ภาคผนวก ก
แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ขั้นตอนการบริหารโครงการ	ผู้ถูกสัมภาษณ์				คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์
	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมภาคสนาม	Implementation Process Leader	วิศวกรโครงการขยายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	Operation and Maintenance Process Leader	
1. การกำหนดโครงการ	X	X			โครงการนี้ มีที่มาอย่างไร
	X	X			โครงการนี้มีขั้นตอนการกำหนดโครงการเป็นอย่างไร
	X	X			วัตถุประสงค์โครงการคืออะไร
	X	X			การดำเนินโครงการนี้มีการจัดโครงสร้างองค์กรโครงการอย่างไร
2.การวางแผนโครงการ		X			โครงการนี้มีการวางแผนโครงการหรือไม่ อย่างไร และมีอะไรบ้าง
		X			โครงการนี้มีการกำหนดเป้าหมายของโครงการหรือไม่ อย่างไร และมีอะไรบ้าง
		X	X		มีการกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการอย่างไร
		X	X		มีการกำหนดผู้รับผิดชอบในกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการอย่างไร
		X	X		โครงการนี้มีวิธีการกำหนดเวลาโครงการหรือไม่ อย่างไร และมีอะไรบ้าง
		X	X		โครงการนี้มีรายละเอียดงานทางด้านเทคนิคของงานในโครงการหรือไม่ อย่างไร และมีอะไรบ้าง
3. การกำหนดเวลาโครงการ		X	X		ในการกำหนดเวลาโครงการมีการใช้เครื่องมืออะไรบ้าง
4.การปฏิบัติการโครงการ		X	X		โครงการนี้มีขั้นตอนในการปฏิบัติอย่างไร
5.การควบคุมโครงการ		X	X		โครงการนี้มีการควบคุมโครงการหรือไม่ อย่างไรและมีอะไรบ้าง
		X	X		โครงการนี้ใช้วิธีอะไรในการควบคุม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ
6.การปิดและการประเมินผลโครงการ		X			โครงการนี้มีขั้นตอนในการปิดโครงการอย่างไร
		X	X	X	โครงการนี้มีวิธีการประเมินผลโครงการหรือไม่
		X	X	X	จากคำถามข้างต้น ถ้ามี มีวิธีการประเมินผลงานอย่างไร
7.ปัญหาและอุปสรรคในการ	X	X	X	X	ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการมีอะไรบ้าง
บริหารงานโครงการ	X	X	X	X	ปัญหาและอุปสรรคข้างต้น มีแนวทางแก้ไขอย่างไร

ตารางที่ ผ.1 แสดงแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างรายละเอียดทางด้านเทคนิค

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ข้อกำหนดทางเทคนิคงานระบบไฟฟ้าสำหรับสถานีฐาน

1. ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้า

1.1 การติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึงการจัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้าจาก KILO WATT-HOUR METER จนถึง LOAD CENTER เพื่อให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้อง

1.2 ดำเนินการขอ KILO WATT-HOUR METER จากการไฟฟ้า

1.3 ผู้รับจ้างต้องสำรวจและจัดทำ SHOP DRAWING เสนอผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการ

1.4 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นที่เข้ามาดำเนินการ ทั้งนี้เพื่อให้งานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

1.5 ค่าน้ำและค่าไฟฟ้าชั่วคราวในระหว่างการดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.6 ผู้รับจ้างต้องมีมาตรการในการทำงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย และไม่ก่อความเดือดร้อนให้แก่ผู้อื่น รวมทั้งไม่ให้เกิดเสียงดังรบกวนผู้อื่นด้วย

1.7 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานในการติดตั้ง

1.8 ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดเก็บขยะและเศษวัสดุเหลือใช้ในงานนั้น ๆ ออกจากหน่วยงานทุกวันเพื่อให้เกิดความเรียบร้อย

1.9 ในการติดตั้งงานนั้น ๆ จะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ที่ติดตั้งและการติดตั้งเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากส่งมอบงาน

2. อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.1 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าโดยทั่วไปต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง, IEC และมาตรฐานอุตสาหกรรม ดังรายชื่อต่อไปนี้ THAI YAZAKI, BANGKOK CABLE

2.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

2.2.1 ทั่วไปท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC

2.2.2 ขอบเขตผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2.2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- ท่อโลหะและอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า กรณีที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อ ทุก ๆ ช่อง 1.5 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) ต้องเป็นท่อเหล็กแข็งชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสีหรือ HOT DIP GALVANIZE มาแล้ว และมีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว ใช้ฝังในดิน, ใต้ถนน, ฝังในปูนทรายในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก และใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย ท่อโลหะชนิดหนาใช้ข้อต่อชนิดเกลียว ท่อที่ฝังในปูน ฝังในดิน และที่อยู่ภายนอกอาคารที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้น ต้องทาน้ำยาที่เกลียว (ELECTRICAL PIPE JOINT COMPOUND) ก่อนใส่ข้อต่อ เพื่อกันน้ำเข้า
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดกลาง INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กชนิดหนา ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ HOT DIP GAVALNIZED มาแล้ว และมีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว ใช้ติดตั้งในกรณีดังนี้คือ ที่ SERVICE ENTRANCE ที่ต้องการฝังในใต้ดิน หรือในคอนกรีตที่เดินนอกอาคาร หรือเป็นสายป้อนหรือสายมอเตอร์ หรือที่ชี้นตามข้อกำหนดของ NEC
- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบาง ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ HOT DIP GALVANIZED มาแล้ว และมีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ ยกเว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ RSC, IMC และท่ออ่อน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบาง โดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน (SET – SCREW) และแบบใช้เครื่องมือบีบ (COMPRESSION TYPE

- ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดอ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT : FMC) ต้องทำจาก GALVANIZE STEEL ท่ออ่อนที่ใช้ต้องเป็นแบบกันน้ำ ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์ เป็นต้น หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการความคล่องตัวในการปรับตำแหน่ง เช่น ดวงโคม เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่น ๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ซึ่งมีชนิดกันน้ำได้เช่นกัน ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 3/8 นิ้ว
- ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งาน และสภาวะแวดล้อมดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว
- ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี COUPLING อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ THREAD PROTECTOR อีกข้างหนึ่ง
- CONDUIT FITTING ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
- ต้องมี LOCK NUT และ BUSHING ในทุกปลายของท่อ
- กล่องต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นกล่องชุบสังกะสีหรือแคดเมียม
- ท่อร้อยสาย ต้องมีวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย

2.2.4 การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า และ NEC โดยที่

- ท่อ RSC และท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีตหรืออิฐก่อ หรือ FLOOR SLAB การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 346
- ท่อ EMT ต้องใช้แนวเดินท่อที่ EXPOSED หรือ CONCEALED การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อ 348
- ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์ ซึ่งมีการสั่นสะเทือน หรือเมื่อต้องการยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350
- ASSCOCIATED MATERIAL ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (HARZARD) ให้เป็นไปตาม NEC หัวข้อ 500 และ 517
- BEND AND OFFSET ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี MOISTURE POCKET ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน

- ท่อวงจรไฟฟ้าปกติ (NORMAL SUPPLY) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY SUPPLY)
- การเดินท่อ ให้พยายามเดินในแนวเฉลียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (BOX CONNECTOR) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี CONDUIT BUSHING ใส่ไว้ ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้น ต้องมีหัวงูเห่า (SERVICE ENTRANCE FITTING) ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมีฝาครอบ (CONDUIT CAP) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อ โดยใช้เครื่องมือดัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองชุด)
- ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคม โดยใช้ CONDUIT REAMER และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิดภายนอกท่อชำรุด
- การต่อเชื่อมกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่องหรือตัวตู้ โดยมี LOCKNUT ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี BUSHING สวมอยู่

2.3 รางเดินสายไฟฟ้า (CABLE LADDER, CABLE TRAY, WIRE WAY)

2.3.1 ทั่วไป รางเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 362 ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอบ (STOVE ENAMEL PAINT) และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

2.3.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรางเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคาร สำหรับรูปร่างและขนาดของรางเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบการติดตั้งที่ได้รับการอนุมัติจากผู้รับจ้างในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2.3.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- รางเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กฟอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. สำหรับ CABLE LADDER/CABLE TRAY และ 1.5 มม.สำหรับ WIRE WAY หรือที่ระบุไว้ในแบบ โดย CABLE LADDER ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO-GALVANIZE สำหรับ CABLE TRAY และ WIRE WAY ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิม และทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี
- ตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรงอย่างพอเพียงที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้ และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้าดังกล่าวได้ดี
- ภายในตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่าย และไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่น ขอบข้างราง และ/หรือ ขั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีความคมของขอบ
- รางเดินสายจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึดทุก ๆ ชุดช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ
- รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

2.3.4 การติดตั้ง

- การติดตั้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า ตามกฎของการไฟฟ้าและ NEC
- จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตาม NEC
- รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบกรเดินสาย ต้องต่อลงดิน
- สายไฟฟ้าที่เดินในรางเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรางเดินสายไฟฟ้า (CABLE TIE) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

2.4 กล่องต่อสายไฟฟ้า

2.4.1 ทั่วไป กล่องต่อสายแบบต่าง ๆ ต้องเป็นไปตามหัวข้อ 370 และ 373 ของ NEC กล่องต่อสายให้หมายรวมถึงกล่องต่อสวิตช์ เต้ารับ กล่องดึงสาย กล่องรวมสาย และกล่องสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ

2.4.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสวิตช์และอุปกรณ์อื่น ๆ กล่องดึงสาย (PULL BOX) กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) และข้อต่อต่าง ๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ และส่วนอื่นที่เห็นว่าจำเป็นสำหรับการติดตั้ง

2.4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- โดยทั่วไปกล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียม หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เป็นแบบมีฝาปิด และมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางของ NEC
- กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
- กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ และมีกรรมวิธีป้องกันน้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดกรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่นหรืออลูมิเนียมแผ่น
- กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ที่ใช้ติดเกาะผนัง ใช้ชนิดโลหะหล่อ พ่นสีและอบหรือกล่องพลาสติกกล่องต่อสาย สำหับติดสวิตช์ใช้ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์ลึกประมาณ 54 มม. กล่องต่อสายสำหรับติดดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้ชนิดหกเหลี่ยมหรือแปดเหลี่ยมตามมาตรฐาน NEMA ใช้ขนาดลึกประมาณ 41 มม. กล่องต่อสายสำหรับติดเต้าเสียบใช้ขนาด 54 มม. X 112 มม. X 54 มม. ต้องใช้ทุกแห่งที่มีสวิตช์เต้ารับ จุดที่แยกไปยังดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า จุดที่มีการตัดต่อสาย จุดที่มีการเลี้ยวโค้งเกินกว่าที่กำหนด และตามความจำเป็น
- กล่องดึงสายและฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. พ่นสีกันสนิมแล้วพ่นสีชั้นนอกด้วย
- ขนาดกล่องต่อสายและจำนวนสายในกล่องต้องเป็นไปตามกฎของ NEC

- กล่องสำหรับสวิตช์และเต้าเสียบที่ฝังในผนังและเสา ซึ่งไม่สามารถใช้ขนาดลึก 54 มม. ได้ให้ใช้ชนิดลึก 41 มม. แทนได้ โดยทั้งนี้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนกล่องต่อสายอื่น ๆ และ JUNDTION BOX ให้ได้ขนาดไม่เล็กกว่า 102 มม. X 102 มม. X 54 มม.
- กล่องต่อสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามกฎของ NEC
- ระบบสี กล่องต่อสายทุกกล่องต้องทาสีฝากล่องด้วยสีขาว สำหรับระบบไฟฟ้า , สีน้ำเงิน สำหรับไฟฟ้าฉุกเฉิน และสีเขียว สำหรับระบบโทรศัพท์ฯ

2.4.4 การติดตั้ง

- ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า และ NEC
- กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
- การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย LOCK NUT และ BUSHING และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสายและต่อสาย
- กล่องต่อสายของวงจรไฟฟ้าปกติ (NORMAL SUPPLY) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY SUPPLY)

2.5 แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD AND LOAD CENTER)

2.5.1 ทั่วไป การติดตั้งแผงสวิตช์ย่อยชนิดติดตั้งกับผนังต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC แผงสวิตช์และอุปกรณ์ในแผงต้องได้รับการรับรองหรือผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

2.5.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ย่อย และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2.5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- แผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ เป็นชนิด DEAD-FRONT ใช้กับไฟฟ้าระบบ 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย บัสบาร์พร้อมฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 415 โวลท์ บัสบาร์ทองแดงบริสุทธิ์ 98 % แผงต่อสายเส้นศูนย์ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้เท่าบัสบาร์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส การออกแบบและประกอบเป็นไปตาม IEC STANDARD และ UL APPROVED

- ตัวตู้ ต้องเป็นแบบติดลอยหรือฝังที่ผนัง ตามที่แสดงไว้ในแบบ มีฝาเปิดปิดติดบานพับ ตัวตู้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมพ่นสีแล้วอบ EPOXY POWDER COATING และพ่นสีทับทุกด้าน เป็นตู้ที่ทำไว้สำหรับติดเมนสวิตช์ภายใน มีประตูเปิดด้านหน้าเป็นแบบ FLUSH LOCK และต้องมี TERMINAL ของ NEUTRAL และสายดินครบตามจำนวนวงจรย่อย
- บัสบาร์ที่ต่อกับเบรกเกอร์ ต้องเป็น PHASE SEQUENCE TYPE และเป็นแบบที่ใช้กับ PLUG IN หรือ BOLT ON เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับ PLUG IN หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องเป็นชนิดที่สามารถถอด และเพิ่มสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ตัวอื่น หรือบัสบาร์ตัวอื่นและไม่ต้องเจาะรูบัสบาร์หรือแก้ไขแต่ประการใด และสามารถใส่สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติได้จำนวนไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ VDE เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยต้องเป็น MOULDED CASE ชนิดทำงานเร็ว (QUICK MAKE, QUICK BREAK, INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP, THERMAL OVER CURRENT TRIP AND TRIINDICATING) มีพิกัดขนาดและ INTERUPTING CAPACITY ตามที่แสดงไว้ในแบบ
- สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติภายในต้องสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลท์ สำหรับชนิด 1 สาย และ 415 โวลท์ สำหรับชนิด 3 สาย ขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์เฟรมมี INTERRUPTING CAPACITY ไม่ต่ำกว่า 6,000 แอมแปร์ ASYMMETRICAL ที่ 240 โวลท์มี INSTANTANEOUS MAGNETIC SHOP CIRCUIT TRIP, THERMAN OVER CURRENT TRIP ขนาดตามที่กำหนดในแบบที่อุณหภูมินอกแผง 40 องศาเซลเซียส แต่สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติจะต้องมีแผงป้ายบอกโหลดที่ควบคุม โดยมองเห็นเด่นชัดและไม่ลบเลือนได้ง่าย

- คอนแทคเตอร์ ใช้ชนิดทนกระแสเต็มที่ตลอดเวลา (CONTINUOUS DUTY) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC เป็นชนิด TROPICALIZED และ AIR BREAK ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลท์ และมีแรงดันคอยล์ตามที่แสดงในแบบ
- ป้ายชื่อ แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วยป้ายชื่อตามที่แสดงไว้ในแบบผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้มีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และโหลดชนิดใดที่บริเวณใดไว้ เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

2.5.4 การติดตั้ง แผงสวิตช์ย่อยต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนังโดยใช้ EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสม เช่น แบบปลอกโลหะยึด และต้องติดสูง 1.8 เมตร จากกึ่งกลางของแผงสวิตช์ย่อยกับพื้น

2.5.5 แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย ต้องมีคุณสมบัติตาม NEC Art.384 เป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 415/240 โวลท์ 1-3 เฟส 4 สาย มีแผงต่อสายเส้นศูนย์และแผงต่อสายเส้นดิน แผงทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์ สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเป็นแบบ PLUG-IN หรือ BOLT-ON ติดโดยตรงกับบัสบาร์ได้ ขนาดของ FRAME ต้องไม่ต่ำกว่า 50 แอมแปร์ มี OVER CURRENT TRIP และ INSTANTANEOUS SHORT CIRCUIT TRIP ทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่า 3 กิโลแอมแปร์ที่ 240

โวลท์ สำหรับแบบ 1 Pole และที่ 415 โวลท์ สำหรับแบบ 3 Poles ตัวตู้แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยอาจใช้ของทำในประเทศได้ ตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม แต่อุปกรณ์ภายในคือ แผงบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องใช้อุปกรณ์ของทำในประเทศสหรัฐอเมริกา หรืออังกฤษ

- ติดตั้งตู้ LOAD CENTER 18 CIRCUIT ชนิด 415/220 3 PHASE 4 WIRE ตามแบบ

CB MAIN	60A	3P	1 ตัว	18KA ที่ 380V
CB RECT	32A	3P	1 ตัว	10KA ที่ 380V
CB AIR	20A	3P	3 ตัว	5 KA ที่ 380V
CB AIR CONTROL	16A	1P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V

CB L/P	16A	1P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB OB-LIGHT TOWER	16A	1P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB SPARE	16A	1P	2 ตัว	5 KA ที่ 220V

- ติดตั้ง LOAD CENTER 12 CIRCUIT ชนิด 1 เฟส 30/100 A 220V

CB MAIN	80 A	2 P	1 ตัว	10KA ที่ 220V
CB RECT	60 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB AIR 1	32 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB AIR 2	32 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB AIR 3	32 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220
CB AIR CONTROL	10 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB L/P	16 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB.OP.LIGHT TOWER	10 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V
CB SPARE	10 A	1 P	1 ตัว	5 KA ที่ 220V

- อื่น ๆ ส่งให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อน

2.6 แผงกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ (KWH METER PANEL BOARD)

2.6.1 ตัวแผงเป็นชนิดติดกับผนังตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วยเหล็กแผ่นที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุดฟอสเฟต หรือสังกะสี เป็นต้น ทำการพ่นสีแล้วอบ มีประตูปิดเปิด ด้านหน้าที่กุญแจล็อคแบบฝังเรียบ ฝาตู้ต้องเจาะช่องเฉพาะใส่กระจกเพื่อที่จะสามารถมองเห็นตัวเลขของ KWH มิเตอร์จากภายนอกได้ชัดเจน ภายในตู้ประกอบด้วยขั้วสำหรับต่อสายเข้าและออกจาก KWH มิเตอร์ และฐานสำหรับติดตั้งมิเตอร์และหม้อแปลงกระแส CT (ถ้าจำเป็น) สำหรับขนาดและจำนวนของ KWH มิเตอร์ให้ดูรายละเอียดจากแบบ เพื่อที่จะได้กำหนดขนาดให้เหมาะสม และการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า

2.6.2 KWH มิเตอร์สำหรับแต่ละยูนิตนั้น ให้ผู้รับจ้างนำไปปรับเทียบ (CALIBRATE) ความถูกต้องกับมิเตอร์ของการไฟฟ้า พร้อมทั้งแสดงหนังสือรบรองการปรับเทียบดังกล่าว ก่อนนำไปติดตั้ง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงาน และเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ค่าธรรมเนียมสำหรับการนี้ทั้งหมด

2.6.3 ป้ายชื่อ สำหรับ KWH มิเตอร์แต่ละตัว ให้ติดไว้ให้เห็นเด่นชัดที่ฝาตู้

2.6.4 การติดตั้งแผง KWH มิเตอร์ให้ติดตั้งสูงจากพื้นดิน 1.5 เมตร โดยที่ KWH มิเตอร์ของแต่ละยูนิต จะรวมติดตั้งไว้ที่ห้องไฟฟ้า

2.7 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

2.7.1 ทั่วไป การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทยและ NEC โดยที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด BALLAST STARTER รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ/หรือ มาตรฐาน BS, VDE, DIN, NEMA และ JIS ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นโคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบ 1 Phase 220 V 50 Hz 2 Wire

2.7.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดและติดตั้งดวงโคม และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ ยกเว้นโคมไฟฟ้าประเภทตกแต่ง ซึ่งจัดหาโดยผู้ว่าจ้างตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.7.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและรายละเอียดข้อกำหนด โดยต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่ระบุ ดวงโคมที่ผลิตตามมาตรฐานของผู้ผลิตในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างจากที่กำหนดเล็กน้อย ดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบหรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ก่อนดำเนินการสั่งซื้อและสั่งทำ
- ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกได้ (WEATHER PROOF) และผลิตตามมาตรฐาน BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- ดวงโคมให้ใช้ขนาดตามที่ระบุในแบบของดวงโคม ให้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้เลือกตัวโคม จะต้องทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มม. พ่นสีและผ่านการอบ (BAKED ENAMEL) และมีกรรมวิธีป้องกันสนิมและผุกร่อนได้ดี เช่น ชุบฟอสเฟต หรือชุบสังกะสี
- สำหรับโคม FLUORESCENT ต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มม. สำหรับโคม 2x36 W จำนวน 2 ชุด นอกนั้นต้องหนาไม่ต่ำกว่า 0.7 มม.
- ดวงโคมต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติ กันฝุ่นละออง ระบายความร้อนได้ดี ติดตั้งง่าย สะดวกในการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนหลอดไฟได้ง่าย
- อุปกรณ์ขาหลอด ต้องผลิตตามมาตรฐาน VDE

- ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้
- ขั้วหลอดต้องเป็น HEAVY DUTY, SPRING LOADED TYPE ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ JIS
- สายในดวงโคม FLUORESCENT ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดทนความร้อนได้ถึง 70 องศาเซลเซียส และมีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.5 Sq.mm.
- โคมไฟภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนดินฟ้าอากาศภายนอก (WEATHER PROOF, WP) หรือ IP 55
- สำหรับหลอด FLUORESCENT โดยทั่วไปใช้หลอดชนิด DAY LIGHT
- หลอดไฟ FLUORESCENT ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- Ballast สำหรับหลอด FLUORESCENT เป็นแบบ POWER FACTOR สูง LOSS ต่ำ ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำหรับหลอด FLUORESCENT อาจใช้ BALLAST ที่มี POWER FACTOR ต่ำ ต่อกับ CAPACITOR เพื่อปรับปรุง POWER FACTOR ให้ได้อย่างน้อย 0.9)
- STARTER ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- อุปกรณ์ต่าง ๆที่ประกอบอยู่ในโคม ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยนำมาใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวต้องสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- ตัวเสาไฟฟ้าทำด้วยท่อเหล็กชนิดอาบสังกะสี โดยมีขนาดเสาและความสูงตามที่แสดงไว้ในแบบ ท่อและเหล็กส่วนที่ฝังในดิน ให้ทาด้วย FLINT COATED ทั้งด้านนอกและด้านใน อย่างน้อย 3 ชั้น และให้มีแป้นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลักและแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม
- ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสายซึ่งมีฝาปิดเปิดได้และยึดโดยใช้สลักเกลียว ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกในช่องต่อสายให้ติดตั้ง FUSE และขั้วต่อสายที่เหมาะสม

- ฐานรากของเสาส่วนที่ฝังในดิน ต้องลึกพอที่สามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง
- เสาไฟถนนต้องต่อลงดินโดยใช้สายดินต่อเชื่อมกับแผงสวิตช์ย่อย

2.7.4 การติดตั้ง

- ผู้รับจ้างต้องติดตั้งดวงโคมต่าง ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่โคมไฟและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโคม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ถ้าโคมไฟหรืออุปกรณ์เป็นของต่างประเทศและไม่สามารถนำตัวอย่างมาให้พิจารณาได้ ก็ให้นำรายละเอียดและแคตตาล็อกต่าง ๆ มาแทนได้ ส่วนวิธีการติดตั้งหรือจับยึดให้ผู้รับจ้างทำแบบเสนอขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของโคมไฟไปจากแบบ อาจมีบางงานตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้น ๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใดโดยทั่วไป
- การติดตั้งดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ภายนอกดวงโคม
- ห้ามต่อท่อเข้าดวงโคมโดยตรง และไม่ให้ร้อยสายวงจรผ่านทะลุดวงโคมไปยังจุดจ่ายไฟอื่น ๆ ให้ต่อสายได้เฉพาะในกล่องต่อสาย
- ดวงโคมไฟฟ้าแบบติดข้างผนังให้ติดสูงจากพื้น 2.5 ม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยใช้ LEAD ANCHOR และสกรู ในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมาก ให้ยึดด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม
- ถ้าฝ้าเพดานเป็นชนิดแขวน เช่น ฝ้าทีบาร์ ห้ามวางน้ำหนักโคมลงบนโครงฝ้าหรือแผ่นฝ้าโดยตรง ต้องติดโซ่ หรือก้านเหล็กชนิดปรับระดับได้รับน้ำหนักดวงโคมไฟฟ้าโดยตรงตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.8 สวิตช์และเต้ารับ

2.8.1 ทั่วไป การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศของกระทรวงมหาดไทยและ NEC

2.8.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสวิตช์และเต้ารับตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดทุกประการ

2.8.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- สวิตช์ใช้กับควงโคมและพัดลมชนิด 1 เฟส เป็นชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลท์ ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีการดกสัมผัส CONTACT ต้องเป็นเงิน (SILVER) โดยไม่ผสมโลหะอื่น ตัวสวิตช์เป็นสีงาช้าง ขั้วต่อสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้ม สนวนยึดติดแน่นด้วยตัวของมันเอง (AUTOMATICALLY LOCK) สามารถกันสายแตะกับสายสวิตช์อื่นในกล่องเดียวกันหรือเข้ากีบกล่อง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะกับขั้วโดยตรง ห้ามใช้สวิตช์ที่ยึดสายไฟฟ้าโดยการใช้สกรูกวดอัด
- เต้ารับทั่วไปต้องมีขนาด 2 ขั้ว 3 สาย (GND) 220 VAC 50 Hz ที่เสียบได้ทั้งขากลมและขาแบน ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลท์ และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ ตัวเต้ารับเป็นสีงาช้าง ขั้วต่อสายเต้ารับต้องเป็นชนิดมีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน มีสกรูกวดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะเข้ากับขั้วโดยตรง ห้ามใช้เต้ารับชนิดที่ยึดสายไฟโดยการทับสายใต้ตัวสกรูโดยตรง

3. ข้อกำหนดในการติดตั้ง

3.1 การเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำจากเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (KWH) ไปยังแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย

3.1.1 ต้องสำรวจแนวเส้นทางของสายไฟฟ้าแรงต่ำเข้าสถานีให้กับผู้ว่าจ้าง และให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ เพื่อกำหนดว่าเป็นแบบที่ 1 เดินสายไฟฟ้าแบบฝังใต้ดิน (UNDER GROUND CABLE) หรือแบบที่ 2 เดินสายลอดแขวนพาดสาย (OVER HEAD CABLE WIRE)

3.1.2 ขนาดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในสถานี ผู้รับจ้างจะต้องเสนอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน ว่าสถานีนั้นต้องใช้ขนาดกระแสไฟฟ้า แบบชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ตามข้อกำหนด LOAD CENTER และหรือพิจารณาตามความเหมาะสมของพื้นที่

3.1.3 ความยาวของสายไฟฟ้าแรงต่ำ ผู้ว่าจ้างกำหนดมาตรฐานจากเครื่องวัดไฟฟ้า จนถึงแผงสวิตช์ย่อยใช้ 30 เมตร ทั้งแบบฝังดินและแบบแขวน ทั้งนี้ถ้าสถานีใดที่จะต้องมากกว่าให้เสนอแจ้งให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาและทำงานลดและเพิ่มต่อไป

3.1.13 การเดินท่อและอุปกรณ์ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าภายในอาคาร จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง

3.2 ภายในอาคารเดินสาย THW ขนาด 4x35 SQ.MM. จาก LOAD CENTER ภายในอาคารไปยังตำแหน่งที่ติดตั้งมิเตอร์ โดยใช้เช่ากระแสไฟฟ้า

3.2.1 การเดินสาย THW การเสนอราคากำหนดให้ความยาวของสายในแต่ละสถานี สถานีละ 30 เมตร โดยเดินสายภายในอาคารด้วยสาย THW ร้อยท่อ EMT ในกรณีที่สถานีใด ๆ ใช้สายมากกว่าที่กำหนดหรือน้อยกว่าที่กำหนด ให้ผู้รับเหมาเสนอราคาคิดเป็นงานลดงานเพิ่ม

3.2.2 กรณีขอเช่ากระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้า และสถานีอยู่บนอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องเดินสาย THW ร้อยท่อ IMC ยึดกับ SUPPORT โครงสร้างของอาคาร

3.3 เขียน NAME PLATE ในฝาตู้แสดงถึง BREAKER ที่ใช้ทั้งหมดของ LOAD

3.4 สถานีที่สามารถใช้ไฟฟ้าชั่วคราวจากอาคารได้ ให้เดินระบบไฟฟ้าชั่วคราวจากอาคารก่อน ซึ่งเป็นไฟฟ้า 3 เฟส ไม่ต่ำกว่า 20 A พร้อมมิเตอร์ติดตั้ง แล้วรื้อถอนระบบไฟฟ้าชั่วคราวออก หลังจากติดตั้งมิเตอร์จากการไฟฟ้าแล้ว

3.5 แผงตู้สวิตช์ไฟฟ้าย่อยต้องแสดง WIRING DIAGRAM ติดไว้ในฝาตู้ของแผงสวิตช์โดยเคลือบพลาสติกกันน้ำ

3.6 รวมถึงการติดตั้ง KILO WATT HOUR METER ส่วนค่าใช่จ่ายในการดำเนินการขอไฟ จากการไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย โดยรับเอกสารและประสานงานกับ AIS ในเรื่องการขอไฟ ทั้งในส่วนงานการไฟฟ้าส่วนนครหลวงและภูมิภาค ผู้รับจ้างจะต้องสำรองจ่ายตามค่าเป็นจริงของการประเมินจากการไฟฟ้า โดยมีใบเสร็จของส่วนราชการมาประกอบการเบิกจ่ายกับผู้ว่าจ้าง

4. ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM)

ตามข้อกำหนดนี้ ให้รวมถึงการต่อลงดิน ของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) อุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมี กระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า เป็นต้น โดยการต่อให้ลง BUS BAR GROUND INDOOR โดยใช้วัสดุ – อุปกรณ์ ตลอดจนการติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

3.1.4 สายไฟฟ้าแรงต่ำที่ฝังใต้ดิน จะต้องเดินสายไฟฟ้าโดยท่อร้อยสาย โดยขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการไฟฟ้า และ/หรือ โดยใช้สาย NYY, NYYN หรือ NYY-GRD ขนาด 1 เส้น 4 CORE ตามแบบที่เสนอพิจารณาอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

3.1.5 ท่อร้อยสายไฟใต้ดินจะต้องใช้ท่อ RSC ขนาดความโตของท่อจะต้องให้เหมาะสมและตามข้องกำหนดของการไฟฟ้า การฝังท่อจะต้องฝังด้วยความลึก
ไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ปลายท่อร้อยสายทั้งต้นทาง ปลายทาง จะต้องมี่หัวงูเห่ารับสาย โดยปลายท่อยึดกับเสาไฟฟ้า เพื่อนำสายต่อเข้าเครื่องวัดไฟฟ้าและปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้าห้องอุปกรณ์ของสถานี

3.1.6 การพาดแขวนสายไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องใช้สาย THW ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้า ตามแบบที่เสนอพิจารณาอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

3.1.7 การไฟฟ้าแรงต่ำพาดแขวนแบบ OVERHEAD จากเสาปูนไฟฟ้าของเครื่องวัดไฟฟ้าจะต้องมีลูกถ้วยรับสายแบบแยกแต่ละ PHASE ถึงสายเข้าอาคารสถานีโดยอาคารสถานีจะต้องมีโครงเหล็ก SUPPORT ลูกถ้วยรับสายปลายสายเมื่อผ่านลูกถ้วยแล้ว สายที่เข้าห้องอุปกรณ์จะต้องมีหัวงูเห่ารับสายพร้อมกับท่อ IMC เข้าห้องอุปกรณ์ปลายของท่อ IMC โค้งเข้าตู้ LOAD CENTER จะต้องต่อด้วย FLEXIBLE ALUMINIUM

3.1.8 ข้อกำหนดในการก่อสร้างเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำจากอาคารผู้ว่าจ้างเช่า กล่าวคือ อาคารที่ผู้ว่าจ้าง เช่ามานั้นมีกระแสไฟฟ้าภายในอาคาร สามารถใช้กับอุปกรณ์ได้เพียงพอ ให้ผู้รับจ้างสำรวจจำนวนกระแสทั้งหมดที่เจ้าของอาคารมีและใช้อยู่ รวมถึงผู้เช่าใช้ พร้อมกับออกแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนเสมอ

3.1.9 สายไฟฟ้าภายในอาคารให้ใช้สาย THW ขนาดของสายไฟฟ้าให้ขึ้นอยู่กับขนาดกระแสไฟฟ้าที่ได้มา สายไฟฟ้าภายในจะต้องเดินสายไฟฟ้าโดยท่อร้อยสาย EMT จากตู้แผงควบคุม จนถึงห้องอุปกรณ์

3.1.10 ตู้แผงควบไฟฟ้าภายอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องมีอุปกรณ์ CB ตามขนาดความปลอดภัยต่อจากตู้แผงควบคุมพร้อมแสดงตำแหน่ง NAME PLATE ให้ชัดเจน

3.1.11 ความยาวของสายไฟฟ้าภายในจากตู้แผงควบคุมจนถึงแผงสวิตช์ย่อยของห้องอุปกรณ์ผู้ว่าจ้างกำหนดมาตรฐาน 30 เมตร ทั้งนี้สถานีใดที่จะต้องใช้มากกว่ามาตรฐานให้ผู้รับจ้างเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาและทำงานลดเพิ่มต่อไป

3.1.12 การเดินท่อและอุปกรณ์ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าภายในอาคาร จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง

4.1 สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดิน สำหรับระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) เพื่อต่อสายศูนย์ (NEUTRAL) ด้านทุติยภูมิ (SECONDARY) ของหม้อแปลงไฟฟ้าดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายศูนย์ของระบบไฟฟ้านั้น ตามตารางที่ 1 และสายดินสำหรับโครงโลหะ รอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่ควรจะเป็นส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหล และเป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ ให้มีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้น โดยขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรตามตารางที่ 2

4.2 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แก่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้น มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้คุมงาน

4.2.1 การเดินสายดินให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์, สายดินที่เป็นสายประธาน (MAIN) สำหรับการ ต่อแยกสายดิน, สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้าฯลฯ ให้วางลอดได้ สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อต้องยึดติดกับรางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร (ต้องได้รับการยินยอมจากผู้คุมงาน)

4.3 การตรวจสอบให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานที่อ้างอิง

ตารางที่ 1
ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน

ขนาดสายศูนย์ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดินตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
35 หรือเล็กกว่า	10
50	16
70	25
95 ถึง 150	35
185 ถึง 500	70
เกิน 500	95

4.5 ระบบสายดินในแผงตู้สวิตช์ไฟฟ้าย่อยในห้องอุปกรณ์จะต้องต่อขั้ว NEUTRAL กับขั้ว GROUNDในตู้ให้ถึงกันโดยใช้สายTHW ขนาด 16 Sq.mm. และเชื่อมสายดินเข้ากับตัวตู้ด้วย

4.6 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND AC) ต่อจากจุดขั้ว GROUND แผงตู้สวิตช์ย่อยด้วยสาย THW ขนาด 16 Sq.mm. (สีเขียว) วางพาดบน LADDER INDOOR เข้า MASTER GROUND BAR

4.7 สายดินที่เดินมายัง MASTER GROUND BAR ให้ติดป้ายชื่อว่าเป็นอุปกรณ์ใด

5. CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER)

5.1 ทั่วไปให้ใช้ MODEL CASE CIRCUIT BREAKER ที่มี AMPERE TRIP RATING และจำนวน POLE ตามที่ระบุในแบบ

5.2 ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER) ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

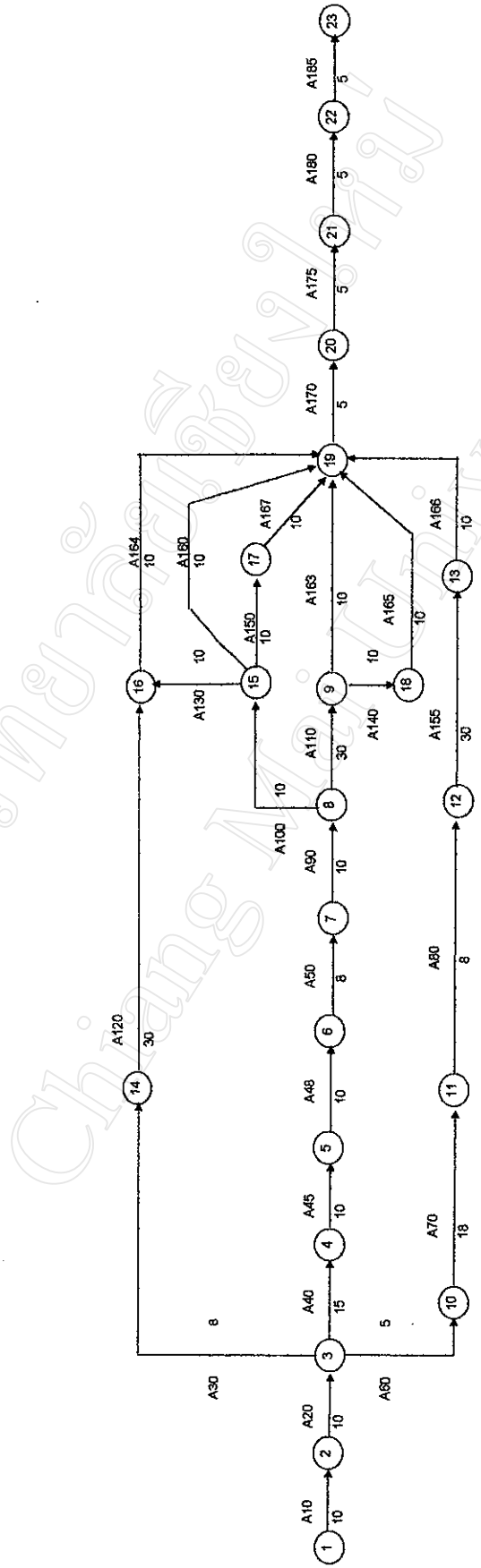
- ENCLOSE เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่ NEMA1 พับจาก SHEET STEEL WITH GREY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับในงานติดตั้งภายใน อาคารทั่วๆ ไป
- NEMA 3 R พับจาก ZINC COATED STEEL WITH GREY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร

5.4 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยเป็นแบบ FLUSH MOUNTED สำหรับในอาคาร และ SURFACE MOUNTED สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.80 ม. ถึงระดับบนสุด

ตารางที่ 2 ขนาดของสายดินสำหรับต่อส่วนท่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน		
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร)	
	ตัวนำทองแดง	ตัวนำอลูมิเนียม
15	2.5	4
20	4	6
30 ถึง 60	6	10
100	10	16
200	16	25
400	35	50
600	50	70
800 ถึง 1000	70	95
1200	95	120
1600	120	185
2000	150	185
2500	185	300
3000	240	300
4000	300	400
5000	400	600
6000	500	600

6. การตรวจรับงาน

ให้เป็นตามข้อกำหนดและวิธีการที่ระบุไว้ในเอกสาร INSPECTION MANUAL REVISION ของ AIS



รูปที่ ผ.1 แสดงโครงข่ายงานโครงการขยายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในเขตภาคเหนือตอนบน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

- A185 คือ การจัดทำเอกสารส่งมอบทรัพย์สินแก่องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

ดังนั้นเมื่อเราทราบงานวิกฤติในโครงการแล้ว เราก็จะสามารถที่จะปรับเวลาในการดำเนินโครงการให้เร็วได้ โดยเร่งการทำงานใน Activity ที่เป็นงานวิกฤตให้ใช้ระยะเวลาน้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ค
แผนงาน CPM โครงการขยายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

แผนงาน CPM โครงการขยายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

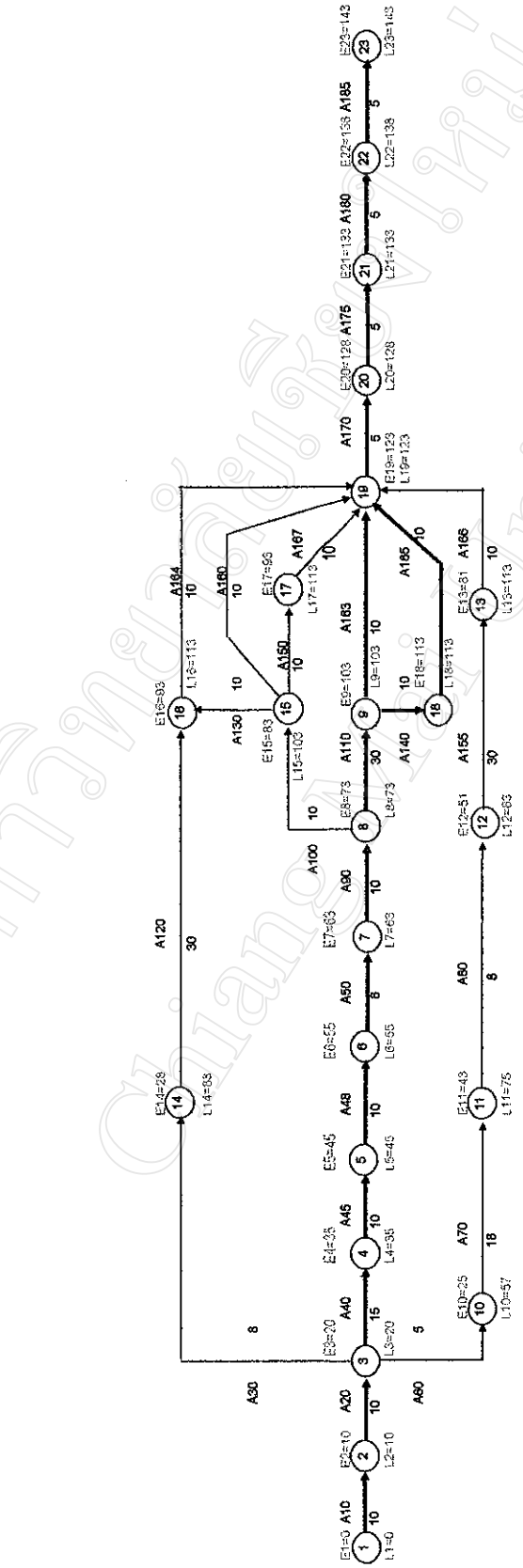
จากการที่ผู้ศึกษาได้เสนอแนะการนำเอาวิธี CPM มาใช้ร่วมกับ แผนงานแบบ Gantt chart ของโครงการขยายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้ศึกษาได้มีวิธีการนำเอาวิธี CPM มาใช้ดังนี้

จาก งานใน WBS และความสัมพันธ์ของแต่ละงาน ผู้ศึกษาได้นำมาเขียนโครงข่ายได้ดังรูปที่ ผ.1

จากโครงข่ายในรูปที่ 1 เมื่อนำมาคำนวณหาเวลาเริ่มต้นเร็วสุดและช้าสุด และเวลาแล้วเสร็จเร็วสุดและช้าสุดของงานแต่ละงานในโครงการ ได้ดังรูปที่ ผ.2 และตารางที่ ผ.1 ซึ่งจะเห็นว่างาน A10, A20, A40, A45, A48, A50, A90, A140, A163, A165, A170, A175, A180 และ A185 เป็นงานวิกฤติ ซึ่งงานเหล่านี้ผู้จัดการโครงการจะต้องควบคุมการดำเนินงานให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด เพื่อให้โครงการสามารถเสร็จสิ้นได้ภายในเวลาที่กำหนด

จากการคำนวณด้วยวิธี CPM พบว่างานวิกฤติในโครงการนี้คือ

- A10 คืองานหาสถานที่ตั้งสถานที่ใหม่ตามบริเวณที่กำหนด
- A20 คือ การดำเนินการติดต่อเรื่องสัญญาเช่า
- A40 คือ งานสำรวจ และเก็บข้อมูลทางด้านเทคนิคของสถานที่ตั้งสถานีฐานใหม่
- A45 คือการออกแบบสถานีฐานใหม่ให้เหมาะสมกับทำเลที่ตั้ง
- A48 คือ การเขียนแบบสถานีฐานใหม่
- A50 คือ การขออนุญาตสร้างสถานีฐานใหม่ ต่อหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง
- A90 คือ การดำเนินการปรับปรุงสถานที่ตั้งสถานีฐานใหม่
- A110 คือ การก่อสร้าง Tower
- A140 คือ การติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน (BTS, Base Transceiver Station)
- A163 คือ การตรวจรับงานก่อสร้าง Tower
- A165 คือ การตรวจรับงานทางด้านเทคนิคอุปกรณ์สถานีฐาน (BTS, Base Transceiver Station)
- A170 คือ การเชื่อมโยงวงจรเพื่อเปิดให้บริการสถานีฐานใหม่
- A175 คือ การวัดและทดสอบสัญญาณสถานีฐานใหม่
- A180 คือ การจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสถานีฐานใหม่



รูปที่ ผ.2 แสดงโครงข่ายงานโครงการขยายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และสายงานวิกฤติ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

หมายเลขงาน	ชื่องาน	เวลางาน (วัน)	เวลาเริ่มต้น		เวลาแล้วเสร็จ		
			เร็วสุด	ช้าสุด	เร็วสุด	ช้าสุด	
1-2	**A10**	10	0	0	10	10	* Critical Path
2-3	**A20**	10	10	10	20	20	* Critical Path
3-4	**A40**	15	20	20	35	35	* Critical Path
3-10	A60	5	20	20	25	57	
3-14	A30	8	20	20	28	83	
4-5	**A45**	10	35	35	45	45	* Critical Path
5-6	**A48**	10	45	45	55	55	* Critical Path
6-7	**A50**	8	55	55	63	63	* Critical Path
7-8	**A90**	10	63	63	73	73	* Critical Path
8-9	**A110**	30	73	73	103	103	* Critical Path
8-15	A100	10	73	73	83	103	
9-18	**A140**	10	103	103	113	113	* Critical Path
9-19	**A163**	10	103	103	123	123	* Critical Path
10-11	A70	18	25	57	43	75	
11-12	A80	8	43	75	51	83	
12-13	A155	30	51	83	81	113	
13-19	A166	10	81	113	123	123	
14-16	A120	30	28	83	93	113	
15-16	A130	10	83	103	93	113	
15-17	A150	10	83	103	93	113	
15-19	A160	10	83	103	123	123	
16-19	A164	10	93	113	123	123	
17-19	A167	10	93	113	123	123	
18-19	**A165**	10	113	113	123	123	* Critical Path
19-20	**A170**	5	123	123	128	128	* Critical Path
20-21	**A175**	5	128	128	133	133	* Critical Path
21-22	**A180**	5	133	133	138	138	* Critical Path
22-23	**A185**	5	138	138	143	143	* Critical Path

ตารางที่ ผ.2 แสดงเวลาเริ่มต้นเร็วสุดและช้าสุด และเวลาแล้วเสร็จเร็วสุดและช้าสุด ของงานโครงการ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสมบูรณ์ พงษ์พฤกษ์
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤษภาคม 2515
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาอิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน ปีการศึกษา 2533 สำเร็จการศึกษาปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์ บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2535
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2536 – เมษายน 2545 ตำแหน่ง วิศวกร บริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) พฤษภาคม 2545 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง ผู้จัดการโครงการระบบสื่อสารไร้สาย บริษัท อัลคาเทล (ประเทศไทย)จำกัด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University