



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702 /4757 โทรสาร 4750
ที่ ศธ 5621/ 1267 วันที่ - 2 ส.ค. 2556
เรื่อง การตรวจสอบหลักฐานโครงการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา พรหมมาก (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

ตามที่ท่านได้รับจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัย โครงการการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวเม็กซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอด-แบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 จำนวนเงิน 234,000.00 บาท (สองแสนสามหมื่นสี่พันบาทถ้วน) โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา พรหมมาก เป็นหัวหน้าโครงการนั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้ตรวจสอบหลักฐานการใช้จ่ายเงินเพื่อการวิจัยดังกล่าวแล้ว ในการนี้ จึงใคร่ขอแจ้งผลการตรวจสอบหลักฐานดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. หลักฐานการเงินที่เกิดขึ้นจากการวิจัยเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 234,036.40 บาท (สองแสนสามหมื่นสี่พันสามสิบหกบาทสี่สิบสตางค์) โดยมี

1.1 จำนวนเงินคงเหลือจากการวิจัย จำนวน 0.00 บาท (ศูนย์บาทถ้วน)

1.2 จำนวนเงินดอกเบี้ยจากบัญชีโครงการทั้งหมด ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัย ถึง ณ วันที่ ปิดบัญชีโครงการ

1.3 แก้ไข/เพิ่มเติมเอกสาร ตามเอกสารแนบ

2. จากข้อ 1.1 และ 1.2 หัวหน้าโครงการดำเนินการปิดบัญชีโครงการ และโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่บัญชี 707-2-14444-2 ประเภทบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ สาขา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. จัดส่งสำเนาสมุดบัญชีเงินฝากโครงการหลังปิดบัญชี และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมหลักฐานการเงินทั้งหมด มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดำเนินการด้วยจักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702/4757 โทรสาร 4750
 ที่ ศธ 5621/ 1355 วันที่ 15 ส.ค 2556
 เรื่อง นำส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยและเงินโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนา ขอส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย โครงการวิจัยการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา พรหมมาก สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็นหัวหน้าโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

งบประมาณ ที่ได้รับจัดสรร	ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ของโครงการ	จำนวนเงิน คงเหลือ	ดอกเบี้ย	วันที่โอนเงิน และ จำนวนเงินที่โอนเข้ามหาวิทยาลัย
234,000.00 บาท	234,036.40 บาท	0.00 บาท	482.02 บาท	โอนเงิน 14/8/2556 จำนวนเงิน 482.02 บาท ส่วนเกิน- บาท

*หมายเหตุ:ตรวจสอบเบื้องต้น ยังไม่มีการออกใบเสร็จ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ศธ 5621/ว. 413

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย
ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000

13 สิงหาคม 2556

เรื่อง ขอมอบรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรียน สำเนาแจ้งท้าย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ด้วยสถาบันวิจัยและพัฒนา ได้รวบรวมรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จในเดือนสิงหาคม 2556 ได้แก่ รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด

เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอมอบรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์มาเพื่อใช้ประโยชน์ตามที่เห็นสมควรต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

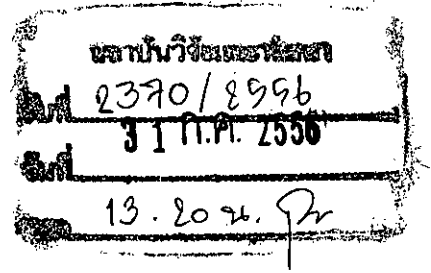
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ฝ่ายเผยแพร่ผลงานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์ 044-224756 โทรสาร 044-224750



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



หน่วยงาน.....สถานวิจัย.....สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่.....ศร.5614(22)/ 355.....วันที่ 30 กรกฎาคม 2556
เรื่อง.....ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.....

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

①

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอนำส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ จาก
สำนักงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2554 ของผู้ศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา พรหมมาก ชื่อโครงการการพัฒนา
เทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้
งบประมาณที่จำกัด จำนวน 15 เล่ม พร้อม CD 1 แผ่น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบตี

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการ

②

เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย

เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

④

รับรายงานวิจัยจำนวน 15 เล่ม และ

☒ CD 1 แผ่น ☐ อื่นๆ.....

สุจิตต์
๑ ส.ค. ๕๖

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

๑ ส.ค. ๒๕๕๖

③

เรียน ฝ่ายเผยแพร่ผลงานวิจัย

เพื่อทราบ พร้อมนี้ได้นำส่งรายงานการวิจัย

จำนวน 15 เล่ม และ ☒ CD 1 แผ่น ☐ อื่นๆ.....

สุจิตต์
๒ ส.ค. ๕๖



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ 1071

วันที่ 2 กรกฎาคม 2556

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยของคณะอนุกรรมการฯ

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา พรหมมาก สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่งรายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด มาเพื่อเสนอต่อคณะอนุกรรมการพิจารณากันกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัยนั้น

คณะอนุกรรมการฯ มีมติเห็นชอบร่างรายงานการวิจัยดังกล่าวแล้ว ตามหนังสือแจ้งเวียนที่ ศธ 5621/ว 311 ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2556

สถาบันวิจัยฯ จึงขอความร่วมมือจากท่านในการแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดังกล่าวเพื่อทราบมติของคณะอนุกรรมการฯ และส่งรายงานฉบับสมบูรณ์พร้อมทั้งจัดส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องให้สถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 31 กรกฎาคม 2556 ตามรายการดังต่อไปนี้

1. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 15 เล่ม ตามรูปแบบที่กำหนดคือ ปกสีฟ้า และเข้าเล่มแบบไสกาว สำเนาแบบหน้าเดียว ยกเว้น กรณีที่มีจำนวนหน้าตั้งแต่ 100 หน้าขึ้นไปขอให้สำเนาหน้า/หลังทั้งนี้ เพื่อนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป กรณีที่มีข้อจำกัดในการเผยแพร่ โปรดแจ้งให้สถาบันวิจัยและพัฒนาทราบด้วย

2. เพื่อให้สอดคล้องกับแนวปฏิบัติของระบบบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (NRPM) ขอให้ส่งแผ่น CD บันทึกข้อมูลรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทั้งฉบับเป็นไฟล์ pdf และเฉพาะบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ให้บันทึกเพิ่มเป็นไฟล์ MS-Word อีก 1 ไฟล์

3. รายงานการใช้จ่ายเงินงวดสุดท้าย (ตามแบบ สบวพ.-ง-02)

4. หลักฐานใบเสร็จรับเงินที่เกิดจากการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

5. กรณีที่มีการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยในการซื้อครุภัณฑ์หรือหนังสือ ต้องส่งครุภัณฑ์หรือหนังสือดังกล่าวคืนสถาบันวิจัยและพัฒนาด้วย

6. สำเนาบัญชีเงินฝากของโครงการวิจัยเฉพาะหน้าที่มีการเคลื่อนไหวของเงิน (เพื่อตรวจสอบเบื้องต้น) โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา จะแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยทราบอีกครั้งเพื่อดำเนินการโอนเงินคงเหลือและดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นทั้งหมดให้มหาวิทยาลัยต่อไป)

(สำหรับข้อ 3-6 โปรดสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมที่ฝ่ายธุรการของสถาบันฯ โทร. 4702)

พร้อมนี้ได้ส่งรายงานการวิจัยคืนมาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และโปรดแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดำเนินการต่อไปด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศร 5621/ว 311

วันที่ 18 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขอมติคณะอนุกรรมการพิจารณาการขึ้นเครื่องและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

เรียน <<สำเนาแจ้งท้าย>>

ด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา พรหมมาก สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 วงเงินรวม 234,000 บาท ได้ส่งร่างรายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มาเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะอนุกรรมการพิจารณาการขึ้นเครื่องและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย รายละเอียดตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอความร่วมมือจากท่านในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยตามที่ได้เรียนให้ทราบข้างต้น และโปรดแจ้งผลการพิจารณารับรองร่างรายงาน หรือความเห็นอื่นๆ ไปยังสถาบันวิจัยฯ ตามแบบแจ้งผลการพิจารณาด้านหลังหนังสือฉบับนี้ ภายในวันที่ 25 มิถุนายน 2556 และขอความกรุณาส่งเอกสารคืนด้วย จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาแจ้งท้าย

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานวิจัย

ของคณะกรรมการพิจารณากันกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

ตามหนังสือที่ ศร 5621/ว 311 ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2556

ข้าพเจ้า <<สำเนาแจ้งท้าย>>

ขอแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแม็กซ์
สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด โดย ผู้ช่วย

ศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา พรหมมาก สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่แจ้งเวียนขอมติคณะกรรมการฯ

ดังนี้

- ☐ เห็นชอบรับรองร่างรายงานการวิจัยตามที่เสนอ
- ☐ มีความเห็นอื่นๆ ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ)

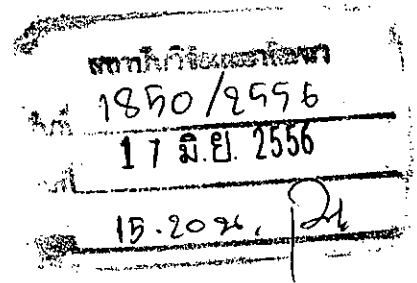
.....

(<<สำเนาแจ้งท้าย>>)

-----/-----/-----



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



หน่วยงาน.....สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่.....ศธ.5614(22)/ 263.....วันที่ 14 มิถุนายน 2556
เรื่อง.....ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง).....

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอนำส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง) ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ จากสำนักงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2554 ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุดิมา พรหมมาก ชื่อโครงการการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงพื้นที่ทางไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว จำนวน 7 เล่ม ดังแนบ

น. กิตติเทพ

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เพ็ญขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบตี

เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการ
(เพื่อทราบ เอกสารส่งไปสถาบันฯ แล้ว)

น. อนันต์ ทองระอา

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

18 มิ.ย. 2556



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ ๗๑3

วันที่ 21 พฤษภาคม 2556

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัย)

ตามที่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา พรหมมาก สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ส่งร่างรายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ทางไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา จำนวน 1 ชุด เพื่อส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานั้น

บัดนี้ ร่างรายงานการวิจัยเรื่องดังกล่าวได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้แจ้งผลการประเมินโดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม รายละเอียดตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

สถาบันวิจัยฯ จึงขอความร่วมมือในการแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อทราบผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ และขอให้จัดส่งร่างรายงานการวิจัยที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว จำนวน 7 ชุด โดยยังไม่ต้องจัดทำเป็นรูปเล่ม สำหรับแจ้งเวียนเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะอนุกรรมการพิจารณา กลั่นกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย ทั้งนี้ ขอให้ส่งไปยังสถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 21 มิถุนายน 2556

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และโปรดแจ้งหัวหน้าโครงการดำเนินการต่อไปด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ศธ 5621/ ๔๖๐



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

13 มิ.ย. 2556

เรื่อง ขอขอบคุณ

เรียน อาจารย์ ดร. นรารัตน์ เรืองชัยจตุพร

ตามที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอ่าน
ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการ
สื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้รับผลการอ่านร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ดังกล่าวแล้ว และได้โอนเงิน
ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิ เข้าบัญชีธนาคารไทยพาณิชย์ เลขที่บัญชี 551-415568-0 จำนวนเงิน 1,000 บาท (หนึ่ง
พันบาทถ้วน) เมื่อวันที่ 13 มิ.ย. 2556.....จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และหวังว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านอีกในโอกาสต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์ 044-224702 /โทรสาร 044-224750

แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ข้าพเจ้าได้พิจารณาสาระทางวิชาการของร่างรายงานการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคนิคการออกแบบ
เครือข่ายไอแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้
งบประมาณที่จำกัด” เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งผลการพิจารณาพร้อมทั้งส่งคืนเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| 1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ | จำนวน 1 แผ่น |
| 2. แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย | จำนวน 1 แผ่น |
| 3. แบบประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัยรายการโครงการ | จำนวน4.... แผ่น |
| 4. แบบเสนอโครงการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |
| 5. ร่างรายงานการวิจัย | จำนวน 1 ชุด |

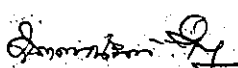
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ลงนาม..... นวรัตน์ เรืองชัยบุตร

(อาจารย์ ดร. นวรัตน์ เรืองชัยบุตร)

17 / พ.ค. / 2556

สำหรับเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

1) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติให้ฝ่ายธุรการ ดำเนินการเบิกจ่ายค่าตอบแทนให้แก่ผู้ทรงคุณวุฒิ ในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เป็นเงิน 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน) พร้อม ค่าธรรมเนียมในการจัดส่งเงินดังกล่าว (ถ้ามี)  (นางสาวจิตตานันท์ ดิกุล) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายประสานงานการวิจัย 21 / พค / 56	2) อนุมัติ (รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา / /
--	---


21 06 56

ลับ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1

แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ข้าพเจ้าขอแจ้งความประสงค์ในการรับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ของโครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ให้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด” ดังนี้

- ☒ ยินดีรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และประสงค์ให้ส่งคำตอบแทนโดย
- ☐ ส่งธนณัติวงเงิน 1,000 บาท ส่งจ่าย ปณ.....
- ☒ โอนเงินวงเงิน 1,000 บาท เพื่อเข้าบัญชีเงินฝาก (ยกเว้น ธนาคารออมสิน)
ธนาคาร..... ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน).....
เลขที่บัญชี 551-415368-0.....
ชื่อบัญชี นางสาวนงนุช เรืองชัยจตุพร.....

- ☐ ไม่สะดวกในการรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัยเรื่องนี้ และขอแนะนำให้ติดต่อ.....
.....
หน่วยงาน.....
.....
.....

ลงนาม นงนุช เรืองชัยจตุพร
(อาจารย์.ดร. นรรัตน์ เรืองชัยจตุพร)
17 / พ.ค. / 2556

ลับ

การประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัย

โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไอแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสาร broadband ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด

หัวข้อ	ไม่สามารถประเมินผลได้*	ความเห็นในการประเมินผล (P) (ระดับคะแนน A=1.0, B=0.8, C=0.6, D=0.4, E=0.2, F=0.0)	น้ำหนักคะแนน (X)	คะแนนรวม (PX)
1. การบรรลุวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย		A	20	20
2. ความมีคุณค่าของผลการวิจัย		A	20	20
3. ความคุ้มค่าของผลการวิจัย		A	20	20
4. ผลลัพธ์ของการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์		B	15	12
5. การเผยแพร่ผลการวิจัยและทรัพย์สินทางปัญญาที่เกิดจากการวิจัย		A	15	15
6. ผลกระทบ (Impacts) ที่เกิดจากการนำผลการวิจัยไปใช้		B	10	8
รวม			100	95

หมายเหตุ : * โปรดระบุสาเหตุที่ไม่สามารถประเมินได้

ผลสรุปคุณภาพโดยรวมของผลการวิจัย

$\sum PX$ = 88 - 100 ☒ ดีมาก
 75 - 87 ☐ ดี
 62 - 74 ☐ ดีพอใช้
 50 - 61 ☐ พอใช้
 < 50 ☐ ควรปรับปรุง

ข้อเสนอแนะของผู้ประเมินผลเพื่อการพัฒนางานวิจัยต่อไป

(ระบุประเด็น/เรื่องที่จะพัฒนางานวิจัยต่อไป และแนวทางการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์)

โครงการวิจัยนี้ เป็นโครงการแบบสำรวจและวางแผนโครงการวิจัยว่าแมงกานีสมีหน้าที่ 2 ประการในดิน
ตัวที่ 1 คือ 1. โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบดินที่มีแมงกานีสสูงกับดินที่มีแมงกานีสต่ำในดินที่
สูงที่สุด นอกเหนือจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบดินที่มีแมงกานีสสูงกับดินที่มีแมงกานีสต่ำในดินที่
ต่ำจากจำนวนดินที่เก็บตัวอย่างมา ทั้งนี้โครงการแบบสำรวจและวางแผนโครงการวิจัยจะดำเนินการต่อไปจน
จนกระทั่งถึงที่สุด

จากนั้นได้ สามารถนำเอาข้อมูลที่ได้ ไปเผยแพร่ผ่าน ทางเว็บไซต์ของหน่วยงาน
ทั้ง ทางหน่วยงานมีแผนการฝึกซ้อมไว้แล้ว หากผ่านในกลไก หรือขอแบบขอรับเพื่อ
ให้เกิดความเหมาะสมกับสถานการณ์ได้ โดยไม่มีความยุ่งยาก และมีความจำเป็น

ผลจากกิจกรรมนี้ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการลดมลพิษทางอากาศในชีวิตประจำวันได้

ลงชื่อผู้ประเมิน นวรัตน์ ใจอู่ใจ

(อาจารย์ ดร. นรารัตน์ เรืองชัยจตุพร์)

17 / n.a. / 2556

เห็นชอบกับการประเมินผลการวิจัยนี้

ลงชื่อผู้บริหารหน่วยงาน.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

...../...../.....

ศธ 5621/ 627



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

10 เมษายน 2556

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่างรายงานการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. นรารัตน์ เรืองชัยจตุพร

สิ่งที่ส่งมาด้วย	1. แบบตอบรับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ	จำนวน	1	แผ่น
	2. แบบแจ้งผลการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย	จำนวน	1	แผ่น
	3. แบบประเมินผลหลังสิ้นสุดการวิจัยรายโครงการ	จำนวน	1	ชุด
	4. แบบเสนอโครงการวิจัย	จำนวน	1	ชุด
	5. ร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	จำนวน	1	ชุด

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในฐานะหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเกี่ยวกับงานวิจัยของคณาจารย์ในมหาวิทยาลัย พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวมแม็กซ์ สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ทางไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด” เป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยกำหนดอัตราค่าตอบแทนในการพิจารณาร่างรายงานการวิจัย เรื่องละ 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ดังนี้

1. ขอความกรุณาแจ้งให้สถาบันวิจัยฯ ทราบทันทีหลังจากที่ท่านได้รับเอกสารเรียบร้อยแล้ว หรือภายในวันที่ 22 เมษายน 2556 โดยแจ้งผ่านทาง e-mail: jittanan@g.sut.ac.th

2. ขอความกรุณากรอรายละเอียดและลงนามในสิ่งที่ส่งมาด้วย 1 และ 2 และโปรดประเมินร่างรายงานการวิจัยตามแบบฟอร์มในสิ่งที่ส่งมาด้วย 3 (หน้า 1-2)

ทั้งนี้ ขอความกรุณาส่งเอกสารทั้งหมด (สิ่งที่ส่งมาด้วย 1, 2, 3, 4 และ 5) คืนไปยังสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภายในวันที่ 20 พฤษภาคม 2556

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและขอขอบคุณที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้.

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ฝ่ายประสานงานการวิจัย



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่ 1004 / 2996
วันที่ 27 มี.ค. 2556
ลงที่ 14.55 น. 26

หน่วยงาน.....สถานวิจัย.....สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์.....โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
ที่.....ศธ. 5614(22)/ 141.....วันที่ 27 มีนาคม 2556
เรื่อง.....ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง)

①

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง) โครงการวิจัยที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ จากสำนักงานงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2554 ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา พรหมมาก ชื่อโครงการการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด เพื่อเสนอผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา จำนวน 1 ชุด ตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบตี

สำเนาเรียน หัวหน้าโครงการ

②

เรียน ฝ่ายประสานงานการวิจัย
เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

③ เรียน ฝ่ายสารสนเทศการวิจัย

เพื่อทราบ

1/2556

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

④ รีมแล้ง 1 เม.ย. 56

* มจร ๕ ศึกษาศาสตร์ ๓๓๖



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จดหมายเวียน
วันที่ 27/1/2555
วันที่ 7 ก.ย. 2555
10.00

หน่วยงาน... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม... สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์... โทรศัพท์ 4392 โทรสาร 4603
ที่... ศธ. 5614(9)/398... วันที่ 4 กันยายน 2555
เรื่อง... ขออนุมัติเบิกค่าลงทะเบียนเพื่อนำเสนอผลงานวิชาการนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2556

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผ่านคณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์) 5079-709-54 -12-05

ด้วยบทความวิจัยเรื่อง “Logical Topology Design in IP over WDM Networks with Load Balancing under Traffic Uncertainty” ได้รับการตอบรับให้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยแบบ oral และตีพิมพ์บทความ ในการประชุมวิชาการนานาชาติ The 13th IEEE International Conference on Communication Systems ระหว่างวันที่ 21 – 23 พฤศจิกายน 2555 ดังรายละเอียดการตอบรับบทความและสำเนาบทความที่แนบพร้อมนี้ ดังนั้นจึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติเบิกค่าลงทะเบียน จำนวน 30,000 บาท

ทั้งนี้ ดิฉันขออนุมัติเบิกค่าใช้จ่ายครั้งนี้ เป็นเงิน 30,000.-บาท (สามหมื่นบาทถ้วน) เพื่อนำเสนอผลงานวิชาการนานาชาติ จากงบประมาณ “ทุนอุดหนุนการวิจัยของโครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุติมา พรหมมาก)
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ์ ธาราสกุล)
หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ ทองทา)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี

2. เรียน หัวหน้าสำนักงานผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ตรวจสอบแผนการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย เรื่องการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์
สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด ปีงบประมาณ
พ.ศ.2554 แล้ว สามารถเบิกจ่ายได้จากเงินโครงการวิจัยฯ ดังกล่าวได้

(นางจุไรรัตน์ พุ่มโพธิ์สุวรรณ)

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

10 ก.ย. 2555

3. เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

เงิน 10,000.00 บาท
รวมเงิน - 300.00 - (รวมเงินในหลัก)

(นางพรประภา ช้อนสุข)

หัวหน้าสำนักงานผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

10 ก.ย. 55

3.

☒ อนุมัติ

☐ ไม่อนุมัติ

อื่นๆ.....
.....
.....
.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

10 ก.ย. 2555



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ งานการเงินสถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4702 / โทรสาร 4750
ที่ ศธ 5621/ 1515 วันที่ 11 ต.ค. 2554
เรื่อง ขอส่งเอกสารด้านการเงินกลับคืน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา พรหมมาก

SGP-709-64-12-05

ตามที่ท่านได้ส่งเอกสารทางการเงินของโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบ
เครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสาร broadband ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่
จำกัด งวดที่ 1/2554 นั้น บัดนี้งานการเงินสถาบันวิจัยและพัฒนาได้ตรวจสอบเอกสารทางการเงินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
(ตามเอกสารแนบ) แต่เนื่องจากในปัจจุบันสถาบันวิจัยและพัฒนาไม่มีพื้นที่เพียงพอในการเก็บเอกสารและอาจเกิดการ
สูญหายของใบเสร็จรับเงินได้ จึงขอส่งคืนเพื่อแก้ไขใบเสร็จที่ไม่ถูกต้อง (ถ้ามี) เมื่อท่านพร้อมปิดโครงการวิจัย จึงค่อย
นำเอกสารทางการเงินทั้งหมดส่งมาในคราวเดียว หากมีข้อสงสัยประการใด ติดต่อได้ที่ คุณสุวิมล นิติเกตุโกศล โทร.
4702

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่ 496/2554
วันที่ 9 ก.ย. 2554
15-00

หน่วยงาน สอ.วิทย์ สอ.วิทย์ โทร. 8-กษ.กษ. 2554
School /Institute 5614(254/384) วันที่ 8-กษ.กษ. 2554
ที่ 5614(254/384) Tel/Fax. 8-กษ.กษ. 2554
เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 งวดที่ 2
Subject : Request the payment of research allocation for fiscal year 2554 Installment no.

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 5614-709-74-12-05
To : Director of Institute of research and development

ตามที่ข้าพเจ้า ผศ.ดร. วัฒนา พรหมมาก สังกัด สำนักวิชา
As I, 1 a member of Institute of

สวท.

ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปี
was allocated university research funding for fiscal

งบประมาณ พ.ศ. 2554 เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแบบ 1 มิติ
year for the expenditures of project (name)

ไวไฟร์ ค้านรับแบบก่อสร้างแบบ 1 มิติ ตามวิธีสูง สู่พื้นที่ทางไกลภายในระบบ

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 234,000 บาท นั้น
for the amount of baht,

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการ ดังกล่าว ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554
I request the payment of research allocation monies for the Installment no.

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 117,000 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นเจ็ดพันบาท) ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้
for the amount of baht as the following expense estimates:

ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย
Temporary Wages Consisting of :

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ ปริญญาตรี อัตราเดือนละ 9,000 บาท
Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลา 6 เดือน จำนวน 1 คน เป็นเงิน 54,000 บาท
for duration of months No. of employees total amount per month

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ อัตราเดือนละบาท
Research assistant Wages (degree) amount per month.

ระยะเวลาเดือน จำนวนคน เป็นเงินบาท
for duration of months No. of employees total amount per month

ค่าจ้างคนงานเดือน/รายวัน อัตราเดือนละ/วันละบาท
Monthly employee at per month

ระยะเวลาเดือน/วัน จำนวนคน เป็นเงินบาท
for duration of months No. of employees total amount baht

รวม 54,000 บาท
Totaling baht

1. ค่าตอบแทนใช้สอยและวัสดุ ประกอบด้วย
Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

ค่าจ้างช่างเชื่อมเหล็กและค่าจ้างเหล็กบาท เป็นเงิน 17,000 บาท
total amount baht

ค่าจ้างช่างเชื่อมเหล็กและค่าจ้างเหล็กบาท เป็นเงิน 20,000 บาท
total amount baht

ค่าจ้างช่างเชื่อมเหล็กและค่าจ้างเหล็กบาท เป็นเงิน 10,000 บาท
total amount baht

วัสดุสำนักงาน	เป็นเงิน	4,000	บาท
วัสดุคอมพิวเตอร์	total amount	10,000	baht
	เป็นเงิน		บาท
วัสดุโฆษณา จารึก ปกจดหมายเวียน ก้าว	total amount	2,000	baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount	63,000	baht
	รวม		บาท
	Totaling		baht

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
Your approval is hereby requested.

(ผศ. ดร. ปัทมา พรหมมา)
หัวหน้าโครงการวิจัย

Head of project

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เพื่องขจร
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
Head of research Department

(รองศาสตราจารย์ นาวาอากาศเอก ดร.วราพงษ์ ขำพิศ)
กณบคีสถิตวิศวะกรรมศาสตร์
Dean

๗๗ ก.ย. ๒๕๕๔

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ☒ คณะอนุกรรมการฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้า และการใช้เงินงวดที่ 1 / ๒๕๕๔ แล้ว ☒ ถูกต้อง ครบถ้วน เห็นสมควรอนุมัติตามรายการที่เสนอในวงเงิน - 117,000 บาท (แนบแผนผังพื้นที่ก่อสร้าง) ก.วิธ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ๒๑ ก.ย. ๒๕๕๔	(3) ☒ อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และ เงื่อนไขข้างต้นได้ ☐ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ..... รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ๒๓ ก.ย. ๒๕๕๔
(4.1) ☒ เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 117,000 บาท (แนบแผนผังพื้นที่ก่อสร้าง) เจ้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาอยุธยา ชื่อบัญชี: นาย. พล.ต.ท. บรช. ๒๕๕๔ เลขที่บัญชี: ๖๐๗-๒๔๕๑๔๙-๑ ด้วย จักขอบคุณยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองระอา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ๒๓ ก.ย. ๒๕๕๔	(4.2) ☒ เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริงได้ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป ก.วิธ (นางสุวิมล มะสันเทียะ) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ๒๑ ก.ย. ๒๕๕๔



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750

ที่ ศธ 5621/ว 0373

วันที่ 14 กันยายน 2554

เรื่อง ขอมติคณะอนุกรรมการพิจารณาถ้อยแถลงและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย

เรียน <<สำเนาแจ้งท้าย>>

เนื่องด้วยคณาจารย์ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ได้ส่งรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย จำนวน 4 โครงการ มาเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะอนุกรรมการฯ ประกอบด้วย

1. โครงการวิจัย เรื่อง การตรวจหาสารอะฟลาท็อกซินในวัตถุดิบประกอบอาหารและเครื่องดื่มที่ผลิตโดยชุมชน (SUT1-104-53-24-14)
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. ทศนีย์ เสาวณะ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
2. โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาวิธีการให้น้ำแบบประหยัด และการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ ในการผลิตพริก และมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (SUT3-302-53-24-15)
โดย อาจารย์ ดร. สุรชล วัฒนประเสริฐ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
3. โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอด-แบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด (SUT7-709-54-12-05)
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา พรหมมาก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
4. ชุดโครงการวิจัย เรื่อง โปรตีนและการประยุกต์ทางการแพทย์ (ชุดโครงการ)
โดย รองศาสตราจารย์ ดร. วิภา สุจินต์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนา จึงขอความร่วมมือจากท่านในการพิจารณาเรื่องที่แจ้งเวียนเพื่อขอความเห็นชอบดังกล่าว ตามรายละเอียดในเอกสารแนบท้าย และโปรดแจ้งผลการพิจารณา หรือความเห็นอื่นๆ แก่สถาบันวิจัยฯ ตามแบบแจ้งผลการพิจารณาด้านหลังของบันทึกข้อความฉบับนี้ ภายในวันที่ 19 กันยายน 2554 ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาแจ้งท้าย

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาแพทยศาสตร์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

รายละเอียดเพิ่มเติมประกอบการพิจารณารับรองรายงานความก้าวหน้า
(ตามที่ระบุในแบบเสนอโครงการวิจัย)

รหัสโครงการ SUT7-709-54-12-05

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอด-แบนด์
ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา พรหมมาก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ระยะเวลาดำเนินการตลอดโครงการ

1 ปี (2554)

วงเงินที่ได้รับจัดสรร

ปีงบประมาณ 2554 จำนวน 234,000 บาท

ขออนุมัติเบิกจ่ายไปแล้ว

งวดที่ 1/2554 จำนวน 117,000.00 บาท ใช้จ่ายจริง ณ วันที่รายงาน 106,418.00 บาท

ยื่นเสนอขออนุมัติครั้งนี้

งวดที่ 2/2554 จำนวน 117,000.00 บาท

ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็น ร้อยละ 65

เอกสารประกอบการพิจารณาอื่น ๆ

1. แบบรายงานความก้าวหน้าของการวิจัย	จำนวน	12	หน้า
2. รายงานแสดงการใช้จ่ายเงินประจำงวดที่ 1/2554	จำนวน	1	หน้า

รายงานแสดงการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Research Expenditure Report

1. โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สาย
ความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ ผศ. ดร. ชูติมา พรหมมาก สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์

3. ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ทั้งสิ้น 234,000 บาท
โดยได้รับเงินจากมหาวิทยาลัยครั้งล่าสุดและใช้จ่ายไปแล้ว ดังนี้

☒ งวดที่ 1 ได้รับเงิน 117,000 บาท ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น 106,418 บาท

☐ ค่าครุภัณฑ์ ได้รับเงิน _____ บาท ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น _____ บาท

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

รายการค่าใช้จ่าย Expenditures	งบประมาณ (บาท) Budget (baht)				หมายเหตุ Notes
	ได้รับจัดสรร ตลอดปี Allocation for the whole year	เบิกจ่ายแล้วตาม ใบเสร็จงวดที่ 1 Previous installment activated	เบิกจ่ายในงวดที่ 2 Installment to be activated this time	คงเหลือเบิกจ่าย ครั้งต่อไป Remaining funds to be activated	
ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด)	108,000	54,000		54,000	
- ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย					
รวม Total	108,000	54,000		54,000	
ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด)					
- ค่าใช้จ่ายเพื่อการพิมพ์และจ้างเหมา	30,000	11,910		18,090	
- ค่าวัสดุสำนักงาน	6,000	844		5,156	
- ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	20,000	11,700		8,300	
- ค่าใช้จ่ายในการเผยแพร่ผลงานวิจัย	45,000	16,785		28,215	
- ค่าวารสาร บทความวิจัย ตำรา	5,000	2,882		2,118	
- ค่าใช้จ่ายในการติดต่อประสานงานวิจัย	20,000	8,297		11,703	
รวม Total	126,000	52,418		73,582	
ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด)					
- ไม่มี					
รวม Total					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น Grand total	234,000	106,418		127,582	

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)..... หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา พรหมมาก

29 ส.ค. 54

ตรวจสอบแล้ว

ก.ณ

13 ก.ย. 2554

หัวข้อรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย
เพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติเงินงวดที่ 2/2554

ผลการดำเนินงานระหว่างวันที่ 17 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 25 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2554

1. ชื่อโครงการ: การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครื่องข่ายไวมัลกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์
ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด
2. หัวหน้าโครงการ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา พรหมมาก
3. หน่วยงาน: สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
4. วัตถุประสงค์ของโครงการ:
 - เพื่อศึกษาหลักการทํางานและตัวชี้วัดประสิทธิภาพการสื่อสารของเครื่องข่ายไวมัลกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
 - เพื่อศึกษาการกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการติดตั้งและใช้งานเครื่องข่ายไวมัลกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
 - เพื่อพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครื่องข่ายไวมัลกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อเพื่อให้สามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด
5. แผนการดำเนินงานตลอดทั้งโครงการ
ตั้งแต่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึง 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 รวม 1 ปี

กิจกรรม	ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554											
	ด.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาและสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	x	x	x									
2. ออกแบบกรอบวิธีและเกณฑ์การออกแบบเครื่องข่ายไวมัลกซ์		x	x	x								
3. พัฒนาสมการคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดพารามิเตอร์สำหรับเครื่องข่ายไวมัลกซ์				x	x	x						
4. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น					x	x	x					
5. การศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องข่ายที่ได้จากการออกแบบ							x	x	x			

กิจกรรม	ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554											
	ค.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
6. เขียนบทความวิจัยสำหรับ เผยแพร่ผลงานวิจัย									x	x	x	
7. จัดทำรายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์											x	x

6. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่วางแผนว่าจะทำในช่วงที่รายงานนี้: กิจกรรมที่ 1 ถึง กิจกรรมที่ 5
ดังแสดงรายละเอียดในตารางในข้อ 5.

7. ผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้จริง: ได้ทำการศึกษาและสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย
ได้ทำการออกแบบกรอบวิธี และเกณฑ์การออกแบบเครือข่ายไวเม็กซ์ และทำการพัฒนาสมการ
คณิตศาสตร์เพื่อกำหนดพารามิเตอร์สำหรับเครือข่ายไวเม็กซ์ นอกจากนี้ยังได้ทำการออกแบบและ
พัฒนาชุดโปรแกรมเพื่อหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นดังกล่าว และได้ทดลองออกแบบ
เครือข่ายไวเม็กซ์เบื้องต้น ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้นั้นมีรายละเอียดตามบทความวิจัยที่แนบมาทำรายงาน
ฉบับนี้ และบทความวิจัยนี้ได้นำเผยแพร่ที่การประชุมวิชาการนานาชาติ International Conference on
Digital Information Processing and Communications (ICDIPC2011) ณ ประเทศสาธารณรัฐเชค วันที่
7-9 กรกฎาคม 2554

8. ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ: 65

9. การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเผยแพร่ผลงานวิจัย: ได้ทำการเผยแพร่ผลงานวิจัยในรูปของการบรรยาย
และสัมมนาในการเรียนการสอนของรายวิชา 527644 Network Performance Analysis and Management
ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

10. ปัญหา อุปสรรค: ต้องใช้เวลามากในการพัฒนา ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขโปรแกรมชุด
ทดสอบ

แนวทางแก้ไข: ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบอย่างมาก ต้องเพิ่มเวลาการทำงานในส่วนนี้ให้มากขึ้น

11. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่จะทำในช่วงต่อไป:

ทำการทดสอบและวิเคราะห์เทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวเม็กซ์ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นทำการสรุป
เขียนบทความวิจัยเพื่อเผยแพร่ในการประชุมวิชาการนานาชาติ และจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

12. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ: ไม่มี

On the Quality of Service Optimization for WiMAX Networks Using Multi-hop Relay Stations

Chutima Prommak and Chitapong Wechtaison

School of Telecommunication Engineering, Suranaree University of Technology
Nakhon Ratchasima, Thailand, cprommak@sut.ac.th

Abstract. Network quality of services and the limitation of network installation budget are important concerns in the widespread deployment of mobile WiMAX access networks. This paper presents a novel quality of service optimization model for WiMAX networks utilizing multi-hop relay stations with special considerations of network budget limitation. The proposed model aims to optimize the network quality of services in term of the user access data rate guarantee and the radio service coverage to serve potential user traffic demand in the target service area by determining optimal locations to install base stations and relay stations in the multi-hop manner. The numerical results and analysis show that the proposed model can improve the user access data rate and enhance the network service coverage compared with other existing techniques.

Keywords: Network quality of services, Network optimization, WiMAX, Access networks, Network planning, Wireless networks.

1 Introduction

WiMAX (Wireless Interoperability for Microwave Access) network technology has become potential solutions to bring broadband internet access to people in the remote area where wired network infrastructures cannot reach [1], [2]. With the support of the IEEE 802.16j standard, one can deploy the network topology using multi-hop relay stations (RSs) to enhance services of the base stations. As illustrated in fig.1, RSs can provide coverage extension to the cell boundary area, the shadowing area and the coverage-hole area [1], [2]. To enable network operators to provide low cost coverage with the quality of services guarantee, there is a need for an efficient network design.

Several works have devoted to the studies of the performance improvement of wireless networks and the wireless network design problems. In [3], the authors proposed an adaptive cross-layer bandwidth scheduling strategies for the hierarchical cellular networks. [4] presented a study of the baseband transceiver for WIMAX IEEE802.16d. Research works in [5-16] dealt with the wireless network design problems. [5-7] presented the studies of the radio network planning for cellular networks. In [8-12], the authors considered WiMAX radio network planning and

presented the practical network deployment with performance analysis and evaluation. Although the results gave insight of the real network performance, the mathematical model was not used to optimize the network installation. Later works in [13-15] proposed mathematical models for the base station (BS) placement problems. The objective was to minimize the network cost but the multi-hop relay topology was not considered.

In [16], the authors proposed an integer programming formulation dealing with the BS and RS placement problem for the WiMAX multi-hop relay networks. The objective was to determine the locations of BSs and RSs by minimizing the network cost and the normalized path losses between the user demand locations and BS/RS locations. While their contribution is significant, the proposed planning method could not provide quality of services guarantee. For this reason, efficient WiMAX network planning techniques are needed.

In our paper we propose a novel WiMAX network planning approach, accounting for the quality of services guarantee in the design process. Specifically, we aim to solve the BS and RS placement problem for the WiMAX networks that can maximize the network quality of services in term of the network service coverage and the access data rate to the target users by deploying not only the BSs but also the multiple hop RSs in the WiMAX networks.

The rest of the paper is organized as followed. Section 2 provides the problem definition and describes the problem formulation. Section 3 presents numerical experiments and comparisons. Section 4 demonstrates network planning experiments in real service scenarios. Finally, section 5 concludes the paper.

2 Quality of Service Optimization for WiMAX Networks

The problems of quality of service optimization for WiMAX networks are defined and mathematically formulated as follows:

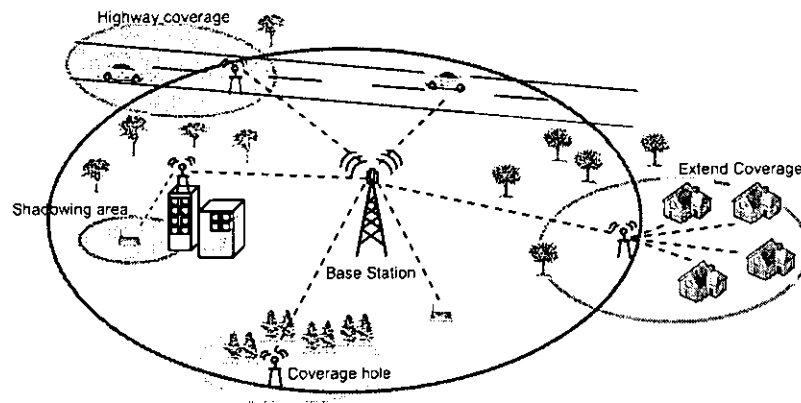


Fig. 1. Relay station deployment in WiMAX networks

2.1 Problem Definition

In the WiMAX network planning, we consider the problem of maximizing quality of services of the network by determining the optimal locations to install BSs and RSs. We denote the proposed problem as a MQoS problem which involves selecting locations to install the BSs and the RSs from candidate sites of BS and RS, respectively, so that the network quality of services in term of the user data rate guarantee and the radio service coverage are maximized for a given budget limitation. In particular, here the multiple-hop network configuration is formed in the way that the users can access the network directly through the BSs or indirectly via the RSs which connect to the BSs.

In the network planning model, we consider that BSs and RSs operate at the same transmitting power (a specified value). We consider that the user demand is modeled by Demand Points (DPs) which represent the geographic distribution of the expected user traffic in the service area and the target service area is represented by a set of discrete grid points called Signal Test Points (STPs) at which the received signal strength is tested. The network quality of services in term of the user access data rate and the network service coverage are incorporated in the model via the received sensitivity requirement at DPs and STPs, respectively. Such requirements in turn provide the user access rate guarantee.

2.2 Problem Formulation

The problem of network quality of service optimization for WiMAX networks is formulated as an integer linear programming model, denoted as a MQoS model. Table 1 defines notations used in the model. The notations consist of sets, decision variables and parameters.

The proposed model aims to devise the optimal WiMAX network configuration deploying multi-hop relay stations and maximize the network quality of services in term of the service coverage availability and the user access data rate guarantee. These can be mathematically written as the objective function (1).

$$\text{Maximize } \sum_{h=1}^t (u_{h_i} + v_{h_i}) + \sum_{g=1}^d (x_{g_j} + y_{g_j}) \quad (1)$$

The network design requirements, such as signal quality, user data rate and the user distribution characteristics, are incorporated into the mathematical model through four sets of constraints, denoted C1, C2, C3 and C4. C1 is a constraint that put a budget limitation on the network construction cost. C2 consists of constraints that ensure the signal strength level in the target service area. C3 is a set of constraints that specify the access data rate requirement to population of the target network users. The last set C4 consists of constraints that allow multi-hop connections between mobile users and base stations through intermediate relay stations.

Table 1. Notations

	Parameters	Definition
Sets:	B	A set of candidate sites to install base stations (BSs)
	R	A set of candidate sites to install relay stations (RSs)
	D	A set of demand points (DPs)
	T	A set of best signal test points (STPs)
Decision variables:	β_j	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the BS is installed at site $j, j \in B$; 0 otherwise
	γ_i	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the RS is installed at site $i, i \in R$; 0 otherwise
	u_{hj}	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the STP h is assigned to BS $j, h \in T$ and $j \in B$; 0 otherwise
	v_{hi}	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the STP h is assigned to RS $i, h \in T$ and $i \in R$; 0 otherwise
	x_{gj}	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the DP g is assigned to BS $j, g \in D$ and $j \in B$; 0 otherwise
	y_{gi}	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the DP g is assigned to RS $i, g \in D$ and $i \in R$; 0 otherwise
	w_{ji}	A binary $\{0, 1\}$ variable that equals 1 if the RS i is assigned to BS $j, i \in R$ and $j \in B$; 0 otherwise
Constant parameters:	F_j	Cost to install base station $j, j \in B$
	E_i	Cost to install relay station $i, i \in R$
	C	Network installation budget
	P_t	The received signal strength threshold for STPs
	P_d	The received signal strength threshold for DPs
	P_r	The received signal strength threshold for RSs
	P_{hj}	The signal strength that a STP h receives from BS $j, h \in T$ and $j \in B$
	P_{hi}	The signal strength that a STP h receives from RS $i, h \in T$ and $i \in R$
	P_{gj}	The signal strength that a DP g receives from BS $j, g \in D$ and $j \in B$
	P_{gi}	The signal strength that a DP g receives from RS $i, g \in D$ and $i \in R$

C1: Budget limitation

$$\sum_{j \in B} F_j \beta_j + \sum_{i \in R} E_i \gamma_i \leq C \quad (2)$$

Constraint (2) specifies budget limitation on the network cost, including the equipments and the construction cost of base stations and the relay stations required in the network.

C2: Radio signal requirements

$$\sum_{j \in B} u_{hj} + \sum_{i \in R} v_{hi} \leq 1, \quad \forall h \in T \quad (3)$$

$$u_{hj} \leq \beta_j, \forall h \in T, j \in B \quad (4)$$

$$v_{hi} \leq \gamma_i, \forall h \in T, i \in R \quad (5)$$

$$u_{hj}(P_{hj} - P_t) \geq 0, \forall h \in T, j \in B \quad (6)$$

$$v_{hi}(P_{hi} - P_t) \geq 0, \forall h \in T, i \in R \quad (7)$$

Constraints (3) – (7) specify the radio signal coverage of the network by assessing the signal strength at each STP h and ensuring that the signal strength received at STP h from BS j or RS i must be greater than the threshold P_t .

C3: User access data rate requirements

$$\sum_{j \in B} x_{gj} + \sum_{i \in R} y_{gi} \leq 1, \forall g \in D \quad (8)$$

$$x_{gj} \leq \beta_j, \forall g \in D, j \in B \quad (9)$$

$$y_{gi} \leq \gamma_i, \forall g \in D, i \in R \quad (10)$$

$$x_{gi}(P_{gi} - P_d) \geq 0, \forall g \in D, j \in B \quad (11)$$

$$y_{gi}(P_{gi} - P_d) \geq 0, \forall g \in D, i \in R \quad (12)$$

Constraints (8) – (12) enforce the network to accommodate the target user traffic demand and guarantee the user access rate by specifying that the signal strength the user at DP g receives from the BS j or the RS i is greater than the threshold P_d so that the data transmission can operate at the required data rate.

C4: Multi-hop connections

$$\sum_{j \in B} w_{ij} = \gamma_i, \forall i \in R \quad (13)$$

$$w_{ij} \leq \beta_j, \forall i \in R, j \in B \quad (14)$$

$$w_{ij}(P_{ij} - P_r) \geq 0, j \in B, i \in R \quad (15)$$

Constraints (13) – (15) allow the multi-hop connections from a user to BS via an intermediate RS. Constraint (13) specifies that the installed RS must be connected to one BS. Constraint (14) specifies that the selected BS must be installed. Finally, to ensure the radio connectivity, constraint (15) states that RS i can connect to BS j if the signal strength received at RS i from BS j is greater than the threshold P_r .

3 Numerical Experiments and Comparisons

This section demonstrates the numerical experiments of the WiMAX network planning using the proposed MQoS model. The network performance is evaluated in term of the percentage of the user data rate and the service coverage guarantee under the specified budget limitation.

3.1 Experiment Setup

In numerical experiments, we use the design scenarios of the service area of size $3\text{km} \times 3\text{km}$ as shown in fig.2. The number of candidate sites to install BSs and RSs are 20 and 60, respectively. There are 200 DPs and 256 STPs (grid size of $200\text{m} \times 200\text{m}$). We consider the cost of each BS and RS are \$120,000 and \$40,000 which are an approximate cost from typical suppliers [13]. We consider the WiMAX standards IEEE 802.16. Table 2 shows the parameters used in the numerical studies (see [13] for more details). Table 3 presents the minimum received signal strength (in dBm) to be able to achieve a certain physical data rate according to the choices of modulation techniques. The transmit power of each BS and RS used for the tests are 35 dBm which are typical values used in the WiMAX networks [6].

It is necessary to compute the received signal strength at DPs and STPs and input the obtained values in the MQoS model to find the optimal locations to install BSs and RSs. This computation can be done by using the propagation model. In this paper we use the Stanford University Interim (SUI) model which is recommended by the IEEE 802.16 to evaluate the path loss in WiMAX networks [14-15].

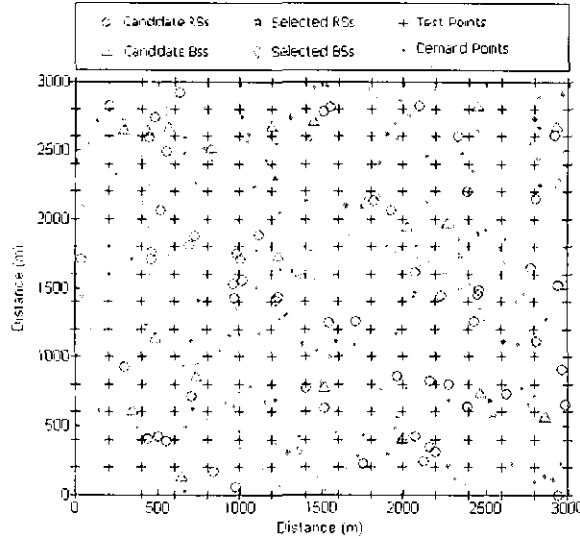


Fig. 2. Numerical experiment setup

Table 2. Parameters used in the network planning experiments

Parameters	Value
Height of BSs and RSs	60 m
Height of TPs	2 m
Transmitted Power	35 dBm
Transmitted antenna gain	16 dBi
Received antenna gain	2 dBi
Frequency	2.5 GHz
Terrain type	C
Bandwidth	3.5 MHz
Data rate requirement for DPs	12.71 Mbps
Data rate requirement for STPs	5.64 Mbps
Cost of each base station	120,000 \$
Cost of each relay station	48,000 \$

Table 3. Receiver sensitivity threshold for physical data rate requirement (Alvarion BreezeMAX at 3.5 MHz)

Modulation techniques	Physical data rate (Mbps)	Receiver sensitivity threshold (dBm)
BPSK 1/2	1.41	-100
BPSK 3/4	2.12	-98
QPSK 1/2	2.82	-97
QPSK 3/4	4.23	-94
QAM 16 1/2	5.64	-91
QAM 16 3/4	8.47	-88
QAM 64 2/3	11.29	-83
QAM 64 3/4	12.71	-82

3.2 Result Comparison and Analysis

The WiMAX network planning for the considered scenarios was solved by inputting the set of BS and RS candidate sites and other parameters to the MQoS model and implementing the MQoS model with the ILOG-OPL development studio. Then it was solved with CPLEX 5.2 optimization solver. Computations are performed on an Intel Centrino Core2 Duo Processor 2.0 GHz and 2GB of RAM.

We compare performances of the network obtained from the proposed model with those obtained from other techniques including the Uniform BS placement (UB) and the Estimating Approximation (EA) method. In UB, the BSs are simply distributed uniformly across the target service region whereas in EA the center of gravity technique is used to find the location of BSs for a set of specified DPs. The following shows numerical result analysis and comparisons.

Table 4 shows numerical results comparing the network planning using the MQoS model and that using the UB and EA method. The performance matrices used for the comparison included the budget limitation, the number of installed BSs and RSs, and the quality of services in term of the user data rate guarantee and the service coverage guarantee. The results show that the MQoS model results in better network

performances in all cases of the budget limitation. Specifically, in the case where the budget limitation is of 800,000 US\$, the MQoS model could yield the network configuration that guarantees 100% user access data rate requirement and provides 100% service coverage guarantee. Fig. 3 compares the network quality of services in term of the percentage of the user data rate and the service coverage guarantee.

To analyze the signal propagation characteristic across the service area, we apply the SUI path loss model [14-15] in the computation. Fig.4 shows the cumulative density function of the received signal strength at STPs and DPs for the case of budget limitation 800,000 US\$. Different design techniques yield different signal propagation characteristics in the service area. We can see that the network configuration designed by the MQoS model yields better signal quality, i.e. stronger signal level, at STPs and DPs compared with those of the EA and UB method. This results in higher access data rates to end users.

Table 4. Numerical result comparisons

Budget limitation (US\$)	400,000			800,000		
Techniques	MQoS	UB	EA	MQoS	UB	EA
Number of BSs used	2	3	3	4	6	6
Number of RSs used	3	0	0	6	0	0
Number of served DPs	157	148	118	200	192	170
Number of served STPs	244	240	236	256	256	243
Guarantee user access data rate	78.50%	74.00%	59.00%	100.00%	96.00%	85.00%
Guarantee radio service coverage	95.31%	93.75%	92.19%	100.00%	100.00%	94.92%

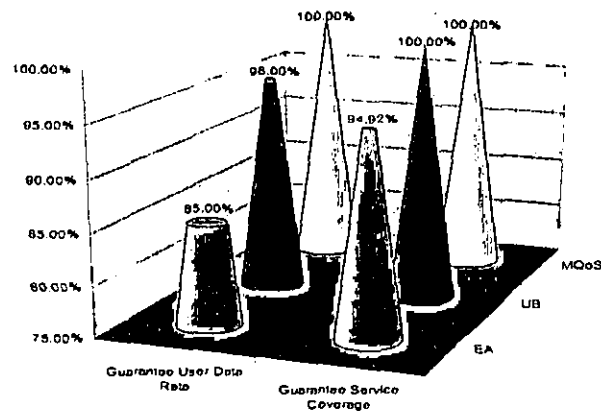


Fig. 3. Quality of service comparison

5 Conclusions

In this paper, we have studied the WiMAX network planning problem and developed an integer linear programming mathematical model that can optimize the network quality of services by determining optimal locations to install base stations (BSs) and relay station (RSs) and determining optimal interconnections between BSs and RSs in the multi-hop manner.

Numerical results show that the proposed network planning model can greatly improve the network quality of services in term of the user access data rate and the network service coverage compared with those of other techniques. Specially, the proposed model could determine network configurations that result in high network performances when taking into account the budget limitation in the network planning processes. Our ongoing research aims to further investigate and analyze the effects of using multiple objective functions on the network quality of service optimization.

Acknowledgment

This work was supported by the research fund from Suranaree University of Technology, Thailand.

References

1. Maraj, A., Imeri, I.: WiMAX Integration in NGN Network, Architecture, Protocols and Services. In: WSEAS Transactions on Communications, vol.7, no.8, pp.708-717. WSEAS Press (2009)
2. Li, B., Qin, Y., Low, C.P., Gwee, C.L.: A survey on mobile WiMAX. IEEE Communication Magazine, pp.70–75. IEEE Press, New York (2007)
3. Chen, J., Li, M., Wang, N., Huang, Y.: An Adaptive Cross-layer Bandwidth Scheduling Strategy for the Speed-Sensitive Strategy in Hierarchical Cellular Networks. In: WSEAS Transactions on Communications, vol.7, no.8, pp.545-555. WSEAS Press (2009)
4. Kadhim, M.A., Ismail, W.: Implementation of WiMAX IEEE802.16d Baseband Transceiver on Multi-Core Software-Defined Radio Platform. In: WSEAS Transactions on Communications, vol.9, no.5, pp.301-311. WSEAS Press (2010)
5. Hurley, S.: Automatic base station selection and configuration in mobile networks. In: IEEE 52nd Vehicular Technology Conference, vol.6, pp. 2585 – 2592. IEEE Press, New York (2000)
6. Rawnsley, R.K., Hurley, S.: Towards automatic cell planning. In: IEEE 11th Personal, Indoor and Mobile Radio Communications Symposium, vol.2, pp.1583-1588. IEEE Press, New York (2000)
7. Hamad-Ameen, J.: Cell Planning in GSM Mobile. In: WSEAS Transactions on Communications, vol.7, no.5, pp.393-398. WSEAS Press (2008)
8. Fragoso, J.G., Galvan-Tejada, G.M.: Cell planning based on the WiMAX standard for home access: a practical case. In: the 2nd Electrical and Electronics Engineering Conference, pp.89-92. (2005)
9. Neves, P.: WiMAX for emergency services: an empirical evaluation. In: Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies Conference, pp.340-345. (2007)

- 10.Lannoo, B.: Business scenarios for a WiMAX deployment in Belgium. In: IEEE Mobile WiMAX Symposium, pp.132-137. IEEE Press, New York (2007)
- 11.Theodoros, T., Kostantinos, V.: WiMAX network planning and system's performance evaluation. In: IEEE Wireless Communications and Networking Conference, pp.1948-1953. IEEE Press, New York (2007)
- 12.Marques, M.: Design and planning of IEEE 802.16 networks. In: IEEE 18th Personal, Indoor and Mobile Radio Communications Symposium, pp.1-5. IEEE Press, New York (2007)
- 13.Teterin, V., Hurley, S., Allen, S.M.: Optimizing performance of WiMAX networks through automated site selection. In: Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting Conference (2007)
- 14.Mousavi, M., Chamberlanda, S., Quintero, A.: A new approach for designing WiMAX networks. In: Electrical and Computer Engineering Conference, pp.487-490. (2007)
- 15.Teterin, V., Hurley, S., Allen, S.M.: A staged optimization framework for cost optimized WiMAX network design. In: IEEE 4th Wireless and Mobile Communications Conference, pp.185-190. IEEE Press, New York (2008)
- 16.Yu, Y., Murphy, S., Murphy, L.: Planning base station and relay station locations in IEEE 802.16j multi-hop relay networks. In: Consumer Communications and Networking Conference, pp.922-926. (2008)
- 17.Ahson, S., Ilyas, M.: WiMAX handbook. CRC Press, London (2008)
- 18.Erceg, V., Hari, K.V.S.: Channel models for fixed wireless applications. In: Technical report, IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Working Group (2001)
- 19.Erceg, V., Greenstein, L.J.: An empirically based path loss model for wireless channels in suburban environments. In: IEEE Journal on Selected Areas of Communications, vol.17, pp. 1205-1211. IEEE Press, New York (1999)
- 20.Nuaymi, L.: WiMAX technology for broadband wireless access. John Wiley, Chichester, England (2007)
- 21.Abate, Z.: WiMax RF systems engineering. Artech House, Boston (2009)
- 22.Katz, M.D., Fitzek, F.H.P.: WiMAX evolution: emerging technologies and applications. John Wiley & Sons, Chichester, England (2009)

บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
358/2553
รับที่ 17 พ.ย. 2553
วันที่ 10.30

หน่วยงาน
School /Institute
ที่
เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554
Subject : Request the payment of research allocation for fiscal year Installment no. 1

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 804 7-709 54-12-05
To : Director of Institute of research and development

ตามที่ข้าพเจ้า ผศ. ดร. ชัยนา พงษ์มรกตสังกัด สำนักวิชา
As I, a member of Institute of
.....
ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปี
was allocated university research funding for fiscal
year
เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง
for the expenditures of project (name)
.....
เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 234,000บาท นั้น
for the amount of baht,

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการ ดังกล่าว ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554
I request the payment of research allocation monies for the Installment no. 1...
เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 117,000 บาท
for the amount of baht
ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้
as the following expense estimates:

ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย
Temporary Wages Consisting of :

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....ปริญญาตรี.....	อัตราเดือนละ.....9,000.....	บาท
Research assistant Wages (degree)	amount	per month.
ระยะเวลา.....6.....เดือน จำนวน.....1.....คน	เป็นเงิน.....54,000.....	บาท
for duration of months No. of employees	total amount	per month
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....	อัตราเดือนละ.....	บาท
Research assistant Wages (degree)	amount	per month.
ระยะเวลา.....เดือน จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....	บาท
for duration of months No. of employees	total amount	per month
ค่าจ้างคนงานเดือน/รายวัน อัตราเดือนละ/วันละ.....	บาท	
Monthly employee at per month		
ระยะเวลา.....เดือน/วัน จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....	บาท
for duration of months No. of employees	total amount	baht
รวม.....	54,000	บาท
Totalling		baht

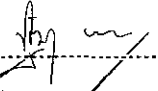
1. ค่าตอบแทนใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย

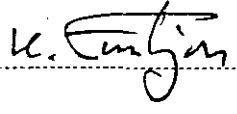
Compensation, service contracting and nonrenewable materials expenses

ค่าใช้สอย เพื่อทรัพย์สิน และค่าจ้างเหมาอื่นๆเป็นเงิน.....13,000.....บาท
total amount baht
ค่าใช้สอยในการเผยแพร่ผลงานวิจัยเป็นเงิน.....25,000.....บาท
total amount baht
ค่าใช้สอย ในการติดต่อประสานงานวิจัยเป็นเงิน.....10,000.....บาท
total amount baht

วัสดุสำนักงาน	เป็นเงิน	2,000	บาท
	total amount		baht
วัสดุอุปกรณ์เครื่อง	เป็นเงิน	10,000	บาท
	total amount		baht
วัสดุโฆษณา ค่าวารสาร บทบาทวิจัย ค่ารวม	เป็นเงิน	3,000	บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
	เป็นเงิน		บาท
	total amount		baht
รวม		63,000	บาท
Totaling			baht

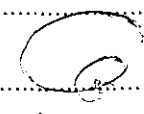
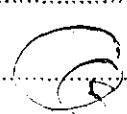
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
Your approval is hereby requested.

()
(ผศ. ดร. ชรินทร์ พรหมมา)
หัวหน้าโครงการวิจัย
Head of project

()
หัวหน้าสถานวิจัย
Head of research Department

()
(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เกษมผลกูล)
คณบดีสำนักวิชาศึกษาศาสตร์
Dean

16 พ.ย. 2553

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ☐ คณะอนุกรรมการฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้าและการใช้จ่ายเงินฯ วงคที่.....แล้ว ☒ ถูกต้อง ครบถ้วน เห็นสมควรอนุมัติตามรายการที่เสนอในวงเงิน 117,000 บาท () เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 17 พ.ย. 2553	(3) ☒ อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และ เงื่อนไขข้างต้นได้ ☐ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ..... () รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เกษมผลกูล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 17 พ.ย. 2553
(4.1) ☒ เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 117,000 บาท () เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ธนาคาร ไทยพาณิชย์ สาขาซอย มทส. ชื่อบัญชี: มทส. กศส.สว. บจก. ถนน ไร่ฝ้าย เลขที่บัญชี: 709-245144-1 ด้วย จักขอบคุณยิ่ง () รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เกษมผลกูล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 17 พ.ย. 2553	(4.2) ☒ เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริงได้ส่งให้ส่วนการเงินและบัญชีเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป () เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 17 พ.ย. 2553



0๒๖

สัญญาเลขที่ 31/2554

SUT7-709-54-12-05

ต้นฉบับ

สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้น ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 17 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดย รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้รับมอบอำนาจจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตามคำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 6/2552 ลงวันที่ 26 กันยายน 2552 และคำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 633/2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540 ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่ง กับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา พรหมมาก สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งต่อไปในสัญญานี้ เรียกว่า “ผู้รับทุน” อีกฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาได้ตกลงกันมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนอุดหนุนโครงการวิจัย “การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอด-แบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด” ตามเอกสารหมายเลข 3 ตั้งแต่วันที่ 17 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 เป็นจำนวนเงิน 234,000 บาท (สองแสนสามหมื่นสี่พันบาทถ้วน) โดย ผู้ให้ทุน จะจ่ายให้แก่ ผู้รับทุน เป็นงวดตามรายละเอียดดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้เป็นเงินไม่เกินร้อยละ 50 ของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 117,000 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นเจ็ดพันบาทถ้วน) ภายใน 2 สัปดาห์ นับแต่วันลงนามในสัญญา

งวดที่ 2 จ่ายส่วนที่เหลือของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 117,000 บาท (หนึ่งแสนหนึ่งหมื่นเจ็ดพันบาทถ้วน) ภายหลังจากที่ ผู้รับทุน ส่งรายงานความก้าวหน้าของโครงการ พร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1 โดยรายงานดังกล่าวผ่านการพิจารณาและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการประจำสถาบันวิจัยและพัฒนาเรียบร้อยแล้ว

ข้อ 2. เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ได้แก่

- (1) คำสั่งสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 6/2552 ลงวันที่ 26 กันยายน 2552
- (2) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ 633/2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540
- (3) โครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอด-แบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด”
- (4) ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยเงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539
- (5) หลักเกณฑ์การใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- (6) หมายเลขบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ชื่อบัญชีโครงการวิจัย ธนาคารไทยพาณิชย์ (มหาชน) จำกัด สาขาออมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมรายชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเงิน และสำเนาหน้าแรกของสมุดบัญชีดังกล่าว

ข้อ 3. ผู้รับทุนจะดำเนินการตามวัตถุประสงค์และรายละเอียดของโครงการวิจัยที่กำหนดไว้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามเอกสารหมายเลข 3 หากเกิดอุปสรรคไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยประการใดก็ตาม ผู้รับทุนจะรับรายงานให้ผู้ให้ทุนทราบทันทีเพื่อพิจารณาหาทางแก้ไขหรือดำเนินการตามที่เห็นสมควรต่อไป

ข้อ 4. รายชื่อหัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมทำการวิจัย และรายละเอียดของโครงการตามที่ปรากฏแนบท้ายสัญญา ผู้รับทุนจะเปลี่ยนแปลงไม่ได้นอกจากจะได้รับคามยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ให้ทุนก่อน

ข้อ 5. ผู้รับทุนจะปฏิบัติตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วย เงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539 รวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติในการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งกำหนดขึ้นใช้ในขณะนั้นและจะกำหนดขึ้นใช้ในภายหน้า

ทั้งนี้ โดยถือว่าระเบียบรวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติข้างต้นนั้น เป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

ข้อ 6. ผู้รับทุนจะควบคุมการใช้เงินทุนให้เป็นไปอย่างประหยัดและจัดเตรียมหลักฐานบัญชีการจ่ายเงินเพื่อให้ผู้ให้ทุนตรวจสอบได้ทุกโอกาส

ข้อ 7. ผู้รับทุนยินยอมให้ ผู้ให้ทุน หรือผู้ที่ให้ทุนมอบหมายเข้าไปในสถานที่ทำงานของผู้รับทุน หรือสถานที่ที่ผู้รับทุนทำการวิจัยอยู่ เพื่อประโยชน์ในการติดตามและประเมินโครงการได้

ข้อ 8. ผู้รับทุนจะนำส่งผลงานดังนี้

- (1) รายงานความก้าวหน้าพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1/2554
- (2) รายงานการวิจัยพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 2/2554 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554
- (3) เอกสารสรุปผลงานวิจัย ในรูปแบบและภาษาที่เหมาะสมสำหรับการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ต่อประชาชนทั่วไป โดยส่งพร้อมกับรายงานฉบับสมบูรณ์และตามที่ผู้ให้ทุนกำหนดเป็นคราว ๆ ไป
- (4) การเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation) ตามที่ผู้ให้ทุนกำหนดเป็นคราว ๆ ไป

ข้อ 9. กรรมสิทธิ์ในผลงานวิจัย เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ให้ทุน (เว้นแต่จะมีการตกลงเป็นอย่างอื่นในภายหลัง) ส่วนผลประโยชน์ซึ่งเกิดจากการนำผลการวิจัยและพัฒนาไปใช้ในเชิงพาณิชย์ให้แบ่งกัน ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กับผู้รับทุน

ข้อ 10. ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารอันเกี่ยวกับผลงานวิจัย ในสิ่งพิมพ์ใดหรือสื่อใดในแต่ละครั้ง ผู้รับทุนต้องระบุข้อความว่า "ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี" หรือข้อความอื่นที่มีความหมายเหมือนกัน

ข้อ 11. ในกรณีที่มีผู้ร่วมวิจัยหลายคน ผู้รับทุนจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบดูแลผู้ร่วมวิจัยทุกคนให้ปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องของผู้ให้ทุนอย่างเคร่งครัด

ข้อ 12. การระงับงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา

- (1) ผู้ให้ทุนมีสิทธิระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนเห็นว่าผู้รับทุนไม่ได้ปฏิบัติงานด้วยความชำนาญหรือด้วยความเอาใจใส่ในวิชาชีพเท่าที่พึงคาดหวังได้จากนักวิจัยในระดับเดียวกัน หรือมิได้ปฏิบัติตามข้อสัญญาและเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญานี้ ในกรณีเช่นนี้ ผู้ให้ทุนจะมีหนังสือแจ้งให้ผู้รับทุนทราบ และการระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาดังกล่าวจะมีผลในเวลาไม่น้อยกว่า 60 วัน นับถัดจากวันที่ผู้รับทุนได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น
- (2) ผู้รับทุนมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ปฏิบัติตามหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่สัญญาระบุไว้ ในกรณีเช่นนี้ ผู้รับทุนจะต้องมีหนังสือถึงผู้ให้ทุน ระบุรายละเอียดถึงสาเหตุและเหตุผลในการขอเลิกสัญญา ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่พอใจในระยะเวลา 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น ผู้รับทุนมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้
- (3) ในกรณีที่ผู้รับทุนไม่สามารถทำการวิจัยให้เสร็จตามที่ได้ตกลงไว้ ผู้รับทุนยินยอมคืนเงินอุดหนุนการวิจัยพร้อมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ที่รับไปแล้วทั้งหมดหรือบางส่วนทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ให้ทุน

ข้อ 13. ผู้ให้ทุนเป็นเจ้าของเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ใด ๆ ที่ผู้รับทุนได้จัดซื้อโดยทุนทรัพย์ของผู้ให้ทุน จนกว่าจะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

ข้อ 14. ผู้รับทุนจะใช้และบำรุงรักษาครุภัณฑ์การวิจัยของผู้ให้ทุนให้อยู่ในสภาพดี ใช้การได้อยู่เสมอ และผู้รับทุนยินยอมให้ผู้ให้ทุนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้ให้ทุนตรวจตราครุภัณฑ์การวิจัยซึ่งเป็นทรัพย์สินของผู้ให้ทุนได้ทุกขณะและทุกโอกาส และเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยตามโครงการแล้ว ผู้รับทุนจะส่งคืนครุภัณฑ์ให้แก่ ผู้ให้ทุนทันที นอกจากจะมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น

ข้อ 15. การบอกกล่าว

บรรดาคำบอกกล่าวหรือการให้ความยินยอมหรือความเห็นชอบใด ๆ ตามสัญญานี้ต้องทำเป็นหนังสือและจะถือว่าได้ส่งไปโดยชอบแล้ว หากได้จัดส่งทางหนึ่งทางใดดังต่อไปนี้ คือ

- (1) ส่งมอบโดยบุคคลแก่ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายของคู่สัญญาแต่ละฝ่าย
- (2) ทางไปรษณีย์ลงทะเบียน
- (3) ทางโทรสาร แล้วยืนยันเป็นหนังสือโดยเร็วไปยังชื่อและที่อยู่ของคู่สัญญา ดังต่อไปนี้

ก. ที่อยู่ของผู้ให้ทุน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

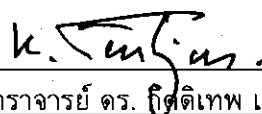
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

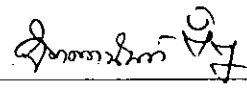
ข. ที่อยู่ของผู้รับทุน
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ. มหาวิทยาลัย ด. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

ญานนี้ทำขึ้นสองฉบับมีข้อความตรงกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญาี้ โดย
ตลอดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และต่างเก็บไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

(ลงชื่อ)  ผู้ให้ทุน
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผู้รับมอบอำนาจจากอธิการบดี

(ลงชื่อ)  ผู้รับทุน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา พรหมมาก)
หัวหน้าโครงการวิจัย

(ลงชื่อ)  พยาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิตติเทพ เพื่องขจร)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

(ลงชื่อ)  พยาน
(นางสาวจิตตานันท์ ทิกุล)
เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

Research Expenditure for Fiscal Year 2011

Name of Project

(តង់ប៊ី)

Head of Project

คำตอบแทน ใช้สองและค่าวัสดุ รวมกันแล้วไม่เกินร้อยละ 50

แบบเสนอโครงการวิจัย

ประกอบการเสนอ ของงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ตามมติคณะรัฐมนตรี

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด

(ภาษาอังกฤษ) Development of WiMAX network design techniques for expanding high speed broadband wireless communication to remote area under limited budget

ส่วน ก: ลักษณะโครงการวิจัย

✓ โครงการวิจัยใหม่

.....โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา.....ปี ปีนี้เป็นปีที่.....รหัสโครงการวิจัย (จากระบบ NRPM).....

I ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)

ยุทธศาสตร์การพัฒนามาตรฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

4.2 การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต และการพัฒนาที่ยั่งยืน

II ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554) ซึ่งประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางวิทยาการและทรัพยากร

บุคคล

กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 พัฒนานวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ ทางสังคมศาสตร์ และการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในวิทยาการต่าง ๆ

แผนงานวิจัยที่ 1 การวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์และองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสาร นาโนเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์การแพทย์และสาธารณสุข สัตว์ทดลองและวิธีการอื่น เพื่อทดแทนการใช้สัตว์ เทคโนโลยีด้านอาวุธยุทโธปกรณ์ เป็นต้น

III ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554)

9. เทคโนโลยีใหม่และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่ออุตสาหกรรม

IV ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายรัฐบาล

1. นโยบายเร่งด่วนที่จะเริ่มดำเนินการในปีแรก

- 1.1 การสร้างความเชื่อมั่นและกระตุ้นเศรษฐกิจในภาพรวมเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นแก่ภาคประชาชนและเอกชนในการลงทุนและการบริโภค

- 1.1.4 เร่งสร้างความเชื่อมั่นของประเทศไทยในสายตาของชาวโลก

2. นโยบายระยะการบริหารราชการ 3 ปี ของรัฐบาล

- 2.3 นโยบายเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่อง

- 2.3.5 นโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ส่วน ข: องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ผู้รับผิดชอบและหน่วยงาน:

หัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา พรหมมาก สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 50%

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์: 0-4422-4392

โทรสาร: 0-4422-4603

E-mail: cprommak@sut.ac.th

ผู้ช่วยวิจัย นักศึกษาระดับปริญญาโท สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 50%

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์: 0-4422-4392

โทรสาร: 0-4422-4603

2. ประเภทของงานวิจัย:

การวิจัยประยุกต์ (Applied Research)

3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย:

สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมการวิจัย

4. คำสำคัญ (Keywords) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษของโครงการวิจัย:

ไวแม็กซ์, การออกแบบเครือข่ายไวแม็กซ์, ไวแม็กซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ, การสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูง

WiMAX, WiMAX Network Design, WiMAX with Multi – hop Relay, High Speed Broadband Wireless Communication

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย:

การสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูง (High Speed Broadband Wireless Communications) เป็นระบบที่มีความจำเป็นสำหรับการสื่อสารข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการในเรื่องความเร็วในการรับส่งข้อมูล และขยายบริเวณครอบคลุมการสื่อสารข้อมูลไปยังพื้นที่ห่างไกล ซึ่งยังขาดแคลนระบบสายสัญญาณโทรคมนาคมพื้นฐานที่มีคุณภาพ ในปัจจุบันนี้การสื่อสารบรอดแบนด์ความเร็วสูงส่วนใหญ่แล้วเป็นการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายแบบมีสายได้แก่ ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Ether net LAN) ซึ่งปกติแล้วจะใช้งานที่อัตราเร็วบิต 100 Mbps หรือ ระบบเอดีเอสแอล (ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line) ที่มี

อัตราเร็วบิตทางทฤษฎีอยู่ที่ 6 Mbps ซึ่งระบบการสื่อสารดังกล่าวได้ถูกจำกัดอยู่ในบริเวณที่มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานของสายสัญญาณโทรคมนาคมเท่านั้น ส่วนการสื่อสารบรอดแบนด์ความเร็วสูงแบบไร้สายในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN, Wireless Local Area Networks) ซึ่งมีอัตราเร็วบิตทางทฤษฎีอยู่ที่ 54 Mbps แต่การใช้งานเครือข่ายประเภทนี้ถูกจำกัดอยู่ในบริเวณไม่กว้างนัก เช่น บริเวณภายในอาคาร สำนักงาน หรือสถานศึกษาที่มีระบบการสื่อสารเครือข่ายพื้นฐานพร้อมเท่านั้น

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันนี้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จะได้เข้ามามีบทบาทในการให้บริการสื่อสารข้อมูลที่ครอบคลุมบริเวณได้ทั่วถึงมากขึ้น แต่ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลก็ถูกจำกัดอยู่เพียง 384 Kbps สำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2.75G ซึ่งยังมีความเร็วไม่มากพอที่จะรองรับการประยุกต์ใช้งานการสื่อสารข้อมูลได้เหมือนกับการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบมีสาย และแบบไร้สายดังกล่าวข้างต้น ส่วนเทคโนโลยีระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3G ซึ่งตามทฤษฎีสามารถให้บริการที่อัตราเร็วบิตสูงสุดได้ถึง 14.4 Mbps สำหรับผู้ใช้ที่อยู่กับที่ หรืออยู่ภายในอาคาร แต่ว่าระบบเครือข่ายดังกล่าวยังจำกัดอยู่ในบริเวณย่านธุรกิจการค้า การท่องเที่ยว หรือภายในเขตเมืองใหญ่เท่านั้น การที่จะขยายพื้นที่ครอบคลุมของเครือข่าย 3G ต้องทำการปรับปรุงโครงสร้างเครือข่ายของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างมาก กล่าวคือต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์เครือข่ายที่มีความซับซ้อน ทั้งในส่วนของ Access Network และ Core Network ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนที่สูงมาก

ไวแมกซ์ (WiMAX, Worldwide inter-operability for Microwave Access) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงที่สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ได้ในรัศมีที่กว้างกว่า และสามารถให้บริการรับส่งข้อมูลที่อัตราเร็วบิตสูงกว่าระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มาก ไวแมกซ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.16a สามารถให้บริการรับส่งข้อมูลที่อัตราเร็วบิตได้ถึง 75 Mbps ด้วยการใช้วิธีการส่งสัญญาณแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) และสามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ในรัศมีที่กว้างถึง 50 กิโลเมตร สำหรับกรณีไม่มีสิ่งกีดขวาง (line of sight) การเชื่อมต่อสถานีฐานของเครือข่ายไวแมกซ์สามารถเชื่อมต่อในรูปแบบจุดต่อจุด (point-to-point) หรือแบบจุดต่อหลายจุด (point-to-multipoint) ซึ่งเป็นการง่ายต่อการวางระบบเครือข่าย อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อเครือข่ายไวแมกซ์ในรูปแบบดังกล่าว มีข้อจำกัดในเรื่องของคุณภาพของสัญญาณและอัตราเร็วบิตที่ขอบเขต (cell edge) ซึ่งเป็นบริเวณที่เป็นจุดอ่อนในการรับสัญญาณเนื่องจากมีสิ่งกีดขวาง ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการใช้สถานีรีเลย์เพื่อรับและส่งต่อสัญญาณจากสถานีฐานไปให้ผู้ใช้ที่อยู่ในบริเวณขอบเขตหรือบริเวณจุดอ่อนสัญญาณได้ ทำให้สามารถขยายบริเวณครอบคลุมสัญญาณที่มีคุณภาพของเครือข่ายไวแมกซ์ออกไปได้อีก แต่อย่างไรก็ตามการกำหนดจุดติดตั้งของสถานีฐาน และสถานีรีเลย์ รวมถึงการเลือกใช้พารามิเตอร์สำหรับการส่งสัญญาณที่เหมาะสมเป็นประเด็นที่สำคัญที่ผู้ออกแบบและวางแผนเครือข่ายต้องพิจารณา จึงจะทำให้สามารถขยายพื้นที่ให้บริการการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคุ้มค่ากับการลงทุน

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการออกแบบและวางแผนเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ (Multi-hop relay stations) เพื่อให้ได้เครือข่ายไวแมกซ์ที่สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมทั่วถึงบริเวณที่ห่างไกลและขาดแคลนระบบสายส่งโทรคมนาคมพื้นฐาน เพื่อที่จะสามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย:

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานและตัวชี้วัดประสิทธิภาพการสื่อสารของเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
2. เพื่อศึกษาการกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการติดตั้งและใช้งานเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
3. เพื่อพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ เพื่อให้สามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย:

1. ศึกษาหลักการทำงานและตัวชี้วัดประสิทธิภาพการสื่อสารของเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
2. ศึกษาการกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการติดตั้งและใช้งานเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
3. พัฒนาสมการคณิตศาสตร์ รวมถึงการออกแบบกรอบวิธี และเกณฑ์เพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
4. พัฒนาโปรแกรมเพื่อหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
5. ศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายที่ได้จากวิธีการออกแบบที่พัฒนาขึ้นมา

8. ทฤษฎี และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย (Conceptual Framework):

การสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงตามมาตรฐานของไวแมกซ์ (WiMAX, Worldwide interoperability for Microwave Access) ได้รับการพัฒนาเริ่มจากมาตรฐาน IEEE 802.16 [16] ซึ่งให้บริการกลุ่มผู้ใช้งานที่อยู่กับที่ เชื่อมต่อแบบ Line of Sight ในย่านความถี่ 10-66 GHz ในพิสัยครอบคลุมกว้าง 50 กิโลเมตร ต่อมาได้มีการพัฒนามาตรฐาน IEEE 802.16a ซึ่งใช้เทคนิคการมอดูเลตสัญญาณแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) ทำให้สามารถเชื่อมต่อแบบ Non Line of Sight ในย่านความถี่ 2-11 GHz และมาตรฐาน IEEE 802.16d ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์เพื่อลดข้อจำกัดเรื่องของสัญญาณควบคุม (signaling) จากนั้นได้มีการพัฒนามาตรฐาน มาตรฐาน IEEE 802.16e หรือเรียกว่า Mobile WiMAX เพื่อรองรับผู้ใช้บริการประเภทเคลื่อนที่ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนา มาตรฐาน IEEE 802.16j [17] ซึ่งสนับสนุนการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ (Multi-hop relay stations) ทำให้เครือข่ายไวแมกซ์สามารถขยายพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณจากสถานีฐาน และสามารถปรับปรุงคุณภาพการรับส่งข้อมูลที่ขอบเขตของสถานีฐานได้

ที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพการสื่อสารข้อมูลของเครือข่ายไวแมกซ์ [4] โดยได้นำเสนอสมการสำหรับคำนวณอัตราเร็วบิตสำหรับการเชื่อมโยงขาขึ้น (U_b , Uplink bit rate) และอัตราเร็วบิตสำหรับการเชื่อมโยงขาลง (D_b , Downlink bit rate) ดังแสดงรายละเอียดในสมการข้างล่างนี้ เมื่อพารามิเตอร์ที่ใช้ในสมการกำหนดในตารางที่ 1 และ 2 สมการดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง

สถานีฐานและสถานีรีเลย์ เพื่อให้ได้สัญญาณครอบคลุม และสามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัดได้

$$U_d = \left[BW \times \frac{28}{25} \times \frac{\# \text{datasubcarrier}}{\# \text{OFDMsubcarrier}} \times (\text{data bit per symbol}) \times \frac{1 - \text{Overhead}}{1 + \text{guard time}} \times (\text{TDD up ratio}) \right] \quad (1)$$

$$D_d = \left[BW \times \frac{28}{25} \times \frac{\# \text{datasubcarrier}}{\# \text{OFDMsubcarrier}} \times (\text{data bit per symbol}) \times \frac{1 - \text{Overhead}}{1 + \text{guard time}} \times (\text{TDD down ratio}) \right] \quad (2)$$

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์แบนด์วิดท์ช่องสัญญาณ จำนวนสัญญาณพาหะ OFDM และจำนวนสัญญาณพาหะข้อมูล

Channel Bandwidth (BW)	Number of OFDM subcarriers	Number of data subcarriers
1.25 MHz	128	72
5 MHz	512	360
10 MHz	1024	720
20 MHz	2048	1440

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ของการมอดูเลต

Modulation scheme	Receiver sensibility	Data bits per symbol
BPSK 1/2	6.4 dBm	0.5
QPSK 1/2	9.4 dBm	1
QPSK 3/4	11.2 dBm	1.5
16-QAM 1/2	16.4 dBm	2
16-QAM 3/4	18.2 dBm	3
64-QAM 2/3	22.7 dBm	4
64-QAM 3/4	24.4 dBm	4.5

9. การทบทวนวรรณกรรม (reviewed literature)/ สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง:

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาในการออกแบบเครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สายส่วนใหญ่เน้นเรื่องการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เช่น งานวิจัย [1-2] ได้เสนอวิธีการเลือกตำแหน่งติดตั้งสถานีฐานที่ดีที่สุด รวมถึงการเลือกพารามิเตอร์ที่สำคัญของสถานีฐาน เช่น การเลือกประเภทสายอากาศ กำลังและทิศทางการส่งสัญญาณ เพื่อลดสถานีฐานให้มีจำนวนน้อยที่สุด นั่นคือลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่นั่นเอง

ในช่วงที่ผ่านมางานวิจัยเกี่ยวกับการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงผ่านเครือข่ายไวแมกซ์ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยได้มีการนำเสนอวิธีการออกแบบเครือข่ายบรอดแบนด์ไวแมกซ์โดยใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศร่วมกับแบบจำลองการสูญเสียของสัญญาณในการกำหนดตำแหน่งติดตั้งสถานีฐานในเบื้องต้น [3-8] โดยในงานวิจัย [3, 4] ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของเครือข่ายไวแมกซ์ในทางทฤษฎี

โดยใช้แบบจำลองระบบ ส่วนงานวิจัย [5-8] ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพจากเครือข่ายจริง ซึ่งเป็นการใช้งานสื่อสารในด้านต่างๆ เช่น งานด้านการศึกษา งานด้านสุขภาพ งานบริการระบบเหตุฉุกเฉิน รวมไปถึงการใช้งานในย่านธุรกิจและที่อยู่อาศัย โดยได้ทำการพิจารณาประสิทธิภาพเครือข่ายในด้านปริมาณงาน (Throughput) พื้นที่ครอบคลุมสัญญาณ (signal coverage area) และค่าสัญญาณพาหะต่อสัญญาณรบกวน (carrier to interference ratio)

นอกจากนี้ที่ผ่านมาได้มีการนำเสนอการใช้สมการคณิตศาสตร์แบบโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม (Integer Programming) เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างเครือข่ายไวแมกซ์ [10-14] โดยในงานวิจัย [10-12] ได้พิจารณาถึงปัญหาการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นของเครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สายไวแมกซ์ประเภทหนึ่งช่วงเชื่อมต่อ (single hop) กล่าวคือเครื่องผู้ใช้จะรับส่งสัญญาณกับสถานีฐานไวแมกซ์โดยตรง โดยไม่มีการใช้สถานีรีเลย์ (relay station) ซึ่งแต่ละงานวิจัยแตกต่างกันในส่วนของการประเมินและเงื่อนไขที่พิจารณาในการออกแบบเครือข่าย โดยงานวิจัย [10] ได้พิจารณาค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและซ่อมบำรุงสถานีฐาน และพิจารณาเงื่อนไขเรื่องพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณ ปริมาณทราฟฟิกที่สามารถรองรับได้ และระดับของสัญญาณรบกวนในเครือข่าย งานวิจัย [11] นำเสนอปัญหาการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ที่ทำการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับติดตั้งสถานีฐาน รวมถึงการกำหนดจำนวนลำคลื่น และจำนวนคลื่นพาหะที่เหมาะสมที่สุด โดยได้พิจารณาเรื่องค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสถานีฐาน กำลังส่งสัญญาณและความจุของทราฟฟิกในการให้บริการ ส่วนงานวิจัย [12] ได้พิจารณาเรื่องของค่าใช้จ่ายในการสร้างเครือข่าย การซ้อนทับของพื้นที่ครอบคลุม ระดับการให้บริการ และรายได้จากการให้บริการ

สำหรับงานวิจัย [13,14] ได้พิจารณาถึงปัญหาการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สายไวแมกซ์ประเภทสองช่วงเชื่อมต่อ (double-hop) นั่นคือได้มีการติดตั้งสถานีรีเลย์ในเครือข่ายเพื่อขยายพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณ โดยที่เครื่องผู้ใช้สามารถรับส่งสัญญาณกับสถานีรีเลย์จากนั้นสถานีรีเลย์ก็จะส่งสัญญาณต่อไปให้สถานีฐานไวแมกซ์ งานวิจัย [13, 14] กล่าวถึงการกำหนดตำแหน่งติดตั้งสถานีฐานไวแมกซ์และสถานีรีเลย์โดยมีวัตถุประสงค์ในการวางจุดที่ตั้งให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ รวมถึงการพิจารณาเรื่องค่าใช้จ่ายในการสร้างเครือข่าย

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการออกแบบเครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สาย โดยเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ พบว่างานวิจัยที่ผ่านมามีข้อจำกัดอยู่ที่การกำหนดตำแหน่งติดตั้งสถานีฐานและสถานีรีเลย์แบบสองช่วงเชื่อมต่อ ซึ่งอาจทำให้พื้นที่ครอบคลุมสัญญาณไม่ทั่วถึง ดังนั้นโครงการวิจัยที่นำเสนอจึงมุ่งพัฒนาวิธีการออกแบบและวางแผนเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อภายใต้การสนับสนุนทางเทคนิคของมาตรฐาน IEEE 802.16j ซึ่งจะทำได้สามารถทำการขยายพื้นที่สัญญาณครอบคลุมไปยังบริเวณที่ห่างไกลที่ขาดแคลนระบบสายสัญญาณโทรคมนาคมพื้นฐานอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัดได้

10. เอกสารอ้างอิง (references) ของโครงการวิจัย:

- [1] S.Hurley, "Automatic Base Station Selection and Configuration in Mobile Networks," in *Proc. IEEE Vehicular Technology Conference*, 2000, pp. 2585 – 2592.
- [2] R. Kapp Rawnsley, S. Hurley, "Towards Automatic Cell Planning," in *Proc. IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, 2000, pp. 1583 – 1588.

- [3] J. Garcia-Fragoso and G.M. Galvan-Tejada, "Cell Planning Based on the WiMax Standard for Home Access: A Practical Case," in *Proc. International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, 2005, pp. 89 – 92.
- [4] B. Lannoo, et.al., "Business Scenarios for a WiMAX Deployment in Belgium," in *Proc. IEEE Mobile WiMAX Symposium*, 2007, pp. 132 – 137.
- [5] P. Neves, et.al, "WiMAX for Emergency Services: An Empirical Evaluation," in *Proc. IEEE International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, 2007, pp. 340 – 345.
- [6] F.J. Velez, et.al, "Cell Planning Based on the WiMax Standard for Home Access: A Practical Case," in *Proc. IEEE International Symposium on Wireless Pervasive Computing*, 16-18 Jan. 2006.
- [7] T.Theodoros and V. Kostantinos, "WiMax Network Planning and System's Performance Evaluation," in *Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, 2007, pp. 1948 – 1953.
- [8] M. Marques, et.al, "Design and Planning of IEEE 802.16 Networks," in *Proc. IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, 2007, pp. 1 – 5.
- [9] S.M. Allen, S.Hurley, R.K. Taplin, and R.M. Whitaker, "Automatic Cell Planning of Broadband Fixed Wireless Networks," in *Proc. IEEE Vehicular Technology Conference*, 2001, pp. 2808 – 2812.
- [10] V. Teterin, S. Hurley, and SM Allen, "Optimizing Performance of WIMAX Networks through Automated Site Selection," in *Proc. the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting*, 28-29 June, 2007.
- [11] M. Mousavi, S. Chamberlanda, and A. Quintero, "A New Approach for Designing WiMAX Networks," in *Proc. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2007, pp. 487 – 490.
- [12] V. Teterin, S. Hurley, and S.M. Allen, "A Staged Optimization Framework for Cost Optimized WiMax Network Design," in *Proc. IEEE International Conference on Wireless and Mobile Communications*, 2008, pp. 185 – 190.
- [13] Yang Yu, S. Murphy, and L. Murphy, "Planning Base Station and Relay Station Locations in IEEE 802.16j Multi-hop Relay Networks," in *Proc. Consumer Communications and Networking Conference*, 2008, pp. 922 – 926.
- [14] Yu, S. Murphy and L. Murphy, "A Clustering Approach to Planning Base Station and Relay Station Locations in IEEE 802.16j Multi-hop Relay Networks," in *Proc. IEEE International Conference on Communications*, 2008, pp. 2586 – 2591.
- [15] B. Lin, P.H. Ho, L.L. Xie, and X.S. Shen, "Relay Station Placement in IEEE 802.16j Dual-Relay MMR Networks," in *Proc. IEEE International Conference on Communications*, 2008, pp. 3437-3441.
- [16] A. Ghosh, D. R. Wolter, J. G. Andrews and R. Chen, "Broadband Wireless Access with WiMax/802.16: Current Performance Benchmarks and Future Potential," *IEEE Communications Magazine*, Feb, 2005, pp. 129 – 136.

- [17] S. W. Peters and R. W. Heath, "The Future of WiMAX: Multi-hop Relaying with IEEE 802.16j," *IEEE Communications Magazine*, Jan, 2009, pp. 104 – 111.

11. ประโยชน์ที่ได้รับและหน่วยงานที่น่าผลการวิจัยไปใช้:

- 11.1 ได้เทคนิคการออกแบบและวางแผนเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ เพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายเพื่อให้ได้สัญญาณครอบคลุมทั่วถึงบริเวณที่ห่างไกล และขาดแคลนระบบสายส่งโทรคมนาคมพื้นฐานที่มีคุณภาพ เพื่อให้สามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด ซึ่งเทคนิคที่นำเสนอนี้สามารถเป็นองค์ความรู้ในการวิจัยและประยุกต์ใช้ต่อไป
- 11.2 ได้บทความวิจัยที่มีคุณค่าทางวิชาการต่อวงการศึกษาศึกษาและวิจัย
- 11.3 ได้ผลิตนักวิจัยซึ่งเป็นบัณฑิตระดับปริญญาโทที่มีคุณภาพ และมีประสบการณ์ในการทำงานวิจัยซึ่งสามารถผลิตผลงานที่มีประโยชน์ได้

หน่วยงานที่น่าผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สถาบันการศึกษาและหน่วยงานวิจัยที่มีความสนใจเกี่ยวกับการออกแบบ และวางแผนเครือข่ายไวแมกซ์ ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด
2. หน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ที่ทำหน้าที่ดูแลและควบคุมระบบการทำงานของเครือข่ายไวแมกซ์

12. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย:

ผลงานวิจัยในส่วนของการพัฒนาวิธีการและสมการคณิตศาสตร์สำหรับออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ เพื่อให้ได้สัญญาณครอบคลุมทั่วถึงบริเวณที่ห่างไกล และสามารถให้บริการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ภายใต้งบประมาณที่มีอย่างจำกัด ถือเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่จะทำการเผยแพร่ด้วยการเขียนบทความวิจัย เพื่อนำเสนอและตีพิมพ์ในเอกสารการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เช่น International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications, and Information Technology (ECTIT) หรือ International Conference of Wireless Networks (ICWN) เป็นต้น นอกจากนี้ยังจะได้ทำการเผยแพร่ผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยจะให้แก่นักวิจัยและผู้สนใจดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

13. วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง:

13.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

- ศึกษาและสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์
- กำหนดกรอบวิธี และเกณฑ์การออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
- พัฒนาสมการคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ
- ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ

ศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายที่ได้จากวิธีการออกแบบที่พัฒนาขึ้นมา

13.2 สถานที่ทำการทดลอง

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ห้อง B12 ชั้น 4 อาคารวิชาการ และห้องปฏิบัติการบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมโทรคมนาคม อาคารเครื่องมือ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

14. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย:

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม พ.ศ.2553 ถึง เดือน กันยายน พ.ศ.2554 รวม 1 ปี

กิจกรรม	ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554											
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
1. ศึกษาและสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	x	x	x									
2. ออกแบบกรอบวิธี และเกณฑ์การออกแบบเครือข่ายไวเม็กซ์		x	x	x								
3. พัฒนาสมการคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดพารามิเตอร์สำหรับเครือข่ายไวเม็กซ์				x	x	x						
4. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาคำตอบของสมการคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น					x	x	x					
5. การศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของเครือข่ายที่ได้จากการออกแบบ							x	x	x			
6. เขียนบทความวิจัยสำหรับเผยแพร่ผลงานวิจัย									x	x	x	
7. จัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์											x	x

15. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (ถ้ามี):

อุปกรณ์การวิจัยที่ต้องการเพิ่มเติม : ไม่มี

16. งบประมาณของโครงการวิจัย:

รายการค่าใช้จ่าย	จำนวน (บาท)
1. ค่าจ้างชั่วคราว ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย จำนวน 1 คน อัตราค่าจ้าง 9,000 บาท/เดือน (12 เดือน)	108,000
2. ค่าใช้สอย - ค่าใช้จ่ายเพื่อการพิมพ์และจัดทำเอกสาร เข้าปกเย็บเล่ม และค่าจ้างเหมาอื่นๆ	30,000
- ค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอด และเผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ หรือการตีพิมพ์ผลงานวิจัย (ค่าลงทะเบียน และค่าในจ่ายอื่นๆในการเผยแพร่) (หมายเหตุ เบิกจ่ายตามอัตราของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	45,000
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การติดต่อประสานงานต่างๆ ในการทำวิจัย ค่าไปรษณีย์ และพัสดุ	20,000
3. ค่าวัสดุ ได้แก่ - วัสดุสำนักงาน	6,000
- วัสดุคอมพิวเตอร์ (อุปกรณ์บันทึกข้อมูล, UPS, หมึกพิมพ์ และวัสดุคอมพิวเตอร์อื่นๆ)	20,000
- วัสดุโฆษณาและเผยแพร่, ค่าวารสาร, บทความวิจัย, ตำรา, technical reports และอื่นๆ	5,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอในปี 2554	234,000

17. ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับ:

17.1 การศึกษาวิจัยระยะแรกจะได้ทำการออกแบบกรอบวิธี และสมการคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบ
เครือข่ายไอแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ

- ผลผลิตที่ได้ในระยะนี้คือ กรอบวิธี และสมการคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบเครือข่ายไอแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ

ผลสำเร็จระยะนี้ ถือเป็นผลสำเร็จเบื้องต้น (P)

17.2 การศึกษาวิจัยและพัฒนาในระยะต่อมาจะได้ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาคำตอบของ
สมการคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบเครือข่ายไอแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ

- ผลผลิตที่ได้ในระยะนี้คือ โปรแกรมเพื่อการออกแบบเครือข่ายไอแมกซ์ที่มีการใช้สถานีรีเลย์หลายช่วงเชื่อมต่อ

ผลสำเร็จระยะนี้ ถือเป็นผลสำเร็จกึ่งกลาง (I)

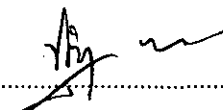
28 ต.ค. 2553

17.3 การศึกษาวิจัยและพัฒนาในระยะสุดท้ายจะเป็นการศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของ
เครือข่ายที่ได้จากวิธีการออกแบบที่พัฒนาขึ้นมา

· ผลผลิตที่ได้ในระยะนี้คือ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการสื่อสารของเครือข่ายที่ได้จากวิธีการออกแบบ
ที่พัฒนาขึ้นมา

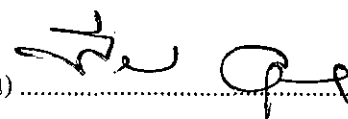
ผลสำเร็จนี้ถือเป็นผลสำเร็จตามเป้าประสงค์ (G)

18. คำชี้แจงอื่นๆ: ไม่มี

(ลายเซ็น) 
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา พรหมมาก)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 21 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553

(ลายเซ็น) 
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชพงษ์ อุฑารสกุล)

หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

วันที่ 21 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553

(ลายเซ็น) 
(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เพื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 21 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553

ส่วน ก : ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาว ชุตินา พรหมมาก
(ภาษาอังกฤษ) Miss Chutima Prommak
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3309900625520
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
โทร (0)-44-22-4393
โทรสาร (0)-44-22-4603

5. ประวัติการศึกษา

ปีจบการศึกษา	ระดับปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันศึกษา	ประเทศ
2547	Doctor of Philosophy	Ph.D.	Telecommunications	Telecommunications	University of Pittsburgh	U.S.A.
2541	Master degree	MSc.	Telecommunications	Telecommunications	University of Colorado at Boulder	U.S.A.
2535	Bachelor degree	B.Eng (Hons)	Electrical Engineering	Electrical Engineering	Khon Kaen University	Thailand

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ :
Network planning and optimization, Wireless network planning, Optical backbone network planning, Heuristic optimization
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ :
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ไม่มี
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:
 - (1) ชื่อโครงการวิจัย: การออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายขนาดใหญ่ที่รับประกันคุณภาพการให้บริการ
 - (2) ชื่อโครงการวิจัย: การจัดสมดุลโหลดแบบพลวัตสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายเพื่อปรับปรุงสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ชื่อโครงการวิจัย: การออกแบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายขนาดใหญ่ที่รับประกันคุณภาพการให้บริการ

สถานะภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการวิจัย

การเผยแพร่:

- **C. Prommak** and B. Deeka “Cross-layer Network Design for Quality of Services in Wireless Local Area Networks: Optimal Access Point Placement and Frequency Channel Assignment”, IAENG International Journal of Computer Science, 2007, vol. 35 issue 1, pp. 149-153.
- **C. Prommak** and B. Deeka “Network Design for Quality of Services in Wireless Local Area Networks: a Cross-layer Approach for Optimal Access Point Placement and Frequency Channel Assignment”, Proc. The 2007 International Conference of Wireless Networks (ICWN), London, U.K., July 2-4, 2007, pp. 1471-1475.
- **C. Prommak** and B. Deeka “Optimal Frequency Channel Assignment for WLANs Using Hybrid SIR and CSMA/CA Considerations”, Proc. The 2007 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications, and Information Technology (ECTI) International Conference, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand, May 9-12, 2007, vol. 1, pp. 809-812.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

- (1) ชื่อโครงการวิจัย: การจัดสมดุลโหลดแบบพลวัตสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายเพื่อปรับปรุงสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

สถานะภาพในการทำวิจัย: หัวหน้าโครงการวิจัย

การเผยแพร่:

- **C. Prommak** and A. Jantaweetip “Hybrid Association Control Scheme and Load Balancing in Wireless LANs”, Proc. of the World Academy of Science, Engineering and Technology, International Conference on Communication Systems and Computer Networks (CSCN08), Heidelberg, Germany, vol. 34, Sept 24-26, 2008.
- **C. Prommak** and A. Jantaweetip, “On the Analysis of Bandwidth Management for Hybrid Load Balancing Scheme in WLANs”, Proc of the 2009 International Conference on Mobile, Ubiquitous and Pervasive Computing (ICMUPC), Paris, France, June 24-26, 2009.

การตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยอื่นๆ ได้แก่:

- E. Eksook and **C. Prommak** “Optical Access Network Design for Reliability Optimization in 3G Cellular Networks”, Proc. the 7th International Conference on the Optical Internet (COIN08), Akihabara, Tokyo, Japan, Oct 14-16, 2008.
- E. Eksook and **C. Prommak** “Reliability Optimization for 3G Cellular Access Networks”, Proc. of the World Academy of Science, Engineering and Technology, International Conference on Communication Systems and Computer Networks (CSCN08), Heidelberg, Germany, vol. 34, Sept 24-26, 2008.
- **C. Prommak** and E. Eksook “Reliability Analysis for 3G Cellular Topological Network Design”, Proc. The 2007 International Conference on Engineering and Environment (ICEE), Prince of Songkhla University, Songkhla, Thailand, May 10-11, 2007.
- K. Weesapen, A. Munjirungkoon, **C. Prommak**, L. Wuttisittikulkij, “A Heuristic Algorithm Based on Tabu Search for Routing and Wavelength Assignment in

Multicast Multi-Wavelength Multi-Fiber Networks”, IEEE Sarnoff Symposium, Mar 27-28, 2006

- **C. Prommak** and B. Deeka, “On the Analysis of the Optimal Frequency Planning for Wireless Local Area Networks”, The Fourth PSU Engineering Conference (PEC-4), Dec 2005
- B. Deeka and **C. Prommak**, “Access Delay Analysis in Channel Reservation of Media Access Control Protocol for High Bit-Rate Wireless Communication Systems”, The 28th Electrical Engineering Conference (EECON-28), Oct 2005
- K. Weesapen, A. Jaturongkapanya, **C. Prommak**, “Design of WDM Networks for Multicast Traffic Using Ring Topology with Single Link Failure Protection Capability”, The Second National Conference on Optics and Applications (NCOA-2), Feb 4, 2005
- **C. Prommak**, J. Kabara, D. Tipper, “Demand-based network planning for large scale WLANs”, Broadband Wireless Services and Applications (BroadWISE), Oct 2004
- **C. Prommak**, J. Kabara, D. Tipper, C. Charnsripinyo, “Next generation wireless LAN system design”, MILCOM, Oct 2002. Pages: 473 - 477 vol.1
- **C. Prommak**, D. Tipper, “Load distribution-survivable lightpath routing for the optical virtual private network”, High Performance Switching and Routing (HPSR), May 2002. Pages:278 – 282

การเปิดบัญชีเงินฝากโครงการวิจัย

เอกสารประกอบสัญญาเลขที่ _____ / 2554

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีการออกแบบเครื่องจ่ายไอแมกซ์สำหรับระบบการสื่อสาร
บนระบบเน็ตเวิร์กสายเคเบิลใยแก้วในพื้นที่เมืองใหญ่ของประเทศไทยเพื่อประสิทธิภาพที่จำกัด

ชื่อบัญชี มทส. มร. สือสาร บทดเบนต์ ไร่สาย

เลขที่บัญชี 707-245 149-1

ธนาคาร ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาย่อย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายนามผู้มีอำนาจสั่งจ่าย

- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| 1. <u>รศ. นอ. ดร. วรพงษ์ จำนิต</u> | คณบดี |
| 2. <u>รศ. ดร. กิตติเทพ เพ็ญจกร</u> | หัวหน้าสถานวิจัย |
| 3. <u>ผศ. ดร. ชวิม พรหมมาก</u> | หัวหน้าโครงการวิจัย |

เงื่อนไขการสั่งจ่าย

ผู้มีอำนาจสั่งจ่าย 2 ใน 3

ลงนาม ชวิม
 (ผศ. ดร. ชวิม พรหมมาก)
 ผู้รับทุน



พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาจุฬาลงกรณ์พระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมพระราชทานพระบรมราช-อนุญาตให้
บริษัทแบงก์สยามกัมมาจลตั้งขึ้น
ใช้ตราแผ่นดินนี้ เป็นตราประจำธนาคาร เมื่อวันที่ ๑๒๕ (พ.ศ. ๒๔๔๙)

ชื่อบัญชี
NAME

มทล. การสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สาย
กระทรวงการมหาดไทย พ.ศ. ๒๕๖๓
พ.ร.บ. ๖๖๖/๒๕๖๓ พ.ศ. ๒๕๖๓

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
SIAM COMMERCIAL BANK PUBLIC COMPANY LIMITED

0707 สาขา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

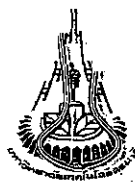
เลขที่บัญชี
ACCOUNT NO. 707-245149-1

บัญชีเงินฝากออมทรัพย์
SAVINGS ACCOUNT

0003134351

3134351

(สมุดเล่มนี้สามารถตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องปรับยอดสมุดอัตโนมัติ)



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4752 โทรสาร 4750

ที่ ศบ 5621/ ๒๕๕๕

วันที่ ๒๓ พ.ย. ๒๕๕๓

เรื่อง การทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๔

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา พรหมมาก สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาขอส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๔ ประกอบด้วย

- สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน ๒ ชุด (ต้นฉบับ/คู่ฉบับ)
- ขั้นตอนการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน ๑ ชุด
- แบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย (แบบ สบวพ.-ง-01) จำนวน ๑ ชุด
- แบบรายงานแสดงการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย (แบบ สบวพ.-ง-02) จำนวน ๑ ชุด
- หัวข้อรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยประกอบการขออนุมัติเบิกเงิน ฯ จำนวน ๑ ชุด

เพื่อให้การจัดทำสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยเป็นไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์ จึงขอความร่วมมือจากท่านในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ลงนามในสัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัยทั้ง ๒ ฉบับ พร้อมด้วยพยาน ๑ ท่าน ตามที่ระบุ
2. กรอกรายละเอียดในแบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อขอเบิกจ่ายเงินงวดที่ 1/2554 ตามวงเงินที่ระบุไว้ในสัญญา

สำหรับแบบฟอร์มต่าง ๆ ซึ่งจะต้องส่งให้สถาบันวิจัยฯ โปรดใช้ตามแบบที่ส่งมาด้วยแล้ว หรือติดต่อเจ้าหน้าที่สถานวิจัยในสำนักวิชาของท่าน หรือดูจากเว็บไซต์ของสถาบันวิจัยฯ ที่ <http://www.sut.ac.th/ird>

จึงเรียนมาเพื่อโปรดดำเนินการต่อไป และโปรดส่งเอกสารตามข้อ 1 และ 2 คืนให้สถาบันวิจัยฯ ภายในวันที่ 30 พฤศจิกายน ๒๕๕๓ ทั้งนี้ เมื่อผู้เกี่ยวข้องลงนามในสัญญาครบถ้วนและอนุมัติให้เบิกจ่ายเงินงวดที่ 1/2554 แล้ว สถาบันวิจัยฯ จะส่งสัญญาฉบับพร้อมทั้งสำเนาแบบขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยที่ได้รับอนุมัติแล้วให้ท่านเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยและวิทยาเขต
รับที่ 3255/2553
วันที่ 28 ต.ค. 2553
เวลา 10.30

หน่วยงาน สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ ๔๒๒๔-โทรสาร ๔๒๔๔
ที่ ศก.๕๖๑๔(๒๒)/ ออ.๗๗ วันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๕๓
เรื่อง ขอส่งเอกสารทำสัญญาโครงการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอส่งเอกสารทำสัญญาโครงการวิจัย ที่ได้รับจัดสรรงบประมาณจากสำนักงานงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2554 จำนวน 3 โครงการ ๆ ละ 2 ชุด ดังนี้

โครงการ	หัวหน้าโครงการ	งบประมาณ
1. การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายตรวจรู้ไร้สาย	ผศ.ดร.ชุตินา พรหมมาก 5๔7-7๐๔-๕๔-12-0๔	250,000
2. การพัฒนาเทคนิคการออกแบบเครือข่ายไวแมกซ์สำหรับขยายการสื่อสารบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสู่พื้นที่ห่างไกลภายใต้งบประมาณที่จำกัด	ผศ.ดร.ชุตินา พรหมมาก 5๔7-7๐๔-๕๔-12-0๕	234,000
3. การสร้างแผนการตัดวัสดุก่อสร้างเชิงเส้นเพื่อลดเศษในงานก่อสร้าง	ผศ.ดร.วชรภูมิ เบญจโอฬาร 5๔7-7๑๒-๕๔-2๔-1๑	160,000

31/2554

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ก. กิจน

(รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบตี

นางสมหมาย

อ. ๖๖

28 ต.ค. 2553