บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

การจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพควรครอบคลุมต้นทุนทั้งหมดของสายส่งและจัดสรรการใช้งานให้กับผู้ใช้บริการระบบส่งไฟฟ้าทุกรายอย่างเหมาะสม หลักการที่สำคัญที่ใช้ในการพิจาณาคือการจัดสรรการใช้งานโดยพิจารณาจากปริมาณการใช้ความจุของสายส่ง (Usage-based cost allocation method) ของผู้ใช้บริการระบบส่งไฟฟ้าแต่ละราย แต่การสืบหาปริมาณการใช้ความจุของสายส่งของผู้ใช้ระบบส่งไฟฟ้าแต่ละรายโดยตรงเป็นเรื่องที่ยากลำบาก เนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นของการไหลในสายส่งของกำลังไฟฟ้า จึงได้มีผู้นำเสนอวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งด้วยวิธีการประมาณปริมาณการใช้ความจุของสายส่งแต่ละเส้นทางของผู้ใช้งานระบบส่งแต่ละรายด้วยวิธีการต่างๆ

D. Shirmohammadi และคณะ [1] ได้กล่าวถึงความไม่เป็นธรรมที่เกิดจากการจัดสรรต้นทุนระบบส่งด้วยวิธีการกำหนดราคาด้วยราคาเดียวกันทั้งระบบ (Postage stamp method) ทำให้ในกรณีที่ผู้ใช้บริการที่มีระยะทางของสายส่งใกล้กับแหล่งผลิตไฟฟ้าแต่กลับต้องเสียค่าใช้บริการเท่ากับผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกล จึงได้เสนอให้แบ่งองค์ประกอบในการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านระบบส่ง และระยะทางของสายส่งระหว่างจุดจ่ายไฟฟ้ากับจุดรับไฟฟ้า เรียกวิธีนี้ว่า วิธีเมกกะวัตต์ไมล์ (MW-Mile method)

ต่อมา J.W. Marangon Lima [2] ได้ทำการปรับปรุงวิธีเมกกะวัตต์ไมล์ เพื่อที่จะทำให้ธุรกิจระบบส่งมีรายได้ครอบคลุมต้นทุนทั้งหมด และเพื่อให้สะท้อนสัญญาณทางเศรษฐศาสตร์ได้ด้วย โดยเสนอ 3 แนวทาง ได้แก่ วิธีมอดูลัส (Modulus method) วิธีซีโรเคาน์เตอร์โฟล์ว (Zero counter flow method) และวิธีดอมมะเนนท์โฟล์ว (Dominant flow method)

A. Zobian และ M.D. Ilic. [3] ได้เสนอให้พิจารณาถึงความจุกำลังไฟฟ้าที่เหลือของสายส่ง (Unused transmission capacity method) บนสมมุติฐานว่าผู้ใช้สายส่งจะต้องรับผิดชอบความจุของสายส่งทั้งในส่วนที่ใช้งานจริง และส่วนที่เหลืออยู่ด้วย ทำให้สามารถครอบคลุมต้นทุนของสายส่งได้ทั้งหมดไม่ว่าสายส่งจะถูกใช้งานเต็มความจุหรือไม่ก็ตาม

ในเวลาต่อมา C.W. Yu และ A.K. David [4-5] ได้กล่าวถึงแนวคิดสำหรับจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้า ด้วยการปรับปรุงวิธีเมกกะวัตต์ไมล์ใหม่ โดยแยกคิดต้นทุนของระบบส่งจากองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นต้นทุนที่จัดสรรจากปริมาณการใช้ขนาดความจุของสายส่ง และส่วนที่สองเป็นการจัดสรรต้นทุนจากผลตอบแทนความเชื่อถือได้ ซึ่งต้นทุนส่วนที่ 2 นี้หามาจากผลต่างของราคาค่าบริการที่คิดด้วยวิธีเมกกะวัตต์ไมล์ 2 กรณี คือ กรณีสายส่งถูกใช้งานอยู่ในระบบเป็นปกติ กับกรณีสายส่งถูกปลดออกจากระบบ วิธีนี้สามารถทำให้มีรายได้ครอบคลุมต้นทุนของระบบส่ง และสะท้อนความสำคัญของสายส่งแต่ละเส้นทางได้

