การวิเคราะห์ความสามารถในการรองรับทราฟฟิกช่องสัญญาณวิทยุของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล (PCT) โดยพิจารณาความหนาแน่นของช่องสัญญาณวิทยุตามพื้นที่

An analysis radio channel traffic handling capacity of a Personal Communication Telephone (PCT) system by considering the radio channel density (per unit area)

อำนาจ ยิ้มสวัสดิ์ *ไกรสิน ส่งวัฒนา*
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม *คณะวิศวกรรมศาสตร์*
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ABSTRACT -- This papers presents an analysis radio channel of traffic handling capacity of a Personal Communication Telephone (PCT) system by considering the radio channel density (number of channel available and number of channel used per unit area) with respect to coverage area. We have measured the traffic capacity density at every point in the sample coverage area and plotted against the traffic used at peak hour for the sample area. The result is used to determine if the existing capacity is enough to cover the required usage. This process helps to fine-tune cell station design requirement as well as the CS placement location.
KEY WORDS – PHS, Traffic capacity, Radio network optimization

บทคัดย่อ -- บทความนี้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการรองรับทราฟฟิกช่องสัญญาณวิทยุของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล (PCT) โดยพิจารณาความหนาแน่นของช่องสัญญาณวิทยุตามพื้นที่ โดยทำการวัดระดับสัญญาณของสถานีลูกข่าย (CS: Cell Station) ที่สามารถใช้งานได้ เพื่อหาความหนาแน่นของช่องสัญญาณในแต่ละจุด และนำค่าความจุทราฟฟิกที่ได้จากจำนวนช่องสัญญาณกับทราฟฟิกที่ใช้งานจริงมาทำการพล็อตกราฟร่วมกันเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทำให้เราทราบได้ว่าที่บริเวณต่างๆ ของพื้นที่มีปริมาณความจุทราฟฟิกเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ ซึ่งจะช่วยให้สามารถออกแบบในการติดตั้ง CS เพิ่มเติมได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ – PHS, ความจุทราฟฟิก, ความเหมาะสมของโครงข่ายช่องสัญญาณวิทยุ

1. บทนำ

ระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล PCT (Personal Communication Telephone) [1,2] ที่ให้บริการในประเทศไทยปัจจุบันนี้นั้น เป็นระบบที่พัฒนามาจากเทคโนโลยีของระบบ PHS ที่ใช้งานอยู่ในประเทศญี่ปุ่น โดยให้บริการเลขหมายเดียวกับโทรศัพท์พื้นฐาน ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั้งในบ้าน พื้นที่สาธารณะและในรถยนต์ที่มีความเร็วไม่เกิน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนั้นยังสามารถใช้ในอาคารสำนักงานต่างๆได้ แต่ต้องมีการติดตั้งสถานีลูกข่าย (CS: Cell Station) ภายในอาคารด้วย ระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล PCT จะใช้งานที่คลื่นความถี่ 1,900 MHz (1,895-1,918 MHz) และมีลักษณะของ CS แบบไมโครเซล ซึ่งมีรัศมีครอบคลุมแต่ละเซลประมาณ 50-300 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของ CS [1] ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องติดตั้ง CS จำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการได้ทั้งหมด

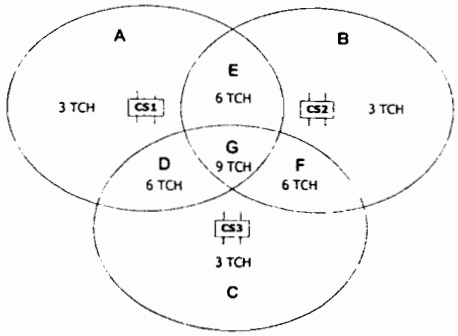
ในกระบวนการข้ามเซลของระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล (PCT) จะใช้เทคนิคที่เรียกว่าแฮนด์โอเวอร์ [2] ซึ่งระดับสัญญาณของ CS ตัวใหม่ที่มารองรับการแฮนด์โอเวอร์อิน (Handover In) จะต้องมีระดับของสัญญาณเริ่มตั้งแต่ 30dBμV [2] ขึ้นไป ดังนั้น CS ที่สามารถใช้งานได้จะต้องมีระดับความแรงของสัญญาณที่เครื่อง PCT รับได้ในแต่ละจุดตั้งแต่ 30dBμV ขึ้นไป เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างต่อเนื่องเมื่อเกิดกรณีแฮนด์โอเวอร์

การตรวจสอบปริมาณการใช้งานของ CS ในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล PCT จะดูที่ปริมาณทราฟฟิก และค่าระดับการบริการ (Grade Of Service) ที่ช่องสัญญาณ Traffic Channel (TCH) ซึ่งเป็นช่องที่ใช้ส่งเสียงและข้อมูลว่ามีการใช้งานเกินกว่าค่าที่กำหนดเป็นประจำหรือไม่ เพื่อใช้พิจารณาติดตั้ง CS เพิ่มเติมในจุดที่ใช้งานเกิน โดยปกติแล้วเมื่อ Traffic Channel ทุกช่องของ CS ณ จุดที่ใช้งานสูงถูกใช้งานเครื่อง PCT ที่อยู่ในพื้นที่ครอบคลุมยังสามารถจับ CS ตัวข้างเคียงที่มีระดับความแรงของสัญญาณเพียงพอ และมี Traffic Channel ที่ว่างใช้งานได้ ทำให้การพิจารณาติดตั้ง CS เพิ่มเติมโดยวิธีนี้อาจจะยังไม่มีความเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่

ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการรองรับทราฟฟิกในระบบโทรศัพท์พื้นฐานพกพาส่วนบุคคล (PCT) โดยพิจารณาความหนาแน่นของช่องสัญญาณวิทยุตามพื้นที่ (ทดสอบที่บริเวณสยามสแควร์) ซึ่งเป็นวิธีในการแก้ปัญหาจากวิธีเดิมที่ดูปริมาณการใช้งานที่ CS แต่ละตัว โดยไม่ได้มองดูความจุทราฟฟิกตามพื้นที่ทำให้เมื่อเพิ่มเติม CS ลงไปแล้ว การจับใช้งานจากเครื่อง PCT อาจจะไม่มากอย่างที่คิด วิธีการที่นำเสนอนี้ยังจะช่วยในการพิจารณาตำแหน่งการเพิ่มหรือลด CS ในพื้นที่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2. หลักการวิเคราะห์ทราฟฟิกของ PCT Cell Station ต่อหน่วยพื้นที่

การกำหนดช่องสัญญาณ Traffic Channel ของ CS เพื่อให้กับ PS ในการติดต่อสื่อสารนั้น มีกระบวนการตามนี้คือ เมื่อมีการร้องขอใช้ช่องสัญญาณจาก PS ผ่านช่องสัญญาณควบคุม (Control Channel) ที่เรียกว่า Signaling Control Channel (SCCH) [1] CS จะตรวจสอบ PS ว่าเป็นตัวที่ได้รับอนุญาตอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้อง CS จะดูว่ามีช่องสัญญาณ Traffic Channel ของตัวเองว่างหรือไม่ ถ้ามีก็จะกำหนดให้ PS ใช้งาน กรณีที่ไม่ว่าง และ PS สามารถรับสัญญาณจาก CS ตัวอื่นได้ก็จะทำการแฮนด์โอเวอร์ โดยที่ PS จะทำการตรวจจับสัญญาณของ CS ที่มีความแรงของสัญญาณ (>30dBμV) ลำดับถัดไป เมื่อหาได้แล้วก็จะยกเลิกการสื่อสารกับ CS ตัวเดิมและจับใช้งาน CS ตัวใหม่เพื่อร้องขอใช้ Traffic Channel ต่อไป [1,2] ดังนั้นเมื่อ PS ที่อยู่ในพื้นที่บริการ (Service Area) ของ CS ตัวหนึ่งตัวใดนั้น ไม่จำเป็นว่าจะต้องจับใช้งาน CS ตัวนั้นเพียงตัวเดียวเสมอไป แต่ยังจะมีโอกาสใช้งาน CS ตัวอื่นๆ ได้ ถ้ามีระดับสัญญาณที่เพียงพอ



รูปที่ 1. แสดงตัวอย่างพื้นที่ครอบคลุมของการติดตั้ง CS จำนวน 3 ตัว

จากหลักการนี้ จะเห็นได้ว่าจำนวนช่องสัญญาณที่ PS ใช้งานได้จะมีความความสัมพันธ์กับจำนวนของ CS ที่สามารถรับสัญญาณได้ แสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 1

ในรูปที่ 1 เป็นตัวอย่างพื้นที่ครอบคลุมของการติดตั้ง CS จำนวน 3 ตัว เมื่อพิจารณาบริเวณพื้นที่นี้เราจะเห็นได้ว่ามีส่วนที่ซ้อนทับกันระหว่างพื้นที่ครอบคลุมของ CS แต่ละตัวที่มีความแตกต่างกัน ทำให้แต่ละบริเวณก็จะมีจำนวนของช่องสัญญาณที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นการหาปริมาณความจุ ทราฟฟิกในพื้นที่สามารถหาได้จากจำนวนของช่องสัญญาณในแต่ละบริเวณซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่าของ GOS ที่ต้องการ โดยดูค่าของทราฟฟิกได้จากตาราง Erlang-B PCT Cell Station 1 ตัวนั้นจะมีช่องสัญญาณ Traffic Channel อยู่ทั้งหมด 3 ช่อง ดังนั้นจากรูปที่ 1 ถ้ากรณีที่ CS1, CS2, CS3 ไม่ได้ถูกใช้งาน พื้นที่ A,B,C จะมีความหนาแน่นของช่องสัญญาณ 3 ช่อง หรือมีความจุทราฟฟิก 0.899 Erl ที่ GOS=0.05 พื้นที่ D,E,F จะมีความหนาแน่นของช่องสัญญาณ 6 ช่องหรือมีความจุทราฟฟิกเท่ากับ 2.96 Erl ที่ GOS=0.05 และในพื้นที่ G จะมีความหนาแน่นของช่องสัญญาณ 9 ช่อง หรือมีความจุทราฟฟิกเท่ากับ 5.37 Erl ที่ GOS=0.05 แต่ถ้า CS1,CS2,CS3 มีการใช้งาน ความสามารถในการรองรับทราฟฟิกก็จะลดลงตามปริมาณของการใช้งาน

