

## เสถียรภาพแรงดันของระบบไฟฟ้าเมื่อเชื่อมต่อกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Voltage Stability of Power System when connected with Nuclear Power Plant

ภคิน แก้วแกมเงิน กฤษณชณม์ ภูมิภคิตพิชญ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

โทรศัพท์ : 0-2549-3571 โทรสาร : 0-2549-3422 E-mail: krischonme.b@en.rmutt.ac.th

Phakin Keawkamgoen Krischonme Bhumkittipich

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Rangsit-Nakornnayok Road, Klong 6, Thanyaburi, Pathumthani 12110

Tel: 0-2549-3571, Fax: 0-2549-3422, Email: krischonme.b@en.rmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาเสถียรภาพแรงดันของระบบไฟฟ้าเมื่อเชื่อมต่อกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยพิจารณาพื้นที่การติดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทยที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูง บทความนี้ยังนำเสนอรูปแบบของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และสภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ รวมทั้งการวิเคราะห์เสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าเมื่อเชื่อมต่อกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เข้าระบบโดยอาศัยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าองค์ประกอบโหลดสูงสุดก่อนถึงสภาวะแรงดันไฟฟ้าพังทลาย ผลจากการจำลองทำให้ทราบว่าบัสที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำที่สุดคือบัสที่ 58 มีค่าแรงดันไฟฟ้า 225.47 kV (0.98 p.u.) และบัสที่มีแรงดันไฟฟ้าดีที่สุดคือบัสที่ 2 มีค่าแรงดันไฟฟ้า 249.31 kV (1.08 p.u.) จากผลการศึกษาค่าเหล่านี้ทำให้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเลือกในการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในพื้นที่ดังกล่าว

คำสำคัญ: โรงไฟฟ้านิวเคลียร์, เสถียรภาพแรงดันไฟฟ้า

### Abstract

This paper presents the study of voltage stability of power system when connected with nuclear power plant in eastern area of Thailand. This paper also presents the suitable type of nuclear power plant, including the voltage stability analysis by using computer program. The maximum load factor is calculated and the voltage collapse point is found. The simulation results show that the lowest system voltage occurs at bus No.58 which is 225.47 kV (0.98 p.u.) and the maximum system voltage occurs at bus No.2 which is 249.31 kV (1.08 p.u.) compared with 230 kV standard voltage level. From the study results, It can be used as

an alternative way to select the nuclear power plant construction in this area.

Keywords: Nuclear Power Plants, Voltage Stability.

### 1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งสำหรับการดำรงชีวิตประจำวัน รวมทั้งการพัฒนาในภาคธุรกิจบริการ และภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้มาจากทรัพยากรธรรมชาติในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานน้ำ รูปที่ 1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานจากทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย ประจำปี 2552 [1] จะสังเกตเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีการใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้ามากที่สุดถึง 72.5 % รองลงมาคือ ถ่านหิน โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ลิกไนต์ 11.0 % และถ่านหินนำเข้า 8.4 %



รูปที่ 1 ปริมาณการใช้พลังงานจากทรัพยากรธรรมชาติ

การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นแหล่งต้นกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้าย่อมมีผลกระทบต่อธรรมชาติมากน้อยต่างกันไป และเพื่อป้องกันการขาดแคลนพลังงานของประเทศไทยในอนาคตจำเป็นต้องมีการศึกษาและมีการเตรียมพร้อมหาทางเลือกรูปแบบแหล่งต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมในอนาคตเลือกหนึ่งที่จะเสริมสร้างเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทยพลังงานไฟฟ้าทางเลือกใหม่ที่เหมาะได้แก่โรงจักรไฟฟ้านิวเคลียร์ [2]

บทความนี้นำเสนอการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์หรือเรียกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อเป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับโหลดต่อเนื่อง (Continued base load) และเพื่อชดเชยแหล่งผลิตพลังงานจากก๊าซธรรมชาติที่หมดไปในอนาคต โดยบทความนี้จะนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ ลักษณะการเลือกโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศโดยเน้นไปที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย การเลือกชนิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เหมาะสมที่สุด การวิเคราะห์เสถียรภาพแรงดันของระบบไฟฟ้าจากการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้ากับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งคำนวณได้จากโปรแกรม Power World [3], MATLAB [4] ช่วยคำนวณโดยการหาค่าแรงดันพังทลาย (Voltage collapse) จากกราฟแรงดัน-กำลังไฟฟ้า (P-V Curve) ที่เกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการติดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับปริมาณความต้องการและระบบจำหน่ายจริงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สุดท้ายกล่าวสรุปผลการทดสอบและปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นพร้อมด้วยข้อเสนอแนะต่างๆ ในการศึกษาเสถียรภาพแรงดันของระบบไฟฟ้าเมื่อต่อเชื่อมต่อกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

## 2. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

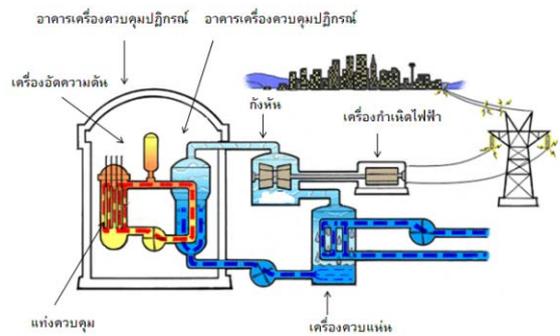
โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คือ โรงไฟฟ้าที่จะนำพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โรงไฟฟ้านิวเคลียร์โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนหลักๆ 4 ส่วนคือ เตปฏิกิริณาระบบระบายความร้อน ระบบกำเนิดกระแสไฟฟ้า และระบบความปลอดภัย พลังงานที่เกิดขึ้นในเตปฏิกิริยาเกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน สิ่งที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน ไม่ได้มีเพียงพลังงานจำนวนมากที่ปลดปล่อยออกมา แต่รวมถึงผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน นิวตรอนอิสระจำนวนหนึ่ง การควบคุมจำนวนและการเคลื่อนที่ของนิวตรอนอิสระภายในเตปฏิกิริยาโดยสารหน่วงนิวตรอน และแท่งควบคุมจะเป็นการกำหนดว่า จะเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันขึ้นภายในเตปฏิกิริยามากน้อยเพียงใด พลังงานที่ผลิตเกิดขึ้นภายในเตปฏิกิริยา จะถูกนำออกมาโดยตัวนำความร้อน ซึ่งก็คือของไหลเช่น น้ำ, เกลือหลอมละลายหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของไหลจะรับความร้อนจากภายในเตปฏิกิริยา จนตัวมันเองเดือดเป็นไอหรือเป็นตัวกลางในการนำความร้อนไปยังวงจรถัดไปเพื่อผลิตไอน้ำ ไอน้ำที่ได้จะถูกส่งผ่านท่อไปยังระบบกำเนิดกระแสไฟฟ้า ที่ไอน้ำจะถูกนำไปขับกังหันไอน้ำที่จะใช้ในการหมุนเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าต่อไป โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปในโลกมีมากมายหลายชนิด การจำแนกชนิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะจำแนกตามลักษณะทั่วไปของเตปฏิกิริยา ชนิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่มีอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

### 2.1 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดัน

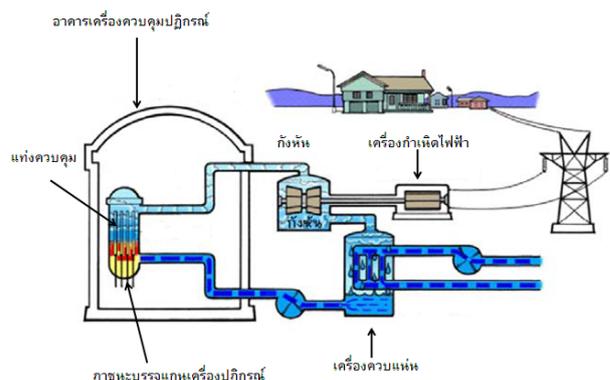
รูปที่ 1 แสดงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดัน เป็นโรงไฟฟ้าที่นิยมใช้มากที่สุด [2] โรงไฟฟ้าชนิดนี้ใช้น้ำเป็นทั้งตัวกลางระบายความร้อนและสารหน่วงนิวตรอน การออกแบบระบบการทำงานให้มีสองวงจร โดยวงจรแรกจะเป็นระบบระบายความร้อนออกจากเตปฏิกิริยา ที่ซึ่งน้ำจะไหลผ่านเตปฏิกิริยาเพื่อระบายความร้อนออกจากแกนปฏิกรณ์ และนำความร้อนที่ได้ส่งต่อไปยังวงจรที่สองที่อุปกรณ์กำเนิดไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำเพื่อขับกังหันไอน้ำ น้ำในวงจรแรกนี้จะทำงานมีอุณหภูมิสูงถึง 325 องศาเซลเซียส ดังนั้นวงจรแรกจึงต้องทำงานภายใต้ความดันที่สูงมาก เพื่อป้องกันการเดือดของน้ำในวงจร อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันในวงจรแรกคือตัวควบคุมความดัน (pressuriser) โดยน้ำในวงจรแรกจะทำหน้าที่ทั้งเป็นสารหล่อเย็นและสารหน่วงนิวตรอนให้แก่เตปฏิกิริยา ในส่วนของวงจรที่สองนั้นจะทำงานภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าวงจรแรก ซึ่งน้ำในวงจรนี้จะถูกต้มให้เดือดเพื่อผลิตไอน้ำที่อุปกรณ์กำเนิดไอน้ำ ไอน้ำที่ผลิตได้จะใช้ในการขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หลังจากนั้นจะควบแน่นกลับเป็นน้ำแล้วไหลกลับไปสู่อุปกรณ์ผลิตไอน้ำเพื่อเปลี่ยนเป็นไอน้ำต่อไป

### 2.2 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำเดือด

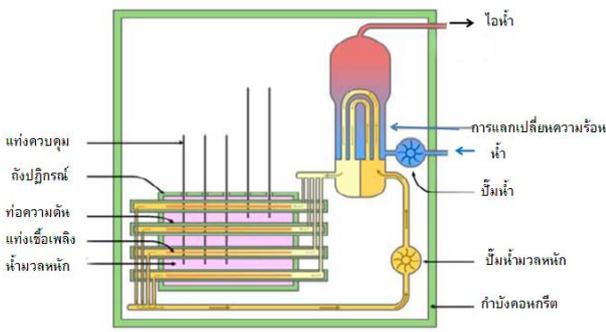
รูปที่ 2 แสดงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำเดือด [2] ซึ่งโรงไฟฟ้าชนิดนี้ มีการทำงานที่คล้ายคลึงกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันมาก แตกต่างกันเพียงแค่ว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำเดือด มีวงจรการทำงานเพียงแค่วงจรเดียว ที่ซึ่งน้ำจะถูกต้มภายในเตปฏิกิริยา (Reactor Vessel) โดยตรง ที่อุณหภูมิประมาณ 285 องศาเซลเซียส โดยเตปฏิกิริยานี้ถูกออกแบบให้ทำงาน โดยที่สวมนของแกนปฏิกรณ์ประมาณ 12-15% มีสภาพเป็นไอน้ำ โดยระบบของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำเดือดนั้น ถูกออกแบบให้น้ำเดือดภายในเตปฏิกิริยา ทำให้เตปฏิกิริยาแบบนี้จะทำงานที่ความดันต่ำกว่าเตปฏิกิริยาแบบน้ำ



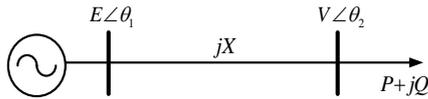
รูปที่ 1 เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันสูง



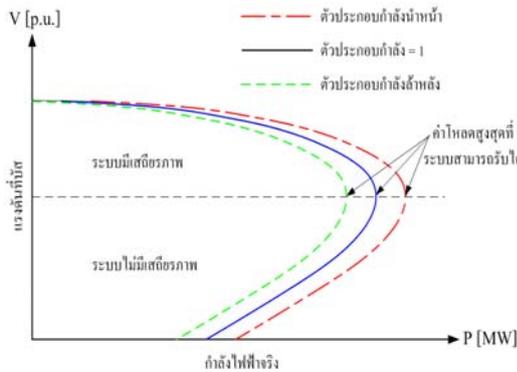
รูปที่ 2 เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำเดือด



รูปที่ 3 เครื่องปฏิกรณ์แบบ CANDU



รูปที่ 4 ระบบไฟฟ้า 2 บัส



รูปที่ 5 เส้นโค้ง P-V ที่ค่าตัวประกอบกำลังเปลี่ยนแปลง

อัดความดันไอน้ำที่ผลิตได้ภายในเตาปฏิกรณ์ จะไหลผ่านอุปกรณ์แยกน้ำบริเวณส่วนบนของเตาปฏิกรณ์ แล้วจะไหลออกไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำโดยตรง เนื่องจากน้ำที่ไหลผ่านแกนปฏิกรณ์จะมีการปนเปื้อนจากสารรังสี ทำให้อุปกรณ์ในส่วนของกังหันไอน้ำจะปนเปื้อนจากสารรังสีด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ในส่วนของกังหันไอน้ำ จึงต้องได้รับการป้องกันรังสีเช่นเดียวกับระหว่างการบำรุงรักษา โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำเดือดจะมีต้นทุนต่ำกว่าแบบอื่น เนื่องจากเป็นระบบที่เรียบง่าย และในส่วนของกังวลเกี่ยวกับการปนเปื้อนรังสีของอุปกรณ์ของระบบกังหันไอน้ำนั้น เนื่องจากสารปนเปื้อนในน้ำนั้นมีอายุสั้นมาก\* โดยห้องกังหันไอน้ำสามารถเข้าไปเพื่อบำรุงรักษาได้ภายในระยะเวลาอันสั้น หลังจากการ shut down เตาปฏิกรณ์

### 2.3 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำมวลหนักอัดความดัน

รูปที่ 3 แสดงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำมวลหนักอัดความดัน (PHWR or CANDU) พัฒนาโดยประเทศแคนาดาในช่วงปี ค.ศ.1950 ภายใต้ชื่อโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบแคนดู (CANDU) [2] โรงไฟฟ้าแบบนี้ใช้ยูเรเนียมธรรมชาติที่ไม่มีการเสริมสมรรถนะเป็นเชื้อเพลิง ทำให้ต้องใช้สารหน่วงนิวตรอนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดันหรือแบบน้ำเดือด ซึ่งในกรณีนี้ได้มีการนำน้ำมวลหนัก (D<sub>2</sub>O) มาใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำมวลหนักอัดความดัน มีการออกแบบระบบการทำงานให้มีสองวงจรเหมือนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบ

น้ำอัดความดัน โดยในวงจรแรกน้ำมวลหนัก (D<sub>2</sub>O) ที่จะทำให้หน้าที่ทั้งเป็นสารหน่วงนิวตรอนและระบายความร้อนออกจากมัดเชื้อเพลิง จะถูกอัดภายใต้ความดันสูง และจะไหลผ่านช่องบรรจุเชื้อเพลิงเพื่อระบายความร้อนออกจากเตาปฏิกรณ์ที่เรียกอีกชื่อว่า คาเรนเดรีย จนน้ำมวลหนักในวงจรแรกมีอุณหภูมิสูงถึง 290°C และเช่นเดียวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำอัดความดัน น้ำมวลหนักจะถ่ายเทความร้อนให้แก่วงจรที่สองเพื่อผลิตไอน้ำที่อุณหภูมิกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำเพื่อขับเคลื่อนกังหันไอน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการใช้ยูเรเนียมธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ทำให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบน้ำมวลหนักอัดความดัน ต้องมีการเปลี่ยนเชื้อเพลิงทุกวัน จึงมีการออกแบบให้โรงไฟฟ้าชนิดนี้สามารถเปลี่ยนเชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเตาปฏิกรณ์

### 3. เสถียรภาพแรงดันไฟฟ้า

เสถียรภาพแรงดันไฟฟ้า คือ ความสามารถของระบบในการรักษาระดับของแรงดันให้คงที่ทุกบัสในระบบหลังจาก เกิดปัญหาขึ้นภายในระบบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการรักษาและฟื้นฟูความสมดุลระหว่างโหลดกับแหล่งจ่ายพลังงานในระบบ ความไม่มีเสถียรภาพของแรงดันนี้อาจเกิดขึ้นจากแรงดันที่บัสลดลงเนื่องมาจากการสูญเสียที่โหลดหรือการสูญเสียในสายส่งทำให้เกิดสภาวะแรงดันพังทลาย [5,6]

รูปที่ 4 แสดงระบบไฟฟ้า 2 บัสที่การไหลของกำลังไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสู่โหลดโดยผ่านสายส่งที่มีค่ารีแอคแตนซ์ของสาย,  $jX$  แรงดันไฟฟ้าที่บัสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ  $E\angle\theta_1$  แรงดันไฟฟ้าที่บัสโหลดคือ  $V\angle\theta_2$  กำลังไฟฟ้าของโหลดคงที่ คือ  $P + jQ$  ได้สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟได้ตั้งสมการที่ (1) และ (2) โดยที่มุม  $\delta$  คือผลต่างระหว่างมุม  $\theta_1$  และ  $\theta_2$

$$P = \frac{EV}{X} \cdot \sin \delta \tag{1}$$

$$Q = -\frac{V^2}{X} + \frac{EV}{X} \cdot \cos \delta \tag{2}$$

จากสมการที่ (1) และ (2) สามารถเขียนสมการหาค่าแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งสมการที่ (3) และแทนค่าในสมการกำลังสองสมมูลหาค่าแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งสมการที่ (4)

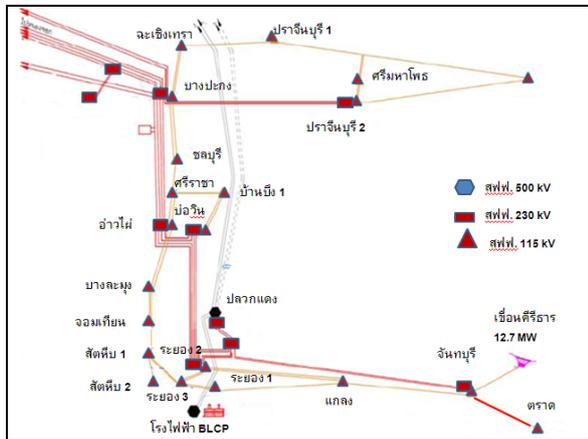
$$V^2 = \frac{PX}{E} + \left[ \frac{QX + V^2}{E} \right] \tag{3}$$

$$V = \sqrt{\frac{E^2 - 2QX \pm \sqrt{(E^2 - 2QX)^2 - 4(P^2 + Q^2)X^2}}{2}} \tag{4}$$

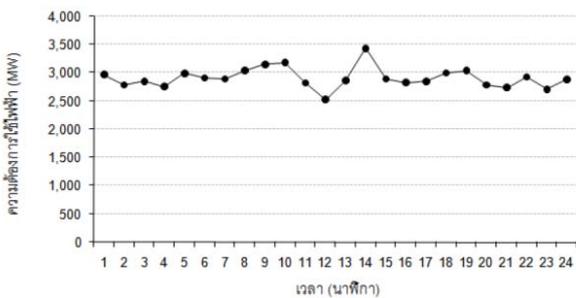
จากสมการที่ (4) ถ้ากำหนดให้ค่าตัวประกอบกำลังของโหลดคงที่และให้ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) ของโหลดเปลี่ยนแปลง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าได้ตั้งรูปที่ 5 จะเห็นได้โหลดเพิ่มขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลงจนถึงจุดพังทลายหรือจุดที่ระบบไม่สามารถรับโหลดได้ และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวประกอบกำลังค่าโหลดสูงสุดหรือจุดพังทลายของระบบก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแรงดันในระบบไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าของระบบและค่าตัวประกอบกำลังของระบบ

#### 4. ระบบไฟฟ้าในพื้นที่ภาคตะวันออก

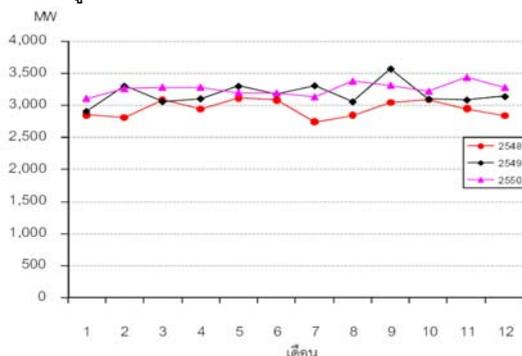
ภาคตะวันออกมีกำลังผลิตติดตั้งรวม 10,603 MW หรือคิดเป็นร้อยละ 37.16 ของกำลังผลิตทั้งหมดของประเทศไทย ประกอบด้วยกำลังการผลิตจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เท่ากับ 3,730 MW (ร้อยละ13.07) รับซื้อจากผู้ผลิตไฟรายใหญ่ เท่ากับ 4,284.5 MW (ร้อยละ 15.02) และรับซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก 2,576.4 MW (ร้อยละ9.03) [7] รูปที่ 6 แสดงพื้นที่การส่งจ่ายระบบไฟฟ้าในภาคตะวันออกปี 2552 ของ กฟผ. ประกอบด้วย 7 จังหวัด แบ่งเป็นสถานีไฟฟ้า 500 kV จำนวน 2 แห่ง สถานีไฟฟ้า 230 kV 16 แห่ง และ 115 kV จำนวน 25 แห่ง โดยสถานีไฟฟ้าหลักได้แก่ สถานีไฟฟ้าบางปะกง สถานีไฟฟ้าอ่าวไร่ และสถานีไฟฟ้าระยอง 2 รูปที่ 7 แสดงความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของภาคตะวันออก ซึ่งมีการใช้พลังงานเท่ากับ 3,438.5 MW เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ.2550 เวลา 14.30 น. โดยมีลักษณะความต้องการผลิตกำลังไฟฟ้ารายชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคตะวันออกค่อนข้างจะคงที่เนื่องจากโหลดส่วนใหญ่เป็นภาคอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อยในตอนกลางวัน



รูปที่ 6 ระบบส่งไฟฟ้าภาคตะวันออก



รูปที่ 7 ความต้องการกำลังผลิตไฟฟ้ารายชั่วโมง



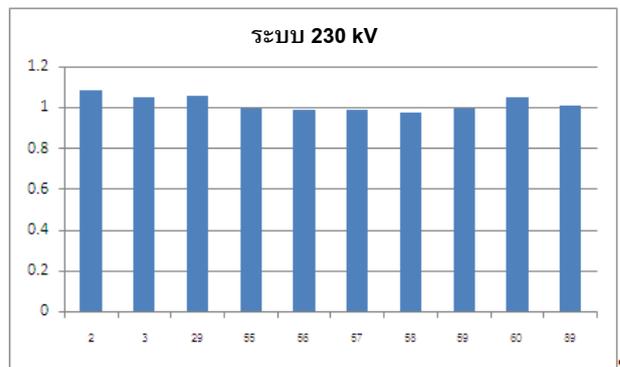
รูปที่ 8 สถิติความต้องการการผลิตไฟฟ้าของภาคตะวันออก

รูปที่ 8 แสดงสถิติความต้องการกำลังการผลิตไฟฟ้ารายเดือนปี 2548- 2550 ของภาคตะวันออก จะเห็นได้ว่าความต้องการกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดในปี 2552 ที่จะเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 6.5 และ 5.5 ต่อปี ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นตลอด จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอและน่าเชื่อถือ

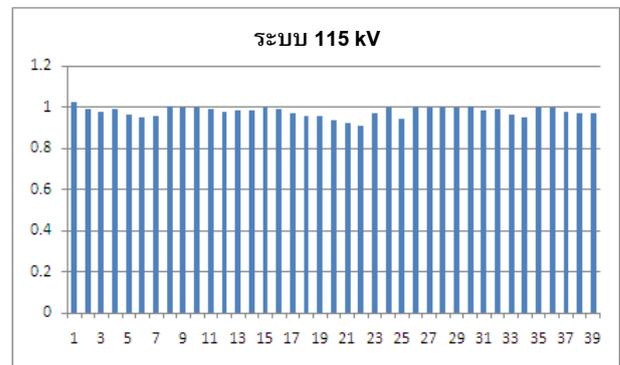
#### 5. การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าในพื้นที่ภาคตะวันออก

การจำลองระบบไฟฟ้าในเขตภาคตะวันออกจำนวน 2 ระบบ คือระบบ 230 kV และ ระบบ 115 kV จำนวน 91 บัส โดยนำค่าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 ภาคกลาง ชลบุรี ผลของการจำลองแรงดันระบบไฟฟ้าจะแสดงดังรูปที่ 9 และ 10 ตามลำดับ

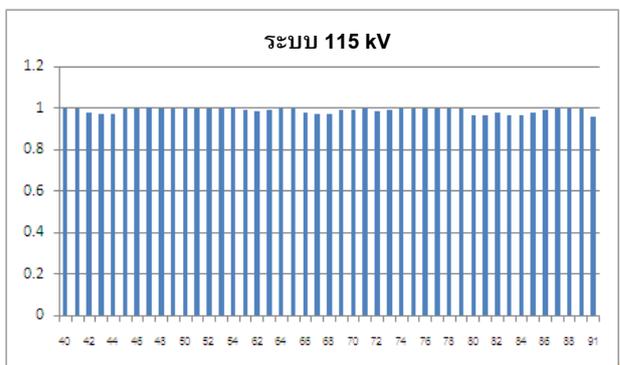
จากรูปที่ 9 แสดงผลการจำลองการทำงานของระบบแรงดัน 230 kV ในพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งบัสที่มีแรงดันที่ดีที่สุดคือบัสที่ 2 ได้ระดับแรงดัน 233.97 kV (1.02 p.u.) เนื่องจากอยู่ใกล้กับโรงไฟฟ้ามากที่สุด



รูปที่ 9 ค่าแรงดันไฟฟ้าระบบ 230 kV



รูปที่ 10 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบบ 115 kV ที่บัส 1 ถึงบัส 39



รูปที่ 11 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบบ 115 kV ที่บัส 40 ถึงบัส 91

จากรูปที่ 10 และ 11 เป็นผลการจำลองการทำงานของระบบแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำที่สุดของระบบแรงดัน 115 kV และนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองบัสที่มีแรงดันต่ำที่สุด คือ บัสที่ 58 แรงดันที่ได้ 225.25 kV (0.98 p.u.) เนื่องจากอยู่ไกลจากโรงไฟฟ้า

## 6. สรุป

จากการจำลองระบบไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่ระบบ 230 kV และ 115 kV ทั้งหมดรวม 91 บัส ด้วยโปรแกรม Power world จะสรุปได้ว่าระบบ 230 kV บัสที่มีแรงดันสูงที่บัส 2 มีระดับแรงดัน 233.97 kV/1.02 p.u. บัสที่มีแรงดันต่ำที่สุดที่บัส 58 มีระดับแรงดัน 225.25 kV/0.98 p.u. และระบบ 115 kV บัสที่มีแรงดันสูงที่บัส 30 มีระดับแรงดัน 114.31 kV/0.99 p.u. และบัสที่มีแรงดันต่ำที่สุด ที่บัส 25 มีระดับแรงดัน 105.90 kV/0.92 p.u. ซึ่งจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย PDP 2010 ที่ได้มีการคาดการณ์ว่าจะก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย จำนวน 5 โรงในพื้นที่ 5 ได้แก่ สุราษฎร์ธานี, นครศรีธรรมราช, ตรัง, นครสวรรค์ ซึ่งจากผลการจำลองระบบ ทำให้ทราบถึง พ.ท. ที่มีแรงดันที่ต่ำที่สุดอยู่ที่จังหวัดจันทบุรีที่บัส 25 ซึ่งก็ใกล้เคียงกับแผน PDP 2010 ซึ่งข้อมูลในงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

1. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2550-2564
2. สุรเชษฐ์ ศรีมาลา : โรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับประเทศไทย ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
3. Thomas J. Overbye 1995-2003. "PowerWorld Simulator" Version 9.0 OPF, ATC. Available from 1816 South Oak St Champaign IL, 61820
4. The MathWorks, Inc. 1984-2001 "Matlab" Version 6.1 Release 12.1 [Update 18 May 2001].
5. P.Kundur, Power System stability and Control. New Yoak: McGraw-Hill, 1994.
6. H.Saadat, "Power System Analysis", Mc-Graw-Hill, Singapore, 1999
7. รายงานการศึกษาและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าภาคกลางตะวันออก ปี 2552 : แผนวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า 2 กองวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า ฝ่ายระบบควบคุมและป้องกัน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย