

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะเป็นการกำหนดขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบโปรแกรมออกแบบมาตรฐานการผลิตสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และ IEC 60501-2 จากนั้นจะเรียกโปรแกรมนี้ว่า “Pro_Design” โปรแกรมนี้จะเป็นการนำข้อมูลจากการประเมินความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตสายไฟฟ้าและสูตรทางการออกแบบ นำมารวบรวมและออกแบบเป็นเงื่อนไขโปรแกรม ทำให้ผู้วิจัยต้องทำการศึกษาเครื่องจักรและเงื่อนไขการผลิตภายในบริษัทเป็นอย่างดี เนื่องจากผลกระทบจากปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อการออกแบบซึ่งอยู่นอกเหนือสูตรคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ ประสิทธิภาพในการออกแบบมาตรฐานการผลิต ในปัจจุบันจึงมีข้อบกพร่องปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถรวบรวมเงื่อนไขที่ใช้ในการผลิตทั้งหมดไว้ โดยให้มีการเลือกเงื่อนไขแบบอัตโนมัติ มุ่งเน้นให้เกิดความคล่องตัวในการทำงาน ลดความผิดพลาด และเพิ่มศักยภาพในการออกแบบ

ปัจจุบันข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานการผลิตสายไฟฟ้า ในบริษัทที่ทำการศึกษานั้นจะอยู่ในรูปแบบของเอกสารมาตรฐานภายในและบางส่วนอยู่ในรูปของประสบการณ์ซึ่งไม่ได้อยู่ในรูปแบบเอกสาร เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยน/แก้ไข เครื่องจักรและเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบบ่อยครั้ง ทำให้ข้อมูลจำนวนมากไม่ได้รับการอัปเดต จึงต้องทำเหมืองข้อมูล (Data mining) โดยนำข้อมูลของมาตรฐานการออกแบบภายในมารวบรวมจัดหมวดหมู่ และเรียบเรียงเพื่อให้อยู่ในรูปแบบเอกสารที่เข้าใจง่ายเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมต่อไป โดยดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การศึกษาโครงสร้างของสายไฟฟ้า
- ทบทวนสูตรการออกแบบภายในบริษัท
- ออกแบบโครงสร้างโปรแกรม
- กำหนดเงื่อนไขการคำนวณ
- ทดสอบความถูกต้อง
- การสรุปผล

ในการพัฒนาโปรแกรม Pro_Design ตามขั้นตอนที่กล่าวมาจะใช้ระยะเวลาตามตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมเนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานนาน

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

หัวข้อ	การดำเนินงานวิจัย	สัปดาห์																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	การศึกษาโครงสร้างของสายไฟฟ้า	→																			
2	ทบทวนสูตรการออกแบบภายในบริษัท			→																	
3	ออกแบบโครงสร้างโปรแกรม					→															
4	กำหนดเงื่อนไขการคำนวณ								→												
5	ทดสอบความถูกต้อง																	→			
6	การสรุปผล																				→

3.1 โครงสร้างของสายไฟฟ้า

จากการรวบรวมข้อมูลโครงสร้างของสายไฟฟ้าที่สามารถทำการผลิตได้ ภายในบริษัทที่ทำการศึกษานั้น โดยพิจารณาโครงสร้างที่ความสามารถของเครื่องจักรสามารถทำการผลิตได้ในปัจจุบัน จะสามารถสรุปได้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างของสายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และ IEC 60502-2

Process	IEC 60502-1	IEC 60502-2
Conductor	Concentric (strand) Compressed Flexible	Concentric (strand) Compressed
Tape on conductor	Mica tape P.S. tape	P.S. tape Semi-conductive nylon tape
Conductor screen	-	XLPE
Insulation	XLPE, PVC	XLPE
Insulation screen	-	XLPE
Metallic screen	Copper wire screen Copper tape	Copper wire screen Copper tape
Filler	P.P. Calcium	P.P. Calcium

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างของสายไฟที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และ IEC 60502-2 (ต่อ)

Process	IEC 60502-1	IEC 60502-2
Binder tape and Separator tape	Spunbond tape P.S. tape	Spunbond tape P.S. tape
Inner sheath	PVC, PE	PVC, PE
Armour	Aluminium wire Steel wire Steel tape Brass tape	Aluminium wire Steel wire Steel tape Brass tape
Outer sheath	PVC, PE	PVC, PE
Special Tape	Water blocking Tape Flame Retardant Tape	Water blocking Tape Flame Retardant Tape

จากตารางที่ 3.1 ทำให้ทราบถึงขั้นตอนและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และ IEC 60502-2 ซึ่งจะทำการศึกษาต่อในส่วนของเงื่อนไขในการผลิต เพื่อนำไปออกแบบเงื่อนไขของโปรแกรม Pro_Design โดยจะต้องทำการประชุมเพื่อรวบรวมข้อมูลจากฝ่ายที่เกี่ยวข้องต่อไป เนื่องจากปัจจุบันปัญหาการออกแบบมาตรฐานการผลิตมาจาก เงื่อนไขในการผลิต เปลี่ยนไปจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรของฝ่าย Production และการลดต้นทุนการผลิตของแผนก R&D จึงต้องทำการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขและกำหนดสูตรในการผลิตอย่างละเอียดต่อไป

3.2 ทบทวนสูตรคำนวณภายในบริษัท

ในการทบทวนสูตรคำนวณภายในบริษัทนั้น ทางผู้วิจัยจะทำการรวบรวมสูตรการคำนวณภายในบริษัทและหาจุดบกพร่องของสูตรคำนวณเพื่อทำการแก้ไขก่อนจะนำมาจัดทำเป็นสูตรคำนวณของโปรแกรม Pro_Design เนื่องจากการสำรวจพบว่าสูตรคำนวณภายในบริษัทที่ทำการศึกษามีจุดบกพร่องและบางสูตรไม่สามารถใช้งานได้จริง จึงทำให้ผู้วิจัยต้องหาวิธีการรองรับว่าจะต้องทำอย่างไรให้สามารถนำสูตรคำนวณในการออกแบบมาตรฐานการผลิตมาใช้งานได้

ถูกต้องมากที่สุด โดยจะต้องไม่เกิดความซับซ้อนของสูตรมากเกินไป ซึ่งสูตรคำนวณจะถูกแบ่งกลุ่มออกเป็น

1. ตัวนำ (conductor)
2. เทปบนตัวนำ (tape on conductor)
3. ตัวกั้นตัวนำ (conductor screen)
4. ฉนวน (insulation)
5. ตัวกั้นฉนวน (Insulation screen)
6. ชั้นโลหะ (Metallic screen)
7. ส่วนแทรกกรอง (Filler)
8. การตีเกลียวแกน (core straning)
9. เทป (tape)
10. ชั้นโลหะ (Metallic screen)
11. เปลือกชั้นในและเปลือกชั้นนอก (Inner and outer sheath)
- 12.เกราะ (Armour)

จากสูตรคำนวณทั้ง 12 หัวข้อ ทางผู้วิจัยจะดำเนินการรวบรวมเอกสารและทำการแก้ไข รวมถึงสร้างวิธีการที่ง่ายที่สุดในการคำนวณเพื่อลดความซับซ้อน โดยจะต้องรองรับความเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ เนื่องจากสูตรคำนวณสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการลดต้นทุนการผลิต (Cose reduction) ภายในบริษัทได้

3.3 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม

ในการกำหนดรูปแบบโครงสร้างของโปรแกรม Pro_Design ทางผู้วิจัยได้ทำการนัดประชุมกับทางแผนกออกแบบสายไฟฟ้าเพื่อหาแนวทางในการออกแบบลักษณะของโปรแกรม เพื่อให้ใช้งานและสะดวกที่สุด เริ่มต้นการสำรวจถึงปัญหาเดิมของการออกแบบมาตรฐานการผลิตสายไฟฟ้า จากอดีตที่ผ่านมาการออกแบบมาตรฐานการผลิตจะใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการออกแบบ ซึ่งเป็นอุปสรรคในการทำงานของผู้ออกแบบที่จะต้องทำการแก้ไขช่องและสูตรคำนวณเอง เมื่อมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างสายไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการแก้ไขดังกล่าว การหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดจากการแก้ไขสูตรคำนวณใน

การออกแบบมาตรฐานการผลิตแบบเดิมขึ้น ทางผู้วิจัยเสนอความคิดต่อที่ประชุมว่า จะพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปในการออกแบบมาตรฐานการผลิตสายไฟฟ้า โดยให้การคำนวณเป็นไปตามสูตร Excel แต่มีการเลือกเงื่อนไขแบบอัตโนมัติ และสามารถเพิ่ม/ลด ขั้นตอนการผลิตได้ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

PARAGRAPH 06		FD-0.6/1KV-CCV														DEVIATION									
REF. STANDARD		IEC 60502-1: 2004														* PE = Protection Earth									
CUSTOMER		PJS 550-11-2013, THAI OLEOCHEMICALS																							
Conductor : Annealed Copper *TYS 3104 P.1 : AC-A (Strand) TYS 3104 P.4 : AC-D (Strand)		Insulation : XLPE 101B(A)+101B(B) (SIOPLAS) (S=0.923 g/cm ³) *Strandขนาด 101B(A)+101B(B) 6x B5 : 5 มาตรฐาน Color 2C+PE : L, Br + G/Y(PE) 3C+PE : Br, B, Gy + G/Y(PE)														Core stranding : Direction : S Filler : P.P. (Calcium)					Spun bond tape : 1/5 Lap Direction : Z Thick. 0.23 mm, C = 0.25				
Size No. x mm ²	Conductor (mm.)			Insulation (mm.)						Core stranding (mm.)						Spun bond tape (mm.)									
	Consist No./mm.	Pitch +2% -8%	Dia.	Thickness			Diameter			Center	Inner	Outer	Pitch +5%	Diameter			Width	Lap	Diameter						
				Min.	Std.	Max.	Min.	Std.	Max.	#XS	#XS	Pos	#XS	Pos	-5%	Min.	Std.	Max.			Min.	Std.	Max.		
2 x 4/4 PE	7 / 0.85 7 / 0.85	38 38	2.55 2.55	0.7 0.7	0.725 0.725	0.8 0.8	4.0 4.0	4.0 4.0	4.2 4.2	-	-	-	3	3	158	8.8	8.8	9.2	32	6.4	9.3	9.3	9.7		
2 x 6/6 PE	* 7 / 1.04 * 7 / 1.04	46 46	3.12 3.12	0.7 0.7	0.725 0.725	0.8 0.8	4.6 4.6	4.6 4.6	4.8 4.8	-	-	-	4	3	181	10.1	10.1	10.5	32	6.4	10.6	10.6	11.0		
3 x 1.5/1.5 PE	7 / 0.53 7 / 0.53	23 23	1.59 1.59	0.7 0.7	0.725 0.725	0.8 0.8	3.0 3.0	3.1 3.1	3.2 3.2	1	-	-	1	4	136	7.4	7.6	7.8	25	5.0	7.9	8.1	8.3		
3 x 2.5/2.5 PE	7 / 0.67 7 / 0.67	30 30	2.01 2.01	0.7 0.7	0.725 0.725	0.8 0.8	3.5 3.5	3.5 3.5	3.7 3.7	1	-	-	2	4	154	8.6	8.6	9.1	32	6.4	9.1	9.1	9.6		
TYS 3181/218 P.06		Description														Rev.	Date	Approver	Checker	Writer					
Sheet No. 1/8		FD-0.6/1KV-CCV														1	23/12/2017								

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างมาตรฐานการผลิต

จากข้อสรุปที่กล่าวมา จึงได้แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม Pro_Design โดยให้ออกแบบขั้นตอนการผลิตให้แยกออกเป็นส่วนๆ ให้สามารถเพิ่มหรือลดขั้นตอนการผลิตได้ มุมมองเหมือนการวางซ้อนกัน(Strack)โดยให้มีการรับข้อมูลโปรแกรมเป็นชื่อ Process และ เส้นผ่านศูนย์กลางเพื่อนำไปคำนวณในขั้นตอนต่อไป โดยมุมมองของการออกแบบสายไฟฟ้าจะมีลักษณะเหมือนท่อที่มีการหุ้มต่อเป็นชั้นๆ ซึ่งตัวแปรหลักของการคำนวณในขั้นต่อไปคือ เส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งเป็นทั้งข้อมูลขาเข้า (Input) และข้อมูลขาออก (Output) เพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป ส่วนชื่อ Process นั้นจะทำให้การกำหนดเงื่อนไขพิเศษต่างๆง่ายขึ้น สายไฟฟ้าทุกชนิดจะมีการเริ่มต้น Process เหมือนกันคือ Process ที่ 1 จะต้องเป็นตัวนำเสมอ

รูปแบบของโปรแกรมที่มีข้อบังคับที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน IEC 60502-1, IEC 60502-2 ใวนั้นจะต้องมี Function ในการเลือกมาตรฐานอ้างอิงเนื่องจากมาตรฐานทั้ง 2 มีค่ากำหนดบางส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ความหนาของฉนวนและเปลือก และยังคงคำนึงถึงการเพิ่มวัสดุชนิดใหม่ๆ เช่น

เทพต่างๆ หรือ วัตถุประสงค์ของฉนวนและเปลือก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงได้ในกรณีที่มีการลดต้นทุนการผลิต หรือ ความต้องการของลูกค้า

3.4 การกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ

เนื่องจากปกติการออกแบบมาตรฐานการผลิตโดยใช้ Microsoft Excel นั้นจะเป็นการคำนวณที่มีเงื่อนไขเฉพาะสายไฟฟ้าชนิดนั้นๆ แต่ในการพัฒนาโปรแกรม Pro_Design เงื่อนไขการคำนวณจะต้องปรับเปลี่ยนไปตามโครงสร้างแบบอัตโนมัติ ซึ่งทางผู้วิจัยจะทำการศึกษาเงื่อนไขในการผลิตต่อไป เพื่อนำมาเขียนเป็นเงื่อนไขโปรแกรมโดยใช้ผังโปรแกรม (Program flowchart) เพื่อที่จะทำการสื่อสารกับโปรแกรมเมอร์ในการพัฒนาโปรแกรมในลำดับต่อไป

3.5 การทบทวนความถูกต้อง

การทบทวนความถูกต้องของโปรแกรมเมื่อดำเนินการพัฒนาสำเร็จแล้วนั้น จะต้องมาทำการเปรียบเทียบค่าคำนวณในส่วนต่างๆกับการออกแบบมาตรฐานการผลิตแบบเดิม โดยให้ค่าความผิดพลาดของการคำนวณ (Error) มีค่าเป็น 0 เนื่องจากการคำนวณมาตรฐานการผลิตสายไฟฟ้าไม่สามารถยอมให้เกิดความผิดพลาดได้ เพราะมีการนำไปใช้ในส่วนของการคิดราคา และการผลิต ซึ่งถ้าเกิดความผิดพลาด จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตของบริษัทได้ ฉะนั้นผลสรุปของความถูกต้องจะต้องไม่พบความผิดพลาดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าคำนวณ โดยใช้ Microsoft Excel

3.6 การสรุปผล

การสรุปผลของการนำโปรแกรม Pro_Design มาใช้ในการออกแบบมาตรฐานการผลิต จะทำการเปรียบเทียบในส่วนของคุณภาพ ความสะดวก และความรวดเร็วของโปรแกรม เนื่องจากความสำเร็จของการพัฒนาโปรแกรม Pro_Design นั้นจะขึ้นอยู่กับการทำงานแผนกออกแบบสายไฟฟ้าภายในบริษัทที่ศึกษา สามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และลดความผิดพลาดของการออกแบบจากเดิม 7-10% ให้หมดไป