

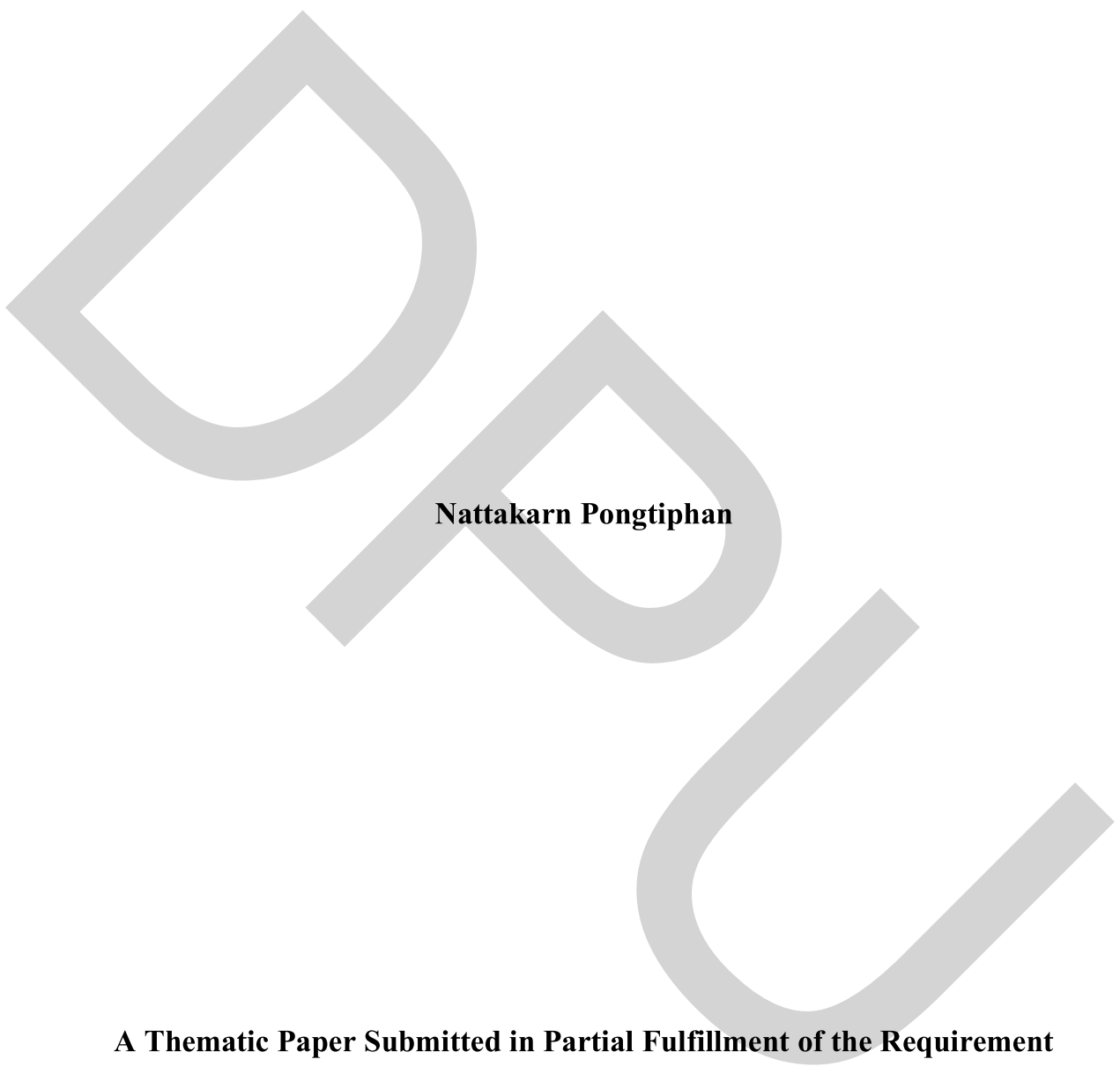
การศึกษาเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE 802.11 G และ N
ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ณัฐกานต์ พงษ์พันธุ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2557

**A comparative capability study of IEEE 802.11G and N Wi-Fi-network
standards in using at Suan Dusit Rajabhat University**



Nattakarn Pongtiphan

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Master of Science

Department of Telecommunications Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2014

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ชื่อผู้เขียน	ณัฐกานต์ พงษ์พันธุ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา พิทักษ์กุล
สาขาวิชา	การจัดการโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายระหว่างมาตรฐาน IEEE802.11G และ N โดยพิจารณาจากจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา ที่รองรับการใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายจำนวน 14,500 เครื่อง เป็นเกณฑ์ที่ใช้งานในปี 2555 โดยเปรียบเทียบ ค่าความแรงของสัญญาณ (RSSI) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลงทุนและขีดความสามารถสูงสุดของระบบเครือข่ายไร้สาย

การศึกษานี้พบว่าเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานเครือข่ายใหม่ ไม่มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G แต่เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการลงทุนจริงต่อเครื่องตลอดอายุการใช้งาน 4 ปี ระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีค่าใช้จ่ายที่ 202.75 บาทต่อเครื่อง ซึ่งระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีค่าใช้จ่ายที่ 486.82 บาทต่อเครื่อง

ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าขนาดของเครือข่ายที่รองรับจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาซึ่งใช้งานได้จริงมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการเลือกระบบ เนื่องจากกรณีศึกษานี้จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาน้อยกว่า 29,250 เครื่องระบบมาตรฐาน IEEE802.11G จะประหยัดกว่ามาก แต่ถ้าต้องการขนาดเครือข่ายที่ใหญ่มากกว่านั้นควรที่จะใช้ระบบมาตรฐาน IEEE802.11N แต่ทั้งนี้การพิจารณาดังกล่าวยังไม่รวมถึงค่าบำรุงรักษาของระบบทั้งสองและความล้าสมัยของระบบไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G

Thematic Paper Title	A comparative capability study of IEEE802.11G and N Wi-Fi network standards in using at SuanDusitRajabhat University
Author	NattakarnPongtiphan
Thematic Paper Adviser	Asst. Prof. Dr. PanyaPitakgul
Department	Telecommunications Management
Academic Year	2013

ABSTRACT

This study compares Suan Dusit Rajabhat University internet system capability between IEEE802.11G Wi-Fi and IEEE 802.11N Wi-Fi. This research based our study on 14,500 notebook computers that have registered with the University since 2012 by comparing three main factors as follows: the received signal strength indication (RSSI), the capital expenditures, and the maximum capacity of the wireless network.

The study confirms that the IWWW802.11N network, which is the newer network model, does provide better performance when compares to the IEEE802.11G Wi-Fi network. However, we have found that the actual processing cost throughout four years utilization per unit of the notebook computer is at 202.75 baht for the IEEE802.11G compares to the actual cast of the IEEE802.11N at 486.82 baht.

This study has also shown that the size of Wi-Fi network selection has been influenced by the actual number of applicable notebook computer. Consequently, our study have shown that if the number of notebook computers in Suan Rajabhat is less that 29,250 units, the IEEE802.11G will be more economical that the IEEE802.11N network. Further study should include the maintenance cost of both networks and the obsolescence of the IEEE802.11G network into consideration.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ผู้ให้คำปรึกษา โดยเฉพาะผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา พิทักษ์กุล ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนของการศึกษาค้นคว้าวิจัยจนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ครู-อาจารย์ทุกท่านทุกแขนงวิชาที่ได้อบรมสั่งสอน และให้ความรู้ต่างๆ กับผู้ค้นคว้าวิจัยได้นำมาช่วยเสริมให้การค้นคว้าวิจัยประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณท่านอธิการบดีและคณะกรรมการผู้บริหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ได้ให้โอกาสและมอบทุนในการพัฒนาบุคลากรให้กับผู้ค้นคว้าวิจัยในการศึกษาต่อในครั้งนี้

นอกจากนี้ผู้ค้นคว้าวิจัยขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งเรื่องเนื้อหาวิชาการ และกำลังใจในการค้นคว้าวิจัย ซึ่งทำให้การค้นคว้าวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ประโยชน์ที่พึงได้รับจากสารนิพนธ์เล่มนี้ ผู้ค้นคว้าวิจัยขอมอบให้ทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของการค้นคว้าวิจัยครั้งนี้

ณัฐกานต์ พงธิพันธุ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
สารบัญตาราง.....	๙
สารบัญภาพ.....	๑๐
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ที่มาของระบบเครือข่ายไร้สาย.....	3
2.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และN.....	5
2.3 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.....	8
2.4 การเลือกใช้เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน 802.11Gและ N.....	13
2.5 โปรแกรม inSSIDer.....	16
2.6 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์(Stages Product Life cycle).....	17
2.7 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบัญชีต้นทุน.....	25
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	35
3.1 กรอบแนวความคิดในการศึกษา.....	35
3.2 เครื่องมือและขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัย.....	35
3.3 ขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
3.5 ระยะเวลาแผนในการดำเนินการ.....	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษา.....	42
4.1 เปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐานIEEE802.11GและNตามช่วงอายุการใช้งาน(Stages of Product Life cycle).....	42
4.2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 G และ N (Investment for Fixed Capital).....	44
4.3 การเปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐานIEEE802.11GและN(Received Signal Strength Indication: RSSI).....	57
5. ผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	65
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	66
5.2 การอภิปรายผล.....	67
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	72
ประวัติผู้เขียน.....	80

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11GและN.....	8
3.1 Gantt Chart แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	41
4.1 จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาในแต่ละปีการศึกษา.....	43
4.2 ค่าใช้จ่ายตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G.....	45
4.3 ค่าใช้จ่ายตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N.....	46
4.4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย มาตรฐานIEEE802.11GและN	47
4.5 การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับ การใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11G และ N	52
4.6 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 G และ N.....	53
4.7 เปรียบเทียบขนาด จำนวนคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และค่าใช้จ่าย รวมทั้งรองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ที่เหมาะสมในการ ลงทุน ระหว่าง มาตรฐาน IEEE 802.11 G และ N	54
4.8 ผลค่าสัญญาณอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 N ด้วยโปรแกรม inSSIDs.....	60
4.9 ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่าย อินเทอร์เน็ตไร้สาย(RSSI)สายมาตรฐาน IEEE 802.11 N.....	62
4.10 ผลค่าสัญญาณอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 G ด้วยโปรแกรม inSSIDs.....	63
4.11 ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (RSSI) มาตรฐาน IEEE 802.11G	64
4.12 เปรียบเทียบผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้ม(RSSI) ของระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 G และ N	64

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนผังอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเดิม.....	10
2.2 แผนผังอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายของสถาบันราชภัฏสวนดุสิต.....	11
2.3 แผนผังระบบเครือข่ายไร้สายของสถาบันราชภัฏสวนดุสิต.....	12
2.4 โปรแกรม inSSIDer	16
2.5 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Stages of Product Life cycle).....	18
3.1 Cisco Aironet 3500 อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 N.....	36
3.2 Cisco AIRONET 1100 series อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11G.....	36
3.3 คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ระบบปฏิบัติการ Windows 7.....	37
3.4 คีตสำนักวิทยบริการฝั่งห้องสมุดชั้น 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.....	37
3.5 โปรแกรม insider ทำการวัดค่าสัญญาณซอฟต์แวร์ในการเปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (RSSI).....	38
3.6 ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายพร้อมทำการปล่อยสัญญาณให้คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook).....	39
3.7 ฟังจำลองทดลองทดสอบการวัดค่าความแรงหรือความเข้มสัญญาณ (RSSI) ภายในสำนักวิทยบริการ.....	40
4.1 กราฟแสดงจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่รองรับสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11G และ N ในแต่ละปีการศึกษา	44
4.2 สถิติการใช้เครือข่ายไร้สายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตระยะเวลา 1 ปี.....	49
4.3 เปรียบเทียบ จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายและค่าใช้จ่ายต่อคน ระหว่าง มาตรฐาน IEEE 802.11G และ N	56
4.4 ผลการทดลองทดสอบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11N ย่านความถี่ 2.4 GHz.....	58
4.5 ผลการทดลองทดสอบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11N ย่านความถี่ 5GHz.....	58
4.6 ผลการทดลองทดสอบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11G ย่านความถี่ 2.4GHz.....	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสถาบันการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีและมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในสถาบันการศึกษา และจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้มีการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเพิ่มมากขึ้นในทุกๆปี โดยมีการให้บริการระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายตามจุดต่างๆหรือที่เรียกว่า Wireless Lan มาใช้เพื่อลดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเดินสายสัญญาณ ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการติดตั้งและสะดวกในการใช้งานในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายภายในมหาวิทยาลัยจะช่วยให้นักศึกษาที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายได้ทุกที่ที่มีสัญญาณระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเข้าถึง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต เป็นสถาบันระดับอุดมศึกษามีหน้าที่หลักในเสริมสร้างการศึกษาระดับสูงแก่ประชาชนของประเทศให้มีความรู้และมีความสามารถทางด้านเทคโนโลยี โดยทางมหาวิทยาลัยได้จัดทำโครงการต่างๆขึ้นเพื่อให้การสนับสนุนการเรียนรู้และเข้าถึงความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น โครงการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตที่ให้บริการแก่อาจารย์ นักศึกษาเพื่อเป็นการสนองตอบต่อความต้องการของสังคมและตลาดแรงงาน

ปัจจุบันตัวอุปกรณ์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ที่มหาวิทยาลัยนำมาใช้นั้นได้ครบกำหนดอายุการใช้งาน และมีความชำรุดเสียหายส่งผลให้ไม่สามารถให้บริการในระบบเครือข่ายไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามทางเจ้าหน้าที่ดูแลและรับผิดชอบได้เสนอนำระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่เข้ามาทดแทน ซึ่งเป็นการเริ่มต้นการลงทุนในตัวอุปกรณ์และระบบใหม่แทนระบบเดิมทั้งหมด ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นหนึ่งในทีมงานผู้ดูแลระบบเครือข่าย จึงมีความสนใจเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกตัวอุปกรณ์และระบบที่มีความเหมาะสมกับการลงทุนและการใช้งานในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ตามช่วงอายุการใช้งาน (Stages of Product Life Cycle)
2. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Capital on Investment)
3. เปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Received Signal Strength Indication:RSSI)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หมายถึง จำนวนเครื่องที่ทางมหาวิทยาลัยทำการแจกให้นักศึกษาปี 1 ปริญญาตรีหลักสูตร 4 ปี
2. ค่าใช้จ่ายค่าใช้จ่ายการดำเนินการ หมายถึง ค่าใช้จ่ายในระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G โดยมีค่าการลงทุนเพียงแต่ตัวอุปกรณ์ที่ทำการปรับเปลี่ยนใหม่ เนื่องจากตัวระบบเดิมสามารถนำมาใช้ทดแทนอุปกรณ์ใหม่ได้ ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N จะมีค่าการลงทุนทั้งตัวอุปกรณ์และตัวระบบใหม่ทั้งหมด
3. ทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ หมายถึง การทดลองทดสอบเฉพาะบริเวณสำนักวิทยบริการ และอ้างอิงหลักเกณฑ์ความแรงของสัญญาณตามค่ามาตรฐานผู้ดูแลระบบ (Administer) มหาวิทยาลัยที่ -75 dB

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

1. สามารถประเมินขีดจำกัดและระดับการใช้งาน เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N
2. สามารถเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนของตัวอุปกรณ์และระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ต่อผู้ติดตามขีดจำกัดของระบบและระดับการใช้งานจริงของระบบ
3. สามารถให้ข้อเสนอแนะในการเลือกระบบของเทคโนโลยี ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องพิจารณาถึงจำนวนผู้ใช้ งบประมาณ และช่วงวงจรชีวิตของเทคโนโลยี

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ที่มาของระบบเครือข่ายไร้สาย
- 2.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N
- 2.3 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
- 2.4 การเปรียบเทียบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N
- 2.5 โปรแกรม insider
- 2.6 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Stages of Product Life cycle)
- 2.7 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบัญชีต้นทุน
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ที่มาของระบบเครือข่ายไร้สาย

ในช่วงปี ค.ศ.1971 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless Local) เกิดขึ้นโดยผลงานของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฮาวายที่ชื่อ “ALOHANET” ขณะนั้นลักษณะการส่งข้อมูลเป็นส่งไป-กลับง่าย ๆ ผ่านคลื่นวิทยุ สื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ 7 เครื่อง ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะ 4 เกาะ โดยรอบและมีศูนย์กลางการเชื่อมต่ออยู่ที่เกาะหนึ่ง ที่ชื่อว่า “Oahu” ระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN: Wireless Local Area Network) ซึ่งอาจจะนำมาใช้ทดแทนหรือเพิ่มต่อกับเครือข่ายแลน

ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless Local) ที่ถูกพัฒนามาเป็นครั้งแรกในยุค 1980 โดยใช้ย่าน 900 เมกะเฮิร์ตซ์นี้ใช้ความถี่เดียวกับระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์ ทำให้ประหยัดในการพัฒนาระบบเครือข่าย แต่ไม่สามารถใช้วางจำหน่ายได้ เนื่องจากบางประเทศต้องใช้น่านนี้ไปใช้กับระบบมือถือ

ในช่วงยุค 1990 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless Local) ย่าน 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ ได้ถูกพัฒนาขึ้น แต่เนื่องจากใช้ความถี่ที่สูง จึงทำให้ไม่สามารถส่งและรับข้อมูลได้ดี ทำให้ไม่ค่อยมีผู้นิยมของผู้ใช้ และในปี 1992 องค์กรที่ชื่อว่า IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

หรือ สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เข้าทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless Local) มาตรฐาน IEEE 802.11 เพื่อใช้ระบุมาตรฐานต่างๆ ขึ้นมา

มาตรฐานของระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Local) นั้นสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มหลัก กลุ่มแรกคือ ย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ กลุ่มสอง ย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ กลุ่มสาม ใช้แสง อินฟราเรด โดยย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ได้รับความนิยมสูงสุดเนื่องจากมีต้นทุนต่ำและสามารถส่ง ได้ไกลกว่าย่าน 5 กิกะเฮิรตซ์

ปัจจุบันการสื่อสาร ไร้สาย เป็นสิ่งจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวันเพราะความต้องการ ทางด้านข้อมูลและการบริการต่างๆ เทคโนโลยีที่สนองต่อความต้องการเหล่านั้นมีมากมายเช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ผู้ที่จะได้ประโยชน์จากการใช้ระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมีมากมายไม่ว่าจะเป็นแพทย์หรือพยาบาลในโรงพยาบาล เพราะสามารถ ดึงข้อมูลรักษาผู้ป่วยได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตไร้สายได้ทันที นักศึกษาและอาจารย์ในมหาวิทยาลัยก็สามารถใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ แบบพกพา (Notebook) เพื่อค้นคว้าข้อมูลในการเรียนการสอน

2.1.1 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย

ประโยชน์ของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย มีดังนี้

- 1) มีความคล่องตัวสูง สามารถเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใด ก็ยังมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายตลอดเวลาตราบใดที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล
- 2) สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งและเดินสายสัญญาณของระบบเครือข่ายแบบมีสาย (Wired)
- 3) ลดค่าใช้จ่ายโดยรวม เพราะระบบเครือข่ายแบบมีสาย (Wired) มีราคาสูงและในระยะ ยาว ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษา และการขยายเครือข่ายก็ลงทุน น้อยกว่าเดิมหลายเท่า เนื่องด้วยความสะดวกง่ายในการติดตั้ง

2.1.2 รูปแบบและการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย

ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ประกอบไปด้วย อุปกรณ์ไม่มากนัก และมักจำกัดอยู่ในอาคารหลังเดียวหรืออาคารในละแวกเดียวกัน การใช้งานที่ น่าสนใจที่สุดของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายก็คือ ความสะดวกสบายที่ไม่ต้องติดอยู่กับที่ ผู้ใช้ สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

2.1.2.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายการเชื่อมต่อระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในปัจจุบันนี้มีการเชื่อมต่อหลายรูปแบบ สำนักวิทยบริการและ เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สายดังนี้

1) รูปแบบการเชื่อมต่อระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer เป็นลักษณะ การเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน ตั้งแต่ 2 เครื่องหรือมากกว่านั้น โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความสามารถที่เท่าเทียมกันและทำงานด้วยตนเองได้ เพื่อจุดประสงค์ในด้านความเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ อย่างเช่น ในศูนย์ประชุม หรือการประชุมนอกสถานที่

2) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายแบบ Client/server หรือ Infrastructure mode เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัย Access Point (AP) หรือ เรียกว่า “Hot spot” ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบมีสายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อ รับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ AP จะกลายเป็น เครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ Server เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่าน AP เท่านั้น ซึ่ง AP 1จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15-50 อุปกรณ์ของเครื่องลูกข่าย เหมาะสำหรับการนำไปขยายเครือข่าย หรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมในออฟฟิศ, ห้องสมุด หรือในห้องประชุม

3) Multiple access points and roaming โดยทั่วไปแล้ว การเชื่อมต่อสัญญาณ ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access Point ของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายจะอยู่ในรัศมี ประมาณ 500 ฟุต ภายในอาคาร และ 1000ฟุต ภายนอกอาคารหากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้างมากๆ เช่นคลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดการติดตั้ง AP ให้มากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่ เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง

4) Use of n Extension Point กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบไร้สาย มีปัญหาผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ

5) The Use of Directional Antennas ระบบแลนไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน

2.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 G และ N

มาตรฐานหลักของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายและอุปกรณ์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย คือ มาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นมาตรฐานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายที่ถูกกำหนดขึ้น โดย Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) ซึ่งเป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการสื่อสารของอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนมาตรฐาน IEEE 802.XX นั้น

จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการสื่อสารผ่านเครือข่าย เช่น IEEE 802.3 ก็คือมาตรฐานของเครือข่ายแบบ Ethernet โดยในส่วนของ IEEE 802.11 ก็จะเป็นการสื่อสารกับเครือข่ายแต่เป็นแบบไร้สายนั่นเอง มาตรฐาน IEEE 802.11 นั้นเริ่มประกาศใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1997 มาตรฐานที่เกิดขึ้นนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านเทคโนโลยี ซึ่งกำหนดระบบการส่งสัญญาณด้วยความเร็ว 2 Mbps และได้มีการพัฒนาเรื่อยมา โดยมี ส่วนย่อยอยู่ด้วยกันถึง 9 ส่วน คือ a, b, c, d, e, f, g, h และ i โดยแต่ละชนิดนั้นก็จะมีลักษณะหรือ มาตรฐานของรายละเอียดต่างกันไป ซึ่งหลังจาก 9 กลุ่มย่อยนี้ พัฒนามาตรฐาน IEEE802.11 ในด้าน ต่างๆ จนเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้มีการนำเอามาตรฐานที่พัฒนาเสร็จแล้วมานำเสนอและผลิตออกเป็น ผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่าย

เมื่อปลายปี 2001 สถาบัน IEEE ก็รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งใช้ย่านความถี่ 5GHz แม้จะมีความเร็วสูงแต่ก็มีระยะสั้นและไม่สามารถใช้ในประเทศไทยได้เนื่องจากถูกสงวนเอาไว้ให้ ทางดาวเทียมและการทหาร แต่ในท้ายที่สุดได้มีการเจรจาต่อรองเพื่อให้เปิดความถี่ย่าน 5GHz เพื่อให้ รองรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่เข้ามาจำหน่าย แต่แท้จริงแล้วความถี่ 5GHz ไม่ได้ใช้กับอุปกรณ์ เครือข่ายไร้มาตรฐาน IEEE802.11A แต่ถูกนำไปใช้กับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ซึ่งดีกว่าในด้านความเร็วและระยะทางซึ่งปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) สามารถรองรับเกือบทุกมาตรฐานแล้ว

สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติและการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 มาตรฐาน IEEE 802.11G

มาตรฐาน IEEE802.11G มีการโมดูเลตหรือการส่งสัญญาณในระบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) ซึ่งพัฒนามาจากระบบเดิมหรือ FDM (Frequency Division Multiplexing) ก็คือแทนที่จะใช้ความถี่เดียวในการส่งนั้น จะแบ่งข้อมูลออกแล้วส่งไปตามคลื่นพาหะ ย่อย (Subcarrier) ข้อมูลก็จะกระจายตัวขนานจากต้นทางไปปลายทาง ซึ่งต่างจากระบบ FDM ที่จะใช้ คลื่นความถี่เดียวส่งแบบอนุกรมกันไป หากจะเปรียบเทียบแล้วการส่งข้อมูลก็เหมือนการขนส่งสินค้า โดยสามารถแยกสินค้าออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วค่อยส่งไปยังปลายทางพาหนะที่ใช้ขนส่งแม้จะมีขนาด ใหญ่ แต่หากเกิดปัญหาไม่สามารถไปถึงปลายทางได้เนื่องจากข้อมูลมีขนาดใหญ่จึงเกิดปัญหาการใช้ แบนด์วิธที่มากทำให้ประสิทธิภาพในการใช้ความถี่ต่ำ แต่กลับกันกับระบบ OFDM เปรียบพาหนะใช้ ส่งข้อมูลที่มีขนาดเล็กกระยะห่างที่เว้นระยะกันนั้นน้อยกว่า สามารถเพิ่มปริมาณของพาหนะที่ใช้ส่ง ข้อมูลหรือก็คือคลื่นพาหะย่อยให้วิ่งขนานกันได้มากยิ่งขึ้น การรับส่งข้อมูลก็ทำได้ในปริมาณที่มาก ตามไปด้วย