สมมุติตัวอย่างปริมาณทราฟฟิกในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของ CS ในรูปที่ 3 มีการใช้งานดังนี้คือ A_{CS1}= 0.74 Erl, A_{CS2}= 0.24 Erl และ A_{CS3}= 0.8 Erl ดังนั้นในพื้นที่ A ถึง G จะมีทราฟฟิกตามนี้คือ ปริมาณทราฟฟิกในพื้นที่ A = A_{CS1} = 0.74 Erl, ปริมาณ ทราฟฟิกในพื้นที่ B = A_{CS2} = 0.24 Erl, ปริมาณทราฟฟิกในพื้นที่ C = A_{CS3} = 0.8 Erl, ปริมาณทราฟฟิกในพื้นที่ D = A_{CS1}+A_{CS3} = 1.54 Erl, ปริมาณทราฟฟิกในพื้นที่ E = A_{CS1}+A_{CS2} = 0.98 Erl, ปริมาณทราฟฟิกในพื้นที่ F = A_{CS2}+A_{CS3} = 1.04 Erl และปริมาณทราฟฟิกในพื้นที่ G = A_{CS1}+A_{CS2}+A_{CS3} = 1.78 Erl ซึ่งเมื่อเทียบกับความจุทราฟฟิกของแต่ละพื้นที่จะเห็นได้ว่าปริมาณทราฟฟิกที่ใช้งาน

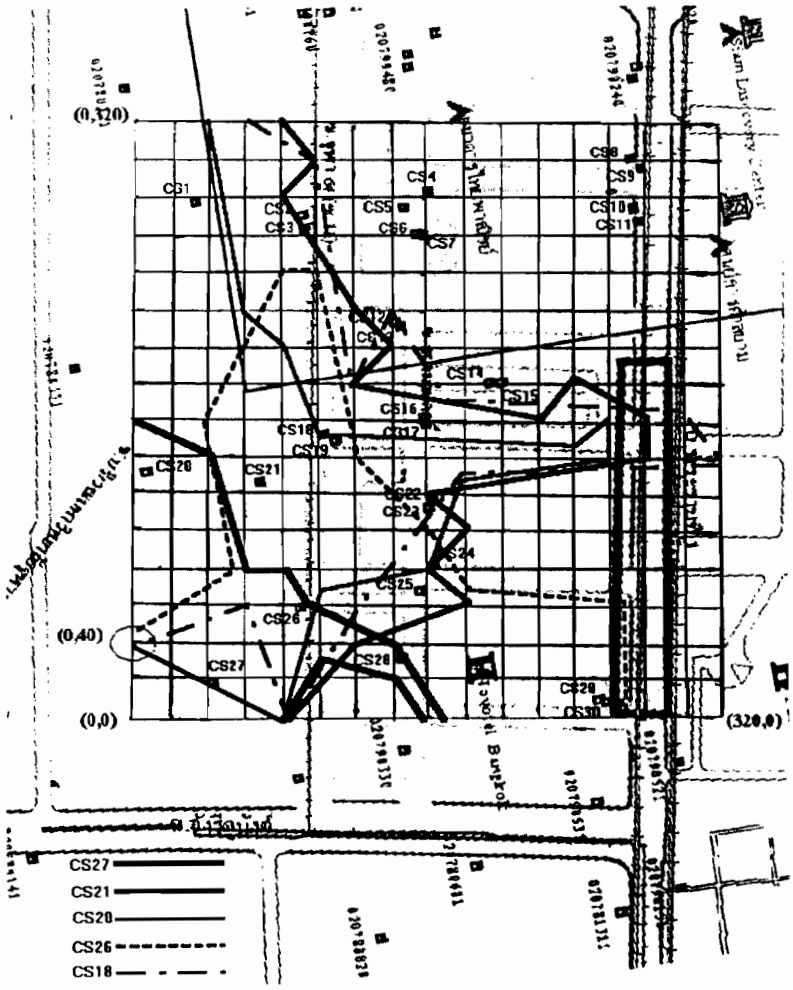
ในแต่ละพื้นที่มีค่าน้อยกว่า ดังนั้น CS1,CS2,CS3 ยังสามารถรองรับทราฟฟิกในบริเวณนี้ได้

3. ผลการทดสอบ

การทดสอบนั้นจะใช้เครื่องมือวัดสัญญาณยี่ห้อ LEADER 961 ทำการวัดสัญญาณตาม grid ในแผนที่รูปที่ 2 ซึ่งก็จะได้จำนวน CS ที่มีความแรงของสัญญาณตั้งแต่ 30 dBμV ขึ้นไปทำให้ทราบจำนวนช่องสัญญาณในแต่ละจุด

ตัวอย่างของข้อมูลจำนวน CS ที่มีความแรงสัญญาณตั้งแต่ 30 dBμV ขึ้นไปที่วัดได้แสดงในตารางที่ 1 โดยเป็นตัวอย่างข้อมูลที่จุด X = 0 m, Y = 40 m (ดูตามแผนที่ในรูปที่ 2) จากข้อมูลที่ได้จะเห็นได้ว่าที่จุดนี้สามารถใช้งาน CS ได้ทั้งหมด 5 ตัว หรือมีความหนาแน่นของช่องสัญญาณทั้งหมด 15 ช่อง (5 x 3 TCH) ดังนั้นจุดนี้จะมีความจุทราฟฟิก 10.631 Erl ที่ GOS = 0.05 ดูตามตารางที่ 2 ซึ่งในแต่ละจุดก็จะมีความหนาแน่นของช่องสัญญาณที่แตกต่างกันตามจำนวนของ CS ที่มีความแรงของสัญญาณเกิน 30 dBμV ที่จุดนั้นๆ ในพื้นที่

ข้อมูลปริมาณทราฟฟิกที่ใช้งานของ CS แต่ละตัวในตารางที่ 1 จะได้มาจากฐานข้อมูลของระบบบริหารโครงข่าย (NMS: Network Management System) ซึ่งจะเก็บข้อมูลทราฟฟิกที่ใช้งานในแต่ละชั่วโมงทุกๆวันของ CS ทุกตัวไว้ โดยข้อมูลที่นำมาแสดงจะเป็นปริมาณทราฟฟิกตั้งแต่ วันที่ 1 ตุลาคม 2544 ถึง วันที่ 5 ตุลาคม 2544 ช่วงเวลา 12.00-13.00 น. ซึ่งเป็นช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของระบบ PCT ในพื้นที่บริเวณสยามสแควร์จากการตรวจสอบของระบบ NMS จากนั้นนำ ทราฟฟิกรวมแต่ละวันมาทำการหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ข้อมูลปริมาณทราฟฟิกที่ใช้งานจริงเฉลี่ยที่จุดนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.818 Erl ดูตามตารางที่ 3



รูปที่ 2. แสดงแผนผังตำแหน่ง CS และตัวอย่างพื้นที่ครอบคลุมของ CS ภายในพื้นที่บริเวณสยามสแควร์

ตารางที่ 1.แสดงตัวอย่างข้อมูลการใช้งานที่จุด X = 0 m, Y = 40 m

CS	POWER (dBμV)	ปริมาณทราฟฟิก 01/ต.ค./2544	ปริมาณทราฟฟิก 02/ต.ค./2544	ปริมาณทราฟฟิก 03/ต.ค./2544	ปริมาณทราฟฟิก 04/ต.ค./2544	ปริมาณทราฟฟิก 05/ต.ค./2544	
CS27	57.0	0.44 Erl	1.28 Erl	0.74 Erl	0.66 Erl	1.93 Erl	
CS21	52.4	1.26 Erl	1.22 Erl	2.00 Erl	2.09 Erl	2.29 Erl	ปริมาณทราฟฟิกเฉลี่ย
CS20	40.0	0.78 Erl	0.57 Erl	0.94 Erl	0.94 Erl	0.73 Erl	
CS26	33.9	0.25 Erl	0.32 Erl	0.36 Erl	0.53 Erl	0.19 Erl	
CS18	33.9	0.76 Erl	0.54 Erl	0.80 Erl	1.36 Erl	1.11 Erl	
ทราฟฟิกรวม		***3.49 Erl***	***3.93 Erl***	***4.84 Erl***	***5.58 Erl***	***6.25 Erl***	***4.818 Erl***

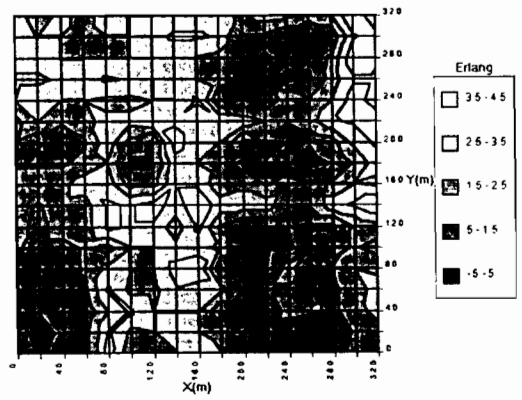
ตารางที่ 2. แสดงอาร์เรย์ข้อมูลความจุทราฟฟิก

320m	30.656	19.028	27.718	21.901	27.718	24.799	24.799	27.718	27.718	30.656	21.901	30.656	27.718	19.028	24.799	45.527	24.799
300m	27.718	24.799	24.799	21.901	24.799	24.799	30.656	36.570	36.570	33.606	13.383	13.383	5.3701	5.3701	5.3701	33.606	39.545
280m	33.606	30.656	24.799	24.799	24.799	24.799	27.718	27.718	24.799	21.901	10.631	2.96	7.9497	7.9497	16.185	42.533	36.570
260m	21.901	21.901	27.718	27.718	36.570	33.606	24.799	27.718	24.799	19.028	7.9497	7.9497	2.96	2.9597	19.028	33.606	33.606
240m	24.799	33.606	24.799	24.799	21.901	21.901	24.799	24.799	36.570	5.3701	5.3701	5.3701	21.901	16.185	24.799	39.545	30.656
220m	10.631	24.799	16.185	21.901	27.718	27.718	30.656	33.606	27.718	33.606	30.656	24.799	16.185	21.901	33.606	36.570	39.545
200m	13.383	5.3701	5.3701	13.383	30.656	10.631	2.96	39.545	27.718	24.799	2.9597	2.9597	5.3701	5.3701	10.631	27.718	36.570
180m	13.383	13.383	13.383	19.028	24.799	2.9597	2.9597	30.656	24.799	19.028	10.631	5.3701	5.37	2.96	5.3701	16.185	30.656
160m	21.901	21.901	21.901	30.656	30.656	10.631	10.631	33.606	33.606	16.185	21.901	13.383	19.028	16.185	16.185	24.799	21.901
140m	19.028	13.383	21.901	19.028	36.570	33.606	39.545	30.656	42.533	30.656	30.656	30.656	16.185	16.185	30.656	36.570	48.535
120m	19.028	10.631	21.901	19.028	36.570	33.606	33.606	19.028	36.570	13.383	5.3701	5.3701	5.37	2.96	2.96	16.185	21.901
100m	16.185	10.631	10.631	16.185	10.631	24.799	24.799	27.718	30.656	21.901	2.9597	2.9597	2.96	13.383	10.631	16.185	10.631
80m	10.631	7.9497	7.9497	16.185	27.718	24.799	24.799	39.545	42.533	5.3701	5.3701	5.3701	19.028	2.9597	16.185	24.799	21.901
60m	5.3701	5.3701	10.631	13.383	36.570	21.901	21.901	33.606	30.656	27.718	13.383	13.383	13.383	10.631	13.383	19.028	30.656
40m	10.631	5.3701	7.9497	7.9497	24.799	36.570	24.799	24.799	24.799	5.3701	5.3701	7.9497	19.028	16.185	13.383	21.901	27.718
20m	10.631	0.8990	7.9497	10.631	36.570	21.901	24.799	27.718	24.799	19.028	13.383	10.631	7.9497	7.9497	7.9497	16.185	21.901
0m	5.3701	2.9597	10.631	10.631	39.545	16.185	19.028	24.799	33.606	24.799	16.185	10.631	13.383	13.383	13.383	16.185	21.901
	0m	***20m***	***40m***	***60m***	***80m***	***100m***	***120m***	***140m***	***160m***	***180m***	***200m***	***220m***	***240m***	***260m***	***280m***	***300m***	***320m***

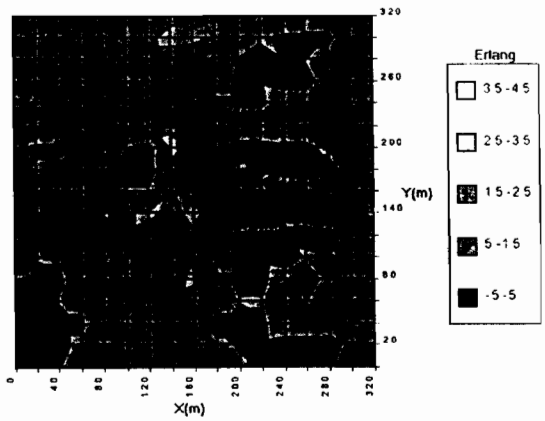
ตารางที่ 3. แสดงอาร์เรย์ข้อมูลปริมาณทราฟฟิกที่ใช้งานจริงเฉลี่ยที่เวลา 12.00 - 13.00 น.

320m	12.936	8.732	11.962	10.136	12.548	10.976	10.976	13.426	13.426	14.308	9.958	13.216	12.098	8.502	9.84	15.206	9.53
300m	11.32	9.868	9.388	10.136	10.92	10.92	13.634	16.734	16.038	14.962	6.45	6.45	3.724	3.724	3.724	10.01	12.812
280m	14.442	13.19	9.388	10.096	10.92	10.91	13.246	12.454	12.182	9.996	5.142	1.76	4.966	4.966	6.516	13.552	11.944
260m	9.838	9.032	11.846	11.264	14.746	13.99	10.976	12.718	11.072	9.342	4.176	4.176	2.132	2.508	8.212	10.718	12.734
240m	10.466	14.806	10.548	11.116	9.754	9.754	11.24	11.24	14.35	3.238	3.238	3.238	9.612	8.534	11.124	11.84	10.712
220m	5.138	10.51	7.226	9.5	12.162	12.162	13.47	14.374	12.314	14.726	13.46	11.73	6.842	9.968	13.234	12.256	11.424
200m	6.188	3.828	3.828	6.188	11.164	5.396	2.426	16.528	12.336	12.06	2.132	2.132	3.886	3.886	6.394	7.796	11.25
180m	6.188	6.188	6.188	8.272	9.84	2.426	2.426	13.256	11.556	9.668	6.49	3.886	3.08	2.408	3.61	7.016	9.448
160m	9.606	9.366	8.926	12.13	12.838	5.748	5.748	14.744	14.356	8.916	10.032	7.816	9.408	8.676	8.018	10.248	8.346
140m	8.596	6.26	9.606	7.172	15.298	14.288	16.418	13.812	16.598	11.938	13.478	13.478	8.47	8.606	12.506	12.146	16.536
120m	8.354	5.142	8.408	7.762	12.98	14.266	11.944	9.92	14.464	7.35	3.768	3.768	3.322	2.72	2.428	7.254	7.452
100m	7.504	5.142	5.142	6.59	4.026	10.824	10.824	12.842	11.554	10.166	2.694	2.694	0.77	6.214	5.104	7.254	6.128
80m	5.142	4.488	4.692	6.662	10.936	11.478	11.478	13.394	15.994	3.464	3.464	3.464	9.36	2.612	7.244	9.542	6.788
60m	3.574	3.574	5.094	6.008	13.822	8.414	9.862	14.016	12.884	9.586	5.466	5.466	6.22	4.954	5.09	8.46	11.086
40m	4.818	3.574	4.302	4.302	10.146	14.054	9.614	8.842	8.994	2.424	2.424	4.026	8.516	7.992	7.662	7.904	9.31
20m	4.558	1.01	4.302	5.752	12.844	7.746	9.298	9.174	8.994	6.492	4.456	3.852	3.194	3.194	3.194	6.912	8.416
0m	3.112	2.782	4.946	5.094	14.006	5.646	6.808	8.526	10.5	9.436	5.714	3.686	4.704	4.704	4.704	6.694	8.394
	0m	***20m***	***40m***	***60m***	***80m***	***100m***	***120m***	***140m***	***160m***	***180m***	***200m***	***220m***	***240m***	***260m***	***280m***	***300m***	***320m***

ข้อมูลที่ได้ทุกจุดในตารางที่ 2 และ 3 นำมาทำการพล็อต กราฟรูปที่ 3, 4 และ 5 เพื่อแสดงให้เห็นปริมาณความจุทราฟฟิก ทราฟฟิกที่ใช้งานจริงเฉลี่ย และความจุทราฟฟิกที่เหลือในพื้นที่บริเวณสยามสแควร์ ดังต่อไปนี้



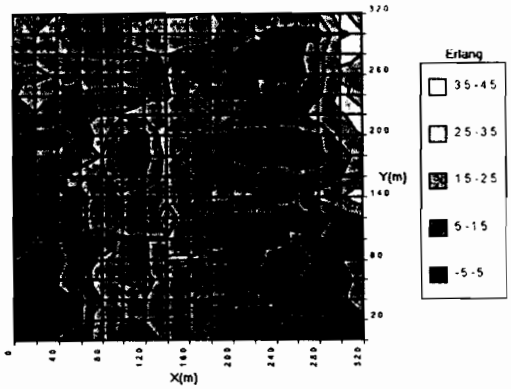
รูปที่ 3. แสดงปริมาณความจุทราฟฟิกของพื้นที่บริเวณสยามสแควร์



รูปที่ 4. แสดงปริมาณทราฟฟิกที่ใช้งานจริงเฉลี่ยที่เวลา 12.00-13.00 น. ของพื้นที่บริเวณสยามสแควร์

รูปที่ 3 จะแสดงปริมาณความจุทราฟฟิกของพื้นที่บริเวณสยามสแควร์ตามข้อมูลในตารางที่ 2 โดยแต่ละจุดจะแสดงด้วยสีที่มีความเข้มแตกต่างกันตามสเกล โดยจุดที่มีสีเข้มแสดงว่าที่จุดนั้นมีความจุทราฟฟิกค่อนข้างน้อย จุดที่มีสีจางแสดงว่าที่จุดนั้นมีความจุทราฟฟิกค่อนข้างมาก

รูปที่ 4 จะแสดงปริมาณทราฟฟิกที่ใช้งานจริงเฉลี่ยที่เวลา 12.00-13.00 น. ของ CS ในพื้นที่ ตามข้อมูลในตารางที่ 3 โดยแต่ละจุดจะแสดงด้วยสีที่มีความเข้มแตกต่างกันตามสเกล โดยจุดที่มีสีเข้มแสดงว่าที่จุดนั้นมีการใช้งานค่อนข้างน้อย จุดที่มีสีจางแสดงว่าที่จุดนั้นมีการใช้งานค่อนข้างมาก



รูปที่ 5. แสดงปริมาณความจุทราฟฟิกที่เหลือ

รูปที่ 5 จะแสดงปริมาณความจุทราฟฟิกที่เหลือจากการใช้งาน โดยได้มาจากปริมาณความจุทราฟฟิกลบกับปริมาณ ทราฟฟิกที่ใช้งานจริงเฉลี่ยทุกจุด โดยในแต่ละจุดจะแสดงด้วยสีที่มีความเข้มแตกต่างกันตามสเกล โดยจุดที่มีสีเข้มแสดงว่าที่จุดนั้นมีความจุทราฟฟิกเหลือสำหรับการใช้งานค่อนข้างน้อย จุดที่มีสีจางแสดงว่าที่จุดนั้นมีความจุทราฟฟิกเหลือสำหรับการใช้งานค่อนข้างมาก

4. ข้อเสนอแนะการปรับปรุงเครือข่าย

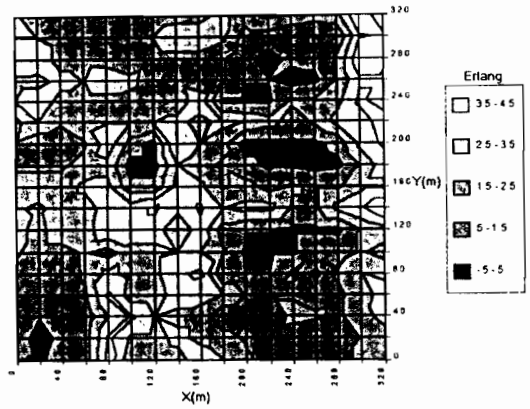
จากผลการทดสอบที่ได้ทำให้สรุปวิธีการปรับปรุงเครือข่าย ให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ได้ 2 วิธีคือ

