ลักษณะความเสียหาย และระบบสำหรับการตรวจสอบเบื้องต้น ของเสาไฟฟ้าแรงสูงในประเทศไทย

Characteristics of Damage and Simple Method for Checking of Transmission Towers in Thailand

สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์[1] ประชุม คำพุฒ[2]

Somkiat Rungthongbaisuree[1] Prachoom Khamput[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะความเสียหาย และระบบสำหรับการตรวจสอบเบื้องต้นของเสาไฟฟ้าแรงสูงในประเทศไทย ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลเสาไฟฟ้าแรงสูง ในปัจจุบันจากสถานที่จริง และรวบรวมข้อมูลบันทึกการบำรุงรักษาในอดีตจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยแบ่งพื้นที่การสำรวจออกเป็น เขตพื้นที่อุตสาหกรรม เขตพื้นที่แหล่งชุมชน เขตพื้นที่เกษตรกรรม 1 และเขตพื้นที่เกษตรกรรม 2 เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ ลักษณะของความเสียหาย และสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเกิดสนิมและอายุการใช้งานของเสาไฟฟ้าแรงสูงได้ เพื่อจัดวางรอบระยะเวลาในการออกสำรวจป้องกันดูแลรักษา จากการศึกษาพบว่าสนิมของโครงสร้างโดยรวมเกิดมากที่สุดในเขตพื้นที่อุตสาหกรรม การกัดกร่อนเกิดรุนแรงมากตรงเหล็กสตับ รองลงไปเป็นที่สเต็บโบลท์ บันได และจุดต่อต่าง ๆ ของโครงสร้าง ฐานรากเสาไฟฟ้าแรงสูงบางต้นมีการทรุดตัว นอกจากนี้ชิ้นส่วนของโครงสร้างที่อยู่ในบริเวณส่วนล่างของเสาไฟฟ้าแรงสูงบางชิ้นยังเกิดการโก่งงอหรือสูญหายอีกด้วย ซึ่งความเสียหายดังกล่าวเกิดจากสาเหตุปัจจัยต่าง ๆ เช่น ทำเลที่ตั้ง สภาวะแวดล้อม สภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศ วิธีการก่อสร้าง การขนส่ง การกองเก็บที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนประชากรในเขตพื้นที่ก่อสร้าง เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้แนะแนวทางการป้องกันและการบำรุงรักษาในแต่ละสาเหตุของความเสียหาย พร้อมทั้งจัดระบบสำหรับการสำหรับการตรวจสอบเสาไฟฟ้าแรงสูงเบื้องต้น เพื่อความสะดวก ประหยัด และมีประสิทธิภาพ ช่วยให้เสาไฟฟ้าแรงสูงมีอายุการใช้งานเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งสามารถนำไปพัฒนาเป็นมาตรฐานสำหรับการออกแบบใช้งานในอนาคต

คำสำคัญ: ความเสียหายของเสาไฟฟ้าแรงสูง สาเหตุของความเสียหาย ระดับการกัดกร่อน เสาไฟฟ้าแรงสูง

Keywords: Damage of Transmission Towers, Causes of Damage, Grade of Corrosion, Transmission Tower

---

[1] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

[2] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[1] Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

[2] Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthanee 12110

ABSTRACT

In this study, simple method for checking of transmission towers were determined based on the investigated results from surveying of the existing towers and by collecting maintenance data from the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT). The field areas were divided into industrial area, city area, rural area I and rural area II area in order to determine the characteristics and causes of the tower damage. The data from fields surveying were used to determine the relationship between rust level and age of tower. Results of the study showed that rust of the tower tended to mostly occur in the industrial area. Severe corrosion was found at the stubs. Step-bolts, ladders and member joints were also found to be more corrosive than other members. Some tower foundations had high settlement. Furthermore, some members in the tower part of the tower were deformed or lost. The location, environment, topography, climate, construction process, transportation method, unsuitable storage and human act, for example, could cause the damages. This research offers the protective and maintained means of the tower. It setups a simple method for checking of transmission towers. This could extend the lifetime of the towers and can be used to develop a standard for tower design in the future.

บทนำ

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าที่สำคัญ ๆ ของประเทศจะถูกส่งไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยต่าง ๆ ที่มีกระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยอาศัยเสาไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งเสาไฟฟ้าแรงสูงนั้นถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสายส่ง จึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่ดีพร้อมใช้งานอยู่เสมอ เสาโครงเหล็กมีข้อเสียหายที่เกิดขึ้นกับเสาไฟฟ้าได้มากมายพอสมควร เพื่อให้มีอายุการใช้งานยืนยาวและไม่มีปัญหาข้อขัดข้องเกิดขึ้น ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงได้กำหนดข้อปฏิบัติในการบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาข้อเสียหายที่เกิดขึ้นออกเป็นปัจจัยต่าง ๆ คือ ส่วนประกอบของเสาโครงเหล็กหาย ชิ้นส่วนเสาโครงเหล็กเป็นสนิม ฐานรากเสียหาย สีทาโคนเสากันสนิมลอก เสาโครงเหล็กถูกรถชนจนคด ทางน้ำเข้าใกล้เสาหรืออาจเซาะฐานเสา เถาวัลย์พันโคนเสาหรือรังนกติดอยู่บนซอกเหล็ก [1] การกัดกร่อนของเสาไฟฟ้าแรงสูงเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มีผลกระทบอย่างมากต่อความเสียหายของระบบสายส่ง [2] สภาวะแวดล้อมและบรรยากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อการกัดกร่อน [3-5] งานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องพฤติกรรมการกัดกร่อนของเหล็ก [6-7] พฤติกรรมการกัดกร่อนของโครงสร้างเหล็กจำนวน 24 โรงงานในประเทศไทย [8] และพฤติกรรมการกัดกร่อนของโรงกลั่นน้ำมันจำนวน 5 โรงกลั่นในประเทศไทย [9]

ถึงแม้ว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการกัดกร่อนของเหล็กโครงสร้างมามากพอสมควรแล้วนั้น แต่การจัดระบบสำหรับการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเสาไฟฟ้าแรงสูงในประเทศไทย ก็ยังไม่ได้รับการพัฒนามากนัก คณะผู้วิจัยได้มีการศึกษาสาเหตุความเสียหายของเสาไฟฟ้าแรงสูงในเบื้องต้น [10] งานวิจัยในครั้งนี้ได้แนวทางการดำเนินงานศึกษาเกี่ยวกับระบบสำหรับตรวจสอบการเสื่อมสภาพของสีของเสาไฟฟ้าแรงสูงจากประเทศญี่ปุ่น [11] โดยได้นำข้อมูลต่าง ๆ ที่ทำการศึกษามารวบรวมถึงสาเหตุ ลักษณะความเสียหายของเสาไฟฟ้าแรงสูง แล้วมาสร้างกระบวนการตรวจสอบบำรุงรักษาเสาไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนามาตรฐานสำหรับการบำรุงรักษาเสาไฟฟ้าแรงสูงของประเทศไทยในอนาคต เพื่อช่วยให้เสาไฟฟ้าแรงสูงมีอายุการใช้งานที่ยืนยาวมากขึ้น

วิธีการวิจัย

การออกสำรวจเก็บข้อมูลของเสาไฟฟ้าแรงสูง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. จำแนกพื้นที่ของการสำรวจเก็บข้อมูลเสาไฟฟ้าแรงสูงในสถานที่จริง

โดยอาศัยสภาวะแวดล้อม และค่าเฉลี่ยลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ (ตารางที่ 1) เป็นตัวกำหนดออกเป็น 4 บริเวณ ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1) บริเวณเขตพื้นที่อุตสาหกรรม คือ บริเวณเขตพื้นที่รอบ ๆ กรุงเทพมหานคร โดยเริ่มตั้งแต่สถานีไฟฟ้าย่อยบางกอกน้อย ไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยธนบุรีใต้ต่อไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยพระนครใต้ และไปสิ้นสุดที่สถานีไฟฟ้าย่อยบางพลี

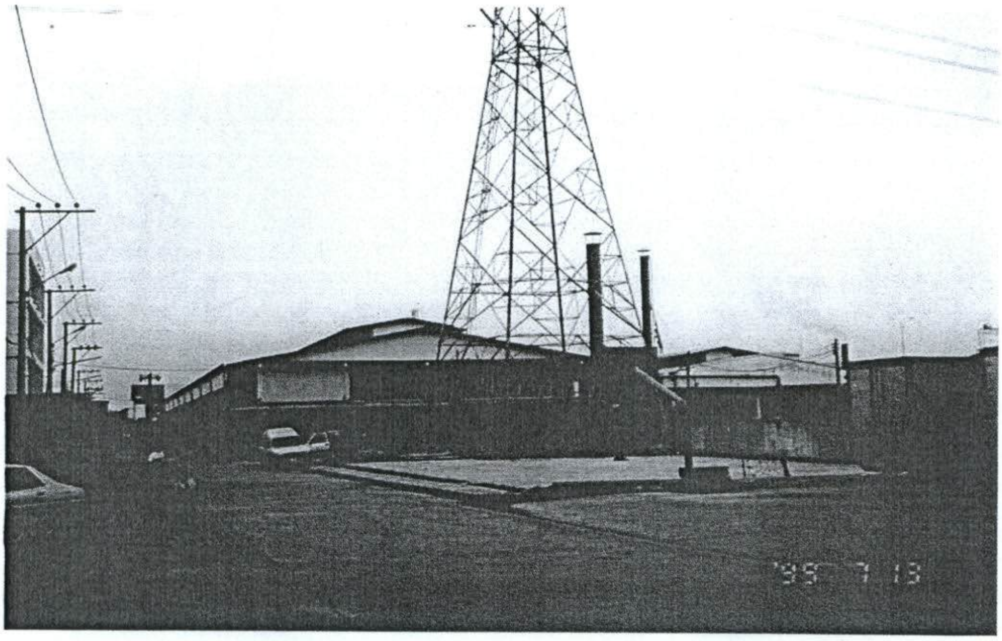
2) บริเวณเขตพื้นที่แหล่งชุมชน คือ บริเวณเขตเมืองกรุงเทพมหานคร โดยเริ่มตั้งแต่สถานีไฟฟ้าย่อยบางกะปิ ไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยอ่อนนุช และไปสิ้นสุดที่สถานีไฟฟ้าย่อยบางพลี

3) บริเวณเขตพื้นที่เกษตรกรรม 1 คือ บริเวณพื้นที่แถบจังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเริ่มจากสถานีไฟฟ้าย่อยบางพลีไปสิ้นสุดที่สถานีไฟฟ้าย่อยบางปะกง และจากสถานีไฟฟ้าย่อยอ่อนนุชไปสิ้นสุดที่สถานีไฟฟ้าย่อยบางปะกง

4) บริเวณเขตพื้นที่เกษตรกรรม 2 คือ บริเวณพื้นที่แถบจังหวัดชลบุรี โดยเริ่มตั้งแต่สถานีไฟฟ้าย่อยบางละมุงไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยจอมเทียนต่อไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยสัตหีบ-1 และไปสิ้นสุดที่สถานีไฟฟ้าย่อยสัตหีบ-2

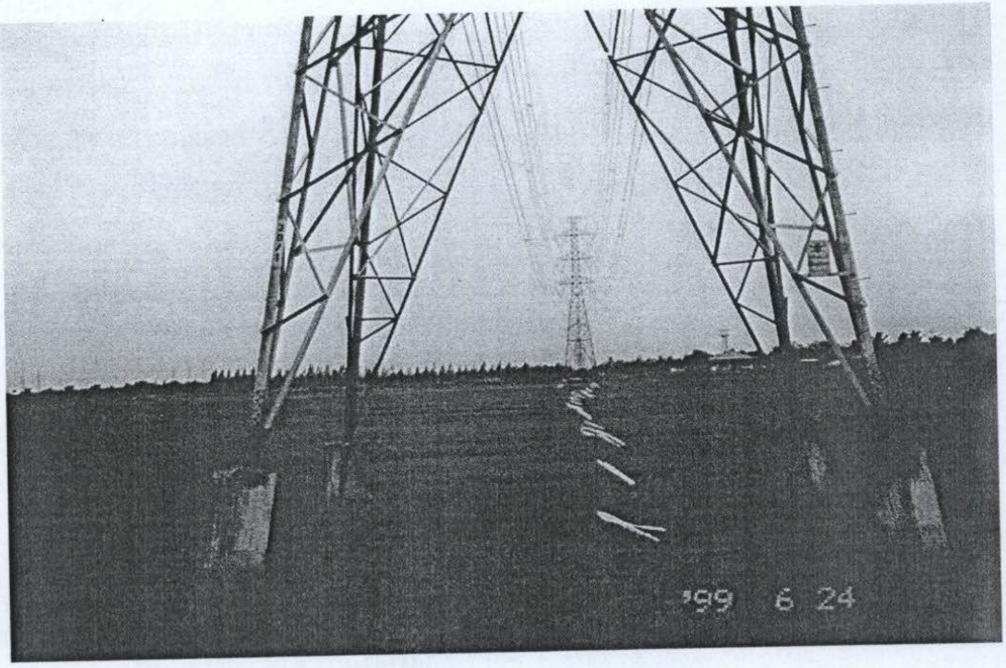
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่สำรวจระหว่างปี พ.ศ. 2514 - พ.ศ. 2543

สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำระเหย (มิลลิเมตร)	ความยาวนานของแสงแดด (ชั่วโมง)	ความเร็วลมสูงสุด (นอต)	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
อุตสาหกรรม	28.4	73	1860	2358	-	1466
แหล่งชุมชน	28.2	75	1783	2454	45	1543
เกษตรกรรม 1	27.9	71	1809	2352	-	1294
เกษตรกรรม 2	27.7	77	1801	2273	99	1124



รูปที่ 1 บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม

รูปที่ 2 บริเวณพื้นที่แหล่งชุมชน



รูปที่ 3 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม 1

รูปที่ 4 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม 2

หมายเหตุ

1. อุณหภูมิ หมายถึง อุณหภูมิของแต่ละพื้นที่โดยเฉลี่ย มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
2. ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง ความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละพื้นที่โดยเฉลี่ย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
3. ปริมาณน้ำระเหย หมายถึง ปริมาณน้ำที่ระเหยขึ้นไปในอากาศคิดเฉลี่ยต่อปีของแต่ละพื้นที่ โดยใช้ถาดในการวัดค่าระดับน้ำระเหย มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
4. ความยาวนานของแสงแดด หมายถึง ระยะเวลารวมที่แสงแดดส่องลงมาบนพื้นผิวโลกคิดเฉลี่ยต่อปีของแต่ละพื้นที่ มีหน่วยเป็นชั่วโมง
5. ความเร็วลมสูงสุด หมายถึง ความเร็วของลมสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2514-พ.ศ. 2543 ในแต่ละพื้นที่ มีหน่วยเป็นนอต [1 นอต = 1.853 กม./ชม.]
6. ปริมาณน้ำฝน หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นโลกคิดเฉลี่ยต่อปีของแต่ละพื้นที่ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

ทำการสำรวจเก็บข้อมูลเรียงตามลำดับไปทีละต้นในแต่ละพื้นที่ที่ได้จำแนกไว้แล้ว โดยจะต้องเก็บข้อมูลเสาไฟฟ้าเป็นจำนวนอย่างน้อย 30 ต้น ในแต่ละเขตพื้นที่ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยตาเปล่า สังเกตดูความเสียหาย การกัดกร่อน และการเสื่อมสภาพของโครงสร้างโดยรวมทั่วไป พร้อมทั้งสภาวะแวดล้อมรอบ ๆ บริเวณเสาไฟฟ้าแรงสูงอีกด้วย

2. เก็บรวบรวมข้อมูลในอดีต

เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเสาไฟฟ้าแรงสูงในแต่ละพื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลการตรวจสอบทางด้านโยธาสายส่งที่ได้ทำการบันทึกไว้แล้วในอดีตจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

3. วิธีการสำรวจความเสียหายและกำหนดระดับการเกิดสนิม

การตรวจสอบการเสื่อมสภาพของเสาไฟฟ้าแรงสูงทำได้โดยการตรวจสอบร้อยละการเกิดสนิมของ กฟผ. จะดำเนินงานโดยการจัดชุดออกสำรวจประมาณ 3-5 คน แล้วทำการตรวจสอบด้วยตาเปล่า โดยอาศัยการคาดคะเนจากประสบการณ์ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านต้องมีความเห็นตรงกันจึงทำการบันทึกข้อมูล ส่วนการตรวจสอบจากผู้วิจัยนั้น ใช้แผนภาพร้อยละของการกัดกร่อนช่วยในการเปรียบเทียบตัดสินใจ แล้วจึงบันทึกข้อมูล ดังนั้นจึงต้องทำการปรับเทียบข้อมูลให้เป็นในทิศทางเดียวกัน โดยใช้วิธีการดังนี้คือ

1) ให้ผู้เชี่ยวชาญจาก กฟผ. ดูแผนภาพร้อยละของการกัดกร่อนที่เตรียมไว้ แล้วเปรียบเทียบกับประสบการณ์การคาดคะเนในอดีตที่ผ่านมา แล้วกำหนดเป็นค่าที่สัมพันธ์กันกับในปัจจุบัน

2) การเปรียบเทียบขณะทำการออกสำรวจ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจาก กฟผ. ทำการกำหนดสนิมเหมือนในอดีตที่ผ่านมา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการกำหนดร้อยละการเกิดสนิมจากผู้ดำเนินการวิจัย หากใกล้เคียงกับผลในข้อ 1) แสดงว่าการปรับแก้นี้ให้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้

ซึ่งวิธีการตรวจสอบนั้นมีขั้นตอนการพิจารณา คือ แบ่งเสาไฟฟ้าแรงสูงออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง โดยคำนวณเป็นสัดส่วนพื้นที่ต่อเสาทั้งต้น แล้วทำการบันทึกผลการเกิดสนิมในแต่ละชิ้นเหล็กเสาของแต่ละส่วนโครงสร้าง คำนวณเป็นร้อยละการเกิดสนิมของแต่ละชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้าง และรวมผลออกมาเป็นร้อยละการเกิดสนิมของแต่ละส่วน แล้วนำแต่ละส่วนมารวมกันเป็นร้อยละการเกิดสนิมของเสาไฟฟ้าทั้งต้น

การเปรียบเทียบร้อยละของการกัดกร่อนจากผู้เชี่ยวชาญจาก กฟผ. และ ผู้วิจัย แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบร้อยละของการกัดกร่อนจากผู้เชี่ยวชาญจาก กฟผ. และ ผู้วิจัย

ระดับสนิม (GRADE)	ตรวจโดย กฟผ. (ร้อยละ)	ตรวจโดยผู้วิจัย (ร้อยละ)
A	80 ขึ้นไป	40 ขึ้นไป
B	60 – 80	30 – 40
C	40 – 60	20 – 30
D	ต่ำกว่า 40	ต่ำกว่า 20

หมายเหตุ

ระดับ A (เกิดสนิมร้อยละ 40 ขึ้นไป) หมายความว่า ถึงกำหนดการทาสีแล้ว ต้องทำการออกสำรวจและดำเนินการทาสีตามกำหนดการ

ระดับ B (เกิดสนิมร้อยละ 30 ถึง ร้อยละ 40) หมายความว่า เกิดสนิมแล้ว ดำเนินการทาสีใหม่โดยอาศัยข้อมูลสำรวจการเกิดสนิมนำมาพิจารณาร่วมกับกำหนดการทาสี

ระดับ C (เกิดสนิมร้อยละ 20 ถึง ร้อยละ 30) หมายความว่า เริ่มมีการเกิดสนิม ควรออกสำรวจการเกิดสนิม ถ้าหากมีความจำเป็นก็ต้องทาสีใหม่

ระดับ D (เกิดสนิมต่ำกว่าร้อยละ 20) หมายความว่า โครงสร้างอยู่ในสภาพเดิมหรือใกล้เคียงกับสภาพเดิม

ผลการวิจัย

ผลจากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลการเสื่อมสภาพ ความเสียหายของเสาไฟฟ้าแรงสูงในปัจจุบันร่วมกับข้อมูลในอดีตจาก กฟผ. พบว่าสาเหตุการเสื่อมสภาพของเสาไฟฟ้าแรงสูงมาจากการเกิดสนิมเป็นหลัก และมีร้อยละของการกัดกร่อนมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ของสภาพแวดล้อม ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอลักษณะความเสียหายและปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของความเสียหายดังกล่าว ซึ่งนำไปสู่การป้องกันและบำรุงรักษาในภาพรวม อีกทั้งยังสามารถจัดรอบวิธีการสำรวจในเบื้องต้นได้ดังต่อไปนี้

1. สาเหตุที่มีผลต่อความเสียหายและการเสื่อมสภาพของเสาไฟฟ้าแรงสูง

- ระยะเวลาการใช้งาน
- ลักษณะภูมิประเทศ และทำเลที่ตั้ง
- สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย
- ความแตกต่างกันของการใช้มาตรฐานการชุบเคลือบผิวเหล็กด้วยสังกะสี
- ขั้นตอนการก่อสร้าง การขนส่งและกองเก็บวัสดุที่ไม่เหมาะสม
- น้ำท่วมเหนือฐานเสา และเกิดสภาวะแห้งสลับเปียกที่โคนขาเสา
- เกิดความชื้นสูงมากที่จุดต่อต่าง ๆ
- เกิดความชื้นสูงมากบริเวณที่ถูกปกคลุมด้วยวัชพืชหรือวัสดุต่าง ๆ
- กองดิน หรือการกองเก็บวัสดุทับถมบริเวณโคนฐานเสา
- การทรุดตัวของบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง
- การทรุดไม่เท่ากันของขาเสาไฟฟ้าแรงสูง
- การเฉี่ยวชนของยานพาหนะ หรือเครื่องจักรกลขณะที่ปฏิบัติงาน
- การลักขโมยถอดชิ้นส่วนโครงสร้าง
- การขุดดินใกล้กับโครงสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูง

2. ลักษณะของการเสื่อมสภาพและความเสียหายที่เกิดกับเสาไฟฟ้าแรงสูง

- เกิดสนิมทั่วทั้งโครงสร้างของเสาไฟฟ้าแรงสูง
- การกัดกร่อนอย่างรุนแรงที่จุดต่อโคนขาเสากับฐานเสา
- เกิดสนิมที่จุดต่อต่าง ๆ ของโครงสร้าง
- เกิดสนิมและการสึกกร่อนที่สเต็ปโบลท์และบันได
- ชิ้นส่วนของโครงสร้างเกิดการโก่งงอและสูญหาย
- การทรุดตัวของฐานราก
- เกิดสนิมมากผิดปกติที่บางชิ้นส่วนของโครงสร้าง

3. การป้องกันความเสียหายที่เกิดกับเสาไฟฟ้าแรงสูง

- ออกแบบใช้งานให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่
- ตรวจสอบสภาพดินบริเวณที่ก่อสร้างและออกแบบให้เหมาะสม
- การสำรวจพื้นที่ วางแนวทางสายส่งอย่างเหมาะสม
- หลีกเลี่ยงการออกแบบให้เสาไฟฟ้าตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เป็นบ่อน้ำ
- เลือกใช้ชิ้นส่วนวัสดุที่เหมาะสม และได้มาตรฐาน
- มีกระบวนการขนส่ง กองเก็บและก่อสร้างที่ถูกต้องเหมาะสม
- ขณะติดตั้งต้องทำความสะอาดชิ้นส่วนให้เรียบร้อย
- เทคอนกรีตหุ้มโคนขาเสาให้สูงกว่าระดับน้ำสูงสุด
- มีระบบการระบายน้ำที่ดี ไม่ให้น้ำเสียไหลผ่านโครงสร้างได้
- ห้ามมิให้ปลูกพืชบริเวณพื้นที่ใต้เสาไฟฟ้าแรงสูง
- ห้ามมิให้มีการปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องจักรกลภายในเขตแนวสายส่ง
- ป้องกันมิให้มีกองดิน วัชพืช หรือวัสดุต่าง ๆ ปกคลุมโครงสร้าง
- ติดตั้งป้ายประกาศเตือน และมีการประชาสัมพันธ์ที่ดี

4. การบำรุงรักษาเสาไฟฟ้าแรงสูง

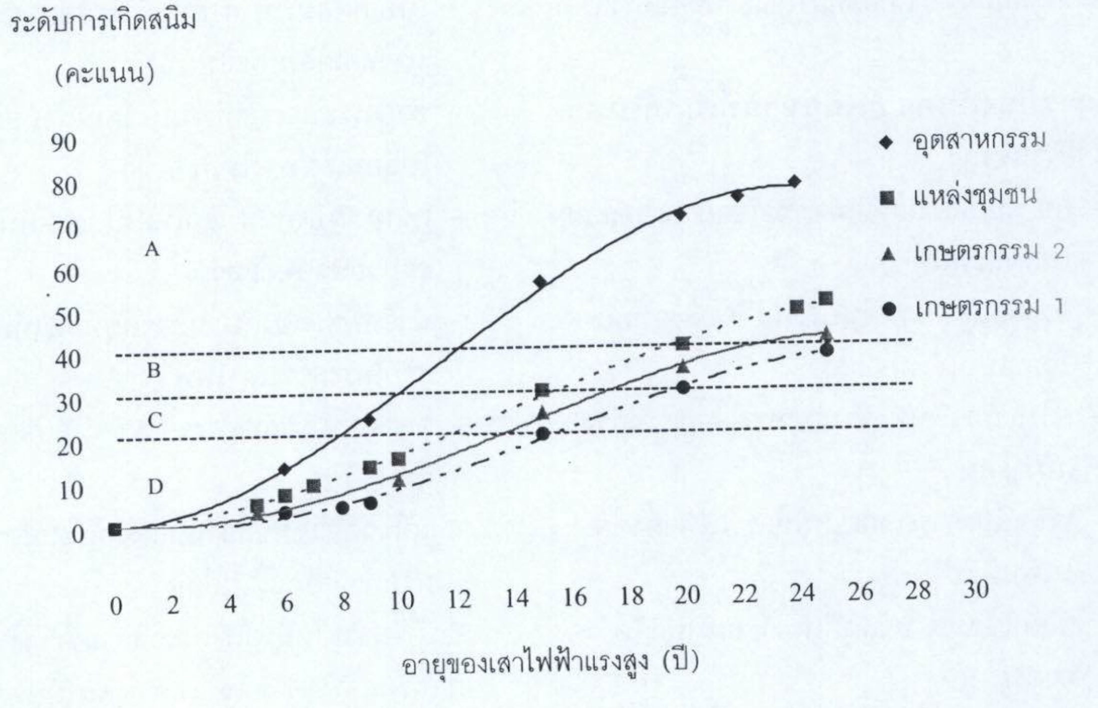
- ออกสำรวจและตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ
- จัดทำระบบสำหรับการตรวจสอบให้มีประสิทธิภาพ
- เมื่อเกิดสนิมมาก ต้องทำการขัดออกและทาวัสดุเคลือบผิวใหม่
- ทำการระบายน้ำที่ท่วมขังโคนเสาออกหรือเปลี่ยนเส้นทางไหลของน้ำ
- เทคอนกรีตหุ้มขาเสาให้เหนือระดับน้ำเมื่อระบายน้ำออกแล้ว
- นำวัชพืช กองดิน หรือวัสดุที่กองทับออกจากโครงสร้างเสาไฟฟ้า
- ตรวจสอบระดับของขาเสา เมื่อเกิดความผิดปกติ
- แก้ไขซ่อมแซมชิ้นส่วนที่โก่งงอให้เหมือนเดิมหรือทำการถอดเปลี่ยน
- นำชิ้นส่วนใหม่มาใส่แทนชิ้นส่วนที่ถูกขโมยไป
- เสริมสร้างความแข็งแรงของดินในบริเวณที่เกิดการทรุดตัว

5. การจัดระบบสำหรับการตรวจสอบเสาไฟฟ้าแรงสูงในเบื้องต้น

จากความสัมพันธ์ของระดับการเกิดสนิมและอายุการใช้งานของเสาไฟฟ้าแรงสูงแสดงในตารางที่ 3 แล้วสามารถนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบในแต่ละเขตพื้นที่สำรวจ ทั้ง 4 บริเวณ ดังที่จำแนกไว้แล้วในตอนต้น เพื่อสามารถทราบรอบระยะเวลาของการเข้าไปบำรุงรักษาให้เหมาะสมในต่ละพื้นที่ ได้ดังรูปที่ 1 [12]

ตารางที่ 3 ระดับการเกิดสนิมร้อยละของแต่ละพื้นที่ที่อายุการใช้งานต่าง ๆ (ปี)

เขตพื้นที่	ระดับการเกิดสนิมของโครงสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูง (ร้อยละ)											
	0	5	6	7	8	9	10	15	20	22	24	25
อุตสาหกรรม	0	–	13	–	–	24	–	55	70	74	77	–
แหล่งชุมชน	0	5	7	9	–	13	15	30	40	–	48	50
เกษตรกรรม 1	0	–	3	–	4	5	–	20	30	–	36	38
เกษตรกรรม 2	0	3	–	–	–	–	10	25	35	–	–	42



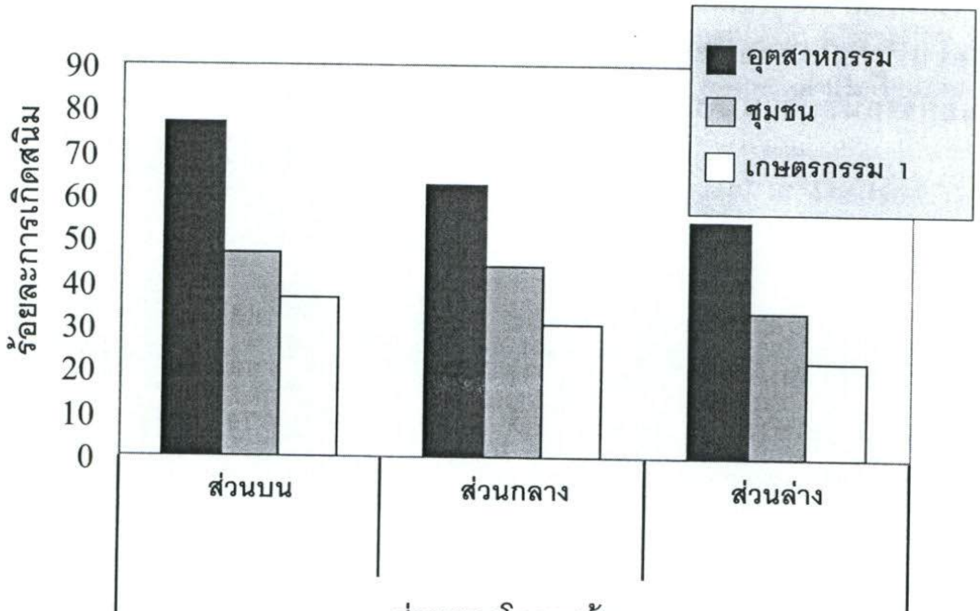
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเกิดสนิมและอายุของเสาไฟฟ้าแรงสูง

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเกิดสนิมและอายุของเสาไฟฟ้าแรงสูง ให้แกน Y แทนระดับการเกิดสนิม และแกน X แทนอายุของเสาไฟฟ้าแรงสูง โดยใช้วิธีลีสท์สแควร์จะได้เป็นสมการดังต่อไปนี้คือ

1. บริเวณเขตพื้นที่อุตสาหกรรม $Y = -0.011X^3+0.3862X^2+0.2187X-0.0883$ มีค่า $R^2 = 0.9987$
2. บริเวณเขตพื้นที่แหล่งชุมชน $Y = -0.004X^3+01689X^2+0.2869X-0.0591$ มีค่า $R^2 = 0.9989$
3. บริเวณเขตพื้นที่เกษตรกรรม 2 $Y = -0.00007X^4-0.0021X^3+0.1772X^2-0.3765X+0.127$ มีค่า $R^2 = 0.9973$
4. บริเวณเขตพื้นที่เกษตรกรรม 1 $Y = -0.00009X^4-0.0004X^3+0.1451X^2-0.5453X+0.1099$ มีค่า $R^2 = 0.997$

การใช้งานจากรูปที่ 1 นั้นสามารถนำไปใช้ได้โดย เมื่อต้องการทราบถึงระดับของการเกิดสนิมในช่วงระยะเวลาใด ๆ ก็ต้องทำการลากเส้นตรงตั้งฉากกับแกนนอนขึ้นไปสัมผัสกับเส้นกราฟของพื้นที่ที่ต้องการ ทำให้ทราบว่าเมื่อระยะเวลานั้น ๆ ระดับการเกิดสนิมจะเทียบเท่ากับโซนใด เช่น ที่ระยะเวลา 13 ปี พื้นที่อุตสาหกรรมจะมีระดับการเกิดสนิมอยู่ในโซน A พื้นที่แหล่งชุมชนอยู่ในโซน C ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม 1 และพื้นที่เกษตรกรรม 2 จะอยู่ในโซน D เป็นต้น

จากรูปที่ 1 พบว่าร้อยละการกัดกร่อนจะเกิดในเขตพื้นที่อุตสาหกรรมมากที่สุด รองลงไปเป็นเขตพื้นที่แหล่งชุมชน เขตพื้นที่เกษตรกรรม 2 และเขตพื้นที่เกษตรกรรม 1 ตามลำดับ เนื่องมาจากเขตพื้นที่อุตสาหกรรมนั้นสภาพของอากาศมีมลภาวะที่เป็นพิษเจือปนอยู่มาก ส่วนใหญ่เป็นกรดหรือก๊าซที่ออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีผลก่อให้เกิดการกัดกร่อนอย่างรวดเร็วต่อโครงสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูง ขณะที่เขตพื้นที่แหล่งชุมชนจะมีปัญหาในเรื่องของน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนหรืออากาศเสียจากการจราจรเป็นส่วนใหญ่ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม 2 และพื้นที่เกษตรกรรม 1 นั้น ไม่ค่อยมีผลกระทบจากปัญหาของสภาพอากาศเท่าใดนัก อาจจะมีผลจากไอเกลืออยู่บ้างในเขตพื้นที่เกษตรกรรม 2 เพราะว่าเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งไม่มากนัก และเมื่อแยกพิจารณาเสาไฟฟ้าในแต่ละส่วนแล้ว ยังพบว่าการกัดกร่อนที่ส่วนของโครงสร้างเหล็กโดยรวมนั้นมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกสภาพแวดล้อม คือ เกิดการกัดกร่อนมากสุดที่ส่วนบนของโครงสร้าง รองลงไปเป็นส่วนกลางและส่วนล่าง ตามลำดับ ดังรูปที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่กรดจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จะระเหยขึ้นสู่บรรยากาศด้านบน และการดูแลรักษาชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้างเสาไฟฟ้าด้านบนจะเป็นไปได้ยากกว่าชิ้นส่วนเหล็กโครงสร้างด้านล่าง จึงทำให้มีการสะสมของสนิมมากขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 2 ระดับการเกิดสนิมที่ส่วนต่าง ๆ ของเสาไฟฟ้าในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่อายุเหล็กโครงสร้าง 24 ปี

สรุปผล

จากผลของการศึกษาถึงลักษณะของความเสียหายและสาเหตุต่าง ๆ ที่มีผลต่อความเสียหายของโครงสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูงในประเทศไทยพบว่า ลักษณะของความเสียหายที่สามารถเห็นได้ชัดเจนดังนี้คือ สนิมของโครงสร้างโดยรวมเกิดมากที่สุดในบริเวณเขตพื้นที่อุตสาหกรรม รองลงไปเป็นบริเวณเขตพื้นที่แหล่งชุมชน บริเวณเขตพื้นที่เกษตรกรรม 2 และบริเวณเขตพื้นที่เกษตรกรรม 1 ตามลำดับ และหากแยกพิจารณาเป็นส่วนแล้ว จะเห็นว่าส่วนบนของโครงสร้างจะเกิดสนิมมากที่สุดในทุกพื้นที่ รองลงไปเป็นส่วนกลาง และส่วนล่างตามลำดับ การกัดกร่อนเกิดขึ้นรุนแรงมากตรงส่วนที่เป็นจุดต่อระหว่างโคนขาเสากับฐานเสา รองลงไปเป็นที่สเต็ปโบลท์ บันได และจุดต่อต่าง ๆ ของโครงสร้าง อีกทั้งชิ้นส่วนบางชิ้นของโครงสร้างเกิดสนิมมากเป็นพิเศษในขณะที่ชิ้นส่วนอื่น ๆ ในโครงสร้างอยู่ในสภาวะปกติ มีการทรุดตัวเกิดขึ้นที่ฐานรากของเสาไฟฟ้าแรงสูงบางต้น นอกจากนี้ชิ้นส่วนโครงสร้างที่อยู่ในบริเวณส่วนล่างของเสาไฟฟ้าแรงสูงบางชิ้นได้ถูกขโมยถอดออกไป และบางชิ้นส่วนยังมีการโก่งงอเกิดขึ้นอีกด้วย

ความเสียหายดังกล่าวอาจเกิดจากสาเหตุ ปัจจัยต่าง ๆ หลายประการด้วยกัน เช่น ทำเลที่ตั้ง สภาวะแวดล้อม สภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญที่มีผลต่อการกัดกร่อนของโครงสร้าง วิธีการก่อสร้าง การขนส่ง การกองเก็บวัสดุ ที่ไม่เหมาะสม และการผลิตชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานหรือการเลือกใช้มาตรฐานที่ไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีส่วนในการช่วยเร่งให้กระบวนการกัดกร่อนเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ การที่ประชากรในบริเวณพื้นที่การก่อสร้างไม่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของเสาไฟฟ้าแรงสูง มีการลักขโมยหรือทำความเสียหายกับชิ้นส่วนโครงสร้างอย่างจงใจหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ก็ก่อให้เกิดความเสียหายได้รวดเร็วกว่าการกัดกร่อนมาก และอาจเป็นอันตรายรุนแรงจนถึงขั้นที่ทำให้โครงสร้างพังทลายลงได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

กระบวนการก่อสร้าง การขนส่ง และการกองเก็บ ที่เหมาะสมได้มาตรฐาน มีวิธีการดูแลป้องกันและบำรุงรักษาที่ถูกต้อง และปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ ตลอดจนการประชาสัมพันธ์กับชุมชนที่ดีมีประสิทธิภาพ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สามารถลดอัตราการเสื่อมสภาพและเสียหายช่วยให้โครงสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูง มีอายุการใช้งานที่ยืนยาวเพิ่มมากขึ้นได้ งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาให้เป็นมาตรฐานการออกแบบก่อสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูงเพื่อใช้งานในประเทศไทยได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกลุ่มทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่อความพอเพียง (กสวพ.) ประจำปี 2548 ขอขอบคุณอย่างสูงต่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สำหรับเค้าโครงเรื่องงานวิจัย ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่อำนวยความสะดวกในการออกสำรวจเก็บข้อมูลในสถานที่จริง และให้ข้อมูลที่ได้ทำการตรวจสอบมาก่อนแล้วในอดีต ขอขอบคุณพิเศษแด่ คุณทิน เกตุรัตนบวร ที่ช่วยประสานงานอำนวยความสะดวก และให้คำปรึกษาที่ดีในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] แผนกอุปกรณ์สายส่ง, 2527. **คู่มืองานบำรุงรักษาสายส่งไฟฟ้าแรงสูง.** การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

[2] ประชุม คำพุฒ, 2545. “ลักษณะความเสียหายของเสาไฟฟ้าแรงสูงในประเทศไทย.” **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคล.** ฉบับปฐมฤกษ์, หน้า 37-47.

[3] Chotimongkol, L., Bhamornsut, C., Nakkuntod, R., Jeenkhajohn, P., Vutivat, E., Suphonlai, S., Cole, I., Neufeld, A. and Ganther, W., 1999. “Atmospheric Corrosion of Metallic Building Materials in Thailand.” First Asia/Pacific Conference on Harmonization of Durability Standards and Performance Test for Components in Buildings and Infrastructure.

[4] Hue, N.V., Cole, I.S., Ganther, W.D., Neufeld, A.L., Mau, T.D., Tru, N.N., De, V. and Thao, B.V., 1999. “Zinc and Mild Steel Corrosion in Vietnam.” First Asia/Pacific Conference on Harmonization of Durability Standards and Performance Test for Components in Buildings and Infrastructure.

[5] Lien, L.H., San, P.T. and De, V., 1999. “Study on Atmospheric Corrosion in Vietnam.” First Asia/Pacific Conference on Harmonization of Durability Standards and Performance Test for Components in Buildings and Infrastructure.

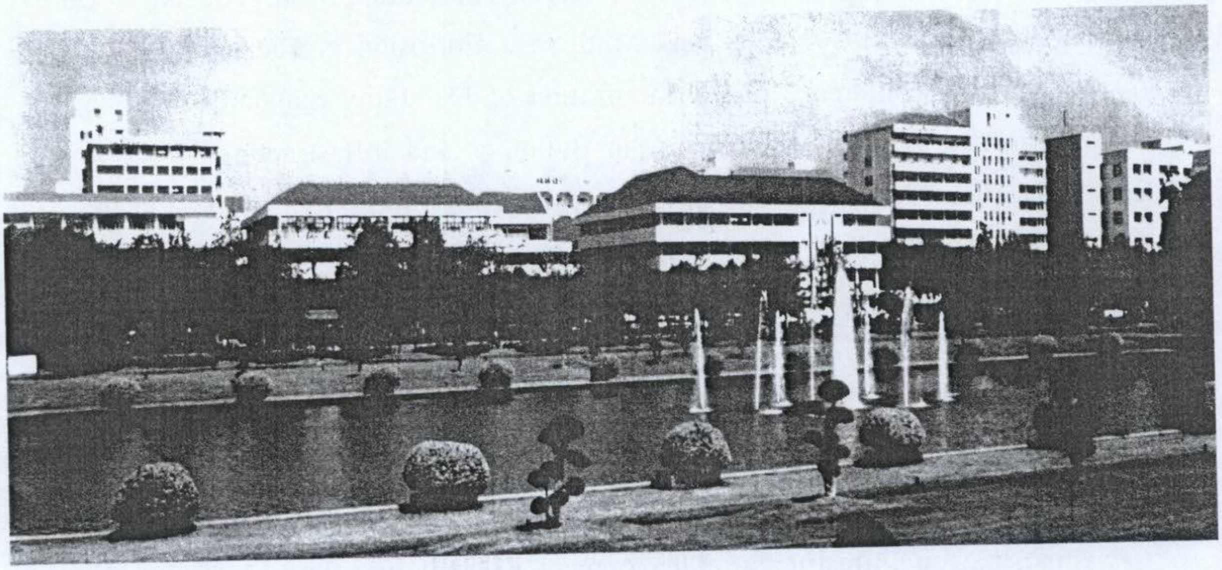
[6] Rungthongbaisuree, S., 1995. “Exposure test of painted steel in Thailand.” Proceeding of the 5th East Asia Pacific Conference on Structural Engineering & Construction. Vol. 3, pp. 1979-1984.

[7] Rungthongbaisuree, S., 1995. “Acceleration test of painted steel.” The Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Eng. pp. 47-57.

[8] Rungthongbaisuree, S., 1998. “Corrosion of existing steel buildings in Thailand.” Proceeding of the 6th East Asia Pacific Conference on Structural Engineering & Construction. Vol. 2, pp. 1349-1354.

[9] Rungthongbaisuree, S., 1999. “Corrosion of Steel Structures in Oil Refinery.” First Asia/Pacific Conference on Harmonization of Durability Standards and Performance Test for Components in Buildings and Infrastructure.

[10] Rungthongbaisuree, S., Khamput, P., and Ketratanaborvorn, T., 2000. "Causes of Damage of Electric Tower in Thailand." Proceeding of Second Asia/Pacific Conference on Durability of Building Systems : Harmonised Standards and Evaluation. Vol. 1, Bandung, Indonesia, pp. 16-1 ~ 16-9.

[11] Yamakata, K., 1990. "Expert System for Examination of Paint Film Deterioration of Electric Tower." Journal of Rust Prevention and Control. Vol. 34, No. 7, pp. 13-17.

[12] ประชุม คำพุฒ และ สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, 2549. "ระบบเบื้องต้นสำหรับตรวจสอบการถูกกัดกร่อนของเสาไฟฟ้าแรงสูง." การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเมอร์ลิน บีช รีสอร์ท, ภูเก็ต.