2.2.2 มาตรฐาน IEEE 802.11N

เป็นมาตรฐาน IEEE 802.11N เป็นเครือข่ายไร้สายที่ตามทฤษฎีแล้วจะให้ความเร็วสูงสุดถึง 600 Mbps ซึ่งตามมาตรฐานแล้วจะพบว่ามีความเร็วมากกว่ามาตรฐาน IEEE802.11G ถึง 12เท่า โดยในมาตรฐาน IEEE 802.11N ได้เปลี่ยนวิธีการส่งสัญญาณวิทยุจากการใช้เสาเดียวทั้งการรับและการส่ง มาเป็นการใช้เสาหลายต้น หรือที่เรียกกันว่า MIMO (Multiple Input Multiple Output) ซึ่งช่วยให้รับส่ง สัญญาณด้วยความเร็วสูงมากขึ้น และทำให้มาตรฐาน IEEE 802.11N มีความเร็วเพิ่มขึ้นดังนี้

2.2.2.1 การปรับลดค่า Guard interval (GI) ลงครึ่งหนึ่ง โดยค่า GI นี้คือระยะห่างระหว่างข้อมูลชุดหนึ่งๆ ที่ส่งออกไปในอากาศ ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้ข้อมูลเกิดการรบกวนระหว่างกัน โดยมาตรฐาน IEEE 802.11a/g มีค่า GI เท่ากับ 800 นาโนวินาที แต่มาตรฐาน IEEE 802.11n ได้ปรับลดค่า GI ลงเหลือครึ่งหนึ่ง คือ 400 นาโน

2.2.2.2 การใช้เทคนิค Spatial Multiplexing ในการทำงานของมาตรฐาน IEEE 802.11N จะใช้ช่องสัญญาณขนาด 20 และ 40MHz มีการใช้เทคนิค spatial multiplexing ทำให้สามารถใช้เสาหลายต้นในการส่งและรับข้อมูลขนานออกไปในช่องสัญญาณความถี่เดียวกัน ทำให้ไม่มีการรบกวนของสัญญาณ เมื่อจำนวนชุดเสาอากาศคู่รับส่งเพิ่มขึ้น (Spatial stream) สามารถส่งข้อมูลได้เร็วขึ้น โดยมาตรฐานนี้กำหนดไว้สูงสุดที่ 4 Spatial stream มีความเร็ว stream ละ 150 Mbps จึงทำให้มาตรฐาน 802.11n นี้มีความเร็วสูงสุดตามทฤษฎีที่ 600 Mbps

2.2.2.3 การเพิ่มจำนวนของคลื่นพาหะย่อย (Subcarrier) ในมาตรฐาน IEEE802.11N จะมีการเพิ่มคลื่นพาหะย่อย สำหรับส่งข้อมูลจากเดิม 48ช่อง ไปเป็น 52ช่อง บนช่องสัญญาณขนาด 20 MHz

2.2.2.4 การปรับปรุงส่วนการเข้ารหัสสำหรับป้องกันความผิดพลาดให้ทำงานดีขึ้น กลไกนี้มีชื่อว่า FEC (Forward Error Correcting) ทำงานโดยเพิ่มข้อมูลส่วนเกินสำหรับด้านรับเอาไว้ใช้ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรฐานเครือข่ายไร้สาย IEEE802.11G และ N มีความแตกต่างดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11G และ N

มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย	802.11G	802.11N
ความเร็วทางทฤษฎี	54Mbps	300Mbps
ความเร็วทางปฏิบัติ	18-27Mbps	100-150Mbps
ระดับความเร็ว	54Mbps, 48Mbps, 36Mbps, 24Mbps, 12 Mbps, 6 Mbps	300Mbps, 270Mbps, 240Mbps 180Mbps, 120Mbps, 90Mbps 60Mbps, 30Mbps
ระยะการใช้งาน	48เมตร @ 11Mbps	27เมตร @ 54 Mbps
คลื่นความถี่ที่ใช้	ISM Band 2.4-2.4835GHz	ISM Band 2.4-2.4835GHz UNII-1(5.150-5.250GHz) UNII-2(5.250-5.350GHz) UNII-3(5.725-5.825GHz)
โมดูลेटสัญญาณ	OFDM	MIMO
จำนวนช่องที่ไม่ทับซ้อน	3ช่อง(20MHz channel)	1 ช่องในย่าน 2.4GHz(40MHz channel) 3 ช่องในย่าน 2.4GHz(20MHz channel) 12 ช่องในย่าน 5GHz(40MHz channel) 24 ช่องในย่าน 5GHz(40MHz channel)
ข้อดี	มีการใช้งานอยู่มาก, ปัจจุบันยังเป็น ที่นิยมและตัวอุปกรณ์ราคาถูก	มีความเร็วสูงและมีความทนทานต่อคลื่น สะท้อนจากหลายทิศทางเข้ากันได้ดีกว่า เครือข่ายมาตรฐาน 802.11G
ข้อเสีย	ความเร็วต่ำและกำลังต่ำสมัย	อุปกรณ์ราคายังสูง

ที่มา: อำนาจ มีมงคลและอรณพ ชันธิกุล (2553) ออกแบบและติดตั้งระบบ wireless Lan 2nd Edition.

2.3 ระบบเครือข่ายไร้สายของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

การให้บริการระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตเริ่มต้นดำเนินงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ในขอบเขตพื้นที่จำกัด และในปัจจุบันระบบเครือข่ายไร้สายของมหาวิทยาลัยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 37 ไร่ ด้วยจำนวน Access Point กว่า 130 จุด

2.3.1 การใช้งานระยะแรก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตเริ่มดำเนินการติดตั้งระบบเครือข่าย (Network) ไร้สาย (Wireless LAN) เพื่อเป็นส่วนเพิ่มขยายให้กับระบบเครือข่าย (Network) พื้นฐานของมหาวิทยาลัยฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการในพื้นที่นอกอาคารเรียน โดยเฉพาะบริเวณที่มีอาจารย์ และนักศึกษานั่งในช่วงเวลาพัก ซึ่งเป็นจุดที่การเดินสายเคเบิล UTP ไม่สามารถให้บริการได้ ระบบเครือข่ายไร้สายที่ติดตั้งมีความสามารถในการรองรับผู้ใช้งานได้พร้อมกันถึง 160คน (แต่ละคนสามารถใช้งาน Bandwidth ได้ 512Kbps) ในส่วนของการดำเนินงานติดตั้งโครงข่ายเครือข่ายไร้สายของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายไร้สาย (Access Point) ของบริษัท Agree ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น Orinoco RG-1000 จำนวนทั้งสิ้น 8 ชุด ครอบคลุมพื้นที่ของสถาบันฯ 5 พื้นที่หลักประกอบด้วย

1. พื้นที่นั่งพักระหว่างหอประชุม กับอาคาร 3 จำนวน Access Point 3 จุด
2. พื้นที่บริเวณโรงอาหารครัวสวนดุสิต จำนวน Access Point 1 จุด
3. พื้นที่นั่งพักระหว่างตึกวิทยาศาสตร์ กับ อาคาร 2 จำนวน Access Point 2 จุด
4. พื้นที่บริเวณโรงอาหารใต้อาคารสมเด็จพระนางเจ้าฯ จำนวน Access Point 1 จุด
5. พื้นที่นั่งพักใต้อาคาร 4 จำนวน Access Point 1 จุด

และจัดซื้ออุปกรณ์ Wireless PC-Card รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 50ชุด ระบบโครงข่ายเครือข่ายไร้สายที่ดำเนินการติดตั้ง จะมีการเพิ่มเติมส่วนของการรักษาความปลอดภัยกับโครงข่ายระบบเครือข่ายไร้สายและควบคุมการใช้งานของผู้ใช้บริการเดิมที่มีอยู่เฉพาะเบื้องต้นที่เป็นการเข้ารหัสข้อมูลแบบ 128 bit RC4 โดยเพิ่มความสามารถในการใช้ User Login เพื่อทำการเข้าสู่ระบบเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Nomadix ประเทศสหรัฐอเมริกา รุ่น USG (Universal Subscriber Gateway) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการบริหารงานการเชื่อมต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต อีกทั้งยังมีความสามารถตรวจสอบการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้บริการ โดยอาศัยการ Log-in ของผู้ให้บริการผ่านทางโปรแกรม Web Browser ที่มีอยู่ระบบยังสามารถ เก็บข้อมูลระยะเวลาการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาแต่ละคนได้ โดยระบบจะทำงานร่วมกับ RADIUS Server ของทางสถาบันฯ

การใช้งานในระยะแรกยังคงเน้นพื้นที่นั่งพักตามตึกต่างๆเพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้เวลาว่างนอกเวลาเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้ โดยไม่จำเป็นต้องนั่งอยู่เฉพาะในศูนย์คอมพิวเตอร์



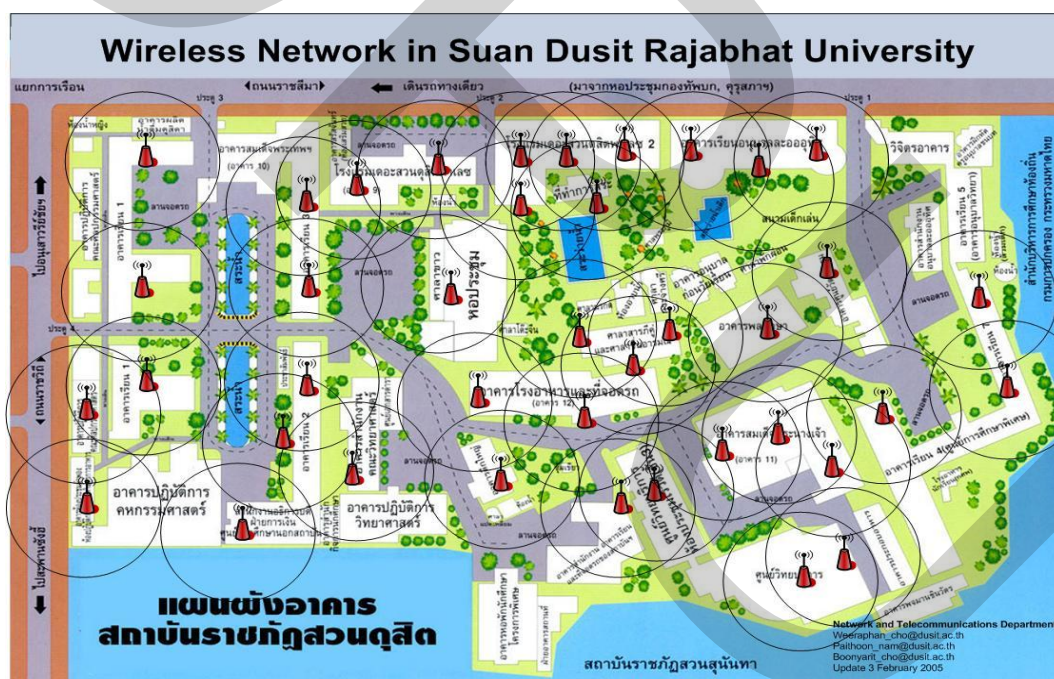
ภาพที่ 2.1 แผนผังอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเดิม

ที่มา: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2.3.2 ระยะที่สอง

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ดำเนินงานรับผิดชอบโครงการ ยังคงขยายจุดให้บริการเครือข่ายเพื่อมุ่งเน้นให้นิสิตและบุคลากร สามารถเข้าใช้เครือข่ายได้ในหลายพื้นที่ ในเดือนพฤษภาคม 2548 ได้ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (Access Point) จำนวน 30 เครื่อง กระจายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ได้แก่ อาคาร 11 ชั้น 1 อาคาร 11 ชั้น 2 อาคาร 11 ชั้น 3 อาคาร 11 ชั้น 7 อาคาร 12 สำนักวิทยบริการ ชั้น 1 สำนักวิทยบริการ ชั้น 2 สำนักวิทยบริการ ชั้น 3 สำนักวิทยบริการ ชั้น 4 หอประชุม อาคาร 3 ศูนย์ข้อมูลกลาง (Data Center) สำนักทะเบียน สำนักงานอธิการบดี อาคาร 2 ชั้น 1 อาคาร 2 ชั้น 3 ห้องประชุมลำพอง อาคารปฏิบัติการคณะศิลปกรรมศาสตร์ อาคาร 1A อาคาร 1 B อาคาร 4 ชั้น 1 สวนดุสิตโพล อาคาร 13 ชั้น 2 อาคารเครื่องปั้นดินเผา อาคาร 10 ชั้น 1 อาคาร 9 ชั้น 1 อาคาร 9 ชั้น 2 โรงแรมสวนดุสิตเพลส 2 ชั้น 1 โรงแรมสวนดุสิตเพลส 2 ห้องลิจิต 1 โรงแรมสวนดุสิตเพลส 2 ห้องลิจิต 2 โรงแรมสวนดุสิตเพลส 2 ชั้น 3 โรงแรมสวนดุสิตเพลส 2 ชั้น 4

และในปี 2548 นี้เพื่อให้พื้นที่บางจุดในมหาวิทยาลัยที่ยังไม่ครอบคลุมสัญญาณระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless) ให้สามารถใช้งานได้อย่างครอบคลุมทุกพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเพื่อให้ นักศึกษา อาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในการใช้บริการระบบสารสนเทศต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยได้ โดยพื้นที่ที่ครอบคลุมจุดสำคัญทั้งหมด 50 จุดทั่วทั้งมหาวิทยาลัย ครอบคลุมบริเวณหน้าหอประชุม ศาลาขาว หน้าอาคาร 2 สำนักงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครุสวนดุสิต หน้าอาคาร 4 ชั้น 1 ในอาคาร 11 อาคาร 12 ศาลาชั้นอรณัม ศาลากระจำศรี สระว่ายน้ำ ชั้น 1 สำนักวิทยบริการ (บริเวณที่อ่านหนังสือพิมพ์) ห้องอาหาร (บริเวณทางเชื่อมสำนักวิทยบริการกับอาคาร 11) อาคารอนุบาลละอออุทิศ ทั้งนี้ เพื่อให้นักศึกษา อาจารย์และบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Notebook) และคอมพิวเตอร์มือถือ (Pocket PC) สามารถใช้งานระบบ Wireless LAN เชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัยฯ เพื่อกันคว้าข้อมูลสารสนเทศของมหาวิทยาลัยฯ ได้



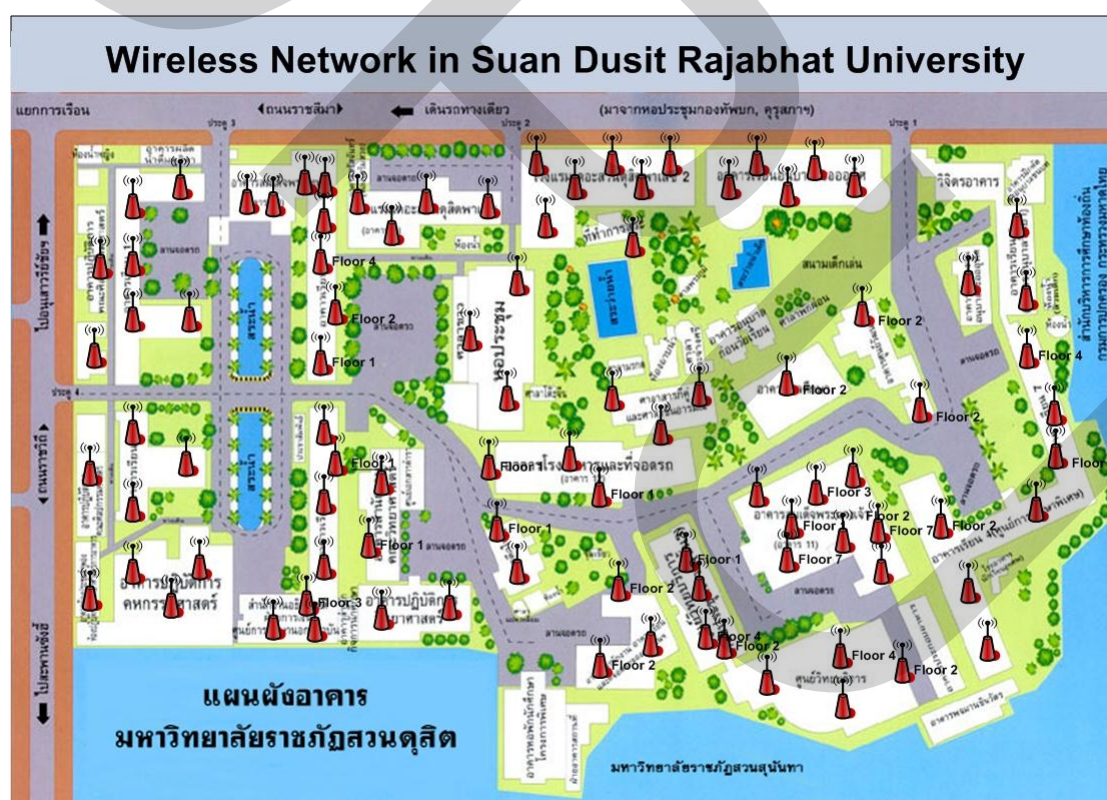
ภาพที่ 2.2 แผนผังระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของสถาบันราชภัฏสวนดุสิต

ที่มา: สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2.3.3 ระยะที่สาม

การพัฒนาระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless Access Point) ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตในระยะที่ 3 จะเน้นให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ในสถาบันและศูนย์การศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในมหาวิทยาลัยฯ ใช้ Wireless Controller 3Com WX4400 จำนวน 2 เครื่อง เพื่อทำการ backup ซึ่งกันและกัน เมื่อตัวใดตัวหนึ่งตาย อีกตัวหนึ่งจะสามารถทำงานได้ทันที และยังสามารถบริหารจัดการเครือข่ายไร้สายได้แบบรวมศูนย์ และยังมี Software Management เพื่อให้ง่ายต่อการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แก้ไข ได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถทำการ Monitor ระบบเครือข่ายไร้สายทั้งในมหาวิทยาลัยฯและศูนย์การศึกษาได้อย่างแม่นยำซึ่ง Wireless Controller ทั้ง 2 เครื่อง สามารถให้บริการเครือข่ายไร้สาย (Access Point: AP) จำนวน 130 เครื่อง ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ในแนวระนาบทั้งมหาวิทยาลัยฯ



ภาพที่ 2.3 แผนผังระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2.3.4 ระยะที่สี่

ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ได้นำระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless Access Point) มาตรฐาน IEEE802.11N เพื่อเป็นการรองรับการพัฒนาของเทคโนโลยีที่จะเข้ามาในอนาคต เปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEEE802.11G ทั้งด้านราคา คุณภาพ การใช้งานที่ควบคุม และพอกับจำนวนผู้ใช้งาน ที่เป็นทั้งนักศึกษา อาจารย์ เจ้าหน้าที่ ในมหาวิทยาลัย และใช้ในงานการประชุมที่จำเป็นต้องใช้ คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ทดแทนอุปกรณ์ที่เสียของตัวเดิม และเป็นการประเมินความคุ้มค่าของเทคโนโลยีที่เข้ามาทดแทนว่ามีความเหมาะสมกับการใช้งานใน ณ ปัจจุบัน และในอนาคตเมื่อมีแปลงเทคโนโลยี

2.4 การเลือกใช้มาตรฐานเครือข่ายไร้สาย

2.4.1 การเลือกมาตรฐานให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานโดยในปัจจุบันมาตรฐานที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือมาตรฐาน IEEE802.11G ซึ่งรองรับอัตราความเร็วสูงสุดในระดับ 54 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) โดยเป็นความเร็วที่เพียงพอสำหรับการใช้งานโดยทั่วไปในปัจจุบันได้อย่างดี ขณะที่ผู้ผลิตต่างแข่งขันผลิตผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนเทคโนโลยี MIMO ออกมาโดยเทคโนโลยี MIMO นี้เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เทคนิคการใช้ตัวส่งตัวรับสัญญาณหลายตัวซึ่งทำให้การถ่ายโอนข้อมูลสามารถทำได้เร็วขึ้นด้วยการใช้ประโยชน์จาก Multipath ข้อมูลหลายชุดจึงถูกส่งและรับได้ในเวลาเดียวกันจึงเป็นที่คาดหมายกันว่าในอนาคตเครือข่ายไร้สายที่มีประสิทธิภาพการใช้งานที่มากกว่า ให้แบนด์วิดท์สูงและมีรัศมีการทำงานที่ดีกว่านั้นจะเข้ามาทดแทนมาตรฐาน IEEE 802.11G เดิม

2.4.2 การเลือกระบบอินเตอร์เฟซที่เหมาะสม สำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สายในปัจจุบันนี้มีหลายชนิดให้เลือกใช้เช่นเดียวกัน ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Notebook ก็มีการผนวกรวมคุณสมบัติแบบไร้สายมาพร้อมกับตัวเครื่องแล้ว หากเครื่องคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊กไม่มีคุณสมบัติที่ใช้งานกับระบบเครือข่ายไร้สายในตัวเครื่องก็สามารถใช้ Wireless PCMCIA Card ติดตั้งเข้าไปในตัวเครื่องหรือถ้าต้องการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PC ร่วมกับระบบเครือข่ายไร้สายก็ควรเลือกใช้การ์ดแบบ USB Adapter ซึ่งราคาอาจจะค่อนข้างสูงแต่สามารถใช้งานได้ความคุ้มค่าและหลากหลายกว่า สำหรับการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพีซีกับระบบเครือข่ายไร้สายเพียงอย่างเดียวก็ใช้อินเตอร์เฟซแบบ PCI Card ได้ซึ่งส่วนใหญ่จะมีสายสัญญาณและเสาอากาศที่ติดตั้งบนที่สูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการสื่อสารได้

2.4.3 การเลือกผลิตภัณฑ์เชื่อมโยงสัญญาณระหว่างกัน (Access Point / Wireless Router) เพราะนอกจากอุปกรณ์เหล่านี้จะสนับสนุนการทำงานในแบบ Ad-Hoc หรือ Peer to Peer แล้วระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังสามารถใช้ Access Point เป็นจุดเชื่อมต่อสัญญาณกับเครือข่ายไร้สายเพื่อการแชร์

การใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการได้มากกว่าแบบ Infrastructure โดยถ้ายังไม่มีเครื่องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือติดตั้งระบบเครือข่ายมาก่อนก็ควรจะต้องเลือกใช้อุปกรณ์อย่าง Wireless Router ที่มีคุณสมบัติในแบบ All-in-One เพราะสามารถเป็นทั้ง Router Switch และ Access Point ในเครื่องเดียวซึ่งจะให้ความคุ้มค่ามากกว่าหรือหากมีการใช้งานเครือข่ายไร้สายและไร้สายอยู่ก่อนแต่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้งาน ดังนั้นควรเลือกใช้ Access Point ที่สนับสนุนโหมดการทำงานแบบ Bridge และ Repeater ร่วมด้วย

2.4.4 การใช้งานระบบรักษาความปลอดภัย สิ่งที่ต้องคำนึงเป็นพิเศษในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ระบบเครือข่ายไร้สายคือต้องให้ความสนใจในการเข้ารหัสข้อมูลเพราะการสื่อสารไร้สายนั้นเป็นการติดต่อสื่อสารด้วยการใช้คลื่นวิทยุที่แพร่ไปตามบรรยากาศ ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันการดักจับสัญญาณจากผู้ไม่ประสงค์ดี ดังนั้นการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ไร้สายจึงต้องคำนึงถึงฟังก์ชันการเข้ารหัสที่ใช้ ซึ่งเทคนิคที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานบ้าน Wired Equivalent Privacy หรือ WEP ขนาด 64/128-bit ร่วมกับ MAC Address Filtering นั้นก็เพียงพอแล้ว แต่สำหรับการใช้งานภายในองค์กรนั้นควรใช้เทคนิคการตรวจสอบและกำหนดสิทธิ์การใช้งานที่สูงกว่าโดยเลือกใช้ WPA (Wi-Fi Protected Privacy) ซึ่งใช้หลักการเข้ารหัสที่นำเชื่อถือร่วมกับเทคนิคการตรวจสอบและการกำหนดสิทธิ์ในแบบ 2 ฟังก์ชันหรืออาจจะใช้ระบบรักษาความปลอดภัย

2.4.5 เสารับส่งสัญญาณของผลิตภัณฑ์ สำหรับเสาอากาศของการ์ดไร้สายนั้นถ้าเป็นการ์ดแบบ PCMCIA และแบบ USB จะเป็นเสาอากาศ Built-in มาพร้อมตัวการ์ด ส่วนการ์ดแบบ PCI นั้นจะเป็นเสาอากาศแบบ Reverse-SMA Connector ซึ่งสามารถถอดออกได้ โดยทั่วไปจะเป็นทั้งแบบเสาเดี่ยวที่หมุนเข้ากับตัวการ์ดและอีกแบบคือมีสายนำสัญญาณต่อเชื่อมกับเสาที่ตั้งบนพื้นหรือยึดติดกับผนังได้ สำหรับการเลือกซื้อนั้นควรเลือกซื้อเสาอากาศที่มีสายนำสัญญาณต่อเชื่อมกับเสาที่ตั้งบนพื้นหรือยึดติดกับผนังเนื่องจากให้ความยืดหยุ่นในการติดตั้งมากกว่าเพราะสามารถติดตั้งบนที่สูงๆ ได้ ส่วนอุปกรณ์เชื่อมโยงสัญญาณระหว่างกัน อาทิ Access Point หรือ Wireless Router นั้นจะมีเสานำสัญญาณทั้งในแบบเสาเดี่ยว และ 2 เสา ซึ่งการเลือกซื้อนั้นควรเลือกซื้อแบบ 2 เสา เนื่องจากให้ประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณที่ดีกว่าโดยลักษณะของเสานั้นจะมีทั้งในแบบที่ยึดติดกับเข้ากับตัวอุปกรณ์ซึ่งส่วนใหญ่จะพบเห็นในรุ่นที่ออกแบบมาสำหรับผู้ใช้งานตามบ้านและอีกแบบเป็นเสาที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ซึ่งหัวเชื่อมต่อนั้นจะเป็นทั้งแบบ Reverse-SMA Connector SMA Connector และแบบ T-Connector ซึ่งถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนเสาอากาศควรจะต้องเลือกซื้อจากทางผู้ผลิตรายเดียวกันเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่ซื้อหัวเชื่อมต่อผิดประเภท สำหรับชนิดของเสาอากาศที่มีจำหน่ายจะมี 2 ชนิดหลักก็คือ แบบ Omni-Direction Antenna ซึ่งเป็นเสาที่ทุกผู้ผลิตให้มากับตัวผลิตภัณฑ์แล้ว โดยคุณสมบัติของเสาประเภทนี้คือ การรับและส่งสัญญาณในแบบรอบทิศทางในลักษณะเป็นวงกลม

ทำให้การกระจายสัญญาณนั้นมีรัศมีโดยรอบครอบคลุมพื้นที่ หากต้องการใช้งานที่มีลักษณะรับส่งสัญญาณเป็นเส้นตรงเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการรับส่งและระยะทางตามต้องการก็ควรใช้เสาแบบ Direction Antenna ซึ่งนิยมใช้งานกับผลิตภัณฑ์ประเภท Wireless Bridge สำหรับการสื่อสารในแบบ Point-to-Point ส่วนการเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้ได้ไกลมากยิ่งขึ้น ก็สามารถเลือกใช้เสาอากาศ High Gain ที่มีการขยายสัญญาณสูงกว่าเสาอากาศที่ทางผู้ผลิตให้มาให้กับตัวอุปกรณ์โดยมิให้เลือกใช้หลายแบบทั้งในแบบที่มีค่า Gain 5 Gain 8 Gain 12 Gain 14 หรือ Gain ที่สูงกว่าได้

2.4.6 กำลังส่งที่ปรับได้ สำหรับการใช้งานผลิตภัณฑ์ไร้สายนั้นการปรับกำลังส่งสัญญาณได้เป็นคุณสมบัติหนึ่งของผลิตภัณฑ์โดยกำลังส่งสูงสุดจะไม่เกิน 100mW หรือ 20dBm ผู้ผลิตบางรายจะมีผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนกำลังส่งสูงสุดนี้ ซึ่งค่ากำลังส่งที่มากก็แสดงว่าสามารถที่จะแพร่สัญญาณไปในระยะทางที่ไกลหรือให้รัศมีที่มากขึ้น แต่ก็สามารถปรับกำลังส่งให้ลดต่ำลงเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานภายในองค์กรที่จะต้องใช้กำลังส่งให้เหมาะสมกับพื้นที่เนื่องจากกำลังส่งสูงๆ อาจจะไปรบกวนสำนักงานข้างเคียงและอาจถูกกักตักไปใช้งานระบบเครือข่ายไร้สายก็เป็นได้

2.4.7 ความเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์ไร้สายเพราะการใช้งานระบบเครือข่ายไร้สายให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับความเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์ไร้สายด้วย หากผลิตภัณฑ์ไร้สายของผู้ผลิตแต่ละรายไม่สามารถทำงานเข้ากันได้กับผู้ผลิตรายอื่นก็จะทำให้การใช้งานเครือข่ายไร้สายด้อยประสิทธิภาพลงไป ดังนั้นเพื่อให้การใช้งานระบบเครือข่ายไร้สายได้ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าที่สุดควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากผู้ผลิตรายเดียวกัน ซีรีส์เดียวกันหรือถ้าเลือกใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตก็ควรตรวจสอบแน่ใจว่าเลือกใช้ชิปเซ็ตซึ่งสนับสนุนเทคโนโลยีเดียวกันและก่อนการเลือกซื้อควรตรวจสอบความเข้ากันได้ของผู้ผลิตแต่ละรายโดยสังเกตได้จากตราสัญลักษณ์ที่ผ่านการรับรองจาก Wi-Fi ก่อน

2.4.8 การอัปเดตเฟิร์มแวร์เพื่อเพิ่มเติมคุณสมบัติใหม่ๆ อุปกรณ์สำหรับระบบเครือข่ายไร้สาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Access Point และ Wireless Router หรือผลิตภัณฑ์ไร้สายประเภทอื่นๆ ผู้ผลิตอาจจะเพิ่มเติมคุณสมบัติใหม่ๆ ภายหลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟังก์ชันการเข้ารหัส อุปกรณ์ที่ผลิตออกมาก่อนหน้านี้จะสนับสนุน WEP, WPA ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับระบบรักษาความปลอดภัยที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูงมากกว่าทำให้ผู้ผลิตรายต่างๆ มีการออกเฟิร์มแวร์รุ่นใหม่ๆ ที่สนับสนุนการทำงานเพิ่มเติมอย่างทำให้รองรับ WPA2 ซึ่งเป็นฟังก์ชันการเข้ารหัสรุ่นใหม่ล่าสุดของอุปกรณ์ไร้สายออกมา ผู้ผลิตจะมีเมนูเชื่อมโยงเว็บไซต์เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์รุ่นใหม่มาใช้งานได้ นอกจากข้อคำนึงในการเลือกซื้ออุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบเครือข่ายไร้สายข้างต้นแล้ว ก่อนการเลือกซื้อควร

ตรวจสอบในรายละเอียดเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ดังนี้ (ที่มา: <http://www.buycoms.com/buyers-guide/wireless-lan/index.asp>)

ความเร็วในการรับส่งข้อมูล

รัศมีของผลิตภัณฑ์เครือข่ายไร้สายที่ครอบคลุมถึง

ผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ

Access Point หรือผลิตภัณฑ์ไร้สายอื่นมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนช่องสัญญาณและกำลังส่งได้

การติดตั้งที่ง่ายและสะดวกในการใช้งาน

ฟังก์ชันในการเข้ารหัสสัญญาณที่ใช้เพื่อความปลอดภัย

มีการพัฒนาและมีซอฟต์แวร์ให้ดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ของผู้ผลิต

ผลิตภัณฑ์มีไฟแสดงสถานะการทำงาน

ผลิตภัณฑ์มีเครื่องหมายแสดงการผ่านการตรวจสอบมาตรฐานจาก Wi-Fi Alliance

2.5 โปรแกรม inSSIDer

โปรแกรม in SSIDer เป็นโปรแกรมฟรีแวร์ที่ใช้ในการทดสอบวัดระบบความแรงสัญญาณเครือข่ายไร้สายเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการติดตั้ง คัดแปลงแก้ไข หรือซ่อมบำรุง ตัวอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย โดยมีรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้ (<http://www.metageek.net/products/inssider/>)



ภาพที่ 2.4 โปรแกรม inSSIDer

ชื่อการ์ดไวเลส หมายถึง ชื่ออุปกรณ์รับสัญญาณเครือข่ายไร้สายของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook)

ช่องใส่สัญญาณ มีไว้สำหรับเลือกเครือข่ายที่ต้องการให้แสดงในกราฟด้านล่าง

SSID ชื่อของเครือข่ายที่มีให้เชื่อมต่อ

Channel ช่องสัญญาณที่ Router หรือ Access Point ปล่อยออกมา ซึ่งช่องสัญญาณนี้ในทั่วไปจะมีทั้งหมด 13 ช่อง ซึ่ง Router หรือ Access point จะทำการหาช่องที่ปล่อยคลื่นออกมาแล้วไม่ชนกับเครือข่ายไร้สายอื่น (ในกรณีที่ตั้งค่าแบบ AUTO)

Vendor ชื่อของเจ้าของ Hardware ที่ผู้ผลิตใส่ข้อมูลไว้ ทำให้เห็นยี่ห้อของ Router หรือ Access point ได้

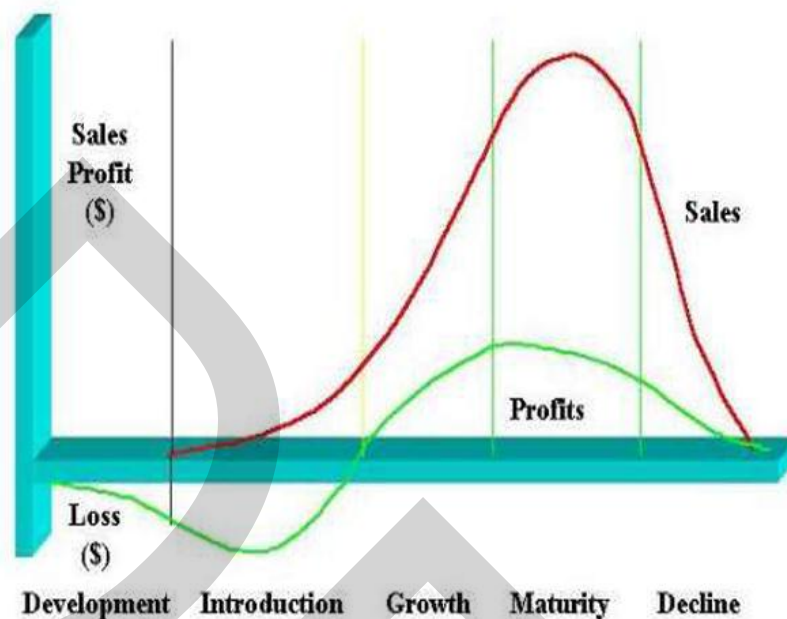
Privacy แสดงระบบความปลอดภัยที่เครือข่ายนั้นใช้ โดยในรูปจะเห็นเป็น RSNA-CCMP

Max Rate คือตัวแสดงความเร็วสูงสุดที่ router หรือ access point ตัวนั้นจะปล่อยออกมาได้ ซึ่งถ้าเป็นแบบ 802.11G จะอยู่ที่ 54 Mbps ส่วน 802.11N จะสูงสุดอยู่ที่ 150 Mbps ด้วยกัน

Network Type แสดงประเภทของ network โดยการเชื่อมต่อกับ router หรือ access point แบบปกตินั้นจะเป็นแบบ infrastructure ส่วนอีกแบบก็คือการเชื่อมต่อแบบเครื่องต่อเครื่องหรือที่เรียกกันว่า ad-hoc

2.6 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Stages of Product Life cycle)

ช่วงชีวิตผลิตภัณฑ์ (product life cycle) เป็นแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับยอดขายและระยะเวลา โดยจะพิจารณาถึงความผันแปรของยอดขายในช่วงเวลาหนึ่ง การที่ยอดขายจะมีความผันแปรจะส่งผลถึงกำไรด้วย สาเหตุที่ทำให้ยอดขายมีความผันแปรได้แก่ ตลาดหรือผู้ซื้อสินค้าและคู่แข่งในตลาด ถ้าตลาดหรือผู้ซื้อไม่ซื้อสินค้าหรือมีคู่แข่งมีความเข้มแข็งก็มีส่วนส่งผลให้ยอดขายลดลง แต่ถ้าตลาดหรือผู้ซื้อซื้อสินค้าหรือคู่แข่งมีความอ่อนแอก็จะส่งผลทำให้ยอดขายเพิ่มขึ้น ช่วงชีวิตผลิตภัณฑ์จะมีจุดเริ่มต้นตั้งแต่ที่ผลิตภัณฑ์เข้ามาในตลาดจนกระทั่งผลิตภัณฑ์ได้ออกไปจากตลาดซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จะเข้าสู่ขั้นตอนของช่วงชีวิตดังกล่าว เป็นช่วงที่ต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมากเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของตลาดได้



ภาพที่ 2.5 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Stages of Product Life Cycle)

2.6.1 ขั้นตอนของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Stages of Product Life cycle)

วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์จะประกอบด้วยวงจร 4 ขั้นตอน คือ

(<http://kantakannikar.blogspot.com/2012/09/product-life-cycle.html>)

- 1) ขั้นแนะนำผลิตภัณฑ์ (Product Introduction)
- 2) ขั้นตลาดเจริญเติบโต (Market Growth)
- 3) ขั้นตลาดอิ่มตัว (Market Maturity)
- 4) ขั้นยอดขายตกต่ำ (Sales Decline)

2.6.1.1 ขั้นแนะนำผลิตภัณฑ์ (Product Introduction)

ผู้ประกอบการที่เข้ามาใหม่จะเข้ามาสู่ตลาด ครั้งแรกด้วยรูปแบบที่มีข้อได้เปรียบเป็นสำคัญ และข้อได้เปรียบของผู้แข่งขันใหม่ให้ผลที่ดีเพราะผู้บุกเบิกเป็นหนึ่งในผู้นำเข้าทางการตลาด ซึ่งบางครั้งถูกเรียกว่า "ข้อได้เปรียบของผู้มาก่อน" ผู้ที่เข้ามาก่อนจึงสร้างความโดดเด่น สะดุดตา เพื่อการยึดครองที่ได้เปรียบในการแข่งขัน และสามารถครองส่วนแบ่งตลาดจนได้รับผลตอบแทนคล้ายกับช่วงตลาดเจริญเติบโตเต็มที่

2.6.1.2 ขั้นตลาดเจริญเติบโต (Market Growth)

ผู้บุกเบิกตลาดจะได้รับผลประโยชน์จากกำไรที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากไม่มีคู่แข่งในตลาด แต่มักจะมีโอกาสได้ไม่นาน เพราะคู่แข่งอื่นทั้งหลายจะเริ่มเข้ามาขอส่วนแบ่งตลาด ช่วงเวลาที่คู่แข่ง

ขั้นเข้ามาสู่ตลาดจะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของความต้องการในผลิตภัณฑ์นั้น อย่างไรก็ตามการแข่งขันในขั้นตลาดเจริญเติบโตจะยังเป็นลักษณะการแข่งขันน้อยรายอาจเพียง 2 – 3 ราย เมื่อเริ่มมีคู่แข่งกันเกิดขึ้น ผู้บุกเบิกจะต้องเปลี่ยนวิธีการในการส่งเสริมการตลาดโดย หันไปเน้นการสร้างภาพลักษณ์สินค้าให้มากขึ้น (Brand preferences) การโฆษณาจะหันไปเน้นให้ลูกค้าเจาะจงเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของเรา

2.6.1.3 ขั้นตลาดอิ่มตัว (Market Maturity)

วงจรขั้นอิ่มตัวเกิดจากผู้ซื้อส่วนใหญ่ได้ซื้อผลิตภัณฑ์มาบริโภคกันทั่วหน้า ประกอบกับมีคู่แข่งเข้ามาเสนอขายผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นส่วนส่งเสริมให้ลูกค้าต่าง ๆ มีโอกาสซื้อผลิตภัณฑ์เร็วขึ้น คู่แข่งขันที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ เกิดจากแรงจูงใจด้านกำไรที่ดี จะทำให้ส่วนแบ่งของตลาดที่ผู้ผลิตแต่ละรายได้รับลดน้อยลง ประกอบกับผู้ซื้อเริ่มให้ความสนใจน้อยลง ยอดขายจะไม่เพิ่มขึ้นมากเหมือนขั้นตลาดเจริญเติบโต และในที่สุดอัตราการเพิ่มจะหยุดนิ่ง หากไม่มีการแก้ไข ความต้องการ ในตลาดสินค้านี้จะตกต่ำลง จึงต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ให้แปลกใหม่ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความแตกต่างให้กับตัวผลิตภัณฑ์ (Product differentiation)

2.6.1.4 ขั้นยอดขายตกต่ำ (Sale Decline)

เมื่อผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นถึงจุดอิ่มตัว หากไม่ได้รับการแก้ไข ผลิตภัณฑ์นั้นจะเริ่มมียอดขายลดลงเรื่อยๆ อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ใหม่กว่ามาแทนที่ในตลาด ลูกค้าจึงหันไปซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่แทน การที่ยอดขายลดลง จะทำให้ส่วนแบ่งตลาดของผู้จำหน่ายแต่ละรายลดลงไปด้วย

2.6.2 กลยุทธ์การตลาดในขั้นแนะนำผลิตภัณฑ์

2.6.2.1 การตั้งราคาสูงอย่างฉับพลัน เป็นการนำสินค้าใหม่ออกสู่ตลาดด้วยการตั้งราคาสูง และมีการส่งเสริมการตลาดในระดับสูง การตั้งราคาสูงมีจุดมุ่งหมายที่จะได้ผลกำไรต่อหน่วยสูง ส่วนการส่งเสริมการตลาดในระดับสูง เพื่อให้ลูกค้ารับรู้และรู้จักสินค้าให้มาก

2.6.2.2. การตั้งราคาสูงอย่างช้า เป็นการนำสินค้าใหม่ออกสู่ตลาดด้วยการตั้งราคาสูง แต่มีการส่งเสริมการตลาดในระดับต่ำ กลยุทธ์นี้จะใช้ได้ผลดีเมื่อตลาดมีขนาดจำกัด ลูกค้ารู้จักผลิตภัณฑ์ดีอยู่แล้ว และผู้ซื้อมีความเชื่อมั่นในคุณภาพสินค้าจึงยอมจ่ายในราคาสูงได้

2.6.2.3. การตั้งราคาต่ำอย่างฉับพลัน เป็นการนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาดด้วยราคาต่ำกว่าคู่แข่ง แต่มีการส่งเสริมการตลาดในระดับสูง ผู้ผลิตมีเป้าหมายเพื่อการเจาะตลาดที่รวดเร็ว ต้องการส่วนแบ่งตลาดให้มากที่สุด กลยุทธ์นี้จะใช้ได้ผลดีเมื่อตลาดมีขนาดใหญ่ ลูกค้ารู้จักสินค้าน้อย แต่ลูกค้ามีความไวต่อราคา กล่าวคือ เมื่อเห็นว่าผลิตภัณฑ์ราคาถูกกว่าจะเปลี่ยนใจมาซื้อทันที เพราะพวกเขาไม่ยึดติดในตราสินค้า

2.6.2.4 การตั้งราคาอย่างซ้ำ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาดด้วยราคาต่ำและมีการส่งเสริมการตลาดต่ำ การตั้งราคาต่ำทำให้บริษัทสามารถเจาะตลาดได้อย่างรวดเร็ว ส่วนการส่งเสริมการตลาดต่ำ ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนในการสื่อสารการตลาดได้

2.6.3 กลยุทธ์การตลาดในขั้นตลาดเติบโต

2.6.3.1 การเพิ่มรูปลักษณ์ใหม่ของสินค้า เนื่องจากเมื่อจำนวนลูกค้ามากขึ้น ความต้องการที่หลากหลายย่อมเกิดขึ้น ดังนั้นความหลากหลายของสินค้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

2.6.3.2 การขยายช่องทางการจำหน่าย ผู้ผลิตจะต้องขยายช่องทางการจำหน่ายให้กว้างขวางขึ้น เพื่อให้ลูกค้าเกิดความสะดวกในการจับจ่ายใช้สอย

2.6.3.3 การส่งเสริมการตลาดให้เกิดความชอบในตราสินค้า ต้องเปลี่ยนจากการสร้างการรับรู้ (Awareness) มาเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในตัวสินค้า (Preference) แทน เพื่อให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อสินค้าของเราแทนการซื้อสินค้าของคู่แข่ง

2.6.4 กลยุทธ์การตลาดในขั้นอิ่มตัว

2.6.4.1 การปรับปรุงตลาด เช่น การดึงดูดผู้ที่ไม่เคยใช้สินค้าให้หันมาใช้สินค้า การเข้าสู่ตลาดใหม่ๆ ที่ลูกค้ามีศักยภาพที่จะซื้อสินค้าได้

2.6.4.2 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การปรับปรุงคุณภาพของสินค้าให้ดีขึ้น การปรับปรุงรูปลักษณะของสินค้าให้ดูทันสมัยยิ่งขึ้น

2.6.4.3 การปรับปรุงส่วนประสมทางการตลาด เช่น การลดราคาสินค้าลงจากเดิม เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยลดลงอันเนื่องมาจากการผลิตขนาดใหญ่ (Economies of Scale) การเพิ่มช่องทางการจำหน่ายใหม่ๆ เช่น ออนไลน์มาร์เก็ตติ้ง เป็นต้น

2.6.5 กลยุทธ์การตลาดในขั้นตกต่ำ

2.6.5.1 การเร่งระบายสินค้าออกจากตลาด เมื่อแนวโน้มสินค้ากำลังจะไม่ใช่สิ่งที่ต้องการตลาดผู้ผลิตจะต้องใช้การลดราคามากๆ เพื่อระบายสินค้าออกไป

2.6.5.2 การเก็บเกี่ยวผลประโยชน์จากตลาด การเลิกใช้สินค้าของลูกค้าไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด ดังนั้นผู้ผลิตยังคงจำหน่ายสินค้าให้แก่กลุ่มลูกค้าที่เข้ามาที่หลังได้ เช่น โทรศัพท์มือถือแบบจอธรรมดายังสามารถจำหน่ายให้แก่ลูกค้าที่เข้ามาใช้โทรศัพท์มือถือในระยะเวลาหลังๆ ได้

2.6.5.3 การออกจากตลาด หากผู้ผลิตเห็นค่าการจำหน่ายต่อนำมาซึ่งการขาดทุนที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ควรตัดสินใจเลิกผลิตสินค้าชนิดนั้น แล้วหาทางพัฒนาสินค้าใหม่ขึ้นมาทดแทน

2.6.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Products) ในทางการตลาดประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยมีในตลาด เรียกว่า นวัตกรรม (Innovation) ผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงใหม่ (Product Improvement) และ

ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตทำขึ้นมาลักษณะเหมือนผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแข่งขันที่มีจำหน่ายในตลาดแล้ว (Mee-too Products) ดังนั้นที่มาของผลิตภัณฑ์ใหม่น่าจะเกิดจากความต้องการเป็นผู้บุกเบิก (Pioneer) ในตลาดของธุรกิจ ความต้องการปรับปรุงสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงไป และความต้องการมีสินค้าจำหน่ายครอบคลุมทุกชนิด เพื่อให้สามารถต่อสู้กับคู่แข่งได้

ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development Process) กระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่แบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแสวงหาความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (Exploration)
2. การกลั่นกรองความคิด (Idea Screening)
3. การวิเคราะห์เชิงธุรกิจ (Business Analysis)
4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development)
5. การทดสอบตลาด (Market Testing)
6. การวางตลาดสินค้า (Commercialization)

2.6.6.1 การแสวงหาความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (Exploration) การพัฒนาสินค้าใหม่ขึ้นได้จะเริ่มต้นจากความคิด (Idea) โดยต้องแสวงหาความคิด เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มาให้ได้มากที่สุด แหล่งข้อมูลมาจาก

- 1) ลูกค้าถือเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญที่สุด เนื่องจากความต้องการของลูกค้าจะถูกแปรสภาพมาเป็นผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้คำติชม ข้อเสนอแนะของลูกค้าล้วนแต่เป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง
- 2) สมาชิกในช่องทางการจำหน่าย ร้านค้าต่าง ๆ ที่จัดจำหน่ายสินค้าให้แก่ผู้ผลิตถือเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความต้องการของลูกค้ามาสู่ผู้ผลิตสินค้า
- 3) คู่แข่งขัน เมื่อคู่แข่งนำเข้าผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด แต่สินค้ามีข้อบกพร่อง ไม่ประสบความสำเร็จ ผู้ผลิตสามารถนำข้อผิดพลาดดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของตนได้
- 4) แหล่งความคิดภายในกิจการ กิจการธุรกิจที่ให้ความสำคัญกับการแสดงความคิดเห็นของพนักงาน การเปิดโอกาสให้พนักงาน ได้แสดงเสนอความคิด อาจจะได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสินค้าใหม่
- 5) แหล่งความคิดอื่น ๆ เช่น งานวิจัย บทความ ของนักวิชาการ ของสถาบันศึกษา สามารถเป็นแหล่งความคิดแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าใหม่

2.6.6.2 การกลั่นกรองแนวความคิด (Idea Screening) การกลั่นกรองแนวความคิดโดยคัดเลือกเฉพาะความคิดที่จะมีโอกาสประสบความสำเร็จ ปัจจัยที่จะนำมาประกอบการกลั่นกรองความคิด ได้แก่

- 1) ภาพลักษณ์ของกิจการ (Image) ความคิดใหม่ที่จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องไม่ทำลายภาพลักษณ์ที่ดีของกิจการ
- 2) วัตถุประสงค์และนโยบายของกิจการ (Objective and Policy) การคัดเลือกความคิดจะต้องพิจารณาความเหมาะสมไม่ขัดกับเป้าหมาย วัตถุประสงค์และนโยบายของกิจการ แนวความคิดนั้น จึงจะสามารถนำไปปฏิบัติได้
- 3) ความพร้อมของทรัพยากร (Resources) พิจารณาแต่ละความคิดว่าต้องใช้ทรัพยากรต่างๆ ปริมาณเท่าใด ทรัพยากรประกอบด้วย แรงงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์ เงินทุน
- 4) ระดับความใหม่ของความคิด (Degree of Newness) ความคิดที่ก้าวหน้าทันสมัยมากเกินไปอาจจะใช้ไม่ได้ ผู้บริโภคโดยทั่ว ๆ ไป จะยอมรับสิ่งใหม่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแบบหน้ามือเป็นหลังมือ ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความคล้ายคลึงหรือสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์เดิมอัตราการยอมรับจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ไม่คุ้นเคย ดังนั้น ผู้ผลิตคำนึงถึงถึงระดับความใหม่ที่ตลาดเป้าหมายจะยอมรับได้

2.6.6.3 การวิเคราะห์เชิงธุรกิจ (Business Analysis) เป็นการวิเคราะห์ถึงอุปสงค์ในตลาด ต้นทุนสินค้าที่จะผลิต และผลตอบแทนที่จะได้รับอุปสงค์ในตลาดที่มีน้อยเกินไปย่อมไม่คุ้มกับการลงทุน และอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงมาก ซึ่งจะกระทบต่อราคาจำหน่ายที่สูงเกินกว่าผู้ซื้อจะยอมรับได้

2.6.6.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จะเกี่ยวข้องกับการหากรรมวิธีการผลิตการเลือกวัตถุดิบ ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ สูตรในการผลิต วิธีการผลิตให้ได้คุณภาพ ประสิทธิภาพ รูปแบบ สีสรรขนาดต่างๆ ตามความต้องการของตลาด หลายต่อหลายครั้งที่ความคิดที่ผ่านการกลั่นกรองไม่สามารถผลิตเป็นสินค้ามีตัวตนได้ เนื่องจากต้องใช้ต้นทุนสูงมากจนไม่คุ้ม หรือต้องใช้เวลาในการผลิตนานเกินไปไม่ทันกับความต้องการของตลาด ดังนั้น เมื่อแนวคิดผ่านขั้นตอนนี้ไปย่อมหมายถึงกิจการมีผลิตภัณฑ์ใหม่อยู่ในมือเพื่อรอการจัดจำหน่าย เพียงแต่ปริมาณสินค้าที่ผลิตขึ้นมายังคงมีจำนวนน้อย เนื่องจากยังไม่มี ความมั่นใจต่อการตอบรับของตลาดมากนัก

2.6.6.5 การทดสอบตลาด (Market Testing) เมื่อผลิตภัณฑ์ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อการจำหน่าย ผู้ผลิตอาจจะตัดสินใจนำสินค้าเข้าสู่ตลาดทันที หากมีความมั่นใจว่าจะเป็นที่ยอมรับของลูกค้าอย่างแน่นอน ซึ่งย่อมมีความเสี่ยงอยู่บ้าง หากผู้ผลิตต้องการลดความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนของลูกค้า

สามารถทำได้ด้วยการทดสอบตลาด โดยการทดลองนำผลิตภัณฑ์จำนวนน้อยๆ ไปวางจำหน่ายในตลาดเล็กๆ เพื่อดูปฏิกิริยาการตอบรับของลูกค้า หากผลการทดสอบตลาดพบว่า ลูกค้าตอบรับเป็นอย่างดี จึงค่อยตัดสินใจผลิตจำนวนมาก เพื่อวางจำหน่าย แต่ถ้าลูกค้าไม่ยอมรับหรือปฏิเสธสินค้าอย่างสิ้นเชิง บริษัทอาจจะต้องยุติในการทำตลาด ทั้งนี้เพราะจะไม่คุ้มกับการลงทุนการทดสอบตลาด จะเกิดประโยชน์กับผู้ผลิตในแง่ของการลดความเสี่ยง อย่างไรก็ตามอาจจะเกิดผลเสียคือ คู่แข่งขันจะล่วงรู้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่กิจการกำลังทดสอบตลาด ซึ่งหากคู่แข่งขันมีความไวต่อการผลิตเพื่อการจำหน่าย จะสามารถแก้ไขข้อบกพร่องแล้วช่วงชิงการวางจำหน่ายตัดหน้า จะเกิดผลเสียต่อกิจการที่ทำการทดสอบตลาดได้

2.6.6.6 การวางตลาดสินค้า (Commercialization) การนำสินค้าเข้าสู่ตลาดอย่างแท้จริงจะต้องพิจารณาปัจจัยดังต่อไปนี้

- 1) ความต้องการเงินทุนจำนวนมากเพื่อจัดให้มีอุปกรณ์และสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิต
- 2) วิธีการที่จะจัดหาอุปกรณ์ในการผลิต ตัวอาคาร โรงงานต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้แนวทางที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- 3) กำลังการผลิต จะต้องพิจารณากำลังการผลิตในปัจจุบันและการขยายต่อไปในอนาคต
- 4) จังหวะเวลาที่จะนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกวางตลาด การเลือกเวลาหรือโอกาสที่เหมาะสม จะส่งผลต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์
- 5) ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายในการวางตลาดครั้งแรก กิจการอาจมีลูกค้ากลุ่มเป้าหมายอยู่หลายกลุ่ม แต่ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายกลุ่มแรกที่กิจการหวังไว้ในการเปิดตลาดจำเป็นต้องมีศักยภาพ มีความไวต่อการซื้อสินค้าใหม่
- 6) ขอบเขตของตลาดที่จะวางตลาดครั้งแรก เป็นการกำหนดขอบเขตการกระจายตามสภาพภูมิศาสตร์จะวางสินค้าออกสู่ตลาดพร้อมกันทั้งประเทศหรือเลือกเพียงบางพื้นที่ ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดในด้านกำลังการผลิต กำลังคน กำลังเงินทุน

2.6.7 การวิเคราะห์สถานภาพของผลิตภัณฑ์ (Market share/Market Growth Analysis) โดยปกติผู้ผลิตมักจะมีผลิตภัณฑ์หลายๆชนิด หลายรายการวางจำหน่ายในตลาด ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นออกสู่ตลาดในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน บางประเภทจำหน่ายมานานกว่า 10 ปี ในขณะที่บางชนิดเพิ่งจำหน่ายไม่เกิน 1 ปี เพราะฉะนั้นผลิตภัณฑ์ของบริษัทใดบริษัทหนึ่งจึงมีสภาพที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์สถานภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถแยกแยะผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันออกจากกันสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือชนิดหนึ่งที่เรียกว่า BCG Matrix ซึ่งพัฒนาโดย The Boston Consultant Group

Question mark หรือผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ยังไม่มีความแน่นอน แม้อัตราการเติบโตของตลาดจะอยู่ในระดับสูง แต่สินค้าที่เป็นตราหมีของกิจการยังมีส่วนแบ่งทางการตลาดน้อยมาก จำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการเจาะตลาด หากพิจารณาแล้ว เห็นว่าสินค้านี้มีศักยภาพที่จะลงทุนทางการตลาดให้เป็นที่ยอมรับของตลาดได้ ธุรกิจก็ควรพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นต่อไป อย่างไรก็ตามหากพิจารณาพบว่าไม่สามารถต่อกรกับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มที่มีอยู่ในท้องตลาดได้บริษัทมีทางเลือกที่จะยกเลิกผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้

Star หรือผลิตภัณฑ์กลุ่มดาวรุ่ง ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จะอยู่ในตลาดที่มีอัตราการเติบโตสูงกว่าร้อยละ 10 และบริษัทมีผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนแบ่งตลาดอยู่ในสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับคู่แข่ง ทั้งนี้อาจจะสืบเนื่องมาจากเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่บริษัทเป็นผู้บุกเบิกหรือผลิตภัณฑ์อยู่ในตลาดแข่งขันน้อยราย อย่างไรก็ตามหากผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มนี้ธุรกิจต้องตัดสินใจขยายผลิตภัณฑ์ในลักษณะของการเพิ่มความหลากหลาย การเพิ่มปริมาณการผลิตให้เพียงพอ การขยายช่องทางการจำหน่ายไปสู่ลูกค้าที่เริ่มทยอยเข้ามาซื้อสินค้า

Cash Cow หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ทำเงิน ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้รักษาความเป็นผู้มีส่วนแบ่งตลาดสูงมาได้ระยะเวลาหนึ่ง มีการลงทุนในด้านต่างๆ จนสร้างการยอมรับแก่ผู้บริโภค หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือลูกค้าส่วนใหญ่ได้ซื้อหรือใช้บริการกันแล้วอัตราการเติบโตของตลาดจะไม่สูง โดยปกติจะต่ำกว่าร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จะสร้างกำไรให้กับธุรกิจค่อนข้างมาก เนื่องจากต้นทุนการผลิตต่ำลง อันเนื่องมาจากการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) เจ้าของผลิตภัณฑ์จะต้องพยายามรักษาส่วนแบ่งตลาดไว้ให้ดีที่สุด เนื่องจากคู่แข่งแต่ละรายพยายามช่วงชิงส่วนแบ่งตลาดจากผู้นำทางการตลาด

Dog หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่อ่อนด้อย ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีอัตราการเติบโตของตลาดต่ำ และเจ้าของผลิตภัณฑ์มีส่วนแบ่งตลาดต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับผู้นำในตลาด ดังนั้นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ถือว่าแย่ที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ อย่างไรก็ตามบริษัทสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์ในช่วงท้ายได้บ้างจากกลุ่มลูกค้าที่เข้ามาซื้อสินค้าในช่วงหลัง อย่างไรก็ตามท้ายที่สุดแล้วผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มนี้มักจะถูกตัดทอนออกจากตลาด เนื่องจากไม่สามารถทนกับความล้มสมัย และภาวะการขาดทุนได้

2.6.8 การเพิ่มลดผลิตภัณฑ์ (Product Adding)

2.6.8.1 แสดงการเติบโตของกิจการ การเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เข้าสู่ตลาด หรือเข้าสู่สายผลิตภัณฑ์ของกิจการนั้น ทำให้บริษัทต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องแสวงหาเงินลงทุนจากแหล่งต่างๆ การจำหน่ายหุ้นเป็นวิธีการหนึ่งที่ธุรกิจจำนวนมากเลือกใช้ ซึ่งการมีจำนวนหุ้นมากขึ้นแสดงถึงการเติบโตของกิจการ

2.6.8.2 บริษัทยังใช้กำลังการผลิตไม่เต็มที่ การใช้กำลังการผลิตให้เต็มที่จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง ดังนั้นการเพิ่มจำนวนรายการสินค้า ที่สามารถใช้สายการผลิตเดิมได้ จึงเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์กับธุรกิจ

2.6.8.3 ความสามารถในการใช้ชื่อเสียงเดิมคุ้มครองผลิตภัณฑ์ที่เพิ่ม เมื่อบริษัทได้รับการยอมรับจากลูกค้าอันเนื่องมาจากการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสินค้าใดตราสินค้าหนึ่ง ดังนั้นการเพิ่มจำนวนผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสินค้าเดิม ที่มีระดับคุณภาพเหมือนเดิมจึงเป็นสิ่งที่มีความเหมาะสม เพราะถือเป็นโอกาสทางการตลาดที่เป็นแนวทางในการดำเนินการของธุรกิจหลายๆ แห่งที่ผ่านมา

2.6.8.4 ความสามารถในการใช้ประโยชน์จากช่องทางการจัดจำหน่าย การนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ช่องทางการจำหน่ายเดิมมีโอกาประสบความสำเร็จสูง ทั้งนี้เพราะโอกาสในการสร้างการรับรู้จะรวดเร็วกว่า สามารถวางจำหน่ายควบคู่กับผลิตภัณฑ์เดิมได้

2.6.8.5 การตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของตลาด ปัจจุบันความต้องการของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา หากบริษัทไม่มีการเพิ่มผลิตภัณฑ์เดิมที่เคยได้รับการยอมรับจากตลาด อาจจะนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการสูญเสียโอกาสทางการตลาดได้

2.6.9 การยกเลิกผลิตภัณฑ์ (Product Deleting) การปล่อยผลิตภัณฑ์ลงสู่ตลาดภายใต้ระยะเวลาหนึ่ง จะสังเกตเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยปกติผลิตภัณฑ์ที่สามารถผ่านขั้นแนะนำ (Introduction) ไปได้จะมีอนาคตที่สดใส เพียงแต่ระยะเวลาของการอยู่ในช่วงต่อไปนั้นไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ปริมาณคู่แข่งในในตลาด ประเภทของสินค้า การทำตลาดของผู้ผลิต เป็นต้น สิ่งที่ถือว่าเป็นสัญญาณเตือนภัยให้กิจการล่วงรู้ว่าจะยกเลิกผลิตภัณฑ์ใดๆ นั้นพิจารณาได้จากปัจจัยดังต่อไปนี้

- 1) การลดลงของยอดขายอย่างต่อเนื่อง
- 2) ระดับกำไรที่ได้รับลดลงต่ำกว่ามาตรฐาน
- 3) การเปลี่ยนแปลงด้านสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการผลิตภัณฑ์น้อยลง
- 4) ผลิตภัณฑ์มีข้อบกพร่อง หรือเกิดความผิดพลาดในการผลิตจนไม่สามารถแก้ไขได้
- 5) ความล้าสมัยของผลิตภัณฑ์ อันอาจเกิดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี

2.7 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบัญชีต้นทุน

ต้นทุน (Cost) หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นจะต้องสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา ซึ่งเป็นลักษณะของการลดลงในสินทรัพย์หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้ เมื่อต้นทุนใดที่

เกิดขึ้นแล้วและกิจการได้ใช้ประโยชน์ไปทั้งสิ้นแล้ว ต้นทุนนั้นก็จะถือเป็น “ค่าใช้จ่าย” (Expenses) ดังนั้น ค่าใช้จ่ายจึงหมายถึงต้นทุนที่ได้ให้ประโยชน์และกิจการได้ใช้ประโยชน์ทั้งหมดไปแล้วในขณะนั้นและสำหรับต้นทุนที่กิจการสูญเสียไป แต่จะให้ประโยชน์แก่กิจการในอนาคตเรียกว่า “สินทรัพย์” (อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์, 2548)

ความหมายของต้นทุนมีหลายชนิดซึ่งจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ในกระบวนการวางแผนและตัดสินใจ การเลือกใช้ต้นทุนที่เหมาะสมกับสถานการณ์ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด การนำต้นทุนไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ก็อาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดได้ ต้นทุนสามารถจำแนกได้ในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- 2.7.1 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์
- 2.7.2 การจำแนกต้นทุนตามความสำคัญและลักษณะของต้นทุนการผลิต
- 2.7.3 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม
- 2.7.4 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับหน่วยต้นทุน
- 2.7.5 การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่งานในสายการผลิต
- 2.7.6 การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่งานในกิจการ
- 2.7.7 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับเวลา
- 2.7.8 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะของความรับผิดชอบ
- 2.7.9 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะของการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อตัดสินใจ

2.7.1 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบของต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะประกอบด้วยวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต ซึ่งถ้าพิจารณาในด้านทรัพยากรที่เป็นส่วนประกอบของสินค้าแล้ว ประกอบด้วย

2.7.1.1 วัตถุดิบ (Materials) ถูกแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) วัตถุดิบทางตรง (Direct materials) หมายถึง วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต และสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าใช้ในการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งในปริมาณและต้นทุนเท่าใด

2) วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect materials) หมายถึง วัตถุดิบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยทางอ้อมกับการผลิตสินค้า แต่ไม่ใช่วัตถุดิบหลักหรือวัตถุดิบส่วนใหญ่ เช่น ตะปู กาว กระดาษทรายที่ใช้เป็นส่วนประกอบของการทำเครื่องหนังหรือเฟอร์นิเจอร์

2.7.1.2 ค่าแรงงาน (Labor) ค่าแรงงาน หมายถึง ค่าจ้างหรือผลตอบแทนที่จ่ายให้แก่ลูกจ้างหรือคนงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า โดยปกติแล้วค่าแรงงานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ค่าแรงงานทางตรง (Direct labor) และค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect labor)

2.7.1.3 ค่าใช้จ่ายการผลิต (Manufacturing Overhead) ค่าใช้จ่ายการผลิต หมายถึง แหล่งรวบรวมค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าซึ่งนอกเหนือจากวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง เช่น วัตถุดิบทางอ้อม ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา ค่าประกันภัย ค่าภาษี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายเหล่านี้ก็ต้องเป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการดำเนินการผลิตในโรงงานเท่านั้น ไม่รวมถึงเงินเดือน ค่าเช่า ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมราคา ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานในสำนักงาน ดังนั้น ค่าใช้จ่ายการผลิตจึงถือเป็นส่วนรวมของค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมต่างๆ (Cost pool of indirect manufacturing costs) นอกจากนี้ ยังจะพบว่าในบางกรณีก็มีการเรียกค่าใช้จ่ายการผลิต ในชื่ออื่นๆ เช่น ค่าใช้จ่ายโรงงาน (Factory Overhead) โสหุ้ยการผลิต (Manufacturing Burden) ต้นทุนผลิตทางอ้อม (Indirect Costs) เป็นต้น

2.7.2 การจำแนกต้นทุนตามความสำคัญและลักษณะของต้นทุนการผลิต

การจำแนกต้นทุนตามความสำคัญและลักษณะของต้นทุนการผลิตนั้น จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการจำแนกต้นทุนตามส่วนประกอบของการผลิต ซึ่งวัตถุประสงค์ของการจำแนกต้นทุนในลักษณะนี้ ก็เพื่อใช้ในการวางแผนและควบคุมมากกว่าที่จะจำแนกเพื่อการคำนวณต้นทุนของสินค้าหรือบริการ การจำแนกต้นทุนตามความสำคัญและลักษณะของต้นทุนการผลิต สามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะคือ

1) ต้นทุนขั้นต้น (Prime Costs) หมายถึง ต้นทุนรวมระหว่างวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงงานทางตรง ซึ่งตามปกติเราจะถือว่า ต้นทุนขั้นต้นจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการผลิต รวมทั้งเป็นต้นทุนที่มีจำนวนมากเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามในยุคปัจจุบันการผลิตในธุรกิจบางแห่งมีการใช้เครื่องจักรมากขึ้น ทำให้ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงลดลง ในลักษณะเช่นนี้ต้นทุนขั้นต้นก็จะมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับต้นทุนแปรสภาพ

2) ต้นทุนแปรสภาพ (Conversion costs) หมายถึง ต้นทุนที่เกี่ยวกับแปรสภาพและเปลี่ยนรูปแบบจากวัตถุดิบทางตรงให้กลายเป็นสินค้าสำเร็จรูป ต้นทุนแปรสภาพจะประกอบด้วย ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต จากที่กล่าวแล้วก็คือ เมื่อกิจการมีการลงทุนในเครื่องจักรมากขึ้น ค่าเสื่อมราคา ค่าซ่อมบำรุง ซึ่งจัดเป็นค่าใช้จ่ายการผลิต ก็จะมีจำนวนมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในปัจจุบันนี้ สำหรับธุรกิจที่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ก็จะให้ความสำคัญกับต้นทุนแปรสภาพมากกว่าต้นทุนขั้นต้น

2.7.3 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม

การจำแนกต้นทุนความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรมนี้ บางครั้งเราก็เรียกว่า “การจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมของต้นทุน (Cost Behavior)” ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นการวิเคราะห์จำนวนของต้นทุนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต หรือระดับของกิจกรรมที่เป็นตัวผลักดันให้

เกิดต้นทุน (Cost Driver) ในการผลิตทั้งที่เกี่ยวกับการวางแผน การควบคุม การประเมิน และวัดผล การดำเนินงาน การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม เราสามารถที่จะจำแนกต้นทุนได้ 3 ชนิด คือ ต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผสม อย่างไรก็ตามแนวคิดในการจำแนกต้นทุนใน 3 ชนิดนี้ เป็นการจำแนกต้นทุนที่อยู่ในช่วงของต้นทุนที่มีความหมายต่อการตัดสินใจ (Relevant range) นั่นก็คือ เป็นช่วงที่ต้นทุนคงที่รวม และต้นทุนผันแปรต่อหน่วย ยังมีลักษณะคงที่หรือไม่เปลี่ยนแปลง

1) ต้นทุนผันแปร (Variable Costs) หมายถึง ต้นทุนที่จะมีต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงไปตามสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงในระดับกิจกรรมหรือปริมาณการผลิต ในขณะที่ต้นทุนต่อหน่วยจะคงที่เท่ากันทุก ๆ หน่วย โดยทั่วไปแล้วต้นทุนผันแปรนี้จะสามารถควบคุมได้โดยแผนกหรือหน่วยงานที่ทำให้เกิดต้นทุนผันแปรนั้น

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) คือ ต้นทุนที่มีพฤติกรรมคงที่ หมายถึง ต้นทุนรวมที่มีได้เปลี่ยนแปลงไปตามระดับของการผลิตในช่วงของการผลิตระดับหนึ่ง แต่ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยก็จะเปลี่ยนแปลงในทางลดลงถ้าปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ต้นทุนคงที่ยังแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่อีก 2 ลักษณะ คือ ต้นทุนคงที่ระยะยาว (Committed Fixed Cost) เป็นต้นทุนคงที่ที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะสั้น เช่น สัญญาเช่าระยะยาว ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น และต้นทุนคงที่ระยะสั้น (Discretionary Fixed Cost) จัดเป็นต้นทุนคงที่ที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวจากการประชุมหรือตัดสินใจของผู้บริหาร เช่น ค่าโฆษณา ค่าใช้จ่ายในการค้นคว้าและวิจัย เป็นต้น สำหรับในเชิงการบริหารแล้ว ต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่มักจะควบคุมได้ด้วยผู้บริหารระดับสูงเท่านั้น

3) ต้นทุนผสม (Mixed Costs) หมายถึง ต้นทุนที่มีลักษณะของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรรวมอยู่ด้วยกัน ในช่วงของการดำเนินกิจกรรมที่มีความหมายต่อการตัดสินใจ โดยต้นทุนผสมนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ต้นทุนกึ่งผันแปร และต้นทุนกึ่งคงที่หรือต้นทุนเชิงขั้น

3.1) ต้นทุนกึ่งผันแปร (Semi variable cost) หมายถึง ต้นทุนที่จะมีต้นทุนส่วนหนึ่งคงที่ทุกระดับของกิจกรรม และมีต้นทุนอีกส่วนหนึ่งจะผันแปรไปตามระดับของกิจกรรม เช่น ค่าโทรศัพท์ ค่าโทรสาร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งก็เป็นการยากที่จะระบุได้ว่าต้นทุนส่วนใดเป็นต้นทุนผันแปร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคในการประมาณต้นทุนเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งเทคนิคในการประมาณต้นทุนจะได้ศึกษาต่อไปในส่วนของการบัญชีต้นทุนที่เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ

3.2) ต้นทุนเชิงขั้น (Step cost) หรือต้นทุนกึ่งคงที่ (Semi fixed cost) หมายถึง ต้นทุนที่จะมีจำนวนคงที่ ณ ระดับกิจกรรมหนึ่งและจะเปลี่ยนไปคงที่ในอีกระดับกิจกรรมหนึ่ง เช่น เงินเดือนผู้ควบคุมคนงาน ค่าเช่าบางลักษณะ เป็นต้น

2.7.4 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับหน่วยต้นทุน

ในการจำแนกต้นทุนลักษณะนี้สามารถที่จะจำแนกได้ 2 ชนิด คือ ต้นทุนทางตรง (Direct cost) และต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) โดยพิจารณาตามความสามารถที่จะระบุได้ว่าต้นทุนใดเป็นต้นทุนของงานใด แผนกใด หรือเขตการขายใด เป็นต้น

2.7.4.1 ต้นทุนทางตรง (Direct cost) หมายถึง ต้นทุนที่ฝ่ายบริหารสามารถที่จะระบุได้ว่าต้นทุนใดเป็นของหน่วยต้นทุน (Cost Object) ใดนั่นเอง เช่น วัตถุดิบทางตรงและค่าแรงงานทางตรงที่ใช้ในการผลิตงานผลิตชิ้นใดชิ้นหนึ่ง หรือค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรในแผนกประกอบ ก็คือ ต้นทุนทางตรงของแผนกประกอบนั่นเอง

2.7.4.2 ต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) หมายถึง ต้นทุนร่วม (Common cost) ที่เกิดขึ้นโดยไม่สามารถระบุได้ว่าเกิดจากหน่วยต้นทุนใด โดยปกติแล้วต้นทุนทางอ้อมนี้จะถูกแบ่งสรรให้แก่หน่วยต้นทุนต่างๆ ด้วยเทคนิควิธีในการจัดสรรต้นทุน (Allocation techniques) ซึ่งโดยทั่วไปต้นทุนเกี่ยวกับการผลิตนั้น ต้นทุนทางอ้อมก็หมายถึงค่าใช้จ่ายการผลิตของสินค้า

2.7.5 การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่งานในสายการผลิต

การดำเนินงานของธุรกิจอุตสาหกรรมต่าง ๆ มักจะประกอบไปด้วยแผนกต่าง ๆ จำนวนมากในสายการผลิตสินค้า และแต่ละแผนกก็ทำหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย สำหรับกิจการที่ทำการผลิตสินค้าเราสามารถที่จะจำแนกแผนกต่าง ๆ ออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

2.7.5.1 ต้นทุนแผนกผลิต (Cost of production departments) หมายถึง ต้นทุนต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักร คนงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในแผนกผลิตสินค้าของกิจการ เช่น แผนกตัด แผนกเชื่อม แผนกประกอบ แผนกบรรจุ เป็นต้น

2.7.5.2 ต้นทุนแผนกบริการ (Cost of service departments) หมายถึง ต้นทุนต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงโดยแผนกต่าง ๆ เหล่านี้จะทำหน้าที่ในด้านการบริการให้แก่แผนกอื่น ๆ เช่น แผนกเงินเดือนและค่าจ้าง แผนกบุคคล แผนกซ่อมบำรุง แผนกธุรการ โรงงาน เป็นต้น โดยปกติแล้วต้นทุนในแผนกบริการส่วนที่เกี่ยวกับการผลิตก็จะถูกจัดสรรเข้าแผนกผลิตต่าง ๆ เพื่อทำการคำนวณหาต้นทุนผลิตที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการจัดสรรต้นทุนจากแผนกบริการให้แก่แผนกผลิตก็จะต้องคำนึงถึงการที่แผนกผลิตได้ใช้ประโยชน์จากแผนกบริการนั้น ๆ

2.7.6 การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่งานในกิจการ

การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่งานเป็นการพิจารณาต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานหรือปฏิบัติงานของหน้าที่งานต่าง ๆ โดยปกติแล้วจะสามารถแบ่งหน้าที่งานในกิจการต่าง ๆ ออกเป็น 4 หน้าที่งาน คือ การผลิต การตลาด การบริหาร การเงิน ดังนั้นต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในหน้าที่งานต่าง ๆ ก็คือ

2.7.6.1 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต (Manufacturing costs) ได้แก่ ต้นทุนที่มีความสัมพันธ์กับการผลิต คือ วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต

2.7.6.2 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตลาด (Marketing costs) หมายถึง ต้นทุนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการขายสินค้า หรือบริการ ค่าโฆษณา ค่าขายหน้าพนักงานขาย

2.7.6.3 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการบริหาร (Administrative costs) ได้แก่ ต้นทุนที่เกิดขึ้นในลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสั่งการ การควบคุม และการดำเนินงานของกิจการ นอกจากนี้ยังรวมถึงเงินเดือนของผู้บริหารและพนักงานในแผนกต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับแผนกผลิต และแผนกขาย

2.7.6.4 ต้นทุนทางการเงิน (Financial costs) หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการจัดหาเงินทุน หรือการบริหารเงินทุนของกิจการ เช่น ค่าดอกเบี้ย ค่าธรรมเนียมต่างๆ เป็นต้น

2.7.7 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับเวลา

2.7.7.1 ต้นทุนในอดีต (Historical cost) หมายถึง ต้นทุนที่กิจการได้จ่ายไปจริงตามหลักฐานอันเที่ยงธรรมที่ปรากฏ จำนวนเงินที่กิจการได้จ่ายไปนั้นจึงถือเป็นมูลค่าหรือต้นทุนของสินค้าหรือสินทรัพย์ของกิจการในอดีต แต่ต้นทุนในอดีตนี้อาจจะไม่มี ความเหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจของฝ่ายบริหารในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะค่าของเงินในอดีตกับในปัจจุบันย่อมมีความแตกต่างอันเนื่องมาจากภาวะเงินเฟ้อ และความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ

2.7.7.2 ต้นทุนทดแทน (Replacement cost) หมายถึง มูลค่า หรือราคาตลาดปัจจุบันของสินทรัพย์ประเภทเดียวกันกับที่กิจการใช้อยู่ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือสินทรัพย์ที่กิจการเคยซื้อในอดีต ถ้าต้องการที่จะซื้อใหม่ในขณะนี้จะต้องจ่ายเงินในจำนวนเท่าไร ซึ่งโดยปกติมูลค่าหรือราคาต้นทุนทดแทนย่อมมีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนในอดีต ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการเกิดภาวะเงินเฟ้อส่วนหนึ่งและจากการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีของสินทรัพย์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นส่วนหนึ่ง

2.7.7.3 ต้นทุนในอนาคต (Future cost) หมายถึง ต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายที่กิจการคาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต จากการตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งของผู้บริหาร ซึ่งต้นทุนในอนาคตนั้นอาจจะได้มาจากการประมาณการหรือการพยากรณ์ก็เป็นได้ บ่อยครั้งที่ต้นทุนในอนาคตจะถูกนำมาใช้ในการวางแผน ฉะนั้นการประมาณต้นทุนในอนาคตจึงต้องทำด้วยความระมัดระวังและรอบคอบ

2.7.8 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะของความรับผิดชอบ

2.7.8.1 ต้นทุนที่ควบคุมได้ (Controllable cost) หมายถึง ต้นทุน หรือ ค่าใช้จ่ายที่สามารถระบุหรือกำหนดได้ว่า หน่วยงานใดหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรง กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ มีอำนาจ หน้าที่ หรือมีความสามารถที่จะทำให้ต้นทุนจำนวนนั้นเพิ่มขึ้น หรือลดลงจากการตัดสินใจของตน ซึ่งถ้าจะพิจารณาให้มากขึ้นก็พอที่จะสรุปได้ว่า ต้นทุนที่ควบคุมได้ในหน่วยงาน

หรือผู้บริหารคนใดคนหนึ่ง ก็อาจจะเป็นต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ในอีกหน่วยงานหรือผู้บริหารอีกคนหนึ่งก็ได้

2.7.8.2 ต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Cost) หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่อยู่ภายใต้อำนาจหน้าที่ ที่หน่วยงานหรือผู้บริหารในระดับนั้นๆ จะควบคุมไว้ได้ นั่นคือไม่สามารถที่จะกำหนดต้นทุนประเภทนี้ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ โดยปกติต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ของผู้บริหารระดับล่างก็มักจะเกิดจากการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูงนั่นเอง

2.7.9 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะของการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อตัดสินใจ

ในการดำเนินธุรกิจผู้บริหารมักจะต้องประสบปัญหาต่างๆ มากมายและที่สำคัญก็คือผู้บริหารจะต้องพยายามทำการตัดสินใจแก้ไขปัญหา หรือเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ข้อมูลทางด้านต้นทุนที่เข้ามามีบทบาทในการตัดสินใจจึงมักจะถูกจำแนกเป็น

2.7.9.1 ต้นทุนจม (Sunk Cost) หมายถึง ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Cost) หรือไม่สามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ว่าผู้บริหารจะทำการตัดสินใจอย่างไร ดังนั้น ต้นทุนจมจึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจในอดีต ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจในปัจจุบัน เช่น ค่าเช่าที่เป็นสัญญาเช่าระยะยาว ค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ประจำ เป็นต้น ถึงแม้ว่าต้นทุนจมจะไม่มีผลต่อการตัดสินใจในปัจจุบัน แต่ผู้บริหารก็ควรที่จะทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่สามารถใช้ประโยชน์จากต้นทุนจมให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.7.9.2 ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Cost) หมายถึง ต้นทุนที่สามารถประหยัดได้จากการตัดสินใจเลือกทางใดทางหนึ่ง ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้มักจะมีบทบาทที่สำคัญต่อการตัดสินใจของผู้บริหารเสมอ

2.7.9.3 ต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity Cost) คือ ผลประโยชน์หรือผลตอบแทนที่กิจการจะได้รับจากการตัดสินใจเลือกทางเลือกหนึ่งแต่กับต้องสูญเสียไป จากการที่เลือกตัดสินใจในอีกทางเลือกหนึ่ง เช่น ถ้ากิจการมีเงินจำนวนหนึ่งและสามารถนำไปฝากธนาคารได้ดอกเบี้ยปีละ 20,000 บาท แต่ถ้ากิจการต้องการนำเงินที่มีอยู่นั้นไปลงทุนทำธุรกิจ การที่กิจการเลือกลงทุนทำธุรกิจทำให้สูญเสียดอกเบี้ยที่จะได้รับ 20,000 บาท ถือว่าถ้ากิจการเลือกทำธุรกิจก็จะมีต้นทุนเสียโอกาสเกิดขึ้น 20,000 บาท โดยปกติต้นทุนเสียโอกาสจะไม่มีการบันทึกลงบัญชีของกิจการเพราะมิได้เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง แต่เป็นต้นทุนที่ถูกสมมติเพื่อการตัดสินใจ

2.7.9.4 ต้นทุนส่วนที่แตกต่าง (Differential Cost) หมายถึง ต้นทุนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากการตัดสินใจเลือกกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ (Incremental Cost or Detrimental Cost) โดยปกติต้นทุนประเภทนี้จะเกิดก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติแบบเดิม มาเป็นวิธีการปฏิบัติแบบใหม่ เช่น ถ้าผู้บริหารกำลังทำการตัดสินใจว่า

ควรที่จะซื้อเครื่องจักรรุ่นใหม่ เข้ามาทำการผลิตแทนเครื่องจักรเก่าที่มีอยู่หรือไม่ ทั้งนี้เครื่องจักรใหม่ อาจจะต้องลงทุนสูง แต่ก็สามารถที่จะประหยัดต้นทุนผันแปรต่อหน่วยลงไปได้ ซึ่งผู้บริหารจะต้อง ทำการตัดสินใจโดยพิจารณาจากต้นทุนส่วนที่แตกต่างรวมสุทธิ

2.7.9.5 ต้นทุนเพิ่มต่อหน่วย (Marginal Cost) หมายถึง ต้นทุนที่จะเพิ่มขึ้นจากการผลิต เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับต้นทุนส่วนเพิ่ม (Incremental Cost) แต่ต้นทุนส่วนเพิ่ม ต่อหน่วยเป็นการพิจารณาส่วนที่เพิ่มจากการเพิ่มของการผลิตเพียง 1 หน่วย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

दनัย ชุตทอง (2549) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบให้บริการเครือข่ายไร้สายร่วมกันระหว่าง องค์กร โดยทำการศึกษาพัฒนาระบบการร่วมกันให้บริการเครือข่ายไร้สายพร้อมระบบรักษาความ ปลอดภัยแบบ PKI สำหรับหลายองค์กร เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานในระบบเครือข่ายไร้สายโดยไม่ จำเป็นต้องจดชื่อและบัญชีผู้ใช้ และรหัสผ่านจำนวนมาก ผลและลักษณะการทำงานจะเป็นแบบ แอปพลิเคชัน โดยผู้ใช้สามารถใช้ Certificate จากระบบขององค์กรตัวเองที่ใช้งานชื่อและรหัสผ่านและ ยังสามารถนำเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าว ไปใช้งานกับระบบเครือข่ายไร้สายที่ร่วมให้บริการโดยไม่รู้สึ กถึงความแตกต่าง และสามารถเก็บประวัติการใช้งานพร้อมรายงานเพื่อให้ทราบถึงสถิติการใช้งานว่ามี การใช้งานองค์กรและใช้งานข้ามองค์กรมากน้อยอย่างไร โดยระบบนี้ถูกพัฒนาระบบปฏิบัติการ Linux ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL และโปรแกรม Free Radius ซึ่งเป็น โปรแกรมแบบ Open Source ทั้งสิ้น โดยมีการพัฒนาการจัดการแบบ Web-Base ด้วยภาษา PHP ทำให้ประหยัดและเพิ่มความ สะดวกมากหากเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ

พิศพราว เหล่าบุศรากุล (2547) ได้ศึกษาเรื่อง การวัดประสิทธิภาพการทำงานของ เครือข่ายแลนไร้สาย โดยทำการศึกษาสารวจวัดสัญญาณเครือข่ายไร้สาย ภายในอาคารที่มีการติดตั้ง อุปกรณ์ (Access Point: AP) ซึ่งมีผู้ใช้หลายจุดหลากหลายกลุ่ม โดยตำแหน่งการติดตั้ง AP ของอาคาร ที่ทำการสำรวจนั้นพิจารณาจากตำแหน่งของกลุ่มผู้ใช้แต่ละกลุ่ม ทำให้บางจุดมี AP อยู่ห่างกันไม่มาก และมีหลายตัวอยู่บริเวณเดียวกัน โดยในการสำรวจนั้น ใช้โปรแกรม Aironet Client Utility ทำการ วัดค่าความแรง (Signal Strength) และค่าสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise Ratio) จากนั้นทำการเก็บสถิติจากการถ่ายโอน ไฟล์ข้อมูล (File Transfer) เพื่อหาประสิทธิภาพของสัญญาณ โดยได้ผลการสำรวจวัดสัญญาณ สรุปได้ว่า การติดตั้งเครือข่ายต้องมีการวางแผนที่ดี ในเรื่องการวาง ตำแหน่ง และการบริหารความถี่ของ AP เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการรบกวนกันระหว่าง AP และปัญหา Co-Channel Interference ที่เกิดจากการติดตั้ง AP ที่มีช่องสัญญาณความถี่เดียวกันอยู่ใกล้กันมีผลให้ สัญญาณและประสิทธิภาพเครือข่ายไร้สายให้ดีขึ้นดีขึ้น

ณัฐวัฒน์ นาคเทวัญ (2553) ได้ศึกษาเรื่อง การวัดประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบระหว่างมาตรฐาน IEEE 802.11G และ 802.11N โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างมาตรฐาน IEEE802.11 Gและ N ที่ระดับ Transport Layer โดยผ่านการทำงานที่ TCP และ UDP ที่ Application layer โดยใช้ FTP และ Physical layer โดยวัดจากค่า RSSI ในการทดสอบวัดประสิทธิภาพจะวัดค่าทรูพุต ค่าจิตเตอร์ อัตราการสูญเสีย อัตราการดาวน์โหลด โดยใช้ FTP ผลการทดสอบพบว่าค่าทรูพุต ค่าจิตเตอร์ อัตราการดาวน์โหลดโดยใช้ FTP และ ค่า RSSI ของมาตรฐาน IEEE 802.11N มีค่าแนวโน้มที่ดีกว่า แต่อัตราการสูญเสียพบว่ามาตรฐาน IEEE 802.11G มีอัตราการสูญเสียที่น้อยกว่า

วรารชร ปัญญางาม (2543) ได้ศึกษาเรื่อง การประมาณต้นทุนของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วยวิธีการบัญชีต้นทุนตามกิจกรรม โดยทำการศึกษา การประมาณต้นทุนผลิตภัณฑ์ของบริษัทตัวอย่าง โดยใช้ผลิตภัณฑ์ “Support Radiator” ซึ่งทำการผลิตในโรงงานที่ยังไม่ได้ทำการกำหนดต้นทุนการผลิต โดยอาศัยการบัญชีต้นทุนตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นในฝ่ายผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โรงงานตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างมีต้นทุนที่เกิดจากกิจกรรมที่มีคุณค่าเป็นเงิน 47.74 บาท คิดเป็นร้อยละ 13.27 ของต้นทุนการผลิต ต้นทุนที่เกิดจากกิจกรรมที่มีคุณค่าคิดเป็นเงิน 26.20 บาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 7.28 ของต้นทุนการผลิต และ ต้นทุนวัตถุดิบทางตรงคิดเป็นเงินจำนวน 285.82 บาท ซึ่งจะได้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเป็นเงิน 359.72 บาท

สุภาวดี บาลี (2555) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาสำหรับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยทำการศึกษาประเมินโครงการจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาสำหรับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยใช้รูปแบบการประเมินแบบชิปปี้ปรับปรุงใหม่ปี 2003 ของสตัฟเฟิลบีม (Stufflebeam.2003) ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา คือ ผู้บริหารโครงการและผู้ปกครอง จำนวน 402 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์ผู้บริหาร แบบสอบถามความคิดเห็น แลเลเจตคติ แบบประเมินพฤติกรรมการของนักศึกษา และแบบวัดความพึงพอใจของผู้ปกครอง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลคือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน โดยผลวิจัยพบว่า โครงการมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้นักศึกษา สามารถใช้งานได้อย่างเพียงพอ สามารถใช้สนับสนุนในการเรียนการสอนได้ด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับบริบทของสังคมในยุคปัจจุบันเนื่องจากคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก การประเมินปัจจัยนำเข้าเกี่ยวกับระบบเครือข่ายไร้สาย ศูนย์รับบริการหลังจากการใช้งานการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีความพร้อมและความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

จักร ชมบุญ (2553) การประเมินสภาพการใช้งานบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยทำการศึกษาเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์ การประเมินใน

การใช้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยใช้ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาการจัดการ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 388 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8343 สถิติในการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาทั้งหมดเคยใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยมีระยะเวลาที่ใช้งานอยู่ระหว่าง 1-2 ปี และใช้ทุกวันที่ มาเรียน โดย 1 สัปดาห์ นักศึกษาใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ระหว่าง 6- 12 ชั่วโมง และเป็นการใช้งานเพื่อความบันเทิง และนักศึกษายังขาดความรู้เกี่ยวกับระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย รวมถึงนักศึกษามีความเห็นว่าการให้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยสามารถใช้งานได้ดี และมั่นใจในความปลอดภัย อีกทั้งร้มีในการให้บริการครอบคลุมพื้นที่ในการใช้งานและ นักศึกษามีความเห็นว่ระบบเครือข่ายไร้สาย สามารถค้นคว้าหาข้อมูลและเรียกใช้งานได้ตามต้องการ และลดค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากโทรศัพท์

Ha Cheol Lee (2548) ได้ศึกษา เรื่อง DCF Throughput Analysis of IEEE 802.11a/g/n-based Mobile LAN over Correlated Fading Channel โดยทำการศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ผ่าน MAC (Medium Access Control) กับ DCF (Distributed Coordination Function) ใน the IEEE 802.11a/g/n-based mobile LAN ซึ่งเป็นการประเมินช่องสัญญาณ โดยใช้วิธีทฤษฎีการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ DCF ผ่านการใช้หมายเลขจากสถานีซึ่งในการศึกษาค้นนี้คือตัวแปรด้านความเร็วในการเคลื่อนที่และขนาดซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าระบบของ IEEE 802.11n ดีที่สุดเมื่อเทียบกับ 4 รูปแบบ

บทที่ 3

ระเบียบวิจัย

การศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

- 3.1 กรอบความคิดในการศึกษา
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 ขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 ระยะเวลาตามแผนในการดำเนินการ

3.1 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

ปัจจุบันตัวอุปกรณ์ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ที่มหาวิทยาลัยนำมาใช้นั้นได้ ครบกำหนดอายุการใช้งาน และมีความชำรุดเสียหายส่งผลให้ไม่สามารถให้บริการในระบบเครือข่ายไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามทางเจ้าหน้าที่ดูแลและรับผิดชอบได้เสนอนำระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่เข้ามาทดแทน ซึ่งเป็นการเริ่มต้นการลงทุนในตัวอุปกรณ์และระบบใหม่แทนระบบเดิมทั้งหมด ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นหนึ่งในทีมงานผู้ดูแลระบบเครือข่าย จึงมีความสนใจเปรียบเทียบขีดความสามารถของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกตัวอุปกรณ์และระบบที่มีความเหมาะสมกับการลงทุนและการใช้งานในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยมีดังต่อไปนี้

- 3.2.1 ข้อมูลการแจกเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา(Notebook)ที่รองรับสัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และN
- 3.2.2 ใบประเมิน/เสนอราคาการจัดซื้อครุภัณฑ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3.2.3 อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย 2 ตัว คือ Cisco Aironet 3500 ตามภาพที่ 3.1 ซึ่งเป็นอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N และ Cisco AIRONET1100 series ตามภาพที่ 3.2 ซึ่งเป็นอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G

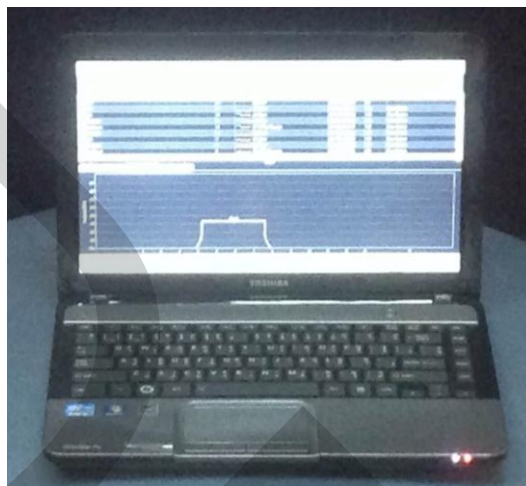


ภาพที่ 3.1 Cisco Aironet 3500 อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N



ภาพที่ 3.2 Cisco AIRONET 1100 series เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G

3.2.4 คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ระบบปฏิบัติการ Windows7 ตามภาพที่ 3.3



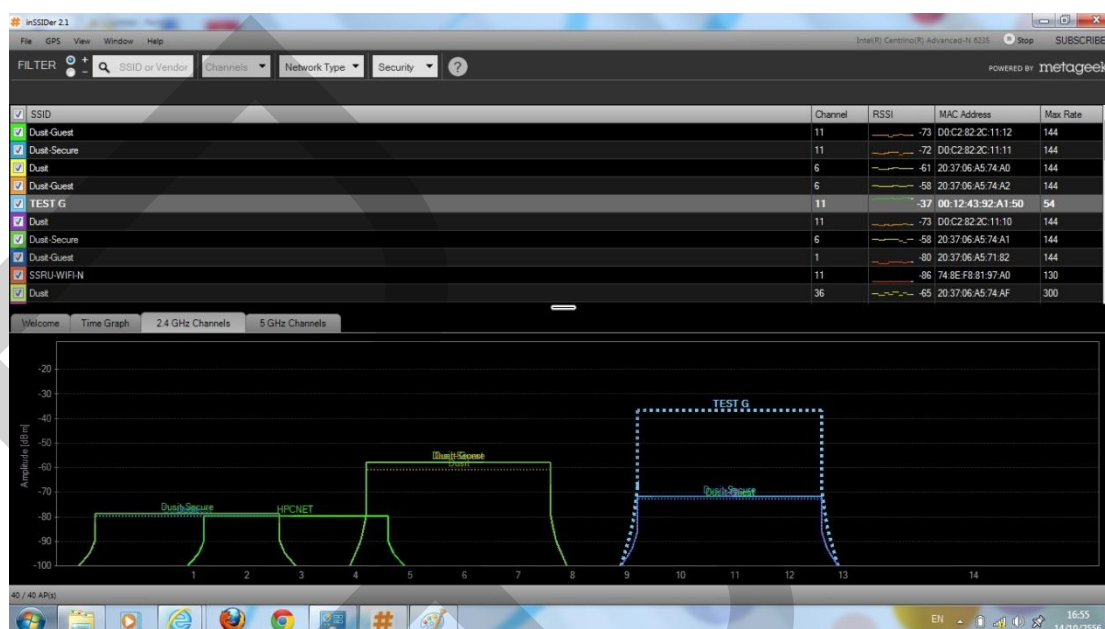
ภาพที่ 3.3 คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ระบบปฏิบัติการ Windows7

3.2.5 กำหนดให้บริเวณภายในสำนักวิทยบริการชั้น1 ฟังก์ชันห้องสมุดโดยมีขนาดพื้นที่ภายใน มี กว้าง 15 เมตร ยาว 30 เมตร เป็นสถานที่ในการทดลองทดสอบตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตึกสำนักวิทยบริการฟังก์ชันห้องสมุดชั้น 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3.2.6 โปรแกรม inSSIDer ทำการวัดค่าสัญญาณซอฟต์แวร์ในการเปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (RSSI) ตามรูปที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 โปรแกรม inSSIDer ทำการวัดค่าสัญญาณซอฟต์แวร์ในการเปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (RSSI)

3.3 ขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมเก็บข้อมูลมีดังนี้

3.3.1 ทำการเก็บข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาทำการแจกให้นักศึกษาในแต่ละปีการศึกษาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวนเครื่องที่ใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N

3.3.2 ทำการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายการลงทุนในตัวอุปกรณ์และตัวระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายระหว่างมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Cost on Investment) โดยค่าใช้จ่ายในระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีค่าการลงทุนเพียงแต่ตัวอุปกรณ์ที่ทำการปรับเปลี่ยนใหม่เนื่องจากตัวระบบเดิมสามารถนำมาใช้ทดแทนอุปกรณ์ใหม่ได้ ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N จะมีค่าการลงทุนทั้งตัวอุปกรณ์และตัวระบบใหม่ทั้งหมด

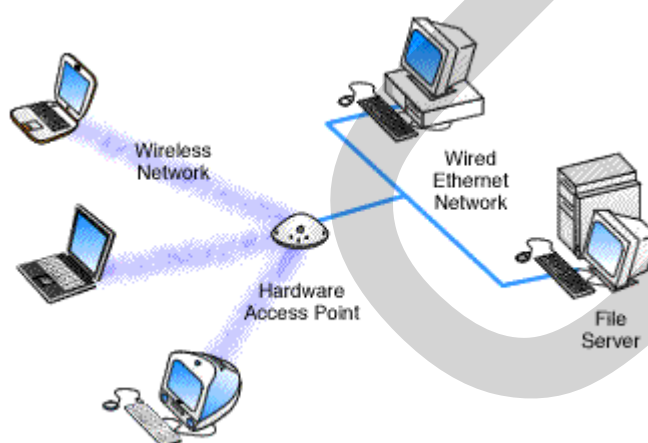
3.3.3 ทำการทดสอบวัดค่าความแรงหรือความเข้ม (RSSI) ของสัญญาณจากอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และN โดยมีขั้นตอนในการตั้งค่าและติดตั้งตัวอุปกรณ์ในการทดลองทดสอบวัดค่าสัญญาณดังต่อไปนี้

3.3.3.1 กำหนดชื่ออุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (SSID) มาตรฐาน IEEE802.11G กำหนดเป็นชื่อ TEST802.11G และมาตรฐาน IEEE802.11N กำหนดเป็นชื่อ TEST802.11N ตามลำดับ