4.1 ลด CS ในพื้นที่

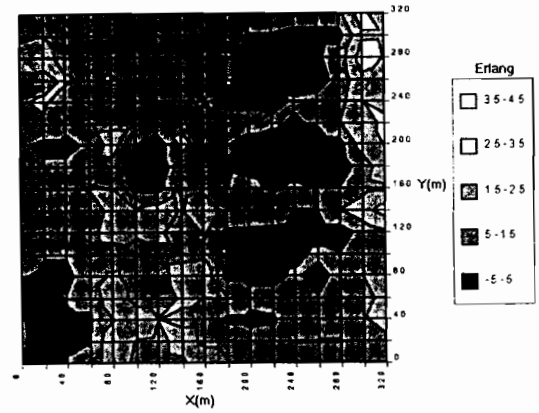
ทดลองลด CS ที่ติดตั้ง ณ จุดเดียวกัน 2 ตัวให้เหลือเพียงตัวเดียว โดยทำการตัด CS ทั้งหมด 3 ตัว คือ CS7, CS13, CS17 ออกจากข้อมูลจำนวน CS ที่มีความแรงของสัญญาณตั้งแต่ 30 dBμV ทุกจุดในพื้นที่ที่มี CS สามตัวนี้ปรากฏอยู่ นำข้อมูลที่ได้ทำการลดจำนวน CS ทั้ง 3 ตัวมาหาค่าความจุทราฟฟิกก็จะได้ตามตารางที่ 4 จากนั้นนำมาทำการพล็อต กราฟรูปที่ 6 เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของความจุทราฟฟิกในพื้นที่ และรูปที่ 7 เพื่อแสดงความจุทราฟฟิกที่เหลือเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้งานจริงหลังจากการลด CS ในพื้นที่

ตารางที่ 4. แสดงอาร์เรย์ข้อมูลความจุทราฟฟิกหลังทำการลด CS

320m	27.718	19.028	24.799	19.028	21.901	19.028	19.028	21.901	21.901	27.718	19.028	27.718	24.799	19.028	21.901	45.527	24.799
300m	24.799	24.799	21.901	19.028	21.901	21.901	24.799	30.656	30.656	27.718	10.631	10.631	5.3701	5.3701	5.3701	33.606	36.570
280m	33.606	30.656	21.901	21.901	21.901	19.028	21.901	21.901	21.901	16.185	7.9497	0.8990	7.9497	7.9497	16.185	42.533	36.570
260m	21.901	21.901	27.718	24.799	30.656	27.718	19.028	21.901	19.028	16.185	5.3701	5.3701	0.8990	2.9597	16.185	33.606	33.606
240m	24.799	30.656	21.901	21.901	21.901	21.901	19.028	19.028	30.656	2.9597	2.9597	2.9597	16.185	16.185	21.901	36.570	30.656
220m	10.631	24.799	16.185	21.901	24.799	24.799	24.799	27.718	21.901	27.718	24.799	19.028	10.631	16.185	27.718	30.656	39.545
200m	13.383	5.3701	5.3701	13.383	30.656	10.631	0.8990	33.606	24.799	19.028	0.8990	0.8990	2.9597	2.9597	7.9497	27.718	36.570
180m	13.383	13.383	13.383	19.028	21.901	0.8990	0.8990	24.799	19.028	13.383	7.9497	2.9597	2.9597	0.8990	2.9597	16.185	30.656
160m	19.028	19.028	19.028	27.718	27.718	7.9497	7.9497	27.718	27.718	13.383	19.028	10.631	16.185	13.383	13.383	21.901	21.901
140m	16.185	13.383	19.028	16.185	33.606	30.656	36.570	27.718	36.570	24.799	27.718	27.718	13.383	13.383	27.718	33.606	45.527
120m	19.028	10.631	21.901	19.028	33.606	30.656	30.656	16.185	30.656	10.631	5.3701	5.3701	2.9597	2.9597	2.9597	16.185	21.901
100m	16.185	10.631	10.631	16.185	10.631	21.901	21.901	24.799	24.799	16.185	2.9597	2.9597	2.9597	13.383	10.631	16.185	10.631
80m	10.631	7.9497	7.9497	16.185	27.718	21.901	21.901	33.606	36.570	5.3701	5.3701	5.3701	16.185	2.9597	16.185	24.799	21.901
60m	5.3701	5.3701	10.631	13.383	36.570	19.028	19.028	30.656	27.718	24.799	13.383	13.383	13.383	10.631	13.383	19.028	30.656
40m	10.631	5.3701	7.9497	7.9497	24.799	36.570	24.799	21.901	21.901	5.3701	5.3701	7.9497	19.028	16.185	13.383	21.901	27.718
20m	10.631	0.8990	7.9497	10.631	36.570	21.901	21.901	27.718	21.901	19.028	13.383	10.631	7.9497	7.9497	7.9497	16.185	21.901
0m	5.3701	2.9597	10.631	10 631	39.545	16.185	19.028	21.901	30.656	24.799	16.185	10.631	13.383	13.383	13.383	16.185	21.901
	0m	***20m***	***40m***	***60m***	***80m***	***100m***	***120m***	***140m***	***160m***	***180m***	***200m***	***220m***	***240m***	***260m***	***280m***	***300m***	***320m***



รูปที่ 6. แสดงปริมาณความจุทราฟฟิกของพื้นที่บริเวณสยามสแควร์ หลังทำการลด CS

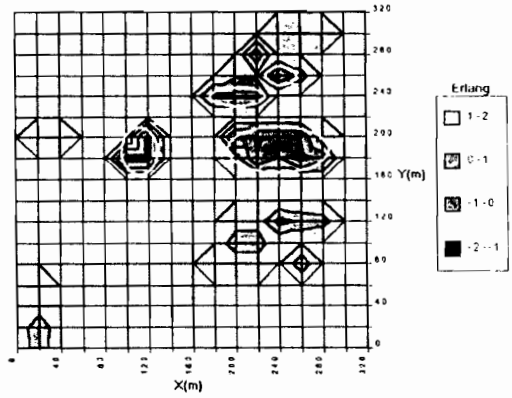


รูปที่ 7. แสดงปริมาณความจุทราฟฟิกที่เหลือหลังจากทำการลด CS

จากผลการทดสอบในรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าความจุทราฟฟิกที่เหลือในพื้นที่บริเวณตรงกลางของรูปซึ่งเป็นบริเวณที่ได้ทำการลดจำนวนของ CS ยังสามารถรองรับทราฟฟิกได้ ดังนั้น CS ทั้ง 3 ตัวคือ CS7, CS13, CS17 สามารถถอดออกได้ซึ่งจะทำให้ประหยัดต้นทุนในการติดตั้ง CS โดยไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานในพื้นที่

4.2 เพิ่ม CS ในพื้นที่

หลังจากทำการลดจำนวนของ CS แล้ว จากรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่ายังมีบริเวณที่มีปริมาณความจุทราฟฟิกเหลือน้อย (สีดำ) โดยเฉพาะทางขวามือของรูป เนื่องจากบริเวณนี้จะเป็นส่วนของร้านขายของที่หนาแน่นค่อนข้างจะเป็นจุดอับคลื่น



รูปที่ 8. แสดงภาพขยายบริเวณที่มีปริมาณความจุทราฟฟิกเหลือน้อย

เพื่อแสดงให้เห็นบริเวณที่มีปัญหาชัดเจนมากยิ่งขึ้นจึงได้ขยายบริเวณที่มีปัญหาจากรูปที่ 7 ขึ้น ตามรูปที่ 8

จากรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่ามีจุดที่มีค่าทราฟฟิกติดลบนั้นคือเป็นจุดที่มีการใช้งานเกินความจุทราฟฟิก (บริเวณที่วงสีขาว) กรณีเช่นนี้จะทำให้ค่าระดับการบริการ (Grade Of Service) มีค่าเกินที่ตั้งไว้ที่ 0.05 หรือ 5% ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาการเรียกไม่ได้ (Lost calls) เพิ่มขึ้น การแก้ปัญหาก็คือควรจะติดตั้ง CS ชนิดติดตั้งภายในอาคารเพิ่มเติมบริเวณที่มีปัญหาเพื่อเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณให้สามารถรองรับการใช้งานได้

5. บทสรุป

จากผลที่ได้ทำให้สามารถมองเห็นปริมาณความจุทราฟฟิก และการใช้งานจริงของ CS ในพื้นที่ได้อย่างชัดเจน ทำให้ช่วยพิจารณาการเพิ่ม หรือลด CS ให้เหมาะสมกับพื้นที่ และยังสามารถแก้ไขปัญหาเดิมที่เกิดขึ้นคือการพิจารณาติดตั้ง CS เพิ่มเติมที่ยังไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถนำข้อมูลการใช้งาน ณ เวลาที่ต้องการทราบว่าเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่หรือไม่มาทำการเปรียบเทียบกับความจุทราฟฟิกที่มีอยู่ได้ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง CS ในพื้นที่ วิธีการนี้มีข้อจำกัดคือ เมื่อพื้นที่มีบริเวณกว้าง หรือใช้ step ในการวัดที่ถี่ขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดและแม่นยำ จะทำให้มีจุดข้อมูลเป็นจำนวนมากซึ่งจะใช้เวลานานในการเก็บข้อมูลของ CS และการวัดปริมาณความจุทราฟฟิกจะต้องทำทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของ CS กำลังงานของ CS หรือเพิ่มลดจำนวน CS ในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

[1] มนูญ ขวัญสูงเนิน. ความรู้เกี่ยวกับโครงข่ายโทรศัพท์บ้านพกพา(PCT Network Introduction). กรุงเทพฯ : Telecom Training Department - TT&D Version 3, November 1997.

[2] ถวิล พึ่งมา, "ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูล่าร์," ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

[3] Asia Wireless Communication Co., Ltd. (AWC), Personal Communication Telephone. Specification for Cell Station (Version 1.2)

อำนาจ ยิ้มสวัสดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2520, สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2542 ปัจจุบันกำลังกำลังศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไกรสิน ส่งวัฒนา เกิดเมื่อวันที่ 16 มิถุนายน 2507, สำเร็จการศึกษาระดับ ปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก จาก University of Wisconsin-Madison ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ.2530, 2532 และ 2536 ตามลำดับ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งรองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง