การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้า การประปาส่วนภูมิภาคเขต 5

The Development of Mobile Application for Electrical Technicians of Provincial Waterworks Authority 5

สุทธิพงศ์ สุวรรณเดชากุล

Suttipong Suwandachakul

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management
Prince of Songkla University
2560

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5
ผู้เขียน นายสุทธิพงศ์ สุวรรณเดชากุล
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมชาย ชูโฉม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)
ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาค เขต 5
ผู้เขียน นายสุทธิพงศ์ สุวรรณเดชากุล
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

ในการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 พบว่าการคำนวณเพื่อการออกแบบระบบไฟฟ้ามีความยุ่งยากและใช้เวลานาน ผู้ปฏิบัติงานต้องมีหนังสือคู่มือพกติดตัวเพื่อใช้ศึกษารายละเอียดสูตรการคำนวณสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า รวมถึงการใช้อ้างอิงขนาดสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน ช่างไฟฟ้าต้องอาศัยทักษะในการคำนวณและทักษะการใช้งานเครื่องคิดเลขแบบฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า เป็นเครื่องมือที่สามารถพกพาไปใช้ได้ในทุกที่ทุกเวลาผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แอปพลิเคชันสำหรับช่างไฟฟ้าถูกออกแบบมาให้ง่ายกับการทำงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาค สามารถคำนวณขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าได้สูงสุดถึง 200 กิโลวัตต์ มีเมนูการทำงาน 6 เมนูหลัก ประกอบด้วย การคำนวณโหลดรวมการคำนวณตัวเก็บประจุไฟฟ้า การคำนวณกระแสหม้อแปลง การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า การหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ และเมนูสุดท้ายเป็นแหล่งองค์ความรู้ที่รวบรวมคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชันและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการคำนวณบนแอปพลิเคชัน

ทั้งนี้ แอปพลิเคชันได้ถูกนำไปใช้งานจริงในการออกแบบระบบไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 จากการทดสอบแอปพลิเคชันสำหรับช่างไฟฟ้า พบว่าช่วยลดเวลาในการคำนวณการออกแบบระบบไฟฟ้าได้ร้อยละ 84.39 และมีระดับความพึงพอใจจากแบบสอบถามที่กลุ่มประชากรจำนวน 35 คนในองค์กร ให้คะแนนความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันอยู่ที่ร้อยละ 96.56 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

Minor Thesis Title	The Development of Mobile Application for Electrical Technicians of Provincial Waterworks Authority 5
Author	Mr. Suttipong Suwandachakul
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2016

ABSTRACT

Normally, the working procedure to design the electric system of an electrician team who is responsible for Provincial Waterworks Authority Regional Office 5 is complicated and time-consuming. The electricians need to take a manual book during their outside service to read calculation formula and cable standard size reference. The job requires them to have calculation knowledge and mathematics function calculator of electrical system. This research aims to create mobile android application to address the above problem i.e. to reduce lead-times and increase convenience. This mobile application was designed for an electrician team to calculate with maximum motor size of 200 kilowatt with ease. There are six menus of electrical system design calculations which are 1) Total Load, 2) Capacitor, 3) Transformer, 4) Motor Size and 5) Cable Size, and 6) the content of the operation manual of the application and calculation theories supporting this mobile application.

This application has been used by electrician teams. It was found to reduce lead time by 84.39 percent. According to the survey with 35 users, the satisfaction level is 96.56 percent, which is considered very good level.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กลางเดือน โพชนา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รวมถึงขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะรายละเอียดภายในเนื้อหาของสารนิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่และการติดต่อประสานงาน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 สำหรับการสนับสนุนการทำวิจัยในการสร้างเครื่องมือ เพื่อช่วยพัฒนาองค์กร ขอขอบคุณหัวหน้างานเทคโนโลยีควบคุมผลิต หัวหน้างานบำรุงรักษา สำหรับคำแนะนำในการสร้างแอปพลิเคชันและการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูล รวมไปถึงเพื่อนพนักงานในสังกัดกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับการเก็บข้อมูลการวิจัย ขอบพระคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมทุกท่านที่คอยสนับสนุนผู้วิจัยและคอยเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และภรรยาที่มอบความรัก สร้างขวัญกำลังใจ รวมถึงให้ข้อคิดในการดำเนินชีวิตและสามารถประสบผลสำเร็จในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

สุทธิพงศ์ สุวรรณเดชากุล

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(3)
ABSTRACT		(4)
กิตติกรรมประกาศ		(5)
สารบัญ		(6)
สารบัญตาราง		(8)
สารบัญรูป		(9)
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	1.2 ขั้นตอนการทำงานการออกแบบระบบไฟฟ้า	4
	1.3 วัตถุประสงค์	5
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
	1.5 ขอบเขตการวิจัย	6
	1.6 ขั้นตอนการวิจัย	7
	1.7 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย	9
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า	10
	2.2 การคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้า	13
	2.3 ความหมายแอปพลิเคชัน	15
	2.4 ผังงาน	15
	2.5 ภาษาจาวา	16
	2.6 การจัดการความรู้	16
	2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3	การออกแบบโปรแกรม	21
	3.1 โครงสร้างการใช้งานของแอปพลิเคชัน	21
	3.2 การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ	28
บทที่ 4	ผลการดำเนินงาน	30
	4.1 การทดสอบการใช้งานและตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม	30
	4.2 การฝึกอบรมการใช้งานแอปพลิเคชัน	31
	4.3 การจัดทำคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน	33
	4.4 การสำรวจความพึงพอใจ	40
	4.5 การเปรียบเทียบผล	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 การประเมินและอภิปรายผล	43
4.7 ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน	45
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลการวิจัย	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก. แบบสอบถามความพึงพอใจ	51
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน	57
ภาคผนวก ค. ตารางขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำ	67
ภาคผนวก ง. การเปรียบเทียบเวลาการทำงานรูปแบบเดิมและแบบใหม่	72
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างชุดคำสั่งการเขียนโปรแกรม	74
ประวัติผู้เขียน	83

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	กปภ.สาขาที่สังกัดภายใต้ กปภ.ข.5 จำนวน 20 สาขา	1
ตารางที่ 1.2	ขั้นตอนการทำงานการออกแบบระบบไฟฟ้าโครงการใหญ่ กปภ.สาขาสะเดา	4
ตารางที่ 1.3	ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	5
ตารางที่ 2.1	การกำหนดค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ	11
ตารางที่ 2.2	ตัวคูณเพิ่มเพื่อกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า	11
ตารางที่ 2.3	สัญลักษณ์ของผังงาน	15
ตารางที่ 3.1	การประยุกต์ใช้กระบวนการจัดการความรู้	27
ตารางที่ 4.1	การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคำนวณแบบเดิมและแบบใหม่	42
ตารางที่ 4.2	วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน	43

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 โครงสร้างองค์กร กปภ.ข.5	1
รูปที่ 1.2 โครงสร้างกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ	2
รูปที่ 1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	7
รูปที่ 2.1 กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ	13
รูปที่ 2.2 เฟสเซอร์ของกระแสและแรงดัน	14
รูปที่ 2.3 การคำนวณหาตัวเก็บประจุไฟฟ้า	14
รูปที่ 2.4 กระบวนการการจัดการความรู้	19
รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบทำงานของแอปพลิเคชัน	21
รูปที่ 3.2 การคำนวณโหลดรวม	22
รูปที่ 3.3 การคำนวณขนาดตัวเก็บประจุ	23
รูปที่ 3.4 การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า	24
รูปที่ 3.5 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า	25
รูปที่ 3.6 การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า	26
รูปที่ 3.7 เอกสารองค์ความรู้	28
รูปที่ 3.8 การดาวน์โหลดโปรแกรม	28
รูปที่ 3.9 โปรแกรมแต่งรูปแบบแอปพลิเคชัน	29
รูปที่ 3.10 วิธีดาวน์โหลดโค้ดหน้าต่างแอปพลิเคชัน	29
รูปที่ 3.11 โปรแกรมแอนดรอยด์	29
รูปที่ 4.1 แนวคิดในการออกแบบแอปพลิเคชัน	31
รูปที่ 4.2 การแนะนำการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน	32
รูปที่ 4.3 การอธิบายเมนูการใช้งานบนแอปพลิเคชัน	32
รูปที่ 4.4 การรับฟังข้อเสนอแนะในการพัฒนาแอปพลิเคชัน	33
รูปที่ 4.5 หน้าแรกของแอปพลิเคชัน	33
รูปที่ 4.6 เมนูการใช้งานแอปพลิเคชัน	34
รูปที่ 4.7 การคำนวณโหลดรวม	34
รูปที่ 4.8 การป้อนอัตราการไหลและอัตราการส่งสูง	35
รูปที่ 4.9 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์	36
รูปที่ 4.10 ผลการคำนวณโหลดรวม	36
รูปที่ 4.11 ผลการคำนวณตัวประกอบกำลัง	37
รูปที่ 4.12 การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า	38
รูปที่ 4.13 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า	39

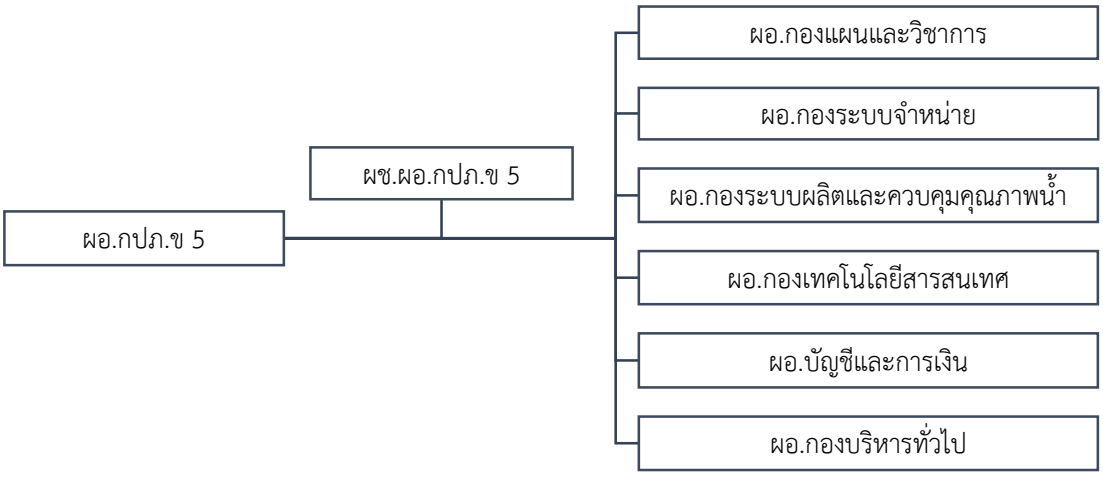
สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.14 คำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า	40
รูปที่ 4.15 ระดับคะแนนความพึงพอใจ	44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) เป็นรัฐวิสาหกิจหนึ่งในสังกัดกระทรวงมหาดไทย ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2522 มีหน้าที่ผลิตและให้บริการเกี่ยวกับน้ำประปาในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ยกเว้นกรุงเทพฯ นนทบุรี และสมุทรปราการ กปภ. ผลิตน้ำประปาอย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานสากลเป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก โดยมีค่านิยมขององค์กร คือ มุ่ง - มั่น - เพื่อปวงชน ปัจจุบันได้แบ่งสายการปฏิบัติงานออกเป็น 10 เขต ตามภูมิภาคของประเทศไทย มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 8,872 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 31 พ.ค.60) การประปาส่วนภูมิภาคแต่ละเขตมีลักษณะงานคล้ายๆ กัน มีความแตกต่าง กันตรงพื้นที่ความรับผิดชอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการปฏิบัติงานในส่วนของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 (กปภ.ข.5) มีจำนวนพนักงานที่ประจำอยู่ที่ กปภ.ข 5 จำนวน 159 คน สำนักงานตั้งอยู่เลขที่ 57 ถนนราชดำเนิน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา และมีโครงสร้างของหน่วยงาน ดังรูปที่ 1.1 มีพื้นที่รับผิดชอบจังหวัดในภาคใต้ตอนล่างให้บริการใน 7 จังหวัด ได้แก่ สงขลา พัทลุง ตรัง สตูล ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส ซึ่งมีหน่วยงานในสังกัด แบ่งเป็น กปภ. สาขาทั้งหมด 20 สาขา ดังตารางที่ 1.1

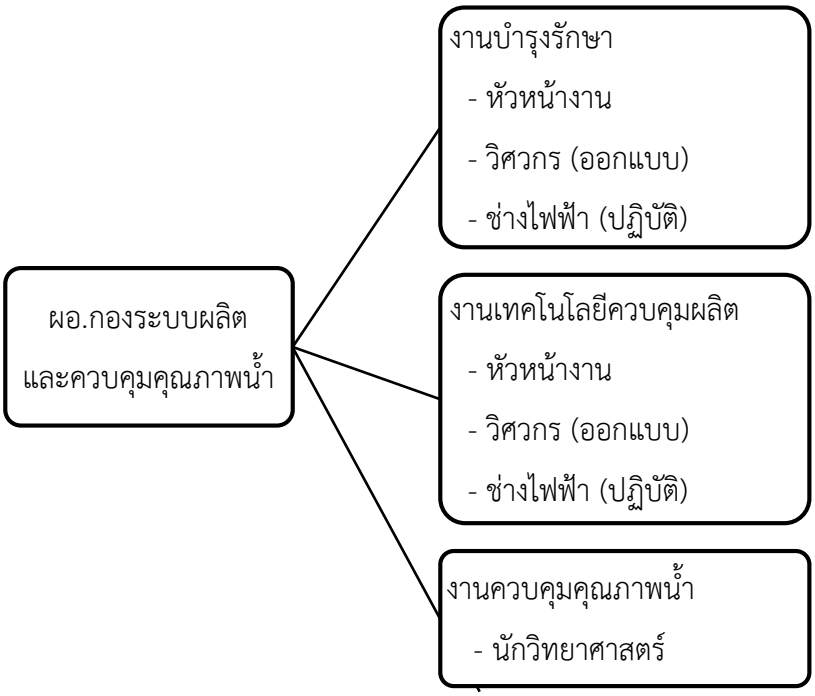


รูปที่ 1.1 โครงสร้างองค์กร กปภ.ข.5

ตารางที่ 1.1 กปภ.สาขาที่สังกัดภายใต้ กปภ.ข.5 จำนวน 20 สาขา

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน
1	กปภ.สาขาสงขลา	11	กปภ.สาขากันตัง
2	กปภ.สาขาหาดใหญ่ (ชั้นพิเศษ)	12	กปภ.สาขาสตูล
3	กปภ.สาขาสะเดา	13	กปภ.สาขาละงู
4	กปภ.สาขานาทวี	14	กปภ.สาขายะหา
5	กปภ.สาขาระโนด	15	กปภ.สาขาเบตง
6	กปภ.สาขาพัทลุง	16	กปภ.สาขาสายบุรี
7	กปภ.สาขาเขาชัยสน	17	กปภ.สาขานราธิวาส
8	กปภ.สาขาตรัง	18	กปภ.สาขารือเสาะ
9	กปภ.สาขาห้วยยอด	19	กปภ.สาขาสุไหงโก-ลก
10	กปภ.สาขาย่านตาขาว	20	กปภ.สาขาพังลา

หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับระบบผลิตและดูแลเครื่องจักรที่ใช้ภายในสังกัดของ กปภ.ข.5 กำกับดูแลประปาสาขาทั้ง 20 สาขา คือ กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ (กรค.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในด้านวิศวกรรมและงานวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งโครงสร้าง ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 โครงสร้างกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ

ในหน่วยงานของกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ มีวิศวกรไฟฟ้าและช่างไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนองค์กรเพื่อให้ระบบผลิตของ กปภ. มีความมั่นคงและมีคุณภาพตามมาตรฐานสากลและเป็นไปตามกรมอนามัยกำหนด หากมองถึงภาระงานที่วิศวกรไฟฟ้าประจำเขตต้องดำเนินการได้แก่ งานออกแบบระบบไฟฟ้า งานตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์สำหรับการนำมาติดตั้งในกิจการของ กปภ. งานตรวจสอบค่าไฟฟ้า ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ระบบอัตโนมัติการควบคุมระยะไกล (SCADA) และมีหน้าที่สนับสนุนการทำงานของ กปภ. สาขาทั้ง 20 สาขา ในสังกัดของ กปภ.ข.5 โดยมีช่างไฟฟ้าระดับเขตและประจำสาขาเป็นผู้ช่วยสนับสนุนในการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าต้องอาศัยหลักทฤษฎีควบคู่กับประสบการณ์ในการทำงาน พบว่าในการทำงานของช่างไฟฟ้า การคำนวณที่ต้องใช้อยู่เป็นประจำและมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานได้ตัวอย่างเช่น การเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าและขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ [1] ผู้ออกแบบหรือช่างไฟฟ้าต้องเลือกขนาดอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ให้เหมาะกับเครื่องจักรเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและเป็นไปตามหลักวิศวกรรม การคำนวณโหลดรวมของระบบไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในสถานีผลิตน้ำเพื่อประเมินศักยภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดรวมทั้งหมด การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับโหลดเครื่องสูบน้ำ [2] การคำนวณหาค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) [3] ของสถานีผลิตเพื่อไม่ทำให้ กปภ. เสียผลประโยชน์จากการเสียค่าปรับให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ปัจจุบันในการคำนวณค่าต่างๆ พบว่าทำได้โดยการใช้เครื่องคิดเลข ซึ่งเครื่องคิดเลขที่นำมาใช้จะต้องเป็นแบบที่มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ จึงจะสามารถคำนวณได้ และการหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า จะต้องอาศัยการเปิดตารางจากหนังสือมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า [4] ปัญหาที่พบ คือ ในขั้นตอนการออกแบบใช้เวลานาน ช่างไฟฟ้าส่วนใหญ่จะไม่สะดวกในการพกหนังสือมาตรฐานการออกแบบไฟฟ้าติดตัวไปปฏิบัตินอกสถานที่ด้วย นอกจากนี้หากวิศวกรและช่างไฟฟ้าคำนวณค่าที่กล่าวมาข้างต้นผิดพลาดจะส่งผลต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ จะทำให้เกิดความเสียหายและทำให้เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ส่งผลต่อระบบการผลิตน้ำประปาของ กปภ. หยุดชะงักไม่สามารถสูบจ่ายน้ำได้ ผลกระทบจากการคำนวณขนาดมอเตอร์ที่ผิดพลาด อาจนำไปสู่การจัดซื้อมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่เกินไป ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าและการประมาณราคาที่สูงเกินกว่าความเป็นจริงได้

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมองเห็นถึงการสร้างเครื่องมือสำหรับช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้า จากการสำรวจความต้องการของพนักงานในสังกัดของกองระบบผลิต และควบคุมคุณภาพน้ำถึงความต้องการเกี่ยวกับเครื่องมือที่สามารถเข้ามาช่วยในการทำงานทางด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าและต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถพกพานำไปได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้วิจัยจึงมองถึงการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือที่ช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้าผ่านมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีใช้อย่างแพร่หลายสะดวกต่อการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันมาใช้งานได้ฟรี

ประโยชน์ของการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือยังสามารถช่วยลดเวลาและขั้นตอนในการทำงาน รวมถึงช่วยอำนวยความสะดวก ทั้งด้านการใช้งานของตัวบุคลากรและหน่วยงาน แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 จะเข้ามาช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการคำนวณเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน ส่งเสริมให้ผู้ใช้งานมีความกระตือรือร้นในการศึกษาการเรียนรู้ด้วยตนเองง่ายยิ่งขึ้น

1.2 ขั้นตอนการทำงานการออกแบบระบบไฟฟ้า

งานที่อยู่ในความรับผิดชอบของงานบำรุงรักษา นอกจากการสนับสนุน กปภ. สาขา ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรแล้วยังมีงานอื่นๆ ที่อยู่ในภาระความรับผิดชอบ ดังนี้

1. งานออกแบบระบบไฟฟ้า ขั้นตอนการออกแบบแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลาในการออกแบบขึ้นอยู่กับรายละเอียดของงานที่ได้รับมอบหมาย โครงการที่มีขนาดใหญ่มูลค่าของงานสูง จะมีรายละเอียดที่เยอะกว่างานขนาดเล็กและมีเครื่องจักรที่เยอะกว่าส่งผลให้เวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของงานที่เกิดขึ้นด้วยขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าของงานโครงการขนาดใหญ่ มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1.1 เริ่มจากการออกสำรวจพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบใหม่หรือการปรับปรุงระบบเดิมเป็นงานภาคสนามซึ่งขึ้นอยู่กับโครงการแต่ละโครงการ บางโครงการจะไม่มีขั้นตอนการสำรวจหน้างานจริงเนื่องจากมีข้อมูลที่เพียงสำหรับการออกแบบอยู่แล้ว

1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาออกแบบจัดทำผังคร่าวๆ ที่สำนักงาน

1.3 การคำนวณด้านเครื่องกลและด้านงานระบบไฟฟ้า การคำนวณหาโหลดรวมเพื่อกำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าและขนาดสายไฟฟ้าสำหรับโครงการ

1.4 การเขียนแบบของโครงการ เช่น แบบแสดงผังอาคาร ผังบริเวณ แบบงานระบบไฟฟ้าเครื่องกล

1.5 จัดทำประมาณราคาและเอกสารสรุปรายละเอียดของงานและรายงานผลตามสายงาน (บางโครงการจบการทำงานเพียงขั้นตอนนี้)

1.6 จัดทำเอกสารเพื่อเข้าสู่กระบวนการจัดจ้าง

ในตารางที่ 1.2 จะเป็นการแสดงขั้นตอนในการออกแบบระบบไฟฟ้าพร้อมแสดงเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการทำงานการออกแบบระบบไฟฟ้าโครงการใหญ่ กปภ.สาขาสะเดา

ลำดับ	การออกแบบระบบไฟฟ้า	เวลา		ผู้รับผิดชอบ
		วัน	นาที	
1	สำรวจหน้างาน	2		วิศวกร, ช่าง
2*	การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า		10	วิศวกร, ช่าง
3*	การคำนวณโหลดใช้งาน		60	วิศวกร
4*	หาขนาดสายและท่อร้อยสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์		30	วิศวกร, ช่าง
5*	แสดงรายการคำนวณสรุปการคำนวณ		10	วิศวกร
6	เขียนแบบ	2		วิศวกร, ช่าง
7	จัดทำรายการประมาณราคา	1		วิศวกร, ช่าง
8	จัดทำบันทึกข้อความ สรุปผล		40	วิศวกร
	รวมเวลาในการทำงาน	5	150	

หมายเหตุ ข้อ 1-5 เป็นขั้นตอนการคำนวณ

2. งานตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ ในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำใหม่ โดยทำการตรวจสอบการติดตั้งและทดสอบระบบเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาจ้าง การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำในหลายครั้งพบปัญหาความผิดพลาดที่เกี่ยวกับการคำนวณทางไฟฟ้า เป็นการคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุหรือคาปาซิเตอร์ให้กับระบบ ในกรณีที่ผลการทดสอบเครื่องสูบน้ำไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่ กปภ. กำหนดคือค่าตัวประกอบกำลังต้องไม่น้อยกว่า 0.85 (Power Factor > 0.85) ขั้นตอนการคำนวณในส่วนนี้พบว่าผู้ที่ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ขาดความชำนาญและขาดทักษะในการคำนวณค่าตัวเก็บประจุ ช่างไฟฟ้ามักคำนวณค่าผิดพลาดอยู่บ่อยครั้ง สาเหตุมาจากการกดเครื่องคิดเลขผิดแอปพลิเคชันจะเข้ามาช่วยให้ช่างไฟฟ้าสามารถคำนวณขนาดตัวเก็บประจุได้รวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำของ กปภ. มีรายละเอียดดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ

ลำดับ	การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	เวลา (นาที)	ผู้รับผิดชอบ
1	ศึกษารายละเอียดของงาน ขอบเขตตามสัญญาจ้าง	5	วิศวกรช่าง
2	ติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหล วัดพลังงานไฟฟ้า ความดันในระบบ	30	วิศวกรช่าง
3	เริ่มทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	60	วิศวกรช่าง
*4	คำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุในกรณีที่ผลการทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์	10	วิศวกร
5	ทำผลการทดสอบเครื่องสูบน้ำคำนวณประสิทธิภาพ	40	วิศวกร
6	จัดทำงานรายงานสรุปเสนอผ่านตามสายงาน	10	วิศวกร
	รวมเวลา	155	

หมายเหตุ ข้อ 4 เป็นขั้นตอนการคำนวณสำหรับช่างไฟฟ้า

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดเวลาในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณการออกแบบระบบไฟฟ้าได้ 20 %

2. เพื่อเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงานนอกสถานที่โดยมีระดับความพึงพอใจไม่ต่ำกว่า 90 %

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณ ช่วยลดเวลาในการคำนวณ และสะดวกในการปฏิบัติงานจริง

2. เป็นฐานข้อมูลบนแอปพลิเคชัน สำหรับการใช้งานในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับใช้งานในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค

1.5 ขอบเขตการวิจัย

พัฒนาโปรแกรมสำหรับการคำนวณบนมือถือผ่านระบบแอปพลิเคชัน เพื่อใช้ในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค กลุ่มเป้าหมายที่ใช้งานโปรแกรม เป็นกลุ่มช่างไฟฟ้าและวิศวกร การทำงานหลัก ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. การคำนวณสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า ในขั้นตอนการหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับโหลดเครื่องสูบน้ำ ผู้ใช้งานสามารถเลือกวิธีการต่อชุดควบคุมมอเตอร์ได้สองแบบ คือ Direct Online และ Star-Delta แอปพลิเคชันจะคำนวณและแสดงผลการคำนวณ ดังนี้

1.1พิกัดมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับเครื่องสูบน้ำ หน่วยเป็น กิโลวัตต์ (kW)

1.2 ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์หน่วยเป็น ตารางมิลลิเมตร (sq.mm)

1.3 ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้าสำหรับสายไฟฟ้าชนิด IEC01 (THW) และสายไฟฟ้าชนิด NYY

1.4 ขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์หน่วยเป็น แอมป์ทริป (AT)

1.5 ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าหน่วยเป็น กิโลวาร์ (kVA)

2. การคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้าสำหรับงานทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแอปพลิเคชันจะแสดงผลการคำนวณขนาดตัวเก็บประจุหน่วยเป็นแบบกิโลวาร์ (kVAR)

3. เป็นแหล่งองค์ความรู้ที่มีข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ทุกที่ทุกเวลาแบบไม่จำเป็นต้องต่อผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (Offline)

ข้อจำกัดของแอปพลิเคชัน

การใช้งานของแอปพลิเคชันสำหรับช่างไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่เหมาะสำหรับการใช้ในคำนวณเบื้องต้นเพื่อความสะดวกและรวดเร็วต่อผู้ปฏิบัติงาน ค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำถูกกำหนดตามการเลือกชนิดเครื่องสูบน้ำแต่ละชนิด

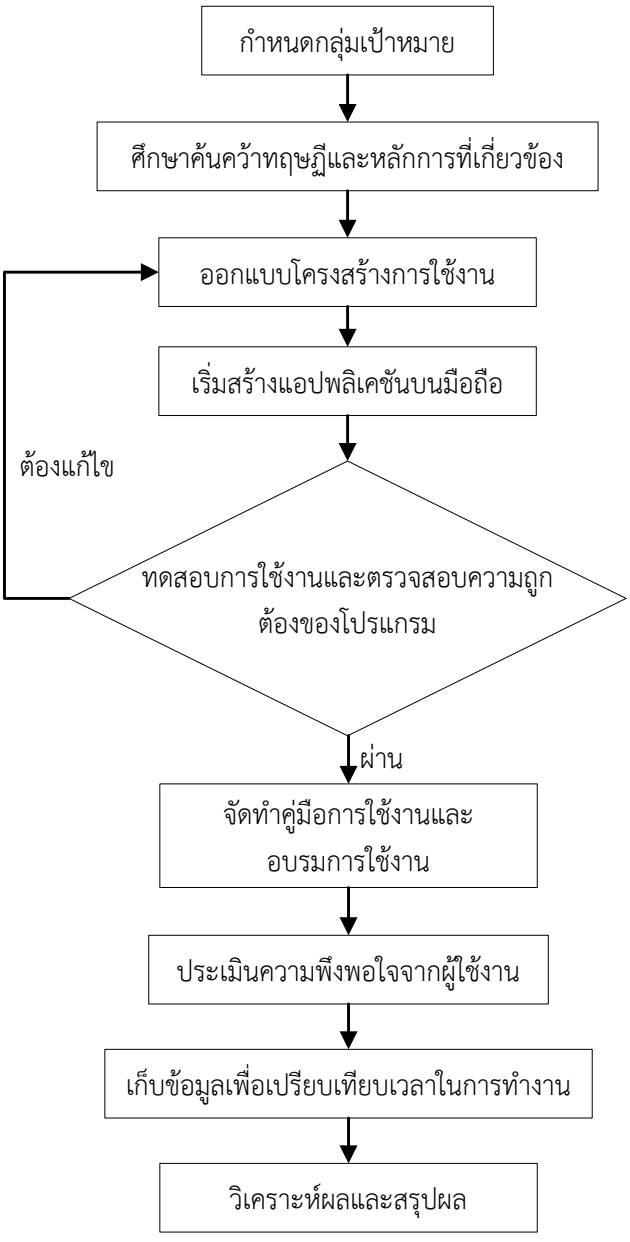
การแชร์ข้อมูลแอปพลิเคชันไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลในการคำนวณไปยังโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดทำรายงานโดยตรงได้ แต่ผู้ใช้งานสามารถถ่ายรูปหน้าจอเพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลในการประกอบการรายงานได้

มอเตอร์ที่มีขนาดเกินกว่า 200 กิโลวัตต์ แอปพลิเคชันจะแสดงผลการคำนวณพิกัดกำลังมอเตอร์มาให้ แต่จะไม่ระบุขนาดสายไฟฟ้าเนื่องจากตามมาตรฐานการออกแบบโดยทั่วไปหากมอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่า 200 กิโลวัตต์ ผู้ออกแบบต้องคำนวณขนาดสายไฟฟ้าสำหรับชุดมอเตอร์เอง

แอปพลิเคชันสำหรับช่างไฟฟ้าเป็นโปรแกรมฟรี และสามารถดาวน์โหลดได้บนระบบเพลสโตส์โดยการค้นหาคำว่า “คู่มือช่างไฟฟ้า กปภ.” โดยผู้ใช้งานต้องมีมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เวอร์ชัน 4.1 ขึ้นไป จึงจะสามารถใช้งานแอปพลิเคชันคู่มือช่างไฟฟ้า กปภ. ได้

1.6 ขั้นตอนการวิจัย

การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อสนับสนุนการทำงานของช่างไฟฟ้า สำหรับการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ผู้วิจัยได้มองเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้า เริ่มจากการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลุ่มช่างไฟฟ้าที่สังกัดอยู่ในกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ และช่างไฟฟ้าที่ประจำอยู่ กปภ.สาขา สำรวจความต้องการจากกลุ่มเป้าหมายโดยการสัมภาษณ์ นำผลจากการสำรวจมาออกแบบโครงสร้างการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการวิจัย ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย โดยกลุ่มเป้าหมายสำหรับแอปพลิเคชัน เป็นช่างไฟฟ้าที่สังกัดอยู่ในการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ทั้งช่างไฟฟ้าที่ประจำอยู่ที่เขต และช่างไฟฟ้าที่ประจำอยู่สาขาทั้ง 20 สาขา

2. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษารายละเอียดทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้า มาตรฐานข้อกำหนดการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ ทฤษฎีการคำนวณต้นกำลังสำหรับขับเครื่องสูบน้ำ การปรับแก้ตัวประกอบกำลังเพื่อกำหนดขนาดตัวเก็บประจุ รวมทั้งศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลขององค์กร จากการศึกษาข้อมูลพบว่าหลาย ๆ งานวิจัยนำการสร้างเครื่องมือเข้ามาช่วยในการทำงานทั้งการลดขั้นตอน และลดเวลาในการทำงาน การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ

3. ออกแบบโครงสร้างการใช้งาน ก่อนเริ่มขั้นตอนการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ทุกฟังค์ชั่นการใช้งาน จะเริ่มต้นจากการเขียนผังงาน (flow chart) เพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน การเขียนผังงานช่วยลำดับแนวความคิดในการเขียนโปรแกรม แสดงให้เห็นภาพรวมการทำงานทั้งหมดจากเริ่มต้นจนจบขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน

4. เริ่มสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ โดยการเขียนชุดสั่งผ่านโปรแกรมที่มีชื่อว่า Sublime Text3 โดยใช้ภาษาจาวาในการเขียนโปรแกรม และใช้ชุดคำสั่งจากโปรแกรม Theme Roller jQuery Mobile เพื่อสร้างหน้าต่างและการแต่งเติมสีสันของแอปพลิเคชันให้สวยงาม

5. ทดสอบการใช้งานและตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม หลังจากที่แอปพลิเคชันรุ่นทดลองได้สำเร็จ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้งานด้วยตนเองและตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้น โดยตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณและการแสดงผลของแอปพลิเคชัน หลังจากมั่นใจว่าแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ดีแล้ว ผู้วิจัยได้นำแอปพลิเคชันไปนำเสนอต่อวิศวกรผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและเครื่องกล ซึ่งเป็นกลุ่มวิศวกรระดับ 7 และหัวหน้างานระดับ 8 ที่สังกัดอยู่ในกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ เป็นผู้มีประสบการณ์ทางด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าและเครื่องกลของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 หลังจากการนำเสนอต่อวิศวกรเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะและข้อผิดพลาดมาปรับปรุงรายละเอียดการคำนวณของแอปพลิเคชันให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6. จัดทำคู่มือและอบรมการใช้งาน เมื่อแอปพลิเคชันผ่านการทดสอบและมั่นใจในความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้งาน โดยมีรายละเอียดตั้งแต่วิธีการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน รายละเอียดเมนูการใช้งาน วิธีการคำนวณต่างๆ จัดฝึกอบรมการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าฯ ให้แก่ช่างไฟฟ้าที่สังกัดในการประปา ทั้งผู้ใช้งานระดับเขตและสาขา

7. ประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน หลังจากการฝึกอบรมการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือ ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแบบสำรวจความพึงพอใจสำหรับใช้สอบถามคะแนนความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน จานนั้นสรุปคะแนนเพื่อประเมินผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

8. เก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการทำงาน โดยการสร้างโจทย์ตัวอย่าง เพื่อการทดสอบเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณระหว่างการคำนวณแบบเดิม คือ การคำนวณโดยคนกดเครื่องคิดเลขและอาศัยการเปิดตารางสายไฟฟ้าจากหนังสือคู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้า เปรียบเทียบ

กับการคำนวณรูปแบบใหม่ คือ การนำแอปพลิเคชันมาช่วยในการคำนวณ

9. วิเคราะห์ผลและสรุปผล จัดทำรูปเล่มรายงาน

1.7 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

จากสัมภาษณ์พนักงานในสังกัดกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ (กรค.ข.5) และช่างไฟฟ้าที่ประจำอยู่ กปภ. สาขา เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาโดยรวมที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าและปัญหาที่เกิดกับช่างไฟฟ้า กปภ.สาขาทำให้สามารถกำหนดกลุ่มเป้าหมายและขอบเขตการทำงานได้ดังนี้ กลุ่มประชากรที่ใช้สำหรับการทดสอบการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 รวมทั้งสิ้น 35 คน เป็นระดับหัวหน้างานวิศวกร ช่างไฟฟ้า และผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานโครงการ เช่น ช่างโยธาและช่างเครื่องกล พบว่ามีความสนใจเกี่ยวกับเครื่องมือสำหรับการคำนวณโดยเฉพาะเป็นเครื่องมือที่สะดวกต่อการพกพานำติดตัวไปใช้งานได้ทุกที่การเข้าถึงข้อมูลง่ายและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยรายละเอียดที่ต้องการให้มีบนแอปพลิเคชันได้แก่ การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า สายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย พิกัดของเซอร์กิตเบรคเกอร์ การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า การปรับปรุงตัวประกอบกำลังสำหรับช่วยในงานตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำใหม่ และต้องการให้แอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือที่มีองค์ความรู้ที่สามารถศึกษาข้อมูลการออกแบบระบบไฟฟ้า รวบรวมสูตรการคำนวณที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดเวลาในการทำงานเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าให้สั้นลง และสามารถเป็นเครื่องมือที่นำติดตัวไปใช้ได้ในทุกที่ทุกเวลาผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ [5] โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากตำรา เอกสาร วารสารรายงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา

2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า

สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า จะต้องเข้าใจทฤษฎีและหลักการทางไฟฟ้า สูตรพื้นฐานในการคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับใช้ขับโหลดเครื่องสูบน้ำ โดยที่กำลังงานสำหรับใช้ในการขับเพลาเครื่องสูบน้ำ (Pump Input Power, P)[2] มีการคำนวณ ดังสมการที่ 2.1

$$P = \frac{Q \times H}{367 \times \eta} \times Ft \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

โดยที่

Q	อัตราการสูบ (ลบ.ม./ชม.)
H	ความดันในการไหล หรือการส่งสูง (ม.)
P	กำลังงานที่ใช้ในการขับเพลาเครื่องสูบน้ำ (กิโลวัตต์)
η	ประสิทธิภาพ
Ft.	ตัวคูณเพิ่มเพื่อกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการออกแบบโดยทั่วไปการกำหนดค่าประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจะถูกกำหนดโดยวิศวกรผู้ออกแบบและต้องตรวจสอบค่าประสิทธิภาพจากผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำที่เป็นผู้รับจ้างที่ขึ้นทะเบียนการค้ากับการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งเป็นความยุ่งยากสำหรับผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบ

เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่ายเหมาะสมสำหรับผู้ที่เป็นมือใหม่ในการคำนวณและป้องกันการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดที่เกิดจากผู้ใช้งานขาดทักษะในการออกแบบระบบ ค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำจะถูกกำหนดตามการเลือกชนิดของเครื่องสูบน้ำและเป็นค่าประสิทธิภาพที่ถูกนำมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง สำหรับการคำนวณเบื้องต้นที่เหมาะสำหรับการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ค่าประสิทธิภาพถูกกำหนดโดยวิศวกรผู้ชำนาญการทางด้านงานออกแบบระบบเครื่องกล โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การกำหนดค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

ลำดับ	ชนิดเครื่องสูบน้ำ	ประสิทธิภาพ
1	Split Case Centrifugal Pump	0.75
2	End Suction Centrifugal Pump (1500 rpm.)	0.70
	End Suction Centrifugal Pump (2900 rpm.)	0.60
3	Multi Stage Centrifugal Pump	0.65

ที่มา: งานบำรุงรักษาเขต 5

ภายในแอปพลิเคชันได้ถูกออกแบบให้มีการคูณเพิ่มขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเกิดโอเวอร์โหลดของมอเตอร์ไฟฟ้า พิกัดตัวคูณเพิ่มสำหรับการเลือกขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการขับโหลดเครื่องสูบน้ำ (Ft.) โดยการคำนวณจะเป็นไปตามสมการที่ 2.1 จะเห็นว่ามีการคูณด้วยค่าตัวคูณเพิ่ม มีรายละเอียดกำหนด ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวคูณเพิ่มเพื่อกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

ลำดับ	พิกัดกำลัง	ตัวคูณเพิ่ม (Ft.)
1	ขนาดกิโลวัตต์ kW≤ 1.5	1.50
2	ขนาดกิโลวัตต์ kW≤ 4.0	1.25
3	ขนาดกิโลวัตต์ kW≤ 7.5	1.20
4	ขนาดกิโลวัตต์ kW≤ 40	1.15
5	ขนาดกิโลวัตต์ kW≥ 40	1.10

ที่มา: งานบำรุงรักษาเขต 5

การคำนวณโหลดการใช้งาน เพื่อความแม่นยำและลดความผิดพลาดในการออกแบบผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าต้องแปลงหน่วยของโหลดใช้งานให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของกำลังไฟฟ้าปรากฏหรือกระแสใช้งาน โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.2 และสมการที่ 2.3 [1]

$$I = \frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times P.F.} \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

$$I = \frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V} \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

โดยที่

I = พิกัดกระแสใช้งาน (แอมป์)

kW = กำลังไฟฟ้าจริง (กิโลวัตต์)

kVA = กำลังไฟฟ้าปรากฏ (กิโลโวลต์แอมป์)
V = แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
P.F. = ตัวประกอบกำลัง

การเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยและเหมาะสมกับการใช้งานผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงการเลือกใช้สายไฟฟ้า ให้เหมาะและถูกต้องตามหลักวิชาการและไม่ขัดกับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชินูปถัมภ์ (วสท.) กำหนดโดยหลักการการเลือกขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ โดยมีข้อกำหนด ดังนี้ [4]

- ขนาดสายไฟฟ้าให้มีพิกัดไม่น้อยกว่า 125 % ของพิกัดกระแสของมอเตอร์
- ขนาดสายดินคิดตามขนาด 125 % ของกระแสพิกัดและตามตาราง
- มอเตอร์สตาร์ทแบบ Star-delta ซึ่งจะมีสายเข้ามอเตอร์ 6 เส้น แต่ละเส้นต้องมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 1.25 x 0.58 เท่ากระแสพิกัดมอเตอร์ [1]

การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นแบบการติดตั้งที่มีการใช้งานมากที่สุด จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายจะต้องมีจำนวนไม่มากเกินไป ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1. เมื่อมีกระแสไหลผ่านสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น จึงจำเป็นต้องมีช่องว่างสำหรับการระบายความร้อน
2. พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า ต้องเล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อร้อยสายพอสมควร เพื่อให้การดึงสายไฟฟ้าทำได้สะดวก และไม่ทำลายฉนวนของสายไฟฟ้า พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยคิดจากสูตร ดังสมการที่ 2.4 [1]

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

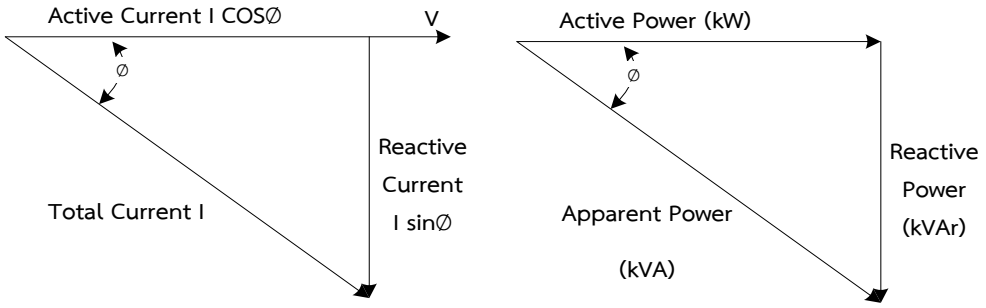
โดยที่

A = พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)
d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
π = ค่าคงที่ 3.1416

พื้นที่หน้าตัดของสายไฟแต่ละชนิดผู้ออกแบบสามารถหาได้จากเอกสารคุณสมบัติของสายไฟฟ้าของแต่ละชนิดสายไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลมาหาพื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าเพื่อหาขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เหมาะสมได้

2.2 การคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้า

โหลดการใช้งานของระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้อยู่ในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค มีหลายประเภท ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องเชื่อมไฟฟ้า พัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น มอเตอร์ไฟฟ้าต้องใช้กำลังไฟฟ้าจริง (kW) และกำลังไฟฟ้าเสมือน (kVAR) ในการทำงาน ทำให้ระบบไฟฟ้าโดยรวมมีตัวประกอบกำลัง (P.F.) [8] ค่อนข้างต่ำ การที่ระบบไฟฟ้ามีตัวประกอบกำลังที่ต่ำมีผลเสียทำให้กำลังสูญเสียเพิ่มขึ้น ระบบไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้มีค่าสูงขึ้น สามารถทำได้โดยการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitors) [3] ให้ขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าเพื่อแก้ปัญหากำลัง ไฟฟ้าสูญเสีย ระบบไฟฟ้าปัจจุบันโดยทั่วไปมีลักษณะโหลดใช้งานเป็นอุปกรณ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะส่งผลต่อแรงดันและกระแสไฟฟ้าในระบบไม่ราบเรียบชั่วครู่ (Harmonic) เป็นช่วงเวลาสั้นๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบไฟฟ้า แต่ก่อให้เกิดความเสียหายกับตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้การคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้าสามารถหาได้จากสามารถหาได้จากสูตร ในดังสมการที่ 2.5, 2.6 และสมการที่ 2.7 [1] ดังรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 2.1 กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ

$$kVA^2 = kW^2 + kVAR^2 \qquad \text{สมการที่ 2.5}$$

$$kVA = \sqrt{kW^2 + kVAR^2} \qquad \text{สมการที่ 2.6}$$

$$\text{Power Factor} = \frac{\text{Real Power}}{\text{Apparent Power}} = \frac{kW}{kVA} = \cos\theta \qquad \text{สมการที่ 2.7}$$

โดยที่

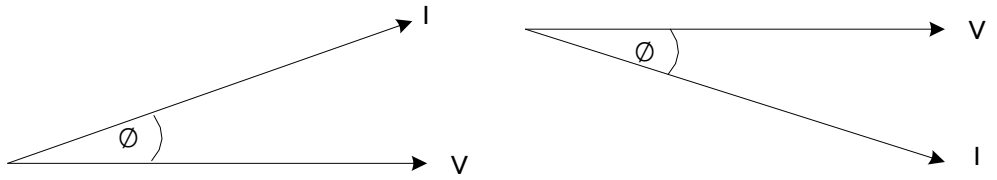
kW = เป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริง (กิโลวัตต์)

kVAR = เป็นกำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับสร้างสนามแม่เหล็ก (กิโลวาร์)

kVA = เป็นกำลังไฟฟ้าปรากฏ (กิโลโวลต์แอมป์)

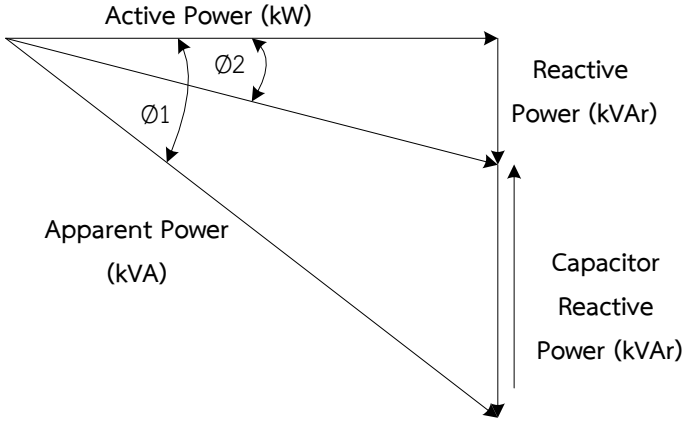
$\cos\theta$ = มุมระหว่างเฟสหรือตัวประกอบกำลัง

ทิศทางของกระแสและแรงดันที่มีผลต่อตัวประกอบกำลัง ถ้ากำลังไฟฟ้าจริง และกำลังไฟฟ้าเสมือนไหลในทิศทางเดียวกันเข้าที่จุดอ้างอิง จะถือว่าระบบมี เฟสเซอร์ของกระแสจะตามหลังแรงดันอยู่ด้วยมุม Ø (Lagging Power Factor) ถ้ากำลังไฟฟ้าจริง [8] และกำลังไฟฟ้าเสมือนไหลในทิศทางตรงกันข้ามเข้าที่จุดอ้างอิง จะถือว่าระบบมีเฟสเซอร์ของกระแสจะนำหน้าแรงดันอยู่ด้วยมุม Ø (Leading Power Factor) อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีตัวประกอบกำลังที่ต่ำ เนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้ามีลักษณะเกิดขึ้นล้าหลังแรงดันไฟฟ้า (Lagging) เพราะว่าโหลดส่วนใหญ่เป็นโหลดแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Load) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เฟสเซอร์ของกระแสและแรงดัน

การคำนวณหาขนาดหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลังสามารถทำได้โดยใช้สูตรที่เป็นการอธิบายในสมการที่ 2.8 และรูปที่ 2.3 เป็นการอธิบายวิธีการคำนวณตัวเก็บประจุไฟฟ้า



รูปที่ 2.3 การคำนวณหาตัวเก็บประจุไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.3 P.F. ก่อนปรับปรุง = COS $Ø_1$

P.F. หลังปรับปรุง = COS $Ø_2$

kVAR = kW x tan Ø

kVAR ที่ P.F. ก่อนปรับปรุง = kW x tan $Ø_1$

kVAR ที่ P.F. หลังปรับปรุง = kW x tan $Ø_2$

ดังนั้น kVAR of Capacitor [3]=kW x (tan $Ø_1$ – tan $Ø_2$) สมการที่ 2.8

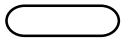
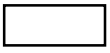
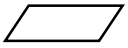
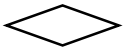
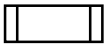
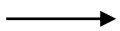
2.3 ความหมายแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชัน (application) คือ “โปรแกรมประเภทหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนมือถือหรือแท็บเล็ต” [6] สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS การติดตั้งโปรแกรมโดยทั่วไปทำได้โดยโหลดผ่านอินเทอร์เน็ตหรือติดตั้งผ่านแผ่นซีดี แต่สำหรับการติดตั้งแอปพลิเคชันนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่า โดยสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง App store สำหรับผู้ที่ใช้งานในระบบ iOS ส่วนผู้ใช้งานมือถือหรือแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง Google Play Store อุปกรณ์ต่างๆ [9] ที่ใช้ในมือถือหรือแท็บเล็ตนั้นมีความสามารถในการใช้งานที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้บนคอมพิวเตอร์ เนื่องจากแอปพลิเคชันถูกจำกัดด้วยขนาดและการประหยัดพลังงาน [10] หากใช้โปรแกรมที่มีความซับซ้อนหรือใช้ทรัพยากร สูงอย่างคอมพิวเตอร์แล้วอาจจะทำให้มือถือหรือแท็บเล็ตค้าง หรือไม่สามารถทำงานได้ หากทำงานได้ก็จะช้ามากหรือใช้แบตเตอรี่มากเกินไป [7]

2.4 ผังงาน

ผังงาน (flow chart) คือ แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนขั้นแรก โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการเขียนผังงาน เพื่อช่วยลำดับแนวความคิดในการเขียนโปรแกรม เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะทำให้เห็นภาพในการทำงานของโปรแกรมง่ายกว่าใช้ข้อความหากมีข้อผิดพลาด สามารถดูจากผังงานจะทำให้การแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น โดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ของผังงาน [9]

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เริ่มต้น หรือสิ้นสุดผังงาน (Start or Stop)
	กระบวนการ การประมวลผล (Process)
	ส่วนนำเข้าข้อมูลหรือแสดงผลข้อมูล (Input or Output)
	การตัดสินใจ (Decision)
	กระบวนการทำงานย่อย (Sub Process)
	ชุดเชื่อมต่อ (Connection)
	ทิศทางการทำงาน (Direction of Flow)

2.5 ภาษาจาวา

ภาษาจาวา (Java) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม ข้อดีที่ภาษาจาวาทำได้ดี คือ การที่เขียนโปรแกรมครั้งเดียว แต่สามารถรันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้หลายรูปแบบโดยที่ไม่ต้องอาศัยการแปลโปรแกรม (Compiler) [12] หรือต้องเขียนโปรแกรมใหม่ ทำให้ช่วยลดเวลาให้กับนักพัฒนาโปรแกรมในการทำงานได้มาก ภาษาจาวายังสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือที่เรียกว่า OOP (Object Oriented Programming) โดยมีความสามารถเฉพาะตัวต่างไปจากโปรแกรมตัวอื่น เช่น C หรือ C++ ในเรื่องของการทำงานข้ามระบบปฏิบัติการ (Platform)

รูปแบบของการเขียนโปรแกรมในภาษาจาวา แบ่งเป็น 2 รูปแบบ [12]

1. Java Application โปรแกรมจาวาทั่วไปที่ทำงานได้โดยตัวของมันเอง เหมือนกับไฟล์ .EXE [13] ใน Windows ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ วินโดว์ ลีนุกซ์ และยูนิกซ์ตระกูลต่างๆ

2. Java Applet โปรแกรมจาวาขนาดเล็ก ซึ่งรันด้วยตัวเองไม่ได้ [13] ต้องอาศัยการถูกโปรแกรมเรียกไปใช้งานและจะถูกนำไปใช้งานบนอินเตอร์เน็ตเท่านั้น

ข้อดีของภาษาจาวา

1. ทำงานบนเว็บเบราเซอร์ได้ หรือที่มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า จาวาแอปเพล็ต (Java Applet) [13] เป็นแอปพลิเคชันขนาดเล็ก ทำงานอยู่บนเว็บเพจ ทำให้สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการใดก็ได้ที่มีเว็บเบราเซอร์สนับสนุนจาวาติดตั้งอยู่ มีความปลอดภัยสูง

2. สนับสนุนงานหลากหลายระดับ ตั้งแต่ระดับเซิร์ฟเวอร์ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และอุปกรณ์พกพาอย่างโทรศัพท์มือถือ

3. ภาษาจาวาเป็นภาษาเชิงวัตถุ ช่วยให้การแก้ปัญหาสามารถทำได้ง่าย เพราะการมองเห็นวัตถุเป็นสิ่งที่มนุษย์คุ้นเคยเป็นประจำอยู่แล้วมีความเรียบง่ายของโปรแกรม ไวยากรณ์ถูกออกแบบให้เข้าใจง่าย

4. ระบบจัดการคืนพื้นที่ในหน่วยความจำอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องจัดหาระบบสำหรับเก็บหน่วยความจำที่ใหญ่เกินความจำเป็น

5. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเป็นโปรแกรมฟรี โปรแกรมพัฒนาโปรแกรมภาษาจาวา (Java Development Kit หรือ JDK) สามารถดาวน์โหลด JDK ได้จากเว็บไซต์ (http://java.sun. com)

2.6 การจัดการความรู้

การนำการจัดการความรู้ KM (knowledge Management) [5] มาเป็นคิดในการสร้างแอปพลิเคชัน การพัฒนาบุคคลกรขององค์กร หลายๆ หน่วยงานนำการจัดการความรู้มาใช้ในการพัฒนาองค์กรพัฒนาคนและเครื่องมือ แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ได้นำการจัดการความรู้ KM มาใช้ในส่วนของหลักคิดการออกแบบโครงสร้างแอปพลิเคชันและการจัดการเอกสารองค์ความรู้ การจัดการความรู้ไม่ว่าบุคคลนั้นจะอยู่ในตำแหน่งใดของหน่วยงานล้วนแล้ว แต่มีความสำคัญไม่ว่าจะรับบทบาทเป็นผู้บริหารหรือในฐานะผู้ปฏิบัติ หากมี

ส่วนช่วยในการพัฒนางานจนผลลัพธ์นำไปสู่การเพิ่มขึ้นหรือดีขึ้น และสามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้คนในองค์กร เพิ่มความสะดวก ความคล่องตัวและรวดเร็วนั้นถือเป็นผลสำเร็จที่คุ้มค่า ความรู้ถือเป็นสินทรัพย์ที่มีค่ามากสำหรับองค์กร [6] ผลที่ตามมา คือ องค์กรอยู่รอดและเติบโตอย่างยั่งยืน [7] การจัดการความรู้ในองค์กร เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ซึ่งกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสาร นำมาพัฒนาให้เป็นระบบเพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงองค์ความรู้และสามารถพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ทั้งยังส่งผลต่อการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและไปสู่กระบวนการสร้างองค์กรสมรรถนะสูง (High Performance Organization) HPO หรือที่เรียกว่า องค์กรที่เป็นเลิศ (Excellence Organization) การให้ความสำคัญและนำเครื่องมือการบริหารต่าง ๆ มาพัฒนาหน่วยงานเพื่อก้าวไปสู่องค์กรสมรรถนะสูง สำหรับการประปาส่วนภูมิภาค ได้ตั้งเป้าไว้อย่างชัดเจนในการที่จะผลักดันองค์กรให้กลายเป็น HPO ซึ่งผู้บริหารของหน่วยงานได้ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากโดยที่มองถึงองค์ความรู้ของหน่วยงานและแบ่งองค์ความรู้นั้นออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความรู้ที่ฝังอยู่ในคน (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ พรสวรรค์หรือสัญชาตญาณของแต่ละบุคคลในการทำความเข้าใจในสิ่งต่างๆเป็นความรู้ที่ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูดหรือลายลักษณ์อักษรได้โดยง่าย เช่น ทักษะในการทำงาน งานฝีมือ หรือการคิดเชิงวิเคราะห์ บางครั้งจึงเรียกว่า เป็นความรู้แบบนามธรรม

2. ความรู้ที่ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่สามารถรวบรวม ถ่ายทอดได้ โดยผ่านวิธีต่างๆ เช่น การบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ทฤษฎี คู่มือต่างๆ และบางครั้งเรียกว่า เป็นความรู้แบบรูปธรรม

กระบวนการจัดการความรู้

จากการศึกษาเอกสารองค์ความรู้ของสำนักงาน ก.พ.ร. ได้จัดทำคู่มือการจัดทำ แผนการจัดการความรู้ ประกอบการจัดการกระบวนการจัดการความรู้ ซึ่งคู่มือฉบับนี้ประกอบด้วย แนวคิดกระบวนการจัดการความรู้ 7 ขั้นตอน (Knowledge Management Process: KMP) กระบวนการจัดการความรู้เป็นรูปแบบหนึ่งที่ช่วยพัฒนาองค์กร ทางผู้วิจัยได้นำหลักการการจัดการความรู้ทั้ง 7 ขั้นตอนมาประยุกต์ใช้กับการสร้างแอปพลิเคชัน ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.3

1. การบ่งชี้ความรู้ (Knowledge Identification) ในการออกแบบระบบไฟฟ้ามีหลายทฤษฎีที่ใช้ในขั้นตอนการออกแบบ ทั้งระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกล จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบระบบไฟฟ้าและการคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้า ทำให้ทราบว่ามีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นสำหรับผู้ปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาคต้องรู้และเข้าใจ เพื่อใช้สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าในกิจการของการประปา การบ่งชี้ความรู้ส่งผลต่อการจัดลำดับความสำคัญขององค์ความรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นภายในแอปพลิเคชันในหมวดของเอกสารองค์ความรู้จะรวบรวมองค์ความรู้ที่สำคัญและสะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูลได้โดยง่าย

2. การสร้างและแสวงหาความรู้ (Knowledge Creation and Acquisition) แอปพลิเคชันสำหรับช่างไฟฟ้าจะเข้ามาช่วยในเรื่องของการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงาน เพิ่มความน่าสนใจสำหรับขั้นตอนการคำนวณ วิธีการคำนวณง่ายและรวดเร็ว สามารถส่งข้อมูลโดยการจัดเก็บเป็นรูปภาพหน้าจอแล้วส่งต่อไปยังผู้ใช้งานคนอื่นได้

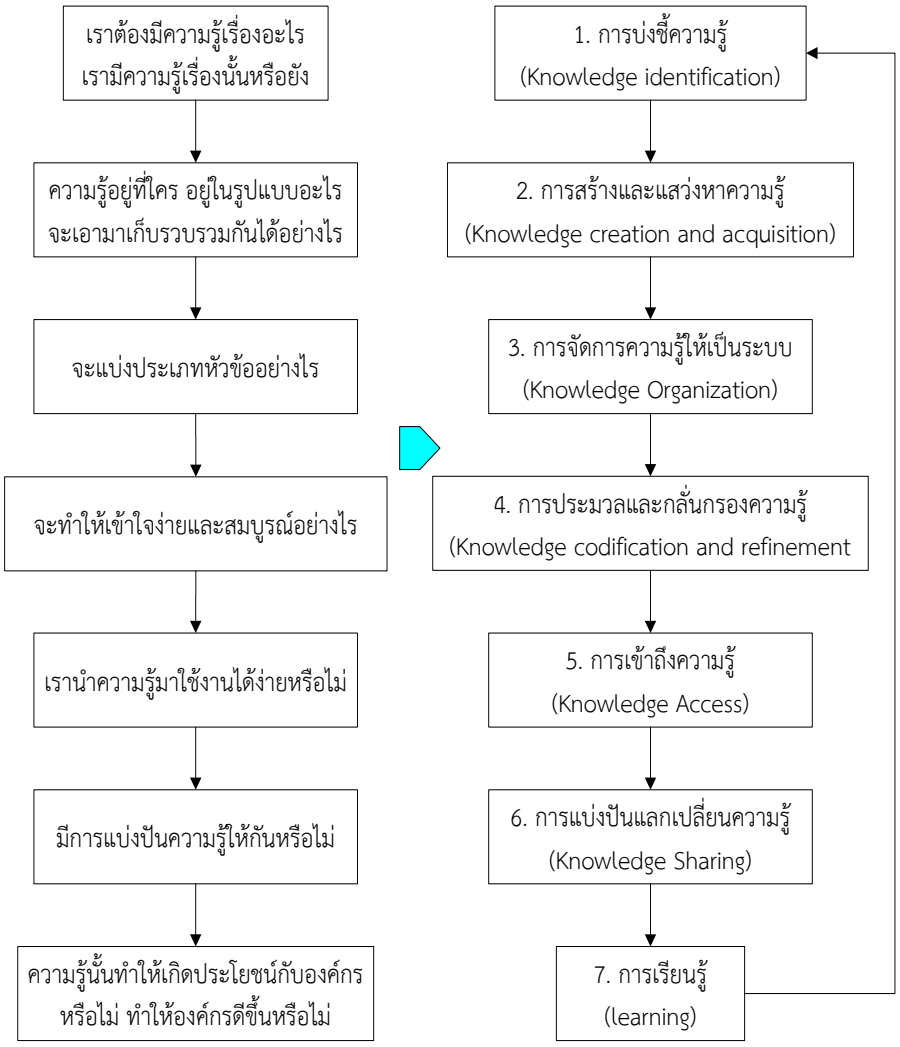
3. การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ (Knowledge Organization) มีเมนูเอกสาร องค์ความรู้ที่ชัดเจนง่ายต่อการค้นหาเอกสาร และผู้ใช้งานสามารถอ่านเอกสารโดยไม่จำเป็นต้องต่อผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (Off line)

4. การประมวลและการกลั่นกรองความรู้ (Knowledge codification and refinement) ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงเนื้อหา เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน งานวิจัยต่อยอดสามารถนำแอปพลิเคชันตัวนี้ไปปรับปรุงในเรื่องของเนื้อหาข้อมูลการดำเนินในด้านอื่น เช่น งานทาง ด้านวิทยาศาสตร์และงานควบคุมคุณภาพน้ำ สามารถปรับปรุงรายละเอียดเอกสารองค์ความรู้เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน

5. การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Access) ในเอกสารองค์ความรู้จะเป็นแหล่งข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจจากผู้ปฏิบัติงาน การรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบช่วยให้การเข้าถึงแหล่งความรู้ทำได้ง่ายและสามารถอ่านได้ทุกที่ทุกเวลา

6. การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ (Knowledge Sharing) เมื่อมีแหล่งความรู้ที่ดี การแบ่งปันหรือการแชร์ข้อมูลเป็นส่วนสำคัญสำหรับการสร้างเครือข่ายแห่งการเรียนรู้ การนำเสนอการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาค เขต 5 ให้แก่พนักงานในฝ่ายผลิตทราบและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานถือเป็นความสำเร็จในการแบ่งปันและแลกเปลี่ยนความรู้

7. การเรียนรู้ (learning) การเรียนสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งจากการเรียนรู้จากผู้อื่น และการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสร้างเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของบุคลากรในหน่วยงานเพื่อเสริมการพัฒนาคนอย่างต่อเนื่อง เป็นการสร้างแรงบัลดาลใจในการต่อยอดการเรียนรู้ใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.4 กระบวนการการจัดการความรู้ [7]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาจากงานวิจัย หลายงานวิจัยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการให้ความรู้กับบุคลากร ด้วยมุมมองว่าหากพนักงานในองค์กรมีศักยภาพมากพอก็จะช่วยทำให้องค์นั้นพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ [6] และระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-learning) ก็เป็นส่วนที่ช่วยพัฒนาตัวบุคลากร การสร้างสื่อการเรียนการรู้และสื่อเทคโนโลยีใหม่ๆ [7] เป็นสิ่งที่น่าสนใจในยุคปัจจุบันอย่างมาก ทำให้ลดขีดจำกัดในการเรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มช่องทางในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้สะดวกและง่ายขึ้น [8] รวมถึงระยะเวลาในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลสั้นลง [9] ตัวอย่างงานวิจัยของ ณรงค์ฤทธิ์ นุ่มทอง ชื่อเรื่องการสร้างระบบสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาแบบทวีผล [11] ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างระบบสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้ประโยชน์จากโปรแกรมมูเดิ้ล ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับระบบเนื้อหาส่วนผสมระบบจัดการการเรียนการสอนที่สามารถ

ลดเวลาในการฝึกอบรม รวมทั้งสามารถใช้ในการพัฒนาระดับความรู้ของผู้เข้าอบรมผ่านระบบสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษาจำนวน 36 คน ตั้งแต่ระดับหัวหน้ากะ วิศวกร และพนักงานเดินเครื่อง ระบบสื่อการเรียนรู้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อการฝึกอบรมและมีเนื้อหารายวิชาต่างๆ สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง แบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งาน และแบบสอบถามความพึงพอใจออนไลน์ โปรแกรมช่วยให้ผู้ใช้งานสะดวกสามารถเข้าใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ลดเวลาการอบรมได้ถึงร้อยละ 51.79 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบที่สร้างขึ้น ยังมีอีกหลายงานวิจัยที่นำโปรแกรมมาช่วยในการพัฒนาองค์กรหรือหน่วยงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยลดเวลาในการปฏิบัติงานให้มีความรวดเร็ว และลดการใช้ทรัพยากร เพิ่มความสะดวกในการทำงาน อีกหนึ่งงานวิจัยที่นำระบบปฏิบัติการบนคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำงานเป็นผลงานของ ศุภฤกษ์ นิลรัตน์ [11] ในหัวข้อ วิจัยที่มีชื่อว่า การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับระบบการจัดการข้อมูลห้องปฏิบัติการทดสอบน้ำยาง ผลของการวิจัยการใช้งานโปรแกรม พบว่าสามารถลดเวลาในการสืบค้นข้อมูลและสรุปรายงาน โดยจากเดิมใช้เวลาในการปฏิบัติงานเฉลี่ย 104.5 นาที เหลือเพียง 2.26 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลงร้อยละ 95.44 สามารถลดปริมาณการใช้กระดาษคิดเป็นร้อยละ 31.48 ผลสรุปของงานวิจัยกล่าวถึง โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพได้เป็นอย่างดี แนวคิดสำหรับการสร้างงานวิจัยอีกอย่าง คือ หลักของไคเซ็น การลดหรือเลิกขั้นตอนส่วนเกินส่วนที่ไม่จำเป็น ด้วยการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน เริ่มจากการเปลี่ยนแปลงในส่วนเล็กๆ ที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง และต้องอาศัยการพลิกแพลงเพื่อให้หลุดพ้นจากข้อจำกัดในความเป็นจริงต่างๆ เช่น งบประมาณ เวลา อุปกรณ์ เทคโนโลยี ฯลฯ ผลงานวิจัยของ ชัชวาล คาดการณ์ไกล [12] ได้นำเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีไคเซ็น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม และนำข้อมูลที่ได้มาจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS (Statistical Package for the Social Science) โดยได้ทำกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน 33 กิจกรรม สามารถลดใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 1,187,274,54 kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 3,513,139.07 บาท พบว่าพนักงานมีทัศนคติเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีไคเซ็นอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ย 75.15 จากคะแนนเต็ม 100 จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการนำหลักของไคเซ็น มาใช้ในการทำงานเพื่อลดค่าพลังงานที่เกินความจำเป็น รวมถึงลดขั้นตอนเพื่อนำเวลาที่เหลือเพื่อการนำไปสู่การพัฒนาในด้านอื่นต่อไป [13]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาโปรแกรมมาใช้งานเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกและเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อลดเวลาและขั้นตอนในการทำงาน อำนวยความสะดวกทั้งด้านการใช้งานของตัวบุคลากรและหน่วยงาน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้มองเห็นถึงความสำคัญในการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับวิศวกรและช่างไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาค เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและช่วยลดเวลาในการทำงานในการออกแบบระบบไฟฟ้าให้สั้นลง และเพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานนอกสถานที่สามารถนำเครื่องมือไปใช้ได้ทุกที่

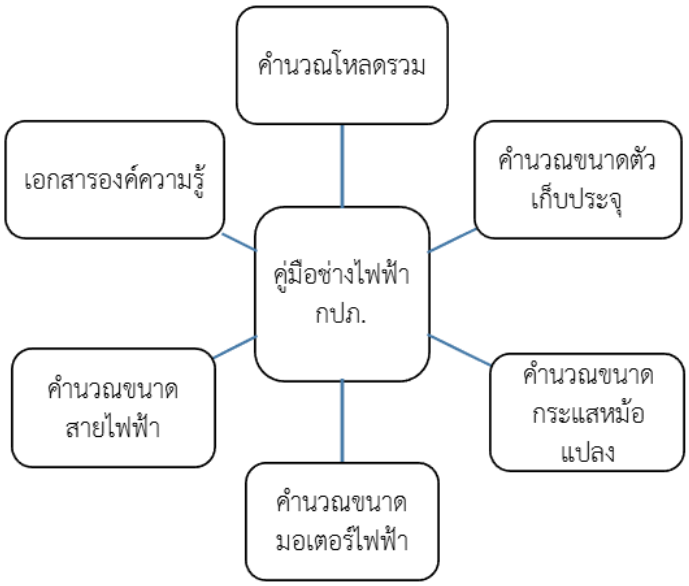
บทที่ 3
การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมสำหรับคู่มือช่างไฟฟ้า เริ่มจากกระบวนการเขียนผังงาน (Flow chart Diagram) หลังจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการคำนวณเสร็จเรียบร้อยแล้วเป็นขั้นตอนการนำสูตรการคำนวณมาใช้บนแอปพลิเคชัน และนำมาสู่ขั้นตอนการออกแบบฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม โดยในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึง 2 ประเด็นสำคัญ ได้แก่

1. โครงสร้างการใช้งานของแอปพลิเคชันซึ่งจะประกอบด้วยการออกแบบเมนูการใช้งาน รวมถึงขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันไปจนถึงการประมวลผลและแสดงผล
2. การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือเป็นการนำเสนอการดาวน์และติดตั้งโปรแกรมเสริมสำหรับการเขียนแอปพลิเคชันบนมือถือ

3.1 โครงสร้างการใช้งานของแอปพลิเคชัน

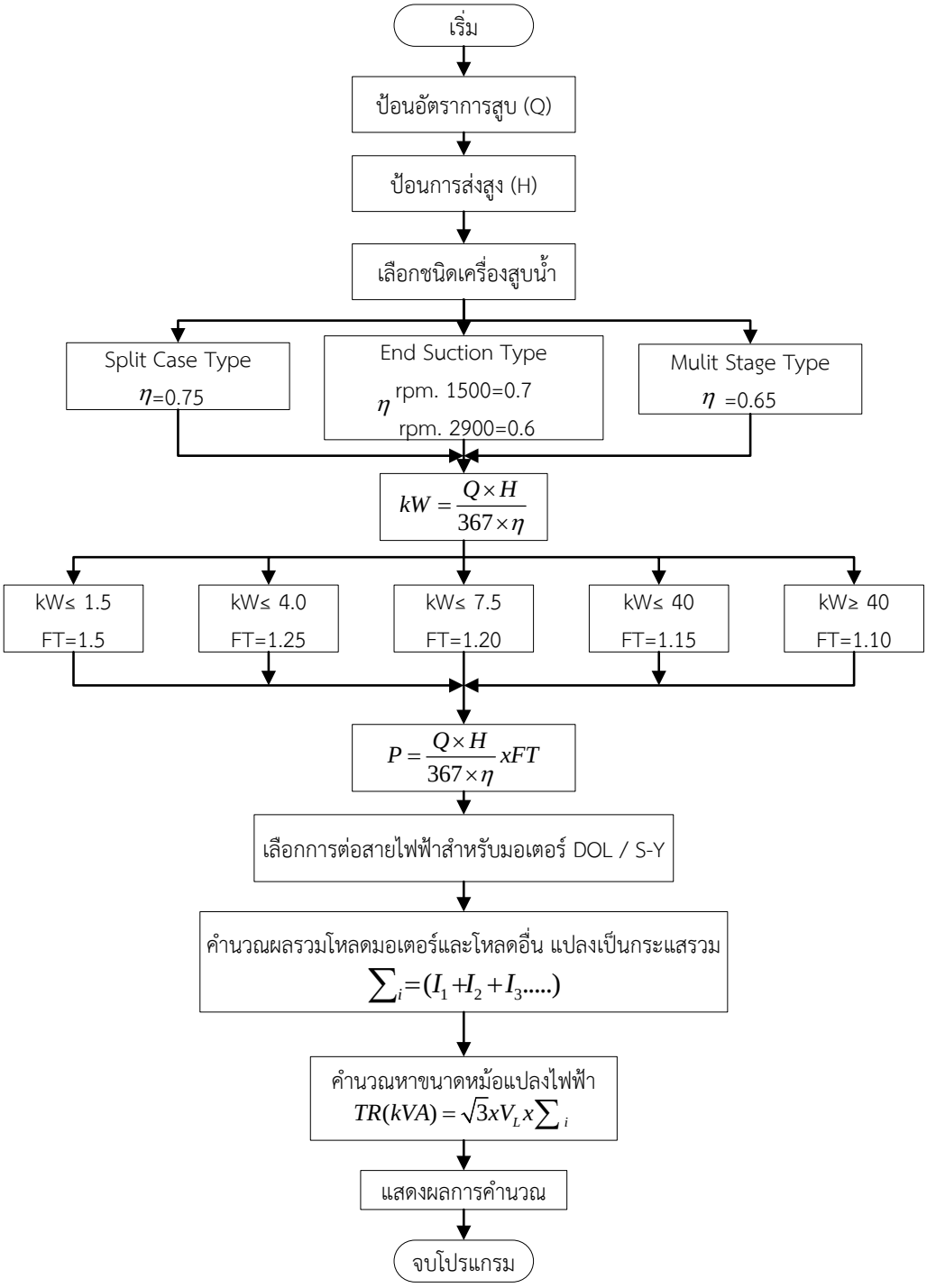
ผู้วิจัยได้ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานในกลุ่มวิศวกรไฟฟ้าและช่างไฟฟ้า ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและรายละเอียดความต้องการของพนักงานในสังกัด กปภ.ข.5 จากการประชุมภายในกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำมองถึงเรื่องการสร้างเครื่องมือในรูปแบบแอปพลิเคชันบนมือถือและที่สำคัญต้องสามารถใช้บนมือถือได้อย่างเรียบง่ายและเข้าใจง่าย ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลสูตรการคำนวณและเอกสารองค์ความรู้ สำหรับประกอบการจัดทำโปรแกรม รูปแบบการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาจาวาในการสร้างแอปพลิเคชัน เพื่อให้ครบถ้วนและสมบูรณ์มากที่สุด การออกแบบโปรแกรมเริ่มต้นจากการเขียนผังงานดังรูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบทำงานของแอปพลิเคชัน โดยสามารถใช้งานได้ 6 เมนู ดังนี้



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบทำงานของแอปพลิเคชัน

1. การคำนวณโหลดรวม

การคำนวณโหลดรวมเป็นเมนูแรกของแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นเมนูที่รวมการคำนวณตั้งแต่เริ่มต้นการออกแบบระบบไฟฟ้า สามารถคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาดสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย ขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์ ไปจนถึงผลลัพธ์การคำนวณที่สามารถระบุขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดได้ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การคำนวณโหลดรวม

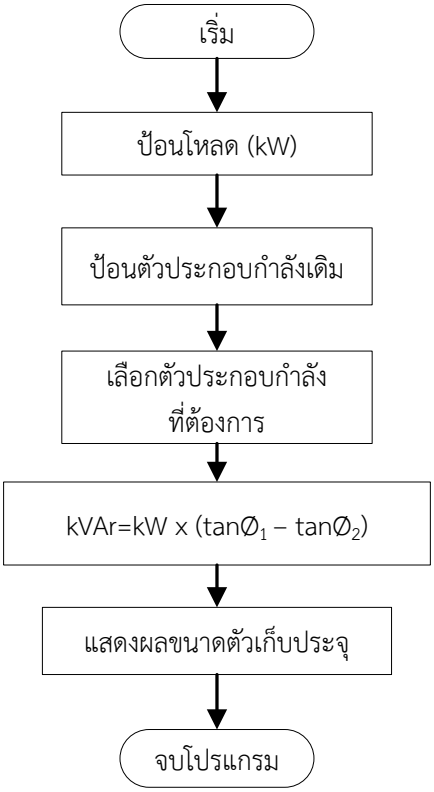
1) การคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุ

ในการทดสอบประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการตรวจรับชุดเครื่องสูบน้ำหลายครั้งพบปัญหาว่าค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor: PF.) [8] ค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า (Digital Power Meter) พบว่าผลการทดสอบไม่ผ่านตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน กปภ.04 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาค กำหนดค่าตัวประกอบกำลังที่โหลดใช้งานแบบเต็มพิกัดกำหนดให้ค่าตัวประกอบกำลังต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.85 หากพบว่าผลการทดสอบค่าตัวประกอบกำลังน้อยกว่า 0.85 ให้ผู้ทดสอบคำนวณหาขนาดของตัวเก็บประจุ เพื่อปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังให้มีค่ามากกว่า 0.85 ซึ่งการคำนวณแบบเดิมจะเป็นปัญหากับนายช่างไฟฟ้าอย่างมาก เนื่องจากไม่สามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง แอปพลิเคชันได้ออกแบบมารองรับกับการคำนวณในขั้นตอนนี้เพื่อลดข้อผิดพลาดในการคำนวณที่มีการกดเครื่องคิดเลขผิดพลาดและลดเวลาในการคำนวณให้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถใช้งานได้ง่าย ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันเมนูการคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุดังรูปที่ 3.3

1.1 เริ่มต้นด้วยการกรอกขนาดโหลดใช้งาน ค่าตัวประกอบกำลังที่วัดได้

1.2 กดเลือกค่าตัวประกอบกำลังที่ต้องการให้เปลี่ยนไปหลังจากปรับปรุง

1.3 แอปพลิเคชันจะคำนวณขนาดตัวเก็บประจุ พร้อมแสดงผลค่าตัวเก็บประจุหน่วยเป็นกิโลวาร์ (kVAR)



รูปที่ 3.3 การคำนวณขนาดตัวเก็บประจุ

2) การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า

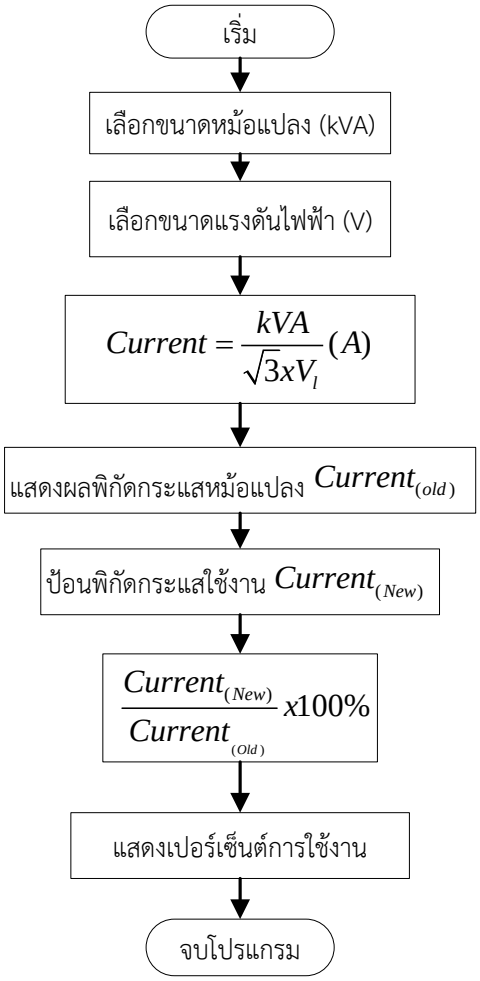
การใช้งานในโหมดนี้ผู้ใช้งานสามารถคำนวณหากระแสใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยการเลือกขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าและขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน ผู้วิจัยได้คำนึงถึงการป้องกันการกรอกข้อมูลที่ผิดพลาดจากการป้อนข้อมูล การเลือกขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแบบล๊อกค่าโดยอิงขนาดตามหนังสือคู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าและตามข้อกำหนดของ วสท. เพื่อป้องกันการกรอกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจากผู้ใช้งาน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.4

2.1 เลือกขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าตามที่ต้องการ ตั้งแต่ขนาด 50 kVA ถึงขนาด 2,500 kVA

2.2 เลือกพิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งาน 380 V ถึงแรงดัน 430 V

2.3 หลังจากเลือกพิกัดเสร็จเรียบร้อยแล้วแอปพลิเคชันจะคำนวณกระแสที่สามารถรับโหลดได้และแสดงผลการคำนวณ

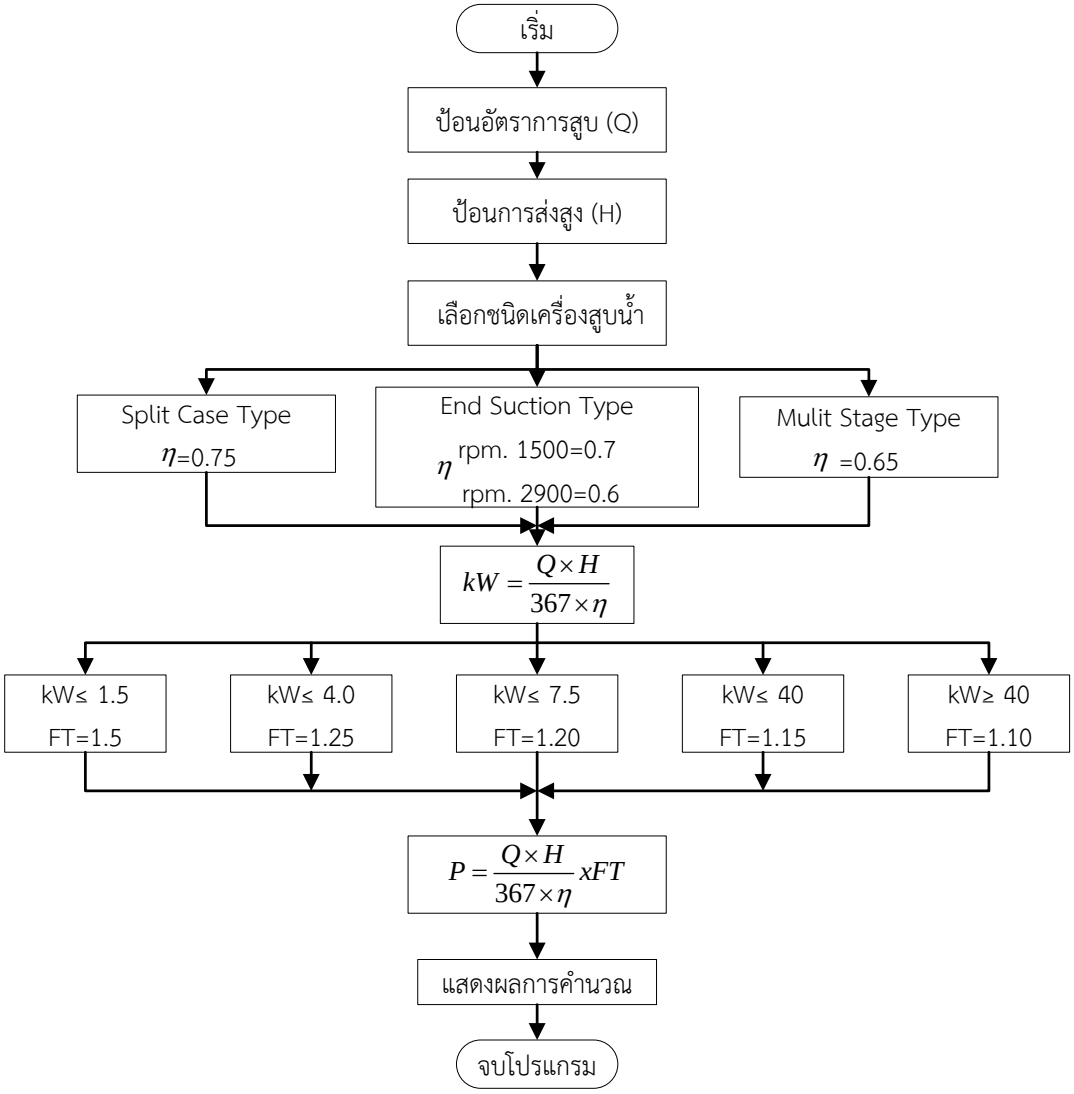
2.4 ป้อนพิกัดกระแสโหลดใช้งานปัจจุบันเพื่อคำนวณปริมาณการรองรับโหลดหม้อแปลงไฟฟ้าคงเหลือโดยที่แอปพลิเคชันจะแสดงผลในรูปแบบค่าเปอร์เซ็นต์การใช้งานของพิกัดกระแสหม้อแปลงไฟฟ้ารายละเอียดขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.4 การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า

3) การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้า หลังจากผู้ออกแบบโครงการได้กำหนดความต้องการขนาดเครื่องสูบน้ำเพื่อเหมาะกับกำลังผลิตของระบบประปาแล้วเป็นส่วนที่ทางด้านงานระบบไฟฟ้าจะดำเนินการต่อในเรื่องของการออกแบบระบบไฟฟ้า การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนเริ่มต้นของการออกแบบ แอปพลิเคชันในส่วนนี้จะช่วยในเรื่องของการคำนวณขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการขับโหลดเครื่องสูบน้ำ โดยรายละเอียดที่ผู้ใช้งานต้องป้อนข้อมูลมีดังนี้ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

3.1 ป้อนอัตราการสูบ หน่วยเป็น ลบ.ม/ชม. (Q)

3.2 ป้อนปริมาณการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำ หน่วยเป็น เมตร (H)

3.3 เลือกชนิดเครื่องสูบน้ำ

3.4 แอปพลิเคชันจะแสดงผลการคำนวณขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการการขับโหลดเครื่องสูบน้ำ

4) การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

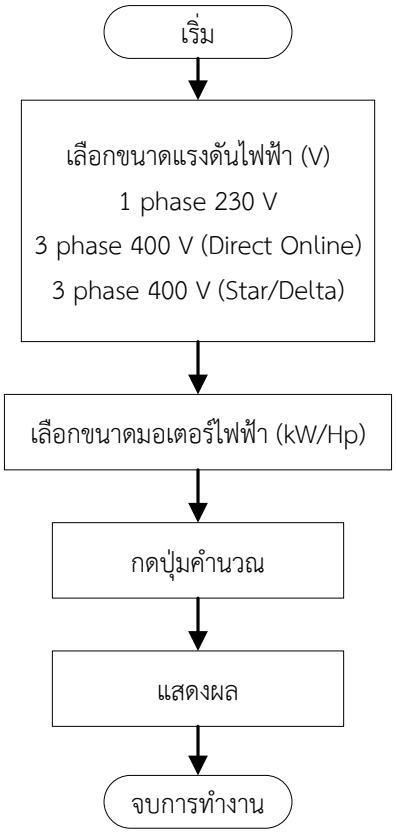
เป็นเมนูการใช้งานที่สะดวกสำหรับผู้ที่ต้องการทราบขนาดสายไฟฟ้าสำหรับการต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้า เหมาะกับการออกแบบและการตรวจสอบการติดตั้งการใช้งานสายไฟฟ้าสำหรับงานตรวจสอบการติดตั้งของผู้รับจ้างว่ามีความเหมาะสมและเป็นไปตามหลักวิศวกรรม โดยผู้ใช้งานสามารถเริ่มต้นการทำงานของแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 3.6

4.1 เลือกขนาดแรงดันไฟฟ้า

- หนึ่งเฟส 230 โวลท์
- สามเฟส 400 โวลท์ (Direct Online)
- สามเฟส 400 โวลท์ (Start-Delta)

4.2 เลือกพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้าโดยสามารถเลือกได้ตั้งแต่ 0.37 กิโลวัตต์ ถึงพิกัด 200 กิโลวัตต์

4.3 แอปพลิเคชันจะคำนวณพิกัดกระแสของมอเตอร์พร้อมขนาดสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย และขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

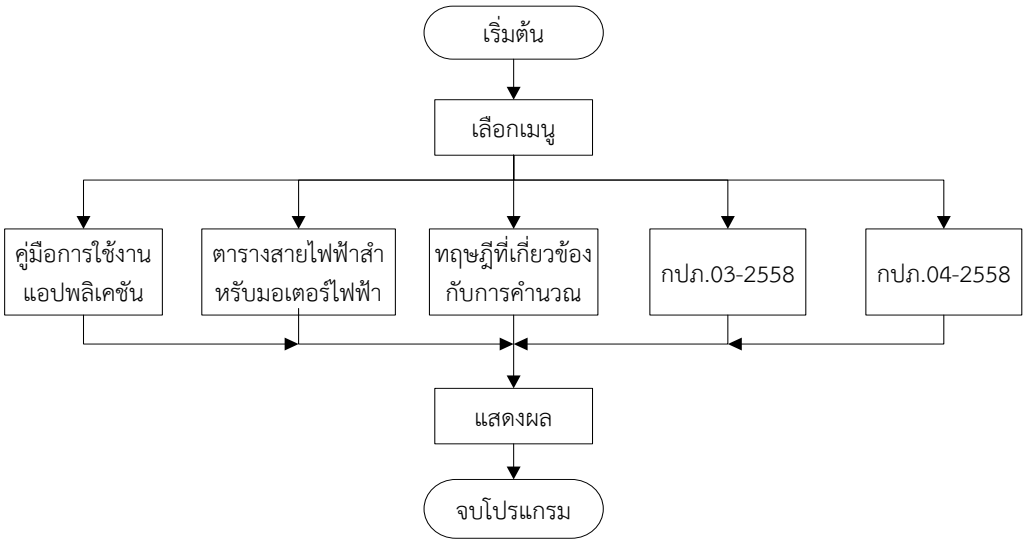
5) เอกสารองค์ความรู้

เมนูเอกสารองค์ความรู้เป็นแหล่งรวบรวมองค์ความรู้สำหรับช่างไฟฟ้าและวิศวกร ข้อมูลส่วนที่จะถูกบรรจุอยู่ในหมวดเอกสารองค์ความรู้ เป็นการสำรวจความต้องการจากผู้ใช้งาน ประโยชน์ของเอกสารองค์ความรู้เพื่อง่ายและสะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูล ในหมวดเอกสารองค์ความรู้จะนำหลักของการจัดการความรู้ KM (Knowledge Management) ทั้ง 7 ขั้นตอนมาประยุกต์กับการจัดการองค์ความรู้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การประยุกต์ใช้กระบวนการจัดการความรู้

ขั้นตอน	กระบวนการจัดการความรู้	กิจกรรมที่ทำและผลลัพธ์
1	การบ่งชี้ความรู้	การรวบรวมองค์ความรู้ที่สำคัญในงานออกแบบระบบไฟฟ้าและออกแบบเมนูการใช้งานแอปพลิเคชันให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานและการเข้าถึงข้อมูล
2	การสร้างและแสวงหาความรู้	การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานเพิ่มความน่าสนใจสำหรับขั้นตอนการคำนวณ วิธีการคำนวณง่ายและรวดเร็ว
3	การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ	การสร้างเมนูเอกสารองค์ความรู้ที่ชัดเจนง่ายต่อการสืบค้นข้อมูล
4	การประมวลและการกลั่นกรองความรู้	การปรับปรุงรายละเอียดเอกสารองค์ความรู้เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบันสรุปข้อมูลทฤษฎีและสูตรการคำนวณที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานจริงมีการตรวจสอบข้อมูลโดยวิศวกรผู้ชำนวญการ
5	การเข้าถึงความรู้	การรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบการเข้าถึงแหล่งความรู้ทำได้ง่ายและสามารถอ่านได้ทุกที่ทุกเวลาโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (Offline)
6	การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้	การนำเสนอการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าให้แก่ช่างไฟฟ้าและพนักงานในฝ่ายผลิตทราบและสามารถนำแอปพลิเคชันไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง
7	การเรียนรู้	การนำเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของบุคลากรในหน่วยงานส่งเสริมการพัฒนาคนอย่างต่อเนื่องเป็นการสร้างแรงบัลดาลใจในการต่อยอดการเรียนรู้ใหม่ๆให้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

ผู้ใช้งานสามารถเปิดอ่านเอกสารองค์ความรู้โดยไม่จำเป็นต้องต่ออินเตอร์เน็ต (Offline) ก็สามารถเปิดอ่านได้ทุกที่ทุกเวลา เพิ่มความสะดวกต่อการใช้งานเป็นอย่างมาก ขั้นตอนการเลือกเอกสารองค์ความรู้ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เอกสารองค์ความรู้

3.2 การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ

การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือนักพัฒนาโปรแกรมจะต้องมีโปรแกรมสำหรับการเขียนคำสั่งโดยงานวิจัยนี้จะมีโปรแกรมที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. โปรแกรมสำหรับการเขียนโค้ดแอปพลิเคชัน (Sublime Text 3) ทางผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม Sublime Text 3 สำหรับการเขียนโค้ดของแอปพลิเคชัน รูปแบบในการเขียนเป็นภาษา HTML+ JavaScript สามารถโหลดโปรแกรมได้จากเวป https://www.sublimetext.com/3 เป็นโปรแกรมที่สามารถโหลดได้ฟรี ดังรูปที่ 3.8

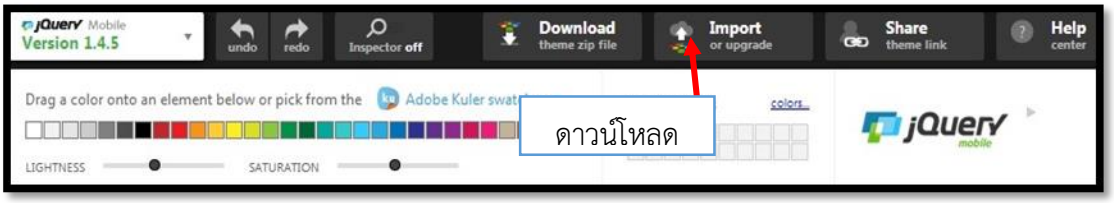
รูปที่ 3.8 การดาวน์โหลดโปรแกรม

2. จากนั้นเมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมมาเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้วให้ดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text 3 หลังจากติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย ก็สามารถเขียนคำสั่งเป็นรูปแบบ HTML+JavaScript

3. ในการสร้างรูปแบบของแอปพลิชันให้สวยงามและเพิ่มลูกเล่นให้น่าสนใจ ผู้วิจัยเลือกใช้ชุดคำสั่งจากโปรแกรม jQuery Mobile สำหรับการสร้างรูปแบบและหน้าตาของโปรแกรม ช่วยในส่วนของ 4. การปรับแต่งหน้าจอด้วยธีม jQueryMobile Theme หลังจากปรับรูปแบบเรียบร้อยแล้วสามารถนำโค้ตไปใช้งานดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 โปรแกรมแต่งรูปแบบแอปพลิเคชัน

5. หลังจากปรับแต่งหน้าต่างของแอปพลิเคชันได้ตามที่ต้องการแล้ว ให้กดปุ่มดาวน์โหลดเพื่อคัดลอกโค้ตข้อมูลไปวางในโปรแกรม Sublime Text 3 ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วิธีดาวน์โหลดโค้ดหน้าต่างแอปพลิเคชัน

6. ดาวน์โหลดโปรแกรม Android Studio เพื่อสร้างแอปพลิเคชันอัพโหลดบนระบบ Play Store เมื่อสร้างแอปพลิเคชันเรียบร้อยก็เป็นขั้นตอนการอัพโหลดขึ้นระบบ Play Store เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดใช้งาน ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 โปรแกรมแอนดรอยด์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการสร้างเครื่องมือที่สามารถนำมาช่วยในการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้นในรูปแบบของแอปพลิเคชัน สำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 พบว่าหลังจากที่ได้มีการเผยแพร่แอปพลิเคชันไปสู่นายช่างไฟฟ้าและวิศวกรในสังกัดของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ได้รับผลการตอบรับที่ดีมาก และผู้ใช้งานรู้สึกตื่นเต้นกับเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาในเรื่องการเรียนรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานของนายช่างไฟฟ้า ผู้ใช้งานมีความพอใจในส่วนของการนำแอปพลิเคชันไปใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา และเหมาะกับการนำไปปฏิบัติงานนอกนอกสถานที่ ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการคำนวณ การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจำนวน 35 คน และตารางเปรียบเทียบข้อมูลการทำงานระหว่างรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ คือ แอปพลิเคชันมาช่วยในการคำนวณ เพื่อเปรียบเทียบการลดเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า

ในบทนี้จะเป็นส่วนที่กล่าวถึงผลการใช้แอปพลิเคชันและรายละเอียดการใช้งานแอปพลิเคชัน และในตอนท้ายของบทจะเป็นการอภิปรายผลของงานวิจัย

4.1 การทดสอบการใช้งานและตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

การทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 หลังจากแอปพลิเคชันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองใช้งานจนเกิดความมั่นใจว่าไม่มีข้อผิดพลาดในระดับหนึ่ง ทั้งการเปิดใช้งานและเมนูการใช้งานสามารถใช้งานได้ครบถ้วนตามที่ได้ออกแบบไว้และผลการคำนวณของโปรแกรมถูกต้องตรงตามสูตรการคำนวณ ขั้นตอนต่อมาจึงเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบโดยผู้ใช้งาน ดังนี้

1. นำเสนอแอปพลิเคชันเสนอต่อวิศวกรผู้ชำนาญการทางด้านระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกลซึ่งเป็นวิศวกรระดับชั้น 7 ที่สังกัดอยู่ในกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ซึ่งมีประสบการณ์ทางด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณและรับฟังข้อเสนอแนะจากการทดลองใช้งานมาปรับปรุง หลังจากนั้นได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงให้แอปพลิเคชันสมบูรณ์และการคำนวณถูกต้องตรงตามหลักวิศวกรรมและมีความเหมาะสมกับการออกแบบของการประปาส่วนภูมิภาคมากที่สุด
2. ทดลองใช้งานกับกลุ่มวิศวกรและช่างไฟฟ้า ช่างเครื่องกล ที่สังกัดในกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำโดยการโหลดผ่านคอมพิวเตอร์ต่อกับโทรศัพท์มือถือ ผลการตอบรับจากการใช้งานของกลุ่มพนักงานในสังกัดกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก
3. หลังจากพบข้อผิดพลาดได้ดำเนินการแก้ไข ก่อนนำแอปพลิเคชันไปอัพโหลดบนระบบเพลสโตส์ ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ฟรีผ่านระบบเพลสโตร์เพื่อให้พนักงานในสังกัดของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 สามารถโหลดใช้งานบนมือถือได้

4.2 การฝึกอบรมการใช้งานแอปพลิเคชัน

หลังจากได้อัพโหลดแอปพลิเคชันผ่านระบบเพลสโตส์และติดตั้งแอปพลิเคชันให้สำหรับพนักงานที่ใช้ระบบแอปเปิ้ล ผู้วิจัยได้แจ้งพนักงานผ่านตามสายงานในสังกัดการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 และพนักงานในกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อทำการจัดฝึกอบรมการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ณ ห้องประชุมของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 รายละเอียดที่ข้อเกี่ยวกับการฝึกอบรม มีดังนี้

1. เริ่มต้นการนำเสนอโดยการอธิบายถึงความเป็นมาของการพัฒนาแอปพลิเคชันอธิบายถึงกรอบแนวคิดในการออกแบบ ความสำคัญที่แอปพลิเคชันจะเข้ามามีบทบาทในการสนับสนุนช่างไฟฟ้าในการคำนวณเรื่องของงานระบบไฟฟ้า การช่วยลดเวลาในการปฏิบัติงาน และเป็นเครื่องมือสำหรับพกพาไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ได้สะดวก ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แนวคิดในการออกแบบแอปพลิเคชัน

2. การทบทวนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นที่มีความจำเป็นต่อการออกแบบระบบไฟฟ้าและทบทวนสูตรคำนวณที่นำมาใช้ในการคำนวณบนแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5

3. การแนะนำขั้นตอนการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อให้พนักงานในกลุ่มช่างไฟฟ้าประจำการประปาสาขาและช่างไฟฟ้าที่ประจำอยู่ที่การประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ได้เข้าไปดาวน์โหลดบนเพลสโตส์ ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 การแนะนำการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน

4. การอธิบายเมนูการใช้งานบนแอปพลิเคชัน ซึ่งประกอบไปด้วย 6 โหมดการทำงานหลักและสอนการใช้งานแอปพลิเคชันโดยทดลองกรอกข้อมูลเพื่อให้แอปพลิเคชันคำนวณในโหมดต่างๆ เช่น การคำนวณโหลดรวม การคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุ การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การอธิบายเมนูการใช้งานบนแอปพลิเคชัน

5. แจกแบบสำรวจความพึงพอใจ (Questionnaire) และรับฟังข้อเสนอแนะในการพัฒนาแอปพลิเคชันในระดับถัดไป ดังรูปที่ 4.4

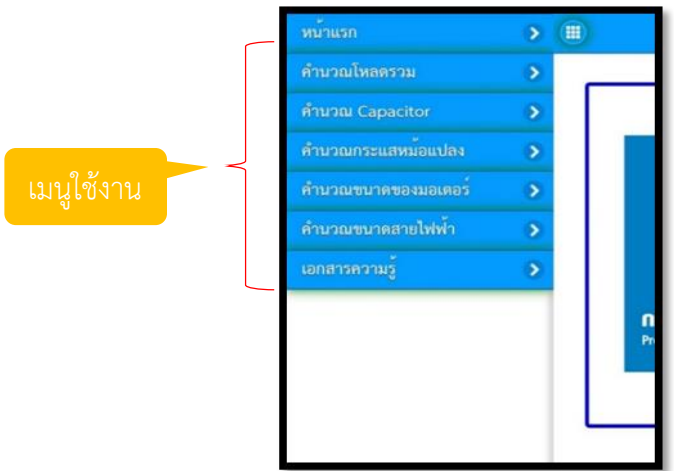
รูปที่ 4.4 การรับฟังข้อเสนอแนะในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.3 การจัดทำคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน

เมื่อผู้ใช้งานเปิดการใช้งานหน้าแรกของแอปพลิเคชันจะพบรูปสัญลักษณ์ของหน่วยงานการประปาส่วนภูมิภาคขึ้นมาเป็นหน้าแรก ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 หน้าแรกของแอปพลิเคชัน

มุมด้านซ้ายบนจะเป็นปุ่มเมนูการใช้งานของแอปพลิเคชัน จะประกอบไปด้วย 6 เมนูย่อย สำหรับการคำนวณ จะประกอบไปด้วย การคำนวณโหลดรวม คำนวณหาตัวประกอบกำลัง คำนวณกระแสหม้อแปลง คำนวณขนาดมอเตอร์ คำนวณขนาดสายไฟฟ้า และเอกสารองค์ความรู้ ดังรูปที่ 4.6



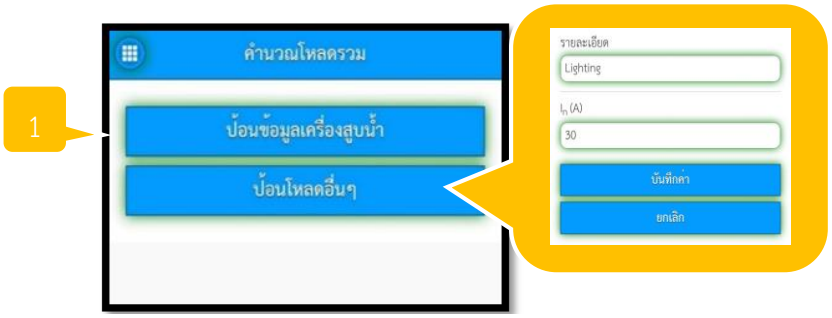
รูปที่ 4.6 เมนูการใช้งานแอปพลิเคชัน

เมนูที่ 1 การคำนวณโหลดรวม

เป็นเมนูแรกของแอปพลิเคชันที่รวบรวมการคำนวณตั้งแต่เริ่มต้นของการออกแบบระบบไฟฟ้า ไปถึงขั้นตอนการแสดงผลลัพธ์ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดการใช้งาน เริ่มต้นการใช้งานโดยการกดเลือกการคำนวณโหลดรวม ภายในเมนูใช้งานจะพบปุ่มเลือกสองเมนู คือ ป้อนข้อมูลเครื่องสูบน้ำและป้อนโหลดอื่นๆ

1. กด “ป้อนข้อมูลเครื่องสูบน้ำ” เพื่อหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับโหลดเครื่องสูบน้ำ ดังรูปที่ 4.7

- เมนูการป้อนโหลดอื่นๆในการทำงานจริงในการออกแบบอาจมีโหลดอื่น มาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารจ่ายสารเคมี จะเป็นในรูปแบบของการกรอกพิกัดกระแสใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถกรอกชื่อโหลดเป็นแบบภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ เมื่อใส่ชื่อเรียบร้อยแล้วจะมีช่องเพื่อกรอกพิกัดกระแสใช้งาน



รูปที่ 4.7 การคำนวณโหลดรวม

2. ป้อนข้อมูลอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ หน่วยที่ใช้เป็น ลบ.ม/ชม. (Q)

3. ป้อนความดันด้านจ่าย หรือที่เรียกว่าปริมาณการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำ (H)

4. เลือกชนิดของเครื่องสูบน้ำ สำหรับการประปาส่วนภูมิภาคจะมีเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งาน ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำ 3 ชนิด ได้แก่

- Split Case Centrifugal Pump
- End Suction Centrifugal Pump
- Multi Stage Centrifugal Pump

5. จากนั้นกดปุ่มคำนวณเพื่อให้แอปพลิเคชันแสดงขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอัตราการไหลและอัตราการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 การป้อนอัตราการไหลและอัตราการส่งสูง

6. กดเลือกชนิดของแรงดันใช้งาน เป็นวิธีการต่อการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ามีทั้งแบบ Star-Delta และแบบ Direct-Online

7. กดบันทึกค่าเพื่อแสดงรายละเอียดของสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย ขนาดเบรคเกอร์ รวมไปถึงขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดใช้งาน ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์

รูปที่ 4.10 ผลการคำนวณโหลดรวม

เมนูที่ 2 การคำนวณตัวเก็บประจุ

การคำนวณขนาดตัวเก็บประจุ เหมาะกับการนำไปใช้ในงานทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำใหม่ให้กับการประปาส่วนภูมิภาค เป็นเมนูที่ช่วยให้ช่างไฟฟ้าสามารถแก้ตัวประกอบกำลังและสามารถคำนวณหาขนาดคาปาซิเตอร์ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้นและยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการคำนวณที่ผิดพลาด รายละเอียดเมนูการทำงานของแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ผลการคำนวณตัวประกอบกำลัง

1. ป้อนข้อมูลโหลดใช้งาน ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าหน่วยเป็นกิโลวัตต์

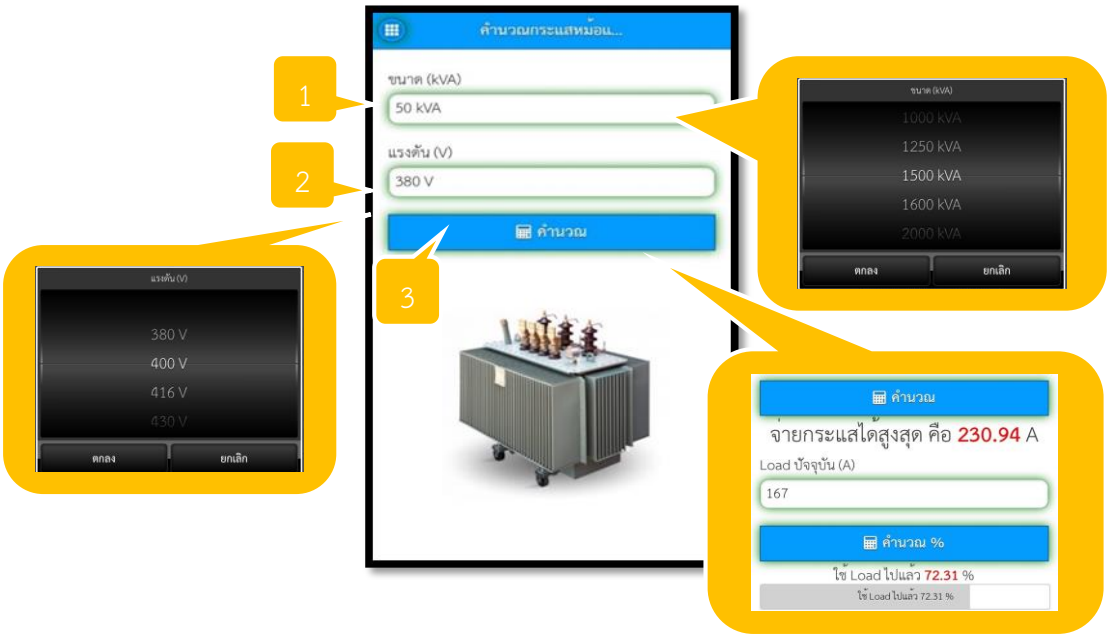
2. ป้อนค่า ตัวประกอบกำลังเดิม (Power Factor Old) ที่วัดได้จากเครื่องมือวัดค่าพลังงานทางไฟฟ้า (Digital Power Meter)

3. ป้อนค่า ตัวประกอบกำลังใหม่ (Power Factor New) ที่ต้องการ เพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้ดีขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้งาน ข้อกำหนดของการไฟฟ้าต้องการให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีค่าตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0.85 หากน้อยกว่าผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องเสียค่าปรับให้กับการไฟฟ้า

4. กดปุ่มคำนวณเพื่อแสดงขนาดคาปาเตอร์ที่ได้จากการคำนวณ หลังจากได้ผลมาแล้วผู้ใช้งานสามารถนำค่าไปเลือกซื้ออุปกรณ์คาปาซิเตอร์ตามที่มีการผลิตต่อไป

เมนูที่ 3 การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า

เมนูนี้เหมาะกับการใช้หาพิกัดกระแสหม้อแปลงไฟฟ้าสูงสุดที่หม้อแปลงสามารถจ่ายโหลดได้ และยังสามารถคำนวณโหลดการใช้งานปัจจุบันได้ด้วยรายละเอียดเมนู มีดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า

1. การเลือกพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต้องการ เพื่อทราบพิกัดกระแสจ่ายออกของหม้อแปลงไฟฟ้า ผู้ใช้งานสามารถเลือกพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 50 kVA ถึงขนาด 2500kVA
2. สามารถเลือกขนาดแรงดันใช้งาน ตั้งแต่ 380V ถึง 430 V
3. จากนั้นกดปุ่มคำนวณเพื่อหาขนาดกระแสจ่ายออกของหม้อแปลงไฟฟ้าสูงสุด
4. สามารถกรอกข้อมูลพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานปัจจุบัน เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กระแสไฟฟ้าที่ได้ใช้งานไปแล้ว

เมนูที่ 4 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

เป็นการคำนวณพิกัดกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับโหลดเครื่องสูบน้ำ ดังรูปที่ 4.13

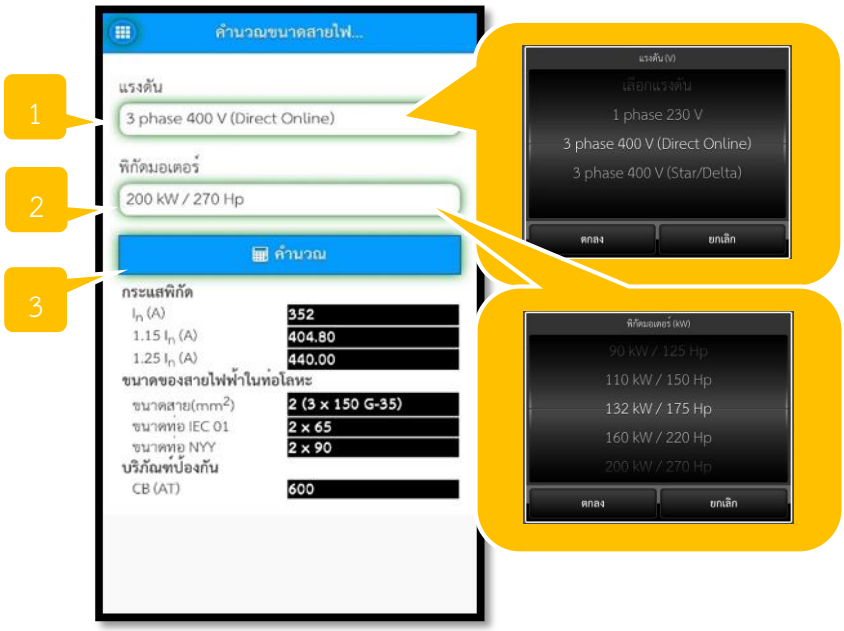
1. ป้อนข้อมูลอัตราการไหล หน่วยที่ใช้เป็น ลบ.ม/ชม. (Q)
2. ป้อนความดันด้านจ่าย หรือที่เรียกว่าปริมาณการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำ (H)
3. เลือกชนิดของเครื่องสูบน้ำ สำหรับการประปาส่วนภูมิภาคจะมีเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งาน ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ 3 ชนิด ได้แก่
   - Split Case Centrifugal Pump
   - End Suction Centrifugal Pump
   - Multi Stage Centrifugal Pump
4. หากเลือกเครื่องสูบน้ำเป็นแบบชนิดหอยโข่ง (End Suction Centrifugal Pump) ผู้ใช้งานสามารถเลือกรอบความเร็วของชุดเครื่องสูบน้ำได้สองแบบ คือ 1500 รอบ/นาที และ 2900 รอบ/นาที
5. กดปุ่มคำนวณเพื่อให้แอปพลิเคชันประมวลผลและแสดงผลการคำนวณ

รูปที่ 4.13 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

เมนูที่ 5 การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถเลือกรายละเอียดได้ ดังรูปที่ 4.14

1. เลือกพิกัดแรงดันใช้งานที่ต้องการ สามารถเลือกแรงดันใช้งานได้ตั้งแต่
   - 1 เฟส 230 โวลท์
   - 3 เฟส 400 โวลท์ (Direct Online)
   - 3 เฟส 400 โวลท์ (Start-Delta)
2. เลือกพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้าโดยสามารถเลือกได้ตั้งแต่ 0.37 กิโลวัตต์ ถึงพิกัด 200 กิโลวัตต์
3. กดปุ่มคำนวณจากนั้นแอปพลิเคชันจะคำนวณพิกัดกระแสของมอเตอร์ พร้อมขนาดสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย และขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 4.14 คำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

เมนูที่ 6 เอกสารองค์ความรู้

ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถอ่านเอกสารและศึกษาสูตรที่นำใช้ในการคำนวณสำหรับแอปพลิเคชันได้ ดังนี้

- คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน (ภาคผนวก ข.)
- ตารางสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า (ภาคผนวก ค.)
- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ
- กปภ.03-2558 มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
- กปภ.04-2558 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า

4.4 การสำรวจความพึงพอใจ

1. การสำรวจความพึงพอใจ (Questionnaire) หลังจากมีการสอนการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ประกอบตัวชี้วัด เป็นการสะท้อนถึงผลสำเร็จต่อเป้าประสงค์ เรื่องของความพึงพอใจต่อคุณภาพของแอปพลิเคชันแบ่งรายละเอียดเครื่องมือเพื่อสำรวจความพึงพอใจออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของการของแอปพลิเคชันบนมือถือ สำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5

1) ด้านเนื้อหา
2) ด้านโปรแกรม
3) ด้านความสวยงาม

4) ด้านองค์ความรู้

5) ด้านการนำไปใช้งานนอกสถานที่

ส่วนที่ 3 เอกสารองค์ความรู้ที่อยากให้อยู่ในแอปพลิเคชัน

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 ผู้วิจัยได้ให้เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนดังนี้

พอใจมาก	ให้คะแนน 5 คะแนน
พอใจ	ให้คะแนน 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
น้อยมาก	ให้คะแนน 1 คะแนน

ผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันบนมือถือดังแสดงใน (ภาคผนวก ก.) เพื่อใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ระดับคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันจะใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.68-5.00	พอใจมาก
2.34-3.67	พอใจปานกลาง
1.00-2.33	พอใจน้อย

2. ใช้หลักสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยค่าร้อยละ (Percentage) สามารถหาได้จากสูตร ดังนี้

ร้อยละ = (ความถี่ของรายการนั้น/ความถี่ทั้งหมด) x100 สมการที่ 4.1

4.5 การเปรียบเทียบผล

หลังจากการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างโจทย์ทดลองใช้งานกับช่างไฟฟ้า จำนวน 5 คน ที่สังกัดอยู่ในการประประส่วนภูมิภาคเขต 5 โจทย์ต้องการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้าดังตารางที่ 4.1 โดยโจทย์กำหนดให้ ดังนี้

เครื่องที่ 1 อัตราการสูบ 600 ลบ.ม/ชม. ส่งสูง 35 ม. (สูบน้ำใส)

เครื่องที่ 2 อัตราการสูบ 300 ลบ.ม/ชม. ส่งสูง 28 ม. (สูบน้ำดิบ)

1. ให้ผู้ออกแบบกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเป็นต้นกำลังสำหรับเครื่องสูบน้ำ

2. ให้กำหนดขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ที่ได้จากการคำนวณในข้อ 1 กำหนดขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์ ท่อร้อยสายไฟ ชนิดสายไฟฟ้า

3. คำนวณโหลดใช้งานรวม และหาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าพบว่ามีเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพแล้วมีค่าตัวประกอบกำลังอยู่ที่ 0.77 ให้คำนวณค่าตัวประกอบกำลังที่ 0.85

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคำนวณแบบเดิมและแบบใหม่

ลำดับ	ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้า	เวลา (นาที) แบบเดิม	ผู้รับผิดชอบ	เวลา (นาที) แบบใหม่	ลดเวลา (%)	ผู้รับผิดชอบ
1*	การคำนวณหาขนาดต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า	3.48	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า	0.40	88.51	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
2*	หาขนาดสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายสำหรับมอเตอร์	3.22	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า	1.01	68.63	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
3*	การคำนวณโหลดใช้งานรวม	2.47	วิศวกร	0.41	83.40	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
4*	คำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า	2.51	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า	0.00	100.00	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
5*	คำนวณหาตัวเก็บประจุ	2.35	วิศวกร	0.37	84.26	วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
6	เขียนแบบ		วิศวกร			วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
7	จัดทำรายการประมาณราคา		วิศวกร			วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
8	จัดทำบันทึกข้อความสรุปผล		วิศวกร			วิศวกร, ช่างไฟฟ้า
	รวมเวลาในการทำงาน	14.03		2.19	84.39	

หมายเหตุ:

1. รายการที่ 1-5 เป็นส่วนที่แอปพลิเคชันสามารถช่วยในการทำงานได้
2. ผลการทดสอบเปรียบเทียบเวลาการคำนวณของช่างไฟฟ้าจำนวน 5 คน ดังภาคผนวก ง

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าหลังจากที่มีการพัฒนาแอปพลิเคชัน พบว่า ผู้ที่ใช้แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการใช้งานเพราะสามารถนำติดตัวไปใช้ได้ทุกที่ทุกเวลา ใช้งานง่ายและไม่จำเป็นต้องพกหนังสือหรือเครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณ อีกทั้งยังสามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้โดยไม่จำเป็นต้องต่ออินเตอร์เน็ต เป็นแหล่งองค์ความรู้แบบพกพา เมื่อทดลองเปรียบเทียบเวลาในการออกแบบโดยกลุ่มผู้ใช้งานช่างไฟฟ้าระดับเขต พบว่าการใช้แอปพลิเคชันมาช่วยในการคำนวณใช้เวลาในการทำงาน 2.19 นาที สามารถลดเวลาในการทำงานได้ร้อยละ 84.39% จากเดิมใช้เวลา 14.03 นาที จากการที่นำแอปพลิเคชันมาช่วยในการคำนวณมีประโยชน์อย่างมากในการคำนวณ ในกรณีที่มีเครื่องจักรหลายเครื่องและมีโหลดอย่างอื่นประกอบด้วย จะพบว่า ผู้ปฏิบัติสามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อการปฏิบัติงาน และแอปพลิเคชันสามารถคำนวณหาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาค

เขต 5 เป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าและผู้ที่สนใจในการออกแบบระบบไฟฟ้า

4.6 การประเมินและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่ใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือรายละเอียดสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 วิเคราะห์ผลทั้งสิ้น 35 คน ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

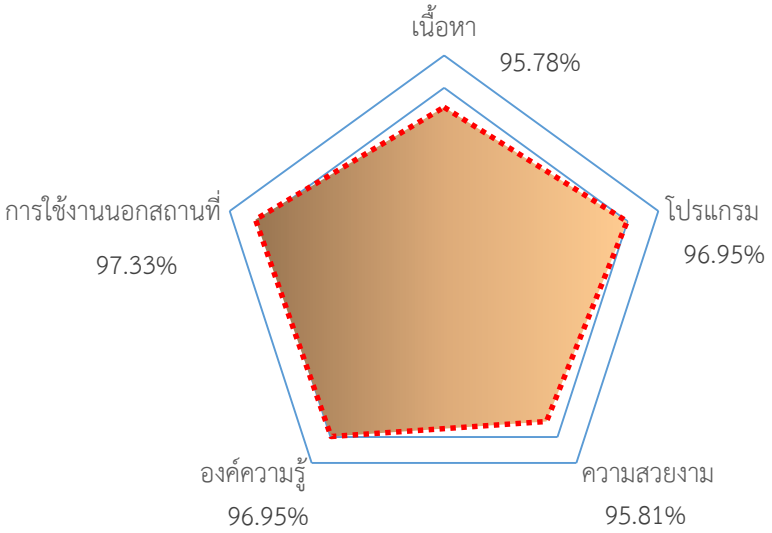
ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1	**เนื้อหา**	4.79	0.46	**95.78%**
1.1	การประมวลผลถูกต้องและแม่นยำ	4.82	0.39	พอใจมาก
1.2	ครอบคลุมการนำไปใช้งาน	4.74	0.51	พอใจมาก
1.3	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	4.8	0.47	พอใจมาก
2	**โปรแกรม**	4.85	0.38	**96.95%**
2.1	ความเร็วในการประมวลผล	4.91	0.28	พอใจมาก
2.2	ความยาก-ง่ายในการติดตั้งแอปพลิเคชัน	4.77	0.49	พอใจมาก
2.3	ระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่าย	4.86	0.36	พอใจมาก
3	**ความสวยงาม**	4.79	0.44	**95.81%**
3.1	ขนาดตัวอักษรชัดเจน	4.77	0.43	พอใจมาก
3.2	รูปภาพประกอบมีความเหมาะสม	4.8	0.41	พอใจมาก
3.2	ความน่าสนใจในการใช้งาน	4.8	0.47	พอใจมาก
4	**องค์ความรู้**	4.85	0.36	**96.95%**
4.1	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	4.77	0.43	พอใจมาก
4.2	การเข้าถึงข้อมูลทำได้ง่าย	4.86	0.36	พอใจมาก
4.3	เนื้อหาสอดคล้องกับแอปพลิเคชันในการคำนวณ	4.91	0.28	พอใจมาก

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
5	**การใช้งานนอกสถานที่**	4.87	0.33	**97.33%**
5.1	ความสะดวกในการนำไปใช้งาน	4.97	0.17	พอใจมาก
5.2	ความสะดวกในการแชร์ข้อมูล	4.66	0.64	พอใจมาก
5.3	แอปพลิเคชันมีผลต่อการใช้งานนอกสถานที่	4.97	0.17	พอใจมาก
	คะแนนความพึงพอใจรวม			**96.56%**

จากการสำรวจความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจำนวน 35 คน พบว่ามีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันอยู่ในระดับพอใจมาก มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 96.56 ซึ่งสูงกว่าวัตถุประสงค์ของงานวิจัยร้อยละ 6.56 โดยมีระดับความพึงพอใจไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ระดับคะแนนความพึงพอใจในรูปแบบของกราฟเรดาร์ดังรูปที่ 4.15 แสดงถึงระดับคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.15 ระดับคะแนนความพึงพอใจ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงใจ ตารางที่ 4.2 พบว่า ด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.79 และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานพอใจในส่วนของการประมวลผลที่ถูกต้องและความแม่นยำในการคำนวณของแอปพลิเคชัน เนื้อหาที่อยู่ในแอปพลิเคชันครอบคลุมสำหรับการนำไปใช้งานในการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้า ผู้ใช้งานมีความเชื่อถือในผลที่ได้จากแอปพลิเคชัน

ด้านภาพรวมของโปรแกรม ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันให้คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.85 และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานมีความพอใจต่อความเร็วในการประมวลผลของแอปพลิเคชัน การติดตั้งแอปพลิเคชันสามารถทำได้ง่าย ผู้ใช้งานสามารถโหลดแอปพลิเคชันจากเพลสโตส์และการติดตั้งใช้เวลาน้อย เมนูการใช้งานของแอปพลิเคชันเข้าใจง่ายและยังมีคู่มือการใช้งานในหมวดขององค์ความรู้

ด้านความสวยงามของแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันให้คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.79 และค่าเฉลี่ยส่วนเบียงเบนมาตรฐาน 0.44 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานพอใจเกี่ยวความสวยงามของแอปพลิเคชันและขนาดตัวอักษรมีความชัดเจนอ่านง่ายและมีความเหมาะสม รูปภาพในแอปพลิเคชันเหมาะสมกับองค์ประกอบของแอปพลิเคชันโดยรวม แอปพลิเคชันมีความน่าสนใจมีผลต่อการอยากใช้งาน

ด้านองค์ความรู้ ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันให้คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.85 และค่าเฉลี่ยส่วนเบียงเบนมาตรฐาน 0.36 แสดงให้เห็นว่าองค์ความรู้ที่ถูกใส่เข้าไปในหมวดขององค์ความรู้มีประโยชน์และข้อมูลน่าเชื่อถือ การเปิดใช้งานโหมดองค์ความรู้สะดวกและทำได้ง่าย เพราะไม่ต้องต่ออินเตอร์เน็ตก็สามารถเปิดอ่านองค์ความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา เนื้อหาที่ถูกเก็บเข้าไปในองค์ความรู้มีความสอดคล้องกับเรื่องที่แอปพลิเคชันคำนวณสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ด้านการนำไปใช้งานนอกสถานที่ ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันให้คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ที่ 4.87 และค่าเฉลี่ยส่วนเบียงเบนมาตรฐาน 0.33 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสะดวกต่อการนำติดตัวไปใช้งานนอกสถานที่ ช่วยลดเครื่องมือสำหรับงานออกแบบระบบไฟฟ้า การแชร์ข้อมูลผลของการคำนวณสามารถทำได้ง่ายโดยการบันทึกภาพหน้าจอมือถือและเก็บข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพ สามารถแชร์ข้อมูลได้ง่ายทั้งทางไลน์และการส่งผ่านอีเมล แอปพลิเคชันใช้งานสะดวกเหมาะกับการใช้งานนอกสถานที่เพราะสามารถนำติดตัวไปได้ทุกที่ทุกเวลา

4.7 ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน

จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงผลการตอบรับที่ดีจากผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน อย่างไรก็ดีมีข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานกลุ่มวิศวกรในส่วนของการคำนวณที่เจาะลึกขึ้นในเรื่องของประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ ผู้ใช้งานกลุ่มวิศวกรต้องการให้แอปพลิเคชันมีการแสดงกราฟประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำในอนาคตอาจมีการพัฒนาต่อยอดแอปพลิเคชันในส่วนที่ผู้ใช้งานต้องการเพื่อตอบสนองการใช้งานได้ครอบคลุมถึงกลุ่มวิศวกรด้วย

ในส่วนของความต้องการที่อยากให้การประปาส่วนภูมิภาคพัฒนาแอปพลิเคชันในระดับต่อไปมีข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้งานช่างเครื่องกล มีความต้องการให้สร้างเครื่องที่ช่วยในการคำนวณสำหรับช่างเครื่องกล เช่น การคำนวณประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ การคำนวณความเร็วของน้ำในเส้นท่อ ฯลฯ

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 มีวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัยเพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่อการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าและวิศวกร ของการประปาส่วนภูมิภาค เป็นเครื่องมือที่ช่วยลดเวลาในการคำนวณการออกแบบระบบไฟฟ้า เหมาะสำหรับการพกพาไปใช้ปฏิบัติงานนอกสถานที่นอกจากใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการคำนวณแล้วภายในแอปพลิเคชันยังมีคลังความรู้บนมือถือเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองของพนักงาน โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้งานแอปพลิเคชันเป็นกลุ่มช่างไฟฟ้าและวิศวกรภายในแอปพลิเคชันช่างไฟฟ้า จะประกอบไปด้วย เมนูการทำงาน 6 เมนู ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถคำนวณขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำและกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับขับโหลดเครื่องสูบน้ำได้แอปพลิเคชันสามารถเลือกรูปแบบการต่อใช้งานมอเตอร์ได้ ทั้งแบบ Direct Online และ Star-Delta แอปพลิเคชันยังสามารถคำนวณหาโหลดรวมทั้งหมดและนำไปกำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดได้รวมถึงการคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้มีความเหมาะ ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีแหล่งองค์ความรู้ที่มีข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานสามารถอ่านเพิ่มเติมโดยไม่จำเป็นต้องใช้งานผ่านระบบอินเตอร์เน็ตก็สามารถใช้งานได้ เนื้อหาในส่วนขององค์ความรู้จะเกี่ยวกับคู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน ตารางสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าตามข้อกำหนดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) รวบรวมทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และมาตรฐานงานก่อสร้างของการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ. 03-2558 และ กปภ.04-2558) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของช่างไฟฟ้าและวิศวกรให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยง่าย ในส่วนของการรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันใช้แบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชัน ร้อยละ 96.56 ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มองว่าแอปพลิชันมีส่วนช่วยในการปฏิติบัติงานของช่างไฟฟ้า ประเด็นที่เด่นของแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 คือ ประเด็นการนำไปใช้งานนอกสถานที่ ซึ่งมีผลประเมินสูงสุดถึงร้อยละ 97.33 แอปพลิเคชันสามารถนำติดตัวไปใช้ได้ทุกที่ทุกเวลา เมนูการใช้งานสามารถเขาใจง่ายและไม่จำเป็นต้องพกหนังสือคู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าหรือเครื่องคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณ อีกทั้งยังสามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้โดยไม่จำเป็นต้องต่อผ่านอินเตอร์เน็ต เป็นแหล่งองค์ความรู้แบบพกพาจึงเป็นจุดเด่นที่ผู้ใช้งานพอใจในการนำไปใช้งานนอกสถานที่ เมื่อทดลองเปรียบเทียบเวลาในการออกแบบ โดยกลุ่มผู้ใช้งานช่างไฟฟ้าระดับเขตจำนวน 5 คน พบว่าการใช้แอปพลิเคชันมาช่วยในการคำนวณใช้เวลาในการทำงาน 2.19 นาที สามารถลด

เวลาในการทำงานได้ร้อยละ 84.39 จากเดิมใช้เวลา 14.03 นาที แอปพลิเคชันแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการช่วยลดเวลาในการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันบนระบบเพลสโตส์ได้ฟรีโดยการค้นหาคำว่า “คู่มือช่างไฟฟ้า กปภ.” คุณสมบัติของมือถือที่สามารถติดตั้งแอปพลิเคชันคู่มือช่างไฟฟ้า กปภ. ได้ต้องเป็นมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์รองรับเวอร์ชัน 4.1 ขึ้นไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยมาใช้ประโยชน์

1.1 เมนูการคำนวณโหลดรวม แอปพลิเคชันสามารถป้อนโหลดอย่างอื่นได้ด้วย เช่น โหลดที่เป็นระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างอื่นนอกเหนือจากมอเตอร์ไฟฟ้าโดยการป้อนโหลดเป็นพิกัดกระแส การตั้งชื่อโหลดสำหรับแอปพลิเคชัน สามารถตั้งชื่อได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

1.2 ผู้รับจ้างของ กปภ. สามารถโหลดแอปพลิเคชันไปงานได้ เนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันฟรี ช่วยให้การคำนวณตัวเก็บประจุไฟฟ้าง่ายยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

2.1 แอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือสำหรับช่างไฟฟ้า สูตรการคำนวณจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับช่างไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ หากมีการต่อยอดงานวิจัย ผู้วิจัยมองว่าควรมีการเพิ่มในส่วนของงานระบบเครื่องกล การคำนวณที่ช่วยให้การปฏิบัติงานของช่างเครื่องกลง่ายขึ้น การเพิ่มข้อมูลกราฟประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำ

2.2 เมนูองค์ความรู้ เป็นเมนูที่สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลความรู้ได้โดยการแก้ไขข้อมูลและอัพเดทเป็นเวอร์ชันถัดไป ช่วยในการเรียนรู้ของพนักงานทันต่อการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติงาน

2.3 การปรับเปลี่ยนรูปแบบแอปพลิเคชันให้สวยงามโดยการเพิ่มลูกเล่นของแอปพลิเคชัน และการปรับปรุงการแชร์ข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ ให้สามารถแชร์ข้อมูลง่ายกว่าเวอร์ชัน ปัจจุบัน ในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอีกระดับจะลดข้อจำกัดในการส่งผ่านข้อมูลซึ่งจะช่วยให้การแชร์ข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันอื่นทำได้ง่ายขึ้น

2.4 การพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถดาวน์โหลดได้บนระบบ iOS เพื่อความสะดวกต่อการใช้งานสำหรับผู้ที่ใช้งานมือถือค่ายแอปเปิ้ล

บรรณานุกรม

[1] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, “การออกแบบระบบไฟฟ้า,” โชติอนันต์ ครีเอชั่น,กรุงเทพฯ, 2556.

[2] อนุตร จำลองกุล, “Pumps and Distribution System,” บริษัท ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ, 2555.

[3] ธำรงเดช มุ่งเจริญ, “คาปาซิเตอร์ & ฮาร์โมนิกส์ ตอนที่ 24,” ELECTRICITY & INDUSTRY, ปีที่ 18, เล่มที่ 6, หน้าที่ 96-97, 2554.

[4] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย,” ว.ส.ท., 2545.

[5] K R Siddhapura and DB Raval, “Electrical Machines”, New Delhi: Vikas Publishing House P. Ltd., 2014.

[6] Thunyasit Pholprasit, Suttipong Thajchayapong and Chalermpol Saiprasert, "Detection of Driving Events using Sensory Data on Smartphone," ITS World Congress, Oct 2013.

[7] กณพ วัฒนา, กุสุมา ผลาพรม, สุทิติ ขัตติยะ และสมิตร ส่งพิริยะกิจ, "การพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Tablet)," วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, เล่มที่ 9, เลขที่ 2, หน้าที่ 52-63, 2556.

[8] ทวีศักดิ์ วรจักร์, “การสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-learning) เพื่อการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีเครื่องไฟฟ้า 2 สำหรับหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์,” สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาและเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2551.

[9] ชาตรี คงสมบูรณ์เจริญ, “ระบบแจ้งซ่อมคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บสำหรับภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์ละเทคโนโลยี,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2551.

[10] วรเศรษฐ สุวรรณิก, “Java GUI using NetBeans (Edition2),” บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, 2551.

[11] ณรงค์ฤทธิ์ นุ่มทอง, “การพัฒนาระบบสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาแบบทวีผล,” สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558.

[12] ชัชวาล คาดการณ์ไกล, “เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีไคเซ็น,” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาธุรกิจอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[13] วรรณิกา เนตรงาม และสัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, “คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา ฉบับผู้เริ่มต้น ,” บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ, 2545.

[14] อิสระพงศ์ เศษวิสัย, การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บแอพพลิเคชั่นและไอ โฟนกรณีศึกษา แปลงทดลองมอสิงโต อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

[15] ศุภฤกษ์ นิลรัตน์, “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับระบบการจัดการฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการทดสอบน้ำยาง,” สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2557.

[16] ประเสริฐ ลิ้มสุขวัฒน์, ศศิกัญชณา เย็นเอง, และพรชัย แคล้วอ้อม, "การพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเว็บมัลติมีเดีย," ครุศาสตร์สาร, เล่มที่ 2 เลขที่ 2, หน้าที่ 133-142, 2551.

[17] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, “คู่มือการจัดทำแผนการจัดการความรู้,” สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, กรุงเทพ, 2548.

[18] S.A. Bollinger and D.R. Smith, "Managing Oganizational knowlegdge as a Strategic Asset," Journal of Knowledge Management, Vol.5, No.1, pp. 8-18, 2001.

[19] Thomas H. Davenport and Laurence Prusak, “Working Knowledge,”Routledge Taylor & Francis, New York, 1998.

[20] สุริยะ มาศจิตต์, “การพัฒนาโปรแกรมช่วยระบบการตรวจการจ้างรายการสิ่งก่อสร้างในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี,” สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบประเมิน

แบบสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงาน ของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5

วัตถุประสงค์

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบตัวชี้วัด เป็นการสะท้อนถึงผลสำเร็จต่อเป้าประสงค์ เรื่องของความพึงพอใจต่อคุณภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 เพื่อศึกษาทัศนคติ พฤติกรรม ปัจจัยทางการใช้งานข้อมูลของผู้ที่ได้ใช้แอปพลิเคชัน ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

นายสุทธิพงศ์ สุวรรณเดชากุล
ผู้จัดทำ

คำชี้แจง

1. ข้อมูลจากการแสดงความคิดเห็นของท่านจะไม่มีผลต่อการปฏิบัติงานของท่าน
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำไปพัฒนาและปรับปรุงด้านระบบการใช้งานของแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5
3. คำชี้แจงในการตอบ ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของการของแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5

ส่วนที่ 3 เอกสารองค์ความรู้ที่อยากให้อยู่ในแอปพลิเคชัน

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ให้ทำเครื่องหมายช่องตัวเลือก

1 เพศ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)

☐ ชาย ☐ หญิง

2 อายุ (ตอบได้เพียง 1ข้อ)

☐ ต่ำกว่า 20 ปี
☐ 20-30ปี
☐ 31-40ปี
☐ 41-50ปี
☐ มากกว่า 50 ปี

3 วุฒิการศึกษาสูงสุด (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)

☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
☐ ปริญญาตรี
☐ ปริญญาโท

4 ตำแหน่งงานที่รับผิดชอบ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)

☐ หัวหน้างาน
☐ ช่างไฟฟ้า
☐ วิศวกร
☐ ช่างโยธา
☐ ช่างเครื่องกล
☐ อื่นๆ .....

ตารางที่ ก-1 แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน

ลำดับ	คำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
		5 (พอใจมาก)	4 (พอใจ)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยมาก)
1	**เนื้อหา**					
1.1	การประมวลผลถูกต้องและแม่นยำ					
1.2	ครอบคลุมการนำไปใช้งาน					
1.3	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล					
2	**โปรแกรม**					
2.1	ความเร็วในการประมวลผล					
2.2	ความยาก-ง่ายในการติดตั้งแอปพลิเคชัน					
2.3	ระบบของแอปพลิเคชันใช้งานง่าย					
3	**ความสวยงาม**					
3.1	ขนาดตัวอักษรชัดเจน					
3.2	รูปภาพประกอบมีความเหมาะสม					
3.2	ความน่าสนใจในการใช้งาน					
4	**องค์ความรู้**					
4.1	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล					
4.2	การเข้าถึงข้อมูลทำได้ง่าย					
4.3	เนื้อหาสอดคล้องกับแอปพลิเคชันในการคำนวณ					
5	**การนำไปใช้งานนอกสถานที่**					
5.1	ความสะดวกในการนำไปใช้งาน					
5.2	ความสะดวกในการแชร์ข้อมูล					
5.3	แอปพลิเคชันมีผลต่อการใช้งานนอกสถานที่					

ตารางที่ ก-2 เอกสารองค์ความรู้ที่อยากให้อยู่ในแอปพลิเคชัน

ลำดับที่	องค์ความรู้ที่อยากให้อยู่ในแอปพลิเคชัน	หัวข้อที่สนใจ เลือกได้ 5 ข้อ (√)
1	คู่มือบำรุงรักษาระบบประปา	
2	คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน	
3	ทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณบนแอปพลิเคชัน	
4	กปภ.04-2559 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า	
5	คู่มือกระบวนการทำงานที่สำคัญ 11 กระบวนการของ กปภ.	
6	องค์ความรู้หลักสูตรการผลิตน้ำ	
7	ตารางสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์	
8	คู่มือการทดสอบเครื่องสูบน้ำและการสูบจ่ายน้ำโดย กปภ. ข.2	
9	กปภ.03-2558 มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง	
10	คู่มือระบบผลิต	

4. ข้อเสนอแนะ / ท่านคิดว่า กปภ.ควรมีการพัฒนาแอปพลิเคชันทางด้านใดบ้าง

.....

.....

.....

ตารางที่ ก-3 ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยรายบุคคล

คนที่	ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย	คนที่	ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย	คนที่	ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย	คนที่	ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย	คนที่	ระดับความพึงพอใจเฉลี่ย
1	5.00	8	4.91	15	5.00	22	4.60	29	5.00
2	4.94	9	5.00	16	4.33	23	5.00	30	5.00
3	4.91	10	4.94	17	5.00	24	4.63	31	5.00
4	5.00	11	4.97	18	4.91	25	4.97	32	4.94
5	4.83	12	4.46	19	5.00	26	4.97	33	4.94
6	4.97	13	4.97	20	4.89	27	5.00	34	5.00
7	4.89	14	4.69	21	4.97	28	5.00	35	4.59

ตารางที่ ก-4 ผลการสำรวจความต้องการเกี่ยวกับเอกสารองค์ความรู้

ระดับพนักงาน	คนที่	คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชั่น	ตารางสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์	ทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณมอเตอร์พลิเคชั่น	กปภ.03-2558 มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	กปภ.04-2559 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า	คู่มือกระบวนการทำงานที่สำคัญ 11 กระบวนการของ กปภ.	องค์ความรู้หลักสูตรการผลิตน้ำ	คู่มือการทดสอบเครื่องสูบน้ำและการสูบจ่ายน้ำ โดย กปภ. ข.2	คู่มือบำรุงรักษาระบบประปา	คู่มือระบบพลิต
หัวหน้างาน	1		√	√		√				√	√
	2	√	√		√	√				√	
วิศวกร	3	√	√	√	√	√					
	4			√	√	√	√	√			
	5	√	√		√			√		√	
	6	√	√	√	√	√					
	7		√	√		√	√		√		
	8	√	√		√		√	√			
	9	√		√		√			√	√	
	10	√	√	√			√	√			
	11	√	√		√	√		√			
	12	√	√	√	√						√
ช่างไฟฟ้า	13	√	√	√		√	√				
	14	√		√	√	√	√				
	15	√	√	√		√	√				
	16			√		√	√		√		√
	17	√	√	√		√	√				
	18	√	√		√		√		√		
	19	√			√	√				√	√
	20	√		√	√			√	√		
	21	√			√	√			√	√	
	22	√	√	√	√			√			
	23	√					√	√	√	√	
	24	√	√		√					√	√
	25		√		√		√	√	√		
	26	√	√			√	√				√
	27		√	√	√		√	√			
	28		√	√			√		√	√	
	29	√	√			√	√	√			
ช่างโยธา	30	√	√	√	√				√		
	31				√	√	√		√		√
	32	√		√	√			√		√	
	33	√		√		√			√		√
ช่างเครื่องกล	34		√	√	√		√		√		
	35			√	√	√		√			√
รวม		25	23	22	22	20	18	13	13	10	9

ภาคผนวก ข.
คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน

USER MANUAL

คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน

The Development of Mobile Application for Electrical Technicians of Provincial Waterworks Authority 5

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับสนับสนุนการปฏิบัติงานของช่างไฟฟ้าการประปาส่วนภูมิภาคเขต 5

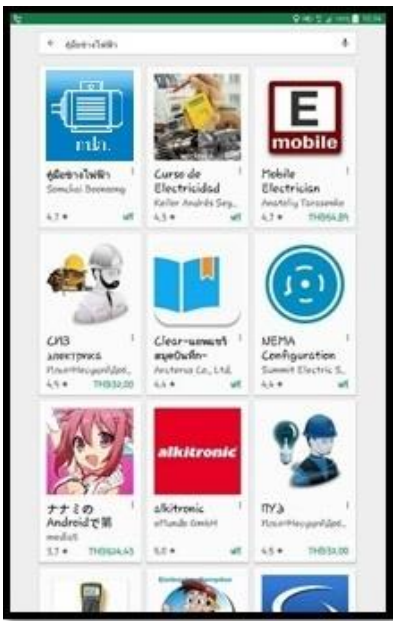
วิธีการติดตั้งแอปพลิเคชัน

Play Store “Android”

วิธีดาวน์โหลดแอปพลิเคชันจาก Play Store

1. กดไปที่สัญญาลักษณ์ Play Store เพื่อเข้าสู่การดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน

2. ค้นหาชื่อแอปพลิเคชันโดยพิมพ์คำว่า “คู่มือนายช่างไฟฟ้า กปภ.”
3. เมื่อพบแอปพลิเคชัน“คู่มือนายช่างไฟฟ้า กปภ.” ให้เลือกไปที่คำว่า ติดตั้ง เพื่อทำการติดตั้งแอปพลิเคชัน
4. เมื่อโหลดแอปพลิเคชันเสร็จเรียบร้อยแล้ว คำว่า ติดตั้ง จะเปลี่ยนเป็นคำว่า ใช้งานผู้ใช้งานสามารถเปิดและใช้งานแอปพลิเคชันได้เลย
5. ไอคอนแอปพลิเคชัน นายช่างไฟฟ้า กปภ. จะปรากฏที่หน้าจอมือถือของผู้ใช้งาน



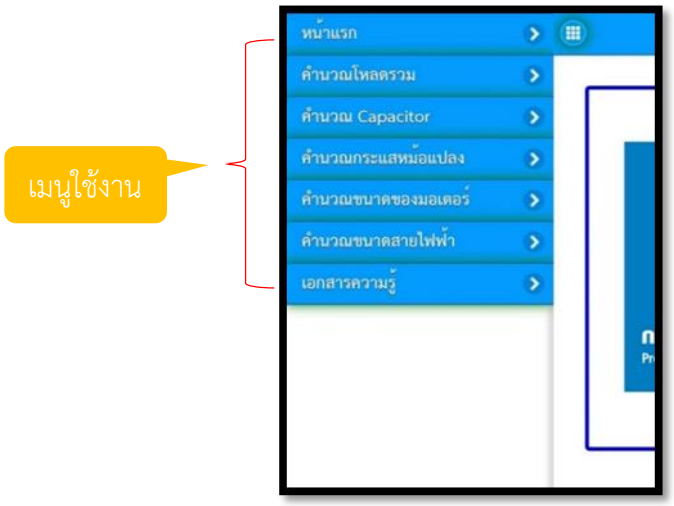
รูปที่ 1 คู่มือนายช่างไฟฟ้า กปภ. บนระบบเพสโตร์

วิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน

เมื่อเลือกตัวไอคอนเพื่อเข้าสู่แอปพลิเคชันคู่มือนายช่างไฟฟ้า กปภ. จะปรากฏหน้าแรกเป็นรูปสัญลักษณ์ของการประปาส่วนภูมิภาค ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 หน้าแรกของแอปพลิเคชัน

มุมด้านซ้ายบนจะเป็นปุ่มเมนูการใช้งานของแอปพลิเคชัน จะประกอบไปด้วย 6 เมนูย่อยสำหรับการคำนวณ จะประกอบไปด้วย การคำนวณโหลดรวม คำนวณหาตัวประกอบกำลัง คำนวณกระแสหม้อแปลง คำนวณขนาดมอเตอร์ คำนวณขนาดสายไฟฟ้า และเอกสารองค์ความรู้ ดังรูปที่ 3



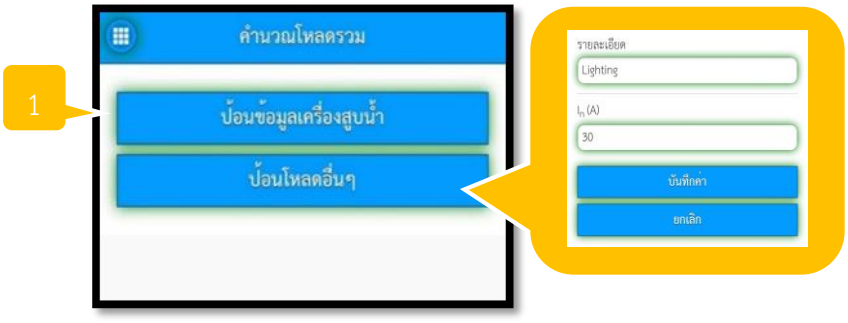
รูปที่ 3 เมนูการใช้งานแอปพลิเคชัน

เมนูที่ 1 การคำนวณโหลดรวม

เป็นเมนูแรกของแอปพลิเคชันที่รวบรวมการคำนวณตั้งแต่เริ่มต้นของการออกแบบระบบไฟฟ้า ไปถึงขั้นตอนการแสดงผลลัพธ์ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดการใช้งาน เริ่มต้นการใช้งานโดยการกดเลือกการคำนวณโหลดรวม ภายในเมนูใช้งานจะพบปุ่มเลือกสองเมนู คือ ป้อนข้อมูลเครื่องสูบน้ำและป้อนโหลดอื่นๆ

1. กด “ป้อนข้อมูลเครื่องสูบน้ำ” เพื่อหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับโหลดเครื่องสูบน้ำ ดังรูปที่ 4

- เมนูการป้อนโหลดอื่นๆ ในการทำงานจริงในการออกแบบอาจมีโหลดอื่น มาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารจ่ายสารเคมี จะเป็นในรูปแบบของการกรอกพิกัดกระแสใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถกรอกชื่อโหลดเป็นแบบภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ เมื่อใส่ชื่อเรียบร้อยแล้วจะมีช่องเพื่อกรอกพิกัดกระแสใช้งาน



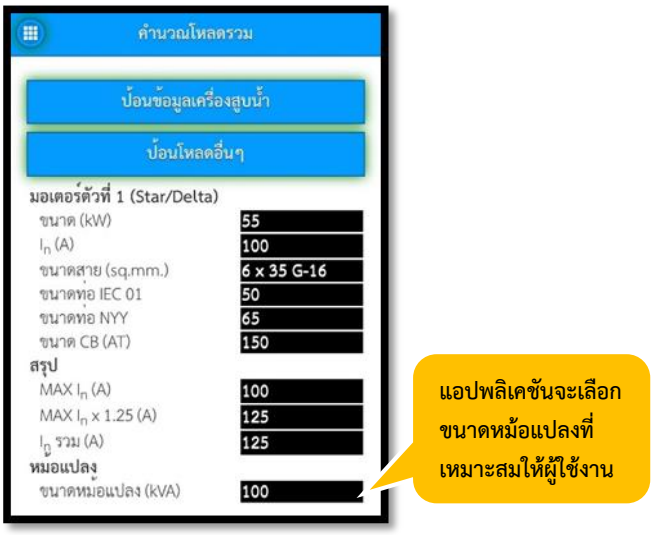
รูปที่ 4 คำนวณโหลดรวม

1. ป้อนข้อมูลอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ หน่วยที่ใช้เป็น ลบ.ม/ชม. (Q)
2. ป้อนความดันด้านจ่ายรวม หรือที่เรียกว่าปริมาณการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำ (H)
3. เลือกชนิดของเครื่องสูบน้ำ สำหรับการประปาส่วนภูมิภาคจะมีเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งาน ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำ 3 ชนิด ดังรูปที่ 5 ได้แก่
   - Split Case Centrifugal Pump
   - End Suction Centrifugal Pump
   - Multi Stage Centrifugal Pump
4. จากนั้นกดปุ่มคำนวณเพื่อให้แอปพลิเคชันแสดงขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอัตราการไหลและอัตราการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำ

รูปที่ 5 ป้อนอัตราการไหลและอัตราการส่งสูง

5. กดเลือกชนิดของแรงดันใช้งาน เป็นวิธีการต่อการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ามีทั้งแบบ Star-Delta และแบบ Direct-Online
6. กดบันทึกค่าเพื่อแสดงรายละเอียดของสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย ขนาดเบรคเกอร์ รวมไปถึงขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับโหลดใช้งาน ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 คำนวณหาขนาดมอเตอร์



รูปที่ 7 ผลการคำนวณโหลดรวม

เมนูที่ 2 การคำนวณตัวเก็บประจุ

การคำนวณขนาดตัวเก็บประจุเหมาะกับการนำไปใช้ในงานทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำใหม่ให้กับการประปาส่วนภูมิภาค เป็นเมนูที่ช่วยให้ช่างไฟฟ้าสามารถแก้ตัวประกอบกำลัง และสามารถคำนวณหาขนาดคาปาซิเตอร์ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น และยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการคำนวณที่ผิดพลาด รายละเอียดเมนูการทำงานของแอปพลิเคชันดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 ผลการคำนวณตัวประกอบกำลัง

1. ป้อนข้อมูลโหลดใช้งาน ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าหน่วยเป็นกิโลวัตต์

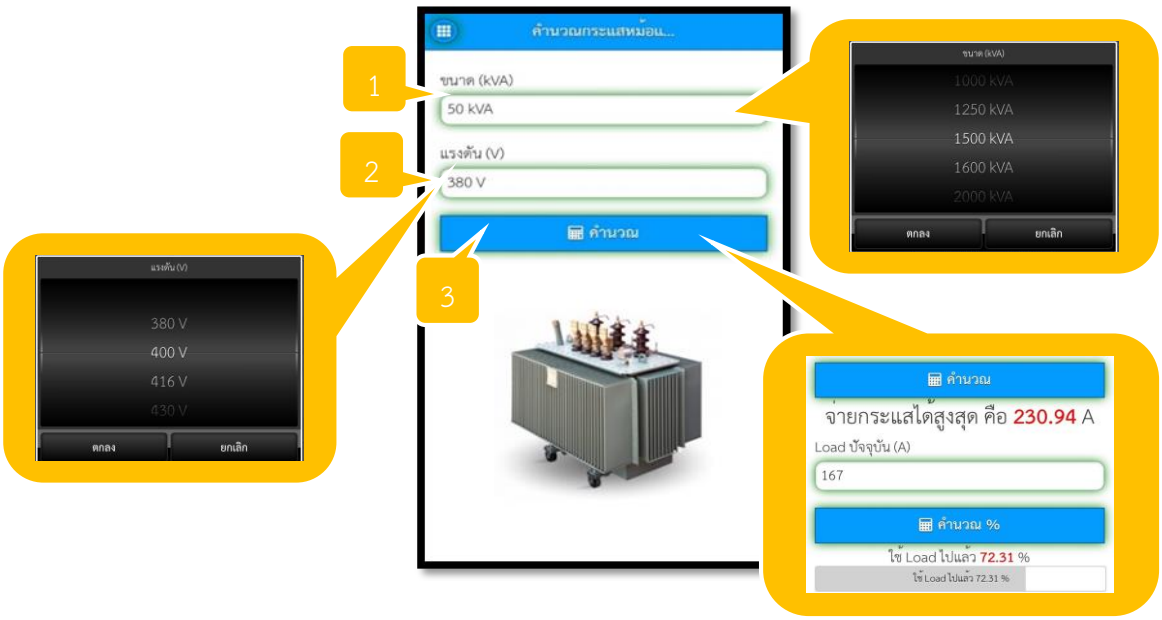
2. ป้อนค่า ตัวประกอบกำลังเดิม (Power Factor Old) ที่วัดได้จากเครื่องมือวัดค่าพลังงานทางไฟฟ้า (Digital Power Meter)

3. ป้อนค่า ตัวประกอบกำลังใหม่ (Power Factor New) ที่ต้องการเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้ดีขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้งาน ข้อกำหนดของการไฟฟ้าต้องการให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีค่าตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0.85 หากน้อยกว่าผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องเสียค่าปรับให้กับการไฟฟ้า

4. กดปุ่มคำนวณเพื่อแสดงขนาดคาปาเตอร์ที่ได้จากการคำนวณ หลังจากได้ผลมาแล้วผู้ใช้งานสามารถนำค่าไปเลือกซื้ออุปกรณ์คาปาซิเตอร์ตามที่มีการผลิตต่อไป

เมนูที่ 3 การคำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า

เมนูนี้เหมาะกับการใช้หาพิกัดกระแสหม้อแปลงไฟฟ้าสูงสุดที่หม้อแปลงสามารถจ่ายโหลดได้ และยังสามารถคำนวณโหลดการใช้งานปัจจุบันได้ด้วยรายละเอียดเมนูมี ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 คำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า

1. การเลือกพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต้องการ เพื่อทราบพิกัดกระแสจ่ายออกของหม้อแปลงไฟฟ้า ผู้ใช้งานสามารถเลือกพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 50 kVA ถึงขนาด 2500 kVA

2. สามารถเลือกขนาดแรงดันใช้งาน ตั้งแต่ 380V ถึง 430 V

3. จากนั้นกดปุ่มคำนวณเพื่อหาขนาดกระแสจ่ายออกของหม้อแปลงไฟฟ้าสูงสุด

4. สามารถกรอกข้อมูลพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานปัจจุบัน เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กระแสไฟฟ้าที่ได้ใช้งานไปแล้ว

เมนูที่ 4 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

เป็นการคำนวณพิกัดกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับโหลดเครื่องสูบน้ำ ดังรูปที่ 10

1. ป้อนข้อมูลอัตราการไหล หน่วยที่ใช้เป็น ลบ.ม/ชม. (Q)
2. ป้อนความดันด้านจ่ายรวม หรือที่เรียกว่าปริมาณการส่งสูงของเครื่องสูบน้ำ (H)
3. เลือกชนิดของเครื่องสูบน้ำ สำหรับการประปาส่วนภูมิภาคจะมีเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งาน ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ 3 ชนิด ได้แก่
   - Split Case Centrifugal Pump
   - End Suction Centrifugal Pump
   - Multi Stage Centrifugal Pump
4. หากเลือกเครื่องสูบน้ำเป็นแบบชนิดหอยโข่ง(End Suction Centrifugal Pump) ผู้ใช้งานสามารถเลือกรอบความเร็วของชุดเครื่องสูบน้ำได้สองแบบคือ 1500 รอบ/นาที และ 2900 รอบ/นาที
5. กดปุ่มคำนวณเพื่อให้แอปพลิเคชันประมวลผลและแสดงผลการคำนวณ

รูปที่ 10 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า

เมนูที่ 5 การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถเลือกรายละเอียดได้ ดังรูปที่ 11

1. เลือกพิกัดแรงดันใช้งานที่ต้องการ สามารถเลือกแรงดันใช้งานได้ตั้งแต่
   - 1 เฟส 230 โวลท์
   - 3 เฟส 400 โวลท์ (Direct Online)
   - 3 เฟส 400 โวลท์ (Start-Delta)
2. เลือกพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้าโดยสามารถเลือกได้ตั้งแต่ 0.37 กิโลวัตต์ ถึงพิกัด 200 กิโลวัตต์

3. กดปุ่มคำนวณจากนั้นแอปพลิเคชันจะคำนวณพิกัดกระแสของมอเตอร์พร้อมขนาดสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย และขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 11 คำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

เมนูที่ 6 เอกสารองค์ความรู้

ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถอ่านเอกสารและศึกษาสูตรที่นำใช้ในการคำนวณสำหรับแอปพลิเคชันได้ ดังนี้

- คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน
- ตารางสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า
- ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ
- กปภ.03-2558 มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
- กปภ.04-2558 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า

ภาคผนวก ค.
ตารางขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำ

ตารางที่ ค-1ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ 1 เฟส, 230 V

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	1.25 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ		CB (AT)
						IEC 01	NYY	
0.37	0.5	3.9	4.5	4.9	2 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
0.55	0.75	5.2	6.0	6.5	2 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
0.75	1.0	6.6	7.6	8.3	2 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
1.1	1.5	9.6	11.0	12.0	2 x 2.5 G - 2.5	15	32	20
1.5	2.0	12.7	14.6	15.9	2 x 2.5 G - 2.5	15	32	30
2.2	3.0	18.6	21.4	23.3	2 x 4 G - 4	15	32	40
3.0	4.0	24.3	27.9	30.4	2 x 6 G - 4	20	32	50
4.0	5.0	29.6	34.0	37.0	2 x 10 G - 4	20	40	60
4.4	6.0	34.7	40	43.4	2 x 10 G - 4	20	40	70
5.5	7.5	42.2	48.5	52.8	2 x 16 G - 6	25	40	70
6.0	8.0	44.5	51.2	55.6	2 x 16 G - 6	25	40	90
7.0	9.0	49.5	57	61.9	2 x 16 G - 6	25	40	90
7.5	10.0	54.4	63	68.0	2 x 25 G - 6	32	50	90

ที่มา : [4]

ตารางที่ ค-2 ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ 3 เฟส, 400 V

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	1.25 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ		CB (AT)
						IEC 01	NYY	
0.37	0.5	0.98	1.13	1.23	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
0.55	0.75	1.5	1.73	1.88	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
0.75	1.0	1.9	2.19	2.38	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
1.1	1.5	2.5	2.88	3.13	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
1.5	2.0	3.4	3.91	4.25	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
2.2	3.0	4.8	5.52	6.00	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	15
3.7	5.0	7.4	8.51	9.25	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	20
5.5	7.5	11	12.7	13.8	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	20
7.5	10	14.8	17.0	18.5	3 x 2.5 G - 2.5	15	32	30
15	20	28.5	32.8	35.6	3 x 10 G - 4	20	40	60
18.5	25	35	40.3	43.8	3 x 10 G - 6	20	40	80
22	30	42	48.3	52.5	3 x 16 G - 6	25	50	80
30	40	57	65.6	71.3	3 x 25 G - 6	32	50	90
37	50	69	79.4	86.3	3 x 35 G - 10	40	65	110
45	60	81	93.2	101	3 x 50 G - 10	40	65	125
55	75	100	115	125	3 x 70 G - 16	50	65	150
75	100	131	151	164	3 x 95 G - 16	65	80	225
90	125	162	186	203	3 x 150 G - 16	65	90	250
110	150	195	224	244	3 x 185 G - 25	80	90	300

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	1.25 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ		CB (AT)
						IEC 01	NYY	
132	175	233	268	291	3 x 240 G - 25	80	100	400
160	220	285	328	356	2(3x120 G - 25)	2x65	2x80	400
200	270	352	405	440	2(3x150 G - 35)	2x65	2x90	600

ที่มา : [4]

ตารางที่ ค-3 ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ 3 เฟส, 400 V แบบ สตาร์-เดลต้า

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	1.15 I_n (A)	0.91 I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ		CB (AT)
						IEC 01	NYY	
7.5	10	14.8	17.0	13.5	6 x 2.5 G - 4	20	40	30
11	15	21	24.2	19.1	6 x 2.5 G - 6	20	40	50
15	20	28.5	32.8	25.9	6 x 4 G - 6	20	50	60
18.5	25	35	40.3	31.9	6 x 6 G - 10	25	50	80
22	30	42	48.3	38.2	6 x 10 G - 10	32	65	80
30	40	57	65.6	51.9	6 x 16 G - 10	32	65	90
37	50	69	79.4	62.8	6 x 25 G - 16	40	65	110
45	60	81	93.2	73.7	6 x 25 G - 16	40	65	125
55	75	100	115	91.0	6 x 35 G - 16	50	80	150
75	100	131	151	119	6 x 70 G - 25	65	80	225
90	125	162	186	147	6 x 95 G - 25	80	90	250
110	150	195	224	177	6 x 120 G - 25	80	100	300
132	175	233	268	212	6 x 150 G - 25	90	125	400
160	220	285	328	259	6 x 240 G - 25	125	150	400
200	270	352	405	320	6 x 300 G - 50	125	150	600

ที่มา : [4]

ภาคผนวก ง.
การเปรียบเทียบเวลาการทำงานรูปแบบเดิมและแบบใหม่

การเปรียบเทียบเวลาการทำงานรูปแบบเดิมและแบบใหม่

ผู้วิจัยใจได้ทดลองสร้างโจทย์เพื่อต้องการเปรียบเทียบเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้ากับช่างไฟฟ้าจำนวน 5 คนที่สังกัดอยู่การประปาส่วนภูมิภาคเขต 5 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณแบบเดิมโดยใช้เครื่องคิดเลขกับการเปิดตารางจากหนังสือในการคำนวณ และการคำนวณแบบใหม่โดยใช้แอปพลิเคชันมาช่วยในการคำนวณ โจทย์กำหนดให้ดังนี้

เครื่องที่ 1 อัตราการสูบ 600 ลบ.ม/ชม. ส่งสูง 35 ม. (สูบน้ำใส)

เครื่องที่ 2 อัตราการสูบ 300 ลบ.ม/ชม. ส่งสูง 28 ม. (สูบน้ำดิบ)

1. ให้ผู้ออกแบบกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเป็นต้นกำลังสำหรับเครื่องสูบน้ำ
2. ให้กำหนดขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ที่ได้จากการคำนวณในข้อ 1 กำหนดขนาดเซอร์กิตเบรคเกอร์ ท่อร้อยสายไฟ ชนิดสายไฟฟ้า
3. คำนวณโหลดใช้งานรวม และหาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า
4. พบว่ามีเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพแล้วมีค่าตัวประกอบกำลังอยู่ที่ 0.77 ให้คำนวณค่าตัวประกอบกำลังที่ 0.85 เพื่อกำหนดขนาดตัวเก็บประจุที่เหมาะสม

ตารางที่ ง-1 เวลาการคำนวณรูปแบบเดิมและ ตารางที่ ง-2 เวลาการคำนวณรูปแบบใหม่ (คำนวณผ่านแอปพลิเคชัน) เป็นข้อมูลจากพนักงานที่ได้จากการทดสอบช่างไฟฟ้าที่สังกัดกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ

ตารางที่ ง-1 เวลาการคำนวณรูปแบบเดิม

ข้อ	รายละเอียดการทำงาน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	X bar	SD.
1	การคำนวณหาขนาดต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า	3.91	3.01	3.43	4.03	3.02	3.48	0.43
2	หาขนาดสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายสำหรับมอเตอร์	3.28	2.89	3.11	3.58	3.22	3.22	0.23
3	การคำนวณโหลดใช้งานรวม	2.55	2.37	2.44	2.57	2.44	2.47	0.07
4	คำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า	2.44	2.58	2.43	2.88	2.22	2.51	0.22
5	คำนวณหาตัวเก็บประจุ	2.35	2.05	2.61	2.55	2.21	2.35	0.21
รวม							**14.03**	

ตารางที่ ง-2 เวลาการคำนวณรูปแบบใหม่ (คำนวณผ่านแอปพลิเคชัน)

ข้อ	รายละเอียดการทำงาน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	X bar	SD.
1	การคำนวณหาขนาดต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า	0.38	0.43	0.39	0.41	0.38	0.4	0.02
2	หาขนาดสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายสำหรับมอเตอร์	1	0.98	1.02	1.02	1.04	1.01	0.02
3	การคำนวณโหลดใช้งานรวม	0.41	0.43	0.42	0.41	0.39	0.41	0.01
4	คำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า	0	0	0	0	0	0	0
5	คำนวณหาตัวเก็บประจุ	0.33	0.38	0.36	0.39	0.38	0.37	0.02
รวม							**2.19**	

ภาคผนวก จ.
ตัวอย่างชุดคำสั่งการเขียนโปรแกรม

1. ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดตัวเก็บประจุ

```
</style>
<script type="text/javascript">
        $(document).ready(function()
        {
            $("#newpf_select").show();
            $('#newpf').mobiscroll().select(
            {
                theme: 'sense-ui',
                display: 'modal',
                mode: 'scroller',
                label: 'PF. New PF (kVAR)',
                rows: 5,
                fixedWidth: $(window).width(),
                setText: 'ตกลง',
                cancelText: 'ยกเลิก'
            });
            $("button#btnCal").click(function()
            {
                var tan1=Math.tan(Math.acos($("#oldpf").val()));
                var tan2=Math.tan(Math.acos($("select#newpf").val()));
                var result=($("input#load").val()*(tan1-tan2)).toFixed(4);
                $('div#result').html('<center>Capacitor ที่ใช้ คือ <font color="red"
font-size="+2"><b>'+result+ '</b></font> kVAR</center>');
            });
        });
        $(document).on("pageinit", function()
        {

            //$("#left-panel").load('_panel.html',
function(){$(this).trigger("create")});
            $( document).on( "swipeleft swiperight", function( e ) {
                // We check if there is no open panel on the page because
otherwise
                // a swipe to close the left panel would also open the right panel
```

```
(and v.v.).
            // We do this by checking the data that the framework stores on
the page element (panel: open).
            If ($.mobile.activePage.jqmData( “panel”) !== “open”) {
                if ( e.type === “swipeleft” ) {
                    $(“#right-panel” ).panel( “open”);
                } else if ( e.type === “swiperight”) {
                    $(“#left-panel” ).panel( “open”);
                }
            }
        });
});
```

2. ตัวอย่างการคำนวณหม้อแปลงไฟฟ้า

```
</script>
</head>
<body>

<div id="mainpage1" data-role="page" data-theme="b" data-dom-
cache="false">
<div data-role="header" data-position="fixed">
<h2>คำนวณกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส</h2>
<a href="#left-panel" data-theme="b" data-icon="grid" data-iconpos="notext"
data-shadow="false" data-iconshadow="false" class="ui-icon-nodisc"></a>
</div>
<div data-role="content" data-theme="b">
<div id="trsizeselect">
<div data-role="fieldcontain" class="demos fieldcontain" id="trsize_select">
<label for="trsize">ขนาด (kVA)</label>
<select id="trsize" class="demos" data-role="none">
<option value="50">50 kVA</option>
<option value="100">100 kVA</option>
<option value="150">150 kVA</option>
<option value="160">160 kVA</option>
<option value="250">250 kVA</option>
```

```
<option value="315">315 kVA</option>
<option value="400">400 kVA</option>
<option value="500">500 kVA</option>
<option value="630">630 kVA</option>
<option value="800">800 kVA</option>
<option value="1000">1000 kVA</option>
<option value="1250">1250 kVA</option>
<option value="1500">1500 kVA</option>
<option value="1600">1600 kVA</option>
<option value="2000">2000 kVA</option>
<option value="2500">2500 kVA</option>
</select>
</div>
</div>
<div id="trvoltselect">
<div data-role="fieldcontain" class="demos fieldcontain" id="trvolt_select">
<label for="trvolt">แรงดัน (V)</label>
<select id="trvolt" class="demos" data-role="none">
<option value="380">380 V</option>
<option value="400">400 V</option>
<option value="416">416 V</option>
<option value="430">430 V</option>
</select>
</div>
</div>

<button class="ui-btn" id="btnCal">&#xf1ec; คำนวณ</button>
<div id="result"></div>
<div id="loadinput">
<div data-role="fieldcontain" class="demos fieldcontain" id="load_input">
<label for="load">Load ปัจจุบัน (A)</label>
<input type="number" name="load" id="load" placeholder=""  />
</div>
</div>
<button class="ui-btn" id="btnCal2">&#xf1ec; คำนวณ %</button>
<div id="result2"></div>
```

```
        <div id='jqxprogressbar'>
        </div>
</div>
```

3. ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า

```
        </style>


        <script type="text/javascript">
            $(document).ready(function()
            {
                var result;
                $("div#motorsizeselect").hide();
                $("#btnCal").attr('disabled','disabled');
                $("select#trvolt").val("");
                $("select#trvolt_select").show();
                $('select#trvolt').mobiscroll().select(
                {
                    theme: 'sense-ui',
                    display: 'modal',
                    mode: 'scroller',
                    label: 'แรงดัน (V)',
                    rows: 5,
                    fixedWidth: $(window).width(),
                    setText: 'ตกลง',
                    cancelText: 'ยกเลิก'
                });

                $("select#trvolt").change(function()
                {
                    $("div#result").html("");
                    if($("select#trvolt").val()!="")
                    {

                        $("#btnCal").removeAttr('disabled');
```

```
                    if($("select#trvolt").val()=="f1")
                    {
                        $('select#motorsize').empty();
                        $('select#motorsize').append('<option
value="0.37">0.37 kW / 0.5 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="0.55">0.55 kW / 0.75 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="0.75">0.75 kW / 1.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="1.1">1.1 kW / 1.5 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="1.5">1.5 kW / 2.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="2.2">2.2 kW / 3.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="3.0">3.0 kW / 4.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="4.0">4.0 kW / 5.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="4.4">4.4 kW / 6.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="5.5">5.5 kW / 7.5 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="6.0">6.0 kW / 8.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="7.0">7.0 kW / 9.0 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
value="7.5">7.5 kW / 10 Hp</option>');
                    }
                    if($("select#trvolt").val()=="f2")
                    {
                        $('select#motorsize').empty();
                        $('select#motorsize').append('<option
value="0.37">0.37 kW / 0.5 Hp</option>');
                        $('select#motorsize').append('<option
```

```
value="0.55">0.55 kW / 0.75 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="0.75">0.75 kW / 1.0 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="1.1">1.1 kW / 1.5 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="1.5">1.5 kW / 2.5 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="2.2">2.2 kW / 3.0 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="3.7">3.7 kW / 5.0 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="5.5">5.5 kW / 7.5 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="7.5">7.5 kW / 10 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="15">15 kW / 20 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="18.5">18.5 kW / 25 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="22">22 kW / 30 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="30">30 kW / 40 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="37">37 kW / 50 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="45">45 kW / 60 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="55">55 kW / 75 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="75">75 kW / 100 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="90">90 kW / 125 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="110">110 kW / 150 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
```

```
value="132">132 kW / 175 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="160">160 kW / 220 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="200">200 kW / 270 Hp</option>');
                }
                if($("select#trvolt").val()=="f3")
                {
                    $('select#motorsize').empty();
                    $('select#motorsize').append('<option
value="7.5">7.5 kW / 10 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="11">11 kW / 15 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="15">15 kW / 20 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="18.5">18.5 kW / 25 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="22">22 kW / 30 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="30">30 kW / 40 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="37">37 kW / 50 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="45">45 kW / 60 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="55">55 kW / 75 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="75">75 kW / 100 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="90">90 kW / 125 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="110">110 kW / 150 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="132">132 kW / 175 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
```

```
value="160">160 kW / 220 Hp</option>');
                    $('select#motorsize').append('<option
value="200">200 kW / 270 Hp</option>');
                }

                $("div#motorsizeselect").show();
                $("#motorsize_select").show();
                $('#motorsize').mobiscroll().select(
                {
                    theme: 'sense-ui',
                    display: 'modal',
                    mode: 'scroller',
                    label: 'พิกัดมอเตอร์ (kW)',
                    rows: 5,
                    fixedWidth: $(window).width(),
                    setText: 'ตกลง',
                    cancelText: 'ยกเลิก'
                });
            }
    else
```

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล นายสุทธิพงศ์ สุวรรณเดชากุล
รหัสประจำตัวนักศึกษา 5810121009
วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาไฟฟ้ากำลัง)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	2553

ตำแหน่งงานและสถานที่ทำงาน
วิศวกร 6 สังกัดงานบำรุงรักษา กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ
การประปาส่วนภูมิภาคเขต 5
57 ถนนราชดำเนิน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000