ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบส่งไฟฟ้าในเขตภาคกลาง 1 และภาคเหนือของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตามแผนพัฒนาระบบส่งไฟฟ้า

ผู้เขียน นาย เพา กองมณี

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. สุทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ ประการแรกคือ เป็นการตรวจสอบระบบส่งไฟฟ้า 115 กิโลโวลต์ ในเขตภาคกลาง 1 และ ภาคเหนือ ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตามแผนพัฒนาระบบส่งไฟฟ้า ในปี ค.ศ. 2010-2020 ของรัฐวิสาหกิจไฟฟ้าลาว (Electricite du Laos, EDL) เพื่อหาโครงการสายส่งไฟฟ้าที่ช่วยเสริมระบบส่งไฟฟ้าให้สามารถรองรับเกณฑ์ N-1 ได้ และ ประการที่สองคือ เป็นการพิจารณาประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเสริมระบบส่งไฟฟ้าเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความเชื่อถือได้ของระบบส่งไฟฟ้าในบริเวณนี้

ในการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความเชื่อถือได้ของระบบส่งไฟฟ้า เพื่อให้ระบบส่งไฟฟ้าสามารถรองรับเกณฑ์ N-1 ได้นั้น จะใช้ การวิธีวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้า (Steady-State Power Flow Analysis) ในกรณีโหลดสูงสุด (Peak Load) และ การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบส่งไฟฟ้าโดยการคำนวณหาดัชนีชี้วัดความเชื่อถือได้ของระบบส่งไฟฟ้า ได้แก่ ค่าพลังงานสูญเสียที่ลดลง (System Loss Saving) ค่าพลังงานไฟฟ้าที่หยุดจ่าย (Energy Not Supplied, ENS) ดัชนีความถี่ของไฟฟ้าดับ (System Average Interruption Frequency Index, SAIFI) และดัชนีช่วงเวลาไฟฟ้าดับ (System Average Interruption Duration Index, SAIDI) ที่ได้รับจากการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

นอกจากนั้น การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละโครงการที่เสริมเข้ามาในระยะเวลาดังกล่าว โดยใช้เกณฑ์ ดัชนีชี้วัด ได้แก่ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Ratios, B/C Ratios) และอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (Economic Internal Rates of Return, EIRRs) ของแต่ละโครงการ ที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารโลก ที่ 2.5%, 5%, 7.5%, 10% และ 12.5% และสัดส่วนที่ 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ของค่าพลังงานไฟฟ้าหยุดจ่าย (Avoided Outage Cost) ที่มีค่าเท่ากับ 2,042 เหรียญสหรัฐต่อพันหน่วยต่อปี และสิ่งสำคัญ จากการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละโครงการ ถ้าว่าอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุนมากกว่าค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารโลก และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่า 1.0 แสดงให้เห็นว่า โครงการดังกล่าวมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และสามารถนำมาพิจารณาเพื่อดำเนินการก่อสร้างเสริมเข้ากับระบบส่งไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าพบว่า มีโครงการก่อสร้างสายส่ง 9 โครงการ ที่สามารถใช้ในการเสริมระบบส่งไฟฟ้าในเขตภาคกลาง 1 และภาคเหนือของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตามแผนพัฒนาระบบส่งไฟฟ้า ในปี ค.ศ. 2010-2020 แต่จากการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ชี้ให้เห็นว่า มีเพียง 4 โครงการเท่านั้นที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยรายละเอียดของ 4 โครงการ มีดังนี้

(โครงการ 2) โครงการสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 กิโลโวลต์ โพนต้อง-อุดรธานี 2 ใช้สายชนิดอลูมิเนียมเสริมแกนเหล็ก ขนาด 240 ตร.มม. ติดตั้งบนเสาโครงเหล็กวงจรเดี่ยว ระยะทางประมาณ 78 กม. โดยมี ค่าก่อสร้าง 5,436,316.08 เหรียญสหรัฐ

