บริษัท เอสซิลอร์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด เป็นหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทยที่ประสบกับปัญหาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เพิ่มขึ้นสูงเนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าในสายส่งที่ป้อนเข้าสู่โรงงานมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานโดยมีค่าสูงถึง 227 โวลต์ ซึ่งมีผลทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานต่อเดือนโดยเฉลี่ยสูงถึง 502,828.46 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน 1,503,457.09 บาท/เดือน ซึ่งทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหาได้แก่การติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้านั้นมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงและขณะเดียวกันปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ก็ขึ้นอยู่ประเภทของอุปกรณ์และเครื่องจักรรวมถึงลักษณะการใช้งาน ซึ่งหากไม่เหมาะสมผลการประหยัดพลังงานที่ได้ก็จะไม่คุ้มกับเงินลงทุน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้และประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ปรับลดระดับแรงดันไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายของโรงงาน โดยเริ่มต้นจากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลประเภท จำนวน และ ลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักร พบว่าภายในโรงงานมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรที่สามารถลดการใช้พลังงานลงได้โดยการปรับลดระดับแรงดันไฟฟ้าอยู่ 2 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่กลุ่มของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีการใช้งานในลักษณะไม่เต็มกำลังและกลุ่มของระบบหลอดไฟแสงสว่าง ซึ่งการใช้พลังงานใน 2 กลุ่มนี้มีสัดส่วนสูงถึง 68.82% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน จากศักยภาพดังกล่าวในงานวิจัยนี้นี้จึงได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าขนาดพิกัด 1250 kVA และเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานก่อนและหลังการติดตั้ง พบว่าการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยลงได้ถึงเดือนละ 28,610.93 kWh คิดเป็น

เปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด 5.69% คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ประหยัดได้สูงถึง 86,434.82 บาท/เดือน และเมื่อพิจารณาดัชนีความคุ้มค่าในการลงทุนพบว่าการติดตั้งอุปกรณ์ปรับลดระดับแรงดันไฟฟ้ามีระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 1.76 ปี และมีผลตอบแทนการลงทุนที่แท้จริง (IRR) เท่ากับ 54.74%

นอกจากความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์แล้วในงานวิจัยนี้ยังได้ทำการศึกษาผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการลดการใช้พลังงานของโรงงานโดยอาศัยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยมุ่งเน้นไปที่ปัญหาภาวะโลกร้อนซึ่งเกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และปัญหาด้านขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่าก่อนที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานของโรงงานมีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 115.00 ตันเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ ($ton_{CO2\text{-}eq}$) / เดือน แต่เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ถึงแม้ในการระหว่างกระบวนการผลิตและตลอดอายุใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มออกมาอีก 4.12 ตันเทียบเท่า $kg_{CO2\text{-}eq}$ แต่เมื่อพิจารณารวมถึงปริมาณการปล่อยก๊าซที่ลดลงเนื่องจากการลดการใช้พลังงาน ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของโรงงานลดลงเหลือ 108.35 $ton_{CO2\text{-}eq}$ / เดือน ลดลงจากเดิม 6.65 $ton_{CO2\text{-}eq}$ / เดือน สำหรับกรณีของปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์เมื่อเทียบกับกฎข้อบังคับ WEEE และ RoHS พบว่าอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้ายังคงมีการใช้ส่วนประกอบที่เป็นสารอันตรายอยู่อันได้แก่ แคดเมียม และตะกั่ว ในปริมาณ 0.34 kg และ 6.82 kg ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลกระทบสุทธิผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยรวมของโรงงานมีค่าลดลงเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า และพิจารณาผลประโยชน์จากการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมร่วมกับผลประโยชน์จากการลดการใช้พลังงานโดยอาศัยการวิธีการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตและการประเมินต้นทุนภายนอกด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวเหลือเพียง 1.35 ปี ในขณะที่ผลการตอบแทนการลงทุนที่แท้จริง (IRR) เพิ่มขึ้นเป็น 73.58%

ซึ่งจากแนวคิด หลักการ และผลการศึกษาที่ใช้ในการประเมินข้างต้นในงานวิจัยนี้ยังได้ทำการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับคำนวณหาความเหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าในสถานประกอบการต่าง ๆ โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ ± 7.74%

Essilor Manufacuring Thailand Co., Ltd. is an example of the manufacturing companies encountered the high energy cost due to the high voltage in electricity transmission line. Since the average supply voltage is approximately 227 Volts which is much higher than the nominal voltage level, the power consumption and consequent energy cost of the factory are higher than they suppose to be. The average energy consumption and energy cost of the factory are 502,828.46 kWh/month and 1,503,457.09 Baht/month, respectively. To solve the problem, one of the most interesting alternatives is the installation of voltage regulator (VR). However, the installation cost of the equipments is quite expensive and the amount of energy reduction depends on machine types and load characteristics. If the types and load characteristics of machines are not appropriated, the investment will not be returned. Therefore, the objective of this research is to study the potential of energy conservation and the economic feasibility of the VR installation. Considering from the load types and load characteristics of the factory, there are two load types of which the energy consumption could be reduced by the voltage reduction, AC motor (partial – load operation) and lighting system. These loads are approximately accounted for 68.82% of overall energy consumption of the factory. This potential is high enough. Hence, the 1250 kVA voltage regulator is installed. After the installation, it could be found that the energy consumption of the factory is decreased about 5.69%. Since 28,610.93 kWh of energy consumption is reduced

in each month, the 86,434.82 Baht of energy cost could be saved monthly. These result to 1.76 years of payback period and 54.74% of internal rate of return (IRR).

Besides the economic feasibility, the environmental benefits of VR installation are also considered by Life Cycle Assessment (LCA) technique. The environmental problems concerned in this research are the greenhouse gas (GHG) emissions and the hazardous electronic wastes (e-waste). In case of the GHG emissions, the results show that although during manufacturing process and use phase of VR emit 4.12 $ton_{CO2\text{-}eq}$ totally, the net emissions caused from the energy consumed in the factory could be reduced from 115.00 $ton_{CO2\text{-}eq}$/month to 108.35 $ton_{CO2\text{-}eq}$/month after VR installation. In case of the e – wastes, VR causes some problems of hazardous materials, cadmium and tin. The 0.34 kg cadmium and 6.82 kg of tin has to be replaced by the other material in order to be approved by WEEE and RoHs regulations. However, when considering the net environmental impacts during the life cycle of the equipments, the installation of VR still could decrease the environmental impact of the factory. In case that the environmental benefits are included in the economic feasibility by Life Cycle Cost (LCC) technique and Environmental Externality Evaluation, the payback period and the IRR of the energy conservation by VR installation become 1.35 years and 73.58%, respectively.

From the principle, calculation step and results of the study, the software for evaluation the energy conservation, the economic feasibility and the environmental benefits are also developed in this research. The software could be apply for any manufacturing with $\pm$ 7.74% errors.