E.L.Silva และคณะ [6] เสนอให้พิจารณาผลกระทบจากความเปลี่ยนแปลงการไหลของกำลังไฟฟ้าเมื่อสายส่งถูกปลดออกจากระบบด้วย เรียกว่า ดัชนีความสำคัญ (Importance index) หลักการของวิธีนี้คือ หาค่ากำลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ (สายส่งเส้นที่ k ถูกปลดออกจากระบบ) ถ้ากำลังไฟฟ้าไหลในสายส่งที่สภาวะผิดปกตินี้มากกว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดกรณีระบบอยู่ในสภาวะปกติ แสดงว่าผู้ใช้บริการในสายส่งเส้นที่ k ได้ใช้ขนาดความจุสำรองของระบบ ดังนั้นจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่สะท้อนต้นทุนทางความเชื่อถือได้ ในทางกลับกัน ถ้ากำลังไฟฟ้าไหลในสายส่งสภาวะผิดปกตินี้มีค่าน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดกรณีระบบอยู่ในสภาวะปกติ แสดงว่าผู้ใช้บริการในสายส่งเส้นที่ k ไม่ได้ใช้ความจุสำรองของระบบ จึงไม่ต้องรับผิดชอบต่อต้นทุนความเชื่อถือได้

G. Strbac และคณะ [7] เสนอให้พิจาณาว่าค่ากำลังไฟฟ้าในสายส่งเกิดขึ้นสูงที่สุดในกรณีใดก็ตามนั้นจะถูกใช้เป็นค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของสายส่งเส้นนั้นๆ นอกจากนั้นยังนำเสนอวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งจากค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดให้กับผู้ใช้บริการคือผู้ผลิตไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้าด้วย วิธีการสืบหา (Traceable)

B.H. Kim และ C. Singh [8] ได้ให้ความเห็นว่าในระบบจริงขนาดความจุของสายส่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด ดังนั้นการจัดสรรต้นทุนในส่วนผลตอบแทนความเชื่อถือได้ควรจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามขนาดความจุของสายส่งแทนที่จะมีค่าคงที่เท่ากันทุกเส้น จึงเสนอวิธีการคำนวณหาสัดส่วนของต้นทุนทั้งสองส่วนนี้ ซึ่งเรียกว่า ดัชนีความเชื่อถือได้ (Reliability index) งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกแสดงวิธีการหาผลตอบแทนของสายส่งภายใต้ข้อจำกัดของขนาดความจุสายส่ง และส่วนที่สองแสดงวิธีการจัดสรรต้นทุนตามขนาดความจุที่ใช้และผลตอบแทนของสายส่ง

J. Bialek [9-10] ได้คิดวิธีการสืบหาการไหลของกำลังไฟฟ้า (Electricity tracing) โดยใช้หลักการแบ่งสัดส่วน (Proportional sharing principle) โดยตั้งสมมุติฐานว่า กำลังไฟฟ้าที่

ไหลเข้าบัสใดๆ จะผสมกันอย่างสมบูรณ์ (Perfect mixer) ที่บัสนั้นๆ ดังนั้น กำลังไฟฟ้าที่ไหลเข้าบัสในสัดส่วนเท่าไร จะไหลออกจากบัสในสัดส่วนเท่านั้น ซึ่งหลักการมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือวิธีการพิจารณาจากต้นน้ำ (Up stream looking algorithm) สำหรับหาว่ากำลังไฟฟ้าที่จุดจ่ายไฟฟ้าส่งมาจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายใดบ้าง และวิธีการพิจารณาปลายน้ำ (Down stream looking algorithm) สำหรับหาว่าผู้ผลิตไฟฟ้าได้ส่งกำลังไฟฟ้าไปให้ผู้ใช้รายใดบ้าง นอกจากนั้นหลักการสืบหานี้ยังสามารถใช้หาว่า สายส่งไฟฟ้าแต่ละเส้นถูกใช้โดยผู้ผลิตไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดบ้างได้อีกด้วย

F.Danitz และคณะ [11] ทำการวิจัยเปรียบเทียบเชิงตัวเลข ของวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งตามปริมาณการใช้ขนาดความจุของสายส่ง 3 วิธี คือ วิธีดิสทริบิวชันแฟคเตอร์ (Distribution factor) วิธีพรอพพอร์-ชั่นเนลลิตี้ (Proportionality) และวิธีเทรสซิง (Tracing) โดยสรุปว่าทั้งสามวิธีสามารถระบุสัดส่วนการใช้สายส่งของผู้ใช้บริการได้เป็นค่าโดยประมาณ และยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าวิธีใดเป็นวิธีการที่ดีที่สุด แต่ทั้งหมดนี้เป็นวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งอย่างสมเหตุสมผล

D. Hur และคณะ [12-14] เสนอให้จัดสรรต้นทุนระบบส่งให้กับผู้ผลิตไฟฟ้า โดยคำนึงถึงความเชื่อถือได้ตามสัดส่วนการใช้ขนาดความจุของสายส่งในสภาวะปกติ และดัชนีผลกระทบต่อขนาดความจุสำรองกรณีสายส่งถูกปลดออกจากระบบ และแบ่งขนาดความจุของสายส่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ขนาดความจุพื้นฐาน (Base capacity) หรือกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลในสายส่งในสภาวะปกติ และขนาดความจุสำรองที่ใช้เพื่อให้ระบบมีความเชื่อถือได้ (Reliability capacity) โดยกำหนดสมมุติฐานไว้ว่า ขนาดความจุที่ใช้รักษาความเชื่อถือได้จะสามารถรองรับการไหลของกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นได้ทั้งหมด กรณีเกิดเหตุการณ์ขัดข้องหนึ่งเหตุการณ์ และจัดสรรต้นทุนความเชื่อถือตามตัวประกอบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อสายส่งถูกปลด (Line Outage Impact Factors, LOIF) แม้ว่าวิธีการนี้สามารถแบ่งต้นทุนสองส่วนได้ง่ายขึ้น แต่วิธีนี้ทดสอบกับระบบจำลองเพียง 6 บัสแบบวงจรเดี่ยว ซึ่งแตกต่างจากระบบส่งจริงที่มีทั้งวงจรเดี่ยวหลายวงจร และอาจมีสายส่งแบบเรเดียลอีกด้วย นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ได้จัดสรรต้นทุนทั้งหมดให้กับผู้ใช้บริการระบบส่งเฉพาะด้านผู้ผลิตไฟฟ้าเท่านั้น จากนั้นได้ปรับปรุงดัชนีตัวประกอบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อสายส่งถูกปลด (LOIF) โดยประยุกต์ใช้ค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ผิดพร่องของสายส่ง (Forced Outage Rate, FOR) มาถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ดัชนีตัวประกอบผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อสายส่งถูกปลดเพื่อสื่อถึงความเชื่อถือของสายส่งแต่ละเส้นทางด้วยโอกาสจะถูกปลดออกจากระบบ

สุเทพ สิงหฤกษ์ และนพพร ลีปรีชานนท์ [15] ได้เสนอวิธีจัดสรรต้นทุนระบบส่งตามปริมาณการใช้ขนาดความจุของสายส่ง และผลตอบแทนความเชื่อถือได้ โดยต้นทุนส่วนความเชื่อถือได้ถูกจัดสรรตามดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบส่งที่จุดบริการ และมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้า แม้ว่างานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับการจัดสรรต้นทุนความเชื่อถือได้ใกล้เคียงกับผลประโยชน์ที่ได้รับ และสะท้อนตำแหน่งการใช้บริการ และประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าได้ดี แต่วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดมากในทางปฏิบัติ เช่น ไม่สามารถหาสัดส่วนระหว่างต้นทุนที่เกิดจากปริมาณการใช้ขนาดความจุของสายส่งกับต้นทุนความเชื่อถือได้ การใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นจะต้องมีข้อมูลเชิงสถิติของระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เพียงพอ และมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้บริการต้องมีข้อมูลเชิงสำรวจที่เหมาะสม เป็นต้น นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ได้จัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าทั้งหมดให้เฉพาะผู้ใช้ไฟฟ้าเท่านั้น

จากนั้นได้มีการต่อยอดงานวิจัยข้างต้นเพิ่มเติม [16] โดยการจัดสรรต้นทุนระบบส่งตามปริมาณการใช้ขนาดความจุของสายส่ง และผลตอบแทนความเชื่อถือได้ของระบบส่งไฟฟ้าที่มีสายส่งมีมากกว่า 1 วงจร (Multiple circuits) โดยต้นทุนส่วนความเชื่อถือได้ถูกจัดสรรตามดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบส่งที่จุดบริการ และมีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าทั้งหมดให้กับผู้ใช้บริการระบบส่งทั้งทางด้านผู้ผลิตไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้าโดยแบ่งสัดส่วนที่เท่ากันคือด้านละ 50 เปอร์เซนต์

จากบทความเหล่านี้ เป็นการนำเสนอวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้การจัดสรรต้นทุนระบบส่งสามารถครอบคลุมต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าทั้งหมด และเป็นธรรมต่อผู้ใช้บริการระบบส่งตามหลักทางวิศวกรรม งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าระบบส่งไฟฟ้าเป็นสายส่งแบบวงจรเดี่ยว (หนึ่งเส้นทางมีสายส่งหนึ่งวงจร) นอกจากนั้นยังจัดสรรต้นทุนทั้งหมดให้กับผู้ผลิตไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียวเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงระบบส่งไฟฟ้าไม่ได้ประกอบด้วยสายส่งชนิดวงจรเดี่ยวเพียงชนิดเดียว และกำลังไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในสายส่ง และไม่ได้มีเพียงแต่กำลังแอคทีฟเพาเวอร์ (Active power) ไหลอยู่ในสายส่งเท่านั้น แต่มีกำลังรีแอคทีฟเพาเวอร์ (Reactive power) ไหลอยู่ในสายส่งด้วยเช่นกัน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้เสนอเทคนิคการจัดสรรต้นทุนระบบส่งไฟฟ้าโดยพิจารณาเกณฑ์ความเชื่อถือได้กรณีที่สายส่งหนึ่งเส้นทางมีมากกว่า 1 วงจร โดยพิจารณากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟร่วมด้วย และเสนอการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นที่สายส่งจะหลุดออกจากระบบใหม่โดยใช้หลักการหาค่าความเชื่อถือได้ทางสถิติเข้ามาประเมินค่าความน่าจะเป็นที่สายส่งเส้นทางใดๆ จะหลุดออกจากระบบ มาปรับปรุงดัชนีผลกระทบเนื่องจากสายส่งหลุดออกจากระบบ เพื่อนำไปใช้ใน

การกำหนดราคาค่าบริการระบบส่งทั้งหมด ซึ่งจากวิธีการที่ได้นำเสนอนี้ จะทำให้ค่าบริการการใช้ระบบที่ได้หลังจากการจัดสรรต้นทุนส่งสามารถสะท้อนถึงความเชื่อถือได้ของระบบส่งได้มากขึ้น และสามารถสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนของระบบที่ต้องใช้สำหรับให้บริการแก่ผู้ใช้ระบบส่งทั้งในสภาวะปกติ และในสภาวะฉุกเฉินทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

1.2.วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งให้กับผู้ใช้บริการทั้งผู้ผลิตไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า ตามสัดส่วนการใช้ขนาดความจุของสายส่งในสภาวะปกติ และขนาดความจุสำรองในสภาวะฉุกเฉิน โดยพิจารณาทั้งกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ

1.2.2 พัฒนาแบบจำลองวิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งให้กับผู้ใช้บริการทั้งผู้ผลิตไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า ตามสัดส่วนการใช้ขนาดความจุของสายส่งในสภาวะปกติ และขนาดความจุสำรองในสภาวะฉุกเฉิน โดยพิจารณากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ

1.2.3 วิเคราะห์วิธีการจัดสรรต้นทุนระบบส่งที่ได้พัฒนาขึ้น

1.3.ขอบเขตและสมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 ธุรกิจระบบส่งเป็นแบบผู้ให้บริการรายเดียว (Monopoly transmission service)

1.3.2 ข้อมูลต้นทุนระบบส่งที่ใช้ในงานวิจัยได้รวมต้นทุนอนาคตแล้ว

1.3.3 พิจารณาเฉพาะราคาค่าบริการระบบส่งเท่านั้น (ไม่รวมราคาค่าพลังงานไฟฟ้า)

1.3.4 ระบบส่งไฟฟ้าใช้มาตรฐานความเชื่อถือได้ตามเกณฑ์ N-1

1.3.5 กำหนดให้โรงไฟฟ้าเดินเครื่องตามหลักการจ่ายโหลดอย่างประหยัด (Optimal economic dispatch)

1.3.6 สายส่งวงจรย่อยในแต่ละเส้นทางมีคุณสมบัติทางกายภาพเหมือนกันทุกวงจร (Identical parallel circuits)

1.3.7 การปลดสายส่งภายในเส้นทาง 1 วงจรไม่มีผลกระทบต่อเส้นทางอื่นๆ

1.3.8 รูปแบบการไหลของกำลังไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลง

1.3.9 ไม่พิจารณากำลังสูญเสียกำลังไฟฟ้าของระบบส่ง

1.3.10 ไม่พิจาณาผลการสูญเสียของกำลังไฟฟ้าในกรณีที่สายส่งสัดส่วนความต้านทาน (Resistance, R) ต่อความต้านทานต่อกระแสสลับ (Reactance, X) สูง

1.3.11 นำวิธีที่เสนอไปทดสอบกับระบบทดสอบกำลังไฟฟ้า 6 บัส และระบบทดสอบกำลังไฟฟ้า 50 บัสในส่วนภาคเหนือของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1.3.12 วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียกับวิธีการจัดสรรต้นทุนด้วยวิธีอื่นๆ

1.4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ประโยชน์เชิงวิชาการ คือการศึกษาวิทยานิพนธ์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการทำงานวิจัย และนำเสนอผลงานด้วยการเขียนตีพิมพ์งานวิจัยทางวิชาการทั้งงานประชุมใน และต่างประเทศได้

1.4.2 ประโยชน์เชิงงานวิจัย คือสามารถวิพากษ์ข้อดี และข้อเสียของวิธีการที่นำเสนอเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ได้

1.4.3 ประโยชน์เชิงนโยบาย คือทำให้ได้วิธีการกำหนดราคาค่าบริการระบบส่งไฟฟ้าที่ทำให้วิธีการคิดค่าบริการระบบส่งไฟฟ้าที่เป็นธรรม และสอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้า รวมถึงสะท้อนถึงการให้บริการระบบส่งทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพได้

1.4.4 ประโยชน์ต่อกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย คือสามารถนำวิธีกำหนดราคาค่าบริการระบบส่งที่นำเสนอไปใช้กับกิจการระบบส่งไฟฟ้าของประเทศไทยได้