(โครงการ 3) โครงการสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 กิโลโวลต์ ปากซัน-บึงกาฬ ใช้สายชนิดอลูมิเนียมเสริมแกนเหล็ก ขนาด 240 ตร.มม. ติดตั้งบนเสาโครงเหล็กวงจรเดี่ยว ระยะทางประมาณ 11 กม. โดยมี ค่าก่อสร้าง 765,172.98 เหรียญสหรัฐ

(โครงการ 6) โครงการสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 กิโลโวลต์ อุดมชัย-นาโม ใช้สายชนิดอลูมิเนียมเสริมแกนเหล็ก ขนาด 240 ตร.มม. ติดตั้งบนเสาโครงเหล็กวงจรเดี่ยว ระยะทางประมาณ 43 กม. โดยมี ค่าก่อสร้าง 3,508,464.60 เหรียญสหรัฐ

(โครงการ 9) โครงการสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 กิโลโวลต์ วังเวียง-ภูคูน ใช้สายชนิดอลูมิเนียมเสริมแกนเหล็ก ขนาด 240 ตร.มม. ติดตั้งบนเสาโครงเหล็กวงจรเดี่ยว ระยะทางประมาณ 72.2 กม. โดยมี ค่าก่อสร้าง 5,939,756.82 เหรียญสหรัฐ

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ 4 โครงการ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางให้ผู้วางแผนระบบสามารถเลือกโครงการที่จะเสริมเข้ากับระบบส่งไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการลงทุน โดยกรณีของการเสริมระบบของทั้ง 4 โครงการนั้น มีรายละเอียดดังนี้

กรณีที่ 1 โครงการก่อสร้างสายส่งทั้ง 4 โครงการ มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วยในการปรับปรุงระบบส่ง ถ้าค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารโลกเท่ากับ 2.5% และ 5.0% ที่ค่าพลังงานไฟฟ้าหยุดจ่ายเท่ากับ 60% และ 100% ของเงิน 2,042 เหรียญสหรัฐต่อพันหน่วยต่อปี ตามลำดับ

กรณีที่ 2 ถ้าค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารโลกเท่ากับ 2.5%, 5.0% และ 7.5% ที่ค่าพลังงานไฟฟ้าหยุดจ่ายเท่ากับ 35%, 60% และ 85% ของเงิน 2,042 เหรียญสหรัฐต่อพันหน่วยต่อปี ตามลำดับ โครงการที่ 2, 3 และ 9 มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำมาช่วยในการปรับปรุงระบบส่ง

กรณีที่ 3 ถ้าค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารโลกเท่ากับ 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10.0% และ 12.5% ที่ค่าพลังงานไฟฟ้าหยุดจ่ายเท่ากับ 20%, 35%, 55%, 75% และ 95% ของเงิน 2,042 เหรียญสหรัฐต่อพันหน่วยต่อปี ตามลำดับ โครงการที่ 2 และ 9 มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำมาช่วยในการปรับปรุงระบบส่ง

จากกรณีทั้งสามข้างต้น ถ้าค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากธนาคารโลกเท่ากับ 7.5%, 10%, และ 12.5% ที่ค่าพลังงานไฟฟ้าหยุดจ่ายเท่ากับ 20%, 30% และ 50% ของเงิน 2,042 เหรียญสหรัฐต่อพันหน่วยต่อปี ตามลำดับ มีเพียงโครงการที่ 9 เท่านั้น ที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่จะนำมาช่วยในการปรับปรุงระบบส่ง หรือจะกล่าวได้ว่า โครงการนี้มีความเป็นไปได้มากที่สุด ที่จะถูกนำใช้ในการเสริมระบบส่ง โดยที่ โครงการนี้ยังมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ แม้นค่าดอกเบี้ยของธนาคารโลกสูงสุดอยู่ที่ 12.5% และค่าพลังงานไฟฟ้าหยุดจ่ายต่ำสุดอยู่ที่ 20% ของเงิน 2,042 เหรียญสหรัฐต่อพันหน่วยต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Transmission System Reliability Evaluation in the Central-1 and Northern Regions of the Lao PDR in Corresponding to Transmission System Development Plan

Author Mr. Phao Kongmany

Degree Master of Engineering (Electrical Engineering)

Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr. Suttichai Premrudeepreechacharn

ABSTRACT

The purposes of this study are firstly to investigate the power systems in the Central-1 and Northern regions of the Lao PDR in corresponding to the 115 kV transmission system development plan of Electricite du Laos (EDL) during the period 2010-2020 to specify the additional transmission line projects implemented to satisfy the N-1 contingency criterion, and secondly to justify the economic viability of the system reinforcement with such additional projects facilitating the improvement of the quality and reliability of such regional networks.

In the investigation, the steady-state power flow analysis and transmission system reliability assessment for Laos' power systems at the peak demand conditions for the planning years were conducted. Also, in the system reliability assessment, the improvements of system loss saving, Energy Not Supplied (ENS), System Average Interruption Frequency Index (SAIFI), and System Average Interruption Duration Index (SAIDI) after reinforcing the systems with each of the additional projects were attained.

Additionally, in the economic evaluation of each additional project during the corresponding period, the calculations of the Benefit Cost ratios (B/C ratios) and Economic Internal Rates of Return (EIRRs) on account of the system reliability improvement were performed in corresponding to the interest rates of the World Bank's loan of 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and 12.5%, and the 20%, 40%, 60%, 80% and 100% of the avoided outage cost of 2,042 US$/MWh-yr. Importantly, the economically viable projects and their economic viability scenarios; on which the EIRRs, and B/C ratios were greater than the corresponding interest rates of the World Bank's loan, and 1.0, respectively, were also identified.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

In power flow analysis, nine (9) additional transmission line projects of use in reinforcing Laos' power systems for the planning years were specified. Nevertheless, in the justification from the economic evaluation, only four (4) projects tended to be economically viable. These four projects are as follows:

(Project 2) 115 kV Phonetong - Udonthani 2 transmission line of SCST 240 mm^2 ACSR conductor per phase with a distance of approximately 78 km, and its cost of US$ 5,436,316;

(Project 3) 115 kV Pakxan - Bungkan transmission line of SCST 240 mm^2 ACSR conductor per phase with a distance of approximately 11 km, and its cost of US$ 765,173;

(Project 6) 115 kV Udomxai - Namo transmission line of SCST 240 mm^2 ACSR conductor per phase with a distance of approximately 43 km, and its cost of US$ 3,508,465;

(Project 9) 115 kV Vangvieng - Phoukoun transmission line of SCST 240 mm^2 ACSR conductor per phase with a distance of approximately 72 km, and its cost of US$ 5,939,757;

Indeed, the viability scenarios of the four additional viable projects are of use in guiding grid planers to make reasonable suggestions to select the projects to be implemented.

Firstly, all of these projects can be implemented as the interest rates of the World Bank's loan of 2.5% or less at the 60% of the avoided outage cost; or the interest rates of 5% or less at the 100% of the cost.

Secondly, only the projects 9, 2, and 3 can be implemented as the interest rates of 2.5%, 5% and 7.5% at the 30%, 60%, and 85% of the cost, respectively.

Thirdly, only the projects 9 and 2 can be implemented as the interest rates of 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and 12.5% at the 20%, 35%, 55%, 75%, and 95% of the cost, respectively.

Eventually, only the project 9 can be implemented as the interest rates of 7.5%, 10%, and 12.5% at the 20%, 30%, and 50% of the cost, respectively. Namely, it can be realized that only the project 9 is the most likely to be implemented at the higher interest rates of the World Bank's loan (12.5%) and the less avoided outage cost (20% of 2,042 US$/MWh-yr).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved