ความคุ้มทุนในการใช้ระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม ในพื้นที่หมู่ที่ 9 และ หมู่ที่ 14 ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา

นายสมศักดิ์ ไชยโคตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2554

ความคุ้มทุนในการใช้ระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม ในพื้นที่หมู่ที่ 9 และ หมู่ที่ 14 ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

_____

(ผศ. ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์)
ประธานกรรมการ

_____

(ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

_____

(อ. ดร.ฉัตรเพชร ยศพล)
กรรมการ

_____

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สมศักดิ์ ไชยโคตร : ความคุ้มทุนในการใช้ระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมในพื้นที่หมู่ที่ 9 และหมู่ที่ 14 ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา (ECONOMIC ANALYSIS OF SYSTEM FOR AGRICULTURE IN MOO 9 AND MOO 14, ESINGSAG SUB-DISTRICT, ESINGSAG DISTRICT, NAKHON RATCHASIMA) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข

ปัญหาด้านเกษตรกรรมในพื้นที่ หมู่ที่ 9 บ้านหนองไผ่ใหญ่ และหมู่ที่ 14 บ้านไผ่สามัคคี ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นพื้นที่ราบสูง คือปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและนำความเจริญให้แก่หมู่บ้านทั้งสองนี้ องค์การปกครองส่วนตำบลเสิงสางมีแผนการที่จะขยายเขตไฟฟ้าเข้าสู่พื้นที่ดังกล่าว ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ไฟฟ้าจัดทำระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม แทนการเพาะปลูกแบบดั้งเดิมที่อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตาม เกษตรกรจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบสูบน้ำบาดาล ระบบท่อจ่ายน้ำ และค่าใช้ไฟฟ้า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคุ้มทุนของเกษตรกรในการลงทุนระบบน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร เปรียบเทียบกับการเกษตรกรรมแบบดั้งเดิม และการเกษตรกรรมแบบใช้ระบบน้ำบาดาลที่ปั้มน้ำด้วยเครื่องยนต์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุน (รายได้และรายจ่าย) ได้จากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ที่มีระบบบ่อบาดาลและไม่มีระบบบ่อบาดาล ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ระยะเวลา 5 ปีของการลงทุนเท่ากับ 4,952 บาทต่อไร่ สำหรับการเกษตรกรรมแบบดั้งเดิม (ในกรณีที่ไม่มีปัญหาภัยแล้ง) การใช้ระบบน้ำบาดาลที่ปั้มน้ำด้วยเครื่องยนต์ไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ (อัตราส่วนตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 0.96) การลงทุนระบบน้ำบาดาลให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่าการเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมมาก โดยมีระยะเวลาคืนทุนภายในเวลา 3 ปี ค่าอัตราส่วนตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.38 ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ระยะเวลา 5 ปีของการลงทุนเท่ากับ 10,608 บาทต่อไร่ และอัตราผลตอบแทนจากโครงการที่ระยะเวลา 5 ปีของการลงทุน เท่ากับร้อยละ 34 ดังนั้น โครงการขยายไฟฟ้าในพื้นที่ดังกล่าวจะเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาสังคมในพื้นที่ดังกล่าว เช่น ปัญหาว่างงาน และปัญหายาเสพติด เป็นต้น

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

SOMSAK CHAIYAKHOT : ECONOMIC ANALYSIS OF SYSTEM FOR AGRICULTURE IN MOO 9 AND MOO 14, ESINGSAG SUB-DISTRICT, ESINGSAG DISTRICT, NAKHON RATCHASIMA. ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., P.E.

An agricultural problem in Moo 9 Ban Nong Pai Yai and Moo 14 Ban Pai Samukkee, Esingsag, Sub-District, Esingsag District, Nakhon Ratchasima, which is the plateau area, is the lack of water and novel technology. To solve this problem and develop these two areas, Esingsag Municipality plans to provide the electricity to these areas which so that the agriculturists can arrange the water wells and pump for their cultivation instead of the conventional agriculture based on the natural rainfall. However, there is some expense for the water well pumping, piping and electrical fee. This research aim to perform an economic analysis for this investment compared with that for the conventional agriculture and that for the water well pumping by the motor. The data for the economic analysis (revenue and expenditure) were obtained by interviewing the agriculturists, who own and do not own the water wells. The analysis shows that the net present value, NPV, after 5 year of investment is 4,952 baht/rai for conventional agriculture (for no drought case). The water well pumping by motor is not economic (benefit cost, B/C ratio = 0.96). The electrical water well system is much more benefit than the conventional agriculture. The return period is within 3 years, the B/C ratio is 1.38, the NPV and internal rate of return, IRR after 5 years of investment are 10,608 baht/rai and 34%, respectively. To conclude, this electrical expansion project is benefit to the agriculturists and reduces the social problems such as unemployment and drug etc.

School of Civil Engineering Student's signature_____

Academic Year 2011 Advisor's signature_____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคล และกลุ่มบุคคลต่อไปนี้ เนื่องจากกรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์ ประธานกรรมการ และคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกท่าน รวมถึงคณาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้การอบรมสั่งสอนที่ผ่านมา

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่เมตตาให้การอบรมสั่งสอน ชี้แนะ ช่วยเหลือในการทำการศึกษาวิจัย ตลอดจนให้การแนะนำในการเขียน และตรวจทานแก้ไขจนโครงงานเสร็จสมบรูณ์

อาจารย์ ดร.ฉัตรเพชร ยศพล ที่กรุณาให้การแนะนำ คำปรึกษา ชี้แนะ แนวทางในการเขียน และช่วยตรวจทานเนื้อหาโครงงาน

ขอขอบคุณ ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสาขาย่อย อำเภอเสิงสาง และองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง ที่ให้ทุนในการศึกษาและให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู ตลอดจนส่งเสริมการศึกษาและให้กำลังใจเป็นอย่างดีเสมอมา อีกทั้งขอขอบคุณ นายสมพงษ์ คูประทุมศิริ และพี่ๆ น้องๆ ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกาลังใจให้ จนกระทั่งโครงงานฉบับนี้สาเร็จ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สมศักดิ์ ไชยโคตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูปภาพ ..... ซ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย 1

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง 3

2.1.1 ประวัติความเป็นมา 3

2.1.2 สภาพทั่วไปของตำบล 3

2.1.3 ที่ตั้ง / อาณาเขตติดต่อ 3

2.1.4 เนื้อที่ 4

2.1.5 ภูมิประเทศ และภูมิอากาศ 5

2.1.6 เขตการปกครอง 5

2.1.6.1 หมู่บ้านในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง ประกอบด้วย 9 หมู่บ้าน 5

2.1.6.2 หมู่บ้านในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบางส่วนที่คาบเกี่ยวกับเทศบาลตำบลเสิงสาง ประกอบด้วย 6 หมู่บ้าน 5

2.1.6.3 จำนวนประชากร ที่อาศัยอยู่จริง ณ 25 มีนาคม 2554 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 สภาพทางเศรษฐกิจ 6
2.2.1 อาชีพ 6
2.2.2 รายได้ – รายจ่ายของครัวเรือน 7
2.3 ลักษณะการใช้พื้นที่เกษตรกรรม 8
2.3.1 คุณสมบัติของดิน 8
2.3.2 ข้อมูลด้านการปลูกพืช 11
3 วิธีการดำเนินโครงการ 13
3.1 เครื่องมือและข้อมูลที่ใช้การศึกษา 13
3.2 ขั้นตอนการศึกษา ในการศึกษาการทำโครงการมีขั้นตอนการศึกษา 13
3.3 ข้อมูลและการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ 13
4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 16
4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุนโดยมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) 16
4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio: B/C ratio) 17
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR) 17
4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period) 18
4.5 การวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) 18
4.5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงราคาผลผลิตต่อหน่วย 19
4.5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย 21
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 23
5.1 สรุปผลการศึกษา 23
เอกสารอ้างอิง 25
ภาคผนวก ก. 26
1. รายการคำนวณการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ภายในระยะเวลา 5 ปี กรณีการเกษตรกรรมที่ อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ 27
2. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ภายในระยะเวลา 5 ปี ของเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยระบบไฟฟ้า 30

3. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ภายในระยะเวลา 5 ปี ของเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยระบบเครื่องยนต์ 34
ภาคผนวก ข. 38
1. ข้อกำหนด แนวปฏิบัติ และระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขยายเขตไฟฟ้าในพื้นที่เกษตรกรรมของการไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค 39
ประวัติผู้เขียน 94

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 จำนวนประชากรจำแนกตามช่วงอายุ 5

2.2 อาชีพ 6

2.3 รายได้-รายจ่ายของครัวเรือน 7

2.4 การแสดงของกลุ่มชุดดินและคำแนะนำในการปลูกพืช 9

2.5 ข้อมูลด้านการปลูกพืช 11

4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุน โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) 17

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio: B/R ratio) 17

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR) 18

4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยระยะเวลาในการคืนทุน(Payback period) 18

5.1 สรุปผลกรณีศึกษา 23

3-1 แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน ระบบแรงต่ำ(โวลต์) 43

3-2 แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน ระบบแรงสูง(โวลต์) 45

3-3 แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นไฟ(โวลต์) 46

3-4 ระยะห่างในการติดตั้งสายไฟฟ้า 48

4-1 การคำนวณขนาดสายป้อนดีมานต์แฟคเตอร์ สำหรับโหลดแสงสว่าง 50

4-2 การคำนวณสายป้อนดีมานต์แฟคเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับ 50

4-3 การคำนวณสายป้อนดีมานต์แฟคเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป 51

6-2 ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน 53

4-4 ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตี้สวิตช์ คัดเอาท์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ สำหรับสายเมนในอาคาร 55

6-1 ข้อกำหนดการใช้งานสายไฟฟ้า ตาม มอก 11 60

6-2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า 63

6-3 ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวดิ่ง 65

6-4 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร 68

6-5 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายนอกอาคาร 68

6-8 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดวางสายในรางเคเบิลระบบแรงต่ำ 82

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 ที่ตั้ง / อาณาเขตติดต่อ 4

2.2 เนื้อที่ 4

2.3 การแสดงชนิดของกลุ่มชุดดิน และคำแนะนำในการปลูกพืช 9

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และราคาผลผลิตต่อหน่วย 20

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และราคาผลผลิตต่อหน่วย 20

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR) และราคาผลผลิตต่อหน่วย 21

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราดอกเบี้ย 22

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราดอกเบี้ย 22

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตำบลเสิงสางแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 2 ท้องถิ่น ประกอบด้วยเทศบาลตำบลเสิงสาง และองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง มีหมู่บ้านทั้งหมด 16 หมู่บ้าน จำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,903 ครัวเรือน ประชากรทั้งสิ้น 6,502 คน แยกเป็นชาย 3,214 คน หญิง 3,288 คน ประชากรในพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด และยางพารา ชาวบ้านหนองไผ่ใหญ่ หมู่ 9 และบ้านไผ่สามัคคี หมู่ 14 ประสบปัญหาทางด้านเกษตรกรรม ได้แก่ การขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตทางด้านการเกษตร และการขาดแคลนน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นที่ราบสูง ไม่มีแหล่งน้ำผิวดิน และชลประทานไม่สามารถเข้าถึงประชาชน จึงทำให้ชาวบ้านต้องปลูกพืชที่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเพียง 1 ครั้งต่อปี และไม่สามารถปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร รัฐบาลต้องสนับสนุนให้มีไฟฟ้าเข้าถึงพื้นที่เกษตรกรรม งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสภาวะทางเศรษฐกิจของชาวบ้านในพื้นที่ทั้งสองหากมีไฟฟ้าเข้าถึง เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาการขยายเขตไฟฟ้าในพื้นที่ตำบลเสิงสาง ผู้วิจัยจะศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดทำระบบบ่อน้ำบาดาล ที่มีการสูบและจ่ายน้ำด้วยระบบไฟฟ้า เปรียบเทียบการเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมที่เพาะปลูกด้วยน้ำฝนตามธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในกรณีเกษตรกรจัดทำระบบบ่อน้ำบาดาลที่มีการสูบและจ่ายน้ำด้วยระบบไฟฟ้า เปรียบเทียบกับการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม เพื่อใช้ประกอบแผนการขยายเขตไฟฟ้าในพื้นที่ตำบลเสิงสาง

1.2.2 วิเคราะห์ความคุ้มทุนของเกษตรกรในกรณีมีระบบบ่อน้ำดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยเครื่องยนต์ เพื่อพิจารณารายได้และรายจ่าย หากมีการใช้เทคโนโลยีเข้าช่วยในการเกษตรกรรม ในกรณีที่ไม่มีการขยายเขตไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและพื้นที่ศึกษาเป็นเกษตรกรและพื้นที่เกษตรกรรมในบ้านหนองไผ่ใหญ่ หมู่ที่ 9 บ้านไผ่สามัคคี หมู่ที่ 14 ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูล

การทำเกษตรกรรมและรายได้และรายจ่ายของเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในกรณีที่มีระบบบ่อน้ำดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า การวิเคราะห์ความคุ้มทุนนี้จะสอบถามรายได้และรายจ่ายจากเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงที่มีระบบและไม่มีระบบบ่อน้ำดาลและระบบจ่ายน้ำ นอกจากนี้จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในกรณีมีระบบบ่อน้ำดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยเครื่องยนต์ เพื่อพิจารณารายได้ของเกษตรกรในกรณีที่ไม่มีการขยายเขตไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ ในกรณีที่เกษตรกรทำการเพาะปลูกด้วยระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า เปรียบเทียบกับการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม เพื่อใช้ประกอบการจัดทำแผนการขยายเขตไฟฟ้าในตำบลเสิงสาง

1.4.2 ทราบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ ในกรณีที่เกษตรกรทำการเพาะปลูกด้วยระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยเครื่องยนต์ เปรียบเทียบกับการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม ในกรณีที่ไม่มีการขยายเขตไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้าง

2.1. สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานขององค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

ตำบลเสิงสาง "เสิงสาง" แปลว่า "ใกล้รุ่ง หรือ รุ่งอรุณ" จากตำนานพื้นบ้านที่เล่าขานสืบต่อกันมาความว่า ท้าวประจิต เจ้าเมืองกัมพูชา และนางอรพิมพ์ ชายา ได้พลัดพรากจากกันระหว่างการเดินทางกลับบ้านเมือง และได้พบกันอีกครั้งที่หมู่บ้านแห่งนี้ ตอนฟ้าใกล้สาง จึงได้เรียกชื่อหมู่บ้านแห่งนี้ว่า "บ้านเสิงสาง" ซึ่งต่อมาได้ตั้งเป็นชื่อตำบล อำเภอ มาจนถึงปัจจุบัน ตำบลเสิงสางตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2520 และตำบลเสิงสาง ยังเป็นที่ตั้งของที่ว่าการอำเภอเสิงสาง มีทั้งหมด 16 หมู่บ้าน แบ่งการปกครองออกเป็น อบต. และเทศบาลตำบล และได้ยกฐานะเป็นอำเภอ เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2522

2.1.2 สภาพทั่วไปของตำบล

เนื่องจากราษฎรส่วนใหญ่อพยพมาจากหลายจังหวัดในภาคต่าง ๆ ทำให้มีภาษาพูดที่แตกต่างกัน เช่น ภาษาอีสาน ไทย ไทยโคราช เขมร ขนบธรรมเนียมประเพณีที่ยึดถือปฏิบัตินั้นเหมือนกับชาวไทยทั่วไป และยังคงให้การนับถือผู้อาวุโสในท้องถิ่นอยู่

2.1.3 ที่ตั้ง / อาณาเขตติดต่อ

ตำบลเสิงสาง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดนครราชสีมา ระยะทางประมาณ 98 กิโลเมตร และตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของอำเภอเสิงสาง ซึ่งเป็นที่ตั้งของที่ว่าการอำเภอเสิงสาง โดยทางรถยนต์ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 224 , ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2070 (สายโชคชัย – ครบุรี) และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2119 (สายครบุรี – เสิงสาง) ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง ตั้งอยู่เลขที่ 3/4 หมู่ที่ 3 ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ห่างจากที่ว่าการอำเภอเสิงสาง ประมาณ 100 เมตร โดยมีอาณาเขตติดต่อกับเพื่อนบ้านดังนี้

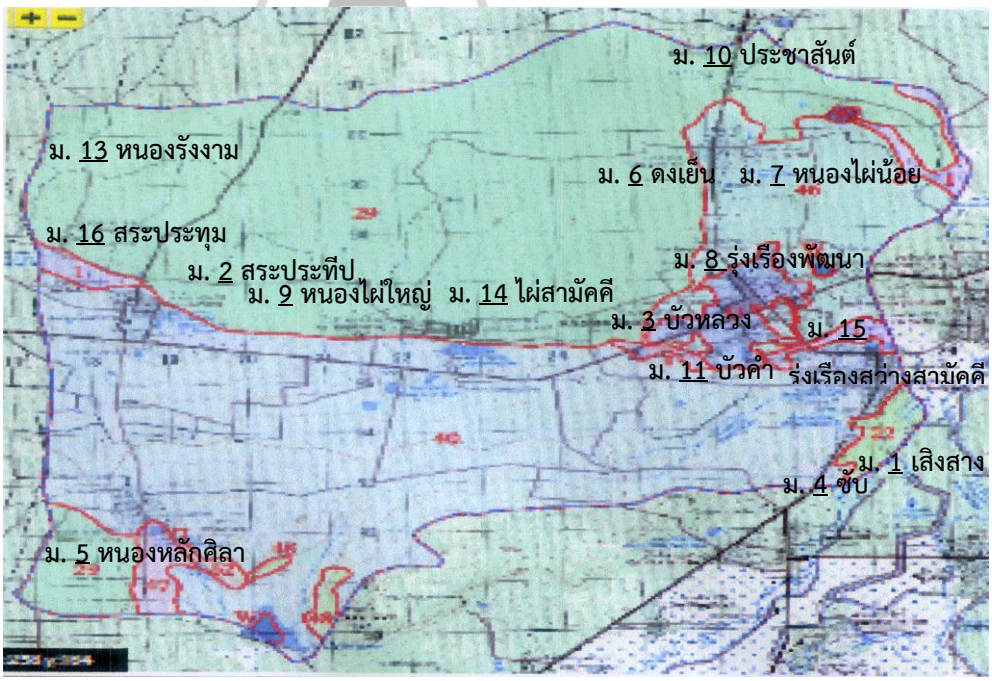
ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	ตำบลสุขไพบูลย์
ทิศใต้	ติดต่อกับ	ตำบลสระตะเคียน ตำบลโนนสมบูรณ์
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	ตำบลกุดโบสถ์
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	ตำบลตะแบกบาน อำเภอครบุรี

รูปที่ 2.1 ที่ตั้ง/ อาณาเขตติดต่อ

อ้างอิงจาก : โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช เวอร์ชั่น 53 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แผ่น 1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ **

2.1.4 เนื้อที่

องค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง มีพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมด 92 ตารางกิโลเมตร (57,604 ไร่)



รูปที่ 2.2 เนื้อที่

อ้างอิงจาก : โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช เวอร์ชั่น 53 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แผ่น 1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ **

2.1.5 ภูมิประเทศ และภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิประเทศขององค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง ส่วนใหญ่เป็นที่ดอน ที่เนินเตี้ย ๆ ราบลุ่มบางส่วน และพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช ความสูงระหว่าง 150 – 300 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไป มีความแห้งแล้ง ประกอบด้วย 3 ฤดู คือ

- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายน – เดือนตุลาคม โดยรับอิทธิพลมาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม – เดือนกุมภาพันธ์ อากาศค่อนข้างหนาวเย็น
- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - เดือนมิถุนายน สภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง

2.1.6 เขตการปกครอง จำนวนหมู่บ้าน 15 หมู่

2.1.6.1 หมู่บ้านในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง ประกอบด้วย 9 หมู่บ้าน

- หมู่ 2 บ้านสระประทีป
- หมู่ 5 บ้านหนองหลักศิลา
- หมู่ 6 บ้านดงเย็น
- หมู่ 7 บ้านหนองไผ่น้อย
- หมู่ 9 บ้านหนองไผ่ใหญ่
- หมู่ 10 บ้านประชาสันต์
- หมู่ 13 บ้านหนองรังงาม
- หมู่ 14 บ้านไผ่สามัคคี
- หมู่ 16 บ้านสระประทุม

2.1.6.2 หมู่บ้านในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลบางส่วนที่คาบเกี่ยวกับเทศบาลตำบลเสิงสาง ประกอบด้วย 6 หมู่บ้าน ได้แก่

- หมู่ 1 บ้านเสิงสาง
- หมู่ 3 บ้านบัวหลวง
- หมู่ 4 บ้านซับ
- หมู่ 8 บ้านรุ่งเรืองพัฒนา
- หมู่ 11 บ้านบัวคำ
- หมู่ 15 บ้านรุ่งสว่างสามัคคี

2.1.6.3 จำนวนประชากร ที่อาศัยอยู่จริง ณ 25 มีนาคม 2554 จำแนกตามช่วงอายุจากผลการจัดเก็บข้อมูลความจำเป็นขั้นพื้นฐานระดับตำบล (จปฐ.2) ปี 2554

ตารางที่ 2.1 จำนวนประชากรจำแนกตามช่วงอายุ

ช่วงอายุประชากร	จำนวนเพศชาย	จำนวนเพศหญิง	จำนวนรวม
น้อยกว่า 1 ปีเต็ม	14	13	27
1 ปีเต็ม – 2 ปี	42	34	76
3 ปีเต็ม – 5 ปี	76	82	158
6 ปีเต็ม – 11 ปี	160	150	310
12 ปีเต็ม – 14 ปี	70	84	154

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ช่วงอายุประชากร	จำนวนเพศชาย	จำนวนเพศหญิง	จำนวนรวม
15 ปีเต็ม – 17 ปี	87	91	178
18 ปีเต็ม – 25 ปี	216	202	418
26 ปีเต็ม – 49 ปีเต็ม	871	863	1,734
50 ปีเต็ม – 60 ปีเต็ม	272	247	519
มากกว่า 60 ปีเต็มขึ้นไป	226	205	431
รวมทั้งหมด	**2,034**	**1,971**	**4,005**

หมายเหตุ : จำนวนประชากรที่อาศัยอยู่จริงจากการสำรวจนี้ อาจไม่เท่ากับจำนวนประชากรที่มีอยู่ใน ทะเบียนบ้านได้ อ้างอิงจาก สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเสิงสาง

2.2 สภาพทางเศรษฐกิจ

2.2.1 อาชีพ

ประชากรส่วนใหญ่ของตำบลเสิงสาง ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ส่วนใหญ่ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง, อ้อย, ยูคาลิปตัส, ยางพารา ผลไม้ อื่น ๆ อัตราส่วนการประกอบอาชีพ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 อาชีพ

อาชีพ	จำนวนเพศชาย	จำนวนเพศหญิง	จำนวนรวม
ไม่มีอาชีพ	71	69	140
นักเรียน	332	362	694
นักศึกษา	23	21	44
ทำนา	40	38	78
ทำไร่	736	667	1,403
ทำสวน	5	8	13
ปศุสัตว์	2	1	3
รับราชการ	31	26	57
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	2	5	7
พนักงานบริษัท	39	42	81
รับจ้างทั่วไป	608	573	1,181

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ค้าขาย	49	63	112
ธุรกิจส่วนตัว	8	7	15
อื่น ๆ หรือไม่ระบุ	98	96	194
รวมทั้งหมด	**2,044**	**1,978**	**4,022**

หมายเหตุ : จำนวนประชากรที่อาศัยอยู่จริงจากการสำรวจนี้ อาจไม่เท่ากับจำนวนประชากรที่มีอยู่ในทะเบียนบ้านได้ อ้างอิงจาก สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเสิงสาง

2.2.2 รายได้ - รายจ่ายของครัวเรือน

เขตพื้นที่รับผิดชอบองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,251 ครัวเรือน จากการสำรวจ จปฐ. ปี 2554 สำรวจได้ 1,251 ครัวเรือน พบว่ามีครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำกว่าเกณฑ์ จปฐ. 2554 คือ 23,000 บาท / ปี จำนวน 11 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 0.88 และรายได้ตั้งแต่ 23,000 บาท / ปี ขึ้นไป 1,240 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 99.12

ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐานของครัวเรือน (จปฐ) ปี 2554 คนในครัวเรือนมีรายได้เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 23,000 ต่อปี

ตารางที่ 2.3 รายได้ – รายจ่ายของครัวเรือน

รายชื่อหมู่บ้าน	**จำนวนคนในครัวเรือนทั้งหมด (คน)**	**รายได้เฉลี่ยบาทต่อคน/ปี**		**รายได้เมื่อเทียบ 23,000 บาท/คน/ปี**		
				ไม่ต่ำกว่า (ครัวเรือน)	**ต่ำกว่า (ครัวเรือน)**	**ต่ำกว่าร้อยละ**
หมู่ 1 บ้านเสิงสาง	155	38,853.	55	44	-	-
หมู่ 2 บ้านสระประทีป	570	55,303.	59	143	-	-
หมู่ 3 บ้านบัวหลวง	8	83,850.	-	5	-	-
หมู่ 4 บ้านซับ	68	38,205.	88	16	-	-
หมู่ 5 บ้านหนองหลักศิลา	585	62,022.	13	178	4	2.20
หมู่ 6 บ้านดงเย็น	245	83,424.	53	92	-	-
หมู่ 7 บ้านหนองไผ่น้อย	600	79,149.	-	179	1	0.56
หมู่ 8 บ้านรุ่งเรืองพัฒนา	30	51,366.	67	18	-	-
หมู่ 9 บ้านหนองไผ่ใหญ่	298	83,511.	32	139	-	-
หมู่ 10 บ้านประชาสันต์	413	97,950.	85	137	-	-

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

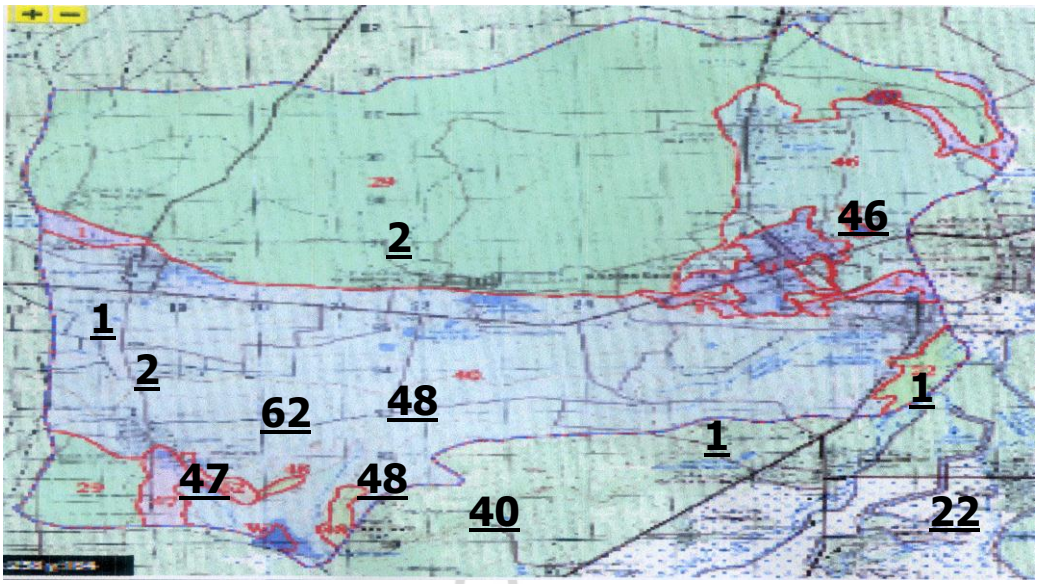
รายชื่อหมู่บ้าน	จำนวนคนในครัวเรือนทั้งหมด (คน)	รายได้เฉลี่ยบาทต่อคน/ปี		รายได้เมื่อเทียบ 23,000 บาท/คน/ปี		
				ไม่ต่ำกว่า (ครัวเรือน)	ต่ำกว่า (ครัวเรือน)	ต่ำกว่าร้อยละ
หมู่ 11 บ้านบัวคำ	17	146,176.	47	8	-	-
หมู่ 13 บ้านหนองรังงาม	213	43,277.	46	49	1	2.00
หมู่ 14 บ้านไผ่สามัคคี	430	47,475.	93	113	5	4.24
หมู่ 15 บ้านรุ่งสว่างสามัคคี	19	36,842.	11	6	-	-
รายชื่อหมู่บ้าน	**จำนวนคนในครัวเรือนทั้งหมด (คน)**	**รายได้เฉลี่ยบาทต่อคน/ปี**		**รายได้เมื่อเทียบ 23,000 บาท/คน/ปี**		
				ไม่ต่ำกว่า (ครัวเรือน)	**ต่ำกว่า (ครัวเรือน)**	**ต่ำกว่าร้อยละ**
หมู่ 16 บ้านสระประทุม	354	52,343.	16	113	-	-
รวมทั้งสิ้น	**4,005**	**65,731.**	**29**	**1,240**	**11**	**0.88**

หมายเหตุ : จำนวนประชากรที่อาศัยอยู่จริงจากการสำรวจนี้ อาจไม่เท่ากับจำนวนประชากรที่มีอยู่ในทะเบียนบ้านได้ อ้างอิงจาก สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเสิงสาง

2.3 ลักษณะการใช้พื้นที่เกษตรกรรม

2.3.1 คุณสมบัติของดิน

ลักษณะของพื้นที่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง มีพื้นที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การปลูกพืชไร่ และพืชสวน



รูปที่ 2.3 การแสดงชนิดของกลุ่มชุดดินและคำแนะนำในการปลูกพืช

** อ้างอิงจาก : โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช เวอร์ชั่น 53 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แผ่น 1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ **

ตารางที่ 2.4 การแสดงของกลุ่มชุดดินและคำแนะนำในการปลูกพืช

กลุ่มชุดดิน	คำแนะนำในการปลูกพืช	
1	เหมาะแก่การปลูกข้าว	ไม่เหมาะในการปลูกข้าวโพด เนื่องจากมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน
		ไม่เหมาะในการปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน
		ไม่เหมาะในการปลูกอ้อย เนื่องจากมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน
		ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา
22	เหมาะแก่การปลูกข้าว	ไม่เหมาะในการปลูกข้าวโพด เนื่องจากมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน
		ไม่เหมาะในการปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน
		ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	คำแนะนำในการปลูกพืช	
29	เหมาะแก่การปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย	ไม่เหมาะในการปลูกข้าว เนื่องจากสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง และมีความลาดชัน ยากต่อการกักเก็บน้ำสำหรับปลูกข้าว
		ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา
40	เหมาะแก่การปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย	ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา
46	เหมาะแก่การปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย	ไม่เหมาะในการปลูกข้าว เนื่องจากสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง และมีความลาดชัน ยากต่อการกักเก็บน้ำสำหรับปลูกข้าว
		ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา
47	เหมาะแก่การปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย	ไม่เหมาะในการปลูกข้าว เนื่องจากสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง และมีความลาดชัน ยากต่อการกักเก็บน้ำสำหรับปลูกข้าว
		ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา
48	เหมาะแก่การปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย	ไม่เหมาะในการปลูกข้าว เนื่องจากสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง และมีความลาดชัน ยากต่อการกักเก็บน้ำสำหรับปลูกข้าว
		ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 1,800 มิลลิเมตรต่อปี
		ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	คำแนะนำในการปลูกพืช
62	ไม่เหมาะในการปลูกข้าวเนื่องจากเป็นพื้นที่เนินเขาและภูเขาลาดชันสูงยากต่อการกักเก็บน้ำสำหรับปลูกข้าว
	ไม่เหมาะในการปลูกข้าวโพด เนื่องจากเป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันสูง เกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย
	ไม่เหมาะในการปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากเป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย
	ไม่เหมาะในการปลูกอ้อย เนื่องจากเป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย
	ไม่เหมาะในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเป็นพื้นที่ภูเขาสูงชัน
	ไม่เหมาะในการปลูกยางพารา เนื่องจากมีปริมาณฝนน้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี และไม่ อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกยางพารา

** อ้างอิงจาก : โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช เวอร์ชั่น 53 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แผ่น 1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ **

2.3.2 ข้อมูลด้านการปลูกพืช

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลด้านการปลูกพืช

หมู่	ชื่อหมู่บ้าน	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่อยู่อาศัย (ไร่)	พื้นที่ทำการเกษตร (ไร่)	จำแนกพื้นที่เป็น					
					นา (ไร่)	พืชไร่ (ไร่)	ไม้ผล/ไม้ยืนต้น (ไร่)	พืชผัก (ไร่)	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (ไร่)	อื่น ๆ (ไร่)
1	เสิงสาง	5,042	310	4,732	746	3,806	50	-	20	110
2	สระประทีป	5,910	200	5,710	250	4,856	239	30	15	320
3	บัวหลวง	3,810	210	3,600	-	3,340	-	-	-	260
4	ซับ	5,020	203	4,817	660	3,932	160	-	-	65
5	หนองหลักศิลา	5,930	100	5,830	35	5,430	230	15	-	120
6	ดงเย็น	2,900	180	2,720	35	2,545	60	-	-	80
7	หนองไผ่น้อย	3,795	200	3,595	120	3,214	85	-	36	140
8	รุ่งเรืองพัฒนา	3,150	210	2,940	240	2,510	120	20	-	50
9	หนองไผ่ใหญ่	4,725	210	4,515	-	4,335	30	-	-	150
10	ประชาสันต์	5,010	210	4,800	540	4,070	105	20	30	35
11	บัวคำ	3,630	210	3,420	60	3,193	107	-	-	60
13	หนองรังงาม	2,865	210	2,655	100	2,500	25	-	-	30
14	ไผ่สามัคคี	3,840	202	3,638	150	3,328	110	-	-	50

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

หมู่	ชื่อหมู่บ้าน	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่อยู่อาศัย (ไร่)	พื้นที่ทำการเกษตร (ไร่)	จำแนกพื้นที่เป็น					
					นา (ไร่)	พืชไร่ (ไร่)	ไม้ผล/ไม้ยืนต้น (ไร่)	พืชผัก (ไร่)	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (ไร่)	อื่น ๆ (ไร่)
15	รุ่งสว่างสามัคคี	3,237	287	2,950	180	2,620	50	55	-	45
16	สระประทุม	3,810	210	3,600	205	3,167	24	-	24	180
รวมทั้งสิ้น 15 หมู่บ้าน		62,674	3,152	59,522	3,321	52,846	1,395	140	125	1,695

** อ้างอิงจาก: สำนักงานเกษตรอำเภอเสิงสาง **

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 เครื่องมือและข้อมูลที่ใช้การศึกษา

เครื่องมือและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- เครื่องคอมพิวเตอร์
- แผนที่ภูมิประเทศ 1 ต่อ 50000
- ภาพถ่ายทางอากาศ
- เครื่องคำนวณ
- ข้อมูลต้นทุนการปลูกพืช ได้แก่ ต้นทุนการปลูกพืชจากการใช้น้ำฝนในพื้นที่เกษตรกรรม ต้นทุนการปลูกพืชจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตน้ำใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม และต้นทุนการปลูกพืชจากการใช้พลังงานเครื่องยนต์เพื่อผลิตน้ำใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม
- ข้อมูลจากโปรแกรมการจัดเก็บภาษี

3.2 ขั้นตอนการศึกษา ในการศึกษาการทำโครงการมีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

สำรวจรายได้และรายจ่ายของการทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมที่ใช้น้ำฝนจากธรรมชาติ และวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในช่วง 5 ปีของการลงทุน และสำรวจรายได้และรายจ่ายของการทำการทำเกษตรกรรมเกษตรกรรมที่ใช้ระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้าและเครื่องยนต์ และวิเคราะห์ความความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในช่วง 5 ปีของการลงทุน เพื่อเปรียบเทียบกับการทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิม ผลการวิเคราะห์จะใช้เป็นข้อมูลสำหรับจัดทำแผนการขยายไฟฟ้าในตำบลเสิงสาง

3.3 ข้อมูลและการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.3.1 ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

3.3.1.1 รายได้และต้นทุนการปลูกพืชจากการใช้น้ำฝนจากธรรมชาติในพื้นที่เกษตรกรรม รายละเอียดดังนี้

- ต้นทุนการปลูกและดูแลรักษา ได้แก่ ค่าปุ๋ยคอก ค่าไถพรวนดิน ค่าท่อนพันธุ์ ค่าปลูก ค่ายากำจัดวัชพืช (แบบเผาไหม้) ค่ายากำจัดวัชพืช (แบบดูดซึม) ค่าแรงกำจัดวัชพืช ค่าแรง และค่ารถ

- รายได้และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวต่อไร่ ได้แก่ ผลผลิต และราคาผลิต

3.3.1.2 รายได้และต้นทุนการปลูกพืชจากการใช้ระบบบ่อบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

- ต้นทุนการปลูกและดูแลรักษา ได้แก่ ค่าปุ๋ยคอก ค่าไถพรวนดิน ค่าท่อนพันธุ์ ค่าปลูก ค่ายากำจัดวัชพืช (แบบเผาไหม้) ค่ายากำจัดวัชพืช (แบบดูดซึม) ค่าแรงกำจัดวัชพืช ค่าแรง ค่ารถ และค่าวางระบบท่อในพื้นที่แปลงเกษตร (เป็นค่าใช้จ่ายที่ลงทุนเพียงครั้งเดียว)
- ต้นทุนในการจัดหาแหล่งน้ำ ได้แก่ ค่าเจาะน้ำบาดาล ค่าเครื่องสูบน้ำ ค่าวางระบบท่อในบ่อบาดาล ค่าทำถังเก็บน้ำ และค่ามิเตอร์และระบบไฟฟ้า (เป็นค่าใช้จ่ายที่ลงทุนครั้งเดียว)
- ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า
- ต้นทุนบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์
- รายได้และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวต่อไร่ ได้แก่ ผลผลิต ราคาผลิต รายได้

3.3.1.3 รายได้และต้นทุนการปลูกพืชด้วยระบบบ่อบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ รายละเอียดดังนี้

- ต้นทุนการปลูกและดูแลรักษา ได้แก่ ค่าปุ๋ยคอก ค่าไถพรวนดิน ค่าท่อนพันธุ์ ค่าปลูก ค่ายากำจัดวัชพืช (แบบเผาไหม้) ค่ายากำจัดวัชพืช (แบบดูดซึม) ค่าแรงกำจัดวัชพืช ค่าแรงงาน ค่ารถ และค่าวางระบบท่อในพื้นที่แปลงเกษตร (ค่าใช้จ่ายที่ลงทุนเพียงครั้งเดียว)
- ต้นทุนในการจัดหาแหล่งน้ำ ได้แก่ ค่าเจาะน้ำบาดาล ค่าเครื่องสูบน้ำ ค่าวางระบบท่อในบ่อบาดาล ค่าทำถังเก็บน้ำ ค่าเครื่องยนต์ และเครื่องปั่นกระแสไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่ลงทุนเพียงครั้งเดียว
- ต้นทุนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
- ต้นทุนบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์
- รายได้และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวต่อไร่ ได้แก่ ผลผลิต และราคาผลิต

3.3.2 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.3.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

เกณฑ์การตัดสินใจ

- มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น บวก จะยอมรับโครงการ
- มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น ลบ จะปฏิเสธรับโครงการ

3.3.2.2 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio) เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในโครงการ ถ้า B/C ratio มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับที่ลงทุนไป แต่ถ้าค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการไม่คุ้มกับเงินลงทุนที่เสียไป

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย}}$$

3.3.2.3 อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก

หลักเกณฑ์ กิจการจะตอบรับโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ ตอบรับโครงการลงทุนเมื่อ IRR > r

วิธี IRR ใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบมูลค่าของเงิน 2 ประเภท คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ณ จุดเวลาเดียวกันเพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการวางแผนให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และงบประมาณที่เหมาะสม

บทที่ 4
ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคุ้มทุนในการจัดทำระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าเพื่อเกษตรกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการขยายเขตไฟฟ้าในตำบลเสิงสาง จากการลงพื้นที่ศึกษา พบว่าเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ฤดูเพาะปลูกเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึง เดือนพฤษภาคม ของทุกปี ฤดูกาลเก็บเกี่ยวเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง เดือนเมษายน ของทุกปี เกษตรกรต้องประสบกับสภาพปัญหาจากภัยธรรมชาติ ได้แก่ ภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง ภัยจากแมลงศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรต้องแบกรับภาระ ค่าครองชีพและต้นทุนในการประกอบอาชีพที่สูงขึ้น การวางระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ อาจช่วยแก้ปัญหาภัยแล้งนี้ได้ การจะใช้พลังงานไฟฟ้าจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล โดยการขยายเขตไฟฟ้า ซึ่งจะมีงบลงทุนประมาณ **1,418,000** บาท ในพื้นที่เกษตรกรรมบ้านหนองไผ่ใหญ่ หมู่ 9 และบ้านไผ่สามัคคี หมู่ 14 เนื้อที่ทั้งหมด 850 ไร่ (รายละเอียดคำนวณแสดงภาคผนวก ก.) เพื่อเป็นส่วนสนับสนุนโครงการดังกล่าว ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนของเกษตรกรในการจัดทำระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า และเปรียบเทียบกับการทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมที่อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ โดยสมมติว่าเกษตรกรไม่ประสบกับปัญหาภัยแล้ง

4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุน โดยมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV)

การวิเคราะห์ทำโดยการพิจารณาราคาผลผลิตต่อหน่วย 2 บาท อัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 8 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุนในระยะเวลา 5 ปี ด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) สรุปผลได้ดังนี้ การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า มีมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 10,607.67 บาท/ไร่ ส่วนการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม มีค่าเท่ากับ 4,952.28 บาท/ไร่ และการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ มีค่าเท่ากับ - 1,695.13 บาท/ไร่ ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุน โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

รายการ	ระบบดั้งเดิม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานเครื่องยนต์
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท/ไร่)	4,952.28	10,607.67	- 1,695.13

4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio: B/C ratio)

จากการคำนวณการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ในระยะเวลา 5 ปี จะพบว่า การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.38 ส่วนการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม มีค่าเท่ากับ 1.35 และการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ มีค่าเท่ากับ 0.96 ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio: B/R ratio)

รายการ	ระบบดั้งเดิม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานเครื่องยนต์
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน	1.35	1.38	0.96

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR) ในระยะเวลา 5 ปี จะพบว่า การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิมมีอัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR) สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 46 ส่วนการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า มีค่าเท่ากับร้อยละ 34 และการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ มีค่าเท่ากับร้อยละ 5 ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.3 ค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการเป็นตัวเลขที่เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการลงทุน จึงทำให้การเกษตรกรรมแบบดั้งเดิม ซึ่งมีการลงทุนต่ำมีค่า IRR ที่สูงกว่าการทำการเกษตรกรรมด้วยระบบอื่น แต่หากพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ได้แล้ว จะพบว่าการทำเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อบาดาลและจ่ายน้ำด้วยระบบไฟฟ้ามีรายได้ที่มากกว่ามาก

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR)

รายการ	ระบบดั้งเดิม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานเครื่องยนต์
อัตราส่วนผลตอบแทนของโครงการ	46%	34%	5%

4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period)

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period) จะพบว่า การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม และระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า มีระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period) ที่น้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3 ปี ส่วนการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ ไม่สามารถหาระยะเวลาคืนทุนได้ หรือกล่าวได้ว่าโครงการนี้ไม่ก่อให้เกิดผลกำไร

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period)

รายการ	ระบบดั้งเดิม	พลังงานไฟฟ้า	พลังงานเครื่องยนต์
ระยะเวลาในการคืนทุนของโครงการ	3 ปี	3 ปี	ไม่ก่อให้เกิดผลกำไร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แม้ว่าการเกษตรกรรมด้วยวิธีแบบดั้งเดิมจะมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับการเกษตรกรรมด้วยระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยไฟฟ้า แต่ผลตอบแทนที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยมีค่าเท่ากับ 19,164 และ 38,330 บาท ตามลำดับ

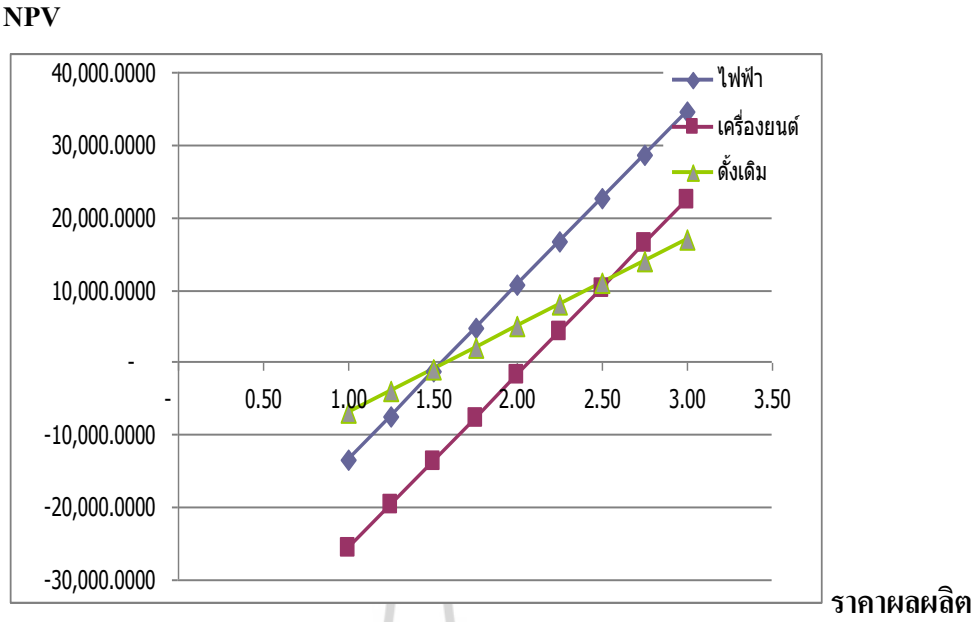
4.5 การวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis)

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) เพื่อให้เข้าใจสภาวะเศรษฐศาสตร์ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งอาจจะการเปลี่ยนแปลงต้นทุนและอัตราดอกเบี้ย ผลการวิเคราะห์สามารถใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนในอนาคต (หากเกษตรกรยังไม่ลงทุนในช่วงเวลาปัจจุบัน) งานวิจัยนี้ได้พิจารณาตัวแปรอิทธิพลหลัก 2 ตัวแปร ได้แก่ ราคาผลผลิตต่อหน่วย และอัตราดอกเบี้ย

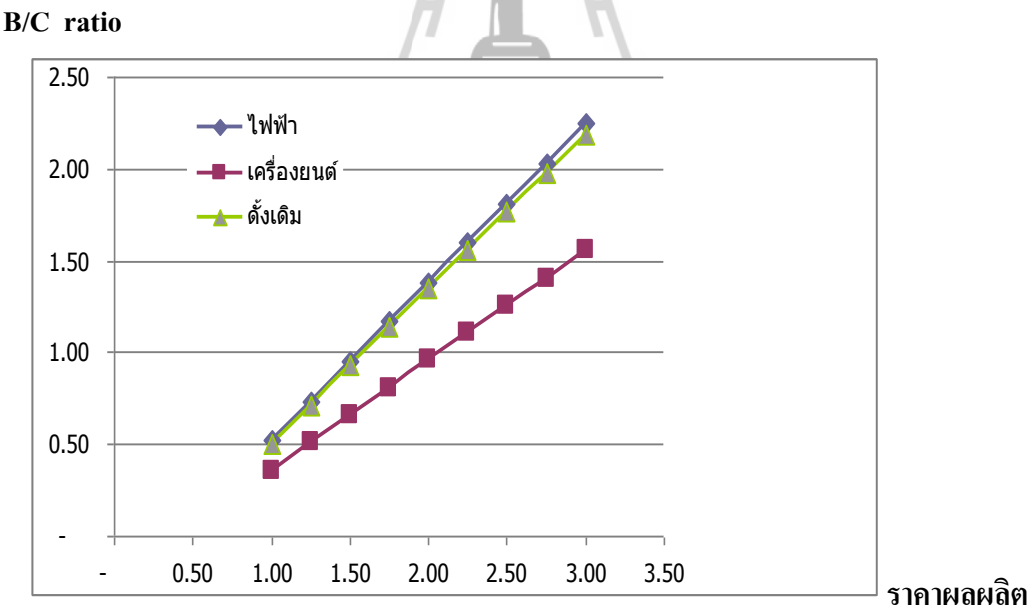
4.5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงราคาผลผลิตต่อหน่วย

รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม บ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า และบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ เมื่อพิจารณาอัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 8 และการลงทุนในระยะเวลา 5 ปี จะพบว่ามูลค่าปัจจุบัน (NPV) ของการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม การเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า และการเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ มีค่าเพิ่มขึ้นตามราคาผลผลิตที่เพิ่มขึ้น การเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมและการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ราคาผลผลิตมากกว่า 1.50 บาทต่อหน่วย ให้มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็นบวก ส่วนเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ ราคาผลผลิตต่อหน่วยต้องมากกว่า 2.20 บาท

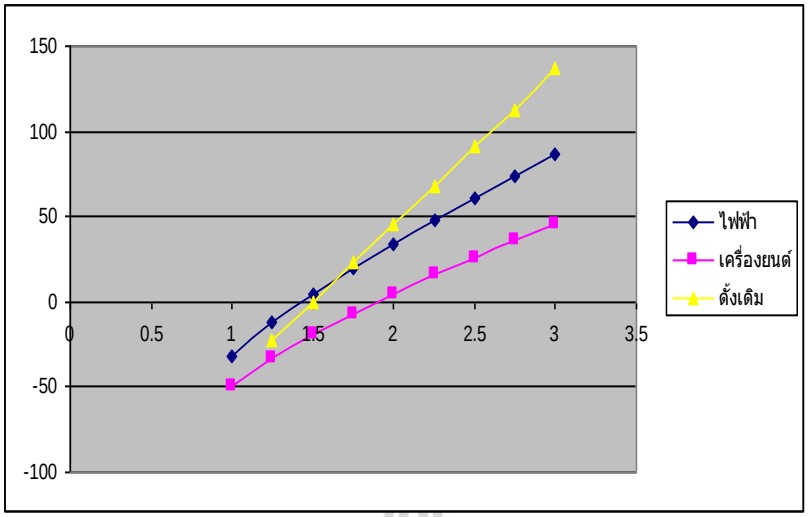
รูปที่ 4.2 และ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return, IRR) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม บ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า และบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ ตามลำดับ จากกราฟพบว่า เมื่อราคาผลผลิตเพิ่มขึ้นสำหรับการเกษตรกรรมทั้ง 3 ประเภท ผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return, IRR) จะมีค่ามากกว่า 1.0 และมีค่าเป็นบวก ตามลำดับ เมื่อราคาต่อหน่วยมากกว่า 1.50 บาท สำหรับการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม และการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า และเมื่อราคาต่อหน่วยมากกว่า 2.20 บาท สำหรับการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และราคาผลผลิตต่อหน่วย



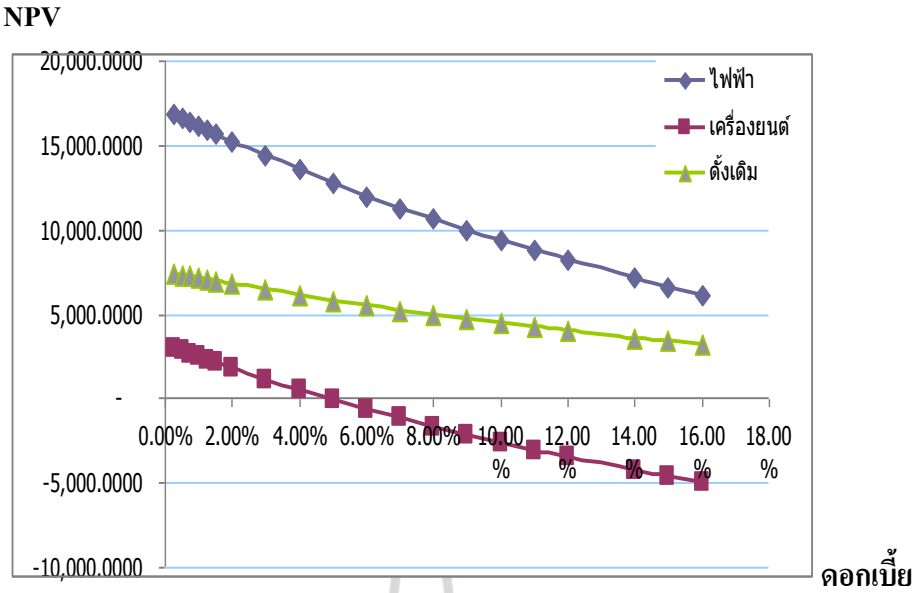
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และราคาผลผลิตต่อหน่วย



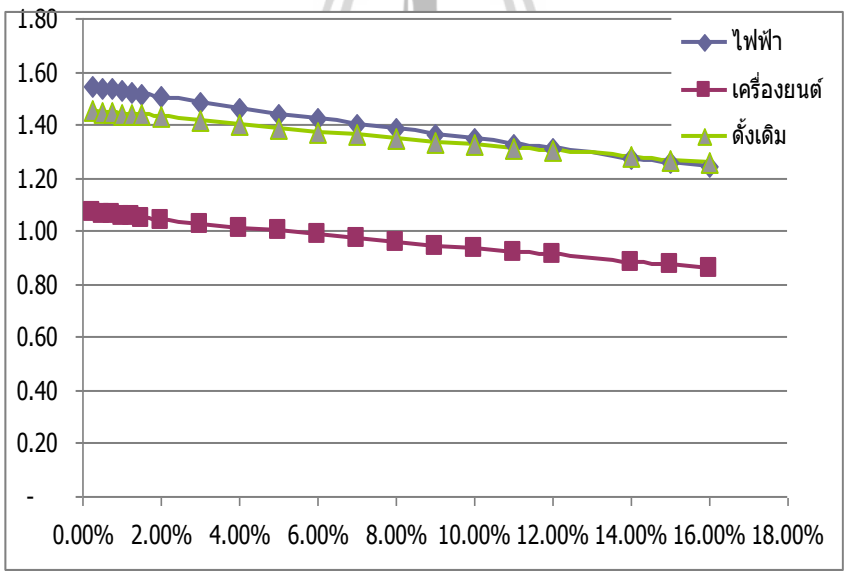
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of return :IRR) และราคาผลผลิตต่อหน่วย

4.5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย

รูปที่ 4.4 และ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย สำหรับการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม บ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า และบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาราคาต่อหน่วยเท่ากับ 2 บาท และการลงทุนในระยะเวลา 5 ปี เมื่ออัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้น มูลค่าเงินปัจจุบัน(NPV) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนจะมีค่าลดลง แม้ว่าอัตราดอกเบี้ยอาจเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจจนถึงร้อยละ 16 แต่การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม บ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า ยังคงให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ หากอัตราดอกเบี้ยเกินกว่าร้อยละ 5



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราดอกเบี้ย



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราดอกเบี้ย

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ด้วยเงื่อนไขดังนี้ราคาขายผลผลิตต่อหน่วย 2 บาท อัตราดอกเบี้ยเท่ากับร้อยละ 8 และเปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุนในระยะเวลา 5 ปี การทำเกษตรกรรมด้วยวิธีดั้งเดิม มีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เท่ากับ 4,952.28 บาท/ไร่ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio) เท่ากับ 1.35 อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 46 การทำเกษตรกรรมโดยใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า มีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เท่ากับ 10,607.67 บาท/ไร่ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio) เท่ากับ 1.38 อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 34

การทำเกษตรกรรมโดยใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เท่ากับ - 1,695.13 บาท/ไร่ ในเวลา 5 ปีของการลงทุน อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio) เท่ากับ 0.96 และอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 5 ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของกรณีศึกษาทั้งสาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง 5.1 สรุปผลกรณีศึกษา

กรณีศึกษา	คืนทุน(ปี)	NPV	B/C	IRR
การปลูกพืชจากการใช้น้ำฝนในพื้นที่เกษตรกรรม	3	4,952.28	1.3484	46%
การปลูกพืชจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตน้ำ	3	10,607.67	1.3826	34%
การปลูกพืชจากการใช้พลังงานเครื่องยนต์เพื่อผลิต	5	- 1,695.13	0.9576	5%

การวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบดั้งเดิม และบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า ควรจะลงทุนเมื่อราคาผลผลิตต่อหน่วยมากกว่า 1.50 บาท และอัตราดอกเบี้ยน้อยกว่าร้อยละ 40 และ 30 ตามลำดับ การทำเกษตรกรรมโดยใช้ระบบบ่อน้ำ

บาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ ควรจะลงทุนเมื่อราคาผลผลิตต่อหน่วยมากกว่า 2.20 บาท และอัตราดอกเบี้ยน้อยกว่าร้อยละ 5

แม้ว่าการลงทุนโครงการขยายไฟฟ้าในพื้นที่เกษตรกรรมโดยหน่วยงานภาครัฐจะไม่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ แต่ประโยชน์ที่จะได้รับจากการลงทุนโครงการขยายเขตไฟฟ้าในพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ การเพิ่มรายได้และเพิ่มผลิตให้แก่เกษตรกร ลดความเสี่ยงจากภัยแล้งและฝนทิ้งช่วง อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาสังคมในพื้นที่ดังกล่าว เช่น ปัญหาว่างงาน และปัญหายาเสพติด เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

องค์การบริหารส่วนตาบลเสิงสาง. (2554) **แผนพัฒนาสามปี ประจาปีงบประมาณ 2555- 2557**. องค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จัวหวัดนครราชสีมา

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2554) **แนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า.**

ภาคผนวก ก.

1. รายการคำนวณการวิเคราะห์หาต้นทุนและผลตอบแทน ภายในระยะเวลา 5 ปี กรณีการเกษตรกรรมที่อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ

1.1 พื้นที่

จากข้อมูลจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสางพบว่า พื้นที่เกษตรกรรมมีจำนวนทั้งสิ้น 58 แปลง ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 850 ไร่

1.2 ต้นทุนการลงทุนเกษตรกรรมม

จากการลงสนามเพื่อเก็บข้อมูลจากเกษตรกรในพื้นที่การศึกษา ได้ต้นทุนการลงทุนดังนี้

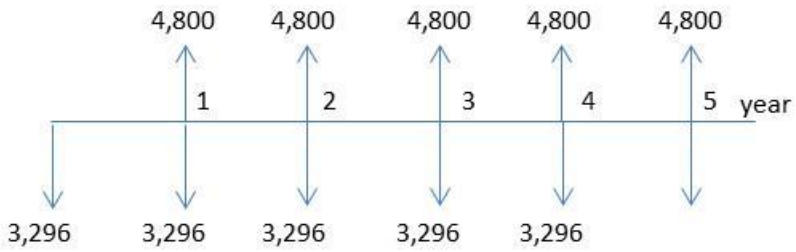
- ค่าปุ๋ยคอก	1,500	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าไถ พรวนดิน	270	บาท /ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	150	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าปลูก	300	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- กำจัดวัชพืช(ค่ายาชนิดเผาไหม้)	100	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- กำจัดวัชพืช(ค่ายาชนิดดูดซึม)	56	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าแรงกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง	200	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
รวมค่าใช้จ่ายถ้าลงทุน 1 ครั้ง	2,576	บาท/ไร่	
รวมค่าใช้จ่ายถ้าลงทุน 2 ครั้ง	3,296	บาท/ไร่	(ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)
รวมค่าใช้จ่ายถ้าลงทุน 3 ครั้ง	4,016	บาท/ไร่	

1.3 รายได้

จากการลงพื้นที่สำรวจเกษตร ได้ข้อมูลรายได้ดังนี้

- ปริมาณผลผลิต	3,000	กิโลกรัม/ไร่	
- ราคาขายผลผลิต	2	บาท/กิโลกรัม	
- รายได้ที่ได้รับ	6,000	บาท/ไร่	
- รายจ่ายค่าแรงและค่ารถ	1,200	บาท/ไร่	
รวมรายได้สุทธิ	4,800	บาท/ไร่	(ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

1.4 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ การเกษตรกรรมด้วยวิธีดั้งเดิม



หน่วย : บาท

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 1 = -3,296 x (1 x i)

= -3,296 x (1 x0.08)

= -3,559.68

กำไร/ขาดทุน = -3,559.68 – 3,296 + 4,800

= -2,055.68

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 2 = -2,055.68 x (1 x i)

= -2,055.68 x (1 x0.08)

= -2,220.13

กำไร/ขาดทุน = -2,220.13 – 3,296 + 4,800

= -716.13

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 3 = -716.13 x (1 x i)

= -716.13 x (1 x0.08)

= -773.42

กำไร/ขาดทุน = -773.42 – 3,296 + 4,800

= +730.58

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ = 4,800(P/A , 8%,5)

= 4,800(3.9927)

= 19,164.96

มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย = 3,296 + 3,296 (P/A , 8% , 4)

= 3,296 +(3,296 x 3.3121)

= 14,212.68

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = 19,164 – 14,212.68 = 4,952.28

- อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย}}$$

$$\text{B/C ratio} = \frac{19,164}{14,212.68}$$

B/C ratio = 1.35

- อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

IRR = 46%

จากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ การเกษตรกรรมโดยใช้น้ำฝนจากธรรมชาติ มีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เท่ากับ 4,952.28 บาท/ไร่ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio เท่ากับ 1.35 อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) เท่ากับ 46%

2. การวิเคราะห์หาต้นทุนและผลตอบแทน ภายในระยะเวลา 5 ปี ของการเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและการจ่ายไฟฟ้าด้วยพลังงานไฟฟ้า จะใช้ข้อมูลการเกษตรกรรมโดยใช้น้ำฝนจากธรรมชาติมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน อันได้แก่ พื้นที่การเพาะปลูก และต้นทุนการลงทุนเพาะปลูก เป็นต้น

2.1 ต้นทุนการขยายเขตไฟฟ้า

- แผนกแรงสูง ปักเสาคอนกรีตอัดแรงขนาด 12 เมตร จำนวน 26 ต้น พาดสายอลูมิเนียมแกนเหล็กขนาด 50 ตารางเซนติเมตร จำนวน 2 เส้น ระยะทาง 2,000 เมตร ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 530,00 บาท
- แผนกหม้อแปลง ติดตั้งหม้อแปลงระบบ 1 เฟส 22,000-46 โวลท์ ขนาด 30 เควีเอ จำนวน 2 เครื่อง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 240,000 บาท
- แผนกแรงต่ำ ปักเสาคอนกรีต อัดแรง ขนาด 8 เมตร จำนวน 54 ต้น พาดสายอลูมิเนียมหุ้มฉนวนและเปลือย ขนาด 50 ตารางเซนติเมตร อย่างละ 1 เส้น ระยะทาง 2,700 เมตร ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 648,000 บาท รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด 1,418,000 บาท

2.2 พื้นที่ จำนวน 58 แปลง/ราย พื้นที่ ทั้งหมด 850 ไร่ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง

2.3 ต้นทุนการลงทุนทำเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า จากการลงพื้นที่ พบว่า ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเป็นดังนี้

- ค่าปุ๋ยคอก	1,500	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าไถ พรวนดิน	270	บาท /ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	150	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าปลูก	300	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- กำจัดวัชพืช (ค่ายาชนิดเผาไหม้)	100	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- กำจัดวัชพืช (ค่ายาชนิดดูดซึม)	56	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าแรงกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง	200	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าวางระบบท่อในแปลงเกษตร	2,000	บาท/ไร่	(ลงทุนครั้งเดียว)
รวมค่าใช้จ่ายลงทุน 1 ครั้ง	4,576	บาท/ไร่	(ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

2.4 ต้นทุนการลงทุนจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์

จากการสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรที่มีระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า ในพื้นที่ใกล้เคียง พบว่าค่าใช้จ่ายประกอบด้วย

- ค่าเจาะน้ำบาดาล	35,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าเครื่องสูบน้ำ	23,500	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าวางระบบท่อในบ่อบาดาล	5,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าก่อสร้างถังเก็บน้ำ	5,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าติดตั้งมิเตอร์และระบบไฟฟ้า	12,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
รวม	80,500	บาท/แปลง	

คิดเฉลี่ยต่อไร่ $\frac{80,500 \times 58}{850}$ = 5,492.94 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

2.5 ต้นทุนค่าใช้ไฟฟ้า

รายค่าค่าไฟฟ้ามาตรฐานในพื้นที่เป็นดังนี้

- ช่วงเดือน พ.ค.-ต.ค.	9,000	บาท/ปี	(ลงทุนทุกปี)
- ช่างเดือน พ.ย. –เม.ย.	12,000	บาท/ปี	(ลงทุนทุกปี)
รวม	21,000	บาท/ปี	

คิดเฉลี่ยต่อไร่ $\frac{21,000 \times 58}{850}$ = 1,432.94 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

2.6 ต้นทุนค่าค่าบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์

จากข้อมูลของเกษตรกรที่มีมีระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า ในพื้นที่ใกล้เคียง พบว่าค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเป็นดังนี้

-ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ ระบบท่อ 10,000 บาท/ปี

คิดเฉลี่ยต่อไร่ $\frac{10,000 \times 58}{850}$ = 682.35 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.7 รายได้

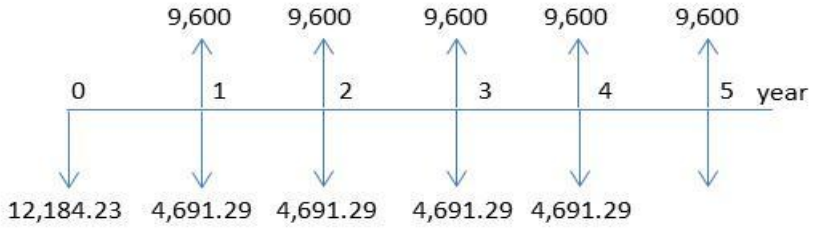
จากข้อมูลของเกษตรกรที่มีมีระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า ในพื้นที่ใกล้เคียง พบว่ารายได้ที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ -ปริมาณผลผลิต

6,000 กิโลกรัม/ไร่

- ราคาขายผลผลิต	2	บาท/กิโลกรัม	
- รายได้ที่ได้รับ	12,000	บาท/ไร่	
- รายจ่ายค่าแรงและค่ารถ	2,400	บาท/ไร่	
รวมรายได้สุทธิ	9,600	บาท/ไร่	(ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

2.8 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า



หน่วย : บาท

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 1 = -12,184.23x (1 x i)

= -12,184.23 x (1 x0.08)

= -13,158.97

กำไร/ขาดทุน = -13,158.23 – 4,691.29+ 9,600

= -8,250.25

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 2 = -8,250.25x (1 x i)

= -8,250.25 x (1 x0.08)

= -8,910.27

กำไร/ขาดทุน = -8,910.27 – 4,691.29+ 9,600

= -4,001.56

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 3 = -4,001.56 x (1 x i)

= -4,001.56 x (1 x0.08)

= - 4,3321.68

กำไร/ขาดทุน = -4,321.68– 4,691.29+ 9,600

= +587.02

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ = 9,600(P/A , 8%,5)

= 9,600(3.9927)

= 38,329.92

มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย = 12,184.23 + 4,691.29 (P/A , 8% , 4)

= 12,184.23 +(4,691.29 x 3.3121)

= 27,722.26

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ – มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

แทนค่า มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = 38,329.92 – 27,722.26 = 10,607.668

- อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย}}$$

แทนค่า

$$\text{B/C ratio} = \frac{38,329.92}{27,722.26}$$

B/C ratio = 1.3826

- อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

IRR = 34%

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการเกษตรกรรมด้วยระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้า พบว่า โครงการนี้เป็นโครงการที่น่าลงทุน โดยมีระยะเวลาคืนทุนในปีที่ 3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เท่ากับ 10,607.67 บาท/ไร่ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio เท่ากับ 1.38 อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) เท่ากับ 34%

3. การวิเคราะห์หาต้นทุนและผลตอบแทน ภายในระยะเวลา 5 ปี ของการเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเกษตรกรรมด้วยระบบบ่อน้ำบาดาลและการจ่ายไฟฟ้าด้วยพลังงานไฟฟ้า จะใช้ข้อมูลการเกษตรกรมมโดยใช้น้ำฝนจากธรรมชาติมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน อันได้แก่ พื้นที่การเพาะปลูก และต้นทุนการลงทุนเพาะปลูก เป็นต้น

3.1 พื้นที่ จำนวน 58 แปลง/ราย พื้นที่ ทั้งหมด 850 ไร่ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมจัดเก็บภาษีบำรุงท้องที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลเสิงสาง

3.2 ต้นทุนการลงทุนการเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ ประกอบด้วย

- ค่าปุ๋ยคอก	1,500	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าไถ พรวนดิน	270	บาท /ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	150	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าปลูก	300	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- กำจัดวัชพืช (ค่ายาชนิดเผาไหม้)	100	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- กำจัดวัชพืช (ค่ายาชนิดดูดซึม)	56	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าแรงกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง	200	บาท/ไร่	(ลงทุนทุกปี)
- ค่าวางระบบท่อในแปลงเกษตร	2,000	บาท/ไร่	(ลงทุนครั้งเดียว)
รวมค่าใช้จ่ายลงทุน 1 ครั้ง	4,576	บาท/ไร่	(ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

3.3 ต้นทุนการลงทุนจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์

- ค่าเจาะน้ำบาดาล	35,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าเครื่องสูบน้ำ	23,500	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าวางระบบท่อในบ่อบาดาล	5,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าก่อสร้างถังเก็บน้ำ	5,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
- ค่าเครื่องยนต์และเครื่องปั่นไฟฟ้า	50,000	บาท/แปลง	(ลงทุนครั้งเดียว)
รวม	118,500	บาท/แปลง	

คิดเฉลี่ยต่อไร่ $\frac{118,500 \times 58}{850}$ = 8,085.88 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

3.4 ต้นทุนค่าใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ได้จากการเก็บข้อมูลของพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานเครื่องยนต์เพื่อผลิตน้ำใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นราคามาตรฐาน ในท้องถิ่น

- ช่วงเดือน พ.ค.-ต.ค. 18,000 บาท/ปี (ลงทุนทุกปี)
- ช่างเดือน พ.ย. –เม.ย. 36,000 บาท/ปี (ลงทุนทุกปี)

รวม 54,000 บาท/ปี

คิดเฉลี่ยต่อไร่ $\frac{54,000 \times 58}{850}$ = 3,684.71 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

3.5 ต้นทุนค่าค่าบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ ได้จากการเก็บข้อมูลของพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานเครื่องยนต์เพื่อผลิตน้ำใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมใน เป็นราคามาตรฐาน ในท้องถิ่น

- ค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ ระบบท่อ 10,000 บาท/ปี

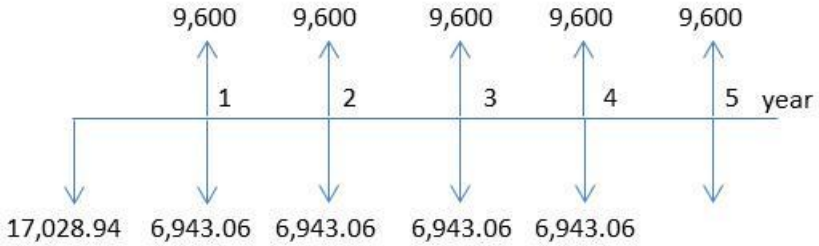
คิดเฉลี่ยต่อไร่ $\frac{10,000 \times 58}{850}$ = 682.35 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

3.6 รายได้ การเกษตรกรรมโดยใช้พลังงานเครื่องยนต์เพื่อผลิตน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมมีรายได้ดังนี้

- ปริมาณผลผลิต 6,000 กิโลกรัม/ไร่
- ราคาขายผลผลิต 2 บาท/กิโลกรัม
- รายได้ที่ได้รับ 12,000 บาท/ไร่
- รายจ่ายค่าแรงและค่าร 2,400 บาท/ไร่

รวมรายได้สุทธิ 9,600 บาท/ไร่ (ใช้วิเคราะห์ข้อมูล)

3.7 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ การเกษตรกรรมที่ใช้ระบบบ่อน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์



หน่วย : บาท

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 1 = -17,028.94 (1 x i)

= -17,028.94 x (1 x0.08)

= -18,391.26

กำไร/ขาดทุน = -18,391.26 – 6,943.06+ 9,600

= -15,734.32

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 2 = -15,734.32 (1 x i)

= -15,734.32x (1 x0.08)

= -16,993.06

กำไร/ขาดทุน = -16,993.06 – 6,943.06+ 9,600

= -14,336.12

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 3 = -14,336.12 (1 x i)

= -14,336.12x (1 x0.08)

= -15,483.01

กำไร/ขาดทุน = -15,483.01 – 6,943.06+ 9,600

= -12,826.07

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 4 = -12,826.07 (1 x i)

= -12,826.07x (1 x0.08)

= -13,852.16

กำไร/ขาดทุน = -13,852.16 – 6,943.06+ 9,600

= -11,195.22

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ปีที่ 5 = -11,195.22 (1 x i)

= -11,195.22x (1 x0.08)

= -12,090.83

กำไร/ขาดทุน = -12,090.83 + 9,600

= -2,490.83

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ = 9,600(P/A , 8%,5)

= 9,600(3.9927)

= 38,329.92

มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ = 17,028.94 + 6,943.06 (P/A , 8% , 4)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

= 17,028.94 +(6,943.06 x 3.3121)

= 40,025.05

มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = มูลค่าปัจจุบันเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันเงินสดจ่าย

แทนค่า มูลค่าปัจจุบัน (NPV) = 38,329.92 – 40,025.05 = - 1,695.13

- อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย}}$$

แทนค่า

$$\text{B/C ratio} = \frac{38,329.92}{40,025.05}$$

B/C ratio = 0.96

- อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

IRR = 5%

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการเกษตรกรรมด้วยระบบน้ำบาดาลและระบบจ่ายน้ำด้วยพลังงานเครื่องยนต์ พบว่า โครงการนี้ไม่มีความคุ้มทุนต่อการลงทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เท่ากับ -1,695.13 บาท/ไร่ ภายในเวลา 5 ปีของการลงทุน อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio เท่ากับ 0.96 และอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) เท่ากับ -5%

ภาคผนวก ข.

1. ข้อกำหนด แนวปฏิบัติ และระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง กับการขยายเขตไฟฟ้าในพื้นที่เกษตรกรรมของการไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค

บทที่ 1 นิยาม

1.1 ระบบแรงต่ำ (Low Voltage System) หมายถึงระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส ไม่เกิน 750 โวลต์

1.2 ระบบแรงสูง(High Voltage System)หมายถึงระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส เกิน 750โวลต์

1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) หมายถึง เครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล เพื่อประโยชน์ใช้สอยทั่วไป ที่ไม่ได้ใช้เพื่องานอุตสาหกรรมโดยตรง เช่น เตารีดไฟฟ้า เครื่องซักผ้า ฯลฯ

1.4 เครื่องอุปกรณ์ (Equipment) หมายถึง วัสดุ (Material) เครื่องประกอบ (Fitting) อุปกรณ์ (Device) เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) เครื่องกล (Machine) เครื่องมือ (Apparatus) ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนต่อเนื่องกับการติดตั้งทางไฟฟ้า

1.5 อุปกรณ์ (Device) หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า แต่ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าโดนตรง

1.6 แผงสวิตช์ (Switchboard) หมายถึง แผงเดี่ยวขนาดใหญ่หรือหลายแผงประกอบกัน ซึ่งใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ได้ทั้งด้านหน้า และด้านหลังของแผงสวิตช์ เช่น สวิตช์ อุปกรณ์ป้องกัน บัส ฯลฯ โดยทั่วไป แผงสวิตช์จะเข้าถึงได้ ทั้งด้านหน้า และด้านหลัง

1.7 แผงจ่ายไฟ (Panelboard) หมายถึง แผงเดี่ยวหรือกลุ่มของแผงเดี่ยว ที่ออกแบบให้ประกอบร่วมกันเป็นแผงเดียว โดยติดตั้งอยู่ในตู้ติดผนัง และสามารถเข้าถึงได้เฉพาะด้านหน้าเท่านั้น ประกอบด้วย บัส อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน อาจมีสวิตช์สำหรับควบคุมแสงสว่าง เครื่องทำความร้อน วงจรไฟฟ้ากำลัง

1.8 เมนสวิตช์ (Main switch) หมายถึง อุปกรณ์ปลด-สับวงจร ระหว่างสายเมนหลังมิเตอร์ของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กับสายวงจรของผู้ใช้ไฟ ประกอบด้วย เครื่องปลดวงจร และเครื่องป้องกันกระแสเกิน

1.9 สายเมน (Main service) หมายถึง สายไฟฟ้าที่ต่ออยู่ระหว่างมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับเมนสวิตช์

1.10 สายป้อน (Feeder) หมายถึง สายไฟฟ้าที่ต่ออยู่ระหว่างเมนสวิตช์กับเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้ายของวงจรย่อย

1.11 วงจรย่อย (Branch circuit) หมายถึง วงจรไฟฟ้า ระหว่างเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้าย ถึงจุดที่สามารถนำไฟฟ้า ออกมาใช้กับเครื่องอุปกรณ์ได้

1.12 การต่อลงดิน (Grounding) หมายถึง การต่อตัวนำไฟฟ้า (ทั้งจงใจหรืออุบัติเหตุ) ระหว่างวงจรไฟฟ้าหรือเครื่องอุปกรณ์กับดิน หรือตัวนำอื่นๆที่ฝังอยู่ในดิน

1.13 โหลดต่อเนื่อง (Continuous load) หมายถึง โหลดที่มีโอกาสมีค่ากระแสสูงสุดต่อเนื่องตั้งแต่ 3 ชั่วโมง ขึ้นไป

1.14 ขนาดกระแส (Ampacity) หมายถึง ปริมารณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ตัวนำสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เสียหาย มีหน่วยเป็นแอมแปร์

1.15 พิกัดตัดกระแส (Interrupting rating) หมายถึง ค่ากระแสสูงสุดที่อุปกรณ์ปลดวงจรสามารถทำงานได้โดยไม่ชำรุด เมื่อทำงานที่แรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัด

1.16 ปลดได้โดยอิสระ (Trip free) หมายถึง การที่สวิตช์สามารถปลดวงจรได้ แม้ว่า ด้ามมือจับ คันโยก หรือปุ่มบังคับสวิตช์อัตโนมัติ ยังอยู่ในตำแหน่งสับ

1.17 ทนสภาพอากาศ (Weatherproof) หมายถึง สภาพที่มีการสร้าง หรือการป้องกันไม่ให้สภาพอากาศ มีผลกระทบต่อการทำงาน หรือการใช้งานของเครื่องอุปกรณ์ เช่น ทนฝน กันฝน กันน้ำ แต่ไม่รวมถึงการกันฝุ่น กันอุณหภูมิสูง

1.18 เครื่องห่อหุ้ม (Enclosuer) หมายถึง สิ่งที่จัดทำขึ้นเพื่อห่อหุ้ม หรือผนังที่ล้อมรอบเครื่องอุปกรณ์ เพื่อป้องกันบุคคลมิให้สัมผัสกับส่วนที่มีไฟ หรือป้องกันเครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องอุปกรณ์ ไม่ให้เกิดความเสียหายทางการภาพ

1.19 การกั้น (Guard) หมายถึง การป้องกัน โดยใช้ที่กำบัง กล่อง ผนัง รั้ว ฯลฯ เพื่อมิให้บุคคลหรือวัตถุเข้าใกล้ หรือสัมผัสส่วนที่มีอันตรายได้

1.20 เปิดโล่ง (Exposed)

1.20.1 เมื่อใช้กบส่วนที่มีไฟฟ้า หมายถึง ส่วนที่มีไฟฟ้าสามารถสัมผัสหรือเข้าใกล้เกินระยะปลอดภัยโดยพลั้งเผลอ เช่น ส่วนที่มีการกั้นที่ไม่เหมาะสม ไม่แยกส่วน หรือไม่หุ้มฉนวน

1.20.2 เมื่อใช้กับวิธีการเดินสาย หมายถึง วิธีการเดินสายที่อยู่บนผิว หรือติดกับผิว หรืออยู่ด้านหลังของแผงที่ออกแบบให้เข้าถึงได้

1.21 ด้านหน้าปลอดภัย (Dead front) หมายถึง ไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้บุคคลสัมผัสได้ทางด้านที่เข้าปฏิบัติงาน

1.22 หุ้มฉนวน (Insulated) หมายถึง หุ้มด้วยฉนวนทางไฟฟ้า ที่มีความหนาและชนิดเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และขนาดของแรงดันไฟฟ้า

1.23 เข้าถึงได้ (Accessible)

1.23.1 เมื่อใช้กับเครื่องอุปกรณ์ หมายถึง สามารถเข้าถึงได้โดยไม่มีการป้องกันด้วยประตูที่ติดกุญแจ หรือการติดตั้งไว้บนที่สูง หรือด้วยวิธีการอื่น

1.23.2 เมื่อใช้กับวิธีการเดินสาย หมายถึง สามารถถอดหรือเปิดออกได้ โดยไม่ทำให้ส่วนของอาคารหรือสิ่งปกปิดชำรุด หรือหมายถึงไม่ได้ถูกส่วนของอาคารหรือสิ่งปกปิดปิดอย่างถาวร

1.24 ที่ซ่อน (Concealed) หมายถึง สภาพที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เพราะมีสิ่งก่อสร้างหรือส่วนของอาคารปิดอยู่ สายที่เดินในท่อสายถือว่าเดินในที่ซ่อน แม้ว่าจะสามารถเข้าถึงได้ โดยการดึงสายออกมา หรือรื้อท่อสายออก

1.25 ที่อันตราย (Hazardous Area) หมายถึง บริเวณที่อาจเกิดการลุกไหม้ หรือระเบิดได้เนื่องจากมีก๊าซ ไอ ของเหลว ฝุ่น หรือเส้นใยที่ติดไฟได้

1.26 ดีมานด์แฟคเตอร์ (Demand Factor) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ หรือส่วนประกอบของระบบ กับโหลดรวมทั้งหมดที่ต่อกับระบบหรือส่วนของระบบที่ต้องการพิจารณา

1.27 โคอินซิเดนซ์แฟคเตอร์ (Coincident Factor) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในช่วงเวลาหนึ่งของกลุ่มผู้ใช้ไฟ กับผลรวมของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ของผู้ใช้ไฟแต่ละรายในกลุ่มนั้น ในช่วงเวลาเดียวกัน

1.28 ช่องเดินสาย (Raceways) หมายถึง ท่อหรือช่องทางที่ใช้ห่อหุ้มหรือยึดสายไฟฟ้า หรือบัสบาร์ เพื่อช่วยในการเดินสายไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสาย รางเดินสาย ฯลฯ

1.29 ท่อร้อยสาย (Conduit) หมายถึง ท่อสายที่มีลักษณะเป็นท่อกลม มีทั้งที่เป็นท่ออโลหะและท่อโลหะ เช่น ท่อพีวีซี ท่อพีอี ท่อโลหะชนิดบาง (EMT) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (IMC) ท่อโลหะหนา (RSC)

1.30 รางเดินสาย (Wireways) หมายถึง ท่อสายที่เป็นราง ทำจากโลหะหรืออโลหะ มีฝาเปิด-ปิดได้ อาจมีช่องระบายอากาศด้วยก็ได้

1.31 รางเคเบิล (Cable Trays) หมายถึง รางเปิดที่ใช้วางสายไฟฟ้า ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ อาจเป็นรางแบบด้านล่าง เป็นขั้นบันได หรือด้านล่างปิดทึบ หรือด้านล่างมีช่องระบายอากาศ

1.32 บัสเวย์ (Busways) หมายถึง ตัวนำเปลือยหรือหุ้มฉนวนที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน อาจออกแบบเป็นแผ่น ท่อ หรือแท่ง มีเครื่องห่อหุ้มเป็นโลหะ มีการต่อลงดิน

บทที่ 2 มาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์และสายไฟฟ้า

เครื่องอุปกรณ์และสายไฟฟ้าทุกชนิดที่ผู้ใช้ไฟจะหามาติดตั้งใช้งาน จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ คือมาตรฐาน IEC BS ANSI NEA DIN VDE UL JIS AS หากเครื่องอุปกรณ์ใดที่ไม่ได้ผลิตตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก่อน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟเอง โดยแยกรายละเอียดได้ ดังนี้

2.1 สายไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้า

2.1.1 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตาม มอก. 11 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตาม มอก.293

2.1.2 สายไฟฟ้าเปลือย ตัวนำไฟฟ้าทองแดงรีดแข็งสำหรับสายส่งกำลังเหนือดิน เป็นไปตาม มอก.64 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก. 85 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก.86

2.1.3 สายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้าชนิดอื่นต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

2.2 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

2.2.1 ตัวฟิวส์และตัวยึดฟิวส์ เป็นไปตาม มอก.506 และ มอก.507

2.2.2 สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ เป็นไปตาม อก.824

2.2.3 สวิตช์ใบมีด เป็นไปตาม อก.706 2.2.4 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกินชนิดอื่น ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

2.3 มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

2.3.1 แท่งเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อน หรือแท่งเหล็กหุ้มทองแดง หรือแท่งทอง ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 180 เซนติเมตร

2.3.2 แผ่นโลหะที่มีพื้นที่สัมผัสไม่น้อยกว่า 1,800 ตารางเซนติเมตร ถ้าเป็นเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อน ต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ถ้าเป็นโลหะอื่นที่ทนต่อการผุกร่อน ต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มิลลิเมตร

2.3.3 หลักดินชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก่อน

2.4 ท่อเดินสายไฟฟ้า

2.4.1 ท่อพีวีซีแข็งสำหรับร้อยสายไฟฟ้า เป็นไปตาม มอก.216

2.4.2 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ต้องเป็นชนิดที่ใช้สำหรับร้อยสายไฟฟ้าเท่านั้น มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ เช่น JIS BS UL

2.4.3 ท่อและทางเดินสายชนิดอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

บทที่ 3 ข้อกำหนดสำหรับสถานที่ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์

3.1 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับเครื่องอุปกรณ์อย่างเพียงพอรวมทั้งมีทางเข้าไปได้ด้วย ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์

3.1.1 ระบบแรงต่ำ

(1) ต้องมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ ที่จะปฏิบัติงานได้สะดวกและปลอดภัยในการบำรุงรักษาเครื่องอุปกณ์ ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องมีความสูง ไม่น้อยกว่า 2 เมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตร และความลึกต้องเป็นไปตาม ที่กำหนดใน ตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน ระบบแรงต่ำ (โวลต์)

แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน (โวลต์)	ความลึกต่ำสุด (ซ.ม.)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
0 - 150	90	90	90
151 - 750	90	106	12

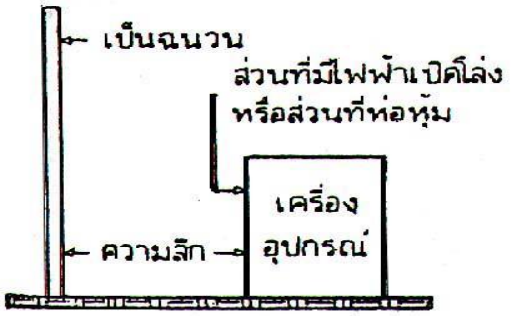
กรณีที่ 1 มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานและอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ไม่มีทั้งส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง หรือส่วนที่ห่อหุ้ม และส่วนที่ต่อลงดินหรือทั้ง 2 ด้านของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ แต่ได้กั้นด้วยวัสดุที่เหมาะสม เช่น ไม้ หรือ วัสดุฉนวนอื่น สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนหรือบัสบาร์หุ้มฉนวนที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 300 โวลต์ ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ไม่มีไฟฟ้า

กรณีที่ 2 มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานและอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน เป็นส่วนที่ต่อลงดิน (คอนกรีต อิฐ ผนัง หรือกระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน)

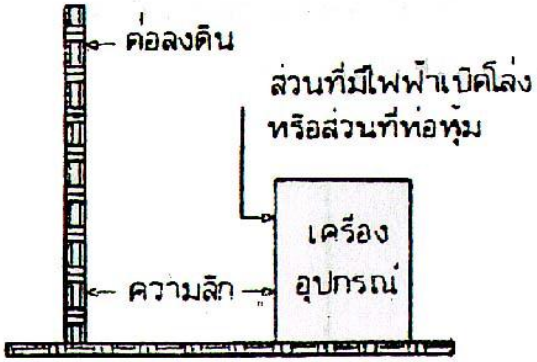
กรณีที่ 3 มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ทั้ง 2 ด้านของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

ข้อยกเว้นที่ 1 เครื่องอุปกรณ์ที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงานได้จากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลัง ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานด้านหลังของเครื่องอุปกรณ์ไม่ต้องมีก็ได้

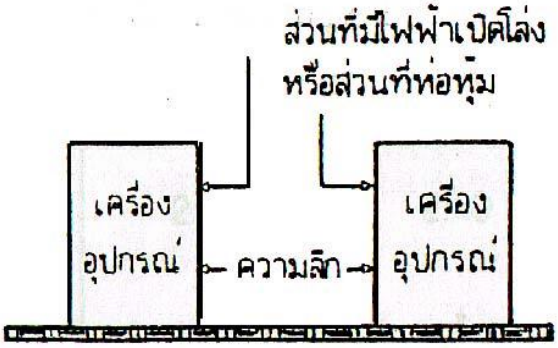
ข้อยกเว้นที่ 2 ส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้ม มีแรงดันไม่เกิน 30 VAC หรือ 24 VDC และสามารถเข้าถึงได้ ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานอาจเล็กกว่า ที่กำหนดได้



กรณีที่ 1



กรณีที่ 2



(2) ความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งอยู่หรือวัดจากด้านหน้าของเครื่องห่อหุ้มที่ว่าง เพื่อการปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้ หรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกกรณี

(3) ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องมีอย่างน้อย 1 ทาง

(4) แผงสวิตซ์และแผงควบคุมที่มีพิกัดกระแส ตั้งแต่ 1,200 แอมแปร์ ขึ้นไป และมีความกว้างของแผงเกิน 180 เซนติเมตร ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องมีทางเข้าทั้งสองด้าน ทางเข้าต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และ

มีความสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร ยกเว้น เมื่อด้านหน้าของตู้อุปกรณ์จนถึงทางเข้า ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ ยอมให้มีทางเข้าทางเดียวได้

(5) ส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง และอยู่ใกล้กับทางเข้า ต้องมีการกั้นอย่างเหมาะสมตามข้อ 3.2.1

(6) ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องจัดให้ได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้ ยกเว้น เมนสวิตซ์หรือแผงจ่ายไฟในที่อยู่อาศัย ที่มีขนาดรวมกันไม่เกิน 100 แอมแปร์

(7) ห้ามใช้ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นที่เก็บของ

(8) ถ้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นที่โล่ง หรือเป็นทางผ่าน ต้องกั้นที่ว่างนั้นด้วยวิธีการที่เหมาะสม ในขณะที่มีการเปิดเครื่องห่อหุ้มเครื่องอุปกรณ์ เพื่อการปฏิบัติงาน

3.1.2 ระบบแรงสูง

(1) ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ ที่จะปฏิบัติงานได้สะดวกและปลอดภัยในการบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ ในที่ซึ่งมีไฟฟ้าเปิดโล่งอยู่ ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร และความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน ตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน ระบบแรงสูง (โวลต์)

แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน (โวลต์)	ความลึกต่ำสุด (ซ.ม.)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ □
751 - 2,500	90	120	150
2,501 - □9,000	120	150	180
9□001 - 25□000	15□	180	270
25,001 - 75,000	180	240	300
เกิน 75,000	240	300	360

กรณีที่ 1 มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานและอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ไม่มีทั้งส่วนที่มีไฟฟ้า เปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มและส่วนที่ต่อลงดินหรือทั้ง 2 ด้านของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือ

ส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ แต่ได้กั้นด้วยวัสดุที่เหมาะสม เช่น ไม้หรือวัสดุฉนวนอื่น สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนหรือบัสบาร์หุ้มฉนวนที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 300 โวลต์ ไม่ถือว่าเป็นส่วนที่ไม่มีไฟฟ้า

กรณีที่ 2 มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานและอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน เป็นส่วนที่ต่อลงดิน (คอนกรีต อิฐ ผนัง หรือกระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน)

กรณีที่ 3 มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งหรือส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ทั้ง 2 ด้านของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ยกเว้น เครื่องอุปกรณ์ที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงานได้จากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลัง ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานด้านหลังของเครื่องอุปกรณ์ไม่ต้องมีก็ได้ ในที่ซึ่งต้องเข้าถึง ทางด้านหลังเพื่อทำงานในส่วนที่ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในแนวนอนไม่น้อยกว่า 75 ซ.ม. ตลอดแนวของเครื่องอุปกรณ์ ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้ หรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศาในทุกกรณี

(2) ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องมีอย่างน้อย 1 ทาง ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร

(3) แผงสวิตซ์และแผงควบคุมที่มีความกว้างเกิน 180 เซนติเมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผง ยกเว้น เมื่อด้านหน้าของตู้อุปกรณ์ ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ ยอมให้มีทางเข้าทางเดียวได้

(4) เมื่อมีตัวนำเปลือยหรือหุ้มฉนวนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งอยู่ใกล้เคียงกับทางเข้า ต้องมีการกั้นตามข้อ 3.2.2

(5) ส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง ซึ่งไม่มีการกั้น ถ้าอยู่เหนือพื้นที่ปฏิบัติงานต้องติดตั้งอยู่ในระดับสูงไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นไฟ (โวลต์)

แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นไฟ (โวลต์)	ระดับความสูง (ซ.ม.)
751 - 7,500	255
7,501 - 35,000	270
เกิน 35,000	270 + 1 ซ.ม. ทุก 1,000 โวลต์ ที่เกิน 35,000 โวลต์

(6) ต้องมีบันไดถาวรที่เหมาะสมในการเข้าไปยังที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานในกรณีที่เครื่องอุปกรณ์ติดตั้งแบบยกพื้นที่ ชั้นลอย หรือที่ในลักษณะเช่นเดียวกัน

(7) ระบบให้แสงสว่างสำหรับที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องจัดให้สามารถซ่อมแซมหรือเปลี่ยนดวงไฟได้โดยไม่เกิดอันตราย จากส่วนที่มีไฟฟ้า

3.2 การกั้นส่วนที่มีไฟฟ้า

ส่วนที่มีไฟฟ้าของเครื่องอุปกรณ์ที่มีแรงดัน ตั้งแต่ 50 โวลต์ขึ้นไป ต้องมีการกั้นส่วนที่มีไฟฟ้าเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ โดยกำหนดรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ระบบแรงต่ำ การกั้นอาจใช้เครื่องห่อหุ้มหรือวิธีการหนึ่งวิธีการใด ต่อไปนี้

(1) อยู่ในห้องหรือเครื่องห่อหุ้มที่มีลักษณะคล้ายกันซึ่งให้เข้าได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

(2) อยู่ในสถานที่ซึ่งมีที่กั้นหรือที่ปิดบังอย่างมั่นคงและการเข้าไปยังที่ว่าง ซึ่งอาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้นั้น ทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ช่องเปิดใด ๆ ของที่กั้นหรือที่ปิดบัง ต้องมีขนาดหรืออยู่ในตำแหน่งที่ผู้อื่นไม่อาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ โดยบังเอิญ หรือไม่อาจนำวัตถุซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า ไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้านั้นได้โดยบังเอิญ

(3) โดยการติดตั้งใต้ระเบียง ใต้กันสาด หรือบนนั่งร้าน มิให้ผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปได้ (4) ติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 240 เซนติเมตร

3.2.2 ระบบแรงสูง การกั้นในระบบแรงสูง มีข้อกำหนดดังนี้

(1) การติดตั้งภายในอาคาร ในถานที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ เครื่องอุปกรณ์ต้องอยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ หรืออยู่ในห้องหรือบริเวณที่ใส่กุญแจได้ สวิตซ์เกียร์ที่อยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ Unit substation หม้อแปลง กล่องดึงสาย กล่องต่อสาย และเครื่องอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ต้องทำป้ายหรือเครื่องหมายเตือนที่เหมาะสม ช่องระบายอากาศของหม้อแปลงแบบแห้ง หรือช่องของเครื่องอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ต้องออกแบบให้วัตถุจากภายนอกลอดเข้าไปเบี่ยงเบนพ้นไปจากส่วนที่มีไฟฟ้า นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นเป็นการเฉพาะ

(2) การติดตั้งภายนอกอาคารในสถานที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องอยู่ในเครื่องห่อหุ้ม หรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้วว่าปลอดภัย

(3) ในที่ซึ่งมีการติดตั้งสวิตซ์ หรือเครื่องอุปกรณ์อื่นในระบบแรงต่ำต้องมีการกั้นแยกออกจากระบบแรงสูง ด้วยแผ่นกั้น รั้ว หรือตาข่ายที่เหมาะสม การติดตั้งทางไฟฟ้าในห้องที่ปิดล้อม หรือบริเวณที่ล้อมรอบด้วยกำแพง ผนัง

หรือรั้วโดยมีการปิดกั้น ทางเข้าด้วยกุญแจ หรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้ว ให้ถือว่าเป็นสถานที่เข้าได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ชนิดของเครื่องห่อหุ้มต้องออกแบบ และสร้างให้สอดคล้องกับประเภทและระดับของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง กำแพง ผนัง หรือรั้วที่มีความสูงน้อยกว่า 213 เซนติเมตร ไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการเข้าถึง นอกจากจะมีสิ่งอื่นเพิ่มเติม ทำให้การกั้นนั้นมีคุณสมบัติ ในการกั้นเทียบเท่ากำแพง ผนัง หรือรั้วที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 213 เซนติเมตร

3.3 การกั้นส่วนที่มีประกายไฟ เครื่องอุปกรณ์ซึ่งในการทำงานปกติ เกิดประกายไฟ การอาร์ค หรือโลหะหลอมละลายต้องมีการปิดกั้น ด้วยวัสดุที่เหมาะสม และแยกออกจากวัสดุที่ติดไฟได้

3.4 ระยะห่างในการติดตั้งสายไฟฟ้า ระยะห่างในการติดตั้งสายไฟฟ้าเหนือพื้นดิน อาคารหรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ให้เป็นไปตาม ตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ระยะห่างในการติดตั้งสายไฟฟ้า

การติดตั้ง	ระยะต่ำสุดของสายไฟฟ้า (เมตร)			
	ระบบแรงดัน ไม่เกิน1,000โวลต์	ระบบแรงดัน 1,001-11,00โวลต์	ระบบแรงดัน 11,001-22,000โวลต์	ระบบแรงดัน 22,001-33,0000โวลต์
เหนือบริเวณที่มียานพาหนะผ่าน	5.50	6.10	6.70	6.70
เหนือพื้นที่ซึ่งคนเดินทางเท่านั้นที่จะเข้าไปถึงได้	4.60	4.60	5.20	5.20
เหนือหลังคาอาคาร หรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ และรวมทั้งเครื่องหมายที่ใช้ไฟฟ้าติดตั้งไว้บนอาคาร หรือโครงสร้างแยกต่างหากซึ่งคนเดินบนนั้นได้	2.40	2.40	3.00	3.00
เหนือเครื่องหมายที่ใช้ไฟฟ้าติดตั้งไว้บนอาคาร โครงสร้าง แยกต่างหากซึ่งคนเดินบนนั้นไม่ได้	0.90	2.40	2.40	2.4

บทที่ 4 การออกแบบระบบไฟฟ้า

1. วงจรย่อย

1.1 ขอบเขตให้ใช้เฉพาะกับวงจรแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือทั้ง 2 อย่างรวมกันเท่านั้น

1.2 ข้อกำหนดของวงจรย่อย

(1) สายวงจรย่อยต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายโหลด และมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.50 ตารางมิลลิเมตร

(2) วงจรย่อยทุกวงจรต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน เพื่อตัดวงจรเมื่อเกิดการลัดวงจรหรือใช้ไฟฟ้าเกินขนาด

(3) ขนาดของวงจรย่อยกำหนดตามขนาดมาตรฐานของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ป้องกันวงจรย่อยนั้น ๆ เช่น 5 10 15 20 30 หรือ 50 แอมแปร์

(4) วงจรย่อยซึ่งมีจุดต่อทางไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปต้องมีโหลดดังต่อไปนี้

ก. วงจรย่อยขนาด 5 10 15 และ 20 แอมแปร์ โหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วจะต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของขนาดวงจรย่อย เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดวงจรย่อย

ข. วงจรย่อยขนาด 30 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดชุดละไม่ต่ำกว่า 660 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดวงจรย่อย

ค. วงจรย่อยขนาด 40 และ 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดชุดละไม่ต่ำกว่า 660 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร

(5) โหลดของวงจรย่อยต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

ก. โหลดต่อเนื่องของวงจรย่อยต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดวงจรย่อย ยกเว้น ชุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ได้ออกแบบให้ใช้งานได้ร้อยละ 100 ยอมให้โหลดต่อเนื่อง ของวงจรย่อยใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 100 ของขนาดวงจรย่อย

ข. โหลดแสงสว่างและโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คิดตามที่ติดตั้งจริง

ค. โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คิดโหลดเต้าละ 180 โวลต์แอมแปร์

ง. โหลดของเต้ารับที่ใช้เฉพาะงานให้คิดโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ

2. สายป้อน

(1) สายป้อนต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายโหลดให้วงจรย่อยได้ไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยและมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.50 ตารางมิลลิเมตร

(2) การคำนวณขนาดของสายป้อน ให้ใช้ดีมานต์แฟคเตอร์ตาม ตารางที่ 4-1 , ตารางที่ 4-2 และ ตารางที่ 4-3 ช่วยคำนวณ ดีมานต์แฟคเตอร์ สำหรับโหลดแสงสว่างเพื่อใช้กำหนดขนาดของสายป้อน

ตารางที่ 4-1 การคำนวณขนาดสายป้อนดีมานต์แฟคเตอร์ สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (โวลท์-แอมแปร์)	ดีมานต์แฟคเตอร์ (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 3,0□0	100
	3,001□- 120,000	35
	ส่วนเกิน 120,000	25
* โรงพยาบาล	ไม่เกิน 50,0□0	40
	ส่วนเกิน 50,000	20
* โรงแรม รวมถึงห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้	ไม่เกิน 20,00	50
	20,001 - 100,000	40
	ส่วนเกิน 100,0□0	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนเกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

หมายเหตุ : * ดีมานต์แฟคเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับสายป้อนในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลหรือโรงแรม ซึ่งบางขณะไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องใช้พร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหาร หรือห้องโถง ฯลฯ ตารางที่ 4-1

ดีมานต์แฟคเตอร์ สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัยเพื่อใช้กำหนดขนาดของสายป้อน

ตารางที่ 4-2 การคำนวณสายป้อนดีมานต์แฟคเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับ

โหลดของเต้ารับ (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานต์แฟคเตอร์ (ร้อยละ)
10 kW แรก	100
เกิน 10□kW	□0

ดีมานต์แฟคเตอร์ สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปเพื่อใช้กำหนดขนาดของสายป้อน

ตารางที่ 4-3 การคำนวณสายป้อนดีมานต์แฟคเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ข้อ	ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ดีมานต์แฟคเตอร์
1	อาคาร ที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
		เครื่องทำน้ำร้อน	พิกัดสูงสุดของสองเครื่องแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของเครื่อง ที่เหลือทั้งหมด
		เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
□	อาคารสำนักงาน และร้านค้า รวมถึง ห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	พิกัดสูงสุดของเครื่องที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 80 ของเครื่องใหญ่ รองลงมา + ร้อยละ 60 ของเครื่องที่เหลือทั้งหมด
		เครื่องทำน้ำร้อน	ร้อยละ 100 ของเครื่องตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของ เครื่องที่เหลือทั้งหมด
		เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 10□
3	โรงแรมและอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
		เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
		เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

(3) สำหรับเต้ารับใช้เฉพาะงาน ให้คิดโหลดจากขนาดของเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด รวมกับร้อยละ 75 ของขนาดเต้ารับที่เหลือ

3. สายนิวตรอล

(1) ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสโหลดไม่สมดุลย์สูงสุดและกระแสฮาร์โมนิกส์ได้

(2) ในระบบ 3 เฟส 4 สาย กระแสโหลดไม่สมดุลย์สูงสุด คำนวณจากผลรวมของโหลด 1 เฟส ที่ต่ออยู่ระหว่างสายนิวตรอลกับสายเฟสใดเฟสหนึ่ง ที่มีค่ารวมกันมากที่สุด

(3) ยอมให้ลดส่วนของกระแสโหลดไม่สมดุลย์ที่เกิน 200 แอมแปร์ ร้อยละ 30 ยกเว้น ในกรณีที่โหลดเป็นหลอดชนิดปล่อยประจุ เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องประมวลผลอิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกันที่รับไฟจากระบบ 3 เฟส 4 สายแบบวาย

4. เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน วงจรย่อยและสายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกินเครื่องป้องกันกระแสเกินมีรายละเอียด ดังนี้.-

(1) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟ ยกเว้น ตัวนำที่มีการต่อลงดิน

(2) ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่น้อยกว่าโหลดไม่ต่อเนื่องบวกด้วยร้อยละ 125 ของโหลดต่อเนื่อง และต้องมีขนาดไม่เกินขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเป็นไปตาม ตารางที่ 6-2

ขนาดของกระแส (แอมแปร์) (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดของกระแส(แอมแปร์)								
	การติดตั้ง(ดูตารางหมายเหตุ)								
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ			
0.5	8	9	8	7	10	9	-	8	-
1	11	14	11	10	15	13	21	11	-
1.5	15	17	14	13	18	16	26	14	-
2.5	20	23	18	17	2□	21	34	18	-
□	27	31	24	23	32	28	45	24	-
6	35	42	31	30	42	36	56	31	-
10	50	60	43	42	58	50	75	45	-
16	66	81	56	54	77	65	97	61	-
25	89	111	77	74	103	87	125	84	-
35	110	137	95	91	126	105	150	104	-
50	-	169	119	114	158	177	177	128	151
70	-	217	148	141	195	216	216	163	198
95	-	271	187	180	242	259	259	202	239
120	-	316	214	205	279	294	294	236	278
150	-	384	251	236	322	330	330	270	323
185	-	424	287	269	370	372	372	311	371
240	-	509	344	329	440	431	431	369	438
300	-	592	400	373	508	487	487	424	506
400	-	696	474	416	599	552	552	489	607
500	-	818	541	496	684	623	623	558	693

ตารางที่ 6-2 ขนาดของเครื่องป้อนกันกรแสเกิน

ขนาดของสายไฟฟ้า	ขนาดของกระแส (แอมแปร์)							
	การติดตั้ง (ดูตารางหมายเหตุ)							
	วิธีที่ 4				วิธีที่ 5			
	600 โวลต์		24,000โวลต์		61 โวลต์		24,000 โวลต์	
	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
2.5	35	25	-	-	40	34	-	-
4	47	32	-	-	51	43	-	-
6	59	41	-	-	65	54	-	-
10	79	55	-	-	85	71	-	-
16	104	73	-	-	110	92	-	-
25	137	95	-	-	141	117	-	-
35	166	119	135	162	170	142	191	161
60	204	143	220	180	201	167	227	191
70	257	179	27□	22□	2□5	207	279	235
95	315	319	328	266	293	245	335	282
120	358	253	374	300	334	279	381	321
150	401	292	424	347	377	315	432	361
195	463	335	481	395	422	353	490	410
240	549	400	562	462	467	402	571	477
300	600	458	644	528	551	450	648	510
400	716	531	737	604	646	537	741	610

(3) เครื่องป้องกันกระแสเกินอาจเป็นฟิวส์ หรือสวิตซ์อัตโนมัติก็ได้

(4) ฟิวส์ สวิตซ์อัตโนมัติหรือการผสมของทั้งสองอย่างนี้ จะนำมาต่อขนานกันไม่ได้ ยกเว้น เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นแบบที่ได้รับความเห็นชอบว่าเป็นหน่วย (Unit) เดียวกัน

(5) ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมสำหรับดวงโคมเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออื่น ๆ เครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมเหล่านี้จะใช้แทนเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยไม่ได้ และไม่จำเป็นต้องเข้าถึงได้ทันที

(6) ตำแหน่งของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องเป็นดังนี้

ก. เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อย ต้องติดตั้ง ณ จุดที่ห่างจากสายป้อนที่จ่ายพลังงานให้เป็นระยะความยาวของสายไม่เกิน 3 เมตร

ข. เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับสายป้อน ต้องติดตั้ง ณ จุดที่ใกล้กับหม้อแปลงหรือสายเมนที่จ่ายพลังงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(7) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่ติดตั้งในสถานที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายได้และต้องไม่อยู่ใกล้กับวัตถุที่ติดไฟง่าย

(8) เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด แต่เฉพาะด้ามสับของสวิตซ์อัตโนมัติยอมให้โผล่ออกมาข้างนอกได้ ยกเว้น หากติดตั้งไว้ที่แผงสวิตซ์หรือแผงควบคุม ซึ่งอยู่ในห้องที่ไม่มีวัตถุติดไฟง่ายและไม่มีความชื้นด้วย ส่วนเครื่องป้องกันกระแสเกิน สำหรับบ้านอยู่อาศัยขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์ หนึ่งเฟสไม่ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้ก็ได้

(9) กล่องหรือตู้ซึ่งบรรจุเครื่องป้องกันกระแสเกิน ซึ่งติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องเป็นชนิดซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว และต้องมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังหรือพื้นที่รองรับไม่น้อยกว่า มิลลิเมตร

(10)เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงสว่างอย่างพอเพียง

(11)ต้องทำเครื่องหมายระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนและทนต่อสภาพแวดล้อม ติดไว้ที่เครื่องปลดวงจรหรือที่ใกล้เคียงเครื่องปลดวงจรนั้นทุกเครื่อง เช่น เครื่องปลดวงจรของวงจรย่อย สายป้อนหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ยกเว้น ตำแหน่งและการจัดเครื่องปลดวงจรนั้นชัดเจนอยู่แล้ว

5. สายเมน

สายเมนที่จ่ายไฟให้ผู้ใช้ไฟรายหนึ่ง ๆ ต้องมีชุดเดียว นอกจากในกรณีที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยแบ่งประเภทของสายเมนได้ดังนี้

(1) สายเมนอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน มีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.50 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสายทองแดง และไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสายอะลูมิเนียมและมีข้อกำหนดขนาดของสายเมนภายในอาคารตาม ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4-4 ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตี้สวิตช์ คัทเอาท์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ สำหรับสายเมนในอาคาร

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	ขนาดสายเมนเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตารางมิลลิเมตร)		เมนสวิตช์				
			เซฟตี้สวิตช์หรือโหลดเบรคสวิตช์		คัทเอาท์ใช้ร่วมกับคาร์ทริดจ์ฟิวส์		สวิตช์อัตโนมัติ
	สายอลูมิเนียม	สายทองแดง	ขนาดสวิตช์ (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์ (แอมแปร์)	ขนาดคัทเอาท์ (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์ (แอมแปร์)	ขนาดปรับตั้ง (แอมแปร์)
3 (9)	10	2.5	30	10	20	10	10
5 (15)	10	4	30	15	20	16	15-16
10 (30)	16	10	60	30	30	25	30
20 (40	25	16	60	40	60	□5	40
30 (60)	35	25	100	60	0	□	6□
50 (100)	0	50	100	100	0	0	100

(2) สายเมนอากาศสำหรับระบบแรงสูง เป็นสายเปลือยหรือสายหุ้มฉนวนก็ได้ และมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้

(3) สายเมนใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้และขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร

(4) สายเมนใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง ต้องเป็นสายหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งและมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้

6. เมนสวิตซ์

ผู้ใช้ไฟต้องติดตั้งเมนสวิตซ์ เพื่อปลดวงจรทุกวงจร ออกจากสายเมนได้ เมนสวิตซ์จะประกอบด้วย เครื่องปลดวงจรและเครื่องป้องกันกระแสเกิน ซึ่งอาจติดตั้งเป็นส่วนร่วมอยู่ในเครื่องเดียวกัน หรือเครื่องป้องกันกระแสเกินอาจมีคุณสมบัติเป็นเครื่องปลดวงจรได้ด้วย

6.1 เครื่องปลดวงจรระบบแรงต่ำ

(1) เครื่องปลดวงจรชนิด 1 เฟส ขนาดตั้งแต่ 50 แอมแปร์ขึ้นไปและชนิด 3 เฟส ทุกขนาด ต้องเป็นแบบที่ปลด-สับได้ขณะมีโหลด

(2) เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกันอย่างจงใจ

(3) ที่เครื่องปลดวงจรต้องสามารถมองเห็นได้ว่า อยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ

(4) เครื่องปลดวงจรต้องมีพิกัดไม่น้อยกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดใหญ่สุดในระบบ

(5) เครื่องปลดวงจรที่มีเครื่องห่อหุ้ม ต้องสามารถปลดวงจรได้โดยไม่ต้องเปิดฝาเครื่องห่อหุ้ม

(6) เครื่องปลดวงจรจะติดตั้งภายในหรือภายนอกอาคารก็ได้ แต่ต้องเลือกชนิดให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และควรติดตั้งให้อยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟและสามารถเข้าปฏิบัติงานได้สะดวก

(7) ห้ามต่อเครื่องอุปกรณ์ด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจร ยกเว้น การต่อเข้าเครื่องวัด คะแปซิเตอร์ สัญญานต่าง ๆ เพื่อใช้ในวงจรควบคุมของเมนสวิตซ์ ที่ต้องมีไฟเมื่อเครื่องปลดวงจรอยู่ในตำแหน่งปลด

6.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ

(1) เครื่องป้องกันกระแสเกินของเมนสวิตซ์จะต่อออกจากเครื่องปลดวงจรของเมนสวิตซ์

(2) ห้ามติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน ในสายเส้นที่มีการต่อลงดิน ยกเว้น เครื่องป้องกันกระแสเกินที่เป็นสวิตซ์อัตโนมัติซึ่งมีการตัดวงจรเมื่อมีกระแสไหลเกิน

(3) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีความสามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้และต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 กิโลแอมแปร์

(4) สวิตซ์อัตโนมัติ ต้องเป็นชนิดที่ปลดได้โดยอิสระ (trip free) และต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า สวิตซ์อยู่ในตำแหน่งใด

(5) เครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีคุณสมบัติตามข้อ 4.6.1ให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจรได้

(6) การป้องกันกระแสเกิน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 4.4 สำหรับข้อที่นำมาใช้ด้วยได้

6.3 เครื่องปลดวงจรระบบแรงสูง

(1) เครื่องปลดวงจร ต้องสามารถปลดวงจรของผู้ใช้ไฟออกจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยติดตั้งในบริเวณที่ดินของผู้ใช้ไฟ ณ ตำแหน่งที่ใกล้กับจุกแยกสายมากที่สุด ในกรณีที่มีอุปกรณ์ป้องกันสำหรับเครื่องวัดแรงสูงที่ต้นทางให้ถือว่ามีเครื่องปลดวงจรแล้ว

(2) เครื่องปลดวงจร ต้องปลดสายเส้นไฟทั้งหมดได้พร้อมกัน ยกเว้น ดรอปเอาท์ฟิวส์คัทเอาท์ ดิสคอนเนคติ้งสวิตซ์

(3) กรณีที่เครื่องปลดวงจรเป็นชนิด fuse cutout ชนิด drop out ติดตั้งบนเสาไฟฟ้าหรือโครงสร้างอื่น ที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับเสาไฟฟ้า ไม่บังคับให้ปลดวงจรทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกัน นอกจากจะมีกำหนดไว้ โดยเฉพาะในเรื่องนั้น ๆ

(4) เครื่องปลดวงจรที่เป็นฟิวส์สวิตซ์ หรือมีฟิวส์ประกอบ ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรในขณะสับเครื่องปลดวงจรได้ โดยเครื่องปลดวงจรไม่ชำรุด

(5) เมนสวิตซ์ต้องมีหรือเตรียมการต่อสายทางด้านไฟออกลงดินไว้ให้พร้อม เมื่อปลดโหลดออกจากแหล่งจ่ายไฟ

6.4 เครื่องป้องกันกระแสเกินระบบแรงสูง

(1) ในสายเส้นไฟทุกเส้น จะต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน

(2) ถ้าใช้ฟิวส์ จะต้องมีค่ากระแสต่อเนื่องไม่เกิน 3 เท่า ของขนาดกระแสของตัวนำ

(3) ถ้าเป็นตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit breaker) จะต้องมีขนาดปรับตั้งไม่เกิน 6 เท่า ของขนาดกระแสของตัวนำ และมีคุณสมบัติดังนี้

ก. เป็นแบบปลดได้โดยอิสระ และสามารถปลด-สับ ได้ด้วยมือ

ข. สามารถมองเห็นได้ชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ

ค. ถ้าเป็นแบบปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาได้ ต้องออกแบบให้กระทำได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

ง. มีเครื่องหมายแสดงพิกัดต่างๆ ให้ชัดเจนและถาวร แม้หลังจากติดตั้งแล้ว

(4) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถทำงานสัมพันธ์กับอุปกรณ์ป้องกันของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5 แผงสวิตซ์และแผงจ่ายไฟ

1. แผงสวิตซ์

1.1 แผงสวิตซ์ที่มีส่วนมีไฟฟ้าเปิดโล่ง ต้องติดตั้งในสถานที่แห้งและจัดให้เข้าถึงได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

1.2 ต้องมีที่ว่างระหว่างส่วนบนสุดของแผงสวิตซ์กับเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ยกเว้น มีแผ่นกั้นที่ทนไฟอยู่ระหว่างแผงสวิตซ์กับเพดานหรือเป็นแผงสวิตซ์ชนิดปิดหุ้มมิดชิด

1.3 แผงสวิตซ์ต้องมีระยะห่างระหว่างบัสบาร์กับด้านล่างของตู้ไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร สำหรับบัสบาร์ หุ้มฉนวนและ 25 เซนติเมตร สำหรับบัสบาร์ไม่หุ้มฉนวน

1.4 แผงสวิตซ์ที่เป็นโลหะรวมทั้งโครงที่รองรับที่เป็นโลหะทั้งของสวิตซ์และของเครื่องอุปกรณ์ต้องต่อลงดิน เครื่องวัด รีเลย์ มิเตอร์ หรือหม้อแปลงเครื่องวัด (Instrument transformer) ซึ่งติดตั้งในแผงสวิตซ์ต้องต่อลงดิน

2. แผงจ่ายไฟ

2.1 แผงจ่ายไฟทุกแผงต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่ากระแสของสายป้อนที่คำนวณได้ใน <u>บทที่ 4</u>

2.2 จำนวนเครื่องป้องกันกระแสเกินในแต่ละแผงจ่ายไฟต้องไม่เกิน 42 ขั้ว (ไม่รวมตัวที่เป็นเมน)

2.3 การป้องกันกระแสเกิน

(1) แผงจ่ายไฟของวงจรย่อยแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกแผงต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทางด้านไฟเข้า ยกเว้น สายป้อนของแผงจ่ายไฟนั้นติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกินขนาดของแผงจ่ายไฟอยู่แล้ว

(2) แผงจ่ายไฟที่ประกอบด้วยสวิตซ์ธรรมดาขนาดไม่เกิน 30 แอมแปร์ หลายตัวต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีพิกัดไม่เกิน 200 แอมแปร์

(3) โหลดต่อเนื่องของเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกตัวในแผงจ่ายไฟต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินแต่ละตัว ยกเว้น ชุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ได้ออกแบบให้ใช้งานได้ร้อยละ 100 ยอมให้ใช้โหลดต่อเนื่องได้ ไม่เกินร้อยละ 100

2.4 แผงจ่ายไฟที่ติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้น จะต้องป้องกันไม่ให้น้ำหรือความชื้นเข้าในแผงได้ และจะต้องติดตั้งให้ห่างจากผนัง หรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าเป็นแผงจ่ายไฟที่ติดตั้งในที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weatherproof)

2.5 แผงจ่ายไฟต้องติดตั้งในตู้ หรือกล่อง หรือเครื่องห่อหุ้มที่ออกแบบเฉพาะ และเป็นแบบด้านหน้าปลอดภัย (dead front)

2.6 ส่วนของแผงจ่ายไฟที่เป็นโลหะ และไม่ใช้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ต้องต่อถึงกันแล้วต่อลงดิน

3. ข้อกำหนดอื่น ๆ

3.1 แผงสวิตซ์และแผงจ่ายไฟ ต้องทำด้วยวัสดุกันความชื้นและไม่ติดไฟ ยกเว้น แผงจ่ายไฟขนาดไม่เกิน 30 แอมแปร์ 1 เฟส

3.2 วงจรที่จ่ายไฟให้กับเครื่องวัด หลอดไฟสัญญาณ หม้อแปลงแรงดันและอุปกรณ์อื่นของแผงสวิตซ์ที่มีขดลวดแรงดัน ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดไม่เกิน 15 แอมแปร์ ยกเว้น ถ้าการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ทำให้เกิดความเสียหายต่อการทำงานของอุปกรณ์นั้น

3.3 ใบมีดที่เปิดโล่งของสวิตซ์ใบมีด ต้องไม่มีไฟเมื่ออยู่ในตำแหน่งปลด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 6 ข้อกำหนดการเดินสายไฟฟ้าสำหรับงานทั่วไป

6.1 ขอบเขต ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด ยกเว้น การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ แผงควบคุมและแผงสวิตซ์ต่าง ๆ ซึ่งประกอบสำเร็จจากโรงงาน การเดินสายนอกเหนือจากที่กล่าวในบทนี้ยอมให้ทำได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

6.2 สายไฟฟ้า

6.2.1 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตาม มอก.11 เป็นไปตาม ตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้า ตาม มอก. 11

ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
1	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแกนเดียว	IV HIV	300	เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน เดินในท่อสายในสถานที่แห้ง ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
2	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกแกนเดียว สายแบน 2 แกน และสายแบน 3 แกน	VAF VAF-S	300	สายกลม เดินลอย เดินเกาะผนัง เดินซ่อน (conceal) ในผนัง เดินในท่อสาย ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง สายแบน เดินเกาะผนัง เดินซ่อน (conceal) ในผนัง เดินในท่อสาย ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
3	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกหลายแกน	VVR	300	ใช้งานได้ทั่วไป ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
4	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแกนเดียว	THW	750	เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน เดินในท่อสายในสถานที่แห้ง ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
5	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกแกนเดียว สายแบน 2 แกน	VAF VAF-S	750	สายกลม เดินลอย

				เดินเกาะผนัง
				เดินซ่อน (conceal) ในผนัง
				เดินในท่อสาย
				ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
				สายแบน
				เดินเกาะผนัง
				เดินซ่อน (conceal) ในผนัง
				เดินในท่อสาย
				ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
6	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกแกนเดียว	NYY	750	ใช้งานได้ทั่วไป
				เดินร้อยท่อฝังดิน
				ฝังดินโดยตรง
7	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนเปลือกในและเปลือกนอกหลายแกน	NYY	750	ใช้งานได้ทั่วไป
				เดินร้อยท่อฝังดิน
				ฝังดินโดยตรง
8	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนเปลือกในและเปลือกนอก 3 แกน มีสายกลาง	NYY-N	750	ใช้งานได้ทั่วไป
				เดินร้อยท่อฝังดิน
				ฝังดินโดยตรง
11	สายแบน 2 แกน และ 3 แกน มีสายดิน	B-GRD VAF□G	300	เดินลอย เดินเกาะผนัง
				เดินซ่อน (conceal) ในผนัง
				เดินในท่อสาย
				ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
12	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกหลายแกน	VVR-GRD	300	ใช้งานได้ทั่วไป
				ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
13	สายแบน 2 แกน มีสายดิน	V□R-GRD	750	เดินเกาะผนัง
				เดินซ่อน (conceal) ในผนัง
				เดินในท่อสาย
				ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
14	สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนเปลือกในและเปลือกนอกหลายแกน มีสายดิน	NYY-GRD	750	ใช้งานได้ทั่วไป
				ฝังดินโดยตรง

6.2.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า เป็นไปตาม ตารางที่ 6-2

ขนาดของกระแส (แอมแปร์) (ตาราง มิลลิเมตร)	ขนาดของกระแส(แอมแปร์)								
	การติดตั้ง(ดูตารางหมายเหตุ)								
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5	วิธีที่ 6	วิธีที่ 7
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ			
0.5	8	9	8	7	10	9	-	8	-
1	11	14	11	10	15	13	21	11	-
1.5	15	17	14	13	18	16	26	14	-
2.5	20	23	18	17	24	21	34	18	-
4	27	31	24	2□	32	28	45	24	-
6	3□	42	31	30	42	36	56	31	-
10	50	60	43	42	58	50	75	45	-
16	66	81	56	54	77	65	97	61	-
25	89	111	77	74	103	87	125	84	-
35	110	137	95	91	126	105	150	104	-
50	-	169	119	114	158	177	177	128	151
70	-	217	148	141	195	216	216	163	198
95	-	271	187	180	242	259	259	202	239
120	-	316	214	205	279	294	294	236	278
150	-	384	251	236	322	330	330	270	323
185	-	424	287	269	370	372	372	311	371
240	-	509	344	329	440	431	431	369	438
300	-	592	400	373	508	487	487	424	506
400	-	696	474	416	599	552	552	489	607
500	-	818	541	496	684	623	623	558	693

หมายเหตุ ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก. 11 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 และ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับการติดตั้งวิธีที่ 1 ถึง 3 กับ 6 และ 7) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับการติดตั้งวิธีที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 6-2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดของสายไฟฟ้า	ขนาดของกระแส (แอมแปร์)							
	การติดตั้ง (ดูตารางหมายเหตุ)							
	วิธีที่ 4				วิธีที่ 5			
	600 โวลต์		24,000โวลต์		61 โวลต์		24,000 โวลต์	
	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
2.5	35	25	-	-	40	34	-	-
4	47	32	-	-	51	43	-	-
6	59	41	-	-	65	54	-	-
10	79	55	-	-	85	71	-	-
16	104	73	-	-	110	92	-	-
25	137	95	-	-	141	117	-	-
35	166	119	135	162	170	142	191	161
60	204	143	220	180	201	167	227	191
70	257	179	271	221	245	207	279	235
95	315	319	328	266	293	245	335	282
120	358	253	374	300	334	279	381	321
150	401	292	424	347	377	315	432	361
195	463	335	481	395	422	353	490	410
240	549	400	562	462	467	402	571	477
300	600	458	644	528	551	450	648	510
400	716	531	737	604	646	537	741	610

6.3 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับระบบแรงต่ำ

6.3.1 สายไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่างกัน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

(1) ระบบแรงต่ำทั้ง AC และ DC ให้ติดตั้งสายไฟฟ้ารวมกันอยู่ภายในท่อสาย หรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกันได้ ถ้าฉนวนของสายทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นเหมาะสมกับระบบแรงดันสูงสุดที่ใช้

(2) ห้ามติดตั้งสายไฟฟ้าระบบแรงต่ำรวมกับสายไฟฟ้าระบบแรงสูงในท่อสาย หรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน ยกเว้น ในแผงสวิตซ์ บ่อพักสายหรือเครื่องห่อหุ้มอื่นที่ไม่ได้ใช้เพื่อการเดินสาย

6.3.2 สายไฟฟ้าต้องมีการป้องกันความเสียหายทางกายภาพดังนี้

(1) การเดินสายทะลุผ่านโครงสร้างไม้ รูที่เจาะผ่านโครงสร้างต้องห่างจากขอบไม้ไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร หากรูที่เจาะห่างจากขอบน้อยกว่า 3 เซนติเมตร หรือเดินสายในช่องบาก ต้องป้องกันไม่ให้ตะปูหรือหมุดเกลียวถูกสายได้

(2) การเดินสายชนิดที่มีเปลือกนอกไม่เป็นโลหะทะลุผ่านโครงสร้างโลหะที่เจาะเป็นช่องหรือรูต้องมี bushing grommet ยึดติดกับช่องหรือรู เพื่อป้องกันฉนวนของสายชำรุด ยกเว้น ช่องหรือรูที่มีขอบมน หรือผิวเรียบ

(3) การเดินสายทะลุผ่านโครงสร้างอื่น ต้องมีปลอกที่เป็นฉนวนไฟฟ้าสวมหรือจัดทำรูให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันฉนวนที่หุ้มสายเสียหาย

6.3.3 การป้องกันการผุกร่อน ท่อสาย เกราะหุ้มเคเบิล (Cable armor) เปลือกนอกของเคเบิล กล่อง ตู้ ท่อโค้ง ข้อต่อและเครื่องประกอบการเดินท่ออื่น ๆ ต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสมหรือมีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่สิ่งนั้นติดตั้งอยู่ การป้องกันการผุกร่อนต้องทำ ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอุปกรณ์ โดยการเคลือบด้วยวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อน เช่นสังกะสี แคดเมียม หรือ enamel ในกรณีที่มีการป้องกันการผุกร่อนด้วย enamel ห้ามใช้ในสถานที่เปียกหรือภายนอกอาคาร กล่องต่อสายหรือตู้ที่ใช้กรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนด้วย organic coating ยอมให้ใช้ภายนอกอาคารได้เฉพาะ เมื่อได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแล้วเท่านั้น

6.3.4 การติดตั้งวัสดุและการจับยึด

(1) ท่อสาย รางเดินสาย รางเคเบิล อุปกรณ์จับยึดเคเบิล กล่อง ตู้และเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องยึดกับที่ให้มั่นคง

(2) ท่อสาย เกราะหุ้มและเปลือกนอกของเคเบิล ทั้งที่เป็นโลหะและที่ไม่ใช่โลหะ ต้องต่อเนื่องระหว่างตู้ กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ สิ่งห่อหุ้มอย่างอื่นหรือจุดต่อไฟฟ้า

(3) การเดินสายในท่อสาย สำหรับแต่ละจุดที่มีการต่อสาย ปลายท่อ จุดต่อไฟฟ้า จุดต่อสายแยก จุดติดสวิตซ์ หรือจุดดึงสาย ต้องติดตั้งกล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ ยกเว้น การต่อสายในสิ่งห่อหุ้มสายที่มีฝาเปิดออกได้และเข้าถึงได้ภายหลังการติดตั้ง

(4) สายไฟฟ้าในท่อสายแนวดิ่งต้องมีการจับยึดสายที่ปลายบนของท่อสายและต้องมีการจัดยึดสายเป็นช่วง ๆ ซึ่งห่างไม่เกินตามที่กำหนดใน ตาราง 6-3 ยกเว้น ถ้าระยะตามแนวดิ่ง น้อยกว่าร้อยละ 25 ของระยะที่กำหนดใน ตารางที่ 6-3 ไม่ต้องใช้ที่จับยึด

ตารางที่ 6-3 ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ระยะจับยึด (เมตร)
ไม่เกิน 50	30
70 - 120	24
150 - 185	18
240	15
300	12
เกินกว่า 300	10

6.3.5 จุดเปลี่ยนการเดินสายจากวิธีใช้ท่อสายหรือรางเคเบิลเป็นวิธีเดินสายในที่โล่งหรือเดินสายซ่อน ต้องใช้กล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ เช่น service entrance connector ตรงปลายท่อที่มีรูเป็นบุชชิ่งแยกกัน 1 รู สำหรับ 1 ท่อ อนุญาตให้ใช้บุชชิ่งแทนการใช้กล่องหรือ terminal fitting ที่ปลายท่อในเมื่อปลายของท่อสายเดินล้ำเข้าไปในแผงสวิตซ์แบบเปิดห รือแผงควบคุมแบบเปิดได้

6.3.6 ต้องป้องกันไม่ให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำในเครื่องห่อหุ้มหรือท่อสายที่เป็นโลหะดังต่อไปนี้

(1) เมื่อติดตั้งสายสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับในเครื่องห่อหุ้มหรือท่อสายที่เป็นโลหะ ต้องจัดทำมิให้เกิดความร้อนแก่โลหะที่ล้อมรอบ เนื่องจากผล

ของการเหนี่ยวนำ เช่น โดยการรวมสายทุกเส้นของวงจรและสายนิวตรอล (ถ้ามี) รวมทั้งสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้ในสิ่งห่อหุ้มหรือท่อสายเดียวกัน

(2) เมื่อสายเดี่ยวของวงจรเดินทะลุผ่านโลหะที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กจะต้องจัดให้ผลจากการเหนี่ยวนำมีน้อยที่สุด โดยการตัดร่องให้ถึงกันระหว่างรูแต่ละรูที่ร้อยสายแต่ละเส้น หรือโดยการร้อยสายทุกเส้นของวงจรผ่านช่องเดียวกัน

6.3.7 ท่อสาย กล่อง ตู้ เครื่องประกอบ และเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ ต้องต่อลงดิน

6.3.8 ในท่อสายและรางเคเบิล ต้องไม่มีท่อสำหรับงานอื่นที่ไม่ใช่งานไฟฟ้า เช่น ท่อไอน้ำ ท่อประปา ท่อก๊าซ ฯลฯ

6.3.9 เมื่อเดินท่อสายผ่านที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก เช่น เดินท่อสายเข้า-ออก ห้องเย็น ต้องมีการป้องกันการไหลเวียนของอากาศภายในท่อ จากส่วนที่มีอุณหภูมิสูงไปส่วนที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าเพื่อไม่ให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำภายในท่อ

6.3.10การกำหนดสีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

(1) สายนิวตรอล ใช้สายสีเทาอ่อน หรือขาว

(2) สายดิน ใช้สายสีเขียว หรือสีเขียวแถบเหลือง

(3) สายเส้นไฟ ใช้สายที่มีสีต่างไปจากสายนิวตรอลและสายดิน

ข้อยกเว้นที่ 1 สายไฟฟ้าที่มีขนาดโตกว่า 16 ตารางมิลลิเมตร ให้ทำเครื่องหมายแทนการกำหนดสีที่ปลายสาย

ข้อยกเว้นที่ 2 สายออกจากมิเตอร์ถึงเมนสวิตซ์

6.4 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับระบบแรงสูง

เป็นไปตามที่ได้กำหนดในข้อ 6.3 และเพิ่มเติมดังนี้

6.4.1 กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ และสิ่งห่อหุ้มอื่นที่คล้ายกันต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมเพื่อป้องกัน การสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ และป้องกันความเสียหายทางกายภาพต่อชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือฉนวน

6.4.2 รัศมีการตัดโค้งของสายไฟฟ้า

(1) สายไฟชนิดไม่มีปลอกคั่นหรือไม่มีเปลือกตะกั่ว ต้องมีรัศมีการตัดโค้งไม่น้อยกว่า 8 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก

(2) สายไฟชนิดมีปลอกคั่นหรือมีเปลือกตะกั่วหุ้มต้องมีรัศมีการดัดโค้งไม่น้อยกว่า 12 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก

6.5 การเดินสายบนผิวอาคาร

6.5.1 ใช้เดินสายระบบแรงต่ำทั่วไปภายในอาคาร โดยใช้สายไฟฟ้าตาม มอก.11

6.5.2 การเดินสายต้องป้องกันไม่ให้ฉนวนของสายชำรุด

6.5.3 การเดินสายโดยใช้เข็มขัดรัดสาย ต้องมีระยะห่างของเข็มขัดรัดสายไม่เกิน 20 เซนติเมตร

6.5.4 การต่อและการต่อแยกสายให้ทำในกล่องต่อสายสำหรับงานไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติตามข้อ 6.21 เท่านั้น

6.5.5 การเดินสายทะลุผ่านผนังหรือสิ่งก่อสร้าง จะต้องมีการป้องกันสาย โดยจะต้องร้อยสายผ่านปลอกฉนวนที่เหมาะสมและไม่ดูดความชื้นเพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย

6.5.6 การเดินสาย ให้ติดตั้งเรียงเป็นชั้นเดียว ห้ามซ้อนกัน

6.5.7 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนและเปลือกแกนเดียว สายแบน 2 แกน และสายแบน 3 แกน (VAF) ตาม มอก.11 ตารางที่ 2 หากเดินบนผิวภายนอกของอาคาร ยอมให้เฉพาะติดตั้งได้ชายคาหรือกันสาด

6.6 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวน

6.6.1 เป็นการเดินสายแบบเปิดโล่ง โดยใช้ตุ้ม ลูกรอก หรือลูกถ้วยเพื่อการจับยึดสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นสายเดี่ยวและต้องไม่ถูกปิดบังด้วยโครงสร้างของอาคาร

6.6.2 สำหรับระบบแรงต่ำ

(1) การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคารให้ใช้ได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม งานเกษตรกรรม และงานแสดงสินค้าเท่านั้น

(2) ต้องมีการป้องกันความเสียหายทางกายภาพตามข้อ 6.3.2 และสายต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร

(3) การเดินสายในสถานที่ชื้น เปียกหรือมีไอที่ทำให้เกิดการผุกร่อน ต้องมีการจัดทำเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายแก่สายไฟฟ้าได้

(4) สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน ยกเว้น สายที่ป้อนกำลังให้ปั้นจั่นชนิดเคลื่อนที่ได้บนราง

(5) วัสดุฉนวนสำหรับการเดินสาย ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

(6) การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคารให้เป็นไปตามที่กำหนดใน ตารางที่ 6-4

ตารางที่ 6-4 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร

การติดตั้ง	ระยะสูงสุดระหว่างจุดจับยึดสาย (เมตร)	ระยะห่างต่ำสุด (มิลลิเมตร)ระหว่าง		ขนาดสายโตสุด (ตารางมิลลิเมตร)
		สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้าง	
บนตุ้ม	2.5	10	2.5	50
บนลูกรอกหรือลูกถ้วย	5	15	5	ไม่กำหนด

(7) การเดินสายเปิดบนตุ้มภายนอกอาคาร ยอมให้เป็นไปตามที่กำหนดใน ตารางที่ 6-4 ของการเดินสายเปิดบนตุ้มภายในอาคาร หากเดินสายข้ามที่โล่งจะต้องใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 2.50 ตารางมิลลิเมตร และระยะระหว่างจุดจับยึดสายต้องไม่เกิน 5 เมตร

(8) การเดินสายเปิดบนลูกรอกหรือลูกถ้วยภายนอกอาคารให้เป็นไปตามที่กำหนดใน ตารางที่ 6-5

ตารางที่ 6-5 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายนอกอาคาร

การติดตั้ง	ระยะห่างต่ำสุด (เซนติเมตร)ระหว่าง		ขนาดสายเล็กสุด(ตารางมิลลิเมตร)
	สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้าง	
ไม่เกิน 10	15	5	2.5
11 - 25	20	5	4
26 - 40	20	5	6

6.6.3 สำหรับระบบแรงสูง

(1) การติดตั้ง ต้องจัดให้เข้าถึงได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

(2) ในกรณีที่ติดตั้งสายยึดโยง จะต้องติดตั้งลูกถ้วยยึดโยงในสายยึดโยงลูกถ้วยนี้ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร และต้องมีคุณสมบัติทางกลและทางไฟฟ้าเพียงพอกับสภาพการใช้งาน ตาม มอก.280 ภ

(3) การเดินสายต้องเป็นไปตามข้อ 6.6.2 (3) และ (5) ภ

(4) ต้องมีการป้องกันความเสียหายทางกายภาพและสายไฟฟ้าต้องอยู่เหนือพื้นดิน อาคารหรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ตามตารางที่ 3-4

(5) ลวดผูกสาย ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 4 มิลลิเมตร ถ้าเป็นสายเปลือยลวดผูกสายต้องเป็นชนิดที่ไม่ทำให้เกิดการผุกร่อน เนื่องจากโลหะต่างขนิดกัน

6.7 การเดินสายในท่อร้อยสายชนิดท่อโลหะหนา (RIGID METAL CONDUIT) ท่อโลหะหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT) และท่อโลหะบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING)

6.7.1 การใช้งาน ใช้กับงานเดินสายทั่วไป ทั้งในสถานที่แห้ง ชื้นและเปียก นอกจากจะได้มีกำหนดไว้เฉพาะในเรื่องนั้น ๆ โดยต้องติดตั้งให้เหมาะสมกับกับสภาพการใช้งาน

6.7.2 ขนาดของท่อร้อยสาย

(1) ห้ามใช้ท่อร้อยสายที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 12.70 มิลลิเมตร (0.5 นิ้ว)

(2) ท่อโลหะหนาต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ใหญ่กว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

(3) ท่อโลหะหนาปานกลางและท่อโลหะบางต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

6.7.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

(1) กำหนดขนาดกระแสไฟฟ้าของสายในท่อร้อยสาย เป็นไปตามตารางที่ 6-2

(2) จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแกนเดียวตาม มอก.11 ตารางที่ 4 ขนาดเท่ากันในท่อร้อยสาย เป็นไปตาม

(3) พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต่างขนาดเดินรวมกันในท่อร้อยสาย เป็นไปตาม

6.7.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

(1) ในสถานที่ชื้นหรือเปียก ท่อโลหะและส่วนประกอบ ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้

(2) ปลายท่อที่ตัดออกต้องลบคม เพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสาย

(3) การทำเกลียวต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว สำหรับท่อโลหะบางห้ามทำเกลียว

(4) ข้อต่อ (coupling) และข้อต่อยึด (Connector) ต้องต่อให้แน่น เมื่อฝังในอิฐก่อหรือคอนกรีต ต้องใช้ชนิดฝังในคอนกรีต (concrete tight) เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกต้องใช้ชนิดกันฝน (rain tight)

(5) การต่อสาย ให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายฉนวนและหัวต่อสาย เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้า

(6) การต่อท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสาย หรือเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องมีบุชชิ่งเพื่อป้องกัน ไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด

(7) มุมดัดโค้งของท่อร้อยสายระหว่างจุดดึงสาย รวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

(8) ท่อโลหะหนาและท่อโลหะหนาปานกลางใช้ฝังในผนังและพื้นคอนกรีต ฝังดินหรือเดินภายนอกอาคาร

(9) ท่อโลหะบางใช้ฝังในผนังคอนกรีตได้

(10) ห้ามติดตั้งท่อโลหะบางฝังดิน ฝังในพื้นคอนกรีต ในที่อันตรายใช้ในระบบแรงสูง หรือที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ

(11) ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นตัวนำแทนสายดิน

(12) ต้องติดตั้งท่อร้อยสายให้เสร็จก่อนร้อยสายไฟฟ้า

(13) ท่อร้อยสาย ต้องยึดกับที่ให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสม เช่น C-channel Strap โดยมีระยะห่างระหว่างอุปกรณ์จับยึดไม่เกิน 3 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เกิน 90 เซนติเมตร

6.7.5 การดัดโค้งท่อร้อยสาย

(1) ต้องไม่ทำให้ท่อชำรุด

(2) ท่อร้อยสายสำหรับร้อยสายไฟฟ้าทั่วไป รัศมีดัดโค้งด้านในของท่อ ต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ยกเว้น ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.70 มิลลิเมตร (0.5 นิ้ว) รัศมีดัดโค้งด้านในของท่อต้องไม่น้อยกว่า 8 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

(3) ท่อร้อยสายสำหรับร้อยสายไฟฟ้าชนิดมีปลอกตะกั่ว รัศมีดัดโค้งด้านในของท่อไม่น้อยกว่า 10 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ยกเว้นท่อ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.70 มิลลิ- เมตร (0.5 นิ้ว) รัศมีดัดโค้งด้านในของท่อต้องไม่น้อยกว่า 12 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

6.8 การเดินสายในท่อร้อยสายชนิดท่อโลหะอ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT)

6.8.1 การใช้งาน

(1) ใช้ในสถานที่แห้งและเข้าถึงได้เพื่อป้องกันสายจากความเสียหายทางกายภาพหรือเพื่อเดินซ่อนสาย

(2) ห้ามใช้ท่อโลหะอ่อนในสถานที่ต่อไปนี้

ก. ในปล่องลิฟท์หรือปล่องขนของ

ข. ในห้องแบตเตอรี่

ค. ในที่อันตราย

ง. ใต้ดินหรือในคอนกรีต

6.8.2 ขนาดของท่อโลหะอ่อน ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 12.70 มิลลิเมตร (0.5 นิ้ว) ยกเว้น ท่อโลหะอ่อนที่ประกอบมากับขั้วหลอดไฟฟ้าและมีความยาวไม่เกิน 180 เซนติเมตร

6.8.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นไปตามข้อ 6.7.3

6.8.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

(1) ต้องติดตั้งท่อให้เสร็จก่อนร้อยสายไฟฟ้า

(2) ห้ามใช้ท่อโลหะอ่อนเป็นตัวนำแทนสายดิน

(3) มุมดัดโค้งของท่อร้อยสายระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

(4) ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์จัดยึด ต้องไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เกิน 30 เซนติเมตร

6.9 การเดินสายในท่อร้อยสายชนิดท่อโลหะอ่อนกันของเหลว (LIQUIDTIGHT FLEXIBLE METAL CONDUIT)

6.9.1 การใช้งาน

(1) ใช้ในสภาพการติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษา ที่ต้องกาความอ่อนตัวของท่อหรือเพื่อป้องกันสายไฟฟ้าชำรุดจากไอ ของเหลวหรือของแข็ง หรือในที่อันตราย

(2) ห้ามใช้ท่อโลหะอ่อนกันของเหลวในสถานที่ต่อไปนี้

ก. สถานที่ซึ่งอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพ

ข. ในที่ซึ่งอุณหภูมิโดยรอบหรืออุณหภูมิใช้งานของสายไฟฟ้าสูงมากจนทำให้ท่อเสียหาย

6.9.2 ขนาดของท่อโลหะอ่อนกันของเหลว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 12.70 มิลลิเมตร (0.5 นิ้ว) ถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

6.9.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสายไฟฟ้าในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว เป็นไปตามข้อ 6.7.3

6.9.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง เป็นไปตามข้อ 6.8.4

6.10 การเดินสายในท่อร้อยสายชนิดท่ออโลหะ (NONMETALLIC CONDUIT) ท่อร้อยสายชนิดท่ออโลหะและเครื่องประกอบการเดินท่อต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมทนต่อความชื้น สภาวะอากาศและสารเคมี สำหรับท่อที่ใช้เหนือดินต้องมีคุณสมบัติด้านเปลวเพลิง ทนแรงกระแทกและแรงอัด ไม่บิดเบี้ยว เพราะความร้อนภายใต้สภาวะที่อาจเกิดขึ้นเมื่อใช้งาน ทนต่อผลจากแสงอาทิตย์ สำหรับท่อที่ใช้ใต้ดิน วัสดุที่ใช้ต้องทนความชื้น ทนสารที่ทำให้ผุกร่อนและมีความแข็งแรง เพียงพอที่จะทนแรงกระแทกได้โดยไม่เสียหาย ถ้าใช้ฝังดินโดยตรงโดยไม่มีคอนกรีตหุ้ม วัสดุที่ใช้ต้องสามารถทนน้ำหนักกดที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการติดตั้งได้

6.10.1 การใช้งาน

(1) ให้ใช้ท่อร้อยสายชนิดท่ออโลหะได้ในสถานที่ต่อไปนี้

ก. เดินซ่อนในผนังพื้นและเพดาน

ข. ในบริเวณที่ทำให้เกิดการผุกร่อนและเกี่ยวข้องกับสารเคมี ถ้าท่อและเครื่องประกอบ การเดินท่อได้ออกแบบไว้สำหรับใช้งานในสภาพดังกล่าว

ค. ในที่เปียกหรือชื้น ซึ่งได้จัดให้มีการป้องกันน้ำเข้าไปในท่อ

ง. ในที่เปิดโล่ง (exposed) ซึ่งไม่เกิดความเสียหายทางกายภาพ

จ. การติดตั้งใต้ดินต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.19

(2) ห้ามใช้ท่อร้อยสายชนิดท่ออโลหะ ในสถานที่ต่อไปนี้

ก. ในที่อันตราย

ข. ใช้เป็นเครื่องแขวนและจับยึดดวงโคม

ค. อุณหภูมิโดยรอบหรืออุณหภูมิใช้งานของสายเกินกว่าอุณหภูมิที่ท่อทนได้

ง. ในโรงมหรสพ หรือที่คล้ายกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6.10.2 เมื่อเดินท่อเข้ากล่องหรือส่วนประกอบอื่น ๆ ต้องจัดให้มีบุชชิ่ง หรือป้องกันไม่ให้ฉนวนของสายชำรุด

6.10.3 ห้ามใช้ท่อร้อยสายชนิดท่อโลหะที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 15 มิลลิเมตร

6.10.4 จำนวนสายในท่อร้อยสายต้องไม่เกินตามที่กำหนดหรือแล้วแต่กรณี

6.10.5 มุมดัดโค้งของท่อร้อยสายระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

6.10.6 ต้องติดตั้งระบบท่อให้เสร็จก่อน จึงทำการเดินสายไฟฟ้า

6.11 การเดินสายในท่อร้อยสายชนิดท่อโลหะอ่อนกันของเหลว (LIQUIDTIGHT FLEXIBLE NONMETALLIC CONDUIT)

6.11.1 ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว เป็นท่อกลม ไม่มีตะเข็บ ทำด้วยวัสดุต้านทานเปลวไฟและต้องเป็นชนิดที่ผลิตเพื่อใช้เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้า

6.11.2 การใช้งาน

(1) ติดตั้งได้ทั้งแบบเปิดโล่งหรือเดินซ่อน

(2) ใช้ในสภาพการติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษาที่ต้องการความอ่อนตัวของท่อหรือป้องกันสายไฟฟ้าชำรุดจากไอ ของเหลว หรือของแข็ง

(3) ห้ามใช้ท่อโลหะอ่อนกันของเหลวในสถานที่ต่อไปนี้

ก. สถานที่ซึ่งอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพ

ข. ในที่ซึ่งผลรวมของอุณหภูมิ ซึ่งเกิดจากอุณหภูมิโดยรอบและอุณหภูมิของตัวนำเกินกว่าอุณหภูมิวัสดุของท่อ

ค. มีความยาวเกิน 1.80 เมตร ยกเว้นได้รับความเห็นชอบจากไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ง. ในระบบแรงสูง

6.11.3 ขนาดของท่อโลหะอ่อนกันของเหลวมีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.70 มิลลิเมตร (0.5 นิ้ว) ถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

6.11.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นไปตามตารางที่ 6-2

6.12 การเดินสายในช่องเดินสายโลหะแบบติดพื้นผิว (SURFACE METAL RACEWAYS)

6.12.1 การใช้งาน

(1) ใช้ในสถานที่แห้ง

(2) ห้ามใช้ช่องเดินสายโลหะแบบติดพื้นผิวในสถานที่ต่อไปนี้

ก. สถานที่ที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ

ข. ในระบบแรงสูง

ค. ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน

ง. ในปล่องลิฟท์หรือปล่องขนของ

จ. ในที่อันตราย

ฉ. เดินซ่อน

6.12.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสายไฟฟ้า

(1) ชนิด ขนาด จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในช่องเดินสาย เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

(2) ขนาดกระแสของสายในช่องเดินสาย เป็นไปตามตารางที่ 6-2 โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดเรื่องจำนวนสาย ถ้าเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้ทั้งหมด

ก. พื้นที่หน้าตัดของช่องเดินสายมากกว่า 2,580 ตารางมิลลิเมตร (4 ตารางนิ้ว)

ข. จำนวนสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลในช่องเดินสาย ต้องไม่เกิน 30 เส้น

ค. พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทุกเส้นในช่องเดินสาย รวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในช่องเดินสาย

6.12.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

(1) การต่อสาย ให้ทำในกล่องต่อสายหรือภายในช่องเดินสายที่เปิดออกได้และเข้าถึงได้หลังติดตั้งแล้ว พื้นที่หน้าตัดของสายรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัด ภายในบริเวณจุดต่อสาย

(2) ห้ามต่อช่องเดินสายตรงจุดที่ทะลุผ่านผนังหรือพื้น

(3) ห้ามดัดโค้งช่องเดินสาย

(4) ภายในช่องเดินสายผิวต้องเรียบ ไม่มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้

(5) จุดปลายทางของช่องเดินสายต้องปิด

(6) ห้ามใช้ช่องเดินสายเป็นตัวนำแทนสายดิน

(7) การติดตั้งช่องเดินสาย ข้องอ ข้อต่อและเครื่องประกอบ ต้องออกแบบให้ชิ้นส่วนต่างๆ มีความต่อเนื่องกันทั้งทางกลและทางไฟฟ้า และต้องไม่ทำให้สายภายในช่องเดินสายชำรุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6.13 การเดินสายในช่องเดินสายอโลหะแบบติดพื้นผิว (SURFACE NONMETALLIC RACEWAYS)

6.13.1 คุณสมบัติของช่องเดินสายอโลหะแบบติดพื้นผิวต้องทำด้วยวัสดุทนความชื้น ทนบรรยากาศที่มีสารเคมี ไม่ติดไฟ ทนแรงกระแทก ไม่บิดเบี้ยวจากความร้อนในสภาวะการใช้งานและสามารถใช้งานในที่อุณหภูมิต่ำได้

6.13.2 การใช้งาน

(1) ใช้ในสถานที่แห้ง

(2) ห้ามใช้ช่องเดินสายอโลหะแบบติดพื้นผิวในสถานที่ต่อไปนี้

ก. ในที่ซ่อน

ข. ในที่ซึ่งอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพ

ค. ในระบบแรงสูง

ง. ในปล่องลิฟท์หรือปล่องขนของ

จ. ในที่อันตราย

ฉ. ในที่มีอุณหภูมิโดยรอบตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียสขึ้นไป

ช. ใช้กับสายหุ้มที่มีอุณหภูมิใช้งานเกิน 70 องศาเซลเซียส

6.13.3 ชนิด ขนาด จำนวนสายไฟฟ้าที่จะเดินในช่องเดินสาย เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

6.13.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง เป็นไปตามข้อ 6.12.3 (1) (2) (5)

6.14 การเดินสายในรางเดินสายโลหะ (METAL WIREWAYS)

6.14.1 การใช้งาน

(1) ใช้กับการเดินสายแบบเปิดรางเดินสายที่ติดตั้งในสถานที่เปียก ต้องเป็นแบบกันฝน

(2) ห้ามใช้รางเดินสายโลหะในสถานที่ต่อไปนี้

ก. ในที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ

ข. ในที่มีไอที่ทำให้เกิดการผุกร่อน

ค. ในที่อันตราย

6.14.2 จำนวนสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลในรางเดินสาย ต้องไม่เกิน 30 เส้น สายไฟฟ้าในวงจรสัญญาณหรือวงจรควบคุมระหว่างมอเตอร์กับสตาร์ทเตอร์ที่ใช้เฉพาะช่วงเวลาสตาร์ทมอเตอร์ ไม่ถือว่าเป็นสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6.14.3 พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทุกเส้นในรางเดินสายรวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

6.14.4 ขนาดกระแสของสายในรางเดินสาย ให้เป็นไปตามตารางที่ 6-2 โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดเรื่องจำนวนสาย

6.14.5 ในกรณีที่จำนวนสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลในรางเดินสายเกิน 30 เส้น ให้ใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสาย แต่ทั้งนี้พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทุกเส้นในรางเดินสายรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

6.14.6 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

(1) การต่อสายในรางเดินสายเฉพาะส่วนที่เข้าถึงพื้นที่หน้าตัดของสายฉนวนรวมทั้งหัวต่อ รวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสายบริเวณจุดต่อสาย

(2) ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ทะลุผ่านผนังหรือพื้น (3) จุดปลายทางของรางเดินสายต้องปิด

(3) ในรางเดินสาย ตรงตำแหน่งที่ต้องมีการตัด งอสาย เช่น ปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อสายเข้า-ออก รางเดินสายต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับตัดงอสายอย่างเพียงพอ และมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้

(4) ห้ามใช้รางเดินสายเป็นตัวนำแทนสายดิน

(5) รางเดินสายต้องมีการจับยึดทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากปลายหรือจุดต่อไม่เกิน 1.50 เมตร สำหรับรางเดินสายในแนวดิ่งต้องมีการจับยึดทุกระยะ 4.50 เมตร และห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุด ในแต่ละระยะจับยึด

6.15 การติดตั้งบัสเวย์ (BUSWAYS)

6.15.1 การใช้งาน

(1) บัสเวย์ต้องติดตั้งในที่เปิดเผย มองเห็นได้ และสามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษา ตลอดความยาวทั้งหมด

ข้อยกเว้นที่ 1 ยอมให้บัสเวย์ที่ติดตั้งหลังที่กำบัง เช่น เหนือฝ้าเพดาน โดยจะต้องมีทางเข้าถึงได้ และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้ทั้งหมด

ก. ไม่มีการติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินที่บัสเวย์ นอกจากเครื่องป้องกันกระแสเกินของดวงโคม หรือโหลดอื่น ๆ เฉพาะจุด

ข. ช่องว่างด้านหลังที่กำบังที่จะเข้าถึงได้ต้องไม่ใช้เป็นช่องลมของเครื่องปรับอากาศ (air-handling)

ค. บัสเวย์ต้องเป็นชนิดปิดมิดชิด ไม่มีการระบายอากาศ

ง. จุดต่อระหว่างช่องและเครื่องประกอบ ต้องเข้าถึงได้เพื่อการบำรุงรักษา

ข้อยกเว้นที่ 2 ยอมให้บัสเวย์ที่ติดตั้งหลังที่กำบังที่สามารถเข้าถึงได้ และที่จัดให้เป็นที่หมุนเวียนอากาศด้วย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้ทั้งหมด

ก. บัสเวย์ต้องเป็นชนิดปิดมิดชิด ไม่มีการระบายอากาศ

ข. ใช้บัสบาร์ชนิดหุ้มฉนวน

ค. ไม่มีจุดต่อแยก ชนิด Plug-in

(2) ห้ามใช้บัสเวย์ในสถานที่ต่อไปนี้

ก. บริเวณที่เกิดความเสียหายทางกายภาพอย่างรุนแรง หรือมีไอที่ทำให้เกิดการผุกร่อน

ข. ในปล่องลิฟท์หรือปล่องขนของ

ค. ในที่อันตราย

ง. ภายนอกอาคาร ที่ชื้นหรือเปียก นอกจากเป็นชนิดที่ออกแบบไว้สำหรับงานนั้น ๆ

6.15.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง

ก. บัสเวย์ ต้องจับยึดอย่างมั่นคง ระยะห่างระหว่างจุดจับยึดต้องไม่เกิน 1.50 เมตร หรือตามการออกแบบของผู้ผลิต

ข. จุดปลายทางของบัสเวย์ต้องปิด

ค. การต่อแยกบัสเวย์ ต้องต่อด้วยเครื่องประกอบที่ออกแบบมาโดยเฉพาะและติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินที่จุดต่อแยก เพื่อใช้ป้องกันวงจรที่ต่อแยกนอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

ง. เครื่องป้องกันกระแสเกินของบัสเวย์ ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในบทที่ 4

จ. การลดขนาดของบัสเวย์ ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน ยกเว้น ในโรงงานอุตสาหกรรม บัสเวย์ที่เล็กลง มีขนาดกระแสมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ใน 3 และความยาวของบัสเวย์ที่มีขนาดเล็กกว่า ยาวไม่เกิน 15 เมตร ไม่ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน

ฉ. บัสเวย์ต้องไม่ติดตั้งให้สัมผัสกับวัสดุที่ติดไฟง่าย

ช. เปลือกหุ้มที่เป็นโลหะของบัสเวย์ ต้องต่อลงดินและให้ใช้แทนสายดินได้ ถ้าบัสเวย์ได้ออกแบบไว้เช่นนั้น

6.16 การเดินสายในรางเคเบิล (CABLE TRAYS)

6.16.1 การใช้งาน

(1) สายและอุปกรณ์ต่อไปนี้ยอมให้ติดตั้งในรางเคเบิลได้ แต่ต้องเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดของการเดินสายหรือของอุปกรณ์นั้น ๆ

ก. สายเคเบิล type MI type MC และ armored cable

ข. สายเคเบิลแกนเดียวชนิดมีฉนวนและเปลือกนอกขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร

ค. สายเคเบิลหลายแกนในระบบแรงต่ำทุกขนาด

ง. สายอื่นชนิดหลายแกนสำหรับควบคุมสัญญาณ

จ. ท่อร้อยสายชนิดต่าง ๆ

(2) ยอมให้ติดตั้งสายเคเบิลแกนเดียวชนิดไม่มีเปลือกนอกขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร ได้ในรางเคเบิลแบบบันได ซึ่งมีระยะห่างระหว่างขั้นบันได ไม่เกิน 23 เซนติเมตร (9 นิ้ว) หรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ เฉพาะในงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลมีหน้าที่รับผิดชอบดูแลและบำรุงรักษา

(3) ห้ามใช้สาย crosslink-polyethylene วางในรางเคเบิลในอาคาร ยกเว้น ร้อยสายในท่อร้อยสายชนิดท่อโลหะ

(4) บริเวณอันตรายต้องใช้สายเฉพาะที่อนุญาตให้ใช้ในเรื่องบริเวณอันตรายเท่านั้น

(5) ห้ามใช้รางเคเบิลในปล่องลิฟท์หรือสถานที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ

(6) สถานที่ใช้งานซึ่งสายมีโอกาสถูกแสงแดดโดยตรง ใช้สายชนิดทนแสงแดดได้

6.16.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับรางเคเบิล

(1) ต้องมีความแข็งแรงและมั่นคงที่จะรองรับน้ำหนักสายทั้งหมดที่ติดตั้ง ไม่มีส่วนแหลมคมที่อาจทำให้ฉนวนและเปลือกเสียหาย

(2) มีการป้องกันการผุกร่อนอย่างพอเพียงกับสภาพการใช้งาน ต้องมีผนังด้านข้างและใช้เครื่องประกอบการติดตั้งที่เหมาะสม

(3) รางเคเบิลชนิดอโลหะ ต้องทำด้วยวัสดุด้านเปลวไฟ

6.16.3 การติดตั้ง

(1) รางเคเบิลต้องมีความต่อเนื่องทางกล

(2) รางเคเบิลที่เป็นโลหะ ต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต้องต่อลงดิน

(3) สายที่ติดตั้งบนรางเคเบิลเมื่อเดินแยกเข้าท่อสายอื่นต้องมีการจับยึดให้มั่นคง

(4) ห้ามติดตั้งสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิลเดียวกันกับสายเคเบิลระบบแรงสูง

(5) รางเคเบิลต้องติดตั้งในที่เปิดโล่งและเข้าถึงได้และมีที่ว่างพอเพียงที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาสายเคเบิลได้สะดวก

(6) ในรางเคเบิลที่มีเคเบิลแกนเดียวหลายเส้นต่อขนานกัน เพื่อประกอบเป็นสายเฟสหรือสายนิวตรอลของวงจร สายเคเบิลดังกล่าวต้องติดตั้งเป็นกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยตัวนำไม่เกิน 1 เส้น ต่อเฟส หรือนิวตรอล เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไม่สมดุลย์ เนื่องจากการเหนี่ยวนำ และต้องผูกมัดตัวนำแต่ละกลุ่ม เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวเมื่อเกิดการลัดวงจร

(7) การต่อสายในรางเคเบิลต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย แต่จุดต่อสายต้องอยู่ภายในรางเคเบิล และต้องไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล

(8) ห้ามใช้รางเคเบิลเป็นตัวนำแทนสายดิน

6.16.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดวางสายและจำนวนสายในรางเคเบิล ในระบบแรงต่ำ

(1) สายเคเบิลหลายแกนที่ใช้งานต่างประเภท เช่น ใช้สำหรับไฟฟ้ากำลังแสงสว่าง สัญญาณควบคุม วางในรางเคเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ก. สายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 95 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง รวมฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินขนาดความกว้างของรางเคเบิล และให้วางเรียงกันได้ชั้นเดียวเท่านั้น

ข. สายเคเบิลที่มีขนาดเล็กกว่า 95 ตารางมิลลิเมตร ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสาย ต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่ยอมให้วางสายได้ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 6-8 ช่องที่ 1

ค. สายเคเบิลที่มีขนาดตามข้อ ก. และ ข. วางรวมกันในรางเคเบิล ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 95 ตาราง

มิลลิเมตรทั้งหมด ต้องไม่เกินพื้นที่สูงสุดที่ยอมให้วางสายได้ตามที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 6-8 ช่อง 2 และให้วางซ้อนกันได้ สำหรับสายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 95 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องวางเรียงกันเพียงชั้นเดียวโดยไม่มีสายเคเบิลอื่นมาวางทับ

(2) สายเคเบิลหลายแดนสำหรับควบคุมและ/หรือเคเบิลสัญญาณวางในรางเคเบิลแบบบันได้หรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่ภาคตัดขวางภายในของรางเคเบิล สำหรับรางเคเบิลที่มีความลึกมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้ใช้ค่าความลึก 15 เซนติเมตร ในการคำนวณพื้นที่ภาคตัดขวาง

(3) สายเคเบิลหลายแกนที่ใช้งานต่างประเภท วางในรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้.-

ก. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 95 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางรวมฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินร้อยละ 90 ของขนาดความกว้างของรางเคเบิล และให้วางเรียงได้ชั้นเดียวเท่านั้น

ข. สายเคเบิลที่มีขนาดเล็กกว่า 95 ตารางมิลลิเมตร ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสาย ต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่ยอมให้วางสายได้ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 6-8 ช่องที่ 3

ค. สายเคเบิลที่มีขนาดตามข้อ ก.และข้อ ข. วางรวมกันในรางเคเบิล ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 95 ตารางมิลลิเมตรทั้งหมด ต้องไม่เกินพื้นที่สูงสุดที่ยอมให้วางสายได้ตามที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 6-8 ช่องที่ 4 และให้วางซ้อนกันได้ สำหรับสายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 95 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องวางเรียงกันเพียงชั้นเดียว โดยไม่มีสายเคเบิลอื่นมาวางทับ

(4) สายเคเบิลหลายแกนสำหรับควบคุมและ/หรือเคเบิลสัญญาณวางในรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินร้อยละ 40 ของพื้นที่ภาคตัดขวางภายในของรางเคเบิล สำหรับรางเคเบิลที่มีความลึกมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้ใช้ค่าความลึก 15 เซนติเมตร ในการคำนวณพื้นที่ภาคตัดขวาง

(5) สายเคเบิลแกนเดียวในรางเคเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ จำนวนสายเคเบิลสูงสุดต้องเป็นดังนี้

ก. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 400 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไป ผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลางรวมฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินขนาดความกว้างของรางเคเบิล

ข. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 120 ถึง 400 ตารางมิลลิเมตร ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสาย ต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่ยอมให้วางสายได้ตามที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 6-8 ช่องที่ 5

ค. สายเคเบิลที่มีขนาดตามข้อ ก.และ ข.วางรวมกันในรางเคเบิล ผลรวมพื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 400 ตารางมิลลิเมตรทั้งหมด ต้องไม่เกินพื้นที่สูงสุดที่ยอมให้วางสายได้ตามที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 6-8 ช่อง 6

ง. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 50 ถึง 95 ตารางมิลลิเมตร ผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลางรวม ฉนวนและเปลือกของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินขนาดความกว้างของรางเคเบิลและให้วางเรียงกันได้ชั้นเดียวเท่านั้น

6.16.5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดวางสายและจำนวนสายในรางเคเบิลในระบบแรงสูง ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลแกนเดียวและหลายแกนทั้งหมดรวมกัน ต้องไม่เกินความกว้างของรางเคเบิล การวางเคเบิลยอมให้วางเรียงได้ชั้นเดียวเท่านั้น ห้ามวางซ้อนหรือเกยกัน ในที่ซึ่งสายเคเบิลแกนเดียวเป็นชนิดตีเกลียวเข้าด้วยกัน หรือมัดควบเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มและวงจร ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลทั้งหมด ต้องไม่เกินความกว้างของรางเคเบิลและกลุ่มของสายเคเบิลเหล่านี้ ห้ามวางซ้อนกัน **ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดวางสายในรางเคเบิลระบบแรงต่ำ**

ตารางที่ 6-8 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดวางสายในรางเคเบิลระบบแรงต่ำ

ความกว้างภายในของรางเคเบิล (เซนติเมตร)	พื้นที่หน้าตัดรวมของสายเคเบิลทั้งหมดที่ยอมให้วางในรางเคเบิล (เซนติเมตร)					
	เคเบิลหลายแกน				เคเบิลแกนเดียว	
	รางเคเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ		รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ		รางเคเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ	
	ช่องที่ 1 ใช้กับข้อ 6.16.4 (1) ข.	ช่องที่ 2 ใช้กับข้อ 6.16.4 (1) ค.	ช่องที่ 3 ใช้กับข้อ 6.16.4 (3) ข.	ช่องที่ 4 ใช้กับข้อ 6.16.4 (3) ค.	ช่องที่ 5 ใช้กับข้อ 6.16.4 (5) ข.	ช่องที่ 6 ใช้กับข้อ 6.16.4 (5) ค.
15	45	45-(1.2Sd1)	35	35-Sd1	40	45-(1.1Sd2)
30	90	90-(1.2Sd1)	70	70-Sd1	85	85-(1.1Sd2)
45	135	135-(1.2Sd1)	105	105-Sd1	125	125-(1.1Sd2)
60	180	180-(1.2Sd1)	140	140-Sd1	165	165-(1.1Sd2)
75	225	225-(1.2Sd1)	175	175-Sd1	210	210-(1.1Sd2)
90	270	270-(1.2Sd1)	210	210-Sd1	250	250-(1.1Sd2)

หมายเหตุ:

1. Sd1 หมายถึง ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางรวมฉนวนและเปลือกของเคเบิลหลายแกนทุกเส้นที่มีขนาดตั้งแต่ 95 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไป ซึ่งติดตั้งรวมกับเคเบิล ที่มีขนาดเล็กกว่าในรางเคเบิลเดียวกัน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)
2. Sd2 หมายถึง ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางรวมฉนวนและเปลือกของเคเบิลแกนเดียวที่มีขนาดตั้งแต่ 400 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไป ซึ่งติดตั้งรวมกับเคเบิล ที่มีขนาดเล็กกว่าในรางเคเบิลเดียวกัน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)
3. พื้นที่หน้าตัดรวมสูงสุดสำหรับภายในของรางเคเบิล 30 เซนติเมตร จะมีพื้นที่สูงสุดสำหรับวางเคเบิลที่มีขนาดเล็กกว่า 90 ตารางมิลลิเมตร เท่ากับ ผลที่ได้จาก 90 ตารางเซนติเมตร ลบออกด้วย 1.2 เท่า ของ Sd1รับวางเคเบิล สามารถคำนวณได้ เช่น ในช่องที่ 2 ถ้ารางเคเบิลมีความกว้าง

6.16.6 ขนาดกระแสของสายในรางเคเบิลในระบบแรงต่ำ

(1) สายเคเบิลแกนเกียว

ก. ขนาดกระแสของสายเคเบิลแกนเดียวหรือสายแกนเดียวตีเกลียวเข้าด้วยกัน (เช่น triplex quadruplex) ติดตั้งในรางเคเบิลแบบบันได ต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 6-2 วิธีที่ 7

ข. ขนาดกระแสของสายเคเบิลแกนเดียวหรือสายแกนเดียวตีเกลียวเข้าด้วยกัน ติดตั้งในรางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ ขนาดกระแสให้

ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 95 ของขนาดกระแสที่ได้จาก ตารางที่ 6-2 วิธีที่ 7 ถ้ารางเคเบิลมีการปิดตลอดด้วยฝาทึบความยาวเกิน 180 เซนติเมตร ขนาดกระแสให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 90 ของขนาดกระแสที่ได้จาก ตารางที่ 6-2 วิธีที่ 7 ยกเว้น การติดตั้งสายเคเบิลแกนเดียวในรางเคเบิลที่ไม่มีฝาปิด ถ้าแต่ละเส้นวางห่างกันไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลเส้นโตที่อยู่ใกล้กัน การคิดขนาดกระแสยอมให้ใช้ค่ากระแสที่ได้จาก ตารางที่ 6-2 วิธีที่ 2

(2) สายเคเบิ้ลหลายแกน ขนาดกระแสของสายเคเบิลหลายแกน ยอมให้ใช้ค่าตาม ตารางที่ 6-2 วิธีที่ 3 (ท่อโลหะ)

ข้อยกเว้นที่ 1 รางเคเบิลปิดตลอดด้วยฝาทึบยาวเกิน 180 เซนติเมตร ขนาดกระแสของสายให้ลดลงเหลือไม่เกินร้อยละ 95 ของค่าที่ได้จาก ตารางที่ 6-2 วิธีที่ 3 (ท่อโลหะ)

ข้อยกเว้นที่ 2 การติดตั้งเคเบิลหลายแกนในรางเคเบิลที่ไม่มีฝาปิด ถ้าแต่ละเส้นวางห่างกันไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลเส้นโตที่อยู่ใกล้กัน ขนาดกระแสของสายยอมให้ไม่เกินค่าที่ได้จากตารางที่ 6-2 วิธีที่ 3 (ท่อโลหะ)

6.17 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบ

6.17.1 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบ ต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้

6.17.2 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบต้องเลือกชนิดให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง เช่นติดตั้งภายนอกอาคารในที่เปียกชื้น ต้องเป็นชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าในดวงโคมได้

6.17.3 โคมไฟฟ้าที่อยู่ใกล้วัสดุติดไฟง่าย ต้องมีเครื่องป้องกันหรือกั้นไม่ให้วัสดุดังกล่าว ได้รับความร้อนสูงเกินไปจนอาจติดไฟได้

6.17.4 โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสาย ระหว่างสายของดวงโคมกับสายของวงจรย่อยได้สะดวก

6.17.5 การเดินสายดวงโคม ขนาดของสายไฟฟ้าต้องไม่เล็กกว่า 0.50 ตารางมิลลิเมตร และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

6.17.6 ฉนวนของสายในดวงโคม ต้องเหมาะสมกับกระแส แรงดัน และอุณหภูมิใช้งาน

6.17.7 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้นหรือสถานที่มีการผุกร่อนได้ ต้องใช้สายไฟฟ้าชนิดที่ได้รับการรับรอง เพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้น

6.17.8 ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องมีการจับยึดอย่างแข่งแรง เหมาะสมกับน้ำหนัก ดวงโคมที่มีน้ำหนังมากหรือมีขนาดใหญ่ ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม

6.17.9 จุดต่อ หรือจุดต่อแยกของสาย ต้องไม่อยู่ในก้านดวงโคม

บทที่ 7 ข้อกำหนดสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

7.1 ขอบเขต ในหัวข้อนี้ครอบคลุมถึงการติดตั้งหม้อแปลงทั้งหมด ยกเว้น หม้อแปลงดังต่อไปนี้

ก. หม้อแปลงกระแส (current transformer)

ข. หม้อแปลงแห้งที่ติดมากับอุปกรณ์สำเร็จและมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์สำเร็จนั้น

ค. หม้อแปลงที่เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องเอกซ์เรย์หรืออุปกรณ์ความถี่สูง

ง. หม้อแปลงที่ใช้ในระบบควบคุมระยะห่างและสัญญาณ (transformer used with remote control and signaling)

จ. หม้อแปลงสำหรับป้ายโฆษณา (transformer for sign and outline lighting)

ฉ. หม้อแปลงสำหรับหลอดไฟปล่อยประจุ (transformer for electric discharge lighting)

ช. หม้อแปลงสำหรับระบบสัญญาณเพลิงไหม้

ซ. หม้อแปลงที่ใช้สำหรับการค้นคว้า ทดสอบหรือวิจัย ซึ่งมีการป้องกันเพื่อมิให้บุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ฌ. หม้อแปลงระบบแรงต่ำ

7.2 ที่ตั้ง หม้อแปลงและห้องหม้อแปลงต้องอยู่ในสถานที่ซึ่งบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าถึงได้โดยสะดวก เพื่อทำการตรวจและบำรุงรักษา และต้องจัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอกับการใช้งาน

7.3 การป้องกันกระแสเกิน หม้อแปลงต้องมีการป้องกันกระแสเกินตามข้อ 7.3.1 หรือ 7.3.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 4.4 และ 4.6 สำหรับข้อที่นำมาใช้ได้และถ้าเครื่องปลดวงจรเป็นชนิด non load break switch ติดตั้งอยู่ด้านไฟเข้าของหม้อแปลง ต้องมีป้ายเตือนให้ปลดสวิตซ์แรงต่ำก่อน และป้ายเตือนนี้ต้องติดไว้ในบริเวณที่เห็นได้ง่ายจากบริเวณที่จะทำการปลดวงจรด้านไฟเข้า

7.3.1 หม้อแปลงระบบแรงสูง ต้องมีการป้องกันกระแสเกินดังนี้

(1) ด้านไฟเข้า หม้อแปลงแต่ละเครื่องต้องมีการป้องกันกระแสเกินแยกโดยเฉพาะ ถ้าใช้ฟิวส์พิกัดกระแสต่อเนื่องของฟิวส์ต้องไม่เกินร้อยละ 250 ของพิกัดกระแสด้านไฟ เข้าของหม้อแปลง ถ้าใช้สวิตซ์อัตโนมัติการปรับตั้งต้องไม่เกินร้อยละ 300 ของพิกัดกระแสด้านไฟเข้าของหม้อแปลง ยกเว้น

ถ้าร้อยละ 250 ของพิกัดกระแสด้านไฟเข้าไม่ตรงกับพิกัดกระแสมาตรฐานของตัวฟิวส์ให้ใช้พิกัดมาตรฐานของตัวฟิวส์ขนาดสูงถัดไป

(2) ด้านไฟออก หม้อแปลงแต่ละเครื่องต้องมีการป้องกันกระแสเกินทางด้านไฟออก พิกัดกระแสต่อเนื่องของฟิวส์หรือขนาดปรับตั้งของสวิตซ์อัตโนมัติต้องไม่เกินร้อยละ 250 ของพิกัดกระแสด้านไฟออกของหม้อแปลง

7.3.2 หม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer) สำหรับเครื่องวัดติดตั้งในเครื่องห่อหุ้มหรือในอาคารต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทางด้านไฟเข้า

7.4 การต่อขนานหม้อแปลง ยอมให้ต่อหม้อแปลงหลายเครื่องขนานกันได้ เมื่อหม้อแปลงแต่ละเครื่องมีการติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินด้านแรงสูงและแรงต่ำ แ ละต้องมีอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง ที่สามารถปลอดและสับหม้อแปลงได้พร้อมกัน หม้อแปลงทุกเครื่องต้องมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมือนกัน

7.5 การต่อลงดิน ส่วนของหม้อแปลงที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่ใช้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้ารวมถึงรั้ว ที่กั้นหรืออื่น ๆ ต้องต่อลงดิน ตามข้อ 6.22 โดยมีค่าความต้านทานดินรวมของสายดิน ไม่เกิน 5 โอห์ม

7.6 การกั้น หม้อแปลงต้องมีการกั้นดังต่อไปนี้

7.6.1 หม้อแปลงที่เปิดเผยต่อความเสียหายทางกายภาพต้องมีการป้องกันที่เหมาะสมเพื่อลดโอกาสที่จะทำให้หม้อแปลงชำรุด จากสาเหตุภายนอก

7.6.2 หม้อแปลงแห้งที่มีเครื่องห่อหุ้มที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ทนความชื้นและป้องกันวัตุถแปลกปลอมที่อาจสอดเข้าไปได้ให้ถือว่ามีการกั้นแล้ว

7.6.3 ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งต้องมีการกั้นตามที่กำหนดในบทที่ 3

7.6.4 ส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งต้องมีป้ายหรือเครื่องหมายแสดงแรงดันไฟฟ้าติดตั้งไว้ให้เห็นได้ง่ายบนเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโครงสร้าง

7.7 ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับหม้อแปลงแบบต่าง ๆ

7.7.1 หม้อแปลงฉนวนน้ำมัน (oil-Insulated Transformer)

(1) หม้อแปลงฉนวนน้ำมันติดตั้งในอาคารต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลงยกเว้นหม้อแปลงใช้กับเตาหลอมไฟฟ้า มีขนาดไม่เกิน 75 เควี หากไม่อยู่ในห้องหม้อแปลงต้องมีรั้วล้อมรอบ และระยะห่างระหว่างหม้อแปลงกับรั้ว ต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร

(2) ห้ามติดตั้งหม้อแปลงฉนวนน้ำมันภายในอาคาร บนดาดฟ้าหรือบนส่วนยื่นของอาคารขนาดใหญ่พิเศษของอาคารสูง อาคารชุด

(3) หม้อแปลงฉนวนน้ำมันติดตั้งภายนอกอาคาร เมื่อติดตั้งแล้ว ส่วนที่มีไฟฟ้าด้านแรงสูงของหม้อแปลง ต้องห่างจากโครงสร้างอื่นไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร สำหรับหม้อแปลงที่ติดตั้งใกล้กับวัตถุหรืออาคารที่ติดไฟได้ ต้องมีการป้องกันไฟที่เกิดจากน้ำมันของหม้อแปลงลุกลามไปติดวัตถุติดไฟได้

7.7.2 หม้อแปลงแห้ง (Dry-type transformer)

(1) หม้อแปลงแห้งติดตั้งภายในอาคาร (Dry-type transformer installed indoor) มีข้อกำหนดสำหรับสถานที่ติดตั้งตามตารางที่ 7-1

(2) หม้อแปลงแห้งติดตั้งภายนอกอาคาร (Dry-type transformer installed outdoor)

ก. หม้อแปลงต้องมีการกั้นตามข้อ 7.6.2 ที่สามารถทนสภาพอากาศ (Weatherproof) ได้

ข. หม้อแปลงที่มีขนาดเกิน 112.5 เควีเอ. ต้องติดตั้งห่างจากวัสดุที่ติดไฟได้ที่เป็นส่วนของอาคารไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตรยกเว้น หม้อแปลงชนิดมีอุณหภูมิเพิ่ม (temperature rise) 80 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าที่มีการปิดหุ้มมิดชิด (ยอมให้มีเฉพาะช่องระบายอากาศ) สามารถลดระยะห่างลงได้อีก

7.7.3 หม้อแปลงฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ (Nonflammable Fluid-Insulated Transformer) ยอมให้ติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ถ้าติดตั้งภายในอาคาร ต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลง

7.8 ห้องหม้อแปลง

7.8.1 ห้องหม้อแปลงสำหรับหม้อแปลงฉนวนน้ำมัน

(1) ห้องหม้อแปลงให้ติดตั้งเฉพาะหม้อแปลงเท่านั้น ยกเว้น หม้อแปลงที่มีอุปกรณ์ป้องกันและตัดตอนที่ติดมากับตัวหม้อแปลง (padmount)

(2) ห้องหม้อแปลงต้องอยู่ในสถานที่ที่สามารถขนย้ายหม้อแปลงเข้าออกได้ และสามารถระบายอากาศสู่ภายนอกได้ หากใช้ท่อลมต้องเป็นชนิดทนไฟ ห้องหม้อแปลงต้องเข้าถึงได้โดยสะดวกสำหรับผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องและเพื่อการบำรุงรักษา

(3) ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงกับผนังหรือประตูห้องหม้อแปลง ต้องไม่น้อยกว่า 1ม.

(4) ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงแต่ละเครื่อง ต้องไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

(5) ตรงบริเวณที่ติดตั้งหม้อแปลง ต้องมีที่ว่างเหนือหม้อแปลง หรือเครื่องห่อหุ้มหม้อแปลง ไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

(6) ช่องระบายอากาศควรอยู่ห่างจากประตู หน้าต่าง ทางหนีไฟ และวัตถุติดไฟได้ให้มากที่สุดที่จะทำได้

(7) อุณหภูมิในห้องหม้อแปลงต้องไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส

(8) การระบายความร้อน

ก. ระบายความร้อนโดยใช้ระบบหมุนเวียนอากาศตามธรรมชาติ ต้องมีช่องระบายอากาศทั้งด้านเข้าและออก พื้นที่สุทธิของช่องระบายอากาศแต่ละด้าน ต้องไม่น้อยกว่า 10 ตารางเซนติเมตร/เควีเอ ของหม้อแปลงที่ใช้งาน และต้องไม่เล็กกว่า 500 ตารางเซนติเมตร ตำแหน่งของช่องระบายอากาศด้านเข้า ต้องอยู่ใกล้กับพื้นห้อง แต่ต้องอยู่สูงไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ช่องระบายอากาศออกต้องอยู่ใกล้เพดานหรือหลังคาและอยู่ในด้านที่ทำให้การถ่ายเทอากาศผ่านหม้อแปลง ช่องระบายอากาศเข้าและออก ห้ามอยู่บนผนังด้านเดียวกัน และช่องระบายอากาศต้องปิดด้วยลวดตาข่าย

ข. ถ้าอุณหภูมิภายในห้องหม้อแปลงเกิน 40 องศาเซลเซียส จะต้องเพิ่มการระบายอากาศ ด้วยพัดลมหรือด้วยวิธีการอื่น ๆ ตามความจำเป็น

(9) ผนังและหลังคาห้องหม้อแปลงต้องสร้างด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงทางโครงสร้างเพียงพอกับสภาพการใช้งานและไม่ติดไฟ ผนังของห้องหม้อแปลงต้องสร้างด้วยวัสดุที่มีความหนาดังนี้

ก. คอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตรหรือ

ข. อิฐทนไฟ หนาไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร หรือ

ค. คอนกรีตบล็อก หนาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

(10) พื้นห้องหม้อแปลง ต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร กรณีพื้นติดพื้นดิน สำหรับกรณีอื่น ๆ ต้องหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร และต้องรับน้ำหนักของหม้อแปลงและอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อย่างปลอดภัย

(11) พื้นห้องต้องลาดเอียงมีทางระบายน้ำมันของหม้อแปลงไปลงบ่อพัก (sump) บ่อพักต้องมีความจุไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของปริมาตรน้ำมันของหม้อแปลงเครื่องที่มีน้ำมันมากที่สุด แล้วใส่หินเบอร์ 2 ให้เต็มบ่อพัก ถ้าบ่อพัก

อยู่ภายนอกห้องหม้อแปลงต้องมีท่อระบายน้ำมันชนิดทนไฟ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5 เซนติเมตร เพื่อระบายน้ำมันจากห้องหม้อแปลงไปลงบ่อพักปลายท่อด้านหม้อแปลงต้องปิดด้วยตะแกรง

(12) ประตูห้องหม้อแปลงทุกประตูต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาอย่างน้อย 1.60 มิลลิเมตร มีวิธีการป้องกันการผุกร่อน ประตูต้องจัดยึดไว้อย่างแน่นหนา เปิดได้สะดวก และต้องมีประตูฉุกเฉินสำรองไว้ สำหรับเป็นทางออก ซึ่งเป็นชนิดที่เปิดออกภายนอกได้สะดวกและรวดเร็ว

(13) ธรณีประตูต้องมีความสูงเพียงพอที่จะกักน้ำมันหม้อแปลงเครื่องที่มีปริมาตรน้ำมันมากที่สุดได้ ในกรณีเกิดรั่ว) และต้องสูงไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

(14) เครื่องห่อหุ้มส่วนที่มีไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่ใช้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ต้องต่อลงดินตามที่กำหนดในข้อ 7.5

(15) ห้องหม้อแปลงต้องจัดให้มีแสงสว่างอย่างเพียงพอ

(16) ระบบท่ออื่นๆ ที่ไม่ใช่ท่อที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ห้ามติดตั้งในห้องหม้อแปลง ยกเว้น ท่อสำหรับระบบดับเพลิงหรือท่อระบบระบายความร้อนของหม้อแปลงหรือท่อที่ได้ออกแบบอย่างเหมาะสมแล้ว

(17) ห้ามเก็บวัสดุที่ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งานทางไฟฟ้าวัสดุเชื้อเพลิงในห้องหม้อแปลง

7.8.2 ห้องหม้อแปลงสำหรับหม้อแปลงฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ ให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 7.8.1

ข้อยกเว้นที่ 1 ไม่ต้องมีบ่อพักแต่ต้องสามารถระบายน้ำหรือฉนวนของเหลวของหม้อแปลงออกจากห้องได้

ข้อยกเว้นที่ 2 ความหนาของผนังห้องหม้อแปลงเป็นดังนี้

ก. คอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 6.50 เซนติเมตร หรือ

ข. อิฐทนไฟ หนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรหรือ

ค. คอนกรีตบล็อก หนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

ข้อยกเว้นที่ 3 ให้ติดตั้งเครื่องปลดวงจรแรงสูงชนิดเปิดได้เมื่อมีโหลดไว้ในห้องหม้อแปลง

7.8.3 ห้องหม้อแปลงสำหรับหม้อแปลงแห้ง ให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 7.8.1

ข้อยกเว้นที่ 1 ไม่ต้องมีบ่อพักและท่อระบายของเหลว

ข้อยกเว้นที่ 2 ความหนาของผนังห้องหม้อแปลงเป็นไปตามข้อ 7.8.2

ข้อยกเว้นที่ 3 หม้อแปลงแห้งชนิดที่มีเครื่องห่อหุ้ม ยอมให้ติดตั้งเครื่องปลดวงจรชนิดเปิดได้เมื่อมีหลด เมนสวิตซ์ แผงสวิตซ์และแผงจ่ายไฟไว้ในห้องหม้อแปลงได้

7.9 ลานหม้อแปลง

7.9.1 ลานหม้อแปลงอยู่บนพื้นดิน

(1) หม้อแปลงต้องอยู่ในที่ล้อม ที่ล้อมนี้อาจจะเป็นกำแพงหรือรั้วที่ใส่กุญแจได้และเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาสำหรับบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

(2) ส่วนที่มีไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแรงสูงเหนือที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องอยู่สูงจากพื้นที่ปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 275 เซนติเมตรยกเว้น มีการกั้นเพื่อป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยไม่ได้ตั้งใจ

(3) ระยะห่างตามแนวระดับระหว่างรั้วหรือผนังกับส่วนที่มีไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแรงสูงต้องไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

(4) ระหว่างตามแนวระดับระหว่างรั้วหรือผนังกับหม้อแปลงต้องไม่น้อยกว่า 1 เมตร

(5) ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงแต่ละลูกต้องไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

(6) รั้วหรือกำแพงของลานหม้อแปลงต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.13 เมตร

(7) การต่อลงดิน ต้องเป็นไปตามข้อ 7.5

(8) ต้องมีแผ่นป้ายหรือสัญญลักษณ์เตือนให้ระวังอันตรายจากไฟฟ้าแรงสูงติดตั้งไว้ในบริเวณที่เห็นได้ชัดเจน

(9) พื้นของลานหม้อแปลงต้องใส่หินเบอร์ 2 หนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ยกเว้นส่วนที่ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์

7.9.2 ลานหม้อแปลงอยู่บนดาดฟ้าของอาคารให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 7.9.1 โดยมีข้อกำหนดเพิ่มเติมดังนี้

(1) พื้นของดาดฟ้ารวมทั้งตัวอาคารที่ติดตั้งหม้อแปลงต้องผ่านการรับรองว่ามีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของหม้อแปลงและเครื่องอุปกรณ์ได้อย่างปลอดภัย

(2) ต้องติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าโดยใช้ overhead ground wire ที่มีมุมป้องกัน protection angle) ไม่เกิน 45 องศาวัดจากแนวดิ่ง หรือใช้เครื่องอุปกรณ์อื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(3) หม้อแปลงชนิดฉนวนน้ำมันต้องมีบ่อพักที่มีข้อกำหนดตามข้อ 7.8.1 (11)

7.9.3 ลานหม้อแปลงอยู่บนระเบียง กันสาด หรือส่วนยื่นของอาคาร ให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 7.9.2 โดยมีข้อกำหนดเพิ่มเติมดังนี้

(1) ลานหม้อแปลงไม่ต้องติดตั้ง overhead ground wire หากมีการป้องกันฟ้าผ่าที่สามารถครอบคลุมหม้อแปลงได้อยู่แล้ว

(2) ต้องมีการกั้นที่ด้านบน เพื่อป้องกันไม่ให้หม้อแปลงเกิดความเสียหาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 8 ข้อกำหนดสำหรับคะแปซิเตอร์

ข้อกำหนดต่อไปนี้ ใช้กับคะแปซิเตอร์สำหรับปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Facter) คะแปซิเตอร์ติดตั้งบนโครงสร้างภายนอกอาคาร ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในส่วนที่เกี่ยวข้อง ส่วนคะแปซิเตอร์ติดตั้งในอาคาร ให้เป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

8.1 สถานที่

8.1.1 คะแปซิเตอร์แต่ละตัวที่บรรจุด้วยของเหลวที่ติดไฟได้ มีปริมาณมากกว่า 11 ลิตร ให้ติดตั้งภายนอกอาคาร หากติดตั้งในอาคาร ต้องติดตั้งภายในห้องที่ออกแบบไว้เฉพาะ

8.1.2 คะแปซิเตอร์ต้องมีเครื่องห่อหุ้ม หรือติดตั้งโดยมีการกั้นรั้วหรือโดยวิธีอื่น เพื่อป้องกันบุคคลมาสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ ยกเว้น คะแปซิเตอร์นั้นเข้าถึงได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

8.2 คะแปซิเตอร์แรงต่ำ

8.2.1 คะแปซิเตอร์ต้องจัดให้มีวงจรคายประจุ ต่ออย่างถาวรหรือต่ออัตโนมัติกับขั้วของคะแปซิเตอร์ เมื่อปลดวงจรคะแปซิเตอร์ออกจากระบบ

8.2.2 คะแปซิเตอร์ต้องสามารถคายประจุ ให้แรงดันลดลงเหลือไม่เกิน 50 โวลท์ ภายในเวลา 1 นาที นับจากเวลาที่ปลด

8.2.3 ตัวนำที่ต่อเข้ากับวงจรคะแปซิเตอร์ ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคะแปซิเตอร์ หากคะแปซิเตอร์ต่อกับวงจรมอเตอร์ ตัวนำของวงจรคะแปซิเตอร์ ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของขนาดกระแสของสายวงจรมิเตอร์ และต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคะแปซิเตอร์ด้วย

8.2.4 ตัวนำทุกสายเส้นไฟที่ต่อเข้าชุดคะแปซิเตอร์ ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน ควรมีค่าต่ำสุดที่จะทำให้ชุดคะแปซิเตอร์นั้น ต่อใช้งาน

8.2.5 คะแปซิเตอร์ต้องมีเครื่องปลดวงจร ที่สามารถปลดทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกัน และในสภาพการทำงานปกติ เครื่องปลดวงจรต้องทำงานได้โดยไม่ชำรุด พิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจร ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคะแปซิเตอร์

8.2.6 เปลือกโลหะของคะแปซิเตอร์ต้องต่อลงดิน ยกเว้น คะแปซิเตอร์ที่ติดตั้งบนโครงสร้างชนิดที่ได้ออกแบบไว้ให้มีศักย์ไม่เท่ากับดิน

8.2.7 คะแปซิเตอร์แต่ละตัวต้องมีแผ่นป้ายระบุผู้ผลิต พิกัดแรงดัน กิโลวาร์ กระแส และปริมาณของเหลวที่บรรจุอยู่ (ถ้ามี)

8.2.8 คะแปซิเตอร์ที่ติดตั้ง เพื่อปรับค่าตัวประกอบกำลังของมอเตอร์ ควรติดตั้งด้านไฟเข้าของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังมอเตอร์

8.3 คะแปซิเตอร์แรงสูง

8.3.1 คะแปซิเตอร์ต้องจัดให้มีวงจรคายประจุ ต่ออย่างถาวรหรือต่ออัตโนมัติกับขั้วของคะแปซิเตอร์ เมื่อปลดวงจรคะแปซิเตอร์ออกจากระบบ ยกเว้น เมื่อคะแปซิเตอร์ต่อตรงเข้ากับขดลวดของมอเตอร์หรือของหม้อแปลง โดยไม่มีสวิตช์หรืออุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต่ออยู่

8.3.2 คะแปซิเตอร์ต้องสามารถคายประจุ ให้แรงดันลดลงเหลือไม่เกิน 50 โวลท์ ภายในเวลา 1 นาที นับจากเวลาที่ปลด

8.3.3 คะแปซิเตอร์ต้องจัดให้มีมาตรการป้องกันคะแปซิเตอร์ชำรุดจนอาจเกิดอันตรายจากกระแสลัดวงจร การป้องกันอาจจะป้องกันคะแปซิเตอร์เฉพาะแต่ละตัวหรือทั้งกลุ่มก็ได้

8.3.4 การปลด-สับคะแปซิเตอร์ ต้องใช้สวิตช์ที่ทำงานพร้อมกันทุกเฟส (Group-operated Switch) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

(1) มีความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคะแปซิเตอร์ที่ติดตั้ง

(2) ตัดกระแสโหลดต่อเนื่องสูงสุดของคะแปซิเตอร์ที่ต่ออยู่ ในสภาพการใช้งานปกติได้

(3) ทนกระแสไหลพุ่ง (Inrush Current) ค่าสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นในวงจร (รวมทั้งกระแสที่ไหลมาจากคะแปซิเตอร์ที่อยู่ข้างเคียง)

(4) ทนกระแสลัดวงจร ที่อาจเกิดขึ้นทางด้านที่ต่อเข้ากับคะแปซิเตอร์ได้

8.3.5 เปลือกโลหะของคะแปซิเตอร์ ต้องต่อลงดิน
ยกเว้น คะแปซิเตอร์ที่ติดตั้งบนโครงสร้างชนิดที่ได้ออกแบบไว้ให้มีศักย์ไม่เท่ากับดิน

8.3.6 คะแปซิเตอร์แต่ละตัวต้องมีแผ่นป้ายระบุผู้ผลิต พิกัดแรงดัน กิโลวาร์ กระแส และปริมาณของเหลวที่บรรจุอยู่ (ถ้ามี)

ประวัติผู้เขียน

นายสมศักดิ์ ไชยโคตร วัน เดือน ปี เกิด 28 กันยายน 2519 ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 35 หมู่ที่ 9 ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 ตำแหน่ง หัวหน้าส่วนโยธา (นักบริหารงานช่างโยธา ระดับ 7) สถานที่ทางานปัจจุบัน องค์การบริหารส่วนตาบลเสิงสางเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จัวหวัดนครราชสีมา 30330 ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2530 ชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองไผ่ใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2533 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2536 ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2540 ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2546 ปริญญาตรี บริหารธุรกิจบัณฑิต (การจัดการงานก่อสร้าง) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2553 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี