเอส มีการ Handover สูงกว่าผู้ประกอบการรายอื่นๆ เนื่องจากมีการย้าย Cell ในลักษณะ Roaming ระหว่าง GSM 900 MHz และ PCN 1800 MHz ของบริษัท ดิจิตอล โฟน จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบการในเครือเดียวกัน

4.2.2.4 Internal Handover เป็นการย้าย Time slot ภายใน Cell เดียวกัน





4.2.2.5 BCCH ( $TCH_V$  /  $TCH_D$ ) หรือ Broadcast Channal เป็นการแสดงตนของจำนวน BSIC กับ Cell Identify ที่มีค่าสูงสุดและถูกใช้งาน โดยการ Drive test  $TCH_V$  (ด้านเสียง) และ  $TCH_D$  (ด้าน Data) ซึ่งจะดำเนินการแยกกันในแต่ละช่วงเวลาของการ Drive test



### 4.3 Drive test Quality

#### 4.3.1 ผลการทดสอบคุณภาพด้านเสียง (Voice call)

ตารางที่ 4.3 คุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้านบริการ Voice call Quality ใน 1 รอบ Drive test

Band	 AIS ชีวิตไม่เบียดคุณ	 dtac happy	 true move	 CAT Hutch
Voice call attempts (ครั้ง)	33	20	26	28
Voice call completion (ครั้ง)	33	20	26	28
Voice call setup time (msec) min	2,010.00	2,422.00	2,198.00	1,066.00
max	6,491.00	3,995.00	23,704.00	3,141.00
average	4,022.00	3,143.07	3,634.19	1,874.40
Voice call disconnects (dropped) (ครั้ง)	0	0	2	1
Voice call disconnects (normal) (ครั้ง)	33	20	24	27

จากผลการทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่จากการให้บริการ Voice Call ที่ปรากฏในตารางที่ 4.3 อธิบายได้ดังนี้

4.3.1.1 Voice call attempts : จำนวนครั้งของการเข้าถึงหรือการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายกับโครงข่ายของแต่ละผู้ประกอบการจะมีความแตกต่างกัน ตามข้อมูลข้างต้นจำนวนครั้งการเข้าถึงของ เอไอเอส มีมากกว่าผู้ประกอบการรายอื่น คือ 33 ครั้ง รองลงมาคือ ัศทชีสัน 28 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่ได้จากการทดสอบขึ้นกับระยะเวลาในการเคลื่อนที่ระหว่างการ Drive test ดังนั้น สภาพการจราจรแต่ละรอบของการ Drive test จึงส่งผลให้จำนวนครั้งของการเข้าถึงมีความแตกต่างกันจาก และข้อมูลที่ได้จึงแตกต่างกันไปด้วย

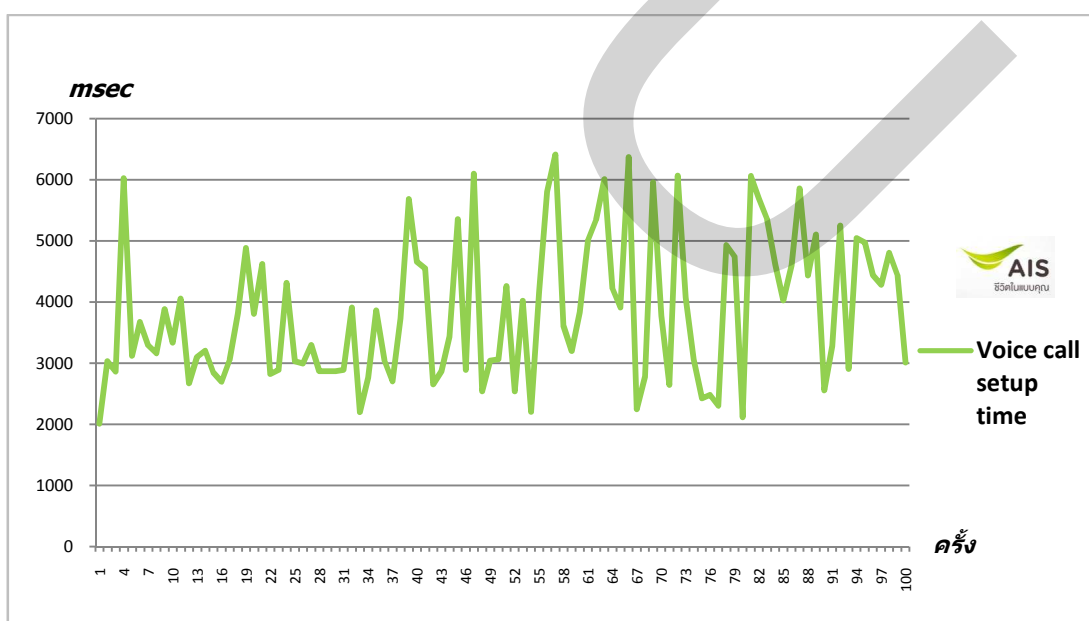
4.3.1.2 Voice call completion rate การเข้าถึงหรือการเชื่อมต่อสำเร็จของผู้ประกอบการทุกรายมีอัตราส่วนการเชื่อมต่อสำเร็จต่อจำนวนครั้งในการเชื่อมต่อคิดเป็นร้อยละร้อย เหมือนกันทุกราย

4.3.1.3 Voice call setup time เป็นเวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จ ซึ่งเริ่มจากการกดปุ่ม Call จนได้ยินสัญญาณเรียกจากปลายทางจะมีหน่วยวัดเป็น Millisecond (msec) จากข้อมูลที่ปรากฏพบว่า ฮัทซีสัน ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จเฉลี่ยน้อยกว่าผู้ประกอบการรายอื่นคือ 1,874.40 msec ในขณะที่ เอไอเอส ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จเฉลี่ยมากที่สุดคือ 4,022.00 msec

4.3.1.4 Voice call disconnects (dropped) คุณภาพที่แสดงผลของอัตราสายหลุด (dropped) ในระหว่างการเชื่อมต่อพบว่าทำให้บริการของ ทูมูฟ มีสายหลุดในระหว่างการเชื่อมต่อ 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 7.69 จากจำนวนครั้งในการเชื่อมต่อสำเร็จทั้งสิ้น 26 ครั้ง และ ฮัทซีสัน มีสายหลุดในระหว่างการเชื่อมต่อ 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3.57 จากจำนวนครั้งในการเชื่อมต่อสำเร็จทั้งสิ้น 28 ครั้ง ซึ่งเกิดจากการ Handoff

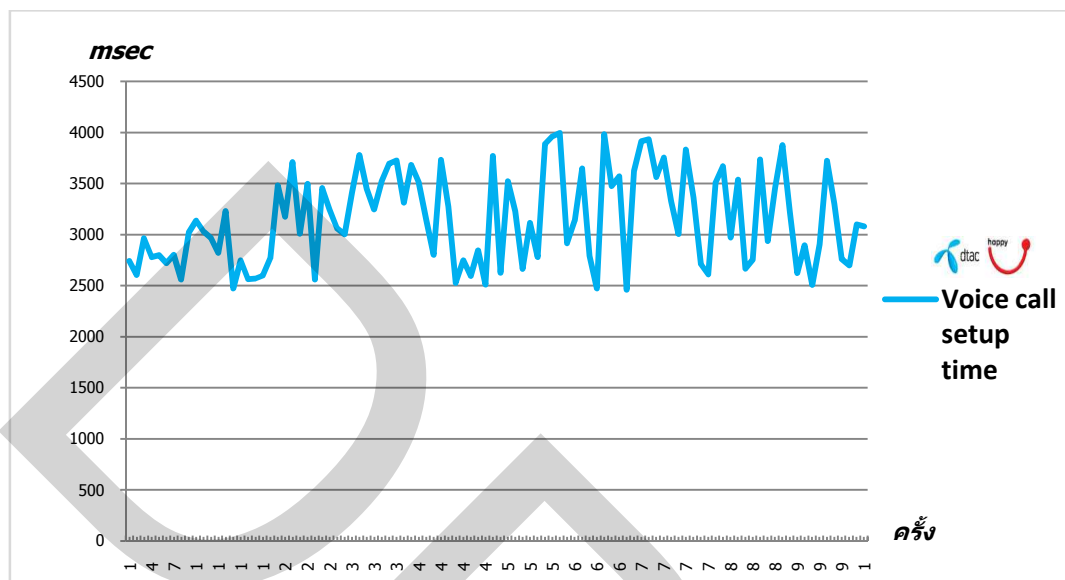
4.3.1.5 Voice call disconnects (normal) เริ่มจากการเชื่อมต่อสำเร็จต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการโทรด้วยการวางสาย และเมื่อคิดเป็นอัตราส่วนต่อจำนวนครั้งของ Voice call disconnects (dropped) ส่งผลต่อเนื่องให้ ทูมูฟ มีค่า Voice call disconnects (normal) จำนวน 24 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 92.31 จาก 26 ครั้ง และ ฮัทซีสัน อยู่ที่ 27 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 96.43 จาก 28 ครั้ง

ภาพที่ 4.3 ถึงภาพที่ 4.7 เป็นภาพที่แสดงให้เห็นถึงการใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จของผู้ประกอบการแต่ละราย ในรูปกราฟ ซึ่งลักษณะของเส้นกราฟขึ้นลงในระดับแตกต่างกัน เกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนผู้ใช้บริการ จำนวนช่องสัญญาณที่ว่างในขณะนั้น, ความเข้มของสัญญาณระหว่าง BTS กับเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในขณะที่ทำการ Drive test เป็นต้น



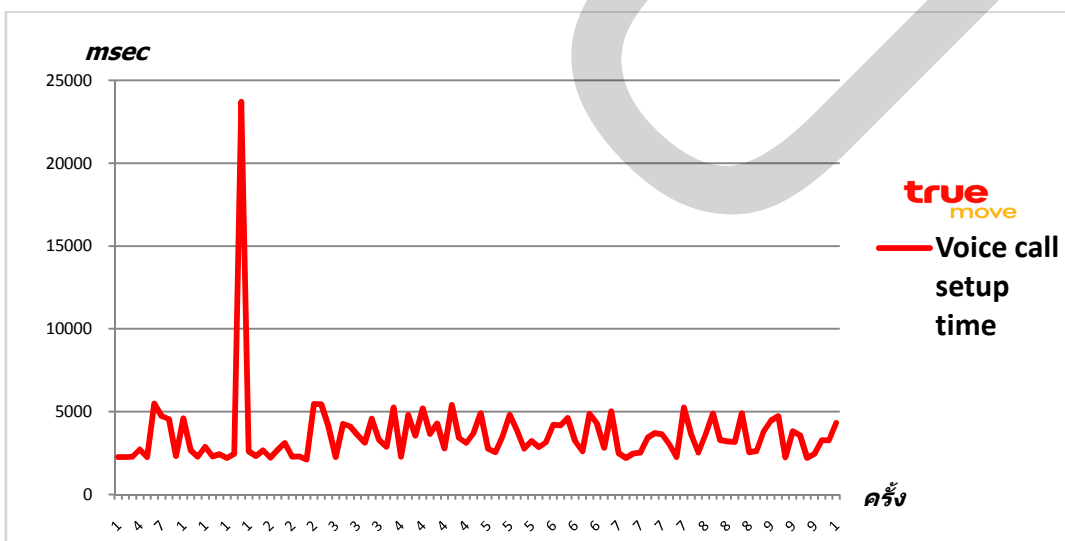
ภาพที่ 4.3 Voice call setup time ของ เอไอเอส

เอไอเอส ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จต่ำสุดที่ 2,010 msec ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จสูงสุดที่ 6,491 msec และใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จเฉลี่ยที่ 4,022 msec



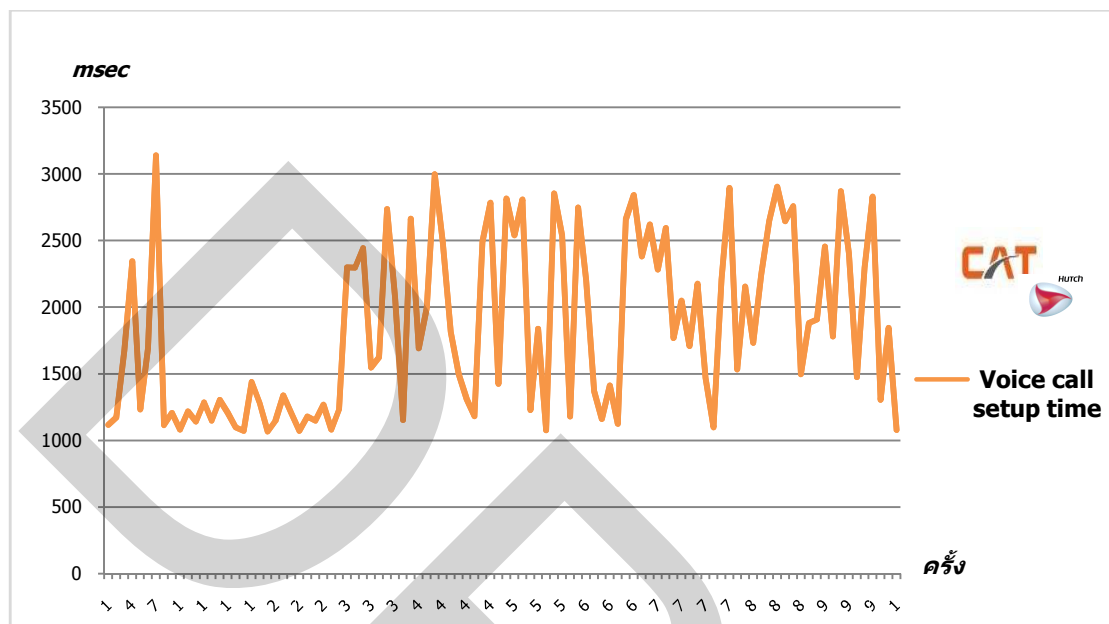
ภาพที่ 4.4 Voice call setup time ของ ดีแทค

ดีแทค ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จต่ำสุดที่ 2,422 msec ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จสูงสุดที่ 3,995 msec และใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จเฉลี่ยที่ 3,143.07 msec



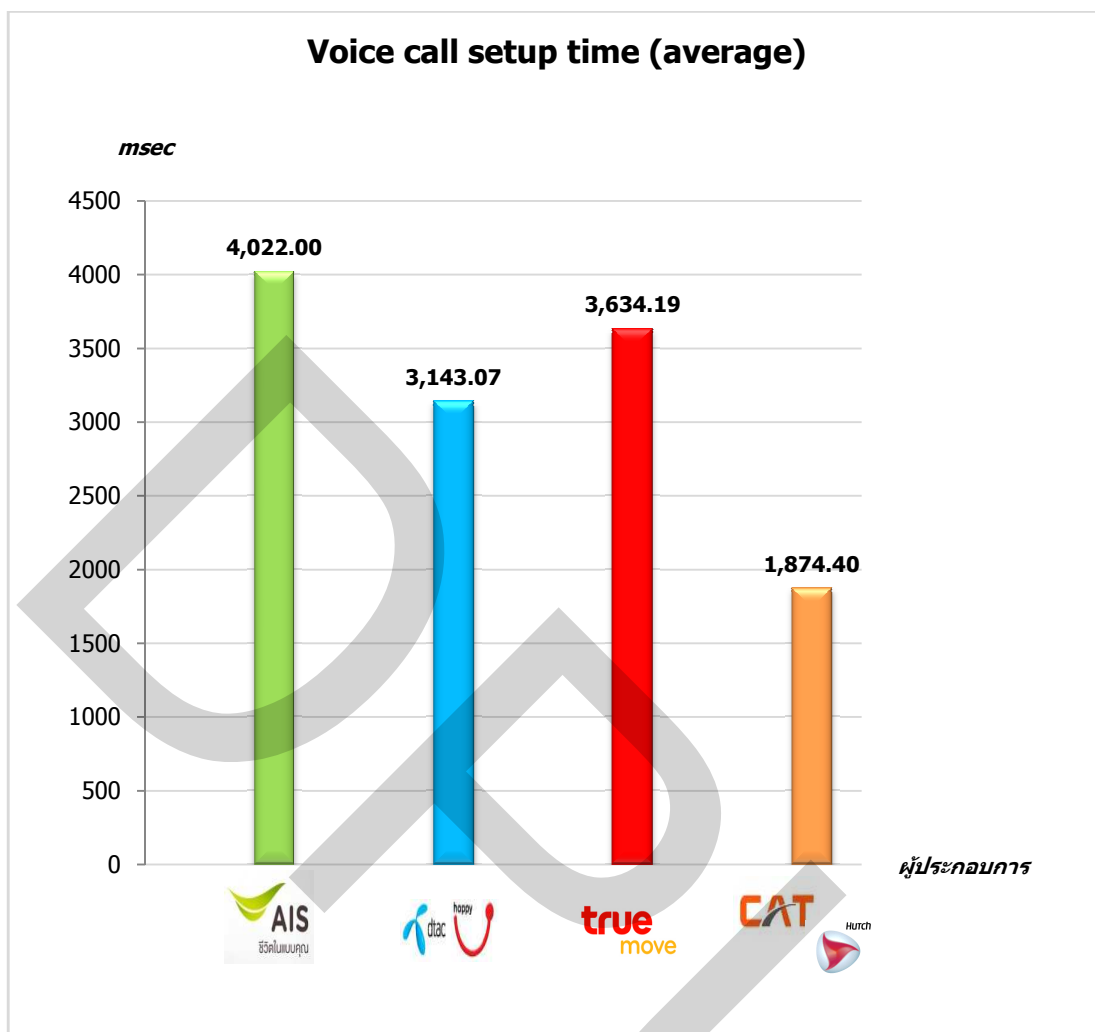
ภาพที่ 4.5 Voice call setup time ของ ทรูมูฟ

ทรูมูฟ ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จต่ำสุดที่ 2,198 msec ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จ  
สูงสุดที่ 23,704 msec และใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จเฉลี่ยที่ 3,634.19 msec



ภาพที่ 4.6 Voice call setup time ของ ฮัทชีสัน

ฮัทชีสัน ใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จต่ำสุดที่ 1,066 msec ใช้ระยะเวลาในการเชื่อมต่อ  
สูงสุดที่ 3,141 msec และใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จเฉลี่ยที่ 1,874.40 msec



ภาพที่ 4.7 Voice call setup time (average) ของผู้ประกอบการ





จากภาพที่ 4.7 ทำให้เห็นถึงความแตกต่างของ Call Setup time (average) หรือเวลาเฉลี่ยในการเชื่อมต่อสำเร็จ ซึ่งเริ่มจากการกดปุ่ม Call จนได้ยินสัญญาณเรียกจากปลายทางของผู้ประกอบการแต่ละราย โดยเรียงลำดับจากใช้ระยะเวลาสั้นไปหามาก ดังนี้ ฮัทชิสัน ใช้เวลาเฉลี่ย 1,874.40 msec, แทค ใช้เวลาเฉลี่ย 3,143.07 msec, ทรูมูฟ ใช้เวลาเฉลี่ย 3,634.19 msec และ เอไอเอส ใช้เวลาเฉลี่ย 4,022.00 msec ตามลำดับ

#### 4.3.2 ผลการทดสอบคุณภาพการให้บริการ Data

การทดสอบคุณภาพการให้บริการ Data ในขั้นตอนของการทดสอบเลือกใช้การเรียกข้อมูลจาก website : <http://www.google.com> ในวันที่ทดสอบหน้า Home Page มีขนาดของข้อมูล

จำนวน 108205 byte หรือ 865640 bit การทดสอบจะเป็นการเรียกข้อมูลจำนวนดังกล่าวและทำการจับเวลาตั้งแต่การ Request จนกระทั่งได้รับข้อมูลครบถ้วน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4

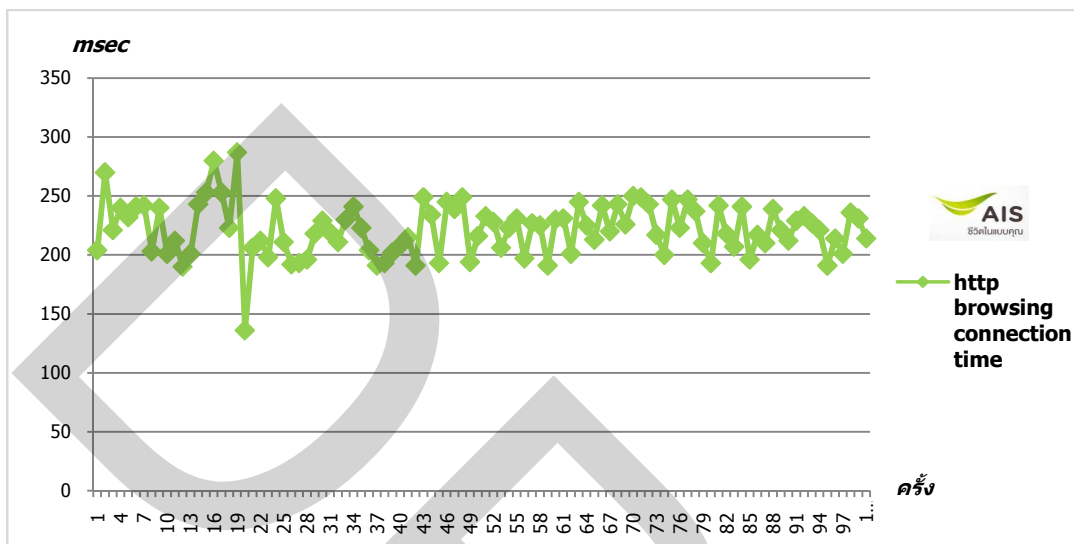
ตารางที่ 4.4 คุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้านบริการ Data ของการทดสอบ 1 รอบ Drive test

Band				
	GPRS	GPRS	GPRS	EVDO
http browsing connection success (%)	100	100	100	100
http browsing connection attempt success rate (%)	100	100	100	100
http browsing connection attempts (%)	100	100	100	100
http browsing connection success rate (%)	100	100	100	100
http browsing disconnects (dropped) (%)	0	0	0	0
http browsing disconnects (normal) (%)	100	100	100	100
http browsing connection time (msec)				
min	136.00	103.00	198.00	70.00*
max	287.00	530.00	262.00	243.00*
average	226.00	296.97	221.76	170.48*
http browsing transfer failures (%)	0	0	0	0
http browsing transfer success (%)	100	100	100	100
http browsing transfer success rate (%)	100	100	100	100
http browsing transfer time (msec)				
min	3,322.00	3,696.00	3,148.00	135.65*
max	5,399.00	13,000.00	4,276.00	1,544.10*
average	3,811.68	6,441.00	3,533.36	593.18*

หมายเหตุ. \* ขนาดของ webpage / CDMA speed test (kbps)

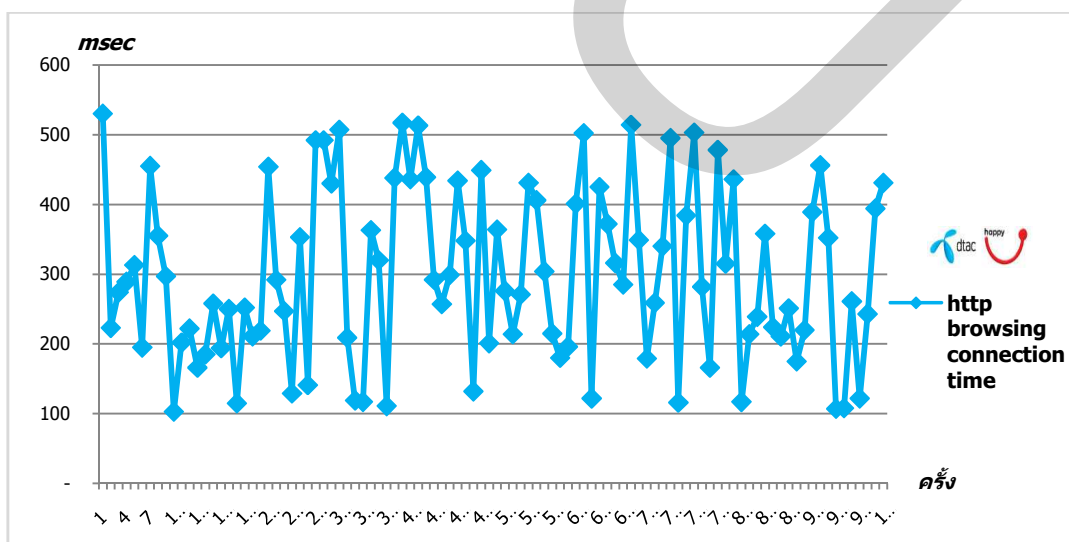
ผลการทดสอบคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการให้บริการ Data เพื่อประมวลผลการใช้เวลาเฉลี่ยในการ Upload และ Download Data ผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

โดยให้ความสำคัญกับ http browsing Connection time และ http browsing transfer time ซึ่งผลที่ได้มีหน่วยวัดเวลาเป็น Millisecond (msec) ทั้งนี้ได้นำผลที่ได้จากตารางที่ 4.4 แสดงในรูปแบบกราฟ ดังภาพที่ 4.8 ถึงภาพที่ 4.18



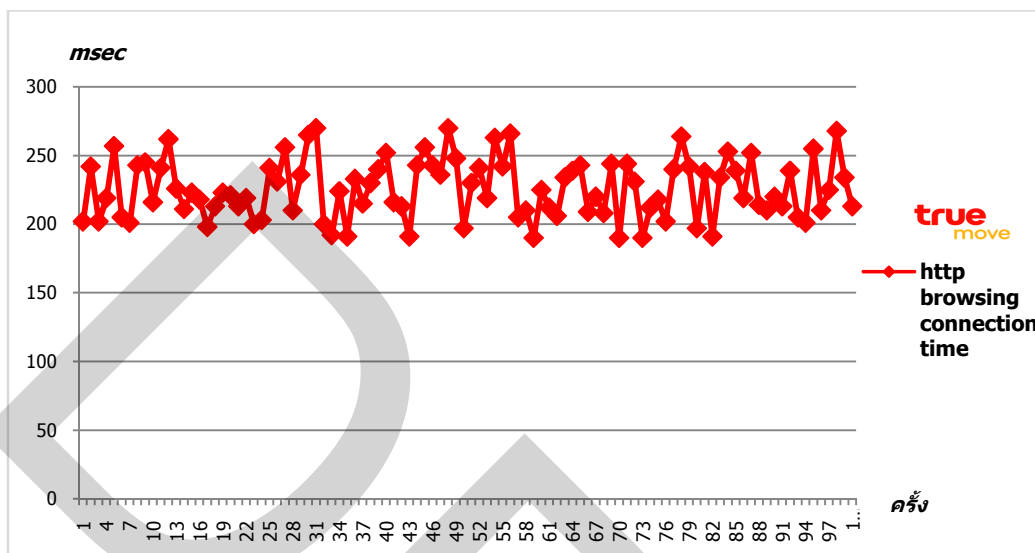
ภาพที่ 4.8 http browsing connection time ของ เอไอเอส

http browsing connection time ของ เอไอเอส ใช้เวลาดำสุด ที่ 136 msec ใช้เวลาสูงสุด ที่ 287 msec และใช้เวลาเฉลี่ยที่ 226 msec ในการ ตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ละครั้ง



ภาพที่ 4.9 http browsing connection time ของ แททที

http browsing connection time ของ แทค ใช้เวลาดำสุดที่ 103 msec ใช้เวลาสูงสุดที่ 530 msec และใช้เวลาเฉลี่ยที่ 296.97 msec ในการ ตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ละครั้ง



ภาพที่ 4.10 http browsing connection time ของ ทรูมูฟ

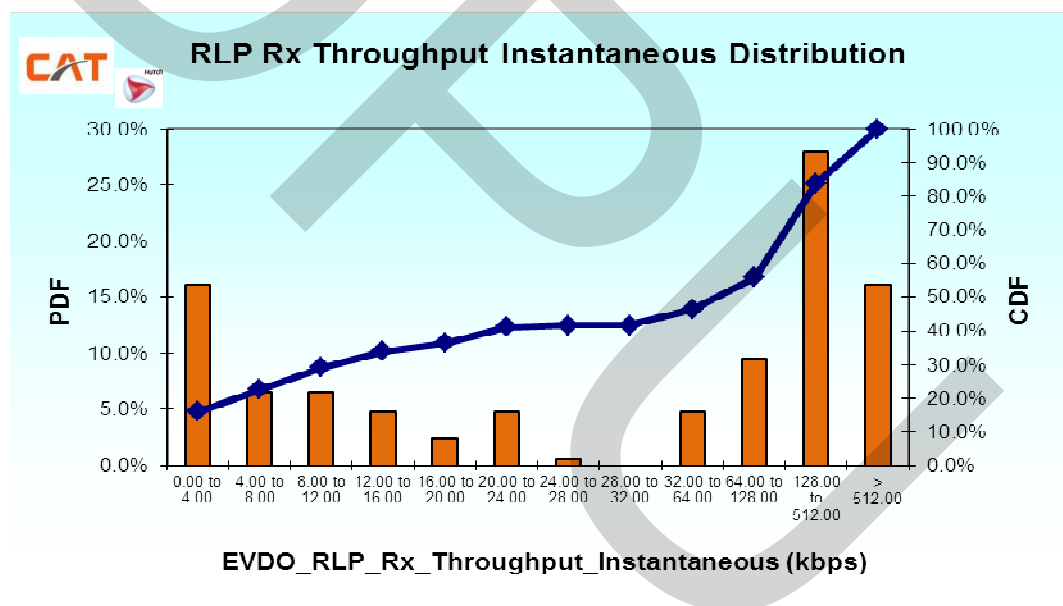
http browsing connection time ของ ทรูมูฟ ใช้เวลาดำสุดที่ 198 msec ใช้เวลาสูงสุดที่ 262 msec และใช้เวลาเฉลี่ยที่ 221.76 msec ในการ ตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ละครั้ง

สำหรับผลการทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการบริการ Data ของ อีทีซี นั้น การนำเสนอจะมีความแตกต่างจากผู้ประกอบการรายอื่น เนื่องจากเทคโนโลยี CDMA จะวัดผลของความเร็ว (Speed Test) เฉลี่ยในการ Download Data (Throughput) โดยมีหน่วยเป็น Kilobits per second (kbps) ซึ่งผู้ประกอบการด้วยเทคโนโลยี GSM ทั้ง 3 รายก่อนหน้านี้ ทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการให้บริการ Data ด้วยเวลาที่ใช้ไปในการ Download มีหน่วยวัดเป็น Millisecond (msec)



RLP Rx Thpt Instantaneous	PDF	CDF
0.00 to 4.00	16.1%	16.1%
4.00 to 8.00	6.5%	22.6%
8.00 to 12.00	6.5%	29.2%
12.00 to 16.00	4.8%	33.9%
16.00 to 20.00	2.4%	36.3%
20.00 to 24.00	4.8%	41.1%
24.00 to 28.00	0.6%	41.7%
28.00 to 32.00	0.0%	41.7%
32.00 to 64.00	4.8%	46.4%
64.00 to 128.00	9.5%	56.0%
128.00 to 512.00	28.0%	83.9%
> 512.00	16.1%	100.0%

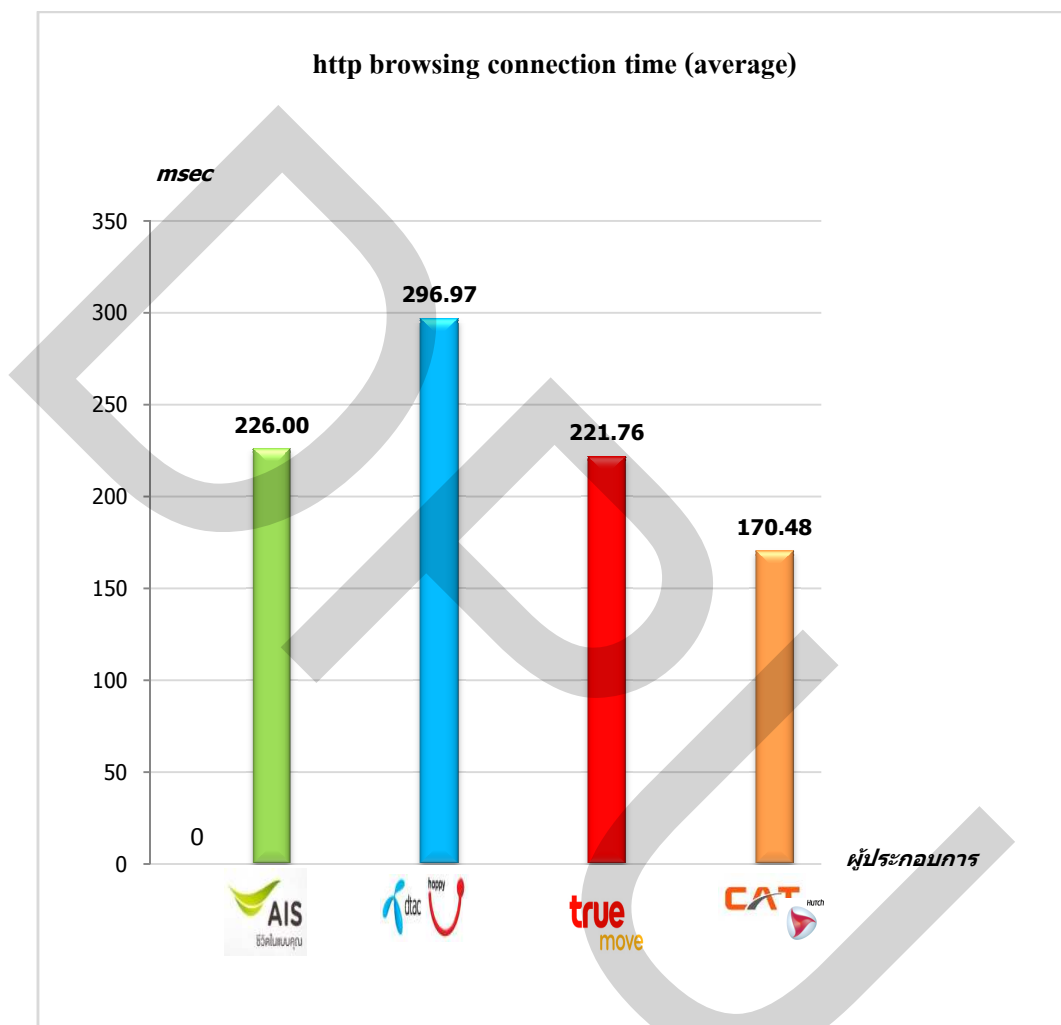
ภาพที่ 4.11 ช่วงของ Radio Link Protocol Rx Thoughtput Instantaneous Distribution เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การใช้งาน



ภาพที่ 4.12 Radio Link Protocol Rx Throughput Instantaneous Distribution ของ ฮัทชิสัน

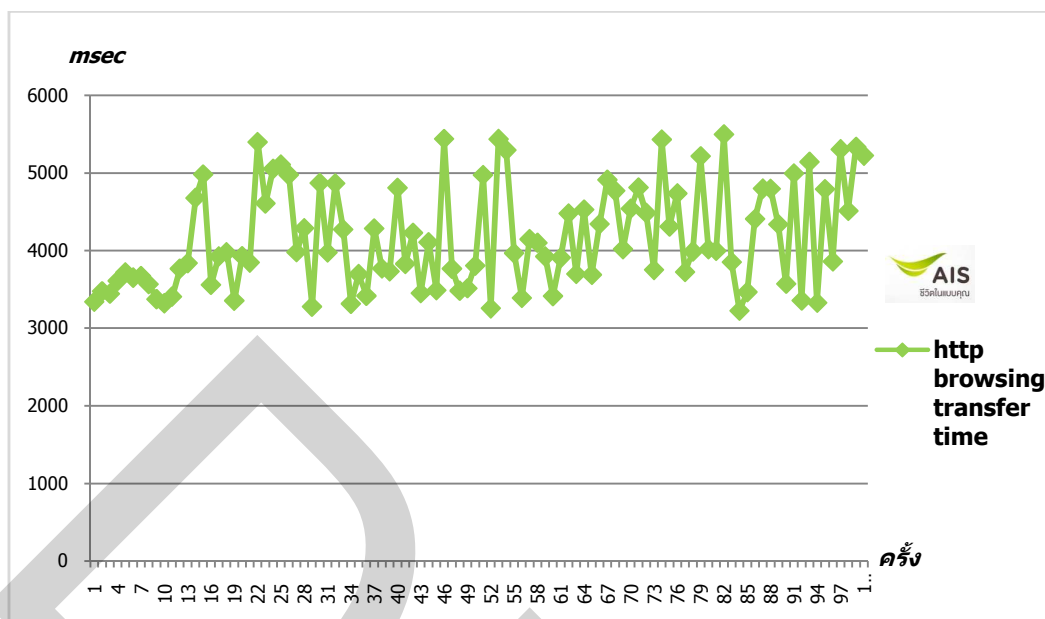
จากการ Drive test ทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างการ Throughput ระบบ CDMA เพื่อทำการประมวลผลและแจกแจงผลการทดสอบในภาพที่ 4.11 จากนั้นนำมาแสดงในลักษณะกราฟดังภาพที่ 4.12 แล้ว พบว่าช่วงของความเร็ว (Speed) ที่ข้อมูลตัวอย่างใช้ในการ Rx Throughput หรือ Download มากถึง 28 เปอร์เซ็นต์ คือความเร็วในช่วง 128.00 to 512.00 kbps โดยแทนค่าด้วยแท่งกราฟสีส้ม ซึ่งแสดงช่วงของความเร็วที่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การใช้งานความเร็วในช่วงนั้นๆ

แบบแจกแจงข้อมูล (PDF : Probability Density Function) และเส้นกราฟสีน้ำเงินแสดงช่วงของความเร็วที่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การใช้ความเร็วแบบสะสม (CDF : Cumulative Distribution Function)



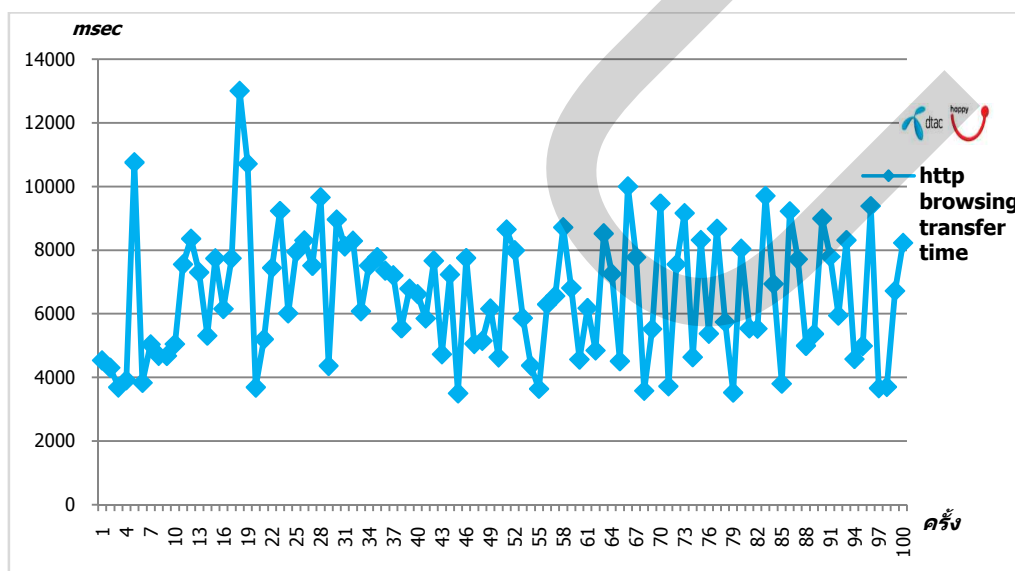
ภาพที่ 4.13 http browsing connection time (average) ของผู้ประกอบการ

จากภาพที่ 4.13 เป็นการแสดงให้เห็นความแตกต่างของการใช้เวลาเฉลี่ยในการ browsing connection จากการให้บริการของผู้ประกอบการแต่ละราย ซึ่งเรียงลำดับการใช้เวลาจากน้อยไปหามาก ได้แก่ ฮัทชีสัน ใช้เวลาเฉลี่ย 170.48 msec, ทูมูฟ ใช้เวลาเฉลี่ย 221.76 msec, เอไอเอส ใช้เวลาเฉลี่ย 226.00 msec และ แทค ใช้เวลาเฉลี่ย 296.97 msec ตามลำดับ



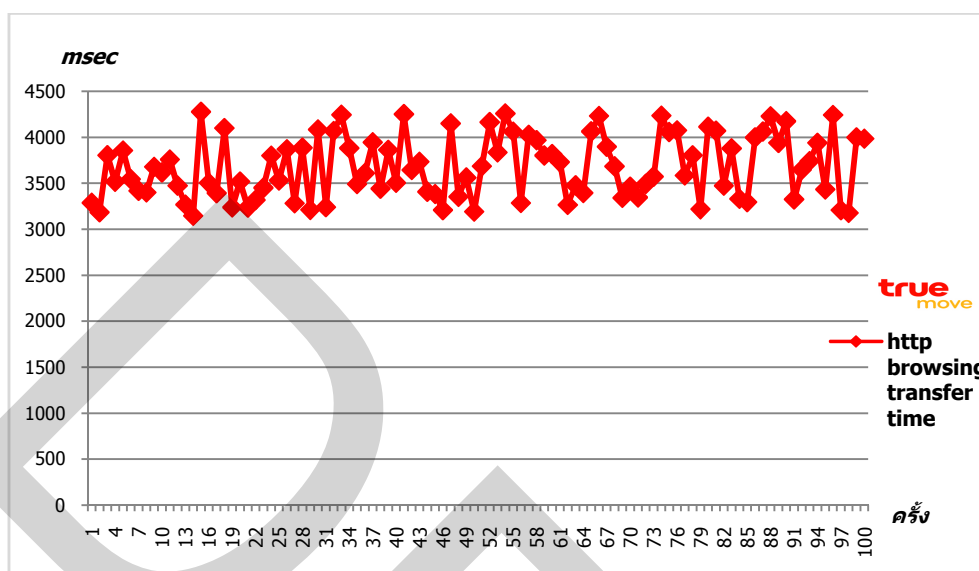
ภาพที่ 4.14 http browsing transfer time ของ เอไอเอส

Http browsing transfer time ของ เอไอเอส ใช้เวลาต่ำสุดที่ 3,322 msec ใช้เวลาสูงสุดที่ 5,399 msec และใช้เวลาเฉลี่ยที่ 3,811.68 msec ในการตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ละครั้ง



ภาพที่ 4.15 http browsing transfer time ของ แทค

Http browsing transfer time ของ แทค ใช้เวลาต่ำสุด 3,696 msec ใช้เวลาสูงสุดที่ 13,000 msec และใช้เวลาเฉลี่ยที่ 6,441 msec ในการ ตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ละครั้ง



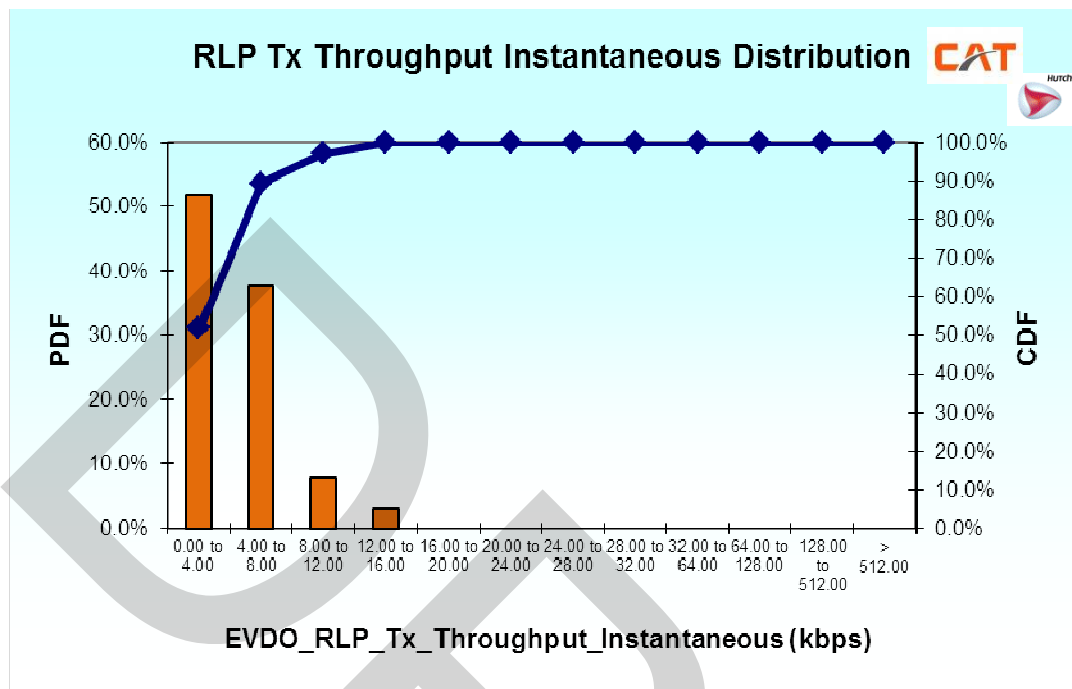
ภาพที่ 4.16 http browsing transfer time ของ ทรูมูฟ

http browsing transfer time ของ ทรูมูฟ ใช้เวลาต่ำสุด 3,148 msec ใช้เวลาสูงสุดที่ 4,276 msec และใช้เวลาเฉลี่ยที่ 3,533.36 msec ในการ ตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ละครั้ง

RLP Tx Thpt Instantaneous	PDF	CDF
0.00 to 4.00	51.8%	51.8%
4.00 to 8.00	37.5%	89.3%
8.00 to 12.00	7.7%	97.0%
12.00 to 16.00	3.0%	100.0%
16.00 to 20.00	0.0%	100.0%
20.00 to 24.00	0.0%	100.0%
24.00 to 28.00	0.0%	100.0%
28.00 to 32.00	0.0%	100.0%
32.00 to 64.00	0.0%	100.0%
64.00 to 128.00	0.0%	100.0%
128.00 to 512.00	0.0%	100.0%
> 512.00	0.0%	100.0%

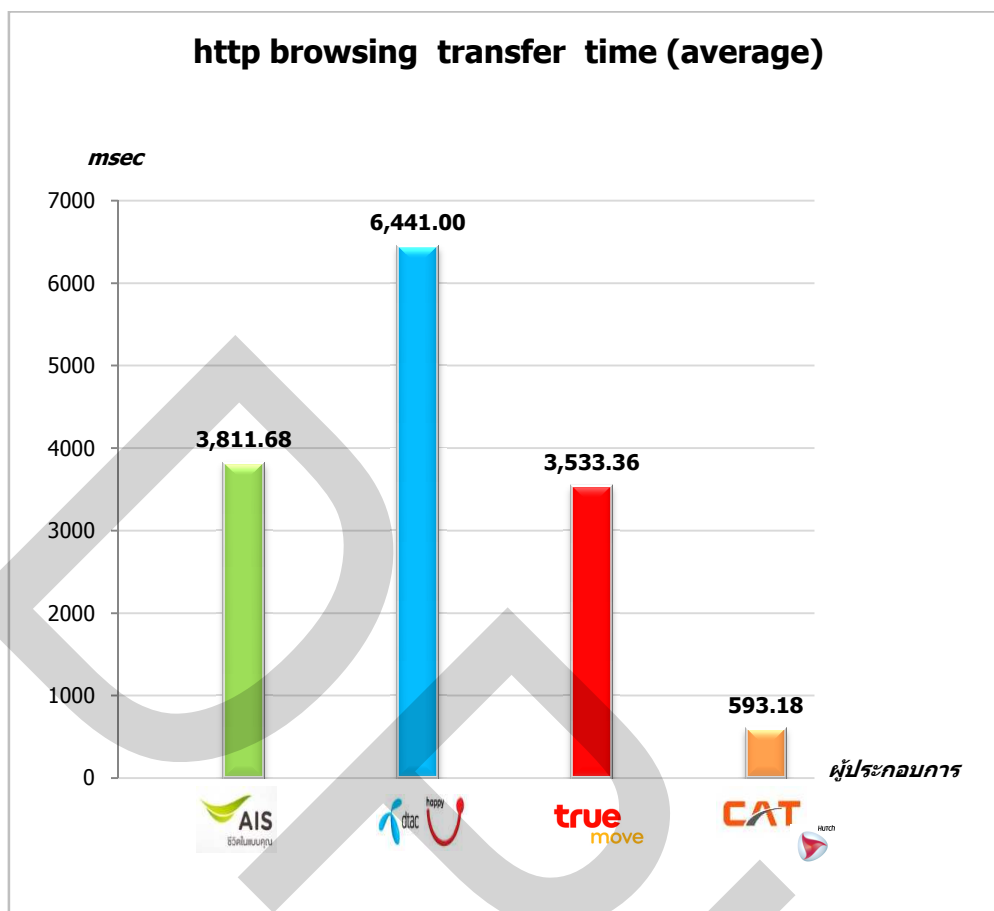
ภาพที่ 4.17 ช่วงของ Radio Link Protocol Tx Thoughtput Instantaneous Distribution

เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนการใช้งาน



ภาพที่ 4.18 Radio Link Protocol Tx Throughput Instantaneous Distribution ของ ฮัทชีสัน

นอกจากนี้ได้แสดงผลการทดสอบ Tx Throughput หรือ Upload ด้วยเช่นเดียวกัน สำหรับความเร็วที่ถูกใช้ทำการ Tx Throughput มากที่สุดคือ 51.80 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วง 0.00 to 4.00 kbps รายละเอียดตามภาพที่ 4.17 และภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.19 http browsing transfer time (average) ของผู้ประกอบกร

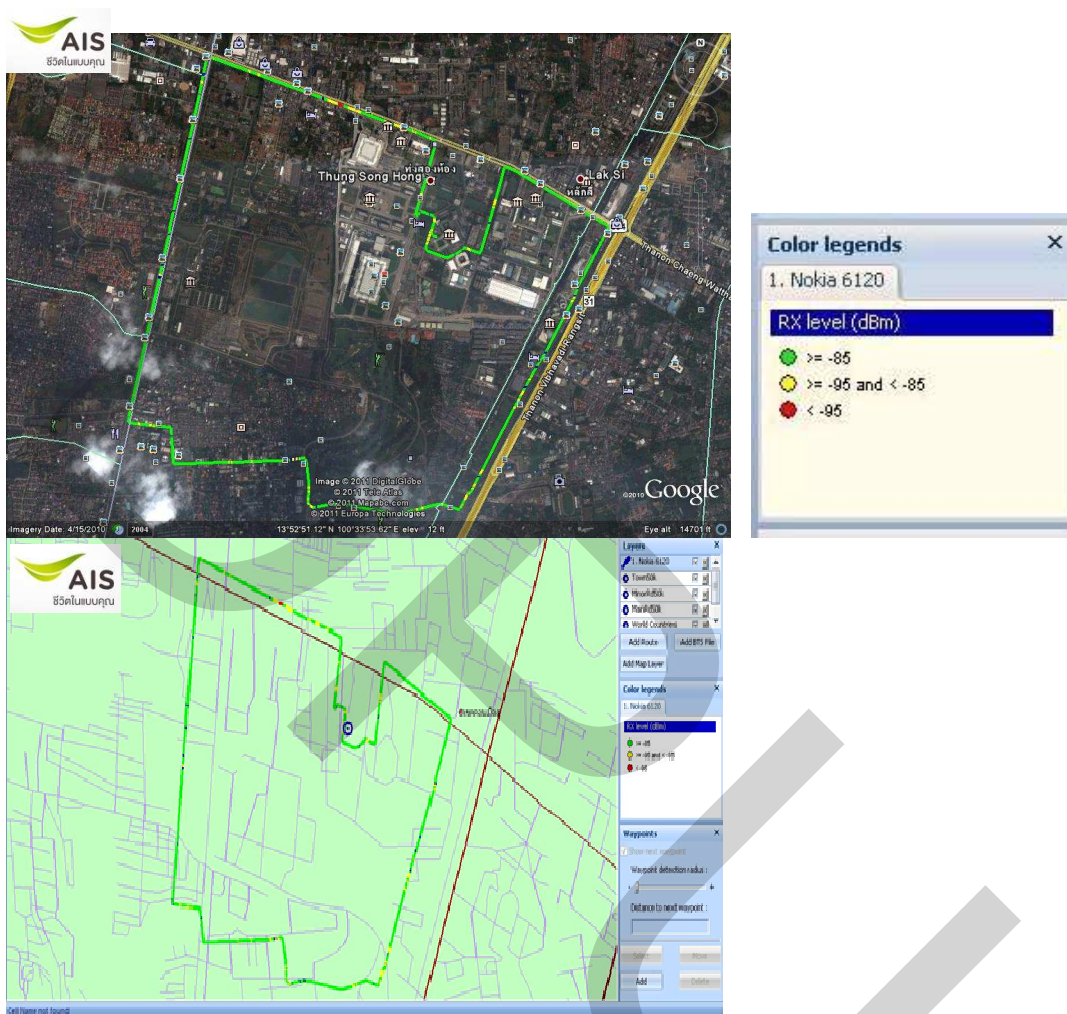
ตามภาพที่ 4.19 ได้แสดงความแตกต่างของการใช้เวลาเฉลี่ยในการ browsing connection จากการให้บริการของผู้ประกอบกรแต่ละราย ซึ่งเรียงลำดับการใช้เวลาจากน้อยไปหามาก ได้แก่ ัทซีสัน ใช้เวลา 593.18 msec, ทรูมูฟ ใช้เวลา 3,533.36msec, เอไอเอส ใช้เวลา 3,811.68 msec และ แทค ใช้เวลา 6,411.00 msec

#### 4.4 Rx Level

ผลจากการเก็บสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบกรตามเส้นทาง Drive test ที่กำหนด ซึ่งแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ Google map และ Rx level map ทั้งนี้ ได้ตัดแยกระดับค่าความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อประมวลคุณภาพของการใช้งาน ดังนี้

- $\geq -85$  dBm
- $\geq -95$  and  $< -85$  dBm
- $< -95$  dBm

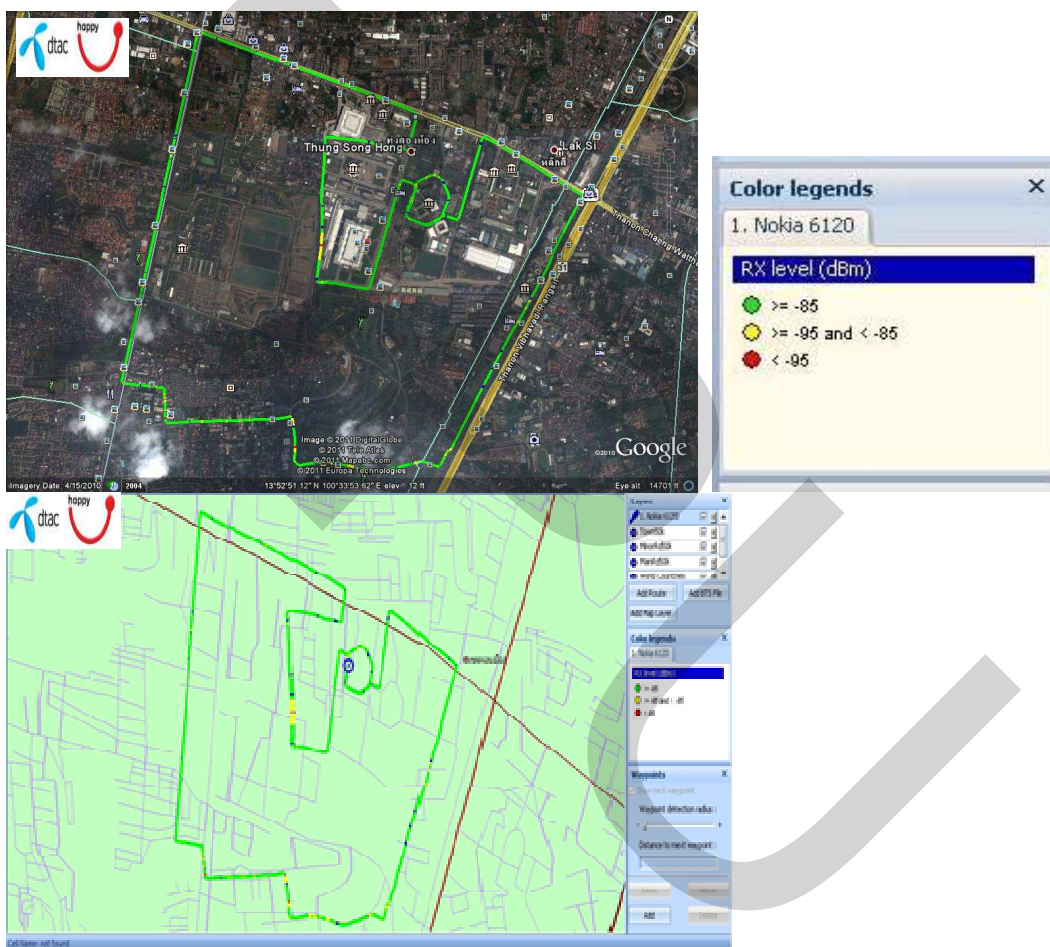
ซึ่งค่าระดับความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ควรต่ำกว่า  $\geq -110$  dBm เนื่องจากหากมีค่าต่ำหรือน้อยกว่านี้ คุณภาพการใช้งานจะด้อยลงจนอาจไม่สามารถสื่อสารกันได้



ภาพที่ 4.20 Rx level ของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตามเส้นทางการ Drive test ของ เอไอเอส ในลักษณะ Google map และ Rx level map

จากภาพที่ 4.20 Rx level หรือความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ เอไอเอส โดยภาพรวมมีค่าที่  $> -85$  dBm (สีเขียว) ซึ่งเป็นความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์ที่ดีคุณภาพการใช้งานมีประสิทธิภาพ การเชื่อมต่อสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจนของเสียง และไม่ขาดหายในระหว่างสนทนา ไม่มีเสียงรบกวน หรือเสียงก้องระหว่างสนทนา และไม่มีสายหลุดระหว่างสนทนา ทั้งนี้หากมีการใช้งานด้าน Data จะสามารถตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ internet สำเร็จภายในเวลาที่รวดเร็ว แต่ก็ยังคงมีบางตำแหน่ง ซึ่งเป็นส่วนน้อยที่มีค่าความเข้มของสัญญาณ ที่  $\geq -95$

and  $< -85$  dBm (สีเขียว) ส่งผลให้คุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้อยลงบ้างเล็กน้อยแต่ยังคงใช้งานได้ดี แต่สำหรับตำแหน่งที่มีค่าความเข้มของสัญญาณที่  $< -95$  dBm (สีแดง) บนถนนแจ้งวัฒนะนั้น หากมีการใช้งานบริเวณดังกล่าว ยังสามารถใช้งานได้ แต่คุณภาพจะด้อยลง อาจต้องใช้เวลามากขึ้นในการเชื่อมต่อสำเร็จ หรือมีเสียงรบกวนระหว่างสนทนา รวมถึงอาจมีสายหลุดระหว่างสนทนาอีกด้วย การใช้งาน Data อาจต้องใช้เวลามากขึ้นในการตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ แต่ยังสามารถใช้งานได้

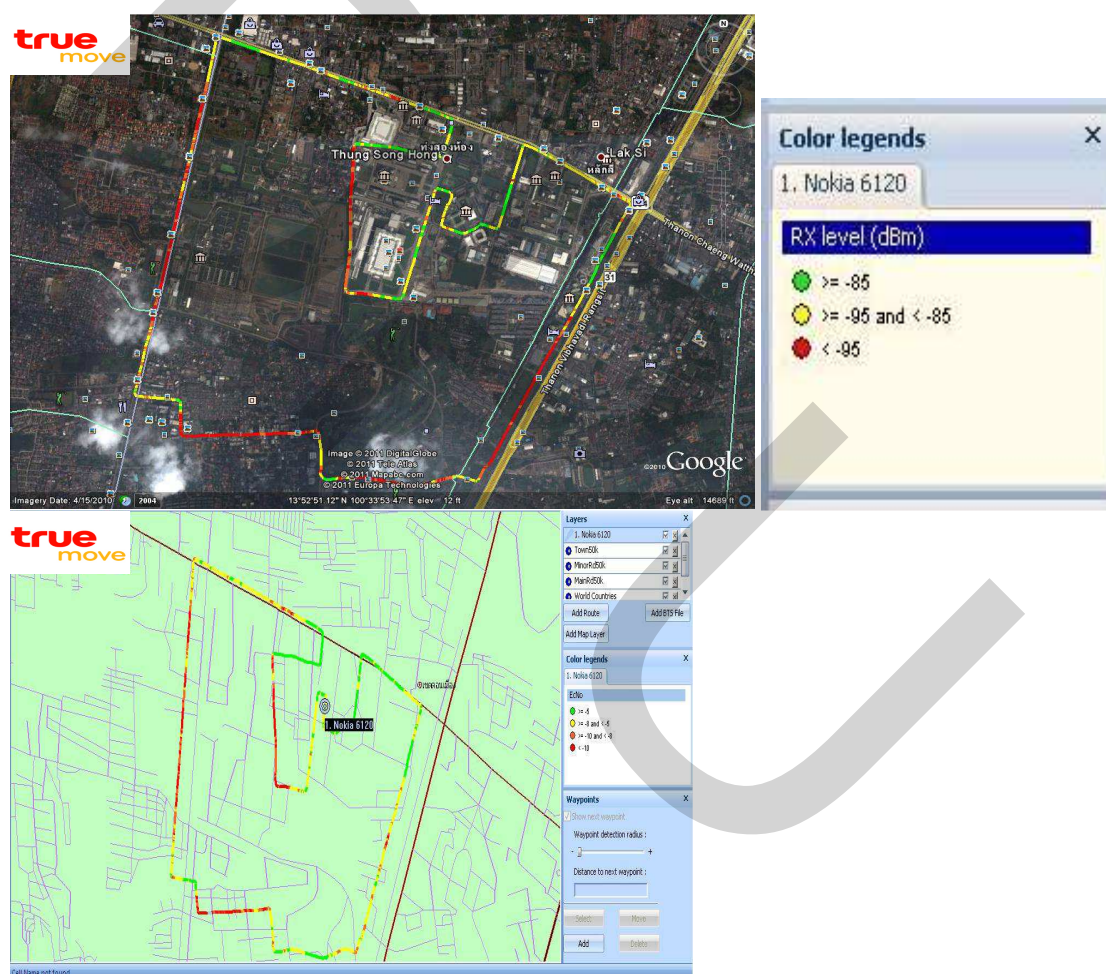


ภาพที่ 4.21 Rx level ของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางการ Drive test ของ แแทค ในลักษณะ Google map และ Rx level map

จากภาพที่ 4.21 Rx level หรือความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ แแทค โดยภาพรวมมีค่าที่  $> -85$  dBm (สีเขียว) เช่นเดียวกับ เอไอเอส ซึ่งเป็นความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ดีส่งผลต่อคุณภาพการใช้งานที่มีประสิทธิภาพทั้งด้านเสียง และ Data

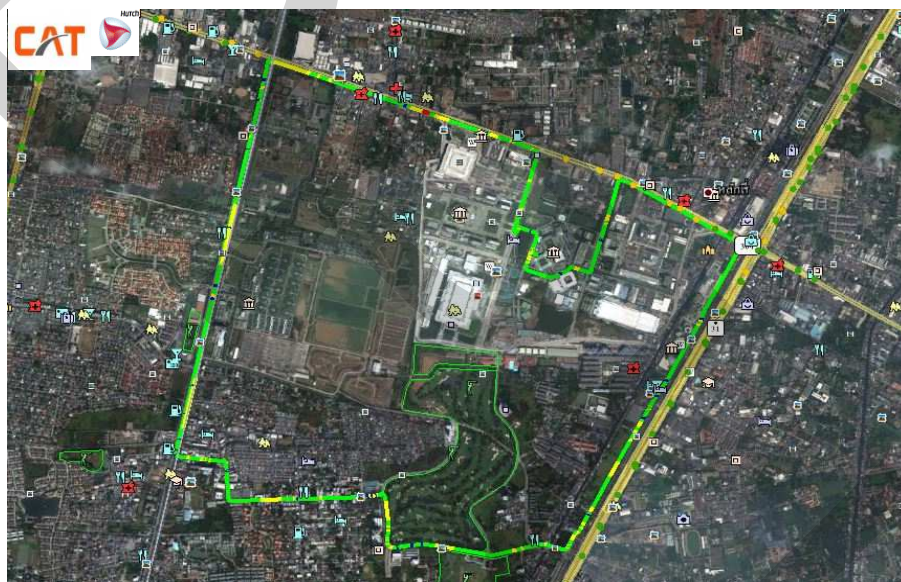


การเชื่อมต่อสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจน แต่ยังคงมีบางตำแหน่ง ซึ่งเป็นส่วนน้อยที่มีค่าความเข้มของสัญญาณที่  $\geq -95$  and  $< -85$  dBm (สีเขียว) ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์ที่เคลื่อนที่ค่อยลงบ้างเล็กน้อยแต่ยังคงใช้งานได้ดี แต่สำหรับบริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร และสนามกอล์ฟพรานพุกักษ์ มีค่าความเข้มของสัญญาณที่  $< -95$  dBm (สีแดง) หากมีการใช้งานบริเวณดังกล่าว คุณภาพจะค่อยลง อาจต้องใช้เวลามากขึ้นในการเชื่อมต่อสำเร็จ หรือเสียงรบกวนระหว่างสนทนา รวมถึงอาจมีสายหลุดระหว่างสนทนา การใช้งาน Data อาจต้องใช้เวลามากขึ้นในการตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บอีกด้วย แต่ยังสามารถใช้งานได้



ภาพที่ 4.22 Rx level ของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางการ Drive test ของ ทรูมูฟ ในลักษณะ Google map และ Rx level map

จากภาพที่ 4.22 Rx level หรือความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ โทรูมฟ แสดงค่าความเข้มของสัญญาณที่มีค่า  $> -85$  dBm (สีเขียว) เพียงบางตำแหน่งของศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ถนนแจ้งวัฒนะ สนามกอล์ฟราชพฤกษ์ และถนนกำแพงเพชร 6 และมีบางตำแหน่งที่มีค่าความเข้มของสัญญาณที่  $\geq -95$  and  $< -85$  dBm (สีเหลือง) และมีหลายจุดของเส้นทาง Drive test กลับปรากฏค่าความเข้มของสัญญาณที่  $< -95$  dBm (สีแดง) หากมีการใช้งานบริเวณดังกล่าว คุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ลดลงมาก อาจต้องใช้เวลาในการเชื่อมต่อสำเร็จ มากขึ้น มีเสียงรบกวนหรือเสียงก้องระหว่างสนทนา รวมถึงอาจมีสายหลุดระหว่างสนทนา การใช้งาน Data ต้องใช้เวลาในการตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บมากขึ้น โดยเฉพาะในเวลาที่มีใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมๆกันจำนวนมาก



ภาพที่ 4.23 Rx level ของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเส้นทางการ Drive test ของ อัทชีสัน ในลักษณะ Google map

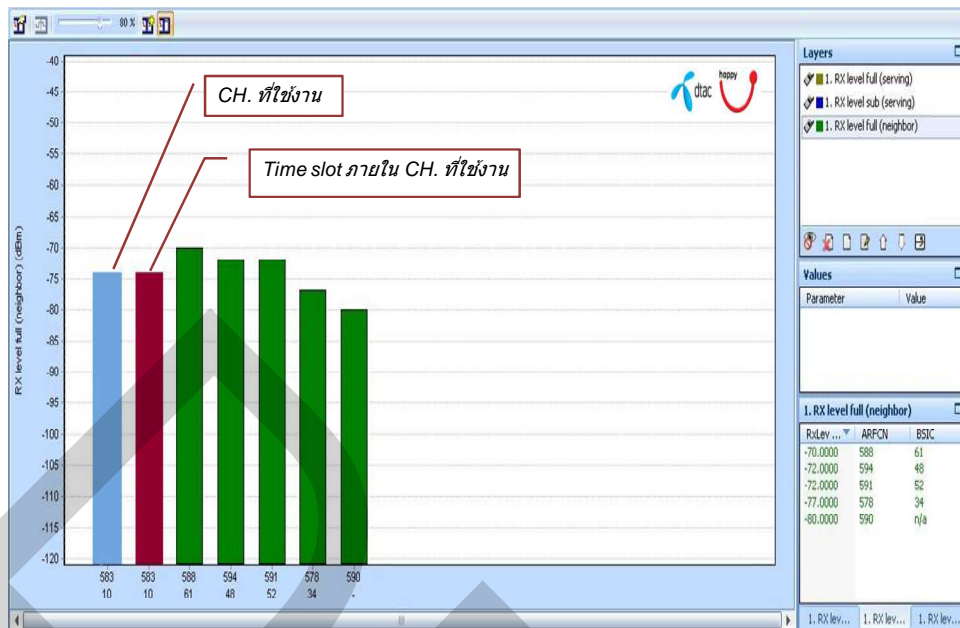
จากภาพที่ 4.23 Rx level หรือความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ อัทชีสัน ซึ่งใช้เทคโนโลยี CDMA ในการให้บริการ โดยภาพรวมมีค่าที่  $> -85$  dBm (สีเขียว) เช่นเดียวกับ เอไอเอส และ แทค ซึ่งเป็นความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์ที่ดีส่งผลต่อคุณภาพการใช้งานที่มีประสิทธิภาพทั้งด้านเสียง และ Data การเชื่อมต่อสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว มีความชัดเจน แต่ยังคงมีบางตำแหน่ง ซึ่งเป็นส่วนน้อยที่มีค่าความเข้มของสัญญาณ ที่  $\geq -95$  and  $< -85$  dBm (สีเหลือง) ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ลดลงบ้างเล็กน้อยแต่ยังคงใช้งานได้ดี และมีค่า

ความเข้มของสัญญาณที่  $< -95$  dBm (สีแดง) บริเวณถนนแจ้งวัฒนะหากมีการใช้งานบริเวณดังกล่าว คุณภาพจะด้อยลง อาจต้องใช้เวลามากขึ้นในการเชื่อมต่อสำเร็จ หรือมีเสียงรบกวนระหว่างสนทนา รวมถึงอาจมีสายหลุดระหว่างสนทนา การใช้งาน Data อาจต้องใช้เวลามากขึ้นในการตอบสนอง การเข้าถึงและใช้งานเว็บอีกด้วย แต่ยังสามารถใช้งานได้

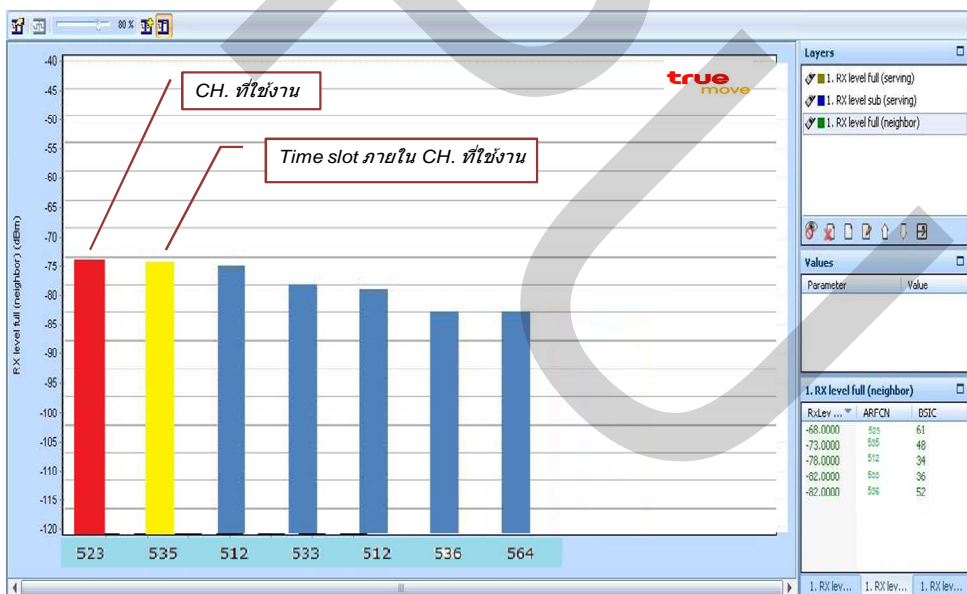
4.4.1 ระดับสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียง เป็นการแสดงการทำงานของระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการเลือกใช้ช่องสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับปลายทางในการเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น BSC (Base Station Controller) จะทำการควบคุม และเลือกโครงข่ายรวมถึงช่องสัญญาณที่อยู่ใกล้และมีความพร้อมในระดับที่เหมาะสมก่อน โดยอัตโนมัติ (ค่าระดับสัญญาณที่พร้อมใช้งานได้ในระดับที่ดีควรอยู่ที่ระดับ  $-47$  dBm ถึง  $-90$  dBm ) ทั้งนี้ได้นำข้อมูลของผู้ประกอบการแต่ละรายมาแสดงไว้ในภาพที่ 4.21 ถึงภาพที่ 4.23 สำหรับผู้ให้บริการด้วยเทคโนโลยี GSM และภาพที่ 4.24 สำหรับผู้ประกอบการผู้ให้บริการด้วยเทคโนโลยี CDMA



ภาพที่ 4.24 ช่องสัญญาณใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ เอไอเอส



ภาพที่ 4.25 ช่องสัญญาณใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ แทค



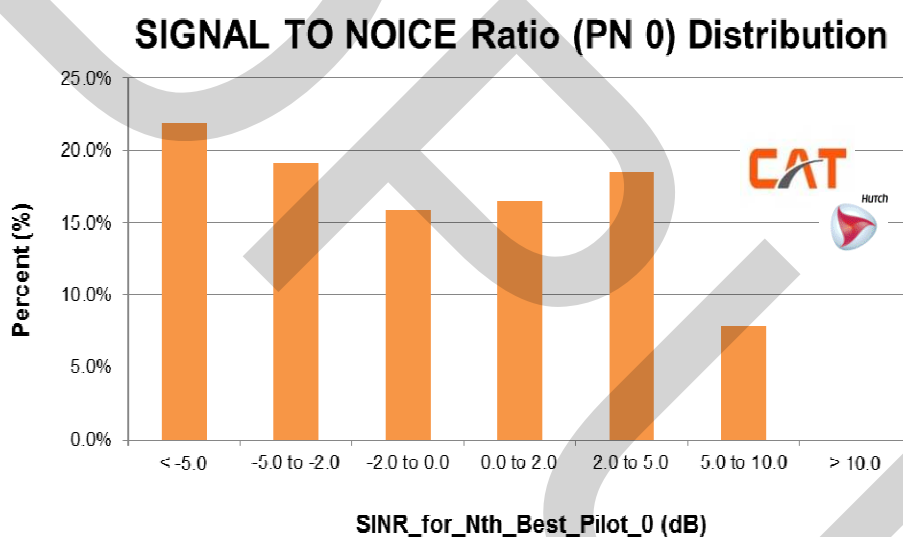
ภาพที่ 4.26 ช่องสัญญาณใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ ทรูมูฟ

จากภาพที่ 4.24 ถึง ภาพที่ 4.26 มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1.1 กราฟแท่งแรก แสดงถึงช่องสัญญาณ และระดับสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลครั้งนี้ [Rx level full (serving)]

4.4.1.2 กราฟแท่งที่สอง แสดงให้เห็นถึง Time slot ที่อยู่ภายในช่องสัญญาณที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล [Rx level sub (serving)] (1 CH. มี 8 Time slot, 1 Time slot = 125/8 Microsecond)

4.4.1.3 กราฟแท่งอื่นๆ แสดงให้เห็นถึงช่องสัญญาณอื่นๆ ที่อยู่ข้างเคียง (Neighbor channel) ซึ่งแม้ช่องสัญญาณข้างเคียงบางช่องสัญญาณจะมีระดับความแรงของสัญญาณมากกว่า แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าในการเลือกใช้ช่องสัญญาณแต่ละครั้งจะเลือกใช้ช่องสัญญาณที่มีความแรงกว่าเท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า BSC (Base Station Controller) จะทำการควบคุม และเลือกโครงข่ายรวมถึงช่องสัญญาณที่อยู่ใกล้ รวมถึงมีความพร้อมในระดับที่เหมาะสมก่อน โดยอัตโนมัติ

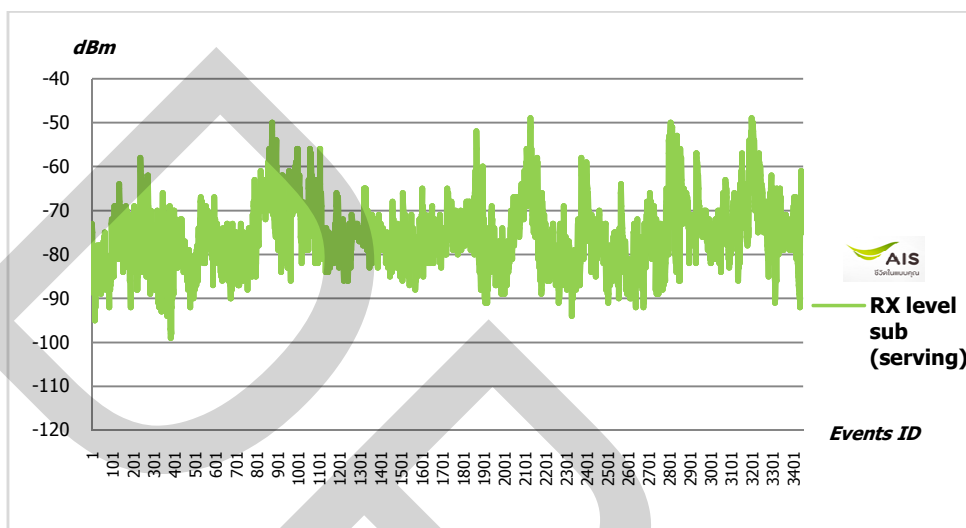


ภาพที่ 4.27 Signal to Noise Ratio ของ ฮัทชีสัน

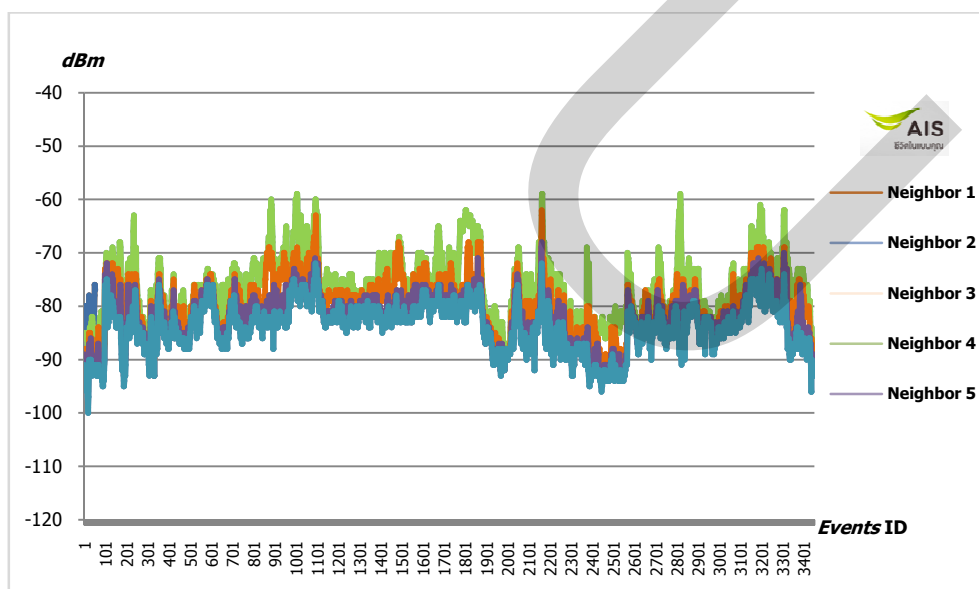
เนื่องจาก ฮัทชีสัน ใช้เทคโนโลยี CDMA การรายงานผลการวิเคราะห์จึงแตกต่างจากผู้ประกอบการรายอื่น การเลือกใช้ช่องสัญญาณจะเลือกจาก Signal to Noise Ratio หรือ SINR ของ Pilot มีหน่วยเป็น dB แต่เทคโนโลยี GSM จะเลือกใช้ช่องสัญญาณจาก Time slot (dBm) จึงไม่ปรากฏข้อมูลของช่องสัญญาณข้างเคียง (Neighbor channel) ซึ่ง SINR ของ Pilot ที่ถูกเลือกใช้มาก ถึง 20 กว่าเปอร์เซ็นต์ คือ < -50 dB

ทั้งนี้ ขอนำเสนอภาพแสดงการเลือกใช้ช่องสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ และช่องสัญญาณข้างเคียงในรูปแบบของกราฟเส้นอีกลักษณะหนึ่ง ดังปรากฏในภาพที่ 4.28 ถึงภาพที่

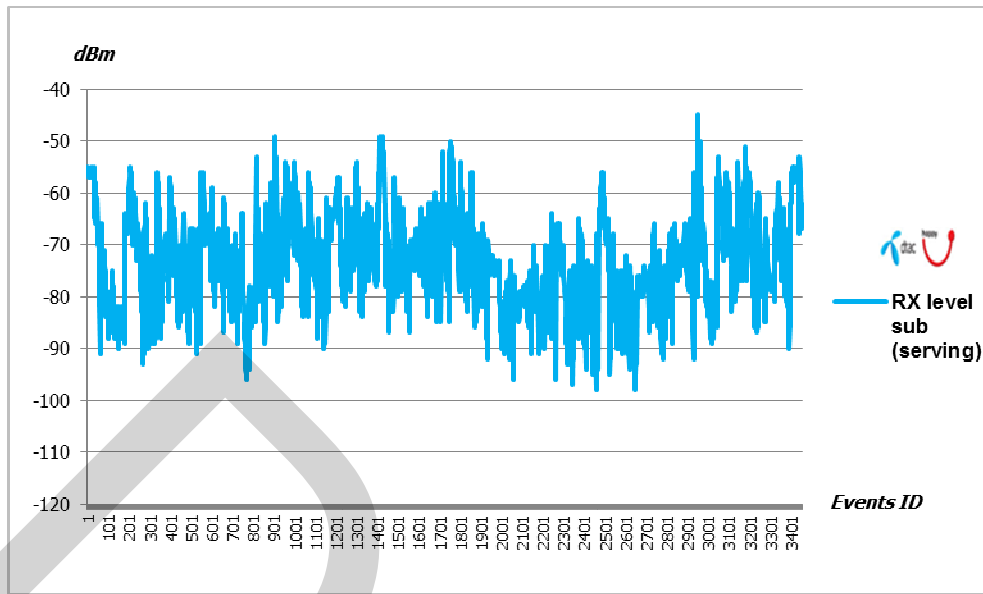
4.33 สำหรับผู้ให้บริการเทคโนโลยี GSM ลักษณะขึ้นลงของเส้นกราฟ แสดงถึงการ Handover หรือการย้าย Cell ในระหว่างการ Drive test ซึ่งการเชื่อมต่อยังคงต่อเนื่องไม่มีสายหลุดในระหว่างดำเนินการ สำหรับช่องสัญญาณข้างเคียงนั้น ก็มีการทำงาน โดยจะถูกเลือกใช้กับเครื่องลูกข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องอื่นๆ ด้วยเช่นกัน



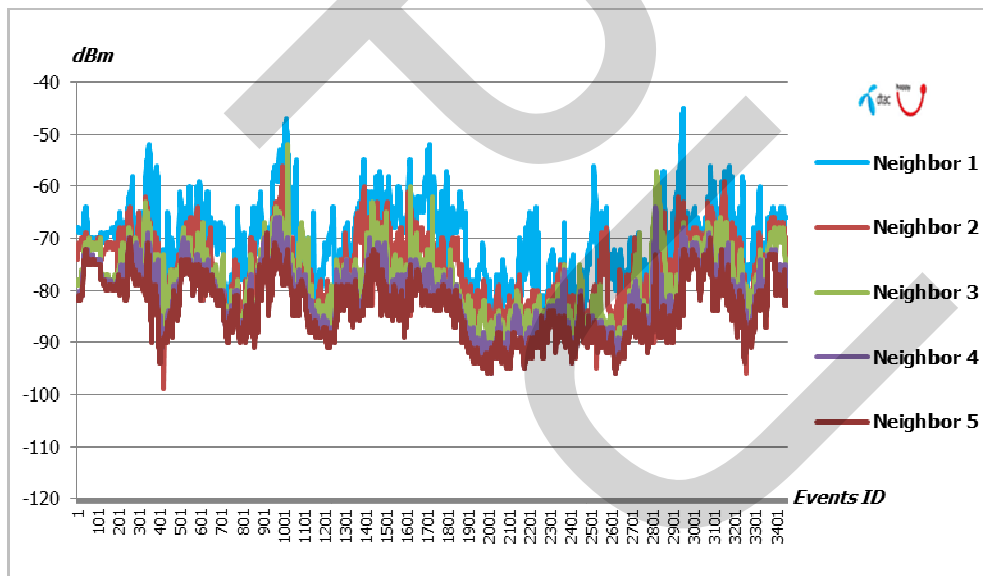
ภาพที่ 4.28 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งานของ เอไอเอส



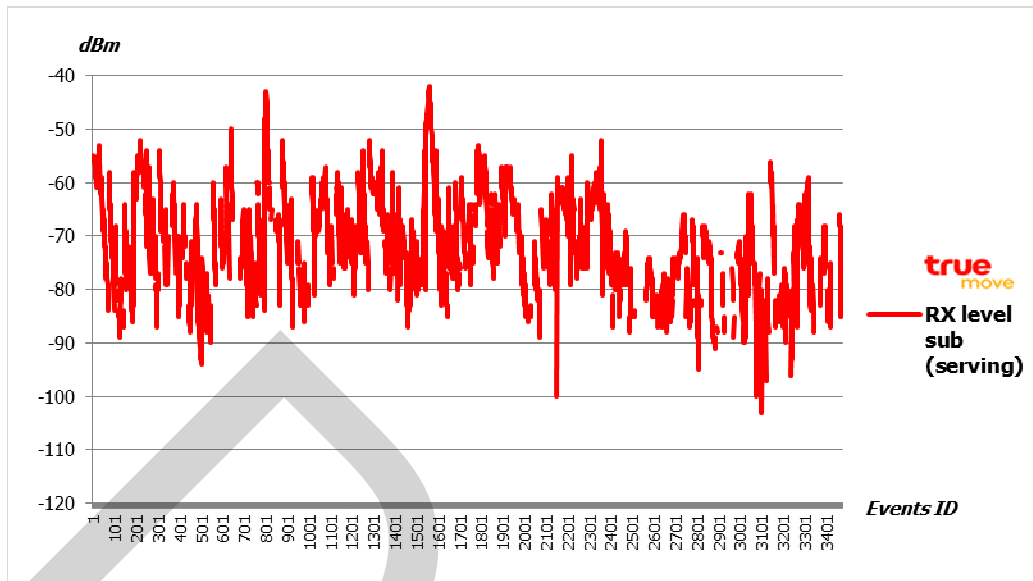
ภาพที่ 4.29 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ เอไอเอส



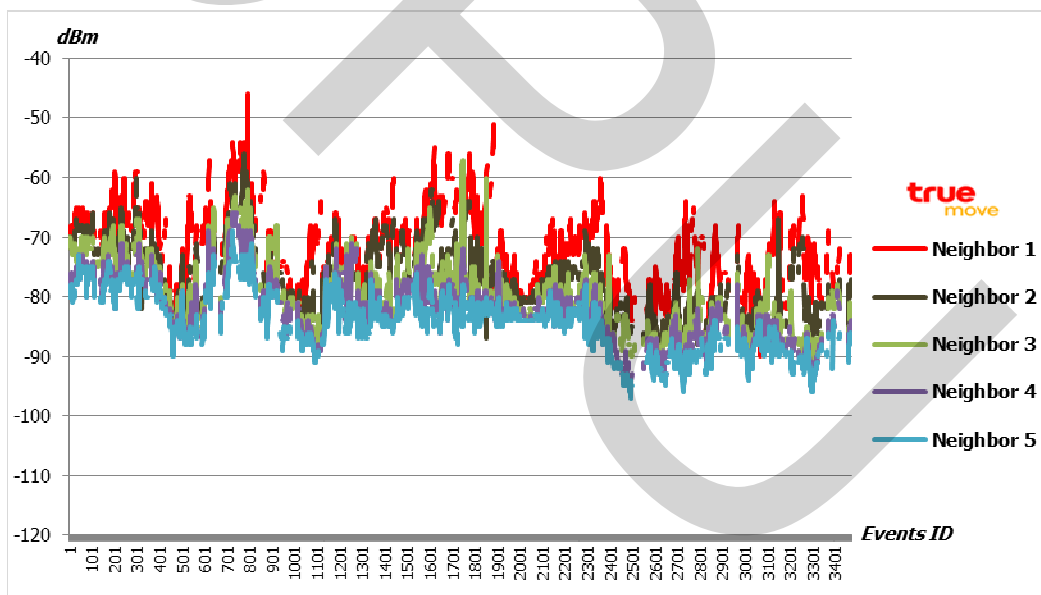
ภาพที่ 4.30 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งานของ แทค



ภาพที่ 4.31 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ แทค



ภาพที่ 4.32 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งานของ ทรูมูฟ

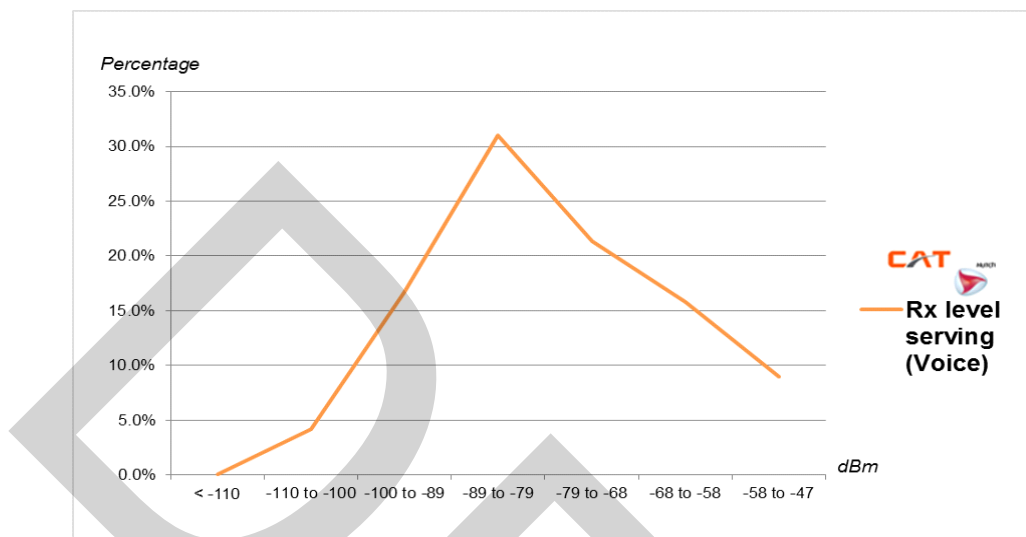


ภาพที่ 4.33 กราฟค่า Rx level ช่องสัญญาณที่ใช้งาน และช่องสัญญาณข้างเคียงของ ทรูมูฟ

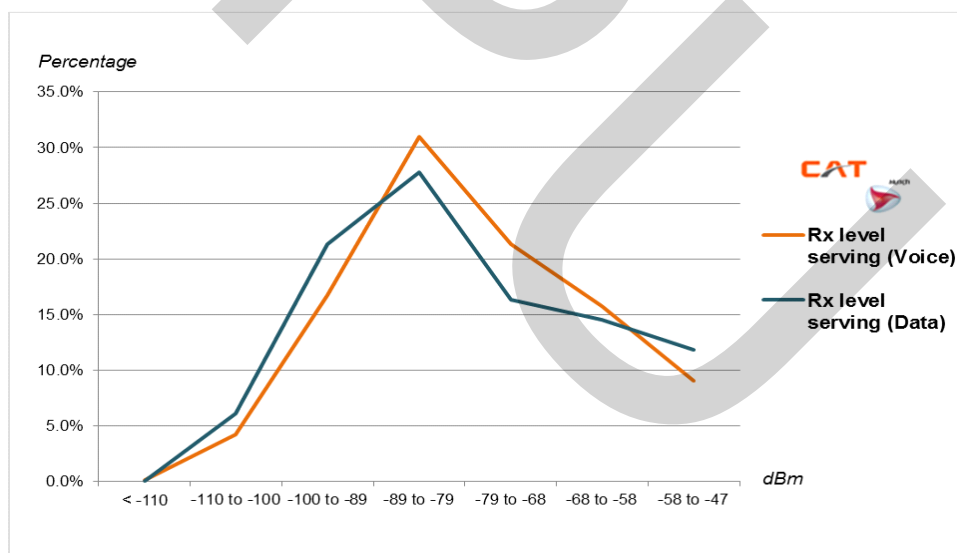
ตามที่ได้อธิบายให้ทราบในเบื้องต้นแล้วว่า เทคโนโลยี CDMA นั้น มีการเลือกใช้ช่องสัญญาณเพื่อใช้งานที่แตกต่างจากเทคโนโลยี GSM เนื่องจาก CDMA ไม่สนใจว่าอยู่ในช่องสัญญาณเดียวกันหรือไม่ แต่ให้ความสำคัญที่ความเข้มของสัญญาณ dBm และหากกลุ่มสนทนาใช้



Code เดียวกันก็สามารถสนทนากันได้ จากภาพที่ 4.29 พบว่าความเข้มของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้มากถึง 30 กว่าเปอร์เซ็นต์ คือค่าความเข้มของสัญญาณที่ -89 to -79 dBm



ภาพที่ 4.34 กราฟ Rx level serving (Voice) ของ ฮัทชีสัน



ภาพที่ 4.35 กราฟ Rx level serving (Voice) และ Data ของ ฮัทชีสัน

ภาพที่ 4.35 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างการใช้งานด้าน Voice และ Data ของ ฮัทชีสัน จากการ Drive test พบว่า ความเข้มของสัญญาณที่ถูกเลือกใช้ในเปอร์เซ็นต์สูงทั้ง 2 ด้าน คือค่าความเข้มของสัญญาณที่ -89 to -79 dBm

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษา

ผลจากการทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการ ตามเส้นทาง Drive test คือ บริเวณโดยรอบศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ กรุงเทพมหานคร ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนประชาชื่น สนามกอล์ฟราชพฤกษ์ ถนนวิภาวดีรังสิต และถนนกำแพงเพชร 6 ของกรุงเทพมหานคร สรุปผลได้ดังต่อไปนี้

#### 5.1 Call Information

ข้อมูลเบื้องต้นประกอบการประมวลผล พบว่า

5.1.1 BSIC (Base Station Identify Code) ตามเส้นทาง Drive test เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่พบเห็นและนับจำนวนของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการแต่ละรายแตกต่างกันคือ เอไอเอส 21 แห่ง, แทค 26 แห่ง, ทรูมูฟ 18 แห่ง และ อธิซัน 15 แห่ง

5.1.2 Call Identify เอไอเอส 29 แห่ง, แทค 36 แห่ง, ทรูมูฟ 26 แห่ง และ อธิซัน 23 แห่ง

5.1.3 Handover เอไอเอส 45 ครั้ง, แทค 36 ครั้ง, ทรูมูฟ 32 ครั้ง และ อธิซัน 25 ครั้ง

5.1.4 Internal Handover เอไอเอส 4 ครั้ง, แทค, ทรูมูฟ และ อธิซัน รายละ 2 ครั้ง

5.1.5 BCCH (Broadcast Channal) เอไอเอส 19 แห่ง, แทค 20 แห่ง, ทรูมูฟ 18 แห่ง และ อธิซัน 15 แห่ง

สรุปได้ว่าผู้ประกอบการทั้ง 4 ราย มีการติดตั้งโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่หนาแน่นและต่อเนื่องตลอดเส้นทาง Drive test

#### 5.2 Drive test Quality

5.2.1 Voice call Quality

5.2.1.1 Voice call attempts เอไอเอส 33 ครั้ง, แทค 20 ครั้ง, ทรูมูฟ 26 ครั้ง และ อธิซัน 28 ครั้ง

5.2.1.2 Voice call completion rate เอไอเอส 33 ครั้ง, แทค 20 ครั้ง, ทรูมูฟ 26 ครั้ง และ อธิซัน 28 ครั้ง กล่าวคือผู้ประกอบการทุกราย มีอัตรา Voice call completion rate คิดเป็นร้อยละร้อย

5.2.1.3 Voice call Setup Time (average) เอไอเอส : 4,022 msec, แทค : 3,143.07 msec, ทรูมูฟ : 3,634.19 msec และ ฮัทชีสัน : 1,874.40 msec

5.2.1.4 Voice call disconnects (dropped) เอไอเอส และ แทค ไม่มีจำนวนครั้งของการ dropped, ทรูมูฟ มีจำนวนครั้งของการ dropped 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 7.69 จากจำนวนครั้งของVoice call attempts 26 ครั้ง และ ฮัทชีสัน มีจำนวนครั้งของการ dropped 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3.57 จากจำนวนครั้งของVoice call attempts 28 ครั้ง

5.2.1.5 Voice call disconnects (normal) เอไอเอส และ แทค ไม่มีจำนวนครั้งของการ dropped จึงคิดเป็นร้อยละร้อย และเนื่องจาก ทรูมูฟ และ ฮัทชีสันมีจำนวนครั้งของการ dropped ดังนั้นจึงคิดเป็น ร้อยละ 92.31 จาก Voice call attempts 26 ครั้ง และ ร้อยละ 96.43 จาก Voice call attempts 28 ครั้ง ตามลำดับ




5.2.2 Data Quality ให้ความสำคัญกับผลค่าเฉลี่ยของ Http browsing connection time และ http browsing transfer time

5.2.2.1 http browsing connection time (average) เอไอเอส = 226 msec, แทค = 296.97 msec, ทรูมูฟ = 221.76 msec และ ฮัทชีสัน = 170.48 msec

5.2.2.2 http browsing transfer time (average) เอไอเอส = 3,811.68 msec, แทค = 6,441 msec, ทรูมูฟ = 3,533.36 msec และ ฮัทชีสัน = 593.18 msec

### 5.3 Rx level

ความเข้มของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ควรมีค่าน้อยกว่า -110 dBm สำหรับการประมวลผลนี้ คัดแยกระดับค่าความเข้มของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ดังนี้

	≥ -85 dBm
	≥ -95 and < -85 dBm
	< -95 dBm

จากการประมวลผล พบว่าความเข้มของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ของทรูมูฟ มีค่าความเข้มของสัญญาณที่น้อยกว่า - 95 dBm หลายตำแหน่งบนเส้นทาง Drive test ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งการใช้งานด้านเสียง และ Data และเนื่องจากบริเวณที่ปรากฏค่าความเข้มของสัญญาณต่ำนั้น เป็นบริเวณที่มีการใช้งานหนาแน่นอย่าง เช่น บริเวณศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานราชการจำนวนมาก กองบัญชาการกองทัพไทย

บมจ. กสท บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด และ บมจ. ทีโอที นอกจากนี้บริเวณถนนประชาชนจนถึงสนามกอล์ฟราชพฤกษ์ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ สำนักงานของบริษัทเอกชน มหาวิทยาลัย ศูนย์วิจัยทางการแพทย์ และ โรงพยาบาลจุฬารัตน์ รวมถึงแหล่งชุมชน ดังนั้น อาจเกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน เช่น ในการเชื่อมต่อสำเร็จต้องใช้เวลามากกว่าผู้ประกอบการรายอื่น มีเสียงรบกวน หรือเสียงก้องระหว่างสนทนา รวมถึงมีสายหลุดระหว่างสนทนา การใช้งาน Data ต้องใช้เวลาในการตอบสนองการเข้าถึงและใช้งานเว็บ (web browsing) มากขึ้น โดยเฉพาะในเวลาที่มีใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อม ๆ กัน

อย่างไรก็ดี การเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ BSC (Base Station Controller) จะทำการควบคุม และเลือกสถานีแม่ข่ายรวมถึงช่องสัญญาณที่อยู่ใกล้และมีความพร้อมในระดับที่เหมาะสมก่อน โดยอัตโนมัติ และค่าระดับสัญญาณที่ดีคือ -47 dBm ถึง -90 dBm

นอกเหนือจากที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว ผลจากงานวิจัยชิ้นนี้สามารถใช้เป็นคู่มือประกอบการพิจารณาดำเนินการสำหรับผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด ดังนี้

บมจ. กสท โทรคมนาคม และ บมจ. ทีโอที ใช้เป็นคู่มือในการตรวจสอบ ควบคุม การดำเนินการของผู้ประกอบการให้มีคุณภาพ และถูกต้องตามข้อกำหนดในเงื่อนไขของสัญญาไม่จะเป็นการลงทุนเลือกใช้และติดตั้งเครื่องอุปกรณ์โครงข่ายที่เหมาะสม การปรับปรุงบริการให้เพียงพอต่อการให้บริการ การเลือกใช้กลไกทางการตลาดที่เหมาะสม การศึกษาข้อดี/ข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยีที่ให้บริการ ณ ปัจจุบันในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการลงทุนที่จะเลือกเทคโนโลยีและเครื่องอุปกรณ์โครงข่ายที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง การวางแผนการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคตให้มีความต่อเนื่องกับบริการที่มีอยู่เดิม ส่งผลถึงการวางแผนทางการตลาดที่ชัดเจนและเป็นไปได้จริง การต่อ ยอดบริการจากการพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งผู้ใช้บริการ และสังคมส่วนรวมจะได้รับประโยชน์ในระยะยาว รวมถึงเป็นคู่มือที่ใช้ประกอบการเจรจาต่อรอง ส่วนแบ่งผลประโยชน์ที่ภาครัฐควรได้รับอย่างสมเหตุสมผล ครอบคลุมตามข้อเท็จจริง และประกอบการประเมินมูลค่าของกิจการในอนาคต

ผู้ประกอบการ ใช้เป็นคู่มือการปรับปรุงคุณภาพบริการ การวางแผนลงทุนในเทคโนโลยีและเครื่องอุปกรณ์ในอนาคต การวางแผนการตลาดที่เหมาะสม และการประมาณการรายได้ในอนาคต

ผู้ใช้บริการ ใช้เป็นคู่มือในการตัดสินใจเลือกใช้บริการจากผู้ประกอบการรายหนึ่งรายใด รวมถึงการเลือกซื้อเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงจาก Function ของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

อนึ่ง ผลงานวิจัยนี้จัดเป็นประวัติศาสตร์หน้าหนึ่งของการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทย ทั้งนี้ เนื่องจากเทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในการให้บริการ คือ คลื่นความถี่ มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้ยังเป็นพื้นฐานของงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทั้งด้านโครงข่าย และเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการ เช่น การทดสอบคุณภาพของโครงข่ายเทคโนโลยีใหม่, การทดสอบคุณภาพของการ Uplink/Downlink, ผลกระทบจากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น



**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### หนังสือ

ไพโรจน์ ไววานิชกิจ. (2548). *คัมภีร์เทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่สู่ยุค 3G*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

#### วิทยานิพนธ์

จินตนาภรณ์ นาคสมพันธ์. (2551). *ผลการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้น (SMS) ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ และศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยข้อความสั้น (SMS) ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม. นครนายก: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ณัฐพร แสงชายเจริญ, อานนท์ ตันติเสรี, วริษา กัณหรัตน์ชัย, ณัฐพล ขาวสนิท, อภินันท์ วงศ์-ศุภเลิศ, เขาวนาฏ รุ่งเจริญนาน, นิลุบล ชรรรมชุน และ ศุภชาติ กิจศรีนภดล. (2554). *การศึกษานหาแนวทางการแก้ปัญหาของผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา Information Technology and Management. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์ (NIDA).

ประเสริฐ แซ่อึ้ง. (2549). *พฤติกรรมการใช้บริการเสริมสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*. สารนิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการโทรคมนาคม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

รักษพล งามทวี, สุวิพล สิทธิชีวกาศ และ เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์. (2548). *การประมาณค่าประสิทธิภาพในโครงข่าย GPRS แบบหลายช่องสัญญาณบนกราฟฟิกเสียงและข้อมูล*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม. กรุงเทพฯ: สถาบัน / เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วรัสนันท์ สรชาติ. (2549). *ความพึงพอใจต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ของลูกค้าบริษัท แอ็ดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่*. สารนิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วรรัตน์ สันติสิวกุล และไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว. (2552). การรับรู้ของผู้บริโภคต่อเกณฑ์การตัดสินใจเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือหน้าจอสัมผัสและการแบ่งส่วนตลาดตามการรับรู้. งานวิจัยปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- วิภาวดี หอมสุข. (2550). ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติในการเลือกซื้อโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทั่วไป. นครนายก : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- วงหทัย ดันชีวะวงศ์ (ผ.ศ.). (2549). การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมผ่านสื่อจิตดอลของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุเมธ อุดมกิจ. (2553). การศึกษาพฤติกรรมของผู้ที่เลือกใช้และไม่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถส่งข้อความตอบโต้กันอย่างทันทีของบุคคลทั่วไปในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ด้วยแบบจำลองโลจิส (รายงานวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- แสงสุขพร ขาวล่อ. (2553). การเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้บริการจีพีอาร์เอส ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่บนระบบเครือข่ายเอไอเอสและดีแทค ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาระบบสารสนเทศ. นครนายก: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

#### ARTICLES

- Hata, M. (1980). *Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 29(3), 317-325.
- Holma, H. & Toskala, A. (2000). *WCDMA for UMTS*. England: John Wiley & Sons.
- Hurley, S. (2002). *Planning effective cellular mobile radio networks*. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 51(2), 243-253.
- Mathar, R., & Niessen, T. (2001). *Optimal base station positioning and channel assignment for 3G mobile networks by integer programming*. Annals of Operations Research, 107, 225-236
- Molina, A., Athanasiadou, G.E., & Nix, A.R. (2002). *Automated W-CDMA micro cellular deployment and coverage reconfiguration based on situation awareness*. Proceedings of 55th IEEE Vehicular Technology Conference, 1170-1174.



Walfisch, J. & Bertoni, H. L. (1988). *A theoretical model of UHF propagation in urban - environments*. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 36(12): 1788-1796.

Walters, L. and Kritzinger, P. S. (2002). *Cellular networks: Past, present and future*. Crossroads: The ACM Student Magazine, 7(2).

#### **DISSERTATION**

Mark Claypool, Robert Kinicki, William Lee, Mingzhe Li, and Gregory Ratner. (2006). *Characterization by Measurement of a CDMA 1x EVDO Network*, In Proceedings of the Wireless Internet Conference (WICON), Boston, Massachusetts, USA.

#### **ELECTRONIC SOURCES**

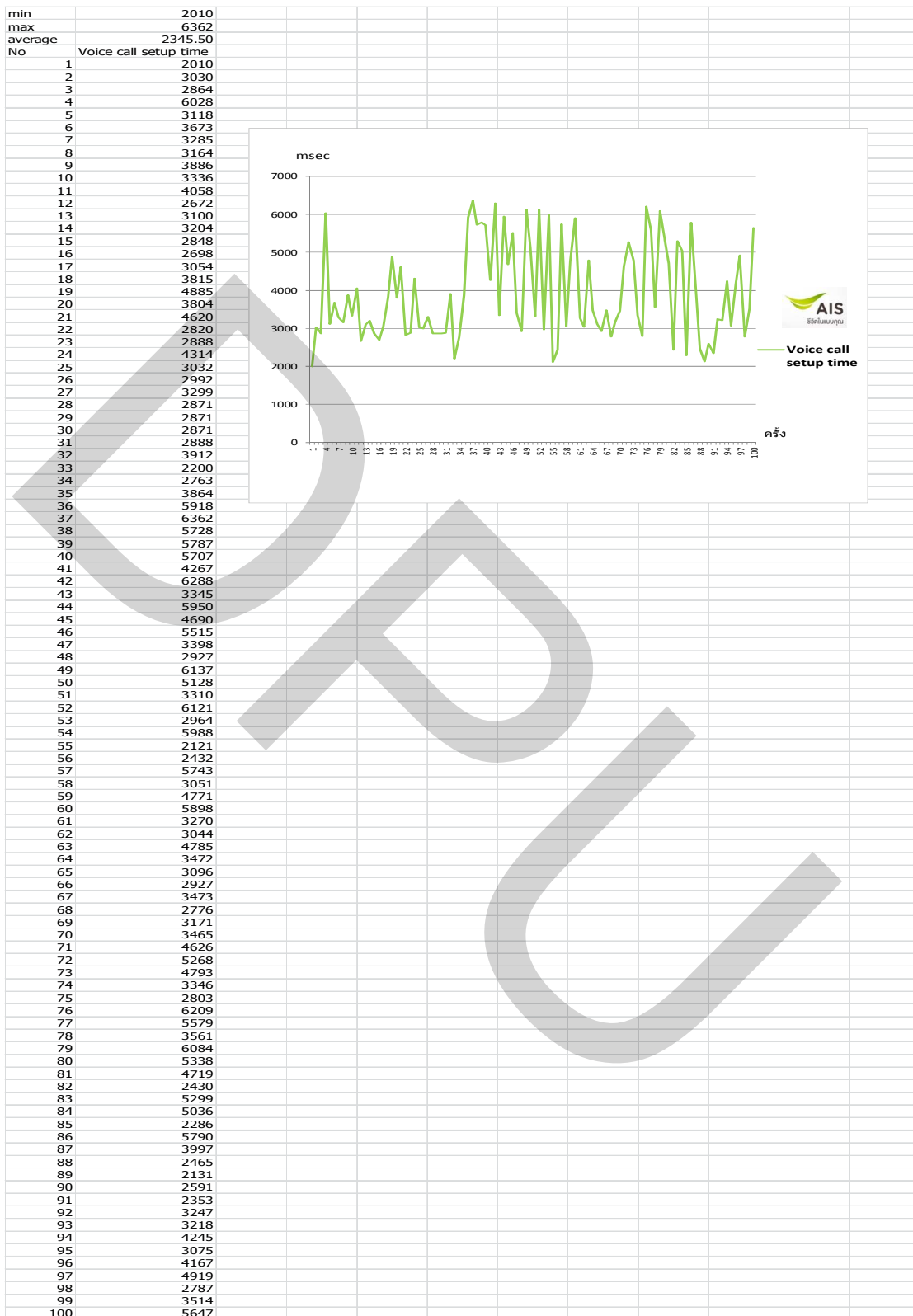
Agilent Drive Test Tools "E6474A Drive Test Network Optimization Platform", Agilent Technologies inc., Santa Clara, California USA, from <http://www.agilent.com>

Actix Post Processing "Desktop Drive Test Post-Processing Software", Actix International Limited, Melbourne, Australia, from <http://www.actix.com>

Nemo Handset Test Tools "Nemo Handset and network test tools", Anite plc, Berkshire UK, from <http://www.anite.com>

ด  
ร  
ค  
น  
ว  
ก

ภาคผนวก

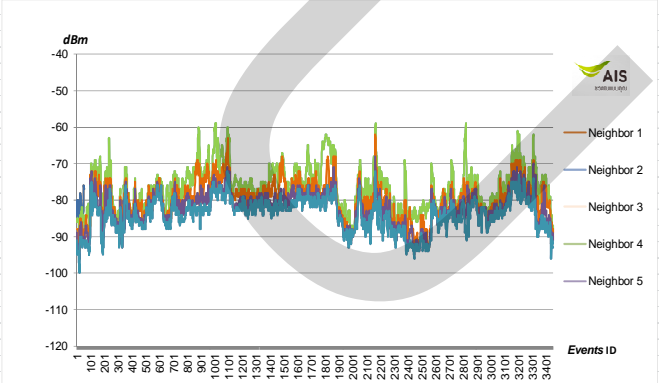
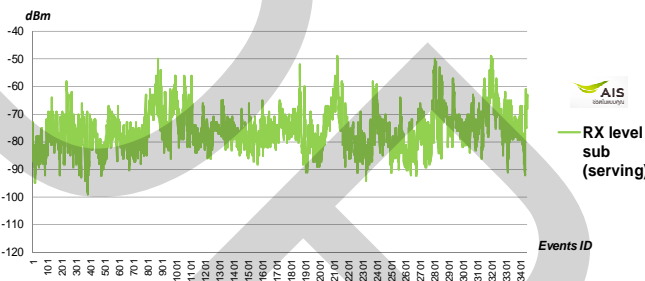


ข้อมูลกิจกรรม Voice call setup time ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปภาพ ของ เอไอเอส

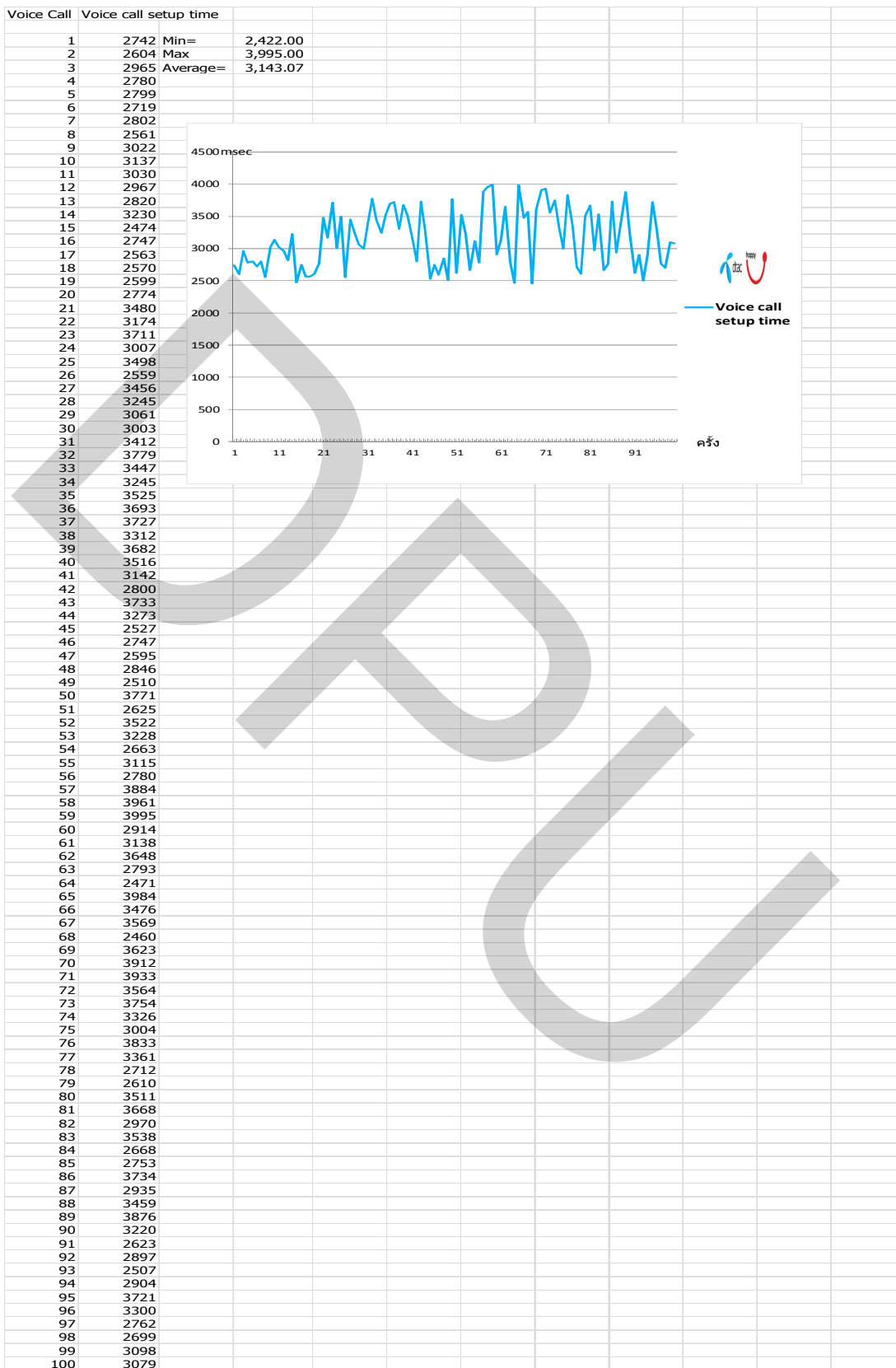


ข้อมูลกิจกรรม http browsing transfer time และ http browsing connection time ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของ เอไอเอส

Event name	Time	Event Id	RX level full (serving)	RX level sub (serving)	RX quality full	RX quality sub	RX level full (neighbor)							
Cell measurement	44:31.4	1	-73	-73			-85	-86	-88	-89	-91			
Cell measurement	44:33.2	2	-75	-75			-80	-85	-88	-93	-95	-95	-97	
Cell measurement	44:33.6	3	-80	-80			-80	-85	-88	-93	-94	-95	-96	
Cell measurement	44:34.4	4	-80	-80			-80	-86	-88	-92	-94	-95	-96	
Cell measurement	44:34.9	6	-83	-83			-80	-86	-88	-92	-94	-95	-96	
Cell measurement	44:35.4	8	-85	-85			-80	-85	-88	-92	-94	-95	-96	
Cell measurement	44:35.9	10	-87	-87			-80	-86	-88	-92	-94	-95	-96	
Cell measurement	44:36.3	12	-83	-83			-80	-86	-88	-92	-94	-95	-95	
Cell measurement	44:36.8	14	-81	-81			-81	-86	-89	-93	-95	-95	-95	
Cell measurement	44:37.3	16	-94	-94			-82	-86	-90	-94	-95	-95	-96	
Cell measurement	44:37.8	17	-85	-85			-83	-86	-91	-94	-95	-96	-98	
Cell measurement	44:38.3	19	-89	-89			-84	-86	-92	-95	-95	-97	-99	
Cell measurement	44:38.7	21	-83	-83			-83	-85	-92	-95	-96	-96	-98	
Cell measurement	44:39.2	23	-85	-85			-81	-86	-91	-95	-96	-96	-97	
Cell measurement	44:39.7	25	-95	-95			-82	-87	-92	-95	-96	-97	-98	
Cell measurement	44:40.2	27	-91	-91			-84	-89	-94	-95	-97	-99	-100	
Cell measurement	44:40.7	29	-90	-90			-84	-91	-94	-95	-98	-100	-100	
Cell measurement	44:41.1	30	-92	-92			-87	-91	-93	-96	-100	-100	-101	
Cell measurement	44:41.6	32	-89	-89			-88	-90	-91	-92	-99	-100	-100	
Cell measurement	44:42.0	34	-84	-84			-86	-89	-90	-92	-97	-97	-99	
Cell measurement	44:42.6	35	-86	-86			-83	-87	-88	-88	-93	-95	-98	
Cell measurement	44:43.0	37	-85	-85			-80	-85	-86	-88	-91	-93	-96	
Cell measurement	44:43.5	39	-85	-85			-78	-85	-85	-87	-90	-91	-96	
Cell measurement	44:43.9	41	-84	-84			-79	-85	-85	-87	-91	-91	-96	
Cell measurement	44:44.5	43	-78	-78			-79	-85	-85	-87	-91	-91	-96	
Cell measurement	44:45.0	44	-80	-80			-79	-84	-85	-88	-91	-91	-96	
Cell measurement	44:45.5	45	-84	-84			-79	-84	-86	-89	-91	-91	-96	
Cell measurement	44:45.9	47	-81	-81			-79	-84	-85	-90	-91	-91	-95	
Cell measurement	44:46.4	49	-81	-81			-79	-84	-86	-90	-90	-91	-95	
Cell measurement	44:46.9	50	-83	-83			-80	-85	-86	-88	-90	-91	-95	
Cell measurement							-86	-86	-86	-90	-91	-95		
Cell measurement							-84	-86	-88	-90	-91	-95		
Cell measurement							-83	-87	-89	-91	-92	-94		
Cell measurement							-84	-86	-90	-91	-92	-94		
Cell measurement							-82	-86	-92	-92	-93	-94		
Cell measurement							-82	-87	-92	-92	-94	-94		
Cell measurement							-82	-87	-91	-92	-93	-94		
Cell measurement							-82	-88	-91	-93	-94	-95		
Cell measurement							-83	-88	-92	-92	-94	-95		
Cell measurement							-84	-89	-92	-92	-94	-94		
Cell measurement							-85	-89	-91	-92	-94	-94		
Cell measurement							-85	-90	-91	-92	-93	-94		
Cell measurement							-86	-90	-90	-91	-93	-93		
Cell measurement							-85	-90	-91	-91	-93	-93		
Cell measurement							-85	-90	-90	-91	-93	-94		
Cell measurement							-85	-90	-91	-91	-93	-94		
Cell measurement							-84	-90	-91	-91	-94	-94		
Cell measurement							-84	-89	-92	-92	-94	-94		
Cell measurement							-85	-89	-91	-92	-93	-93		
Cell measurement							-86	-89	-91	-91	-93	-93		
Cell measurement							-86	-89	-91	-91	-93	-93		
Cell measurement							-88	-88	-91	-92	-92	-93		
Cell measurement							-88	-88	-91	-92	-92	-94		
Cell measurement	44:58.4	97	-85	-85			-81	-88	-88	-90	-92	-93	-94	
Cell measurement	44:58.9	99	-88	-88			-82	-88	-89	-91	-92	-93	-94	
Cell measurement	44:59.4	101	-82	-82			-83	-88	-89	-90	-92	-93	-94	
Cell measurement	44:59.9	103	-77	-77			-84	-88	-89	-90	-93	-93	-94	
Cell measurement	45:00.3	105	-80	-80			-84	-88	-89	-90	-93	-93	-93	
Cell measurement	45:00.8	107												
Cell measurement	45:01.3	109												
Cell measurement	45:01.8	111												
Cell measurement	45:02.3	112												
Cell measurement	45:02.7	113												
Cell measurement	45:03.2	114												
Cell measurement	45:03.7	116												
Cell measurement	45:04.2	118												
Cell measurement	45:04.7	120												
Cell measurement	45:05.1	121												
Cell measurement	45:05.6	123												
Cell measurement	45:06.0	125												
Cell measurement	45:06.6	127												
Cell measurement	45:07.0	129												
Cell measurement	45:07.5	131												
Cell measurement	45:07.9	133												
Cell measurement	45:08.5	134												
Cell measurement	45:09.0	136												
Cell measurement	45:09.5	138												
Cell measurement	45:09.9	140												
Cell measurement	45:10.4	142												
Cell measurement	45:10.9	144												
Cell measurement	45:11.4	146												
Cell measurement	45:11.9	148												
Cell measurement	45:12.3	150												
Cell measurement	45:12.8	151												
Cell measurement	45:13.3	153												
Cell measurement	45:13.8	155	-87	-87			-83	-85	-90	-93	-94	-95	-96	
Cell measurement	45:14.3	157	-88	-88			-83	-87	-90	-93	-95	-95	-96	
Cell measurement	45:14.7	159	-86	-86			-84	-90	-90	-92	-94	-96	-96	
Cell measurement	45:15.2	161	-88	-88			-84	-91	-91	-92	-95	-96	-96	
Cell measurement	45:15.7	163	-87	-87			-84	-91	-91	-92	-94	-95	-96	
Cell measurement	45:16.2	165	-87	-87			-84	-91	-91	-91	-93	-95	-95	
Cell measurement	45:16.7	167	-86	-86			-84	-90	-91	-91	-94	-94	-95	
Cell measurement	45:17.1	169	-86	-86			-81	-89	-89	-90	-93	-94	-94	
Cell measurement	45:18.4	172	-80	-80			-86	-88	-88	-91	-92	-93	-93	
Cell measurement	45:18.9	174	-83	-83			-84	-87	-87	-90	-90	-92	-93	
Cell measurement	45:19.4	176	-73	-73			-84	-87	-87	-90	-90	-92	-93	
Cell measurement	45:19.9	178	-72	-72			-73	-74	-74	-75	-77	-80	-80	
Cell measurement	45:20.3	179	-79	-79			-73	-73	-73	-76	-76	-80	-81	



ข้อมูลกิจกรรม Rx level sup (serving) และ Neighbor cell ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของเอไอเอส

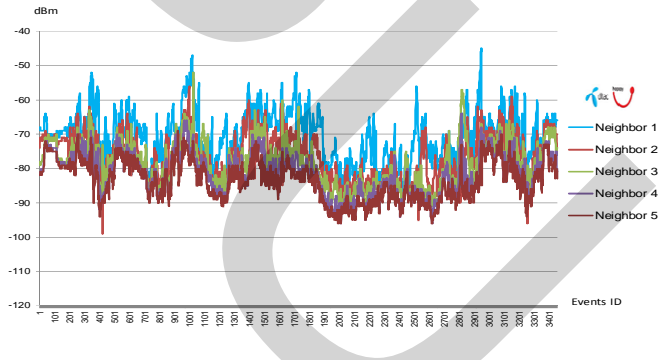
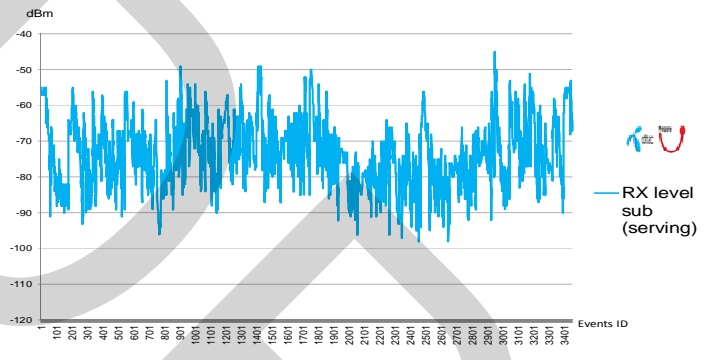


ข้อมูลกิจกรรม Voice call setup time ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของ แทค

min	103.00	3,696.00	3,456.00	103.00	1,867.00		
max	530.00	13,000.00	11,318.00	530.00	6,546.00		
Average	296.97	8,080.71	7,061.36	296.97	3,864.51		
Data Test	http connection	http throughput	ICMP Setup Time	ICMP Throughput	http browsing transfer time		
1	530.00	4541	3456	530	2356	4541	
2	223.00	4313	7931	223	5723	4313	
3	274.00	3696	8066	274	6546	3696	
4	289.00	3919	7924	289	6155	3919	
5	313.00	10757	3839	313	2239	10757	
6	195.00	3841	7895	195	6334	3841	
7	455.00	5044	5329	455	4835	5044	
8	355.00	4690	7919	355	5581	4690	
				197	5176	4683	
				03	4857	5057	
				02	3223	7553	
				22	2861	8359	
				66	3294	7307	
				85	4784	5319	
				58	3141	7743	
				94	3949	6158	
				50	3150	7745	
				15	1867	13000	
				52	4077	10715	
				11	6465	3696	
				19	3011	5209	
				54	2118	7443	
				92	5417	9234	
				47	2865	6021	
				29	2207	7945	
				53	2809	8311	
				41	3296	7514	
				92	3016	9660	
				92	3311	4370	
				30	2963	8965	
				07	3452	8126	
32	209.00	8865	4500	209	2433	8293	
33	119.00	9809	5784	119	5455	6085	
34	117.00	11297	8192	117	5890	7517	
35	363.00	4070	7264	363	2447	7780	
36	320.00	11047	9413	320	3163	7356	
37	111.00						
38	438.00						
39	517.00						
40	436.00						
41	513.00						
42	439.00						
43	292.00						
44	257.00						
45	299.00						
46	434.00						
47	348.00						
48	132.00						
49	449.00						
50	201.00						
51	364.00						
52	276.00						
53	214.00						
54	271.00						
55	431.00						
56	406.00						
57	304.00						
58	215.00						
59	180.00						
60	196.00						
61	401.00	4521	4375	401	2134	6183	
62	502.00	5295	9325	502	5585	4854	
63	122.00	6432	7897	122	4943	8524	
64	425.00	9825	10587	425	2787	7258	
65	372.00	7899	5965	372	5929	4518	
66	316.00	4707	7189	316	2402	10000	
67	285.00	8925	7273	285	2776	7779	
68	514.00	6144	8056	514	6048	3588	
69	349.00	10013	4470	349	4819	5525	
70	179.00	11919	7920	179	4722	9465	
71	259.00	9961	10594	259	2864	3730	
72	340.00	8342	9848	340	2581	7558	
73	495.00	8619	9490	495	3803	9163	
74	116.00	8455	8640	116	5056	4647	
75	384.00	8505	4904	384	3073	8322	
76	503.00	11850	10441	503	4509	5381	
77	282.00	9965	8509	282	2962	8671	
78	166.00	9094	6324	166	2588	5750	
79	478.00	7162	7119	478	2512	3533	
80	315.00	8128	4849	315	4537	8042	
81	436.00	11978	4864	436	2832	5546	
82	117.00	4850	8781	117	4239	5538	
83	214.00	7449	7954	214	2580	9704	
84	239.00	10987	5853	239	3614	6941	
85	358.00	5425	4788	358	2150	3812	
86	224.00	11367	5446	224	2323	9224	
87	211.00	6345	3992	211	2490	7714	
88	251.00	7703	7554	251	6259	5003	
89	175.00	11060	8465	175	3662	5372	
90	220.00	4037	7793	220	5946	8992	
91	389.00	11310	7694	389	3529	7798	
92	456.00	8792	6757	456	4141	5953	
93	352.00	8652	9693	352	4370	8315	
94	107.00	9509	3685	107	5742	4583	
95	108.00	10412	8161	108	4011	4998	
96	261.00	7717	9844	261	3223	9385	
97	122.00	6235	9874	122	2374	3671	
98	243.00	11269	11169	243	3298	3711	
99	394.00	8081	10571	394	4916	6722	
100	431.00	5770	7524	431	2668	8231	

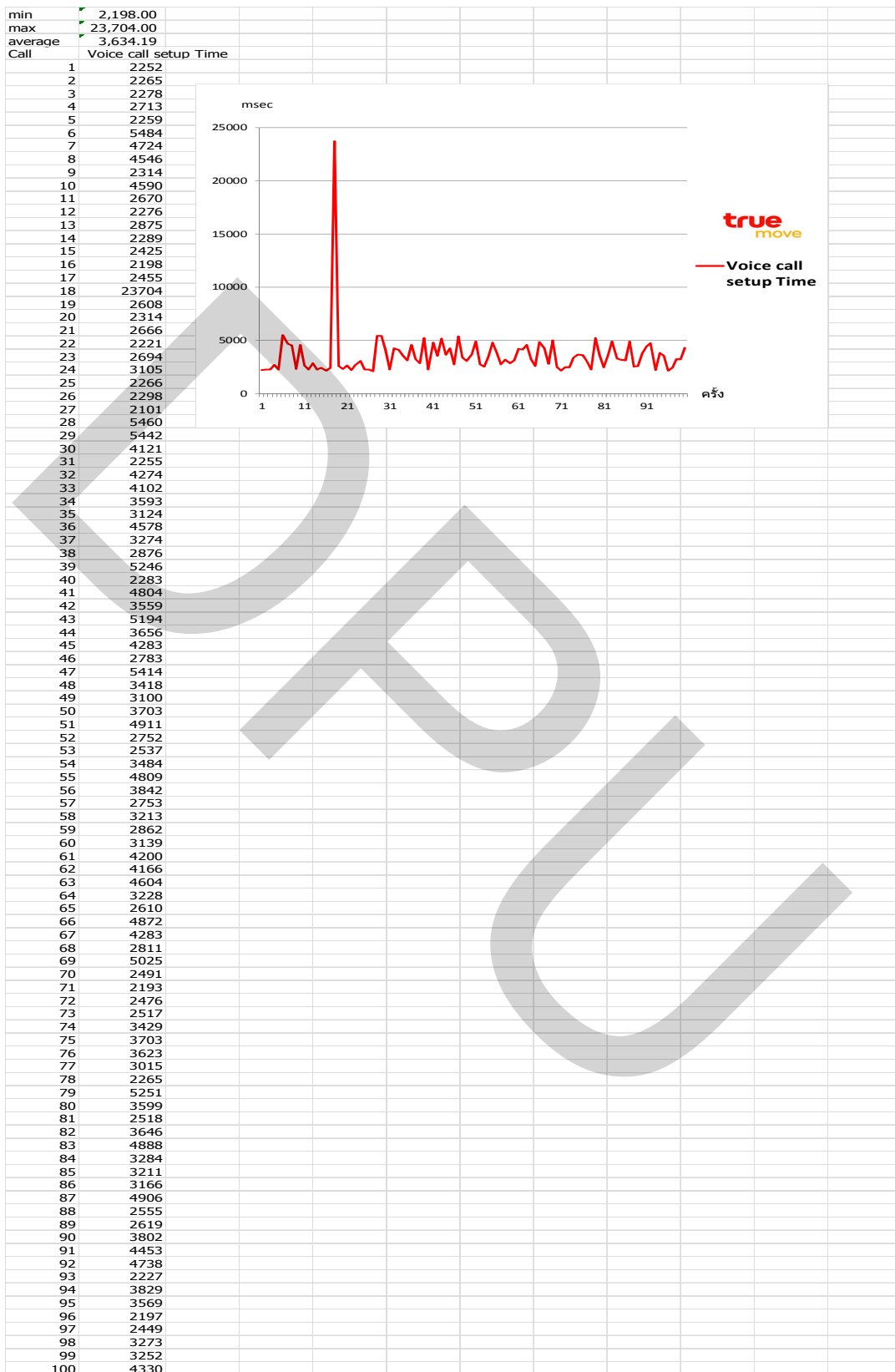
ข้อมูลกิจกรรม http browsing transfer time และ http browsing connection time ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของ แทค

Event name	Time	RX level full (serving)	RX level sub (serving)	RX quality full	RX quality sub	Neighbor	Neighbor 2	Neighbor	Neighbor	Neighbor				
Cell measurement	10:01.9	-55	-55			-68	-74	-79	-82	-82				
Cell measurement	10:02.8	-55	-55			-68	-74	-78	-82	-82				
Cell measurement	10:03.7	-55	-55			-68	-74	-78	-82	-82				
Cell measurement	10:04.1	-56	-56			-68	-73	-78	-82	-82				
Cell measurement	10:04.6	-56	-56			-68	-72	-78	-82	-82				
Cell measurement	10:05.1	-56	-56			-68	-72	-78	-82	-82				
Cell measurement	10:05.6	-57	-57			-68	-71	-79	-81	-81				
Cell measurement	10:05.7	-57	-57			-69	-71	-79	-81	-81				
Cell measurement	10:06.5	-57	-57			-69	-71	-79	-81	-81				
Cell measurement	10:08.0	-57	-57			-69	-72	-79	-81	-81				
Cell measurement	10:08.5	-57	-57			-69	-71	-78	-81	-81				
Cell measurement	10:08.9	-57	-57			-69	-71	-78	-81	-81				
Cell measurement	10:09.4	-57	-57			-69	-71	-78	-81	-81				
Cell measurement	10:09.9	-57	-57			-69	-71	-78	-81	-81				
Cell measurement	10:10.4	-57	-57			-69	-71	-78	-80	-82				
Cell measurement	10:10.9	-57	-57			-69	-71	-78	-80	-82				
Cell measurement	10:11.8	-57	-57			-69	-71	-78	-81	-82				
Cell measurement	10:12.3	-57	-57			-69	-71	-78	-81	-82				
Cell measurement	10:12.8	-56	-56			-69	-71	-78	-81	-81				
Cell measurement	10:13.7	-56	-56			-69	-72	-77	-81	-81				
Cell measurement	10:15.7	-56	-56			-69	-71	-77	-81	-81				
Cell measurement	10:16.6	-55	-55			-69	-71	-77	-81	-81				
Cell measurement	10:17.0	-55	-55			-69	-70	-77	-81	-81				
Cell measurement	10:19.0	-55	-55			-69	-70	-76	-81	-81				
Cell measurement	10:20.2	-56	-56			-69	-70	-76	-81	-81				
Cell measurement	10:21.2	-57	-57			-69	-70	-76	-81	-81				
Cell measurement	10:22.1	-57	-57			-69	-70	-77	-81	-81				
Cell measurement	10:22.9	-56	-56			-69	-70	-77	-81	-81				
Cell measurement	10:23.6													
Cell measurement	10:24.1													
Cell measurement	10:24.6													
Cell measurement	10:24.8													
Cell measurement	10:26.4													
Cell measurement	10:26.9													
Cell measurement	10:27.3													
Cell measurement	10:27.8													
Cell measurement	10:28.2													
Cell measurement	10:28.7													
Cell measurement	10:29.2													
Cell measurement	10:29.6													
Cell measurement	10:30.1													
Cell measurement	10:30.6													
Cell measurement	10:31.0													
Cell measurement	10:31.6													
Cell measurement	10:31.9													
Cell measurement	10:32.5													
Cell measurement	10:33.0													
Cell measurement	10:33.5													
Cell measurement	10:34.0													
Cell measurement	10:34.4													
Cell measurement	10:34.9													
Cell measurement	10:35.4													
Cell measurement	10:35.9													
Cell measurement	10:36.4													
Cell measurement	10:36.8													
Cell measurement	10:37.3													
Cell measurement	10:37.8													
Cell measurement	10:38.3													
Cell measurement	10:38.8	-76	-76			-70	-70	-72	-73	-74				
Cell measurement	10:39.3	-74	-74			-70	-70	-71	-73	-74				
Cell measurement	10:39.7	-82	-82			-70	-70	-70	-73	-74				
Cell measurement	10:40.2	-91	-91			-71	-71	-71	-73	-74				
Cell measurement	10:40.7	-80	-80											
Cell measurement	10:41.2	-68	-68											
Cell measurement	10:41.6	-73	-73											
Cell measurement	10:42.1	-70	-70											
Cell measurement	10:42.6	-66	-66											
Cell measurement	10:43.0	-82	-82											
Cell measurement	10:43.6	-66	-66											
Cell measurement	10:43.9	-69	-69											
Cell measurement	10:44.5	-73	-73											
Cell measurement	10:44.5	-74	-74											
Cell measurement	10:45.0	-74	-74											
Cell measurement	10:45.5	-74	-74											
Cell measurement	10:46.0	-76	-76											
Cell measurement	10:46.4	-75	-75											
Cell measurement	10:46.9	-75	-75											
Cell measurement	10:47.4	-72	-72											
Cell measurement	10:47.9	-72	-72											
Cell measurement	10:48.4	-74	-74											
Cell measurement	10:48.8	-73	-73											
Cell measurement	10:49.3	-77	-77											
Cell measurement	10:49.8	-72	-72											
Cell measurement	10:50.3	-76	-76											
Cell measurement	10:50.8	-71	-71											
Cell measurement	10:51.2	-74	-74											
Cell measurement	10:51.7	-74	-74											
Cell measurement	10:52.2	-76	-76											
Cell measurement	10:52.7	-75	-75											
Cell measurement	10:53.2	-79	-79											
Cell measurement	10:53.6	-77	-77											
Cell measurement	10:54.1	-81	-81											
Cell measurement	10:54.6	-84	-84											
Cell measurement	10:55.0	-81	-81											
Cell measurement	10:55.6	-79	-79											
Cell measurement	10:55.9	-80	-80											
Cell measurement	10:56.5	-79	-79											
Cell measurement	10:57.5	-82	-82											
Cell measurement	10:58.0	-79	-79											
Cell measurement	10:58.4	-83	-83											
Cell measurement	10:58.9	-82	-82											
Cell measurement	10:59.4	-85	-85											
Cell measurement	10:59.9	-84	-84											
Cell measurement	11:00.4	-80	-80											
Cell measurement	11:00.8	-88	-88											
Cell measurement	11:01.3	-82	-82											
Cell measurement	11:01.8	-81	-81											
Cell measurement	11:02.3	-85	-85											
Cell measurement	11:02.8	-84	-84											
Cell measurement	11:03.2	-84	-84											
Cell measurement	11:03.7	-85	-85											
Cell measurement	11:04.7	-84	-84											
Cell measurement	11:05.2	-87	-87											
Cell measurement	11:05.6	-85	-85											
Cell measurement	11:06.1	-84	-84											
Cell measurement	11:06.6	-82	-82											
Cell measurement	11:07.0	-85	-85											
Cell measurement	11:07.6	-79	-79											



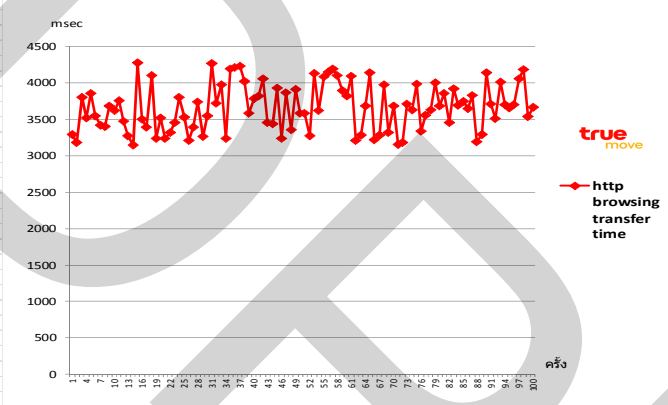
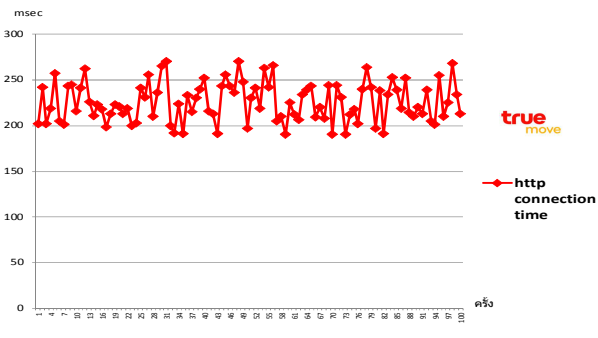
ข้อมูลกิจกรรม Rx level sup (serving) และ Neighbor cell ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของแทล





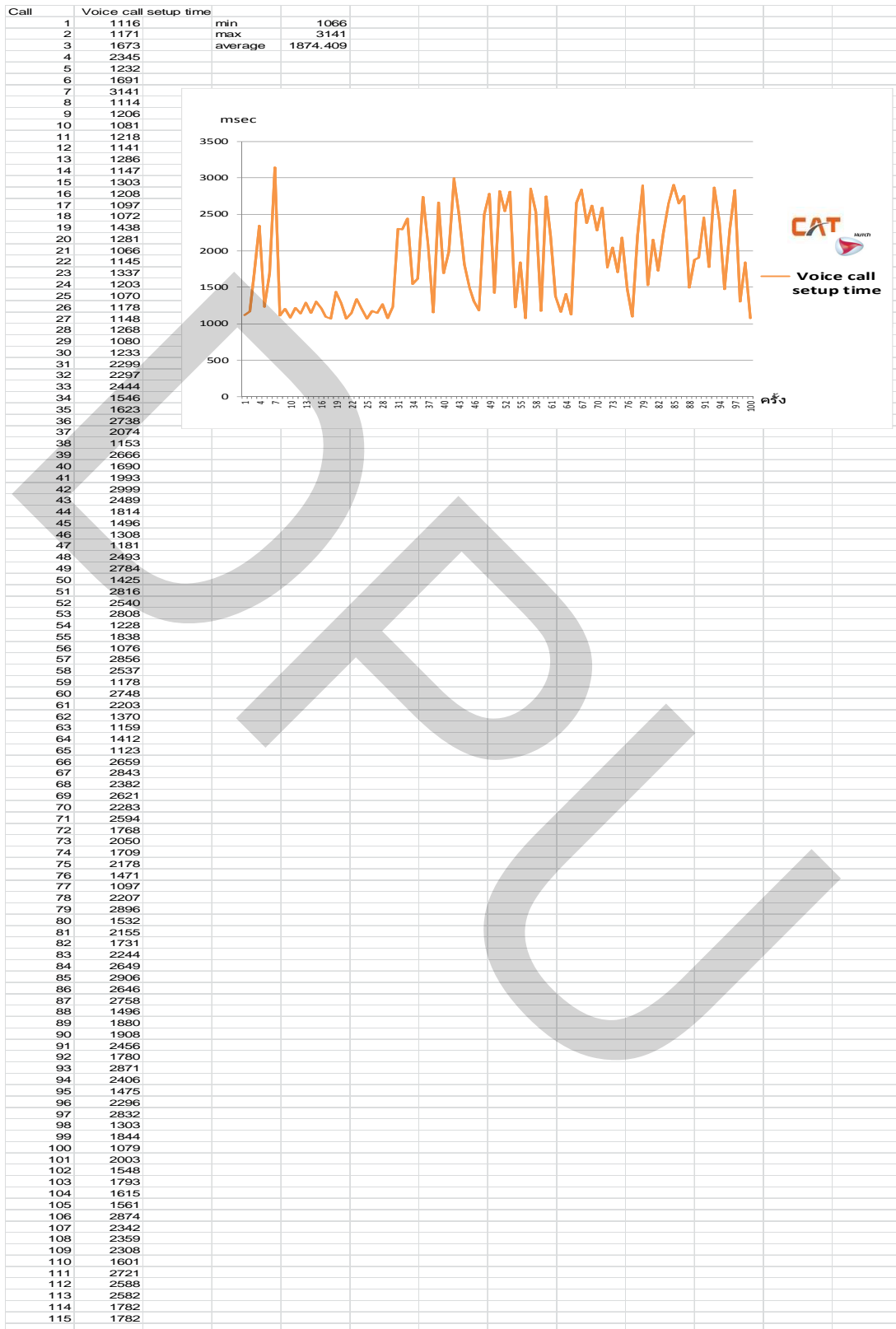
ข้อมูลกิจกรรม Voice call setup time ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของ ทฤษฎี

min	198	5626	198	3148
max	262	7700	262	4276
average	221.76	6888.72	221.76	3533.36
No	ICMP Browsing time		http connection time	http browsing transfer time
1	202	7356	202	3288
2	242	759		
3	202	635		
4	219	686		
5	257	630		
6	205	686		
7	201	708		
8	243	714		
9	245	657		
10	216	667		
11	241	650		
12	262	696		
13	226	743		
14	211	770		
15	223	562		
16	218	687		
17	198	714		
18	213	589		
19	223	742		
20	221	689		
21	213	741		
22	219	726		
23	200	707		
24	203	636		
25	241	6837	241	3531
26	263	6650	231	3211
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54	236	7027	263	3618
55	220	7478	242	4081
56	269	7271	266	4150
57	251	5787	205	4192
58	237	6056	210	4100
59	254	7200	190	3892
60	200	5601	225	3816
61	209	7661	212	4090
62	259	7088	206	3210
63	199	5792	234	3278
64	258	6880	239	3685
65	247	6454	243	4139
66	225	6065	209	3214
67	221	7086	220	3283
68	197	7272	208	3978
69	264	6837	244	3321
70	266	6795	190	3679
71	226	5894	244	3155
72	209	6391	231	3186
73	244	6741	190	3713
74	263	7016	212	3627
75	236	6397	218	3985
76	247	6062	202	3340
77	255	5934	240	3557
78	202	6186	264	3630
79	249	6721	242	4003
80	250	6919	197	3687
81	246	7128	238	3853
82	244	6396	191	3458
83	230	5682	234	3916
84	239	6592	253	3696
85	263	6356	239	3751
86	224	6704	219	3647
87	230	6728	252	3832
88	258	7342	214	3192
89	223	7468	210	3289
90	205	6313	220	4135
91	207	6114	213	3708
92	257	6595	239	3514
93	243	6782	205	4013
94	250	7094	201	3702
95	242	6889	255	3651
96	194	7209	210	3699
97	195	7383	225	4055
98	270	5873	268	4181
99	203	5721	234	3534
100	268	7574	213	3662



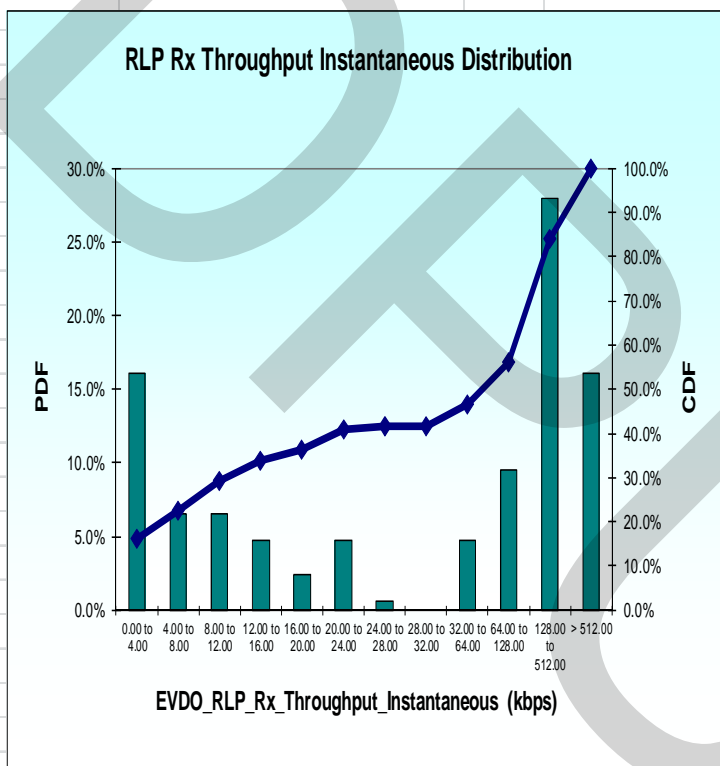
ข้อมูลกิจกรรม http browsing transfer time และ http browsing connection time ที่ประมวลผลและนำมาแสดงในรูปกราฟ ของ ทฤษฎี





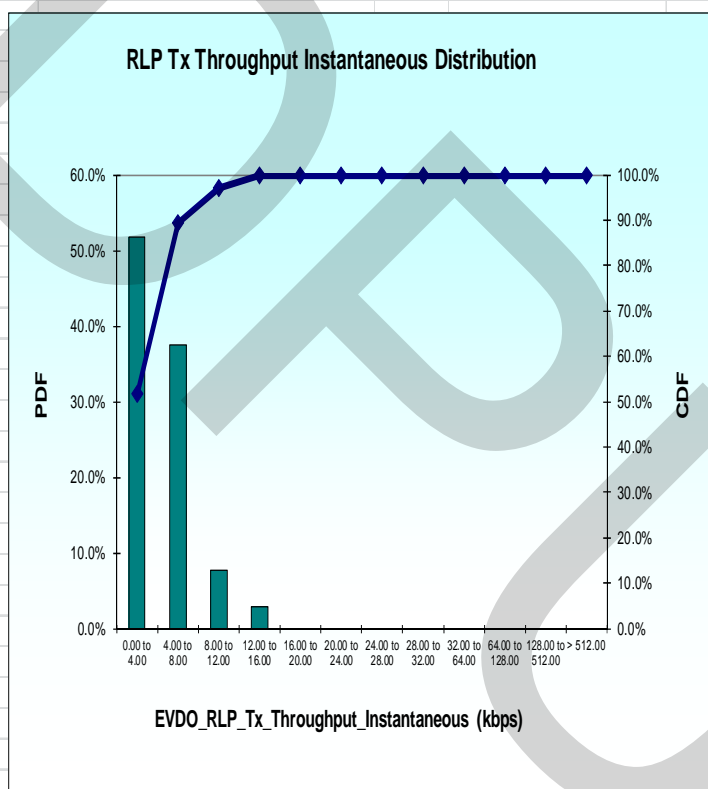
ข้อมูลกิจกรรม Voice call setup time ที่ประมวลผล และนำมาแสดงในรูปกราฟ ของ ฮัทชิสัน

Statistic	EVDO_RLP_Rx_Throughput_Instantaneous	RLP Rx Thpt Instantaneous	Count	PDF	CDF
Mean	214.1820897	0.00 to 4.00	87	0.1%	0.1%
Mode	0	4.00 to 8.00	63	0.1%	0.2%
Median	82.28849792	8.00 to 12.00	13	0.0%	0.3%
Maximum	936.5787354	12.00 to 16.00	5	0.0%	0.3%
Minimum	0	16.00 to 20.00	0	0.0%	0.3%
Count	168	20.00 to 24.00	0	0.0%	0.3%
Standard Deviation	248.9752953	24.00 to 28.00	0	0.0%	0.3%
Variance	61988.69766	28.00 to 32.00	0	0.0%	0.3%
		32.00 to 64.00	0	0.0%	0.3%
		64.00 to 128.00	0	0.0%	0.3%
		128.00 to 512.00	0	0.0%	0.3%
		> 512.00	0	0.0%	0.3%



ผลลัพธ์ของ RLP Rx Throughput Instantaneous Distribution ของ ฮัทชิสัน ที่ได้จากการนำ Log file มาทำการประมวลผล

Statistic	EVDO_RLP_Tx_Throughput_Instantaneous	RLP Tx Thpt Instantaneous	Count	PDF	CDF
Mean	4.145481019	0.00 to 4.00	87	0.517857143	0.517857143
Mode	0	4.00 to 8.00	63	0.375	0.892857143
Median	3.790859222	8.00 to 12.00	13	0.077380952	0.970238095
Maximum	15.13592243	12.00 to 16.00	5	0.029761905	1
Minimum	0	16.00 to 20.00	0	0	1
Count	168	20.00 to 24.00	0	0	1
Standard Deviation	3.25563063	24.00 to 28.00	0	0	1
Variance	10.5991308	28.00 to 32.00	0	0	1
		32.00 to 64.00	0	0	1
		64.00 to 128.00	0	0	1
		128.00 to 512.00	0	0	1
		> 512.00	0	0	1



ผลลัพธ์ของ RLP Tx Throughput Instantaneous Distribution ของ ฮัทซัน ที่ได้จากการนำ Log file มาทำการประมวลผล

### ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นางสาวรุ่งทิวา สันติกุล

ประวัติการศึกษา

บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการโฆษณาและการ  
ประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
ปีการศึกษา 2537

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ผู้จัดการ ส่วนบริหารสัญญาและผลประโยชน์-  
ร่วมการงาน สายงานกฎหมายและธุรกิจร่วมการงาน  
บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)