

ทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สุมาลี จันทร์ชลอ¹

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

จะเต็ด เปาโสภา²

สถาบันการอาชีวศึกษา

และ อารังศักดิ์ หมินกำหริ่ม³

วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้าของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 การดำเนินงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ผู้วิจัยวิเคราะห์สมรรถนะของงานเบื้องต้น 2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านจำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบการวิเคราะห์ 3) สอบถามความเห็นจากอาจารย์แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังจำนวน 233 คน และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าในสถานประกอบการจำนวน 96 คน ซึ่งทำงานด้านออกแบบ ติดตั้งและให้บริการระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

การวิเคราะห์สมรรถนะเบื้องต้นใช้รูปแบบของแผนภาพหน้าที่งานตามมาตรฐานวิชาชีพ 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้า ด้านการติดตั้งไฟฟ้า และด้านการบริการระบบไฟฟ้า ผลการสัมภาษณ์ความเห็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์สมรรถนะงานติดตั้งไฟฟ้า พบว่า ทักษะของหน่วยสมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพ 3 ด้าน ประกอบด้วย 18 หน่วยสมรรถนะรวม 139 ทักษะ ความสอดคล้องของความเห็นมีค่าระหว่าง 0.750 - 1.00 เมื่อปรับผลการวิเคราะห์ที่เป็นแบบสอบถามและนำไปทดลองใช้มี ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.73 ถึง 0.90 วิเคราะห์ที่ตัวประกอบด้วยวิธีตัวประกอบหลัก หมุนแกนตัวประกอบแบบอโรโกลอนอลด้วยวิธีแวนิแม็กซ์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบพบว่า มาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้า 3 ด้าน มีตัวประกอบสำคัญ 12 ตัวประกอบ คือ ด้านการออกแบบระบบมี 6 ตัวประกอบ 56 ทักษะ ด้านการติดตั้งไฟฟ้ามี 4 ตัวประกอบ 38 ทักษะ และด้านการบริการระบบมี 2 ตัวประกอบ 33 ทักษะ ตัวประกอบที่สำคัญสามารถอธิบายความแปรปรวนร่วมได้ร้อยละ 71.72

¹ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

² อาจารย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนา

³ นักวิจัย

Skills on Occupational Standards in the Field of Electrical Installation of Higher Vocation Certificate

Sumalee Chanchalor¹,

King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Toongkru, Bangkok 10140

Jaded Paosopa²,

Research and Development Center of Vocational Institute

and Thamrongsak Minkareem³

Prachoubkerekhan Technical College

Abstract

The purpose of this research was to analyze skills on occupational standards in the field of electrical installation of Higher Vocation Certificate Curriculum B.E. 2546. The procedure was three steps. 1) The researchers analyzed their competences by functional map. 2) They were perceived by 20 experts. 3) The skills on occupational standards as perceived by 223 teachers in electrical power department and 96 practitioners in electricity area who work mainly on designing, installing and servicing electrical system in industries.

The analysis on skills of occupational standards in this field by researchers were three dimension: Electrical system design, Electrical system installation and Electrical system service The constructed interview form and record were used to interview the experts. These three dimensions was 18 units of competences included 139 skills. The index of concurrence (IOC) was between 0.750 - 1.00. The constructed interview form was developed into a questionnaire and was tried out. The reliability of the questionnaire were 0.73 to 0.90. Principal component analysis was used to analyze the factor. Orthogonal rotating with varimax method was used by computer program.

It was found that three dimensions on Occupational Standards in the field of Electrical Installation were 1) Electrical system design included 6 factors according to 56 important variables. 2) Electrical system installation included 4 factors with 38 important variables. 3) Electrical system service included 2 factors with 33 important variables. These factors could explain 71.72 percents of covariance.

¹ Associate Professor, Department of Electrical Technology.

² Lecturer, Research and Development Center.

³ Researcher.

1. ความสำคัญของปัญหาวิจัย

คุณภาพของการจัดการศึกษาให้มีมาตรฐานเป็นความต้องการและจำเป็นในสังคม การจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน ชุมชน และสังคม จึงเป็นเป้าหมายสำคัญที่ผู้จัดการการศึกษาต้องให้ความสนใจเพื่อเป็นแนวทางสำหรับพัฒนาคน การจัดการศึกษาวิชาชีพให้ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน ผู้เรียนจะต้องได้รับการฝึกปฏิบัติเพื่อจะสามารถนำไปประยุกต์ในสภาพการทำงานจริงได้ ดังนั้นการเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติ รวมถึงชั่วโมงปฏิบัติงาน จึงเป็นข้อกำหนดประการหนึ่งของหลักสูตรวิชาชีพ [1] หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ระบุว่าเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะในงานอาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพและมีหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร นอกจากนี้ สำนักรับรองมาตรฐานการศึกษา (สมศ.) ยังได้ระบุว่าความสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรต้องประเมินผ่านมาตรฐานวิชาชีพสาขาวิชา

ทักษะวิชาชีพ เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของการจัดการศึกษาเป็นเกณฑ์ที่บอกได้ว่า ผู้เรียนควรจะสามารถปฏิบัติงานได้เพียงใด ดังนั้นผู้บริหารหลักสูตรโดยเฉพาะผู้สอนในระดับปฏิบัติการ/ชั้นเรียนจำเป็นต้องทราบทักษะวิชาชีพเป็นเกณฑ์บ่งชี้เพื่อประเมินคุณภาพผู้จบการศึกษา การวิเคราะห์ทักษะจะต้องศึกษาสมรรถนะที่ครอบคลุมบทบาท/หน้าที่ทั้งหมดของงาน [2] ได้แก่ 1) สถานภาพของสมรรถนะตามลำดับของขั้นตอนในการทำงาน 2) ตัวบ่งชี้พฤติกรรม 3) เกณฑ์วัดการปฏิบัติ การกำหนดกรอบของสมรรถนะจึงต้องพิจารณาถึงหน้าที่หลักของแต่ละสมรรถนะ ระดับความลึกของสมรรถนะ ลำดับที่ก่อน-หลัง งานที่จำเป็นต้องทำก่อนรวมทั้งวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างสมรรถนะกับงานเมื่อจะต้องนำไปประยุกต์ปฏิบัติงานจริง

การจัดการเรียนการสอนวิชาชีพทั่วไป อาศัยความเห็นและความสามารถส่วนตัวของผู้สอนในการถ่ายทอดความรู้ตามความสามารถของผู้สอน การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรยังไม่สามารถตอบสนองหน้าที่หลักของการจำแนกงานตามที่ระบุได้ [3] การวิเคราะห์ทักษะวิชาชีพที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงและตรงตามสภาพความต้องการในการใช้งานเป็นภาระที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากผู้เกี่ยวข้องทั้งในแง่มุมมองของผู้สอนโดยตรงและสถานประกอบการซึ่งเป็นผู้ใช้งานจริง ผู้วิเคราะห์ต้องมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับวิธีการ

วิเคราะห์และทักษะในวิชาชีพ และต้องใช้เวลาสำหรับการวิเคราะห์งานแบบครบถ้วนเพื่อจะระบุเป็นเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพได้ เป็นผลให้วิชาชีพหลายวิชาไม่สามารถระบุทักษะและสมรรถนะที่ชัดเจนเพื่อตรวจสอบได้ชัดเจนตรงกัน

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญของการประกันคุณภาพ โดยได้ระบุในหมวด 6 มาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษา มาตราที่ 47 ว่า “ให้มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาทุกระดับ ประกอบด้วยระบบการประกันคุณภาพภายในและระบบการประกันคุณภาพภายนอก ระบบ หลักเกณฑ์และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษาให้เป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง” เมื่อศึกษาเกณฑ์การประเมินคุณภาพภายนอกเพื่อรับรองมาตรฐานการศึกษาศาสนาศึกษาศาอชีวศึกษา มาตรฐานที่ 2 คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษา ได้กำหนดตัวบ่งชี้เกี่ยวกับร้อยละของผู้สำเร็จการศึกษาที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพ [4] แสดงว่า การประเมินผลการจัดการศึกษาจำเป็นต้องมีมาตรฐานวิชาชีพเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบ (benchmark) ผลจากการวิเคราะห์มาตรฐานนี้จะสามารถใช้เป็นเกณฑ์หนึ่งซึ่งช่วยบ่งบอกคุณภาพการศึกษา และเป็นตัวชี้แนะแนวทางจัดการศึกษาของอาจารย์ให้มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานมากขึ้น

การจัดการเรียนการสอนวิชาชีพโดยไม่สามารถระบุทักษะวิชาชีพที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานได้จึงเป็นการดำเนินงานที่ขาดทิศทางชัดเจน อาจก่อให้เกิดความสูญเปล่าทางการศึกษา ซึ่งมักพบว่านักศึกษาที่จบแล้วไม่สามารถปฏิบัติงานในวิชาชีพได้ หรือปฏิบัติได้ไม่เพียงพอ ต้องศึกษาอบรมเพิ่มเติมเนื่องจากสิ่งที่ได้ศึกษามาในสถานศึกษาไม่ตรงกับสภาพการใช้งานจริง การกำหนดทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพได้ชัดเจนจะใช้เป็นเกณฑ์สำหรับผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ และใช้เป็นมาตรฐานสำหรับตรวจสอบผลการจัดหลักสูตรและการเรียนการสอน

งานติดตั้งไฟฟ้าเป็นสาระสำคัญของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาไฟฟ้ากำลัง พ.ศ. 2546 ซึ่งกำหนดให้นักศึกษาในสาขาวิชาต้องฝึกปฏิบัติงาน การกำหนดมาตรฐานวิชาชีพของกรมพัฒนาฝีมือแรงงานสาขาไฟฟ้ากำลังศึกษา กำหนดเป็นมาตรฐานกว้างๆ [4] ไม่มีจุดมุ่งหมายที่กำหนดทักษะวิชาชีพสำหรับการเรียนการสอน

ตามหลักสูตรระดับ ปวส. และยังไม่มีการวิเคราะห์แผนที่งาน หน่วยสมรรถนะและทักษะสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลความสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร มาตรฐานสมรรถนะเป็นมาตรฐานที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดมากกว่าการกระบวนกร ดังนั้นการวิเคราะห์ทักษะ/สมรรถนะทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้า นี้ จะเป็นแนวทางสำหรับการวิเคราะห์ทักษะวิชาชีพและเป็นประโยชน์สำหรับผู้จัดการศึกษาจะสามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนสาขาไฟฟ้ากำลังที่มุ่งเน้นทั้งกระบวนกรและผลลัพธ์ และสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินมาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพ สาขางานติดตั้งไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยคอมพิวเตอร์

3. ขอบเขตของการวิจัย

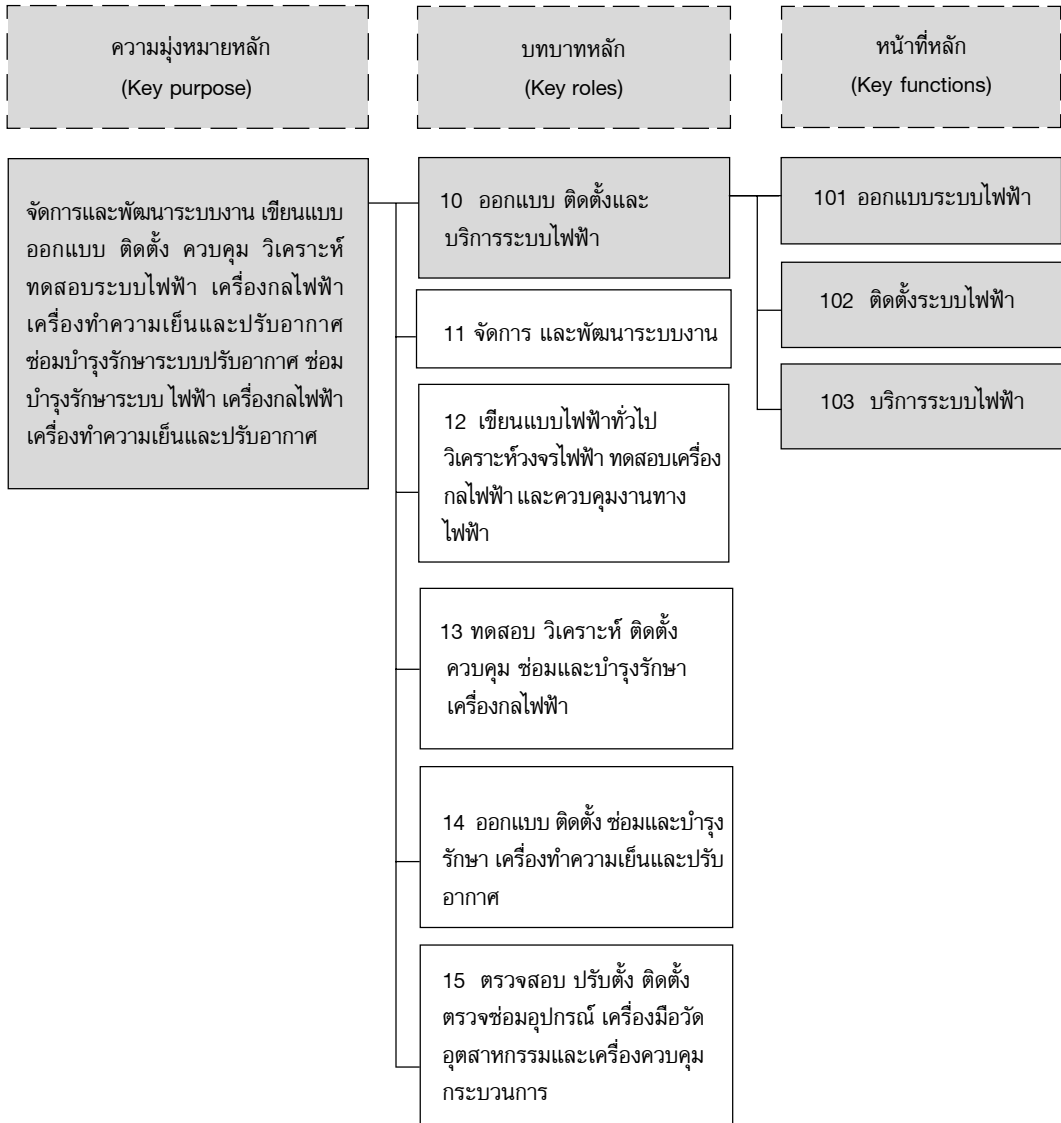
การวิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพ วิเคราะห์เฉพาะงานติดตั้งไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 ใน 3 ลักษณะงาน คือ 1) การออกแบบระบบไฟฟ้า 2) การติดตั้งระบบไฟฟ้า และ 3) การบริการระบบไฟฟ้า

4. วิธีดำเนินการวิจัย

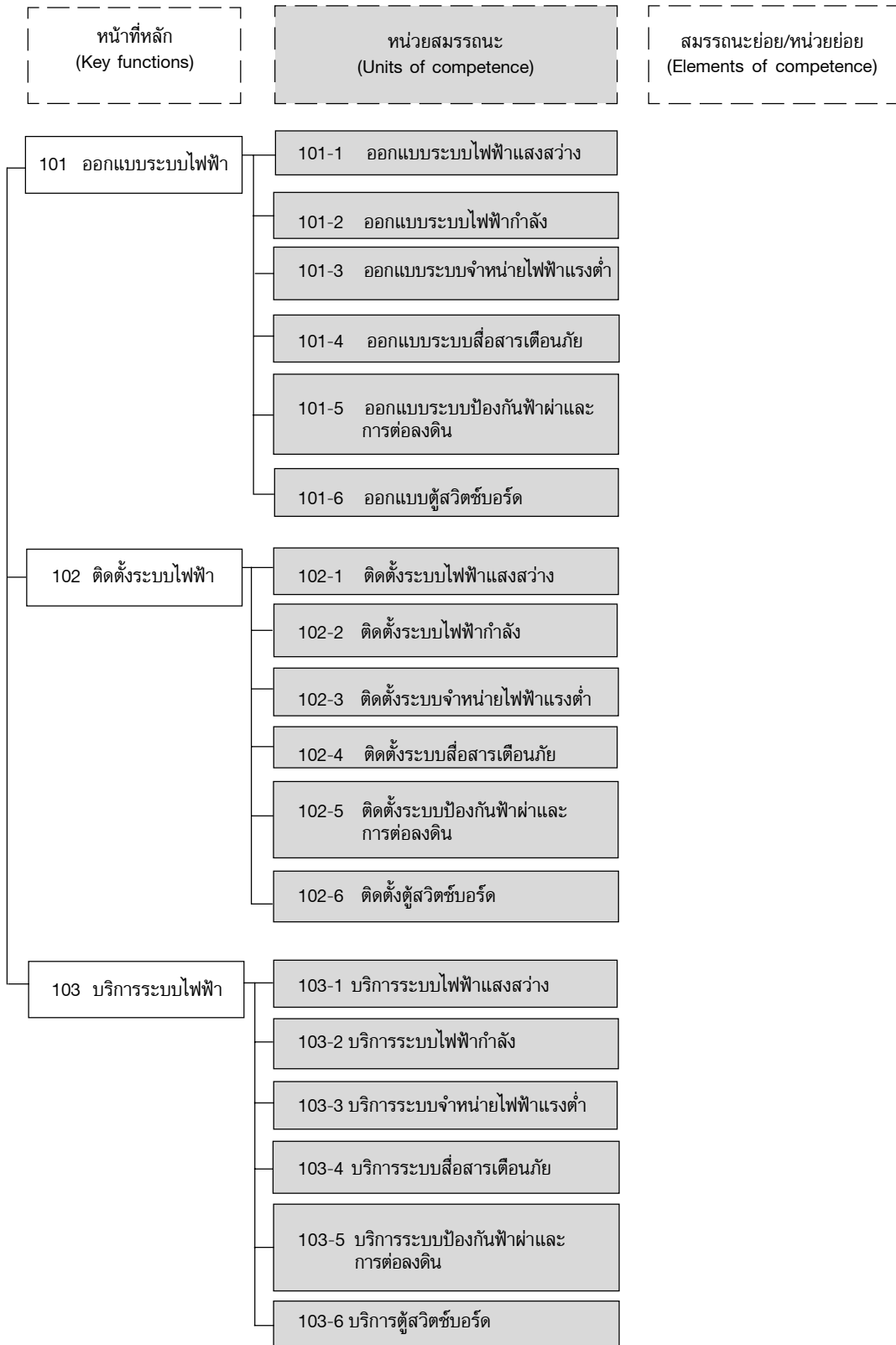
การวิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้าได้ดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ทักษะเบื้องต้นโดยผู้วิจัย 2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเพื่อประเมินทักษะและความสอดคล้องของสมรรถนะและทักษะที่ได้วิเคราะห์ และ 3) ศึกษาความเห็นของผู้สอนและผู้ประกอบการเกี่ยวกับทักษะที่วิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 1) การวิเคราะห์ทักษะเบื้องต้นโดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ผู้วิจัยศึกษาจากการสำรวจหลักสูตร ตำรา เอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับงานติดตั้งไฟฟ้าทั้งด้านการออกแบบระบบ การติดตั้งระบบ และการบริการระบบ จำนวน 11 เล่ม เพื่อวิเคราะห์สาระที่มีความสอดคล้องหรือความแตกต่างกัน โดยใช้กรอบแนวคิดการวิเคราะห์ทักษะแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1) ความมุ่งหมายหลัก (Key purpose) 2) บทบาทหลัก (Key role) 3) แผนภาพหน้าที่งาน (Functional map) 4) วิเคราะห์หน้าที่หลัก (Key functions) 5) หน่วยสมรรถนะ (Units of competence) จากนั้นจึงวิเคราะห์ทักษะของแต่ละหน่วยสมรรถนะ [5-6]

การวิเคราะห์เนื้อหาตามมาตรฐานวิชาชีพ สาขางานติดตั้งไฟฟ้า วิเคราะห์ในรูปแบบแผนภาพหน้าที่งานเพื่อกำหนดหน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะ ได้มาตรฐานวิชาชีพ 3 ด้าน คือ ด้านละ 6 หน่วยสมรรถนะและใช้เป็นกรอบการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์มาตรฐานวิชาชีพในรูปแบบแผนภาพหน้าที่งาน ดังตัวอย่างที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพหน้าที่งาน (Functional map) สาขางานติดตั้งไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546



รูปที่ 1 (ต่อ) แผนภาพหน้าที่งาน (Functional map) สาขางานติดตั้งไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

ขั้นตอนที่ 2) การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 20 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของทักษะที่ได้วิเคราะห์เบื้องต้น ปรับแก้และให้ข้อเสนอแนะ โดยการเจาะจงบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้สอนช่างไฟฟ้ากำลัง ที่มีประสบการณ์ตรงด้านออกแบบ ติดตั้งและบริการระบบไฟฟ้า จำนวน 10 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นเจ้าของสถานประกอบการ วิศวกรไฟฟ้าของโรงงานหรือบริษัทต่างๆ ที่ดำเนินกิจการด้านออกแบบ ติดตั้งและบริการระบบไฟฟ้า จำนวน 10 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสัมภาษณ์ชนิดมีโครงสร้างและแบบบันทึก ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าเห็นด้วยกับผลการวิเคราะห์ทักษะเบื้องต้นหรือไม่ โดยนัดหมายเวลาที่ผู้เชี่ยวชาญสะดวกและส่งผลการวิเคราะห์ทักษะเบื้องต้นไปให้พิจารณาล่วงหน้า ผู้วิจัยจะนำผลการวิเคราะห์ทักษะเบื้องต้นไปสัมภาษณ์ด้วยตนเองทุกท่านเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น ประเมินความสอดคล้องและเสนอแนะแต่ละทักษะ การสัมภาษณ์แต่ละท่านใช้เวลาประมาณ 1-3 ชั่วโมง โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้ เห็นด้วยจะให้คะแนน 1 ไม่แน่ใจจะให้ 0 แน่ใจว่าไม่สอดคล้องจะให้ -1 ทักษะที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไม่สอดคล้องในเบื้องต้นเมื่อได้ชี้แจงจนเป็นที่เข้าใจและยอมรับแล้วจะแก้ไขใหม่ตามที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสอดคล้องกัน

สรุปผลวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์พบว่า มาตรฐานวิชาชีพสาขางานติดตั้งไฟฟ้า ประกอบด้วย 18 หน่วยสมรรถนะ 139 ทักษะ มีพิสัยค่าดัชนีความสอดคล้องของความเห็น (Index of Item Objective Consistency: IOC) ระหว่าง 0.75 - 1.00 เพื่อยืนยันการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยจึงปรับโครงสร้างทักษะทั้งหมดเป็นแบบสอบถามเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องยืนยันคำตอบในขั้นตอนแรกและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis)

คุณภาพของแบบสอบถามเมื่อนำไปทดลองใช้กับผู้สอนวิชาไฟฟ้ากำลังจำนวน 30 คน คำนวณค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha Cronbach Coefficient) มีค่าความเที่ยงแต่ละหน่วยสมรรถนะ ตั้งแต่ 0.73 - 0.90

ขั้นตอนที่ 3) การวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยการศึกษาความเห็นของอาจารย์แผนกช่างไฟฟ้ากำลังในสถาบันอาชีวศึกษา 120 แห่ง ทั่วประเทศ เจาะจงเฉพาะผู้มีความ

รู้ด้านไฟฟ้ากำลัง จำนวน 233 คน และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าในสถานประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นหัวหน้างาน/วิศวกรไฟฟ้า/ช่างไฟฟ้า จาก 52 แห่ง จำนวน 96 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถาม รวมทั้งสิ้น 329 ฉบับ โดยส่งแบบสอบถาม 2 ลักษณะคือ นำส่งด้วยตนเองหรือส่งทางไปรษณีย์ และติดตามทางโทรศัพท์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างทักษะกับหน่วยสมรรถนะด้วยค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์การจัดกลุ่มตัวประกอบทักษะต่างๆ วิธีวิเคราะห์ตัวประกอบหลัก (Principle component analysis) และหมุนแกนตัวประกอบแบบอโธโกนอล (Orthogonal) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax) ซึ่งเป็นวิธีที่ลดจำนวนตัวแปรของแต่ละองค์ประกอบให้เหลือน้อยที่สุด โดยพยายามให้ลักษณะแต่ละตัวประกอบแตกต่างกันมากที่สุดซึ่งจะช่วยให้ตีความหมายของแต่ละตัวประกอบได้ง่าย [7-8]

6. ผลการวิเคราะห์

1) ผลการวิเคราะห์ทักษะเบื้องต้นโดย จากการวิเคราะห์เนื้อหาตามแผนภาพหน้าทำงานติดตั้งไฟฟ้าได้ผลตามรูปที่ 1 ที่กล่าวมาแล้ว

2) ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จากการสัมภาษณ์ความเห็นตามมาตรฐานวิชาชีพ โดยใช้แผนภาพหน้าทำงาน ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้อง/ตรงกันว่ามาตรฐานวิชาชีพ สาขางานติดตั้งไฟฟ้า 3 ด้าน คือ (1) การออกแบบระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย 6 หน่วยสมรรถนะ 58 ทักษะ (2) การติดตั้งระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย 6 หน่วยสมรรถนะ 48 ทักษะ และ (3) การบริการระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย 6 หน่วยสมรรถนะ 33 ทักษะ รวม 18 หน่วยสมรรถนะ 139 ทักษะ มีพิสัยค่า IOC ระหว่าง 0.750 - 1.00

ความเห็นของผู้เกี่ยวข้องด้านความตรงของทักษะกับหน่วยสมรรถนะมีค่าระหว่าง 3.69-4.49 ซึ่งเป็นค่าระดับมาก ทุกทักษะ

ผลการทดสอบความเหมาะสมของความคิดเห็นจากแบบสอบถามที่จะใช้วิเคราะห์ตัวประกอบโดยใช้ค่า KMO

(Kaiser - Meyer - Olkin Measure of Sampling Adequacy) มีค่าเท่ากับ 0.958 ซึ่งเป็นค่าที่สูง สรุปได้ว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตัวประกอบ เมื่อตรวจสอบค่านัยสำคัญด้วยวิธีการทดสอบ Barlett พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.0001 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากเพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์ตัวประกอบ

3) ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบ สกัดตัวประกอบด้วยวิธีตัวประกอบหลัก และหมุนแกนแบบอโรโกลอนอลด้วยวิธีแวนรีแมกซ์ ครั้งที่ 1 ได้ 18 ตัวประกอบ เมื่อพิจารณาตัวประกอบตามเกณฑ์ 3 ประการ คือ ตัวประกอบสำคัญนั้นต้องมีค่าไอเกนมากกว่าหรือเท่ากับ 1.000 มีตัวแปรที่อธิบาย

ตัวประกอบนั้นๆ ตั้งแต่ 3 ตัวแปรขึ้นไป และตัวแปรแต่ละตัวในตัวประกอบนั้นๆ ต้องมีค่าน้ำหนักตัวประกอบตั้งแต่ 0.400 ขึ้นไป [8] ผลการวิเคราะห์ในรอบแรก พบว่ามีตัวแปรที่ไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่ต้องตัดออก 9 ตัวแปร

ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบด้วยวิธีเดิม ครั้งที่ 2 ได้ 16 ตัวประกอบแต่มีเพียง 12 ตัวประกอบที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ส่วนตัวแปรที่ไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดจะถูกตัดออก มีตัวแปรที่อธิบายตัวประกอบที่สำคัญ 127 ตัวแปร มีลักษณะตัวประกอบที่สำคัญ 3 ด้านคือ การออกแบบระบบไฟฟ้า 6 ตัวประกอบ การติดตั้งระบบไฟฟ้า 4 ตัวประกอบและการบริการระบบไฟฟ้า 2 ตัวประกอบ ค่าความแปรปรวนรวมเรียงจากมากไปหาน้อย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชื่อตัวประกอบ ค่าที่อธิบายความแปรปรวนและจำนวนตัวแปรสำคัญ

ลักษณะตัวประกอบ			
ชื่อตัวประกอบ	อธิบายความแปรปรวนได้	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนตัวแปรที่สำคัญ
1. บริการระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ สื่อสารเตือนภัย ป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดินและบริการตู้สวิตช์บอร์ด	22.379	17.214	23
2. ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง	15.175	11.637	22
3. ออกแบบตู้สวิตช์บอร์ด	9.269	7.130	9
4. ติดตั้งระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ	8.880	6.831	10
5. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง	8.314	6.396	12
6. ติดตั้งระบบสื่อสารเตือนภัยระบบ ป้องกันฟ้าผ่า และการต่อลงดิน	6.155	4.734	11
7. ออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน	5.121	3.939	9
8. ออกแบบระบบสื่อสารเตือนภัย	4.371	3.362	6
9. บริการระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง	4.121	3.170	10
10. ติดตั้งตู้สวิตช์บอร์ด	3.734	2.872	5
11. ออกแบบระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ	3.493	2.687	7
12. ศึกษาพื้นที่ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	2.274	1.749	3
รวม			127

3.1) ตัวประกอบที่สำคัญตามมาตรฐานวิชาชีพ จัดกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันเพื่อให้ตัว
 ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้า มี 6 ตัวประกอบ คือ ตัว ประกอบมีความชัดเจนยิ่งขึ้นพบตัวแปรทักษะที่สำคัญของ
 ประกอบที่ 2, 3, 7, 8, 11 และ 12 ตัวประกอบเหล่านี้ ด้านนี้ 53 ตัวแปร ดังตารางที่ 2
 อธิบายด้วยตัวแปรทักษะที่สำคัญ 56 ตัวแปร ผู้วิจัยได้

ตารางที่ 2 ตัวประกอบและตัวแปรทักษะที่สำคัญตามมาตรฐานวิชาชีพ ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้า

ตัวประกอบ	ทักษะ
ตัวประกอบที่ 2 การออกแบบระบบ ไฟฟ้าแสงสว่างและ ระบบไฟฟ้ากำลัง	1) จำนวนสายป้อน (Feeder) เลือกขนาด ชนิดของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน 2) จำนวนวงจรย่อย (Branch circuit) สำหรับโหลดต่างๆ เลือกขนาด ชนิดของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน 3) จำนวนตัวนำประธาน (Main) เลือกขนาด ชนิดของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน 4) เขียน Load schedule (รายการโหลด) ของแผงจ่ายไฟฟ้า 5) เขียนแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 6) กำหนดตำแหน่งเต้ารับเหมาะสม เช่น จะวางตามเสาหรือตามผนัง 7) กำหนดตำแหน่งของแผงจ่ายไฟฟ้าเหมาะสมกับพื้นที่ที่ทำการออกแบบ 8) รวบรวมโหลดของระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบลิฟต์ มอเตอร์ 9) ออกแบบวงจรควบคุมแสงสว่าง เช่น เลือกขนาด ชนิดของสายไฟฟ้าเหมาะสม เลือกใช้อุปกรณ์ควบคุม ตำแหน่งที่จัดวางอุปกรณ์ควบคุม 10) ค้นหาจำนวนโคมไฟฟ้าที่ต้องการใช้ 11) ประมาณการ ค่าวัสดุอุปกรณ์และค่าแรงจากแบบระบบไฟฟ้า 12) กำหนดรูปแบบสัญลักษณ์หรือเลือกใช้สัญลักษณ์ระบบไฟฟ้า 13) แบบแผนจัดวางตำแหน่งติดตั้งโคมไฟฟ้าเหมาะสม 14) เขียน Feeder schedule (รายการสายป้อน) ของแผงสวิตช์จ่ายไฟ (Distribution Board: DB) 15) กำหนดรูปแบบการเดินสาย เช่น ใช้ท่อ ราง เข็มขัดรัดสาย 16) เขียน Main schedule เพื่อหาขนาดของ Main Distribution Board (MDB) 17) เลือกใช้หลอดไฟฟ้าและโคมไฟฟ้าเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน เช่น สำนักงาน 18) เขียนแบบ Single line diagrams 19) เขียนแบบ Riser diagrams
ตัวประกอบที่ 3 การออกแบบตู้ สวิตช์บอร์ด	20) กำหนดระยะห่างของบัสบาร์เหมาะสม 21) เลือกใช้ขนาดบัสบาร์เหมาะสมกับกระแสของโหลด 22) จัดเฟสของบัสบาร์เหมาะสม และจัดให้มีบัสต่อลงดิน 23) จำนวนพื้นที่ในตู้สวิตช์บอร์ดเหมาะสม ระบายอากาศได้ดี 24) ออกแบบอุปกรณ์ป้องกันสำรอง 25) เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน เครื่องวัด เครื่องทดสอบ จาก Feeder schedule และ Main schedule ได้เหมาะสม 26) ประมาณการค่าวัสดุอุปกรณ์และค่าแรงจากแบบตู้สวิตช์บอร์ด 27) เขียนแบบ Panel-Lay out ตู้สวิตช์บอร์ด 28) กำหนดขนาด รูปร่างของโครงสร้างที่เหมาะสม เช่น พื้นที่ที่จะติดตั้ง พื้นที่ว่าง จำนวนและขนาด ของอุปกรณ์ป้องกัน เครื่องวัดที่จะติดตั้ง

ตัวประกอบ	ทักษะ
ตัวประกอบที่ 7 การออกแบบระบบ ป้องกันฟ้าผ่าและระบบ การต่อลงดิน	29) เลือกเสาหล่อฟ้าหรือตัวนำล่อฟ้า เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็กชุบสังกะสี และวางตำแหน่งตัวนำล่อฟ้า เช่น ใช้วิธีมุมป้องกัน วิธีตาข่าย 30) เลือกรากสายดินหรือหลักสายดิน และตำแหน่งของการต่อลงดิน เหมาะสม 31) เลือกระบบป้องกันฟ้าผ่าโดยคำนวณจากข้อมูล เช่น ประเภท ที่ตั้งของสิ่งปลูกสร้าง ความถี่ของการเกิด วาบฟ้าผ่า ประสิทธิภาพในการป้องกัน 32) คำนวณหาค่าความต้านทานดินของการต่อลงดินแบบต่าง ๆ เช่น การต่อลงดินด้วย Ground rod การฝังแผ่น Plate 33) เขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบการต่อลงดิน 34) เลือกสายตัวนำลงดินเหมาะสม เช่น ชนิด ขนาด 35) การต่อสายตัวนำเสาหล่อฟ้า การต่อสายตัวนำกับหลักดิน การต่อสายฝากและจุดทดสอบการต่อลงดิน 36) กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบที่ต้องการลงดิน 37) ประมาณการราคาค่าวัสดุอุปกรณ์และค่าแรงจากแบบ
ตัวประกอบที่ 8 การออกแบบระบบสื่อ สารเตือนภัย	38) แบ่งโซนพื้นที่สำหรับการออกแบบการป้องกัน เช่น โซนพื้นที่ออกแบบเพื่อป้องกันชีวิต โซนพื้นที่ออกแบบ เพื่อป้องกันทรัพย์สิน 39) วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดเหตุ ลักษณะและการใช้งานของอาคาร เพื่อเน้นการป้องกัน 40) เลือกระบบในการออกแบบ เช่น ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบป้องกันอัคคีภัย 41) เขียนแบบและเลือกใช้สัญลักษณ์ในระบบสื่อสารเตือนภัยเหมาะสม 42) สำรวจ ศึกษาพื้นที่ของอาคารหรือบริเวณที่จะทำการออกแบบ 43) ออกแบบขั้นตอนการแจ้งเหตุเหมาะสม
ตัวประกอบที่ 11 การออกแบบระบบ จำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ	44) เลือกใช้ HRC ฟิวส์แรงต่ำ 45) คำนวณและเลือกขนาด ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำที่ออกจากหม้อแปลง 46) เลือกใช้เสาไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ 47) คำนวณจำนวนขนาดและระยะห่างของเสาไฟฟ้า หรือ Duct Bank 48) กำหนดจุดติดตั้งมิเตอร์และวิธีเดินสายจากมิเตอร์ถึงตัวอาคาร 49) เขียนแบบเสาไฟฟ้าและอุปกรณ์แรงต่ำ 50) เลือกใช้คะแปซิเตอร์เหมาะสมกับหม้อแปลง
ตัวประกอบที่ 12 การศึกษาพื้นที่ออกแบบ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	51) คำนวณค่าความส่องสว่างแบบต่าง ๆ ตามพื้นที่ใช้งาน เช่น แบบลูเมน แบบจุดต่อจุด แบบใช้คอมพิวเตอร์ 52) กำหนดอุณหภูมิสีของแสงให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน เช่น Daylight 53) สำรวจ ศึกษาพื้นที่ของอาคารหรือบริเวณที่ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และศึกษาแบบอื่นประกอบ เช่น แบบเฟอร์นิเจอร์

3.2) ตัวประกอบที่สำคัญตามมาตรฐานวิชาชีพ ด้านการติดตั้งระบบไฟฟ้า มี 4 ตัวประกอบ คือ ตัวประกอบที่ 4, 5, 6 และ 10 ตัวประกอบเหล่านี้อธิบายด้วยตัวแปรทักษะที่สำคัญ 38 ตัวแปร ผู้วิจัยได้รวมตัวแปรที่มีลักษณะ

ใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันเพื่อให้ตัวประกอบมีความชัดเจนยิ่งขึ้น พบว่ามีตัวแปรทักษะที่สำคัญของด้านนี้ 36 ตัวแปร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวประกอบและตัวแปรทักษะที่สำคัญตามมาตรฐานวิชาชีพ ด้านการติดตั้งระบบไฟฟ้า

ตัวประกอบ	ทักษะ
ตัวประกอบที่ 4 การติดตั้งระบบจำหน่าย ไฟฟ้าแรงต่ำ	<ol style="list-style-type: none"> 1) ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับพาดสาย แรกแรงต่ำกับเสาไฟฟ้า 2) ติดตั้งสายยึดโยง เช่น แบบสมอบก แบบยึดเสาไฟฟ้า 3) ติดตั้งลูกถ้วยกับคอน คอร. สบ้น 4) ติดตั้งคอน คอร. สบ้น กับเสาไฟฟ้า 5) ต่อสายโดยใช้ พีจี คอนแนกเตอร์ เข้าปลายสายโดยใช้คอนแนกเตอร์ 6) พาดสายในระบบ 1 เฟส 2 สาย และ 3 เฟส 4 สาย 7) ผูกสายกับลูกถ้วยด้วย Tie Wire ในแนวตรงและปลายสาย 8) ติดตั้งฟิวส์ลิวิตซ์แรงต่ำ (L.T. HRC Fuse) บนคอน คอร.สบ้น 9) เลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสม เช่น คีมอะลอง ใช้ดึงสาย 10) ติดตั้งล่อฟ้าแรงต่ำ (L.T. Lighting Arrester)
ตัวประกอบที่ 5 การติดตั้งระบบไฟฟ้า แสงสว่างและระบบ ไฟฟ้ากำลัง	<ol style="list-style-type: none"> 11) ติดตั้งเมนสวิตซ์ และโหลดเซนเตอร์ป้องกันวงจรย่อยตามแบบ 12) ติดตั้งเต้ารับตามแบบ 13) ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมวงจรแสงสว่างตามแบบ เช่น สวิตซ์ทางเดียว 14) ติดตั้งสวิตซ์ตัดตอน และฟิวส์ของแผงจ่ายไฟตามแบบ 15) เดินสายไฟฟ้าตามแบบ เช่น ใช้ท่อ EMT, IMC, RIGID, ท่ออ่อน, เช็มซ์ดริคสาย 16) ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสายป้อน สายตัวนำประธานตามแบบ 17) ติดตั้งโคมไฟฟ้าตามแบบ เช่น แบบฝังฝ้า 18) เดินสายป้อน (Feeder) สายตัวนำประธาน (Main) ตามแบบ 19) เลือกใช้เครื่องมือเหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ 20) อ่านแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลังและตีความหมายจากแบบ
ตัวประกอบที่ 6 การติดตั้งระบบสื่อสาร เตือนภัย ระบบป้องกัน ไฟฟ้าและระบบการ ต่อ ลงดิน	<ol style="list-style-type: none"> 21) ติดตั้งอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ อุปกรณ์แจ้งเหตุตามแบบ เช่น อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยแสง กระดิ่ง ลำโพง 22) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับตามแบบ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ตรวจจับควัน ตรวจจับเปลวเพลิง 23) เดินสายตัวนำวงจรเริ่มสัญญาณไปยังแผงควบคุมตามแบบ 24) ติดตั้งแหล่งจ่ายไฟหลัก และแหล่งจ่ายไฟสำรอง 25) ติดตั้งแผงควบคุมและแผงแสดงผล 26) ติดตั้งสวิตซ์ควบคุม เช่น สวิตซ์วัดแรงดัน สวิตซ์ตรวจการไหล 27) อ่านแบบระบบสื่อสารเตือนภัยและตีความหมายจากแบบ 28) ติดตั้งระบบรากสายดิน 29) วัดความต้านทานระหว่างดินกับหลักดินหรือระบบรากสายดิน 30) ต่อสายลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ต่อสายลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า 31) ติดตั้งตัวนำล่อฟ้า

ตัวประกอบ	ทักษะ
ตัวประกอบที่ 10 การติดตั้งตู้สวิตช์บอร์ด	32) ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันในตู้สวิตช์บอร์ด เช่น เซอร์คิตเบรกเกอร์ เครื่องตรวจสอบเฟสและแรงดันไฟฟ้า 33) เดินสายในตู้สวิตช์บอร์ดเหมาะสม เช่น สายตัวนำประธาน สายสำหรับเครื่องวัดสายวงจรควบคุมไฟฟ้า 34) ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดในตู้สวิตช์บอร์ด เช่น โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ ซีแลกเตอร์สวิตซ์ 35) ประกอบโครงตู้สวิตช์บอร์ดและอุปกรณ์อื่นตามแบบที่กำหนด เช่น เดินบัสบาร์และตั้งลูกถ้วยรับบัสบาร์ตามแบบ 36) ต่อสายไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย เข้าตู้สวิตช์บอร์ด

3.3) ตัวประกอบที่สำคัญตามมาตรฐานวิชาชีพ ด้านการบริการระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย 2 ตัวประกอบ คือ ตัวประกอบที่ 1 และ 9 ตัวประกอบเหล่านี้อธิบายด้วยตัวแปรทักษะที่สำคัญ 33 ตัวแปร ผู้วิจัยได้รวมตัวแปรที่มีลักษณะใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันเพื่อให้ตัวประกอบมีความชัดเจนยิ่งขึ้นพบตัวแปรทักษะที่สำคัญ 28 ตัวแปร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวประกอบและตัวแปรทักษะที่สำคัญตามมาตรฐานวิชาชีพ ด้านการบริการระบบไฟฟ้า

ตัวประกอบ	ทักษะ
ตัวประกอบที่ 1 การบริการระบบ จำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ สื่อสารเตือนภัย ป้องกันฟ้าผ่าและการ ต่อลงดินและบริการ ตู้สวิตช์บอร์ด	1) ตรวจสอบ บำรุงรักษาอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน สวิตช์ระบบดับเพลิง อุปกรณ์ควบคุมสัญญาณ 2) ตรวจสอบ บำรุงรักษา สายต่อหลักดิน สายต่อตัวนำล่อฟ้า จุดต่อในระบบ 3) ตรวจสอบ บำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุม เช่น การทำงานของระบบ พิวส์ การเชื่อมต่อสัญญาณ หลอดไฟ LED แหล่งจ่ายไฟหลัก แหล่งจ่ายไฟสำรอง 4) จัดทำตารางแผนงานเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า 5) ตรวจสอบการติดตั้งคเบซีเตอร์ 6) ตรวจสอบค่าความต้านทานของหลักดินกับจุดต่อทดสอบ 7) ตรวจสอบ บำรุงรักษาเบตเตอร์ เช่น ทดสอบค่าแรงดันขณะมีโหลด ทดสอบความถ่วงจำเพาะน้ำกรด ทดสอบการคายประจุ 8) จัดทำตารางแผนงานเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในตู้สวิตช์บอร์ด 9) ตรวจสอบ บำรุงรักษาอุปกรณ์วงจรป้องกันฟ้าผ่า 10) ตรวจสอบอุปกรณ์แจ้งเหตุ เช่น กระดิ่ง ลำโพง แสง การเชื่อมต่อสาย ตามวิธีการทดสอบที่ผู้ผลิตแนะนำไว้ 11) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาจุดต่อสายในตู้สวิตช์บอร์ด 12) ตรวจสอบการชิงสายและความหย่อนยานของสาย 13) ตรวจสอบการติดตั้งล่อฟ้าแรงต่ำ 14) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องวัด เช่น โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ 15) ตรวจสอบการทำงานของกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟส 16) ตรวจสอบสภาพแรงต่ำกับเสาไฟฟ้า 17) ตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส 18) ตรวจสอบการประกอบสายยึดโยง 19) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกัน เช่น เซอร์คิตเบรกเกอร์

ตัวประกอบ	ทักษะ
ตัวประกอบที่ 9 การบริการระบบไฟฟ้า แสงสว่างและระบบ ไฟฟ้ากำลัง	20) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาท่อ ราง อุปกรณ์ประกอบท่อราง 21) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาสายตัวนำ เตารับ 22) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุม 23) ตรวจสอบ ซ่อม บำรุงรักษาอุปกรณ์ประกอบวงจรฟลูออเรสเซนต์ บัลลัสต์ ขั้วหลอด แผ่นสะท้อนของ โคมไฟฟ้า 24) ตรวจสอบ บำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกัน ตู้โหลดเซนเตอร์ เมนสวิตซ์ 25) ตรวจสอบจุดต่อในระบบไฟฟ้ากำลังและฉนวนสายไฟ 26) ตรวจสอบ บำรุงรักษาจากข้อมูลการใช้งานของโคมแต่ละประเภท เช่น ความเสื่อมจากความสกปรกของ หลอดไฟ 27) ตรวจสอบความเข้มแสงจากตารางการกระจายแสงของโคมแต่ละชนิดตามพื้นที่ใช้งาน 28) จัดทำตารางแผนงานเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง

7. อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานวิชาชีพสาขางานติดตั้งไฟฟ้าประกอบด้วย มาตรฐาน 3 ด้าน โดยวิเคราะห์จากสาระในหลักสูตรและตำราในสาขางานติดตั้งไฟฟ้าตามกรอบมาตรฐานวิชาชีพของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน ผลการเปรียบเทียบทักษะหน่วยสมรรถนะตามการวิเคราะห์

ของผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์องค์ประกอบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่าทักษะและตัวแปรส่วนมากมีความสอดคล้องกันและสมควรที่จะกำหนดเป็นโครงสร้างของทักษะมาตรฐานวิชาชีพงานติดตั้งไฟฟ้า ดังนี้

หน่วยสมรรถนะ (Units of competence) ตามการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ		การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis)	
หน่วยสมรรถนะที่	ด้านออกแบระบบไฟฟ้า 58 ทักษะ	ตัวประกอบที่	ด้านออกแบระบบไฟฟ้า 56 ตัวแปร
1	ออกแบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	12	ศึกษาพื้นที่ออกแบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
2	ออกแบระบบไฟฟ้ากำลัง รวม 25 ทักษะ	2	ออกแบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง รวม 25 ตัวแปร/ทักษะ
3	ออกแบระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ รวม 7 ทักษะ	11	ออกแบระบบจำหน่ายไฟฟ้า รวม 7 ตัวแปร/ทักษะ
4	ออกแบระบบสื่อสารเตือนภัย รวม 8 ทักษะ	8	ออกแบระบบสื่อสารเตือนภัย รวม 6 ตัวแปร
5	ออกแบระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน รวม 9 ทักษะ	7	ออกแบระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน รวม 9 ตัวแปร
6	ออกแบตู้สวิตช์บอร์ด รวม 9 ทักษะ	3	ออกแบตู้สวิตช์บอร์ด รวม 9 ตัวแปร

หน่วย สมรรถนะที่	ด้านติดตั้งระบบไฟฟ้า 48 ทักษะ	ตัว ประกอบที่	ด้านติดตั้งระบบไฟฟ้า 38 ตัวแปร
1	ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	5	ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง
2	ติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลัง รวม 14 ทักษะ		รวม 12 ตัวแปร
3	ติดตั้งระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ รวม 14 ทักษะ	4	ติดตั้งระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ รวม 10 ตัวแปร
4	ติดตั้งระบบสื่อสารเตือนภัย	6	ติดตั้งระบบสื่อสารเตือนภัย
5	ติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน รวม 13 ทักษะ		ป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน รวม 11 ตัวแปร
6	ติดตั้งตู้สวิตช์บอร์ด รวม 7 ทักษะ	10	ติดตั้งตู้สวิตช์บอร์ด รวม 5 ตัวแปร
หน่วย สมรรถนะที่	ด้านบริการระบบไฟฟ้า 33 ทักษะ	ตัว ประกอบที่	ด้านบริการระบบไฟฟ้า 33 ตัวแปร
1	บริการระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	9	บริการระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบ
2	บริการระบบไฟฟ้ากำลัง รวม 10 ทักษะ	1	ไฟฟ้ากำลังรวม 10 ตัวแปร
3	บริการระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ		บริการระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ
4	บริการระบบสื่อสารเตือนภัย		ระบบสื่อสารเตือนภัย ป้องกันฟ้าผ่าและ
5	บริการระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน		การต่อลงดินและบริการตู้สวิตช์บอร์ด
6	บริการตู้สวิตช์บอร์ด รวม 23 ทักษะ		รวม 23 ตัวแปร

ผลการเปรียบเทียบหน่วยสมรรถนะจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและจากการวิเคราะห์วิเคราะห์ตัวประกอบพบว่าการวิเคราะห์ตัวประกอบโดยใช้คอมพิวเตอร์กับการวิเคราะห์กลุ่มทักษะโดยผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ภายใต้ชื่อตัวประกอบนั้น มีเพียง 12 ตัวแปรทักษะที่ตัดออกเนื่องจากมีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด [7] ดังนี้

ด้านออกแบบระบบไฟฟ้า หน่วยสมรรถนะทั้ง 6 มีจำนวนทักษะเท่ากันและตรงกับตัวประกอบที่ 12, 2, 11, 7, 3, ภายใต้ชื่อที่สอดคล้องกัน กลุ่มตัวแปร/ทักษะมีเนื้อหาสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนสมรรถนะที่ 4 กับตัวประกอบที่ 8 เกี่ยวกับการออกแบบระบบสื่อสารเตือนภัย มีทักษะต่างกัน 2 ทักษะ

ด้านติดตั้งระบบไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีทักษะ 48 ทักษะ ผลการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์จากตัวประกอบที่ 5, 4, 6, 10 พบว่า มี 38 ตัวแปรที่สำคัญมีทักษะที่ต่างกัน 10 ทักษะ

ด้านบริการระบบไฟฟ้า หน่วยสมรรถนะทั้ง 6 มีจำนวนทักษะเท่ากันและตรงกับตัวประกอบที่ 9 และ 1 ภายใต้ชื่อที่สอดคล้องกัน กลุ่มตัวแปร/ทักษะมีเนื้อหาสอดคล้อง

คล่องไปในทิศทางเดียวกัน

จำนวนตัวแปร/ทักษะที่ตัดออก รวม 12 ตัวแปร ตัดออกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยการหมุนแกนครั้งที่ 1 จำนวน 9 ตัวแปร และตัดออกจากการหมุนแกนครั้งที่ 2 จำนวน 3 ตัวแปร เนื่องจากมีค่าน้ำหนักตัวประกอบต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือขาดคุณสมบัติตามเกณฑ์ [8] ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่แตกต่างกันด้านการติดตั้งไฟฟ้า ผู้วิจัยได้นำไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ บางท่านอีกครั้งซึ่งให้ความเห็นว่าตัวแปรที่ตัดออกนั้นมีความสำคัญน้อยและผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติงานจริงไม่มากนัก แต่ที่ผู้เชี่ยวชาญให้คงไว้ในตอนแรกเนื่องจากมีกำหนดไว้ในหลักสูตร การสอนทักษะนี้อาจสอนเพียงระดับของความรู้ก็พอ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นทักษะที่ไม่เน้นและอาจไม่ต้องกำหนดเป็นเกณฑ์ (Benchmark) ได้

เมื่อพิจารณาทักษะของหน่วยสมรรถนะพบว่าทักษะบางตัวมีความหมายใกล้เคียงกันหรือสอดคล้องกันสามารถจัดกลุ่มรวมกันได้ เช่น ตัวประกอบที่ 1 อธิบายได้ด้วยตัวแปรสำคัญ 23 ตัวแปรแต่เมื่อพิจารณาจัดกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเป็นตัวแปรเดียวกันทำให้เหลือตัวแปร

สำคัญเพียง 19 ตัวซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ฉบับที่ 3 สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร [9] ด้านการติดตั้งระบบไฟฟ้า หน่วยสมรรถนะที่ 1, 2 ทักษะการเลือกใช้เครื่องมือ 2 ทักษะ เมื่อวิเคราะห์ตัวประกอบที่ 5 ได้จัดกลุ่มเป็นตัวแปรเดี่ยว นอกจากนี้การวิเคราะห์ทั้งสองวิธีมีประเด็นแตกต่างกันบ้าง อาจมีสาเหตุจากกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะ การวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ ใช้กลุ่มตัวอย่างครึ่งหนึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติงานจริง และวิเคราะห์ทักษะจากความจำเป็นในการปฏิบัติงานอาชีพ ส่วนการวิเคราะห์ตัวประกอบจากแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างส่วนมากเป็นผู้สอนซึ่งเชี่ยวชาญในทางทฤษฎีและการเน้นการเรียนการสอนซึ่งเป็นอาจารย์ประจำที่มีคุณวุฒิทางวิชาชีพ ตามมาตรฐานที่ 3 ของ สมศ. [4] ทำให้การวิเคราะห์มีความแตกต่างกันเล็กน้อยในทักษะที่ไม่สำคัญมากนัก แต่ในภาพรวมของสมรรถนะหลักก็มีความสอดคล้องกัน

สรุปได้ว่าผลการวิเคราะห์ตัวประกอบจากกลุ่มตัวอย่างผู้สอนสามารถยืนยันผลการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ และสอดคล้องกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นส่วนมากเนื่องจากการวิเคราะห์สมรรถนะในครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้านทั้งการเรียนการสอนและผู้ปฏิบัติงานจริงซึ่งจะมีความสอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริง มีวิธีดำเนินการอย่างรัดกุมและรอบคอบจึงสามารถบ่งบอกถึงความรู้ ทักษะและความสามารถของบุคคลที่จะสามารถทำงานได้สำเร็จตามความเหมาะสมและก่อให้เกิดความพอใจ [10] สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและการประเมินผลได้อย่างมั่นใจ

8. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้

1) โครงสร้างและทักษะที่วิเคราะห์ สามารถนำไปใช้ได้ ใน 2 ด้าน คือ ด้านผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพความต้องการของการปฏิบัติงานและสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการสร้างเครื่องมือทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติให้สอดคล้องตามตัวประกอบ ที่สำคัญโดยพิจารณาจากน้ำหนักตัวประกอบของตัวแปรแต่ละตัว นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังสามารถใช้เป็นเกณฑ์การประเมิน มาตรฐานวิชาชีพสาขาวิชาที่ผู้เรียนสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

2) การนำผลวิเคราะห์สมรรถนะวิชาชีพไปใช้มีวัตถุประสงค์

ประสงค์หลักเพื่อเป็นเกณฑ์ประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนหรือเป็นเกณฑ์สำหรับผู้สอนในการจัดการเรียนการสอน หากต้องการประเมินเพื่อจุดประสงค์อื่น เช่น การประเมินเพื่อการพัฒนาผู้เรียน ควรจะใช้เทคนิคอื่นในการศึกษา

3) ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบที่พบว่า ตัวแปรบางตัวที่มีความเกี่ยวข้องน้อย ผู้สอนอาจให้ความสำคัญ/ให้เวลาในการจัดการเรียนการสอนน้อยได้โดยกำหนดวัตถุประสงค์เพียงระดับทางความรู้ไม่เน้นการปฏิบัติ และอาจใช้ผลการวิเคราะห์ตัวประกอบสำคัญ เช่น ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง ออกแบบตู้สวิตช์บอร์ด เป็นต้น ไปส่งเสริมความรู้ให้ผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น

4) ควรจะได้มีการจัดหลักสูตร สาขางานติดตั้งไฟฟ้าระดับ ปวส. ตามมาตรฐานวิชาชีพ สาขางานหรือตามหน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะซึ่งมีการวิเคราะห์ทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

9. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์สมรรถนะงานติดตั้งไฟฟ้าครั้งนี้ วิเคราะห์ตามหน้าที่หลักซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้มากกับงานช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะใช้ประโยชน์ได้อย่างครอบคลุมทั้งหลักสูตร สถานศึกษาควรจะได้วิเคราะห์ในสาขาวิชาชีพด้านช่างอุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วย

10. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาไฟฟ้ากำลัง.
- TNA "Competence Definitions", www.trainingsneedsanalysis.co.uk/tna-cd.htm
- Kasipa, C., 2002, "Education Innovation and Vocational Training through Vocational Qualification: TVQs," *Journal of Education Technique*, Vol. 14, pp. 1-32.
- สำนักรับรองมาตรฐานการศึกษา, 2549, *มาตรฐานและตัวบ่งชี้ การประเมินคุณภาพภายนอกเพื่อรับรองมาตรฐานการศึกษาด้านอาชีวศึกษา*, สมศ. เอกสารอัดสำเนา.
- จะเด็ด เปาโลสภา, 2546, *เอกสารประกอบการบรรยาย การประชุมปฏิบัติการเขียนข้อกำหนดของ*

มาตรฐานสมรรถนะทางวิชาชีพและการเชื่อมโยงกับการพัฒนาหลักสูตร, ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1, หน้า 19-44.

6. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา, 2546, ตัวอย่างมาตรฐานวิชาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.

7. Timothy A. Brown, 2006, *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*, Guildford Publications, p. 475.

8. กัลยา วานิชบัญญัติ, 2544, การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Window, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. กองพัฒนาฝีมือแรงงาน, 2546, มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ฉบับที่ 3 สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร [Online]. Available:<http://www.thaifactory.com/>[28/08/46.]

10. McAshan, H.H, 1981, *Competence Base Education and Behavioral Objective*, New Jersey, PrenticeHill.