บทที่4

การทดลอง

บทนี้กล่าวถึงพื้นที่ทำการวิจัย, การตรวจวัดค่าการสะสมของสิ่งเปรอะเปื้อน, การตรวจวัดค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วย และการตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยา โดยรายละเอียดมีดังนี้

4.1 พื้นที่ทำการวิจัย

มลภาวะที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงเกิดขึ้นมาจากหลายสาเหตุ เช่น เขม่าควันจากโรงงานอุตสาหกรรม คราบทราย ละอองน้ำ ฯลฯ โดยในประเทศไทยคราบสกปรกส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในพื้นที่อุตสาหกรรมหรือชายฝั่งทะเล

บริเวณที่ห่างจากชายฝั่งทะเล การสะสมคราบสกปรกจะเป็นไปอย่างช้าๆ และสามารถป้องกันการวาบไฟตามผิวอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ด้วยการทำความสะอาดอุปกรณ์ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ส่วนบริเวณชายทะเลนั้น การสะสมคราบสกปรกจนถึงระดับที่ก่อให้เกิดการวาบไฟตามผิวอาจเกิดในระยะเวลาเพียง 2 – 3 ชั่วโมงเท่านั้น การทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบสามารถทำได้เฉพาะในบริเวณสถานีไฟฟ้าย่อยเท่านั้น แต่ในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีความยาวหลายสิบกิโลเมตรนั้น การทำความสะอาดอุปกรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลูกถ้วยไฟฟ้า แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย วิธีลดปัญหาในกรณีนี้สามารถทำได้โดยเลือกลูกถ้วยไฟฟ้าที่ทนทานมลภาวะได้ดี และ/หรือ สะสมคราบสกปรกน้อย

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การวิจัยนี้จึงมุ่งไปที่บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศเป็นหลัก การวิจัยจะทำทั้งชายทะเลฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

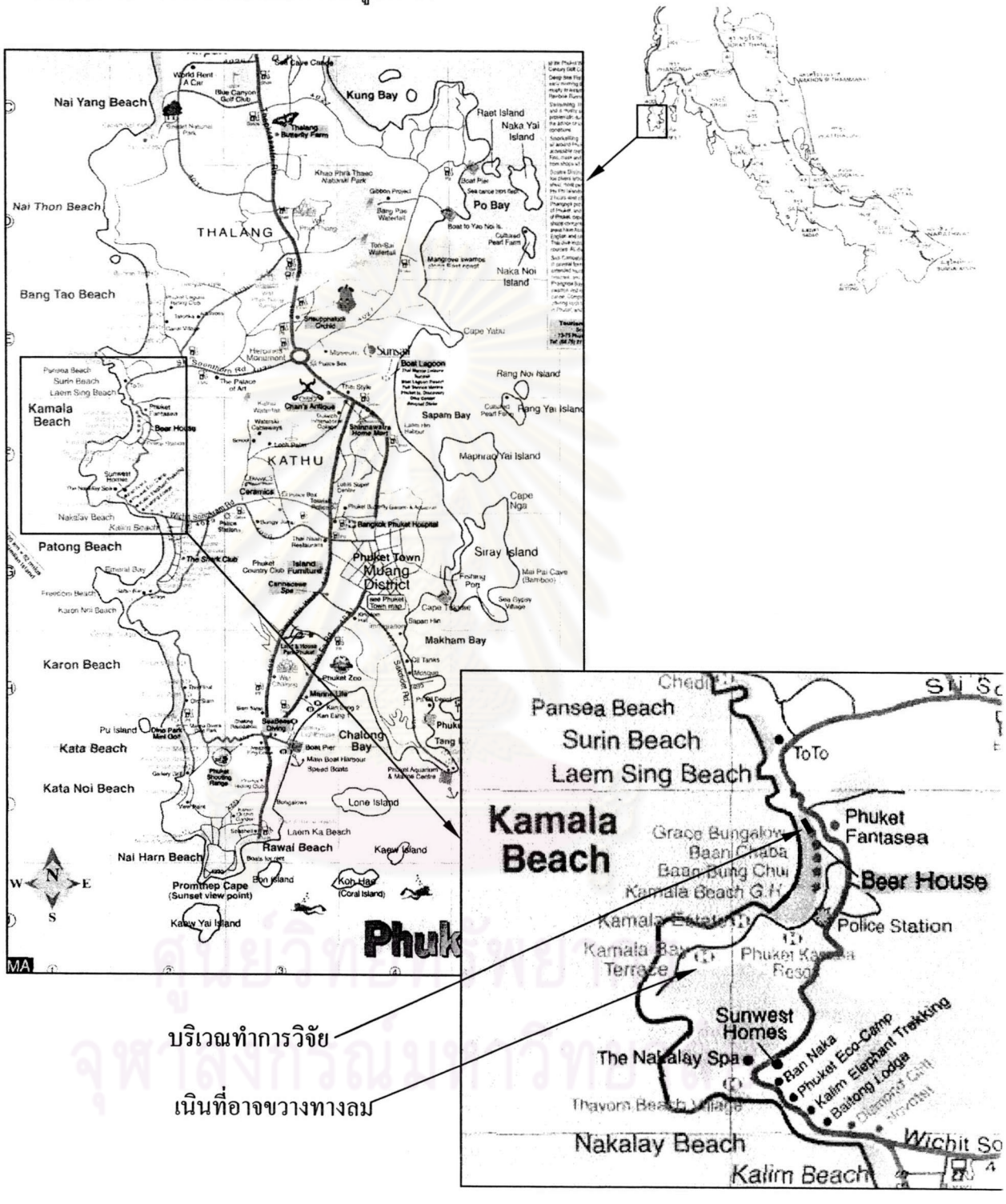
ตารางที่ 4.1 สถานที่ทำการวิจัย

ชายฝั่งทะเล	พื้นที่ทำการวิจัย
ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย	อ.ระโนด จ.สงขลา อ. เมือง จ.สงขลา
ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน	อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต

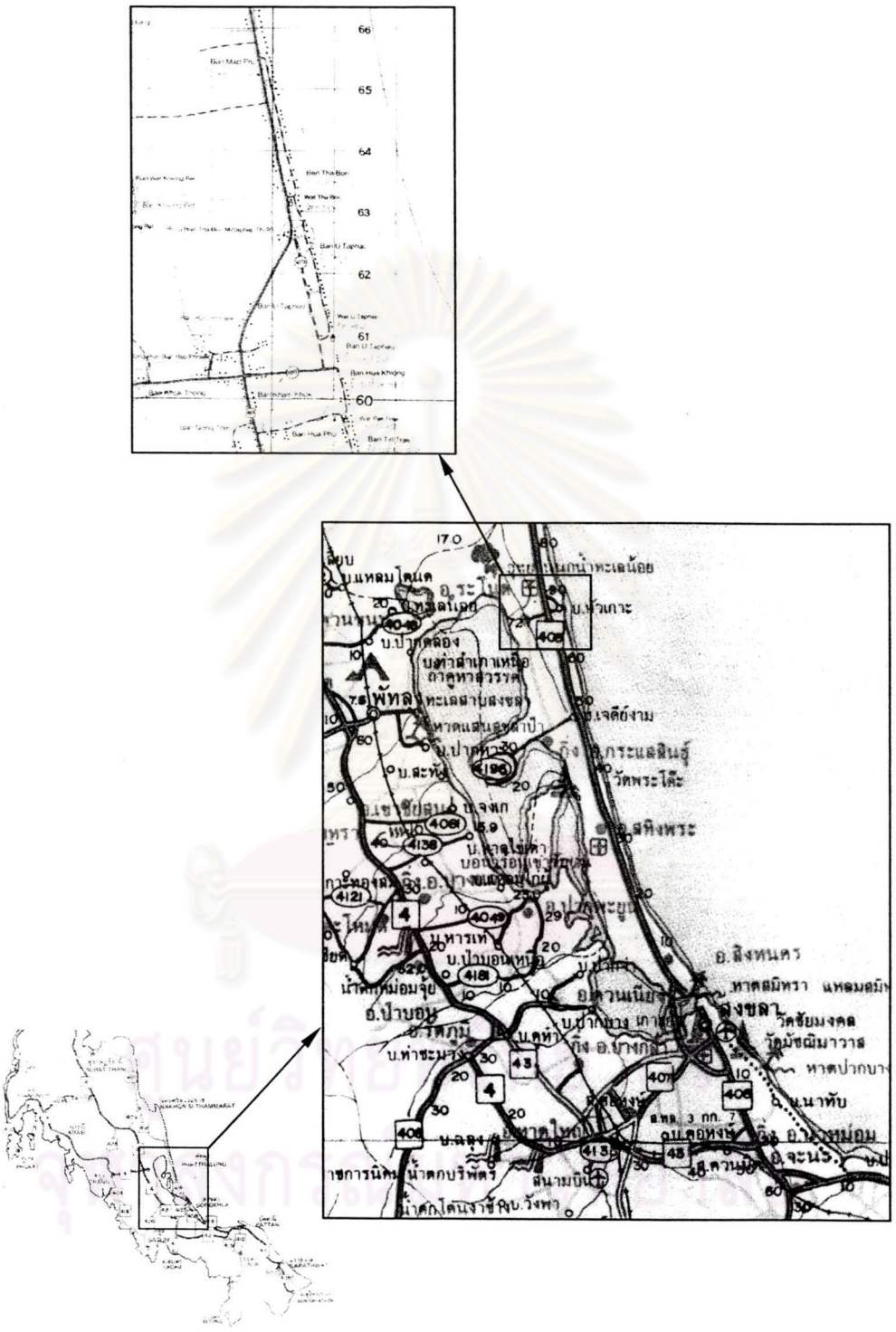
บริเวณที่จะทำการวิจัยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงสถานที่วิจัยบริเวณ อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต

4.1.2 อ.ระโนด จ.สงขลา

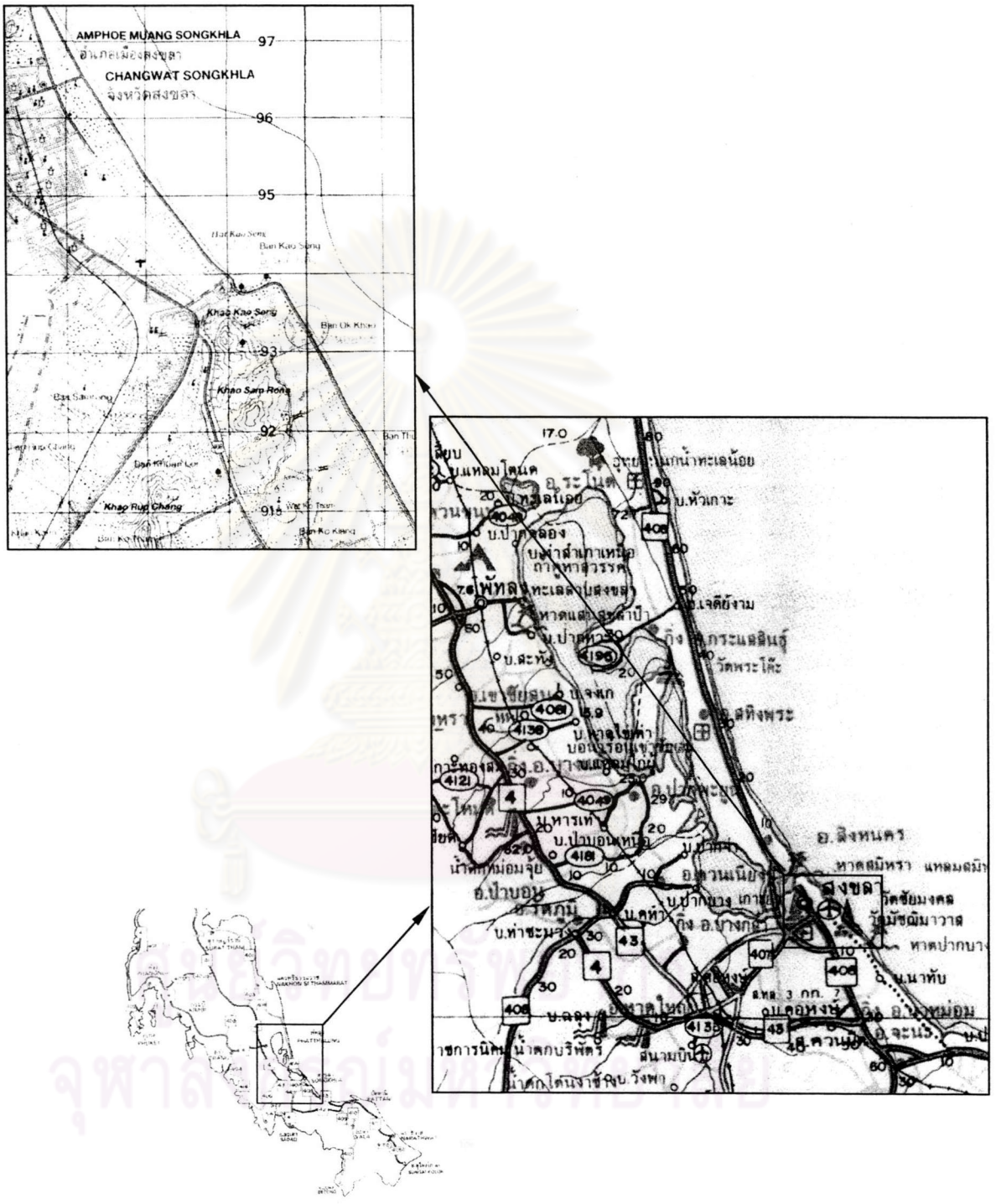
บริเวณที่จะทำการวิจัยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงสถานที่วิจัยบริเวณ อ.ระโนด จ.สงขลา

4.1.3 อ.เมือง จ.สงขลา

บริเวณที่จะทำการวิจัยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.3



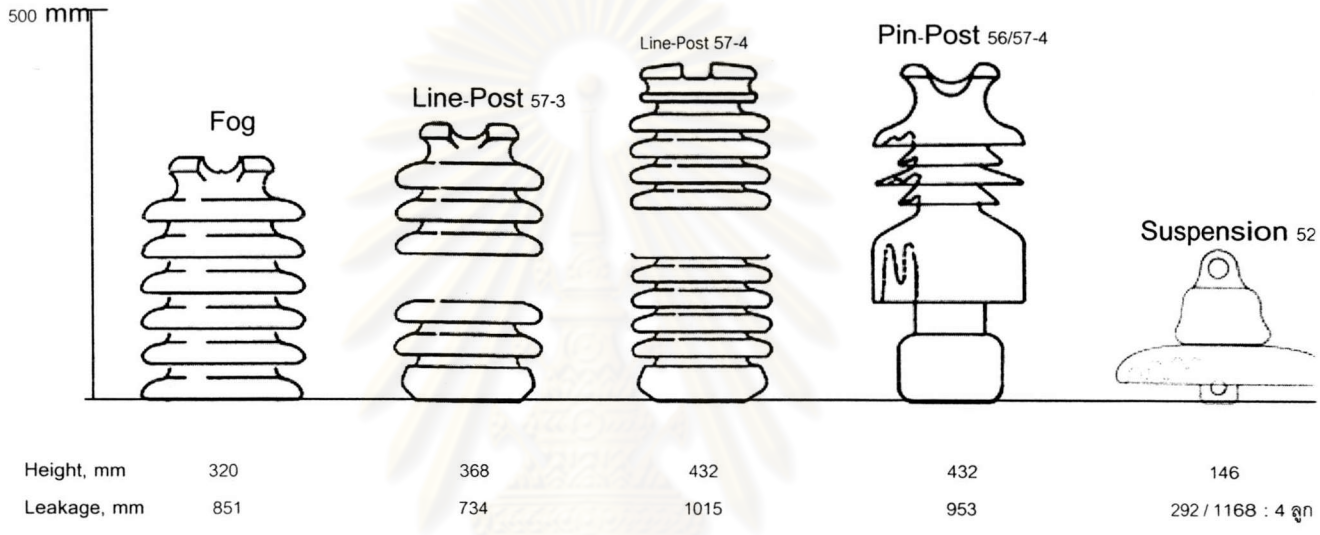
รูปที่ 4.3 แผนที่แสดงสถานที่วิจัยบริเวณ อ.เมือง จ.สงขลา

4.2 การตรวจวัดค่าการสะสมของสิ่งเปรอะเปื้อนบนลูกถ้วย

ระดับความเปรอะเปื้อนหรือค่า Equivalent Salt Deposit Density (ESDD) เป็นค่าที่นำไปใช้ในการออกแบบ เลือกใช้ และกำหนดรายละเอียดในการซ่อมบำรุงรักษาลูกถ้วยที่ติดตั้งในระบบสายส่ง โดยรายละเอียดในการตรวจวัดเป็นดังนี้

4.2.1 ลูกถ้วยที่ใช้ในการวิจัยวัดค่า ESDD

ลูกถ้วยที่ใช้ในการวิจัยจะมีอยู่ 5 แบบดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ลูกถ้วยแบบต่างๆที่จะทำการวิจัยวัดค่า ESDD

4.2.2 การติดตั้งลูกถ้วยที่ใช้ในการวิจัยวัดค่า ESDD

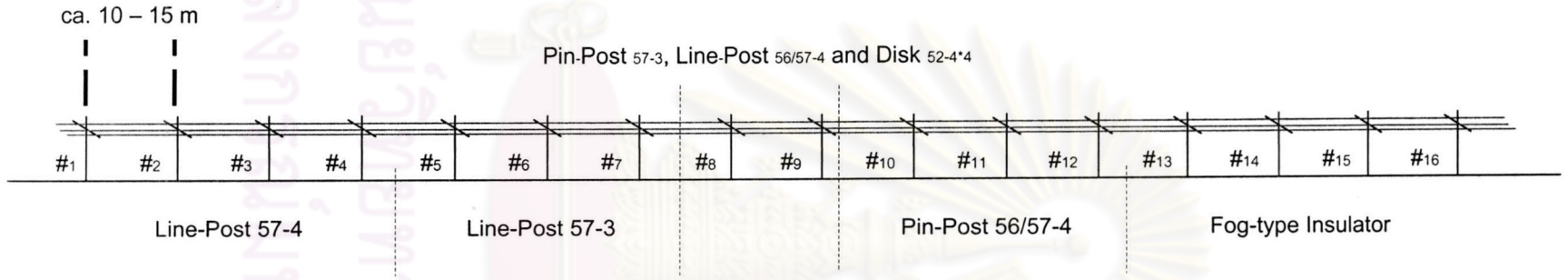
การติดตั้งลูกถ้วยที่ใช้ในการวัดค่า ESDD จะใช้ลูกถ้วยจำนวน 24 ลูกในแต่ละแบบในกรณีของลูกถ้วยแท่ง 57-3(line-post 57-3), ลูกถ้วยแท่ง 57-4(line-post 57-4), ลูกถ้วยก้านตรงแบบ Fog (Fog Type) และลูกถ้วยแท่งก้านตรง 56/57-4(Pinpost 56/57-4) เป็นจำนวนทั้งหมด 96 ลูกและในกรณีลูกถ้วยแขวน 52-4 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 24 ชุดๆละ 4 ลูก จากนั้นเราจะนำลูกถ้วยทั้ง 5 แบบไปติดตั้งบนเสาไฟฟ้าจำนวน 16 ต้นที่ทำการไว้ในบริเวณพื้นที่ทำการวิจัยในแต่ละแห่งดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การติดตั้งลูกถ้วย

เสา	ชนิดลูกถ้วยที่ติดตั้ง
1	ลูกถ้วยแท่ง 57-4
2	ลูกถ้วยแท่ง 57-4
3	ลูกถ้วยแท่ง 57-4
4	ลูกถ้วยแท่ง 57-4
5	ลูกถ้วยแท่ง 57-3
6	ลูกถ้วยแท่ง 57-3
7	ลูกถ้วยแท่ง 57-3
8	ลูกถ้วยแท่ง 57-3, ลูกถ้วยแขวน 52-4
9	ลูกถ้วยแท่งก้านตรง 56/57-4, ลูกถ้วยแขวน 52-4
10	ลูกถ้วยแท่งก้านตรง 56/57-4
11	ลูกถ้วยแท่งก้านตรง 56/57-4
12	ลูกถ้วยแท่งก้านตรง 56/57-4
13	ลูกถ้วยก้านตรงแบบ Fog
14	ลูกถ้วยก้านตรงแบบ Fog
15	ลูกถ้วยก้านตรงแบบ Fog
16	ลูกถ้วยก้านตรงแบบ Fog

โดยจะทำการจ่ายไฟขนาด 33 kV ผ่าน drop-out fuse เพื่อป้องกันระบบของการไฟฟ้าเนื่องมาจากการเกิดวาบไฟตามผิวบนสายส่งที่ทำการวิจัย

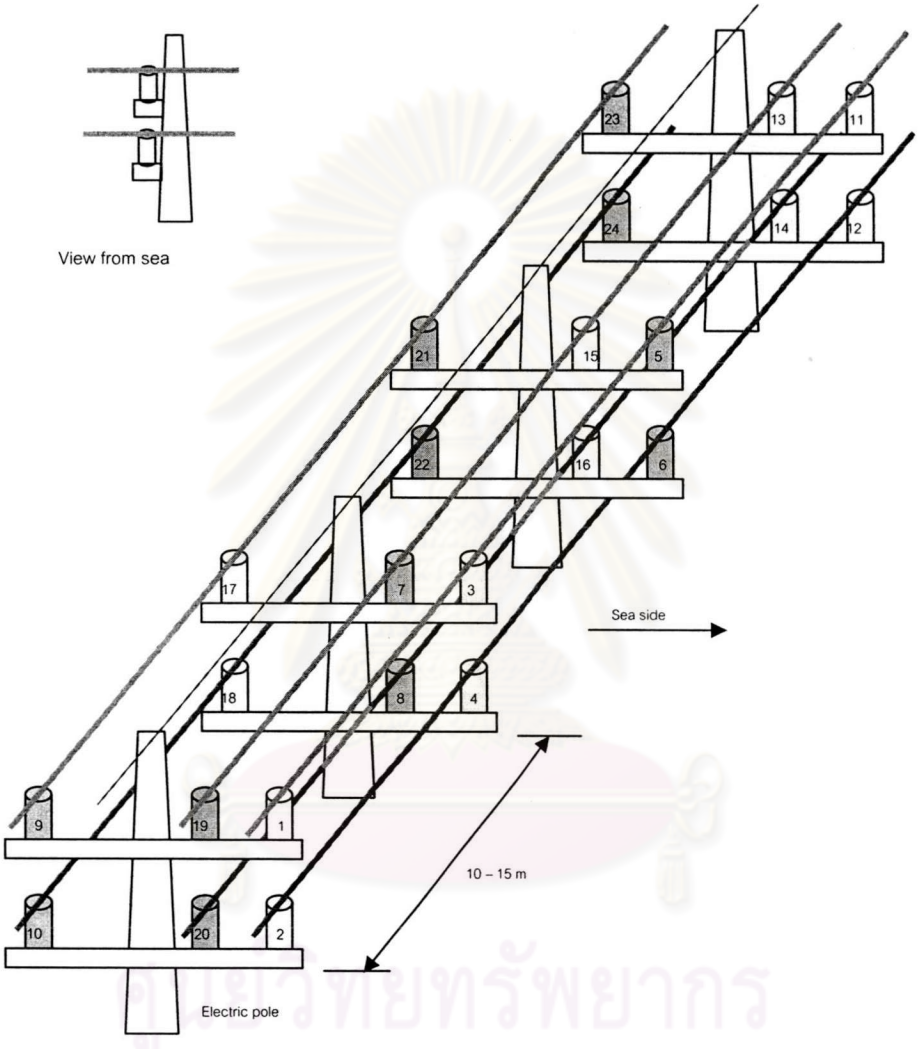
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แบบก่อสร้างรวมเพื่อติดตั้งลูกถ้วยที่จะทำการวิจัยวัดค่า ESDD

4.2.3.ตำแหน่งของลูกถ้วยและแผนการสุ่มเพื่อวัด ESDD

ตำแหน่งของลูกถ้วยแต่ละแบบบนเสาและแผนการสุ่มลูกถ้วยเพื่อนำมาวัดค่า ESDD ในแต่ละเดือนได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.3 ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ตำแหน่งของลูกถ้วย ที่จะทำการวิจัยวัดค่า ESDD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แผนการสุ่มลูกถ้วยเพื่อวัดค่า ESDD ในแต่ละเดือน

เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 (6)	■	■			■	■					■	■												
2 (8)	■	■	■	■			■	■					■	■										
3 (6)	■	■							■	■					■	■								
4 (8)	■	■	■	■	■	■											■	■						
5 (6)	■	■					■	■			■	■												
6 (12)	■	■	■	■					■	■			■	■					■	■	■	■		
7 (6)	■	■			■	■									■	■								
8 (8)	■	■	■	■			■	■									■	■						
9 (6)	■	■							■	■	■	■												
10 (8)	■	■	■	■	■	■							■	■										
11 (6)	■	■					■	■							■	■								
12 (12)	■	■	■	■					■	■							■	■	■	■			■	■
13 (6)	■	■			■	■					■	■												
14 (8)	■	■	■	■			■	■					■	■										
15 (6)	■	■							■	■					■	■								
16 (8)	■	■	■	■	■	■											■	■						
17 (6)	■	■					■	■			■	■												
18 (12)	■	■	■	■					■	■			■	■					■	■	■	■		

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่ามีการแบ่งกลุ่มลูกถ้วยในแต่ละแบบออกเป็นทั้งหมด 6 กลุ่ม ดังนี้

- ทำการวัดค่า ESDD ทุก 1 เดือน
- ทำการวัดค่า ESDD ทุก 2 เดือน
- ทำการวัดค่า ESDD ทุก 3 เดือน
- ทำการวัดค่า ESDD ทุก 4 เดือน
- ทำการวัดค่า ESDD ทุก 6 เดือน
- ทำการวัดค่า ESDD ทุก 12 เดือน

เพื่อศึกษาถึงผลของระยะเวลาที่ทำการติดตั้งที่มีต่อปริมาณการสะสมของสิ่งเปรอะเปื้อนบนลูกถ้วยทดลอง

4.2.4.การคำนวณค่า ESDD ตามมาตรฐาน IEC 507

การคำนวณค่า ESDD ตามมาตรฐาน IEC 507 [1991] มีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณค่าความนำไฟฟ้าเชิงปริมาตร ที่อุณหภูมิ 20°C ตามสมการ (4.1)

$$\sigma_{20} = \sigma_{\theta}\left[1 - b\left(\theta - 20\right)\right] \qquad (4.1)$$

เมื่อ θ คือ อุณหภูมิของสารละลาย ($^{\circ}$C)

σ_{θ} คือ ค่าความนำไฟฟ้าเชิงปริมาตร ที่อุณหภูมิ $\theta\,^{\circ}$C (S/m)

σ_{20} คือ ค่าความนำไฟฟ้าเชิงปริมาตร ที่อุณหภูมิ 20°C (S/m)

b คือ ค่าตัวประกอบแปรตามอุณหภูมิของสารละลาย มีค่าดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าตัวประกอบ b ที่ใช้ในการหาค่า ความนำไฟฟ้าเชิงปริมาตร ที่อุณหภูมิต่างๆ

θ($^{\circ}$C)	b	$b_{calculate}$	error
5	0.03156	0.03156	0.01%
10	0.02817	0.02817	0.01%
20	0.02277	0.02277	0.01%
30	0.01905	0.01905	0.01%

หมายเหตุ : หากต้องการหาค่า b ที่อุณหภูมิ 5°C - 30°C ที่ไม่ได้ระบุอยู่ในตาราง ให้ประมาณค่าจากข้อมูลในตาราง และ $b_{calculate}$ คือค่าที่ได้จากสมการ (4.2)

เนื่องด้วยอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการตรวจวัดกลางแจ้งบางครั้งสูงเกินกว่า 30°C ตามสภาพอากาศที่ร้อนของประเทศไทย แต่ไม่มีข้อมูลการทดลองเพื่อหาค่า b ในช่วงอุณหภูมิที่เกินกว่า 30°C จึงจำเป็นต้องอนุโลมใช้การประมาณค่าจากข้อมูลในตารางที่ 4.4 โดยประมาณความสัมพันธ์ระหว่าง b กับ θ ได้ตามสมการ (4.2)

$$b = -3.200\times10^{-8}\theta^{3} + 1.032\times10^{-5}\theta^{2} - 8.272\times10^{-4}\theta + 3.544\times10^{-2} \qquad (4.2)$$

2. คำนวณค่าความเข้มข้นของเกลือ (Salinity ; s_a) ตามสมการ (4.3) สำหรับค่า σ_{20} ที่อยู่ในช่วง 0.004-0.4 S/m

$$S_a = \left(5.7\bullet\sigma_{20}\right)^{1.03} \qquad kg/m^{3} \qquad (4.3)$$

แต่เนื่องด้วยไม่มีข้อมูลการหาค่า s_a สำหรับค่า σ_{20} ซึ่งต่ำกว่า 0.004 S/m โครงการนี้จึงจำเป็นต้องใช้สมการ (4.3) ในการคำนวณหาค่า s_a ในบางข้อมูลที่ σ_{20} ต่ำกว่า 0.004 S/m ด้วย

3. คำนวณค่า ESDD (Equivalent salt deposit density) ตามสมการ (4.4)

$$ESDD = \frac{S_a \bullet V}{A} \qquad mg/cm^2 \tag{4.4}$$

เมื่อ S_a คือ ค่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือ (kg/m^3)

V คือ ปริมาตรสารละลาย (cm^3)

A คือ พื้นที่ผิวลูกถ้วย (cm^2)

<u>ตัวอย่างการคำนวณค่า ESDD</u>

ตัวอย่างข้อมูลของลูกถ้วยแท่ง 57-4 และข้อมูลความเปรอะเปื้อนที่วัดได้ หลังจากติดตั้งลูกถ้วยเป็นเวลา 1 เดือน มีดังนี้

- พื้นที่ผิวของลูกถ้วย(A) 4673.3 cm^2
- ปริมาตรน้ำที่ใช้วัด(V) 500 cm^3
- อุณหภูมิของน้ำ(θ) 29.8 °C
- ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำก่อนทำความสะอาดลูกถ้วย($\sigma_{\theta_{before}}$) 4.04 $\mu S/cm$
- ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำหลังทำความสะอาดลูกถ้วย($\sigma_{\theta_{after}}$) 50.2 $\mu S/cm$

1) ค่าตัวประกอบ

$$b = -3.200\times10^{-8}\times29.8^3 + 1.032\times10^{-5}\times29.8^2 - 8.272\times10^{-4}\times29.8 + 3.544\times10^{-2}$$
$$= 0.01911$$

2) ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำก่อนล้างลูกถ้วย

$$\sigma_{20;before} = \sigma_{\theta;before}\left[1 - b(\theta - 20)\right]$$
$$= 4.04\times10^{-4}\times\left[1 - 0.01911(29.8 - 20)\right]$$
$$= 3.28\times10^{-4} \quad S/m$$

$\Rightarrow$ ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำก่อนล้างลูกถ้วย

$$S_{a;before} = (5.7 \bullet \sigma_{20})^{1.03}$$
$$= (5.7 \times\ 0.000328)^{\ 1.03}$$
$$= 1.55 \times 10^{-3}\ kg/m^3$$

3) ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำหลังล้างลูกถ้วย

$$\sigma_{20;after} = \sigma_{\theta;after}\left[1 - b(\theta - 20)\right]$$
$$= 50.2 \times 10^{-4} \times \left[1 - 0.01911(29.8 - 20)\right]$$
$$= 40.8 \times 10^{-4} \qquad S/m$$

$\Rightarrow$ ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำหลังล้างลูกถ้วย

$$S_{a;after} = (5.7 \bullet \sigma_{20})^{1.03}$$
$$= (5.7 \times\ 0.00408)^{\ 1.03}$$
$$= 20.77 \times 10^{-3} \qquad kg/m^3$$

4) ปริมาณเกลือที่ติดอยู่บนผิวของลูกถ้วย

$$ESDD = \frac{(S_{a;after} - S_{a;before}) \bullet V}{A}$$
$$= \frac{(20.77 - 1.55) \times 10^{-3} \times 500}{4673.3}$$
$$= 0.002056 \qquad mg/cm^2$$

<u>การหาพื้นที่ผิวของลูกถ้วย</u>

การหาพื้นที่ผิวของลูกถ้วยสำหรับนำไปใช้ในการคำนวณหาค่า ESDD ทำได้โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการหาพื้นที่ผิวของลูกถ้วย โดยทำการวาดพื้นที่หน้าตัดของลูกถ้วยพร้อมทั้งระบุขนาด จากนั้นโปรแกรมจะช่วยจำลองลูกถ้วยและคำนวณหาพื้นที่ผิว ผลการคำนวณหาพื้นที่ผิวในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 พื้นที่ผิวของลูกถ้วยที่ใช้ในการวัดค่า ESDD

ชนิดของลูกถ้วย	พื้นที่ผิว (cm^2)
ลูกถ้วยแท่ง 57-3	2837.5
ลูกถ้วยแท่ง 57-4	4673.3
ลูกถ้วยแท่งก้านตรง 56/57-4	4150.2
ลูกถ้วยก้านตรงแบบ Fog	5474.2
ลูกถ้วยแขวน 52-4 (4 ลูก)	6331.0

4.2.5 ขั้นตอนการวัดค่า ESDD

การวัดความเปรอะเปื้อนของลูกถ้วยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำลูกถ้วยที่จะตรวจวัดลงจากเสาโดยระวังไม่ให้มีการสัมผัสผิวของลูกถ้วย หรือสัมผัสให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ วางลูกถ้วยลงบนขาตั้งที่เตรียมไว้
2. ผู้ตรวจวัดสวมถุงมือ แล้วล้างทำความสะอาดถ้วยตวงให้สะอาด
3. ใช้ถ้วยตวงเพื่อตวงน้ำบริสุทธิ์ 500 cm^3 แล้วนำกระดาษจุ่มลงไปในน้ำ
4. ใช้มิเตอร์วัดความนำไฟฟ้าและอุณหภูมิของน้ำ แล้วจดบันทึก โดยค่าความนำไฟฟ้าของน้ำต้องน้อยกว่า 10 $\mu S / cm$
5. บีบน้ำออกจากกระดาษก่อนนำไปเช็ดลูกถ้วย นำกระดาษกลับไปจุ่มและเขย่าในน้ำแล้วบีบน้ำออกอีกครั้งก่อนนำไปเช็ดลูกถ้วยต่อ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนลูกถ้วยสะอาดไม่มีสิ่งเปรอะเปื้อนเหลืออยู่บนพื้นผิวลูกถ้วย (ยกเว้นส่วนที่เป็นโลหะไม่ต้องเช็ดทำความสะอาด)
6. คนน้ำให้สิ่งเจือปนละลายก่อนใช้มิเตอร์วัดค่าความนำไฟฟ้าและอุณหภูมิของน้ำอีกครั้งแล้วจดบันทึก
7. ทำความสะอาดลูกถ้วยอีกครั้งด้วยน้ำสะอาดแล้วนำลูกถ้วยกลับขึ้นไปบนเสาเช่นเดิม

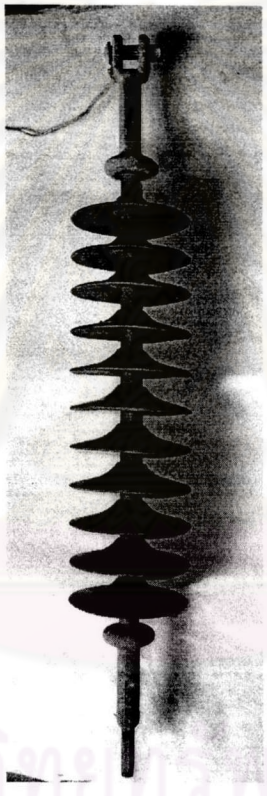
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.การตรวจวัดค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วยทดลอง

กระแสรั่วไหลเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมในการใช้งานลูกถ้วย เนื่องจากกระแสรั่วไหลเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเกิดวาบไฟตามผิวของลูกถ้วยอีกทั้งยังทำให้เกิดพลังงานสูญเสียอย่างต่อเนื่องในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยรายละเอียดในการตรวจวัดมีดังนี้

4.3.1.การติดตั้งลูกถ้วยที่ใช้ในการวิจัยวัดค่ากระแสรั่ว

ลูกถ้วยที่ใช้ในการวัดค่ากระแสรั่วจะมีทั้งหมด 6 แบบ ซึ่ง 5 แบบแรกจะเหมือนกับที่ใช้ในการวัดค่า ESDD และทำการเพิ่มลูกถ้วยแขวน Silicone Rubber Insulator (SIR) เข้าไปอีกหนึ่งชนิด โดยจะใช้ลูกถ้วยชนิดละหนึ่งลูกไปติดไว้เสาไฟแล้วทำการจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 10 kV ให้แก่ลูกถ้วยเพื่อทำการวัดค่ากระแสรั่ว



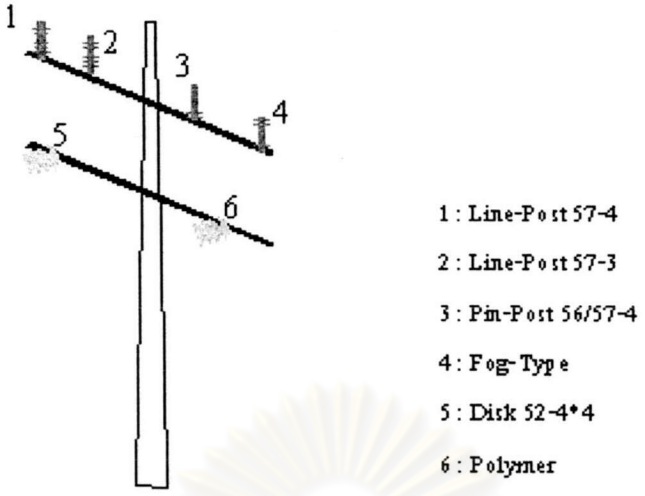
Height = 770 mm

Leakage = 1650 mm

Area = 3480.6 cm^2

รูปที่ 4.7 ลูกถ้วย SIR ที่ใช้ในการวัดค่ากระแสรั่วไหล

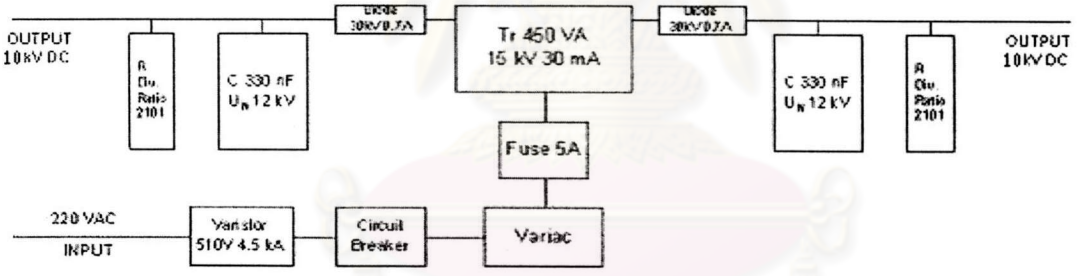
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 แบบก่อสร้างเพื่อติดตั้งลูกถ้วยที่จะทำการวิจัยวัดค่ากระแสรั่ว

4.3.2.แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงสำหรับชุดวัดกระแสรั่ว

ทำหน้าที่แปลงแรงดันจาก 220 VAC ไปเป็นแรงดัน 10kV DC ป้อนให้กับลูกถ้วยทดสอบทั้ง 6 ชนิดโดย วงจรที่ใช้แปลงแรงดันจะเป็นแบบ half wave rectifier ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรภายในตู้จ่ายไฟ

แรงดันสูงกระแสสลับขนาด ±7.5 kV (หม้อแปลงที่ใช้มีขั้วแรงสูง 2 ขั้ว โดยแรงดันสูงระหว่างขั้วใดขั้วหนึ่งกับตัวถังที่ต่อลงดินจะมีค่า 7.5 kV และแรงดันสูงระหว่างขั้วมีค่า 15 kV) จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันสูงกระแสตรงโดยใช้ไดโอดแรงสูงร่วมกับตัวเก็บประจุไฟฟ้าแรงสูง แรงดันสูงที่ได้เมื่อหม้อแปลงจ่ายแรงดันขาออกเต็มพิกัดจะมีค่า 1.414x7.5 = 10 kV ดังนั้นไดโอดแรงสูงที่ใช้ต้องทนแรงดันย้อนกลับ (Reverse Bias) ได้มากกว่า 20 kV และรับกระแสได้มากกว่า 30 mA (กระแสพิกัดของหม้อแปลง)

ส่วนตัวเก็บประจุไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้เลือกจากระลอกคลื่น (Ripple) ของแรงดันกระแสตรงที่เกิดขึ้นเมื่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจ่ายโหลดเท่ากับ 15 mA (30/2 mA) โดยระลอกคลื่นที่เกิดขึ้นต้องไม่เกิน 5% ของแรงดันพิกัด ดังนี้

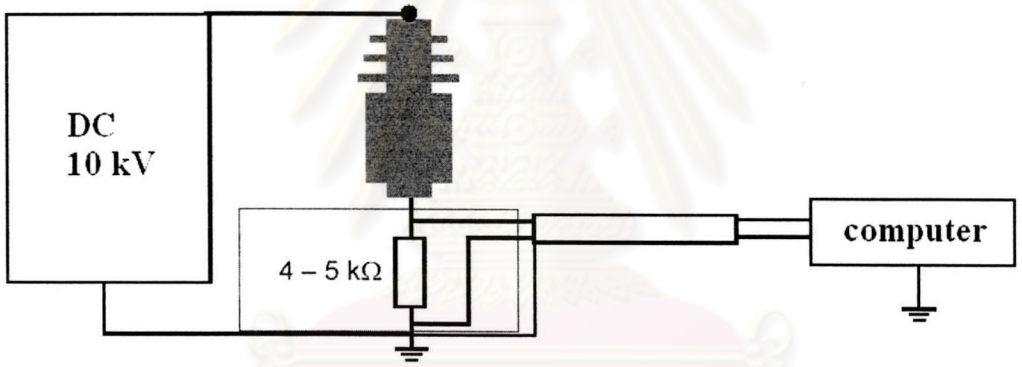
$$\delta U = 0.05U = 0.05 \times \sqrt{2} \times 10 \times 10^3 = \frac{I}{2fC} = \frac{0.015}{100C}$$

$$\Longrightarrow C = 283 \text{ nF}$$

จึงเลือกใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าแรงสูงที่มีพิกัดแรงดันเท่ากับ 12 kV และมีความจุไฟฟ้าเท่ากับ 330 nF

4.3.3.การวัดค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วย

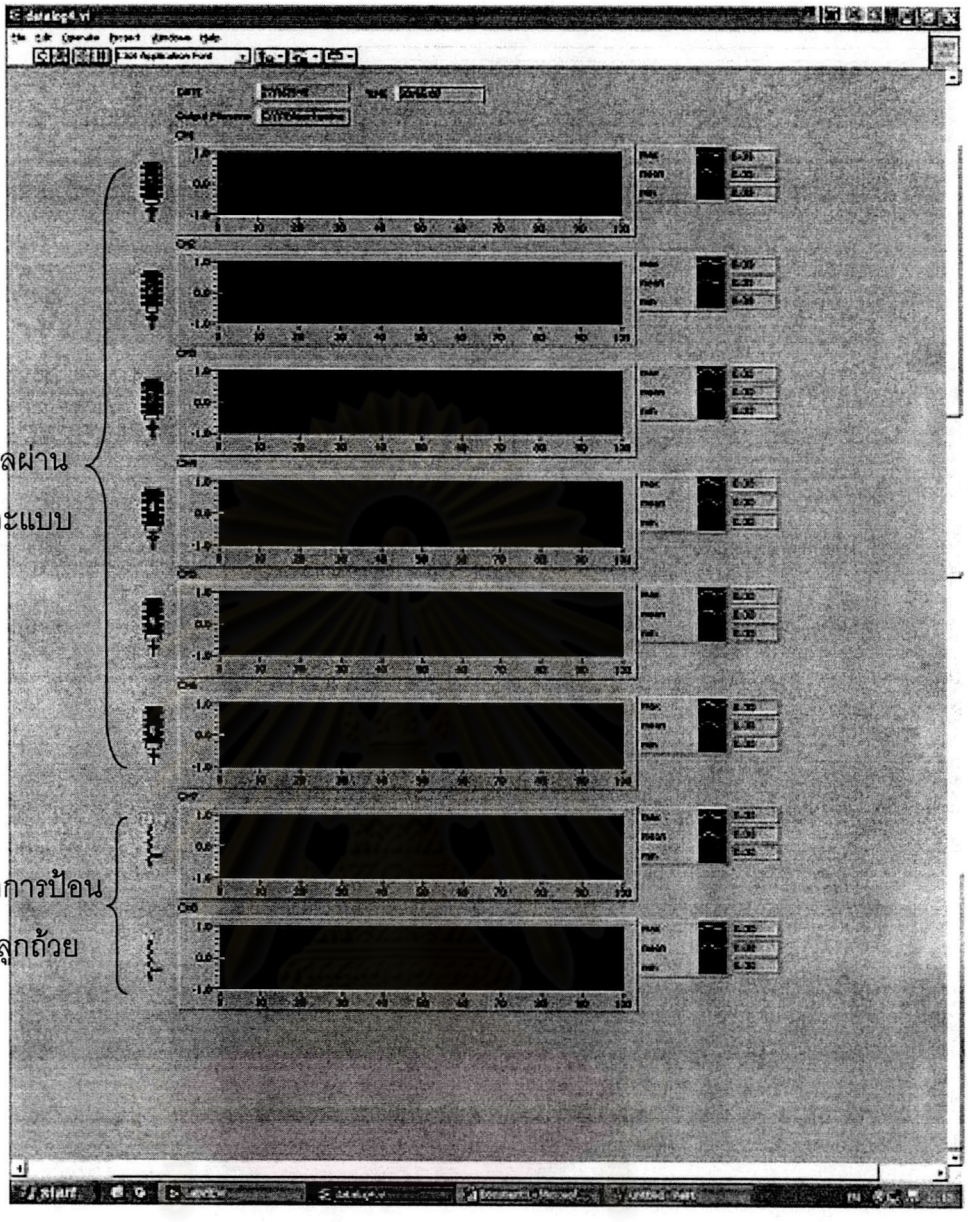
การวัดค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วยจะทำได้โดยการวัดแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานขนาด 4.7 $k\Omega$ ที่ต่ออนุกรมกับลูกถ้วยทดลอง โดยจะทำการเก็บข้อมูลที่วัดได้ลงในคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไว้ในบริเวณสถานที่ทดลอง



รูปที่ 4.10 การวัดค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วยทดลอง

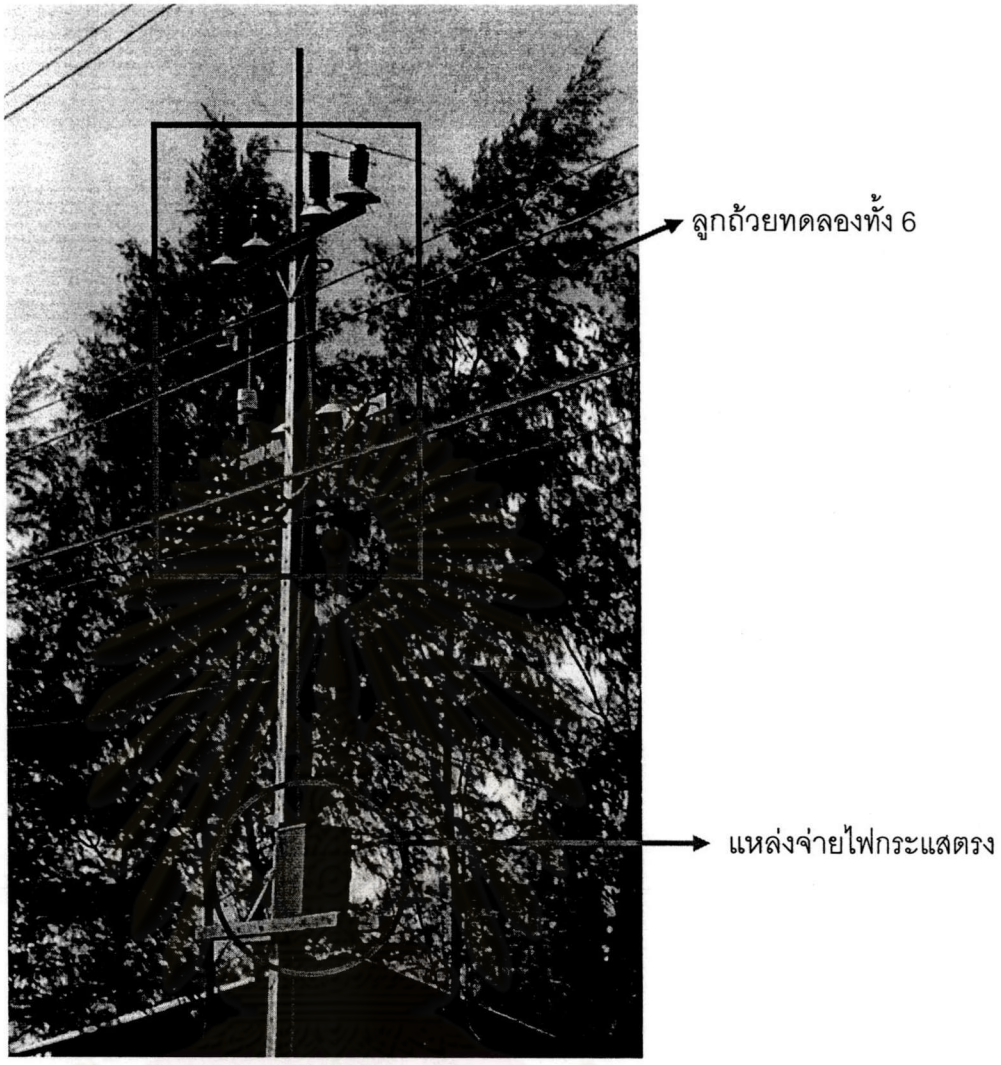
<u>โปรแกรมวัดค่ากระแสรั่วไหล</u>

โปรแกรมวัดค่ากระแสรั่วไหลเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นบนโปรแกรม LabVIEW ทำหน้าที่วัดค่ากระแสกระแสรั่วไหลบนลูกถ้วยทดลองแต่ละแบบ โดยทำการรับค่าแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานผ่าน Data Acquisition Card (DAQ) จากนั้นจะทำการเปลี่ยนค่าแรงดันเป็นค่ากระแสรั่วไหลที่เกิดขึ้นบนลูกถ้วยแต่ละชนิดจากสูตร $I = \frac{V}{R}$ แล้วทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมวัดค่ากระแสรั่ว

ทั้งนี้จะทำการตั้งค่าให้กับคอมพิวเตอร์ให้ทำการเปิดโปรแกรมวัดค่ากระแสรั่วโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดมีไฟฟ้าขัดข้องหรือไฟฟ้าดับเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถทำการวัดค่ากระแสรั่วได้อย่างต่อเนื่อง หลังจากที่ระบบไฟฟ้าได้กลับสู่สภาวะปกติ



รูปที่ 4.12 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่ากระแสรั่วไหลที่สถานที่ทำการทดลอง

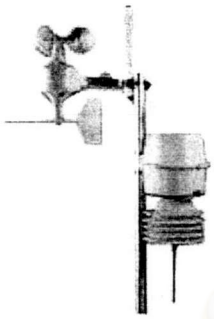
4.4.การตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยา

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยาด้วยกันทั้งหมด 6 ค่า คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ความดันอากาศ, ปริมาณน้ำฝน, ความเร็ว และทิศทางลม เพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่า ESDD และค่ากระแสรั่วไหลที่เกิดขึ้นบนลูกถ้วยทดลอง

4.4.1.อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศ

ในการวิจัยนี้จะใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศจากบริษัท Texas Weather Instrument รุ่น WWRL-128 (Wireless Weather Report Logger) โดยอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

Receiver Console Assembly ทำหน้าที่รับสัญญาณจาก Wind sensor/Transmitter Pack แล้วแสดงผลบนหน้า ปัทม์และยังส่งข้อมูลผ่าน Serial/Parallel Port ไปยังคอมพิวเตอร์

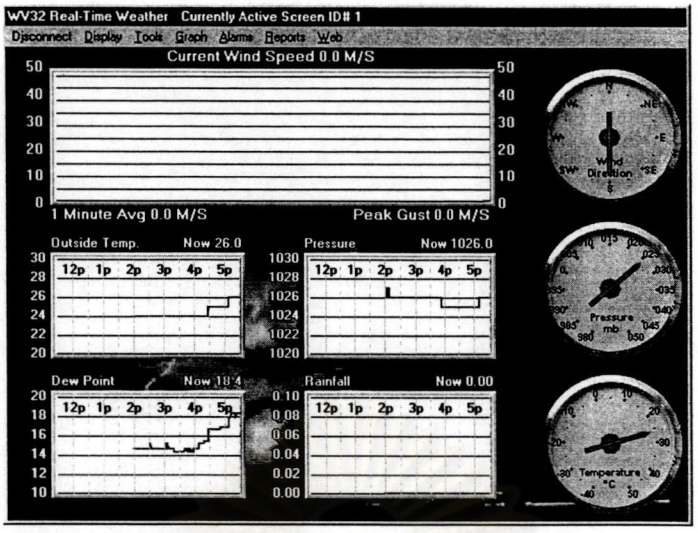


Wind sensor/Transmitter Pack ทำหน้าที่วัดทิศทางลม ความเร็วลม ความดัน อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

ทำการยึดชุด Wind sensor/Transmitter Pack บนแท่งเหล็กขนาดเท่ากับเสาอากาศโทรทัศน์ทั่วไปแล้วนำติดตั้งไว้บนเสาที่ทำการวัดค่ากระแสรั่ว และนำชุด Receiver Console Assembly ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไว้ในบริเวณสถานที่ทดลอง

<u>โปรแกรมตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยา</u>

เราจะใช้โปรแกรม weather view 32 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สั่งซื้อมาพร้อมกับอุปกรณ์ตรวจค่าทางอุตุนิยมวิทยา โดยโปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลที่วัดได้จาก Receiver Console Assembly มาทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมและสามารถเรียกดูผลการตรวจวัดเป็นแบบ real-time ได้ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 4.14 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาที่สถานที่ทำการทดลอง

ทั้งนี้จะทำการตั้งค่าให้กับคอมพิวเตอร์ให้ทำการเปิดโปรแกรมตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยาโดยอัตโนมัติเช่นเดียวกับโปรแกรมวัดค่ากระแสรั่ว เมื่อเกิดมีไฟฟ้าขัดข้องหรือไฟฟ้าดับเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถทำการวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยาได้อย่างต่อเนื่องหลังจากที่ระบบไฟฟ้าได้กลับสู่สภาวะปกติ