

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

สภาพแปรอะเปื้อนหรือความสกปรกที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ในทางปฏิบัติ ไม่ว่าจะอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นจะอยู่ในอาคารหรือภายนอกอาคารก็ตาม เนื่องมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้ามักมีส่วนใดส่วนหนึ่งสัมผัสกับอากาศเสมอ การสัมผัสกับอากาศจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เคเบิลใต้ดิน ส่วนที่สัมผัสกับอากาศอาจเป็นเพียงหัวสายเคเบิลเท่านั้น แต่ในกรณีของลูกถ้วยไฟฟ้า ผิวลูกถ้วยทั้งหมดจะสัมผัสกับอากาศ ความแปรอะเปื้อนที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นลดลง เช่น กำลังสูญเสียในระบบจากการเพิ่มขึ้นของกระแสรั่วที่ไหลตามผิวของอุปกรณ์ไฟฟ้า จนอาจนำไปสู่การลัดวงจรของระบบเป็นเหตุให้มีไฟฟ้าดับ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้ใช้ไฟและทำให้ความน่าเชื่อถือของระบบมีค่าน้อยลงอีกด้วย

เนื่องจากบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลซึ่งมีความยาวมากกว่า 2000 กิโลเมตร อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณชายฝั่งทะเลจะมีโอกาสที่จะสะสมความสกปรกที่เกิดจากไอทะเลสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งลูกถ้วยไฟฟ้า ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีมากที่สุดในระบบส่งกำลังไฟฟ้า ทำให้ลูกถ้วยไฟฟ้ากลายเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของระบบส่ง ดังนั้นการศึกษามลภาวะที่มีต่อความผิดพลาดที่เกิดบนลูกถ้วยไฟฟ้าจึงเป็นสาเหตุสำคัญในการวิจัยนี้

1.2 ที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันความสนใจที่เกี่ยวกับผลกระทบของมลภาวะที่มีต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เพิ่มสูงขึ้นเพราะความผิดพลาดในระบบส่งกำลังไฟฟ้าเกิดขึ้นบ่อยครั้ง โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเลหรือแหล่งอุตสาหกรรม

มลภาวะจะมีผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้ามากขึ้นกับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า รูปร่างของอุปกรณ์ไฟฟ้า สภาพแวดล้อม ฯลฯ อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในบริเวณชายฝั่งทะเลจะได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เพราะมลภาวะที่เกิดจากละอองของน้ำทะเลที่มาเกาะผิวอุปกรณ์ไฟฟ้าอาจเกิดได้อย่างรวดเร็ว และไม่สามารถควบคุมได้เนื่องจากเป็นมลภาวะที่เปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ วิธีการแก้ไขผลของมลภาวะที่

มีต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าก็คือ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สะสมมลภาวะต่ำ แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบใด และ/หรือ รูปร่างของอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบใด มีการสะสมมลภาวะต่ำ

การตัดสินใจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดทนสภาพมลภาวะได้ดีเพียงใดอาจทำได้โดย

1. การคำนวณโดยใช้แบบจำลอง
2. ทดลองและเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน [IEC 507, IEC 815]
3. การวัดมลภาวะจริงที่โรงงาน

1.3 ผลการวิจัยในอดีต

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมลภาวะที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดบนอุปกรณ์ไฟฟ้าเนื่องจากผลของมลภาวะ
2. ศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ และวิธีการบำรุงรักษา ให้มีความสามารถทนต่อมลภาวะที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ได้
3. ทำการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนลูกถ้วยเปราะเปื้อน เช่น ค่าแรงดันวาบไฟ, ค่ากระแสรั่ว เป็นต้น

ตารางที่ 1.1 ถึงตารางที่ 1.3 ได้แสดงถึงจุดประสงค์ของการวิจัย และผลการวิจัยที่ได้ ซึ่งจากข้อมูลการวิจัยทั้งหมดมีข้อที่น่าสังเกต คือ

- พื้นที่ที่มีปัญหาด้านมลภาวะ ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเล และแหล่งอุตสาหกรรมหนัก
- การทดลองส่วนใหญ่ใช้การวัดค่า ESDD ตามมาตรฐาน IEC 507 และใช้มาตรฐาน IEC 815 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับมลภาวะบนอุปกรณ์ โดยรายละเอียดจะแสดงไว้ในบทที่ 2
- การทดลองส่วนใหญ่ทำขึ้นในห้องปฏิบัติการซึ่งสามารถควบคุมตัวแปรต่างๆได้ง่ายทำให้ใช้ระยะเวลาในการทดลองไม่มากนัก
- ระดับของค่า ESDD และค่ากระแสรั่วเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการวาบไฟบนอุปกรณ์ไฟฟ้า

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกบริเวณชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศเป็นสถานที่ทำการวิจัย เพราะเป็นบริเวณที่มีปัญหาไฟฟ้าขัดข้องบ่อยครั้งในช่วงฤดูมรสุม โดยทำการตรวจวัดค่า ESDD, ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่ากระแสรั่วบนลูกถ้วยทดลอง พร้อมทำการวัดค่าทางอศุวิทยาเป็นระยะเวลา 18 เดือน

ตารางที่ 1.1 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นจากผลของมลภาวะ

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Takasu, Shindo and Arai	Japan	1988	ศึกษามลภาวะตามธรรมชาติบนลูกถ้วยที่บ่อนแรงดันกระแสตรง		✓ สถานีไฟฟ้า	-การสะสมของมลภาวะบริเวณส่วนกลางของลูกถ้วยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ติดตั้ง -บริเวณที่ติดกับสายส่งและดิน ของลูกถ้วยมีการสะสมมากกว่าบริเวณส่วนกลางเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีค่าสนามไฟฟ้าสูง
Wu and Yen	Taiwan	1990	ศึกษาลักษณะของกระแสรั่วบนลูกถ้วยที่มีการจำลองมลภาวะ	✓		-ก่อนเกิดวาบไฟตามผิวจะมีดีสชาร์จบางส่วนเกิดขึ้นบนผิวลูกถ้วย - กระแสรั่วจะมีลักษณะเป็นพัลส์และเพิ่มขึ้นตามค่า ESDD ที่เพิ่มขึ้น
Ravi, Channa and Naidu	India	1995	ศึกษาหลักการทำให้ลูกถ้วยพอร์ซเลนและลูกถ้วยแก้วเหนียวเสียหายในสภาวะเปราะจะเป็นอย่างไรได้แรงดันกระแสตรง	✓		-จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX) พบว่าการเคลื่อนที่ของประจุเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลูกถ้วยเสียหาย
Fernando and Gubanski	Sweden	1996	ศึกษารูปแบบของกระแสรั่วบนลูกถ้วย 4 แบบ ได้แก่ SR, EPDM, พอร์ซเลนและ RTV ภายใต้การจำลองสภาวะเปราะเป็น	✓		-การเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นของกระแสรั่วจากคลื่นไซน์เป็นแบบอื่นไม่แปรผันตรงกับระดับแรงดันที่เพิ่มขึ้น -ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นคือรูปแบบการกระจายตัวของผิวเปียกบนลูกถ้วย -รูปคลื่นที่เปลี่ยนไปจะมีองค์ประกอบฮาร์มอนิกที่ 3 และ 5 ซึ่งเพิ่มขึ้นตามระดับแรงดัน -การวิเคราะห์ระดับฮาร์มอนิกด้วยวิธีครีโอสถาปัตยกรรมทำให้ผลใกล้เคียงกับวิธี FFT

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นจากผลของมลภาวะ

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Sundararajan and Gorur	USA	1996	ศึกษาผลของสิ่งปรุจะเปื้อนที่ไม่ละลายน้ำที่มีต่อค่าค่าแรงดันวาทไฟตามผิวของดุกถ้วยพอร์ซเลน	✓		-ทำการปรับสมการที่ใช้คำนวณค่าแรงดันวาทไฟตามผิวจากค่า ESDD โดยรวมผลของค่า NSDD* เข้าไปในสมการ -ค่าแรงดันวาทไฟตามผิวจะมีค่าลดลงเมื่อค่า NSDD มีค่าเพิ่มขึ้น
Misuno, Kusada and Naito	Japan	1997	ศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันอากาศที่มีต่อค่าค่าแรงดันวาทไฟตามผิวบนดุกถ้วย	✓		-ค่าแรงดันวาทไฟตามผิวจะแปรผกผันกับอุณหภูมิแต่จะแปรตามค่าความดันอากาศที่เพิ่มขึ้น -ผลของอุณหภูมิและความดันอากาศจะหักล้างกันในตัวที่ใช้งานบนที่ราบสูง
Sato, Mishima, Nakagima and Sugai	Japan	1997	ศึกษากระแสรับบนดุกถ้วยภายใต้การจำลองสภาวะการเปลี่ยนแปลงระดับมลภาวะอย่างรวดเร็ว	✓		-การเปลี่ยนแปลงของกระแสรับอย่างรวดเร็วมีผลต่อความน่าจะเป็นในการเกิดวาทไฟตามผิว -ระดับการเปลี่ยนแปลงของกระแสรับมีค่าลดลงเมื่อแรงดันที่ทำการป้อนมีค่าสูงขึ้น
Isaias and Fierro	Mexico	1999	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันวาทไฟตามผิว, กระแสรับ กับค่า ESDD บนดุกถ้วยด้วยการจำลองมลภาวะ โดยใช้สิ่งปรุจะเปื้อนที่มีส่วนผสมต่างกัน 4 ชนิด	✓		-ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ESDD กับแรงดันวาทไฟตามผิวและค่ากระแสรับกับแรงดันวาทไฟตามผิวมีลักษณะเหมือนกันคือมีค่าลดลงเมื่อค่า ESDD และค่ากระแสรับมีค่าสูงขึ้น -จำนวนยอดของกระแสรับมีมากกว่าในส่วนผสมที่มีความเข้มข้นของสิ่งปรุจะเปื้อนมากกว่าที่ค่ากระแสรับจะระดับเดียวกัน

*non-soluble material deposit density

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ไฟฟ้าเนื่องจากผลของมลภาวะ

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Lu, Janssen, Herden and Karner	Germany	1999	ศึกษาการเกิดและการแพร่ของ low molecular weight(LWM) ในยางซิลิโคน โดยใช้วิธี Gas chromatography combined with mass spectroscopy(GC-MS)	▼		- LWM เกิดจากการที่ S-O หลุดออกจาก HMW ในเนื้อยางซิลิโคน - LWM เกิดมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
Suzuki, Ito, Masahiro and Irie	Japan	1999	ศึกษาการสะสมของสิ่งประกอบเป็นอนุภาคด้วย 3 แบบ คือ normal, fog และ outer-rib ด้วยวิธีการ Dust Cycle Method(DCM)	▼		-ค่า SDD จะขึ้นกับความชื้นและความเร็วลม -ในกรณีความชื้น 70% และความเร็วม 3.5 m/s ค่า SDD บริเวณส่วนล่างของลูกถ้วย outer-rib จะมีค่าประมาณ 10 เท่าของลูกถ้วย fog เนื่องจากไม่มีครีบบางขวางการไหลของลม -ลักษณะการการสะสมของสิ่งประกอบเป็นอนุภาคขึ้นกับมิติของปีกลูกถ้วย
Suda	Japan	2001	ศึกษาอุปนิสัยของกระแสรั่วบนลูกถ้วยภายใต้การจำลองสภาวะประกอบเป็นอนุภาค	▼		-แบ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของการเสรั่วตั้งแต่เริ่มป้อนแรงดันจนเกิดความไต่ตามผิวออกเป็น 6 ขั้นตอน -ฮาร์มอนิกเลขที่(1,3,5) มีค่าสูงในขณะเกิดอาร์ก -รูปแบบรั่วลูกถ้วย -โอกาสในการเกิดความไต่ตามผิวจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 มีค่ามากกว่า 50%

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นจากผลของมลภาวะ

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
El-Hag, Jayaram and Cherney	Canada	2001	ศึกษาฮาร์โมนิกความถี่ต่ำของกระแสรีฟที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของตู้ถ้วย SIR ด้วยวิธี FFT ภายใต้การจำลองสภาวะแปรอะมีอน	✓		<ul style="list-style-type: none"> - ฮาร์โมนิกตู้ถ้วยจะเกิดขึ้นเมื่อองค์ประกอบฮาร์โมนิกความถี่ต่ำมีค่าเพิ่มขึ้น - การเพิ่มขึ้นของกระแสความถี่ต่ำจะมีค่าสูงกว่ากระแสหลักมูลและมีค่าสูงเมื่อค่าความนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น - การวัดกระแสฮาร์โมนิกความถี่ต่ำสามารถตรวจจับการเกิดฮาร์โมนิกได้ดีกว่าการวัดค่ากระแสหลักมูล - ค่าสนามไฟฟ้าระหว่างรอยต่อหยดน้ำ, อากาศและผิวฉนวนจะมีค่าเพิ่มขึ้น 2.9-3.5 เท่า - การกระจายของสนามไฟฟ้าในโมเดลแบบ rain จะต่ำกว่าสนามไฟฟ้าในกรณีของโมเดลแบบ dry+clean และโมเดลแบบ fog
Weiguo and Sebo	USA	2001	ศึกษาการกระจายของสนามไฟฟ้าและแรงดันบนตู้ถ้วย SIR เนื่องจากหยดน้ำซึ่งแบ่งเป็น 3 กรณี คือ โมเดลแบบ dry+clean*, โมเดลแบบ rain** และโมเดลแบบ fog***	✓		
Seifert and Hubl	Germany	2001	ศึกษาปรากฏการณ์ hydrophobic และ hydrophobic transfer บนตู้ถ้วย SIR	✓		<ul style="list-style-type: none"> - ปรากฏการณ์ hydrophobic transfer คือการที่ LWM แพร่จากนี้้อซิลิโคน ไปยังชั้นของสิ่งประกอบอื่นแล้วทำให้มีคุณสมบัติ hydrophobic ดีขึ้น ซึ่งจะมีค่าแปรตามเวลาที่ผ่านไปและความหนาของชั้นงาน - ระยะเวลาในการติดตั้งไม่มีผลต่อกระบวนการเกิดปรากฏการณ์ hydrophobic transfer

*ผิวตู้ถ้วยอยู่ในสภาวะแห้งและสะอาด **ผิวด้านบนของปีกมีหยดน้ำกระจายสม่ำเสมอแต่ผิวล่างของปีกแห้ง

***ผิวด้านบนของปีกมีหยดน้ำกระจายสม่ำเสมอแต่ผิวล่างของปีกเปียกเป็นฟิล์มอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ไฟฟ้าเนื่องจากผลของมลภาวะ

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Shaowu,Xidong,Zixia,Xu n,Zhi,Yuanxiang,Yu,Liming and Zhicheng	China	2002	ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไม่ชอบน้ำของลูกถ้วย SIR ที่ติดตั้งใช้งานในระบบ		✓	-ปรากฏการณ์ hydrophobic transfer และ hydrophobic recovery เกิดจากกระบวนการดูดซับ LMW ของชั้นสิ่งเปราะแข็งขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของสิ่งเปราะแข็งและกลไกการเกิดของ LMW ในเนื้อซิลิโคน -การเกิด low energy discharge ระหว่างหยดน้ำเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณสมบัติ hydrophobic ของลูกถ้วยลดลง
Richard.Benner,Butler and Russell	USA	-	ศึกษาการเกิดกระแสรั่วเนื่องจากสิ่งเปราะแข็งบนลูกถ้วย	✓		-กิจกรรมของกระแสรั่ว ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงกระแสอย่างรวดเร็วและการอาร์กเกิดขึ้นเมื่อลูกถ้วยถูกทำให้เปราะแข็ง -การเกิดกิจกรรมของกระแสรั่วไม่ได้นำไปสู่การวาทไฟตามผิวเสมอไป
Vlastos and Hulten	Sweden	-	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความนำไฟฟ้าบนผิวลูกถ้วยพอร์ซเลนกับค่าแรงดันวาทไฟตามผิว	✓		-ค่าแรงดันวาทไฟตามผิวจะมีค่าต่ำสุดเมื่อค่าความนำไฟฟ้าบนลูกถ้วยมีค่าสูงสุด

ตารางที่ 1.2 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ และวิธีการบำรุงรักษา ให้มีความสามารถทนต่อมลภาวะที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ได้

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Lozano, Diaz and Ramos	Mexico	1990	ศึกษารูปแบบการจับเกาะของมลภาวะในรอบปี และระยะเวลาในการติดตั้งในสถานีไฟฟ้า 22 แห่ง		✓ ทั่วประเทศ	-แบ่งกลุ่มสถานีตามรูปแบบการจับเกาะของมลภาวะ -กำหนดระยะเวลาเวลาที่เหมาะสมในการประเมินระดับมลภาวะ คือ 1,3,9 และ 12 เดือน
Yaozhong, Derong and Huayi	China	1994	ศึกษาการลดการเกิดคราบไพตามผิวบนลูกถ้วยด้วยวิธี RTV Coating	✓		-Silicone Resin ทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติไม่ชอบน้ำของลูกถ้วยดีขึ้น -ไม่เกิดของแข็งที่โค่นเกาะติดกับลูกถ้วยได้เป็นอย่างดีทำให้สามารถใช้ในบริเวณที่มีอิทธิพลของพายุและทะเลทรายได้ -สิ่งประกอบเป็นอิสระสมบนผิวสามารถชะล้างออกได้ง่าย
Goto, Nakamura, Nanayakkara and Taniguchi	Japan	1995	ออกแบบระบบอัตโนมัติที่ใช้ในการตัดสินใจ เวลาทำความสะอาดลูกถ้วยในสถานีไฟฟ้า	✓		-ใช้วิธี Multi Dimensional Normal Distribution กับข้อมูลจริงที่ตัดสินใจโดยคนร่วมกับข้อมูลมลภาวะและสภาพอากาศ -ผลการทดสอบที่ได้มีความถูกต้อง 44 %
Sagawara, Hokari, Hijikata, Saito and Yamanouchi	Japan	1997	ออกแบบระบบวัดค่าความต้านทานกระแสรั่วบนลูกถ้วยพอร์ซเลนที่ติดตั้งบริเวณชายฝั่งทะเล พร้อมกับทำการเก็บค่าอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ และทิศทางลม		✓ ชายฝั่งทะเลญี่ปุ่น	-การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานกระแสรั่วแปรตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิและทิศทางของลมที่พัดมาจากทะเล -ค่าต่ำสุดของความต้านทานกระแสรั่วขึ้นกับระยะเวลาห่างจากชายฝั่งทะเล

ตารางที่ 1.2 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์และวิธีการบำรุงรักษา ให้มีความสามารถทนต่อมลภาวะที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ได้

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Will Lannes	USA	1997	หาแผนภูมิระดับมลภาวะเพื่อใช้ในการวางแผนบำรุงรักษาแบบ Just-in-Time ของอุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้า	✓	✓	-การวางไปตามผิวในระบบ 230 kV จะเกิดขึ้นเมื่อค่า ESDD มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.08 mg/cm ² -เสนอวิธีการตรวจวัดระดับมลภาวะที่ได้ผลใกล้เคียงกับการวัดค่า ESDD ตามปกติ คือ วิธี Directional Deposit Gauge (DDG)
Sharp, Yokoi, Akkizuki and Burnham	Japan	2001	ทดสอบค่าแรงดันคงทนอยู่ได้ของลูกถ้วยเนื่องจากวิธีการฉีดน้ำทำความสะอาดแบบต่างๆ โดยใช้ลูกถ้วย 3 ชนิด คือ ลูกถ้วยหลักแบบเคลือบสารกึ่งตัวนำ , ลูกถ้วยหลักแบบธรรมดา และลูกถ้วยหมวกกำนตรง	✓		-ลูกถ้วยหลักแบบเคลือบสารกึ่งตัวนำให้ผลการทดสอบที่ดีที่สุด -เมื่อลูกถ้วยหลักแบบเคลือบสารกึ่งตัวนำชุมน้ำไปตัวน้ำ ในขณะที่ทำการล้างอัตราการเกิดวาทไฟฟ้าตามผิวจะมีค่าใกล้เคียงกับลูกถ้วยหลักแบบธรรมดา -การล้างลูกถ้วยแบบ box pattern ช่วยลดความน่าจะเป็นในการเกิดวาทไฟฟ้าตามผิวบนลูกถ้วยที่ทำการล้างแต่ไม่มีผลกับลูกถ้วยใกล้เคียงเนื่องจากหยดน้ำที่กระเด็น -การล้างด้วยวิธีลดขนาดของหยดน้ำลงช่วยลดความน่าจะเป็นในการเกิดวาทไฟฟ้าตามผิวได้ทั้ง 2 กรณี
M. Pakpahan and Suwarno	Indonesia	-	ศึกษาผลของสารเคลือบซิลิโคน (Silicone Compound)	✓		-สามารถลดกระแสรั่วในสภาพแปรอะเป็นเนื่องจากทำให้คุณสมบัติไม่ชอบน้ำดีขึ้น -การเสื่อมสภาพของผิวเคลือบมาจากฟองอากาศที่เกิดขึ้นทำให้หน้าสัมผัสไม่ดีพอ

ตารางที่ 1.2 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ และวิธีการบำรุงรักษา ให้มีความสามารถทนต่อมลภาวะที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ได้

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Guan,Wang,Yang,Ding, Wang ang Liu	China	-	ศึกษาลักษณะการจับเกาะของสิ่งประอะเป็นอน บนดุกด้วยวิธี Partial Surface Conductivity(PSC)	✓	✓ สถานี ไฟฟ้า	-PSC สามารถอธิบายขั้นตอนการสะสมของสิ่งประอะ เบื้องต้นกับเวลาได้ -สามารถระบุตำแหน่งของสิ่งประอะเบื้องต้นบนดุกด้วยได้ -วิธีการทำให้ผิวดุกด้วยเปียกแบบต่างๆไม่มีผลต่อ วิธีการวัดแบบ PSC

ตารางที่ 1.3 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนลูกถ้วยประจะเป็อน

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Karaday, Amarth and Sundararajan	USA	1999	ใช้ไดนามิคโมเดลศึกษาลักษณะการวางไฟตามผิวบนลูกถ้วย	✓		-ความถี่และความรุนแรงของการเกิดอาร์คจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับมลภาวะเพิ่มขึ้น -ความรุนแรงของมลภาวะมีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้าและความยาวอาร์คที่เกิดขึ้นบนลูกถ้วย
Salam, Ahmad, Fuad, Tamsir, Buntat, Saadom and Budin	Malaysia	1999	หาโมเดลทางคณิตศาสตร์ระหว่างค่า ESDD กับความเร็วลมบนลูกถ้วยประจะเป็อน		✓	-หาความสัมพันธ์โดยวิธี Dimensional Analysis Technique ชายฝั่งทะเล -ค่าจากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงในสภาวะความเร็วลมต่ำ
Matsuo, Fujishima, Yamashita and Hatase	Japan	1999	หาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกระแสรั่วโดยการวัดค่ากระแสรั่วระหว่างอิเล็กโตรดที่วางบนลูกถ้วย ในสภาวะต่างๆ	✓		-ความเร็วลมและการกระจายของหยดเกลือมีผลน้อยต่อความสัมพันธ์ -ค่าความต้านทานกระแสรั่วไม่ขึ้นกับสภาพความแห้งเริ่มต้นของผิวลูกถ้วย -หาความสัมพันธ์ได้ดังนี้ $LI=0.033(ESDD)^{-2.45}$ (kΩ) (mg/cm ²)
Tsanakas, Papaefthimiou and Agoris	Greece	1999	หาสมการที่ทำนายปริมาณมลภาวะบนลูกถ้วยโดยใช้ข้อมูลพอลติในระบบและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนในรอบ 7 ปี	✓		-monthly cleanliness factor (Km) เป็นค่าที่แสดงความสะอาดของลูกถ้วย โดยคำนึงถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝนในเดือนที่ผ่านมา

ตารางที่ 1.3 (ต่อ) การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนลูกถ้วยเบรอะเบ็อน

Literature	Country	Year	Research	Lab	On-site	Result
Ahmad,Hussein Abdus,Tamsir,Buntat and Mustafa	Malaysia	2000	หาโมเดลในการประมาณค่า ESDD จากค่าทาง อุณหภูมิมิถวิทยาที่ได้จากการวัดจริง ด้วยวิธี regression		✓ ชายฝั่ง ทะเล	-พารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่า ESDD คือ ทิศทางลม ความเร็วลม และความดันอากาศตามลำดับ
Topallis,Gonos and Stathopulos	Greece	2001	หาโมเดลการเกิดวาบไฟตามผิวบนลูกถ้วย 3 ชนิด 19 แบบ	✓		-ค่าคงตัวอาร์กไม่ขึ้นกับชนิดของลูกถ้วยและวิธีการ จำลองมลภาวะ -พารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการหาค่าแรงดันวาบไฟตาม ผิว คือ รูปร่าง(มิติ)ของลูกถ้วย, ค่า ESDD (ระดับ มลภาวะ) และค่าคงตัวอาร์ก
Beroual and Mergriche	France	2002	หาโมเดลการเกิดวาบไฟตามผิวโดยการจำลอง ด้วยจำนวนแบบแผนเรียบที่มีค่าความนำไฟฟ้า ต่างกัน	✓		-ค่าแรงดันวาบไฟตามผิวมีค่าลดลงและค่ากระแสรั่วมี ค่าสูงขึ้น เมื่อความกว้างของแถบสิ่งประกอบเป็นอนมีค่า สูงขึ้น -ค่าแรงดันวาบไฟตามผิวมีค่าลดลงและค่ากระแสรั่วมี ค่าสูงขึ้น เมื่อค่าความนำไฟฟ้าของสิ่งประกอบเป็นอนมีค่า สูงขึ้น

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาการจับเกาะของสิ่งเปราะเปื้อนบนลูกถ้วยไฟฟ้าในระบบจำหน่าย 33 kV

1.4.2 หาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเปราะเปื้อนบนลูกถ้วยไฟฟ้ากับการเพิ่มขึ้นของกระแสรั่วในระบบจำหน่าย 33 kV

1.4.3 นำผลการวิจัยที่ได้มาใช้วางแผนการเก็บข้อมูลระยะยาวเพื่อนำไปประเมินผลของสภาวะเปราะเปื้อนที่มีต่อการวาบไฟตามผิวลูกถ้วยในเชิงสถิติ

1.5 เนื้อหาวิทยานิพนธ์

เนื้อหาในแต่ละบทของวิทยานิพนธ์แบ่งเป็นดังนี้

- บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีเบื้องต้น ได้แก่ ชนิด,ปริมาณ, ลักษณะการจับเกาะของสิ่งเปราะเปื้อน, การเปียกของผิวลูกถ้วย, กระแสรั่ว, คุณสมบัติไม่ชอบน้ำของผิวลูกถ้วย, การเกิดวาบไฟตามผิวเนื่องจากความเปราะเปื้อนและแนวทางการแก้ปัญหา
- บทที่ 3 กล่าวถึงหลักการหาความสัมพันธ์ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย, การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน, วิธีการตรวจสอบสมมติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยและข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย
- บทที่ 4 กล่าวถึงพื้นที่ทำการวิจัย, การตรวจวัดค่าการสะสมของสิ่งเปราะเปื้อน, การตรวจวัดค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วย และการตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยา
- บทที่ 5 กล่าวถึงการวิเคราะห์ลักษณะการจับเกาะของสิ่งเปราะเปื้อนและการเปลี่ยนแปลงค่า ESDD บนลูกถ้วย, ผลของค่าทางอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อกระแสรั่วไหลบนลูกถ้วย, การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสรั่วไหลบนลูกถ้วยกับค่าทางอุตุนิยมวิทยา และวิธีลดการสะสมของสิ่งเปราะเปื้อนบนลูกถ้วย
- บทที่ 6 กล่าวถึงข้อสรุปของการวิจัยและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย