บทที่ 7
สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุป

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการจำลองผลค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในระบบสายส่งไฟฟ้า 1 เฟส 3 เฟสสมดุล และ 3 เฟสไม่สมดุล เพื่อต้องการดูผลกระทบของค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ในขณะใช้งานโทรศัพท์มือถือในบริเวณดังกล่าว โดยระบบสายส่งไฟฟ้า 1 เฟสเป็นระบบขนาด 69 kV ส่วนระบบไฟฟ้า 3 เฟสเป็นระบบขนาด 230 kV และ 500 kV การจำลองผลด้วยโปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้นเองได้ใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์ และระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์แบบ 2 มิติ โดยตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณด้วยการเปรียบเทียบ กับผลที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป PDETOOL โดย PDETOOL เป็นกล่องเครื่องมืออันหนึ่งภายในโปรแกรม MATLAB™ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความเชื่อถือ และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางด้านวิศวกรรม สิ่งที่สำคัญในการจำลองผลค่าสนามไฟฟ้า คือ การค้นหาสมการเชิงอนุพันธ์ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการกระจายค่าสนามไฟฟ้าของสายส่งได้อย่างถูกต้อง ในงานวิจัยนี้ยังได้ทำการจำลองผลค่าสนามไฟฟ้าของระบบสายส่งไฟฟ้า 3 เฟสสมดุล ขณะที่มนุษย์ใช้งานโทรศัพท์มือถือในบริเวณดังกล่าวแบบ 3 มิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป COMSOL™ Multiphysics Version 3.4 ซึ่งโปรแกรมนี้ก็ได้ใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ในการหาผลเฉลย

สำหรับการศึกษาทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในบทที่ 2 ทั้งเรื่องสนามไฟฟ้า ระบบสายส่งไฟฟ้า โทรศัพท์มือถือ ระเบียบวิธีไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์ และระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ก็ได้ถูกนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัย ส่วนการดำเนินงานในบทที่ 3 เป็นขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าในระบบสายส่งไฟฟ้า และขั้นตอนต่าง ๆ ในการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์ ในทำนองเดียวกันสามารถพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าในระบบสายส่งไฟฟ้าด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ได้เช่นกัน โดยขั้นตอนต่าง ๆ ในการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ จะสามารถแสดงรายละเอียดไว้ในบทที่ 4 หลังจากทราบรายละเอียดของระเบียบวิธีในการคำนวณหาค่าสนามไฟฟ้าของระบบสายส่งจึงสามารถแสดงผลการคำนวณของระเบียบวิธีทั้งสองแบบ 2 มิติ ได้ภายในบทที่ 5 โดยหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการจำลองการกระจายค่าสนามไฟฟ้าของระบบสายส่งไฟฟ้า 1 เฟสขนาด 69 kV ระบบไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 230 kV และ 500 kV ที่เกิดจากการคำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์

และระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ โดยการจำลองผลของระบบแต่ละขนาดทั้งกรณีระบบสายส่งไฟฟ้า 1 เฟส ระบบสายส่งไฟฟ้า 3 เฟสสมดุล และระบบสายส่งไฟฟ้า 3 เฟสไม่สมดุล จะทำการเลื่อนตำแหน่งของมนุษย์ ในขณะใช้งานโทรศัพท์มือถือด้วยกัน 3 ตำแหน่ง เพื่อให้เห็นความแตกต่างของลักษณะการกระจายค่าสนามไฟฟ้าที่อาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้ หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบผลเฉลยค่าสนามไฟฟ้าของระเบียบวิธีไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์ และระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ กับโปรแกรมสำเร็จรูป PDETOOL เพื่อยืนยันความถูกต้องจากการคำนวณผลดังกล่าว ซึ่งได้ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจ โดยผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องไปในทางเดียวกัน การดำเนินการในบทที่ 7 เป็นการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป COMSOL Multiphysics Version 3.4 โดยนำเสนอผลการจำลองการกระจายค่าสนามไฟฟ้าของระบบสายส่งไฟฟ้า 1 เฟสขนาด 69 kV ระบบไฟฟ้า 3 เฟสสมดุล และระบบไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 230 kV และ 500 kV จากรายละเอียดภายในแต่ละบท ได้ดำเนินการบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ทุกประการ โดยสามารถสรุปประเด็นได้ว่าจากผลการจำลองค่าสนามไฟฟ้าทั้งหมดของระบบสายส่งไฟฟ้า 1 เฟสขนาด 69 kV ระบบไฟฟ้า 3 เฟสสมดุลขนาด 230 kV และ 500 kV ระบบไฟฟ้า 3 เฟสไม่สมดุลขนาด 230 kV จะเห็นว่าระบบไฟฟ้า 1 เฟส การใช้งานโทรศัพท์มือถือในบริเวณระบบดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ที่ใช้งานโทรศัพท์มือถือเพราะเนื่องจากค่าสนามไฟฟ้าสูงสุดของระบบไม่เกินค่ามาตรฐานขององค์กร IRPA (the international radiation protection association) 5 kV/m ในขณะที่ระบบไฟฟ้า 3 เฟสสมดุลและ 3 เฟสไม่สมดุลจะมีปริมาณค่าสนามไฟฟ้าสูงเกิน 5 kV/m จึงอาจเป็นเหตุก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ที่ใช้งานโทรศัพท์มือถือในขณะที่เข้าใกล้บริเวณระบบไฟฟ้า 3 เฟสได้

7.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

1. ปรับเปลี่ยนการแก้สมการเชิงเส้นจากการใช้วิธีเมทริกซ์ผกผัน มาเป็นวิธีไบ-คอนจูเกตเกรเดียนต์ (bi-conjugate gradient: BCG) เพราะเนื่องจากเมทริกซ์ของระบบสมการรวมของงานวิจัยนี้เป็นเมทริกซ์ขนาดใหญ่ ซึ่งวิธีดังกล่าวจะเหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ โดยควรมีขนาดของเมทริกซ์มากกว่า 1000×1000 ขึ้นไป ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการแก้สมการเชิงเส้นของระบบ

2. การแก้สมการเชิงเส้นสามารถพัฒนาการแก้สมการได้โดยอาศัยการแก้สมการเฉพาะช่วงความกว้างแถบ หรือ แบนด์วิดท์ (bandwidth) ของเมทริกซ์ เนื่องจากลักษณะการวางข้อมูลภายในเมทริกซ์ระบบสมการรวมมีความเป็นระเบียบสูง โดยปรากฏค่าที่ไม่เป็นศูนย์ในบริเวณแนวเส้นทแยงมุมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะช่วยประหยัดหน่วยความจำและลดระยะเวลาในการแก้สมการลง

3. พัฒนาการออกแบบกริดของระเบียบวิธีไฟไนท์อิลิเมนท์ให้เป็นลักษณะอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการวิเคราะห์ค่าสนามไฟฟ้าหรือในงานวิจัยด้านอื่น ๆ