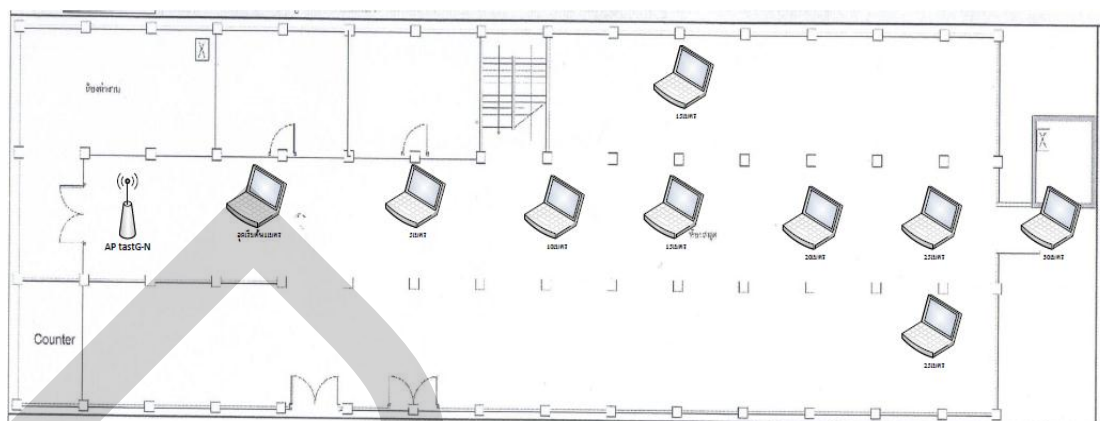
3.3.3.2 ติดตั้งโปรแกรม inSSIDer ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) โดยวัดค่าความแรงหรือความเข้ม (RSSI) ของสัญญาณเพื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และN

3.3.3.3 กำหนดให้บริเวณภายในสำนักวิทยบริการชั้น1 ฟังก์ชันสมุดโดยมีขนาดพื้นที่ภายใน มีกว้าง 15 เมตร ยาว 30 เมตร เป็นสถานที่ในการทดลองทดสอบ

3.3.3.4 ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายทั้งสองรุ่นทำการส่งสัญญาณให้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) รับสัญญาณตามภาพที่ 3.6 และใช้โปรแกรม inSSIDer ทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) โดยเริ่มระยะห่างจากตัวอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายและเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่จุดเริ่มต้นระยะ 1 เมตร และเว้นระยะห่างจากจุดเดิมครั้งละ 5 เมตรตามภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.6 ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายพร้อมทำการปล่อยสัญญาณให้คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook)



ภาพที่ 3.7 พังจำลองทดลองทดสอบการวัดค่าความแรงหรือความเข้มสัญญาณ (RSSI) ภายในสำนักงานบริการ

3.3.3.5 ทำการวัดค่าสัญญาณโดยกำหนดค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) ไม่เกิน -75dbm (มาตรฐานกำหนดโดยทีมผู้ดูแลระบบ Network มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในส่วนต่าง ๆ นำมาประกอบ แล้วจึงทำการวิเคราะห์จากผลข้อมูลที่ได้ว่ามีความเหมือนและความแตกต่างกันอย่างไร เปรียบเทียบผลที่ได้ทำการศึกษาวิจัย และนำข้อมูลที่ได้เสนอเป็นผลรายงานการศึกษาวิจัย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการศึกษาเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต มีผลการศึกษาแสดงรายละเอียดไว้ในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 เปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ตามช่วงอายุการใช้งาน (Stages of Product Life Cycle)

4.2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Capital on Investment)

4.3 เปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Received Signal Strength Indication :RSSI)

4.1 เปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย IEEE802.11G และ N ตามช่วงอายุการใช้งาน (Stages of Product Life cycle)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตมีนโยบายแจกเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตร 4 ปี โดย เริ่มตั้งแต่ปีการศึกษา 2549 ทางมหาวิทยาลัยฯมีการจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย IEEE802.11G และ N รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

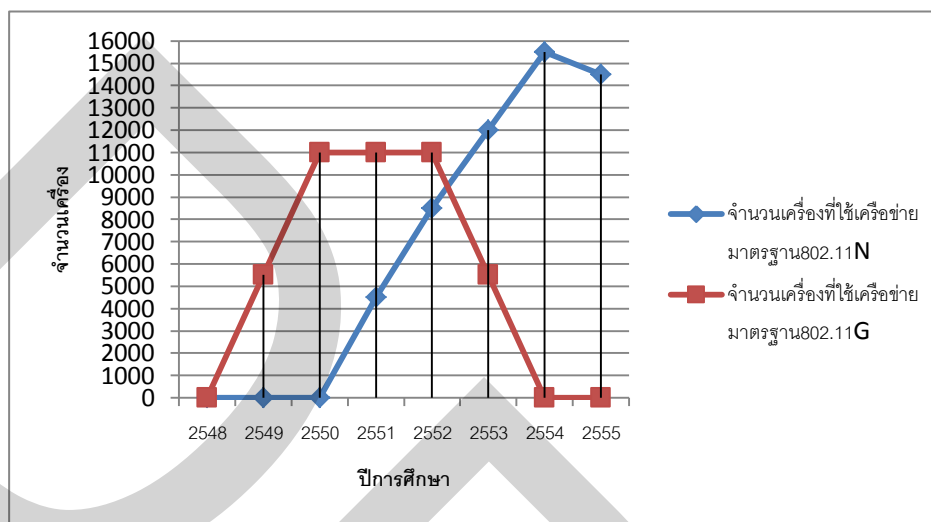
ตารางที่ 4.1 จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาในแต่ละปีการศึกษา

ปีการศึกษา	จำนวนเครื่อง	รองรับสัญญาณ
2549	5,500	IEEE802.11g
2550	5,500	IEEE802.11g
2551	4,500	IEEE802.11n
2552	4,000	IEEE802.11n
2553	3,500	IEEE802.11n
2554	3,500	IEEE802.11n
2555	3,500	IEEE802.11n

จากตารางที่ 4.1 การจัดซื้อคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตตั้งแต่ปี 2549–2555 พบว่า ในระหว่างปี 2549–ปี 2550 ได้ดำเนินการจัดซื้อเครื่องที่รองรับสัญญาณมาตรฐาน IEEE802.11G จำนวนทั้งสิ้น 11,000 เครื่อง อย่างไรก็ตามในปี 2551-2555 ทางมหาวิทยาลัยฯ ได้จัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์พกพาที่สามารถรองรับสัญญาณมาตรฐาน IEEE802.11N แทนสัญญาณเดิม

เมื่อพิจารณาช่วงการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N สำหรับบริการเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในแต่ละปีการศึกษาตามภาพที่ 4.1 พบว่าการเริ่มต้นใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีจำนวน 5,500 เครื่อง ในปี 2549 และเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 11,000 เครื่อง ในปี 2550-2552 และมีจำนวนเครื่องที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ลดลงเหลือเพียง จำนวน 5,500 เครื่อง ในปีสุดท้ายคือปี 2553 หลังจากนั้นไม่ปรากฏเครื่องที่ใช้สัญญาณดังกล่าว ในขณะที่การใช้เครื่องที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีการเริ่มต้นใช้ในปี 2551 จำนวน 4,500 เครื่องและเพิ่มจำนวนเครื่องขึ้นเป็น 8,500 เครื่อง 12,000 เครื่อง และ 15,500 เครื่อง ในปี 2552, 2553 และ 2554 ตามลำดับ และมีจำนวนเครื่องที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตดังกล่าวลดลงเหลือ 14,500 เครื่องในปี 2555

จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในแต่ละปีการศึกษามีรายละเอียดตามภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่รองรับสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในแต่ละปีการศึกษา

จากภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ไม่จำเป็นและไม่ได้ใช้งานเนื่องจากจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีมากกว่าและเข้ามาแทนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐานแบบเก่า

4.2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Investment for Fixed Capital)

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งตัวระบบและตัวอุปกรณ์ อ้างอิงข้อมูลค่าใช้จ่ายจากใบประเมินราคาของหน่วยงานพัสดุและครุภัณฑ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยตารางที่ 4.2 เป็นราคา ค่าใช้จ่ายในการลงทุนตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และตารางที่ 4.3 เป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N

ตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G

ลำดับที่	รายการ	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง (Installation Costs)			
		จำนวน	หน่วยละ	ส่วนลด	รวมเงิน
1	Wireless Access Point 801.11g 130 เครื่อง	1งาน	1,300,000.00	0.00	1,300,000.00
2	อุปกรณ์ Access Switch 48port 4 เครื่อง	1งาน	300,000.00	0.00	300,000.00
3	ค่าลิขสิทธิ์ (License)	1งาน	130,000.00	0.00	130,000.00
4	อุปกรณ์ Wireless Lan Controller	1งาน	930,000.00	0.00	930,000.00
5	ค่าการติดตั้งระบบบริหารการ จัดการ	1งาน	150,000.00	0.00	150,000.00
6	ค่าพัฒนาซอฟต์แวร์	1งาน	200,000.00	0.00	252,520.00
7	ค่าเดินสายติดตั้งอุปกรณ์ (Cable System)	1งาน	260,000.00	0.00	260,000.00
8	ค่าอบรมและทดสอบระบบ	1งาน	150,000.00	0.00	150,000.00

ที่มา: ข้อมูลรายละเอียดการประเมินราคาตาม พัสศุ/ครุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตที่จะซื้อ
หรืองานจ้างตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2549

จากตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มี
ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด 3,420,000 บาท ตัดค่าใช้จ่ายในตัวระบบลำดับที่ 3,5,6 ซึ่งเป็นตัวระบบเดิมที่
สามารถใช้แทนกับอุปกรณ์ที่ปรับเปลี่ยนใหม่ได้ คิดเป็นเงิน 480,000 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายในการ
ลงทุนเท่ากับ $3,420,000 - 480,000 = 2,940,000$ บาท และสามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ในการลงทุน
ค่าใช้จ่ายได้เท่ากับ $(2,940,000 / 3,420,000) \times 100 = 85.96\%$ ของราคารวมทั้งหมด

ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N

ลำดับที่	รายการ	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง (Installation Costs)			
		จำนวน	หน่วยละ	ส่วนลด	จำนวนเงินรวม
1	Wireless Access Point 801.11a/g/n 130 เครื่อง	1งาน	4,409,425.00	0.00	4,409,425.00
2	อุปกรณ์ Access Switch 48 port 4 เครื่อง	1งาน	160,125.00	0.00	160,125.00
3	ค่าลิขสิทธิ์ (License)	1งาน	129,020.00	0.00	129,020.00
4	อุปกรณ์ Wireless Controller	1งาน	1,145,000.00	0.00	1,145,000.00
5	ค่าการติดตั้งระบบบริหารการ จัดการ	1งาน	150,000.00	0.00	150,000.00
6	ค่าพัฒนาซอฟต์แวร์	1งาน	252,520.00	0.00	252,520.00
7	ค่าเดินสายติดตั้งอุปกรณ์ (Cable System)	1งาน	388,410.00	0.00	388,410.00
8	ค่าอบรมและทดสอบระบบ	1งาน	160,500.00	0.00	160,500.00

ที่มา: ข้อมูลรายละเอียดการประเมินราคาตาม พัสศุ/ครุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตที่จะซื้อ
หรืองานจ้างตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2553

จากตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ใน
การลงทุนระบบและอุปกรณ์ใหม่ทั้งหมดมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้น 6,795,000 บาท

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตัวระบบและอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย
มาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตัวอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N

ตัวอุปกรณ์	มาตรฐาน IEEE802.11G /บาท	มาตรฐาน IEEE802.11N /บาท
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ Wireless Access Point 130	2,940,000	6,795,000

จากตารางที่ 4.4 เป็นเปรียบเทียบการลงทุนค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้ง (Investment for Fixed Capital) ครั้งนี้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น เท่ากับ 2,940,000บาท คิดเป็น 85.96% ของราคารวมทั้งหมด ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น เท่ากับ 6,795,000 บาท คิดเป็น 100% ของราคารวมทั้งหมด

คำนวณหาค่าใช้จ่ายเครือข่ายไร้สายต่อจำนวนผู้ใช้งาน

ค่าใช้จ่ายต่อจำนวนผู้ใช้งานอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายโดยอาศัยสูตรการคำนวณ และค่าข้อมูลทางสถิติการใช้งานย้อนหลัง 1 ปีได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 สูตรการคำนวณหาผู้ใช้เครือข่ายไร้สายต่อจำนวน Access Point

คำนวณหา ความสามารถในการรองรับจำนวนผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังนี้

$$\text{Access Point} = \frac{(2 \times \text{Bandwidth}) \times \text{Number of User} \times \% \text{Active per Use}}{\% \text{Efficiency} \times \text{Speed of Ap}}$$

อ้างอิงสูตรการคำนวณจากหนังสือการออกแบบระบบ Wireless Lan 2nd Edition (อรรถพงษ์ ธีรกุล และ อำนาจ มีมงคล, 2553) ทำการย้ายค่าสมการ หาค่าจำนวนผู้ใช้งาน

$$\text{Number of user} = \frac{\text{AP} \times \% \text{Efficiency} \times \text{Speed of Ap}}{(2 \times \text{Bandwidth}) \times \% \text{Active per Use}}$$

จากสูตรอ้างอิงค่าตัวแปรข้อมูลดังต่อไปนี้

Number of user หมายถึง จำนวนผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย

Ap หมายถึง จำนวนอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Access Point) จำนวน 130 เครื่อง อ้างอิงจากการจัดซื้อตัวอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายจากทางมหาวิทยาลัย

%Efficiency หมายถึง เปอร์เซ็นประสิทธิภาพของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตไร้สาย (AP)สามารถการรับส่งข้อมูล โดยมีค่าเท่ากับ 100% อ้างอิงการจากผลการทดลองทดสอบตัวอุปกรณ์สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่มหาวิทยาลัยกำหนด

Speed of AP หมายถึง ความเร็วสูงสุดในการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุดตัวอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตไร้สาย (AP) อ้างอิงจากผลข้อมูลจากการทดลองทดสอบสัญญาณจากอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

2×Band width หมายถึง จำนวน Upload และ Download โดยมีค่าเท่ากับ 600Kbps โดยข้อมูลได้มาจากการนำค่า Band width ทั้งหมดที่ส่งข้อมูลให้เครื่องควบคุมเครือข่ายไร้สาย (Controller) ที่มีค่า 78Mbpsหารจำนวนอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย 130 ตัว

%Active per Use หมายถึง เปอร์เซ็นที่ผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายพร้อมกันโดยกำหนดค่าการใช้งานของผู้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตพร้อมกัน 20%โดยอ้างอิงผลข้อมูลได้จากจำนวนคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ในปี 2555 ทำการแจกให้นักศึกษาจำนวน 14,500 เครื่องเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นจากผลข้อมูลสถิติการเข้าใช้งานเครือข่ายไร้สายสูงสุดภายในระยะเวลา 1ปี มีจำนวนการเข้าใช้งานสูงสุด 2,943 เครื่อง โดยเป็นค่าสูงสุดจากผู้ใช้งานจริงที่จะใช้ได้ตลอดปีจาก Authenticated Client Count ตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 สถิติการใช้เครือข่ายไร้สายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตระยะเวลา 1 ปี

จากภาพที่ 4.2 เป็นสถิติการเข้าใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตภายในระยะเวลา 1 ปีโดยแสดงค่าข้อมูลเป็นกราฟ มีข้อมูลดังต่อไปนี้

จำนวน Associated Client Count เป็นข้อมูลจำนวนเครื่องรับที่เชื่อมต่อสัญญาณระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายแต่ไม่มีการเข้าใช้งานจำนวน Authenticated Client Count เป็นข้อมูลจำนวนเครื่องรับที่เชื่อมต่อสัญญาณระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายและมีการเข้าใช้งาน

ข้อมูลทางแนวตั้ง เป็นข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายโดยจำนวน Associated Client Count และจำนวน Authenticated Client Count จะมีค่าข้อมูล สูง-ต่ำ ตามปริมาณจำนวนผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในช่วงเวลานั้นๆ

ข้อมูลทางแนวนอน เป็นข้อมูลระยะเวลาผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายโดยเป็นค่าข้อมูล Associated Client Count และ Authenticated Client Count ย้อนหลัง 1 ปี มีค่าข้อมูลตั้งแต่เดือน 11 ปี 2012 ถึง เดือน 10 ปี 2013

4.2.2 กำหนดและแทนค่าตัวแปรในการคำนวณระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังต่อไปนี้

1) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G

โดยอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีย่านสัญญาณความถี่ ย่าน 2.4GHz ย่านเดียวได้ค่าการคำนวณดังนี้

อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย 1 เครื่อง ใช้ความถี่ย่าน 2.4GHz มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลสูงสุด 54Mbps ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลได้ 100% Band wind ในการรับส่งข้อมูล 600Kbps ผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายพร้อมกัน 20% แทนค่าไว้ในสูตรได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Number of user} &= \frac{(1 \times 100\%) \times 54 \text{ Mbps}}{(2 \times 600 \text{ Kbps}) \times 20\%} \\ &= \frac{54,000,000}{240,000} \\ &= 225\end{aligned}$$

อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G 1 เครื่อง มีย่านสัญญาณความถี่ย่าน 2.4GHz สามารถรองรับจำนวนเครื่องที่ใช้งานได้สูงสุด 225 เครื่อง

อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย 130 เครื่อง สามารถรองรับจำนวนเครื่องที่ใช้งานได้สูงสุด $225 \times 130 = 29,250$ เครื่อง

2) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N

โดยอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีย่านสัญญาณความถี่ ย่าน 2.4GHz และ 5GHz ได้ค่าการคำนวณดังนี้

อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย 1 เครื่อง ใช้ความถี่ย่าน 2.4GHz มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 144Mbps ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลได้ 100% Band wind ในการรับส่งข้อมูล 600Kbps ผู้ใช้งานเครือข่ายไร้สายพร้อมกัน 20% แทนค่าไว้ในสูตรได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Number of user} &= \frac{(1 \times 100\%) \times 144 \text{ Mbps}}{(2 \times 600 \text{ Kps}) \times 20\%} \\ &= \frac{144,000,000}{240,000} \\ &= 600\end{aligned}$$

ความถี่ย่าน 5GHz มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุด 300Mbps ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลได้ 100% Band widthในการรับส่งข้อมูล 600Kbps ผู้ใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายพร้อมกัน 20% แทนค่าไว้ในสูตรได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Number of user} &= \frac{(1 \times 100\%) \times 300 \text{ Mbps}}{(2 \times 600 \text{ Kbps}) \times 20\%} \\ &= \frac{300000000}{240000} \\ &= 1250\end{aligned}$$

อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N 1 เครื่อง มีย่านสัญญาณความถี่ 2.4G และ 5G สามารถรองรับเครื่องที่ใช้งานทั้ง 2 ย่านความถี่รวมได้สูงสุด $600 + 1250 = 1,850$ เครื่อง

อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย 130 เครื่อง สามารถรองรับจำนวนเครื่องที่ใช้งานได้สูงสุด $1,850 \times 130 = 240,500$ เครื่อง

(อ้างอิงการแทนค่าตัวแปรสูตรเพื่อหาค่าจำนวนผู้ใช้โดยเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบเทคนิคและเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต)

4.2.3 การเปรียบเทียบการรองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N

เปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่ใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในปี 2555 ต่อจำนวนเครื่องที่ได้จากการคำนวณการรองรับของระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และN

จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในปี 2555	จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G	จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N
14,500 เครื่อง	29,250 เครื่อง	240,500 เครื่อง

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G สามารถรองรับการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ได้ 29,250 เครื่อง และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N สามารถรองรับการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ได้ 240,500 เครื่อง ขณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ในปี 2555 มีจำนวน 14,500 เครื่อง ดังนั้นระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายจำนวน AP 130 เครื่องทั้งมาตรฐาน IEEE802.11G และN สามารถรองรับการใช้ของผู้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายภายในมหาวิทยาลัยได้ทั้งสองระบบ

4.2.4 เปรียบเทียบการลงทุนค่าใช้จ่ายต่อผู้ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11GและN (Investment for Fixed Capital per User)

1) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G

ราคาอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายพร้อมการติดตั้ง 1 ชุด มีจำนวน AP 130 เครื่อง ใช้งบประมาณ 2,940,000 บาท (85.96% ของราคารวมทั้งหมด) จำนวนค่าใช้จ่ายเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายไร้สายจำนวน 29,250 เครื่อง และเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่ใช้งานปี 2555 จากนักศึกษาปริญญาตรีหลักสูตร 4ปี จำนวน 14,500 เครื่อง ได้ดังนี้

จำนวนค่าใช้จ่ายรวม/จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับระบบเครือข่ายไร้สาย

ค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ 2,940,000 บาท

จำนวนเครื่องทั้งสิ้น เท่ากับ 29,250 เครื่อง

ค่าใช้จ่ายต่อเครื่อง เท่ากับ 100.51 บาท

จำนวนค่าใช้จ่ายรวม/จำนวนเครื่อง Notebook ที่ใช้งานปี 2555

ค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ 2,940,000 บาท

จำนวนเครื่องทั้งสิ้น เท่ากับ 14,500 เครื่อง

ค่าใช้จ่ายต่อเครื่อง เท่ากับ 202.75 บาท

2) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N

ราคาอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายพร้อมการติดตั้ง 1 ชุด มีจำนวน AP 130 เครื่อง ใช้งบประมาณ 6,795,000 บาท คำนวณค่าใช้จ่ายเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายไร้สายจำนวน 240,500 เครื่อง และเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่ใช้งานปี 2555 จากนักศึกษาปริญญาตรีหลักสูตร 4 ปี จำนวน 14,500 เครื่อง ได้ดังนี้

คำนวณ ค่าใช้จ่ายรวม/จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับระบบเครือข่ายไร้สาย

ค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ 6,795,000 บาท

จำนวนเครื่องทั้งสิ้น เท่ากับ 240,500 เครื่อง

ค่าใช้จ่ายต่อเครื่อง เท่ากับ 28.25 บาท

คำนวณ ค่าใช้จ่ายรวม/จำนวนเครื่อง Notebook ที่ใช้งานปี 2555

ค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ 6,795,000 บาท

จำนวนเครื่องทั้งสิ้น เท่ากับ 14,500 เครื่อง

ค่าใช้จ่ายต่อเครื่อง เท่ากับ 468.62 บาท

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N

เครือข่ายไร้สาย	มาตรฐาน IEEE802.11G	มาตรฐาน IEEE802.11N
เงินลงทุนสำหรับค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง (Investment for Fixed Capital)	2,940,000 บาท	6,795,000 บาท
ค่าใช้จ่ายรวม/จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับระบบเครือข่ายไร้สายได้สูงสุด	100.51 บาท	28.25 บาท
ค่าใช้จ่ายรวม/จำนวนเครื่องที่ใช้งานปี 2555	202.75 บาท	468.62 บาท

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.5 และ 4.6 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในภาพรวมของ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N โดยค่าใช้จ่ายพิจารณาบนเกณฑ์ของช่วงระยะเวลา 4 ปี ที่นักศึกษาอยู่ใช้งานทั้ง 2 ระบบ ของเทคโนโลยี พบว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเท่ากับ 2,940,000 บาท (85.96% ของราคารวมทั้งหมด) และสามารถรองรับผู้ใช้งานได้สูงสุดจำนวน 29,250 เครื่อง มีค่าใช้จ่ายเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเท่ากับ 100.51 บาท และจำนวนเครื่องที่ใช้งานปี 2555 มีค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบงานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายต่อคนเท่ากับ 202.75 บาท ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 6,795,000 บาท และสามารถรองรับการใช้งานได้สูงสุด 240,500 เครื่อง มีค่าใช้จ่ายเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายไร้สายเท่ากับ 28.25 บาท และจำนวนเครื่องที่ใช้งานปี 2555 มีค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบงานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายต่อคนเท่ากับ 468.62 บาท

เปรียบเทียบ จำนวนคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และ ค่าใช้จ่ายต่อคน ในการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย เพื่อหาค่าความเหมาะสมในการลงทุน ระหว่าง มาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบขนาด จำนวนคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) และ ค่าใช้จ่ายรวมทั้งที่รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ที่เหมาะสมในการลงทุน ระหว่าง มาตรฐาน IEEE802.11G และ N

จำนวนคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย	ค่าใช้จ่ายรวม /จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ได้สูงสุด	ค่าใช้จ่ายรวม /จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ได้สูงสุด
10,000 เครื่อง	294 บาท	679 บาท
15,000 เครื่อง	196 บาท	453 บาท
20,000 เครื่อง	147 บาท	340 บาท
25,000 เครื่อง	118 บาท	271 บาท
*30,000 เครื่อง	*207 บาท	227 บาท
35,000 เครื่อง	178 บาท	194 บาท

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

จำนวนคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย	ค่าใช้จ่ายรวม /จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ได้สูงสุด	ค่าใช้จ่ายรวม /จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ได้สูงสุด
40,000 เครื่อง	156 บาท	169 บาท
45,000 เครื่อง	138 บาท	151 บาท
50,000 เครื่อง	124 บาท	135 บาท
55,000 เครื่อง	113 บาท	123 บาท
**60,000 เครื่อง	**160 บาท	113 บาท

หมายเหตุ. * หมายถึง มีการใช้ อุปกรณ์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย จำนวน 2 ชุด (เฉพาะมาตรฐาน IEEE802.11G)

** หมายถึง มีการใช้ อุปกรณ์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย จำนวน 3 ชุด (เฉพาะมาตรฐาน IEEE802.11G)

อ้างอิงที่มาของข้อมูลในการลงทุนตามตารางที่ 4.7 ดังนี้

ในกรณีที่จำนวนผู้ใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G จำนวน 1 ชุด มี AP 130 เครื่อง สามารถรองรับการใช้งาน ได้สูงสุด 29,250 เครื่อง (อ้างอิงตามตารางที่ 4.5) แต่เมื่อมีจำนวนเครื่องหรือผู้ใช้งาน เกิน 29,250 เครื่อง ต้องมีการจัดซื้อตัวอุปกรณ์ และตัวระบบ เป็น 2 ชุด เพื่อรองรับการใช้งาน โดยมีค่าใช้จ่ายเดิม คือ 2,940,000 บาท (85.96% ของราคารวมทั้งหมด) เพิ่มค่าใช้จ่ายใหม่ คือ 3,420,000 บาท (อ้างอิงตามตารางที่ 4.2) โดยได้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและจำนวน AP รวมถึง จำนวนเครื่องที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ดังต่อไปนี้

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G 2 ชุด จะมีค่าเท่ากับ $2,940,000 + 3,420,000 = 6,220,000$ บาท

จำนวน Ap มีจำนวน เท่ากับ $130 \times 2 = 260$ เครื่อง

จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ได้สูงสุดเท่ากับ $29,250 \times 2 = 58,500$ เครื่อง

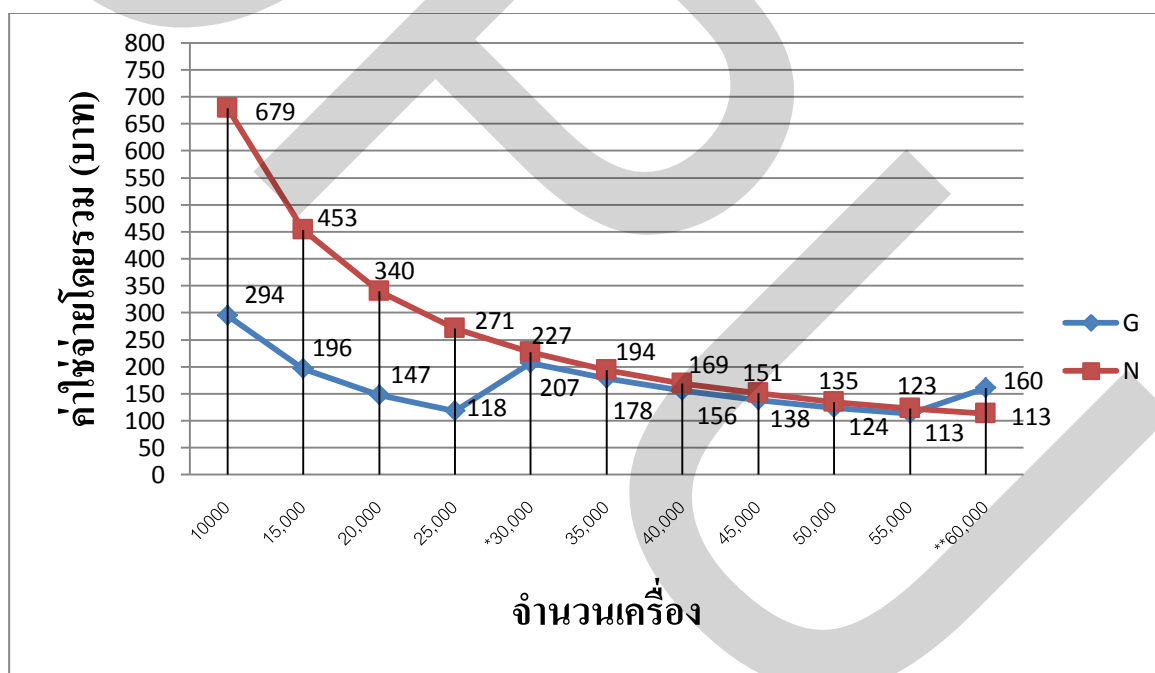
ในกรณีที่จำนวนผู้ใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายมีจำนวนมากเกิน 58,500 เครื่อง ต้องมีการจัดซื้อตัวอุปกรณ์ และตัวระบบ เป็น 3 ชุด โดยได้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและจำนวน AP รวมถึงจำนวนเครื่องที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ดังต่อไปนี้

กรณีค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G 3ชุด เท่ากับ $2,940,000 + 3,420,000 + 3,420,000 = 9,640,000$ บาท

จำนวน Ap จะมีค่าเท่ากับ $130 \times 3 = 390$ เครื่อง

จำนวนเครื่องที่สามารถรองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ได้สูงสุดเท่ากับ $29,250 \times 3 = 87,750$ เครื่อง

จากตารางที่ 4.7 เป็นกรณีศึกษาการลงทุนใน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยสามารถเปรียบเทียบ จำนวนเครื่อง Notebook และ ค่าใช้จ่ายต่อคน ที่รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ที่เหมาะสม ระหว่าง มาตรฐาน IEEE802.11G และ N ได้ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบ จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย และ ค่าใช้จ่ายต่อคน ระหว่าง มาตรฐาน IEEE802.11G และ N

จากภาพที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบ จำนวนเครื่อง Notebook ที่รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย และ ค่าใช้จ่ายต่อคน ระหว่าง มาตรฐาน IEEE802.11G และ N กรณีศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต โดยผลที่ได้ในช่วงแรก มาตรฐาน IEEE802.11G สามารถ

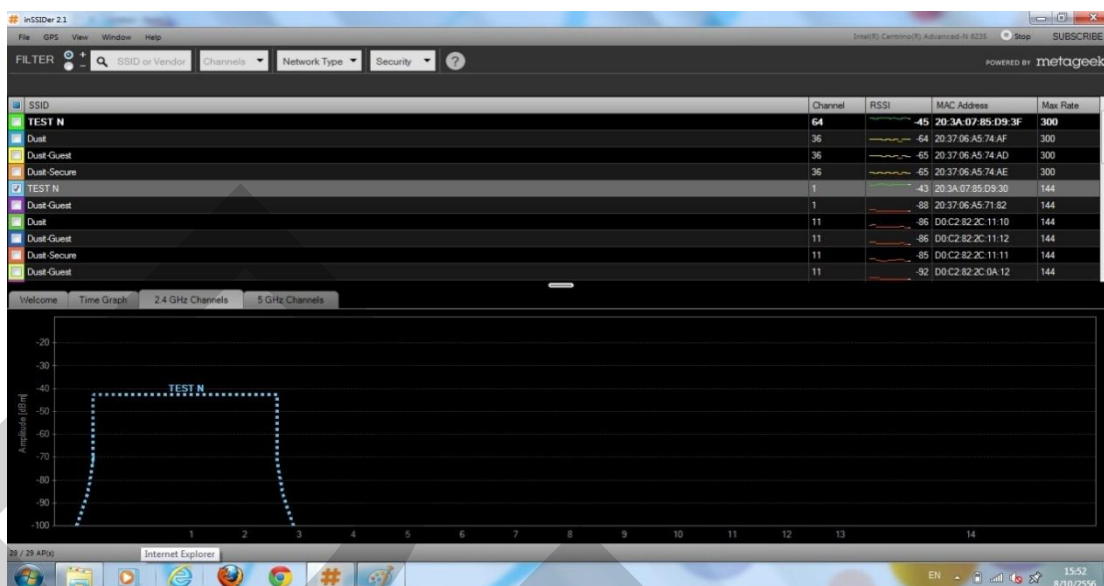
รองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย และ มีค่าใช้จ่ายต่อคน ที่น้อยกว่ามาตรฐาน IEEE802.11N ในช่วงที่มีขนาดจำนวนเครื่อง อยู่ระหว่าง 10,000 ถึง 30,000 เครื่อง และหากมีจำนวน ผู้ใช้งานที่มีขนาดการใช้งานเพิ่มมากขึ้น ระหว่าง 30,000 ถึง 55,000 เครื่อง จะมีค่าใช้จ่ายต่อคน ใน การใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมี เครื่องหรือผู้ใช้งานระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเกิน 60,000 เครื่อง จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนประมาณ 9,640,000 บาท และค่าใช้จ่ายต่อคน อยู่ที่ 160 บาท ใช้ AP จำนวน 390 เครื่อง รองรับ จำนวนผู้ใช้ได้สูงสุด 87,750 เครื่อง (อ้างอิงตามหมายเหตุตารางที่ 4.7) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุน มากกว่า ระบบมาตรฐาน IEEE802.11N ซึ่งมีค่าใช้จ่ายการลงทุนที่ 6,795,000 บาท และค่าใช้จ่ายต่อคนที่ 113 บาท ใช้ AP 130 เครื่อง รองรับ ผู้ใช้งาน ได้สูงสุด 240,500 เครื่อง (อ้างอิงตามตารางที่ 4.5)

4.3 การเปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Received Signal Strength Indication: RSSI)

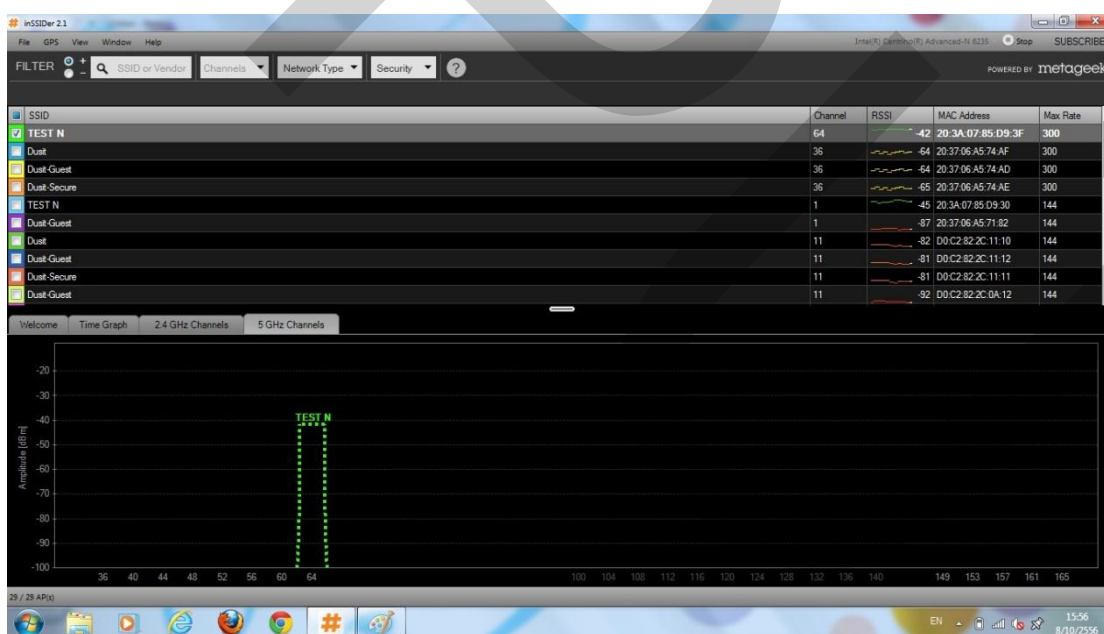
โปรแกรม inSSIDs สามารถกำหนดหรือเลือกเฉพาะสัญญาณที่ต้องการได้โดยนำ เครื่องหมายหน้าชื่อ (SSID) ด้านซ้ายที่ไม่เกี่ยวข้องออก เหลือไว้เพียงค่าสัญญาณที่ทดลองทดสอบ โดยสามารถสังเกตค่าสัญญาณจากชื่อ (SSID) และความแรงหรือความเข้ม (RSSI) ของอุปกรณ์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายที่ได้กำหนดไว้

จากการทดลองทดสอบด้วยโปรแกรม inSSIDs (อ้างอิงขั้นตอนการทดลองทดสอบตาม บทที่ 3 ข้อ 3.3.3) ได้ค่าข้อมูลในการทดลองทดสอบดังต่อไปนี้

ผลทดลองทดสอบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N โดยได้สัญญาณ ค่าข้อมูลความถี่ 2 สัญญาณคือ ย่านความถี่ 2.4GHz ตามภาพที่ 4.4 และย่านความถี่ 5GHz ตามภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.4 ผลการทดลองทดสอบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ย่านความถี่ 2.4GHz



ภาพที่ 4.5 ผลการทดลองทดสอบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ย่านความถี่ 5GHz

จากภาพที่ 4.4 และ 4.5 ผลการทดสอบด้วยโปรแกรม inSSIDers โดยได้ค่าข้อมูลที่แบ่งออก 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 (ส่วนบน) แสดงสถานะความถี่ที่โปรแกรมตรวจพบจากภาพที่ 4.4 และ 4.5 โดยภาพด้านซ้ายแสดงค่าสถานะชื่อ (SSID) และด้านขวาแสดงสถานะช่องสัญญาณความถี่ (Channel) ระดับความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) หมายเลข Network Card (MAC Address) ความเร็วสูงสุด (Max Rate) ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 (ส่วนล่าง) แสดงผลข้อมูลที่ได้จากส่วนที่ 1 (ส่วนบน) ในรูปสัญญาณกราฟ แสดงค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) ชื่อ (SSID) และช่องสัญญาณ (Channel) ผลการแสดงผลข้อมูลจากสัญญาณกราฟที่ใช้ในการทดลองทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลมี 2 ย่านความถี่ คือย่านความถี่ 2.4GHz และย่านความถี่ 5GHz ตามลำดับโดยสังเกตได้จากกราฟแต่ละย่านความถี่นั้นๆ และค่าการทำงาน โดยในแต่ละย่านความถี่ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ค่าข้อมูลทางแนวตั้ง แสดงสถานะความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) โดยตัวเลขทางแนวตั้งมีค่าติดลบตั้งแต่ -20dbm ถึง -100dbm แสดงค่าสัญญาณด้วยกราฟโดยค่าสัญญาณกราฟสูงแสดงความแรงหรือความเข้มของสัญญาณดีกว่าค่าสัญญาณกราฟที่มีค่าต่ำ

ค่าข้อมูลทางแนวนอน แสดงค่าช่องสัญญาณความถี่ (Channel) โดยตัวเลขทางแนวนอน แสดงค่าสัญญาณกราฟในช่องสัญญาณความถี่ (Channel) ที่ได้รับจากเครื่องส่ง โดยแบ่งเป็นช่องสัญญาณย่าน 2.4GHz และ 5GHz โดยช่องสัญญาณความถี่ 2.4GHz Channel มีช่องสัญญาณตั้งแต่ 1 ถึง 11 ช่อง ตามรูปที่ 4.3 ช่องสัญญาณความถี่ 5GHz Channel มีช่องสัญญาณตั้งแต่ 36 ถึง 165 ช่อง ตามรูปที่ 4.4

ผลการทดลองทดสอบค่าสัญญาณ อุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ด้วยโปรแกรม inSSIDs ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลค่าสัญญาณอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ด้วยโปรแกรม inSSIDs

ข้อมูลการทดลองทดสอบ	ช่องสัญญาณความถี่ 2.4GHz	ช่องสัญญาณความถี่ 5GHz
MAC Address	20:3A:07:85:D9:30	20:3A:85:D9:3F
SSID	TEST N	TEST N
Channel	1	64
Max Rate	144	300

จากตารางที่ 4.8 ที่มาและความหมายค่าสัญญาณอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11N มีดังต่อไปนี้

MAC Address (Media Access Control Address) หมายถึง หมายเลขของ Network Card (LAN , Wireless LAN) ซึ่งหมายเลขจะไม่ซ้ำกัน และถูกกำหนดค่ามาจากโรงงานที่ผลิต

SSID (Service Set Identifier) หมายถึง ชื่อที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ซึ่งผู้ให้บริการเป็นผู้กำหนดชื่อขึ้นมา เพื่อให้ผู้รับบริการสามารถเชื่อมต่อสัญญาณไร้สายที่กำหนดได้

Channel หมายถึง ช่องสัญญาณความถี่ที่ใช้รับส่งสัญญาณของตัวอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายซึ่งทำหน้าที่ปล่อยความถี่ให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อในรูปแบบของชื่อ (SSID) ที่ผู้ให้บริการเป็นผู้กำหนด โดยอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และN มีช่องสัญญาณในการรับส่งดังต่อไปนี้

ความถี่ย่าน 2.4GHz มีช่องความถี่ 11 ช่อง มีช่องสัญญาณที่ไม่ซ้อนทับ (Non-overlapping Channel) 3 ช่อง คือช่อง 1,6,11 ตามลำดับ

ความถี่ย่าน 5GHz มีช่องความถี่ 85 ช่อง มีช่องสัญญาณที่ไม่ซ้อนทับ (Non-overlapping Channel) 24 ช่อง คือ 36,40,44,48,52,56,60,64,100,104,108,112,116,120,124,128,132,136,140,149, 153,157,161,165 ตามลำดับ

Max Rate หมายถึง ความเร็วสูงสุดที่ตัวอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายส่งข้อมูลโดย
ตัวอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N มีความเร็วสูงสุด (Max Rate)
ในการส่งข้อมูลที่แตกต่างดังต่อไปนี้

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ย่าน 2.4GHz มีความเร็วสูงสุด
54Mbps

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ย่าน 2.4GHz มีความเร็วสูงสุด
144Mbps

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ย่าน 5GHz มีความเร็วสูงสุด
300Mbps

ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย
มาตรฐาน IEEE 802.11N (Received Signal Strength Indication: RSSI) ได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย
(RSSI)สายมาตรฐาน IEEE802.11N

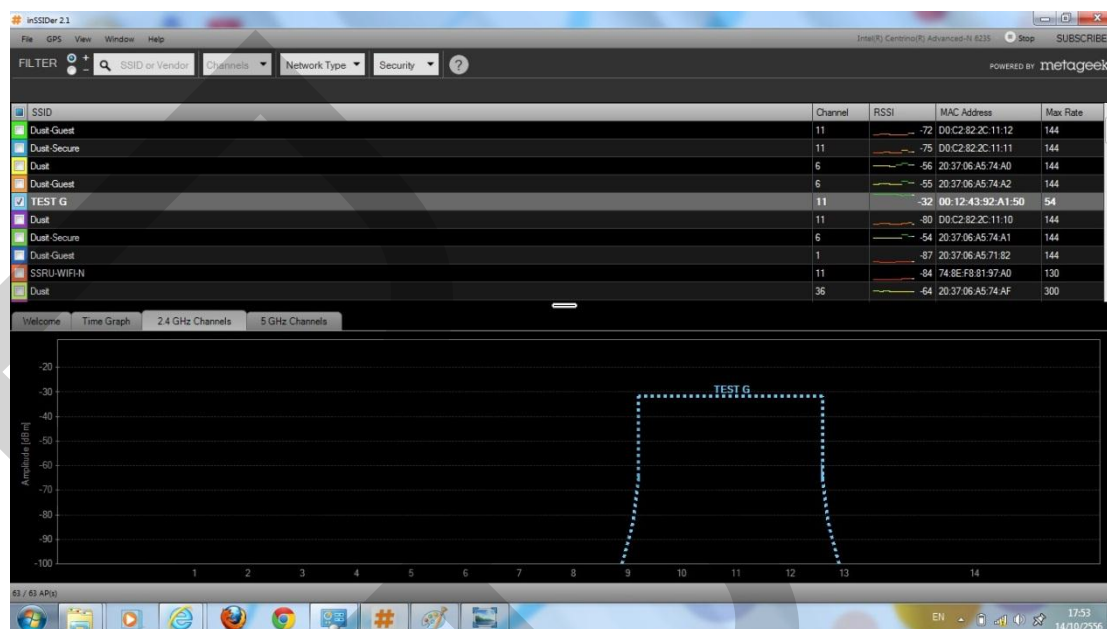
ระยะสัญญาณ	2.4GHz	5GHz
1 เมตร	-37dbm	-42dbm
5 เมตร	-49dbm	-48dbm
10 เมตร	-50dbm	-50dbm
15 เมตร	-59dbm	-50dbm
20 เมตร	-52dbm	-50dbm
25 เมตร	-50dbm	-50dbm
30 เมตร	-66dbm	-50dbm

จากตารางที่ 4.9 ที่มาและความหมายค่าสัญญาณในการทดลองทดสอบความแรงหรือ
ความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (RSSI) มีดังต่อไปนี้

RSSI (Received Signal Strength Indication) หมายถึง อัตรากำลังค่าความแรงหรือความ
เข้มในการส่งของสัญญาณความถี่จากอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย

-dbm (decibels mill watt) หมายถึง ค่าอัตราการสูญเสียหรือค่าลดทอนในการส่งสัญญาณ
(RSSI) ระหว่างเครื่องส่งไปถึงเครื่องรับจากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะทางไกลขึ้นอัตราการ
สูญเสียหรือลดทอนก็จะมากขึ้นเช่นกัน และเนื่องจากเป็นค่าการสูญเสียหรือลดทอนโปรแกรมหรือ
ระบบจึงแทนค่าเป็นจำนวนติดลบ (ออกแบบระบบWireless lan 2nd Edition:อรรณพ ชันธิกุล และ
อำนาจ มีมงคล :2553) โดยค่า -dbm มีค่ามาก (ตัวเลขติดลบน้อย) แสดงว่าอัตราการสูญเสียหรือค่า
ลดทอนในการส่งสัญญาณ (RSSI) จากเครื่องส่งไปถึงเครื่องรับนั้นมีค่าต่ำและสามารถเชื่อมต่อ
สัญญาณได้ดี ในทางกลับกันหากค่า -dbm มีค่าน้อย (ตัวเลขติดลบมาก) แสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมี
อัตราการสูญเสียหรือค่าลดทอนของสัญญาณสูงเครื่องรับเชื่อมต่อสัญญาณได้ไม่ดีเช่น -37dbm จะมี
ค่าความแรงสัญญาณมากกว่า -66dbm เป็นต้น

4.3.3 ทดลองทดสอบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G โดยได้สัญญาณค่าข้อมูลความถี่ 1 สัญญาณคือย่านความถี่ 2.4GHz ตามภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ผลการทดลองทดสอบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ย่านความถี่ 2.4GHz

ผลการทดลองทดสอบค่าสัญญาณอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ด้วยโปรแกรม inSSIDers ได้ผลข้อมูลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลค่าสัญญาณอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ด้วยโปรแกรม inSSIDers

ข้อมูลการทดลองทดสอบ	ช่องสัญญาณความถี่ 2.4GHz
MAC Address	00:12:43:92:A1:50
SSID	TEST G
Channel	11
Max Rate	54

ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย
มาตรฐาน IEEE 802.11G (Received Signal Strength Indication: RSSI)

ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้ม (RSSI) ได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (RSSI)
มาตรฐาน IEEE802.11G

ระยะสัญญาณ	2.4GHz
1 เมตร	-32dbm
5 เมตร	-36dbm
10 เมตร	-40dbm
15 เมตร	-50dbm
20 เมตร	-50dbm
25 เมตร	-50dbm
30 เมตร	-60dbm

4.3.4 เปรียบเทียบผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้มของระบบเครือข่ายไร้สาย
(Received Signal Strength Indication: RSSI) มาตรฐาน IEEE802.11G และ N ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบผลการทดลองทดสอบความแรงหรือความเข้ม(RSSI) ของระบบเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N

ระยะสัญญาณ	มาตรฐานIEEE802.11G	มาตรฐานIEEE802.11N	
	2.4GHz	2.4GHz	5GHz
1 เมตร	-32dbm	-37dbm	-42 dbm
5 เมตร	-36 dbm	-49 dbm	-48 dbm
10 เมตร	-40 dbm	-50 dbm	-50 dbm
15 เมตร	-50 dbm	-59 dbm	-50 dbm
20 เมตร	-50 dbm	-52 dbm	-50 dbm
25 เมตร	-50 dbm	-50 dbm	-50 dbm
30 เมตร	-60 dbm	-66 dbm	-50 dbm

จากตารางที่ 4.12 การทดสอบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N โดยใช้โปรแกรม inSSIDer ทำการวัดค่าสัญญาณ พบว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ย่านความถี่ 2.4GHz มีความเร็วสูงสุด 54 Mbps รวมถึงมีระยะการส่งได้ไกล 30 เมตร ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ความถี่ 2.4GHz มีความเร็วสูงสุด 144 Mbps มีระยะการส่งได้ไกล 30 เมตร และความถี่ 5GHz มีความเร็วสูงสุด 300 Mbps มีระยะการส่งได้ไกล 30 เมตร เช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาถึงค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N มีค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณในแต่ละจุดความแตกต่างกันไม่มากและสามารถรับสัญญาณความถี่และไกลได้ไม่ต่ำกว่ามาตรฐานตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดคือไม่ต่ำกว่า -75dbm (กำหนดมาตรฐานโดยทีมผู้ดูแลระบบ Network มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต)

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเปรียบเทียบขีดความสามารถของมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ในการใช้งานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ ด้านเทคโนโลยีเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่รองรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Capital on Investment) เครื่องข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N และเปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Received Signal Strength Indication: RSSI)

วิธีการที่ใช้ในการศึกษาคือ

1) อ้างอิงจำนวนเครื่องที่ทางมหาวิทยาลัยทำการแจกให้นักศึกษา ปริญญาตรีหลักสูตร 4 ปี

2) กำหนดเปรียบเทียบเงินลงทุนสำหรับค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Investment for Fixed Capital)

3) ทดสอบการครอบคลุมสัญญาณเฉพาะบริเวณสำนักวิทยบริการ อ้างอิงหลักเกณฑ์ความแรงของสัญญาณตามค่ามาตรฐานผู้ดูแลระบบ (Administer) มหาวิทยาลัยที่ -75 dB (Received Signal Strength Indication หรือ RSSI)

สรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N เฉพาะบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตได้ดังนี้

5.2 เปรียบเทียบจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ตามช่วงอายุการใช้งาน (Stages of Product Life Cycle)

การเปรียบเทียบด้านเทคโนโลยีเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย IEEE802.11G และ N พบว่าการเริ่มต้นใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีจำนวน 5,500 เครื่องในปี 2549 และเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 11,000 เครื่อง ในปี 2550-2552 และลดลงเหลือเพียงจำนวน 5,500 เครื่อง ในปี 2553

ขณะที่การใช้เครื่องที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีการเริ่มต้นใช้ในปี 2551 จำนวน 4,500 เครื่องและเพิ่มจำนวนเครื่องขึ้นอย่างต่อเนื่องในปี 2552-2554 เท่ากับ 8,500 เครื่อง 12,000 เครื่อง 15,500 เครื่อง ตามลำดับ และจำนวน 14,500 เครื่องในปี 2555 โดยสรุปคือ จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่รองรับสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีอัตราการจำนวนผู้ใช้งานที่น้อยลงจนถึงปี 2553 หลังจากนั้นไม่ปรากฏเครื่องที่ใช้สัญญาณดังกล่าว ในขณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่รองรับสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีแนวโน้มของอัตราจำนวนผู้ใช้ที่เพิ่มมากขึ้น

5.3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N (Investment for Fixed Capital)

เปรียบเทียบการลงทุนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย 1 ชุด มีจำนวน AP130 เครื่อง ทั้งมาตรฐาน IEEE802.11G และ N ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ในปี 2555 จำนวน 14,500 เครื่องปรากฏว่า ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G สามารถรองรับการใช้งานได้ 29,250 เครื่อง ขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N สามารถรองรับการใช้งานได้ 240,500 เครื่อง ดังนั้นมาตรฐาน IEEE802.11G และ N สามารถรองรับการใช้ของผู้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายภายในมหาวิทยาลัยได้ทั้งสองระบบ

จากข้อมูลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในภาพรวมของ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย มาตรฐาน IEEE802.11G และ N ค่าใช้จ่ายพิจารณาบนเกณฑ์ของช่วงระยะเวลา 4 ปีที่นักศึกษาอยู่ใช้งานทั้ง 2 ระบบของเทคโนโลยี พบว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเท่ากับ 2,940,000 บาท และสามารถรองรับผู้ใช้งานได้สูงสุดจำนวน 29,250 เครื่อง ค่าใช้จ่ายต่อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) ที่รองรับระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ตามความสามารถจะมีเท่ากับ 100.51 บาท แต่เมื่อพิจารณาจากจำนวนเครื่องที่ใช้งานจริงในปี 2555 จะมีค่าใช้จ่ายต่อเครื่องในการใช้ระบบงานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในการลงทุนเพื่อดำเนินการเท่ากับ 202.75 บาท ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อดำเนินการรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 6,795,000 บาท และสามารถรองรับการใช้งานได้สูงสุด 240,500 เครื่อง มีค่าใช้จ่ายเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) นี้ จะมีค่าที่รองรับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายเท่ากับ 28.25 บาท แต่เมื่อพิจารณาจำนวนเครื่องที่ใช้งานปีจริงในปี 2555 จะมีค่าใช้จ่ายต่อเครื่องในการใช้ระบบงานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายนี้เท่ากับ 468.62 บาท

5.4 เปรียบเทียบความแรงหรือความเข้มของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Received Signal Strength Indication: RSSI)

ผลจากการเปรียบเทียบมาตรฐาน IEEE802.11G และ N พบว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G ย่านความถี่ 2.4GHz มีความเร็วสูงสุด 54Mbps รวมถึงมีระยะการส่งได้ไกล 35เมตร ในขณะที่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ความถี่ 2.4GHz มีความเร็วสูงสุด 144Mbps มีระยะการส่งได้ไกล 35เมตร และความถี่ 5GHz มีความเร็วสูงสุด 300Mbps มีระยะการส่งได้ไกล 35เมตร เช่นเดียวกัน ทางด้านค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ (RSSI) ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และ N มีค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณในแต่ละจุดมีความแตกต่างกันไม่มากและสามารถรับสัญญาณความไกลและไกลได้เท่ากัน แต่มาตรฐานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N มีความสามารถในการอัตราการถ่ายโอนข้อมูลได้เร็วกว่าแบบระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G แต่ผู้ใช้ที่อยู่ในสถานะที่ยอมรับได้ในการใช้งานทั่วไป แม้สมรรถนะการถ่ายโอนข้อมูลของแบบ IEEE802.11N จะดีกว่า

5.5 การอภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอการเปรียบเทียบระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายทั้งสองระบบ กล่าวคือ ระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย มาตรฐาน IEEE802.11G และ N ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N อยู่ในช่วงของการเจริญเติบโต เมื่อเทียบกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก่อนหน้านี้ที่อยู่ในช่วงตกต่ำ หรือเลิกใช้ไปแล้ว แต่เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าและประมาณการค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในการใช้งานจริง ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาตรฐาน IEEE802.11G มีค่าใช้จ่ายต่อเครื่องตลอด 4ปี ของการใช้งานน้อยกว่าอยู่ที่ 202.75 บาท ขณะที่มาตรฐาน IEEE802.11N มีค่าใช้จ่ายต่อเครื่องผู้ใช้งานอยู่ที่ 468.82 บาท แสดงถึงความคุ้มค่าที่จะลงทุนมากกว่า มาตรฐานของระบบใหม่มาตรฐาน IEEE802.11N และค่าใช้จ่ายที่ลงทุนเพื่อดำเนินการที่น้อยกว่าคือ 2,940,000 บาท ขณะที่มาตรฐาน IEEE802.11N มีค่าใช้จ่ายที่ลงทุนเพื่อดำเนินการอยู่ที่ 6,795,000 บาท แต่เมื่อพิจารณาถึง การบำรุงรักษาที่อาจมีต่อไปในอนาคต และความล้าสมัยระบบมาตรฐาน IEEE802.11G ก็อาจจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่มีมากกว่าได้ และจากการคำนวณความสามารถเต็มที่ของระบบมาตรฐาน IEEE802.11G จะอยู่ที่ 29,250 เครื่อง ซึ่งจะมีความคุ้มค่าต่อเครื่องผู้ใช้ที่ 100.51 บาท ขณะที่ระบบมาตรฐาน IEEE802.11 N มีความสามารถเต็มที่อยู่ที่ 240,500 เครื่อง มีค่าใช้จ่ายต่อเครื่องผู้ใช้ที่ 28.25 บาท นั่นคือการใช้ประโยชน์จากความสามารถของระบบยังทำได้ไม่เต็มที่ กล่าวคือ ถ้ามีจำนวนผู้ใช้ใกล้เคียงหรือมากกว่าขีด

ความสามารถของระบบมาตรฐาน IEEE802.11G ก็ควรเปลี่ยนไปเลือกใช้ระบบมาตรฐาน IEEE802.11N จะดีกว่าและน่าจะมีต้นทุนในค่าใช้จ่ายต่อเครื่องที่ต่ำกว่า และทั้งสองระบบจะมีค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณในแต่ละจุดมีความแตกต่างกันไม่มากและสามารถรับสัญญาณความถี่และไกลได้เท่ากัน

5.6 ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N สามารถรองรับการใช้งานได้มากกว่าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G และสามารถรองรับการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายที่เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G อาจสามารถนำไปใช้ในจุดให้บริการอื่นที่รองรับผู้ใช้งานที่มีจำนวนน้อย อย่างเช่น ศูนย์การศึกษาต่างจังหวัดที่มีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรเพียงพอกับการใช้งานแบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11G โดยไม่จำเป็นต้องใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11N ซึ่งอาจเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยไม่มีจำนวนผู้ใช้งานพอที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าและมีการลงทุนที่ต่ำกว่าด้วย

ในอนาคต หากต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบเครือข่ายอื่นๆต่อไป จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทั้งข้อดีและข้อเสีย อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน และต้นทุนค่าเสียโอกาสเพื่อเป็นข้อมูลประกอบสำหรับผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจและทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ครบครันและรอบคอบจะทำให้สามารถพิจารณาคัดเลือกในการนำเอาระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรองรับการใช้งานได้ดีต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้พิจารณาระบบเครือข่ายในขณะนั้น ทั้งนี้เพราะได้มีการพิจารณาทั้งในแง่ต้นทุนและความสามารถของระบบไปด้วยกันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจสำหรับองค์กรต่างๆที่มีขนาดผู้ใช้งานจำกัดและมีความสามารถในการลงทุนที่จำกัด นอกจากนี้ผู้ตัดสินใจในเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ต้องตระหนักถึงช่วงวงจรชีวิตของแต่ละระบบด้วยว่าอยู่ในช่วงไหนและอนาคตที่คาดหวังจะใช้มีอยู่อีกนานเท่าใดด้วย



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นฤชิต แวศรีผ่อง และ รุ่งทิวา ศิริনারรัตน์. (2543). *คอมพิวเตอร์เบื้องต้น* (ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- อำนาจ มีมงคล และอรณพ ชันธิกุล. (2553). *ออกแบบและติดตั้งระบบ wireless Lan 2 nd Edition*. นนบุรี: ไอดีซี.
- พรณี สวนเพลง. (2552). *เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมสำหรับการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมคิด พรหมจ้อย. (2542). *เทคนิคการประเมินโครงการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณัฐพันธ์ เจรนนันท์. (2551). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ*. กรุงเทพฯ :ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ดวงมณี โกมารทัต. (2555). *การบัญชี ต้นทุน* (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล และเจษฎาพร ยุทธนวิบูลย์ชัย. (2550). *ระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีการจัดการความรู้*. กรุงเทพฯ :ซีเอ็ดยูเคชั่น
- ดนัย ชุตทอง. (2549). *ระบบให้บริการเครือข่ายไร้สายร่วมกันระหว่างองค์กร* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิศพราว เหล่าบุศรากุล. (2547). *การวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายแลนไร้สาย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐวัฒน์ นาคเทวัญ. (2553). *การวัดประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบระหว่างมาตรฐาน IEEE 802.11g และ 802.11n* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วราธร ปัญญางาม. (2543). *การประมาณต้นทุนของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วยวิธีการบัญชีต้นทุนตามกิจกรรม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุภาวดี บาลี. (2555). การประเมินการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาสำหรับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จักร ชมกฤษ. (2553). การประเมินสภาพการใช้งานบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

รู้จัก Wireless LAN ก่อนการเลือกซื้อ. สืบค้นเมื่อ 13 มีนาคม พ.ศ. 2556, จาก

<http://www.buycoms.com/buyers-guide/wireless-lan/index.asp>

Wi-Fi Internet Trend (แนวโน้มไว-ไฟในอนาคต). สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม พ.ศ. 2556, จาก

<http://www.nextproject.net/contents/default.aspx?00031>

inSSIDer โปรแกรมตรวจสอบ Wireless. สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน พ.ศ. 2556, จาก

<http://www.metageek.net/products/inssider/>

พรชัย อุบล สุภาภรณ์ เกียรติสิน วรวิญญู วงเสรี อติสร ลีลาสันติธรรม. การออกแบบและวัดผลประสิทธิภาพระบบเครือข่ายไวเมกซ์ ระหว่างวิทยาเขตพญาไทและวิทยาเขตศาลายาของเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ความถี่ 2.5GHz, 3.5GHz, 5GHz. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2556, จาก

http://www.it.msu.ac.th/th/2013/admin/file_news/Lesson5.pdf

การบริหารเชิงกลยุทธ์. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2556, จาก

<http://yourstrategy.blogspot.com/2010/04/introduction.html>

สุปัญญาไชยชาญ. (2543). หลักการตลาด (Principle of Marketing). สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน 2556,

จาก [http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=MK203\(48\)](http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=MK203(48))

แนวคิดทางการตลาด. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2556, จาก

<http://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sms/market/mainunit.htm>

หลักการตลาดสืบค้น. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2556, จาก

<http://cw.rmuti.ac.th/source/marketprinciples/unit1001.htm>

วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle). สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2556, จาก

<http://kantakannikar.blogspot.com/2012/09/product-life-cycle.html>

อนุรักษ์ ทองสุโขวงศ์. (2548). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบัญชีต้นทุน. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน

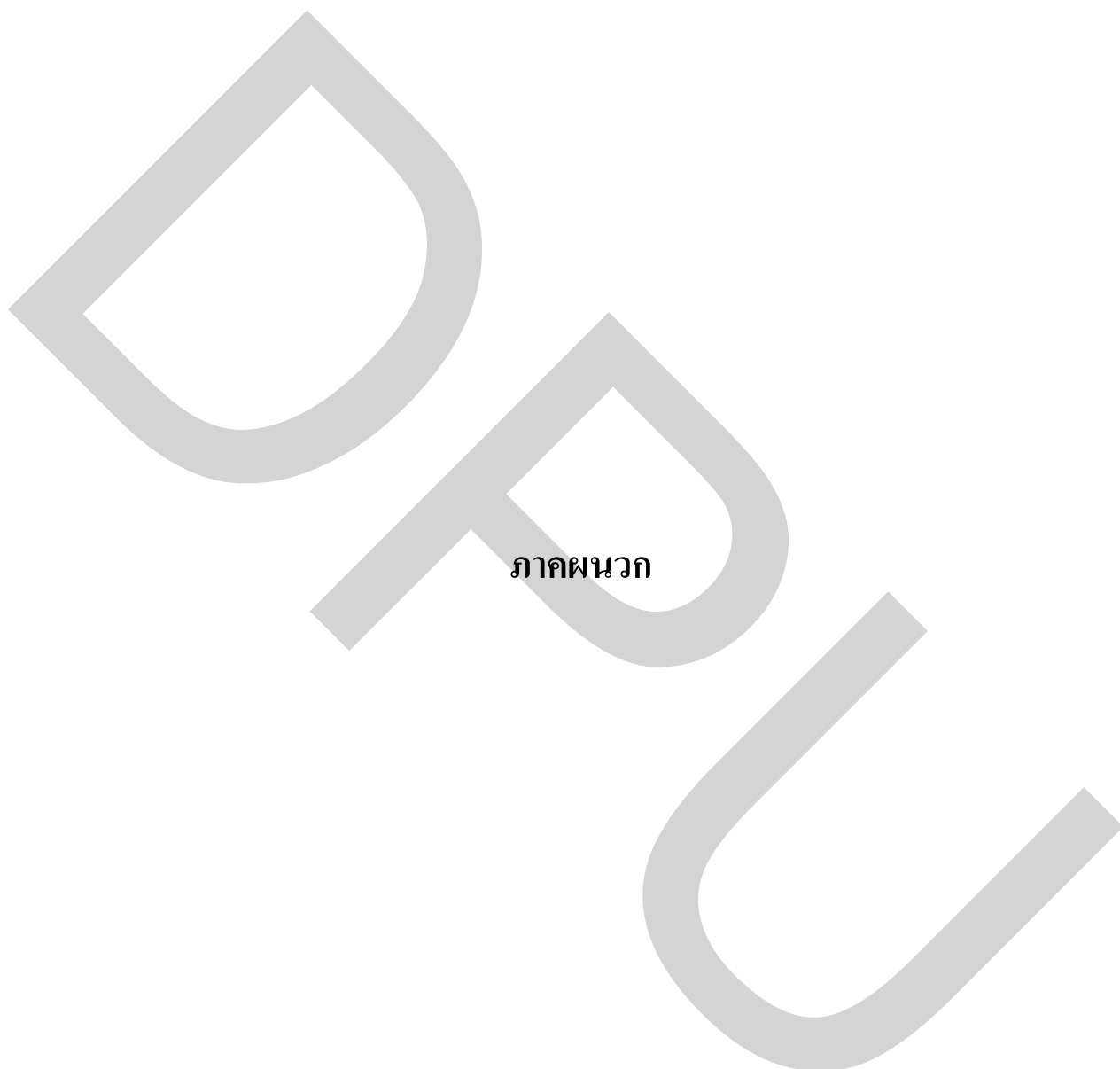
2556, จาก <http://home.kku.ac.th/anuton/cost%20accounting/cost%20split.htm>

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในอนาคต. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2556, จาก
<http://www.ist.cmu.ac.th/riseat/nl/2002/04/01.php>

ภาษาต่างประเทศ

BOOK

Ha CheolLee. (2011). *DCF Throughput Analysis of IEEE 802.11a/g/n-based Mobile LAN over Correlated Fading Channel*. International Journal on Electrical Engineering and Informatics, 3(4).



ภาคผนวก ก

ใบประเมิน/เสนอราคาการจัดซื้อครุภัณฑ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

รายละเอียดของ วัสดุ/ครุภัณฑ์ ที่จะซื้อหรืองานที่จะจ้าง
ตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พ.ศ.2553

ลำดับ ที่	รายการ ชื่อ ลักษณะ ขนาด ยี่ห้อ	ขอดำเนินงานครั้งนี้				เหตุผลที่ ต้อง ดำเนินงาน
		จำนวน	หน่วยละ	ส่วนลด	รวมเงิน	
1	Wireless Access Point 801.11a/g/n 130 เครื่อง	1 งาน	4,409,425.00	0.00	4,409,425.00	
2	อุปกรณ์ Access Switch 48 Port 4 เครื่อง	1 งาน	160,125.00	0.00	160,125.00	
3	ค่าลิขสิทธิ์ (License)	1 งาน	129,020.00	0.00	129,020.00	
4	อุปกรณ์ Wireless Controller	1 งาน	1,145,000.00	0.00	1,145,000.00	
5	ค่าการติดตั้งระบบบริหาร การจัดการ	1 งาน	150,000.00	0.00	150,000.00	
6	ค่าพัฒนาซอฟต์แวร์	1งาน	252,520.00	0.00	252,520.00	
7	ค่าเดินสายติดตั้งอุปกรณ์ (Cable System)	1งาน	388,410.00	0.00	388,410.00	
8	ค่าอบรมและทดสอบ ระบบ	1 งาน	160,500.00	0.00	160,500.00	
-		รวมเงิน			6,795,000.00	
		ส่วนลด			0.00	
		รวมเงินหลังหักส่วนลด			6,795,000.00	
		ราคาสินค้า			6,795,000.00	
		ภาษีมูลค่าเพิ่ม			0.00	
		ส่วนลดหลังหักภาษี			6,795,000.00	
		รวมเป็นเงิน				
รวมเป็นเงิน (หกล้านสองแสนสี่หมื่นหกพันเก้าสิบบาทถ้วน)						
ผู้สำรวจ				บันทึก		
.....				อนุมัติให้ดำเนินการได้และทำให้ถูกต้อง		
เจ้าหน้าที่พัสดุ วัน/เดือน/ปี		ผู้ขออนุญาต วัน/เดือน/ปี		ตามระเบียบ		
				[] อนุมัติ [] ไม่อนุมัติ		
						
				อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต		

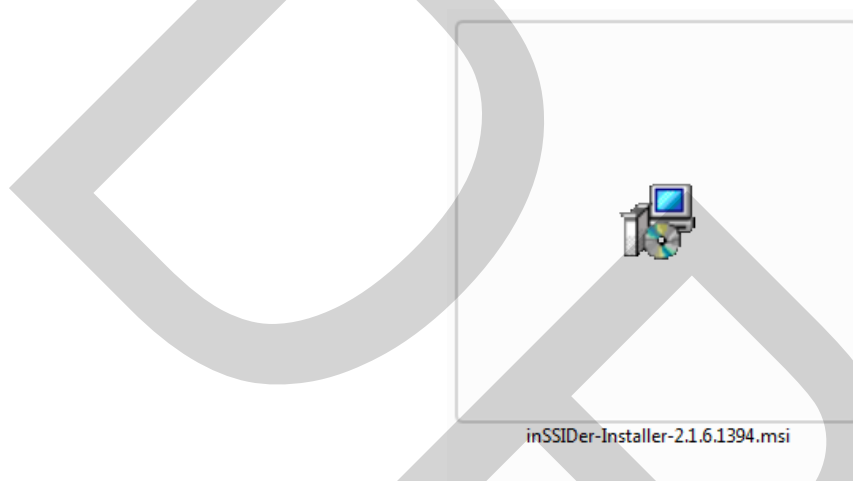
รายละเอียดของ วัสดุ/ครุภัณฑ์ ที่จะซื้อหรืองานที่จะจ้าง
ตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พ.ศ.2549

ลำดับที่	รายการ ชื่อ ลักษณะ ขนาด ยี่ห้อ	ขอดำเนินงานครั้งนี้				เหตุผลที่ต้อง ดำเนินงาน
		จำนวน	หน่วยละ	ส่วนลด	รวมเงิน	
1	Wireless Access Point 801.11g 130 เครื่อง	1 งาน	1,300,000.00	0.00	1,300,000.00	
2	อุปกรณ์ Access Switch 48 Port 4 เครื่อง	1 งาน	300,000.00	0.00	300,000.00	
3	ค่าลิขสิทธิ์ (License)	1 งาน	130,000.00	0.00	130,000.00	
4	อุปกรณ์ Wireless Controller	1 งาน	930,000.00	0.00	930,000.00	
5	ค่าการติดตั้งระบบบริหารการ จัดการ	1 งาน	150,000.00	0.00	150,000.00	
6	ค่าพัฒนาซอฟต์แวร์	1 งาน	200,000.00	0.00	200,000.00	
7	ค่าเดินสายติดตั้งอุปกรณ์ (Cable System)	1 งาน	260,000.00	0.00	260,000.00	
8	ค่าอบรมและทดสอบระบบ	1 งาน	150,000.00	0.00	150,000.00	
รวมเงิน					3,420,000.00	
ส่วนลด					0.00	
รวมเงินหลังหักส่วนลด					3,420,000.00	
ราคาสินค้า					3,420,000.00	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม					0.00	
ส่วนลดหลังหักภาษี					0.00	
รวมเป็นเงิน					3,420,000.00	
รวมเป็นเงิน (สองล้านเจ็ดแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)						
ผู้สำรวจ				บันทึก		
.....				อนุมัติให้ดำเนินการได้และทำให้ถูกต้อง		
เจ้าหน้าที่พัสดุ วัน/เดือน/ปี		ผู้ขออนุญาต วัน/เดือน/ปี		ตามระเบียบ		
				[] อนุมัติ [] ไม่อนุมัติ		
						
				อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต		



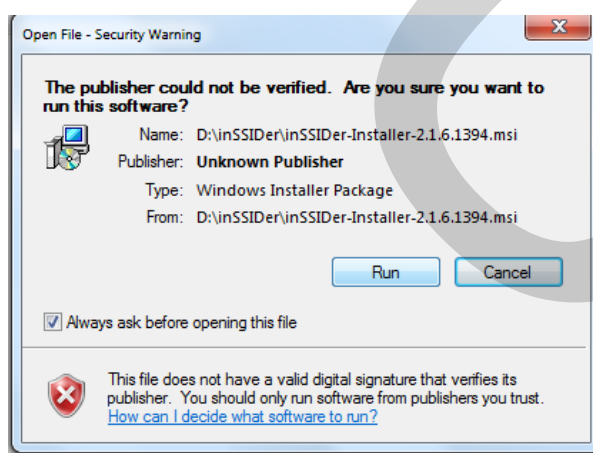
ภาคผนวก ข
โปรแกรม inSSIDer

โปรแกรม inSSIDer ไว้สำหรับตรวจสอบสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless) ซึ่งมีความสามารถหลายอย่าง เช่น ตรวจสอบความถี่ของสัญญาณ ความเข้มของสัญญาณซึ่งโปรแกรมตัวนี้ สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายโดยสามารถ Download โปรแกรมได้จาก <http://www.metageek.net/products/inssider/> โดยได้โปรแกรกดังภาพที่ ข-1



ภาพที่ 1 โปรแกรม inSSIDer

ทำการ ติดตั้งโปรแกรม ตามขั้นตอน โดยกดปุ่ม Run ดังนี้ภาพที่ 2 และ ปุ่มNext ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

ติดตั้งโปรแกรม ติดตั้งโปรแกรมสำเร็จจะได้อ้างภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

ส่วนที่ 1(ส่วนบน)

แสดงสถานะความถี่ที่โปรแกรมตรวจพบจากภาพที่ 4.9และ4.10 โดยภาพด้านซ้ายแสดงค่าสถานะข้อมูลชื่อ(SSID) และด้านขวาแสดงสถานะช่องสัญญาณความถี่(Channel)ระดับความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ(RSSI)หมายเลข Network Card(MAC Address)ความเร็วสูงสุด(Max Rate)ตามลำดับ

โปรแกรมinSSIDsสามารถกำหนดหรือเลือกเฉพาะสัญญาณที่ต้องการได้โดยนำเครื่องหมายหน้าชื่อ(SSID)ด้านซ้ายที่ไม่เกี่ยวข้องออก เหลือไว้เพียงค่าสัญญาณที่ทดลองทดสอบ โดยสามารถสังเกตค่าสัญญาณจากชื่อ(SSID) และความแรงหรือความเข้ม(RSSI)ของอุปกรณ์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายที่ได้กำหนดไว้

ส่วนที่ 2 (ส่วนล่าง)

แสดงผลข้อมูลที่ได้จากส่วนที่ 1 (ส่วนบน) ในรูปสัญญาณกราฟ แสดงค่าความแรงหรือความเข้มของสัญญาณ(RSSI) ชื่อ(SSID)และช่องสัญญาณ(Channel)ผลการแสดงข้อมูลจากสัญญาณกราฟที่ใช้ในการทดลองทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลมี2ย่านความถี่ คือย่านความถี่ 2.4GHzและย่านความถี่ 5GHz ตามลำดับ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายณัฐกานต์ พงษ์พันธุ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557 อดิศาสตร์บัณฑิต (อ.บ.)

สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
(วิทยาเขตสุพรรณบุรี)

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

เจ้าหน้าที่กลุ่มงานเทคนิคและระบบเครือข่าย
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต