

ปวิธ สกลเกียรติขจร : กระบวนการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเชิงความน่าจะเป็นแบบสองระดับ
สำหรับการเพิ่มปริมาณการซื้อขายและการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนเกินในตลาดพลังงานไฟฟ้า
แบบ P2P (PROBABILISTIC BI-LEVEL OPTIMIZATION ALGORITHM FOR TRADING
QUANTITY AND SURPLUS MAXIMIZATION IN P2P ELECTRICITY MARKET)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กิรติ ชยะกุลศิริ, 140 หน้า

คำสำคัญ: การซื้อขายพลังงานแบบเพียร์ทูเพียร์, เส้นอุปสงค์และอุปทาน, การซื้อขายไฟฟ้า, ภาษี
คาร์บอน, พลังงานหมุนเวียน, ปัจจัยการเลื่อน

ในยุคที่ตลาดพลังงานกำลังเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบแบบกระจายศูนย์และการบูรณาการพลังงานหมุนเวียน การซื้อขายพลังงานแบบเพียร์ทูเพียร์ได้กลายเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสำหรับการแลกเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามกรอบการซื้อขายพลังงานที่มีอยู่ยังคงเผชิญกับความท้าทายในการสร้างสมดุลระหว่างการเพิ่มปริมาณการซื้อขายสูงสุดกับการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนเกินทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนออัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงสองระดับแบบความน่าจะเป็นสำหรับการเพิ่มปริมาณการซื้อขายและการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนเกินเพื่อเสริมสร้าง ประสิทธิภาพ ความเป็นธรรม และความยั่งยืน ของตลาดพลังงานแบบ P2P โดยอัลกอริทึมนี้ผสาน การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงสองระดับเข้ากับการจำลองมอนติคาร์โลเพื่อคำนวณความไม่แน่นอนของราคาไฟฟ้าและพฤติกรรมอุปสงค์-อุปทาน ในกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพระดับบนมุ่งเน้นไปที่ การเพิ่มปริมาณการซื้อขายสูงสุด ขณะที่กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพระดับล่างเน้นที่ การกระจายส่วนเกินทางเศรษฐกิจ โดยนำผลกระทบจากผู้เข้าร่วมที่ไม่สามารถจับคู่ได้มาพิจารณา เพื่อให้ได้การประเมินประสิทธิภาพตลาดที่แม่นยำยิ่งขึ้น นอกจากนี้ งานวิจัยยังได้พัฒนา กลไกภาษีคาร์บอนแบบเก็บทั้งสองฝ่าย เพื่อให้ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมถูกรวมเข้าไปในกลไกการซื้อขายพลังงานและเพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียน ผลการจำลองด้วยกรณีศึกษา ตลาดพลังงาน P2P ที่มีผู้ซื้อ 50 ราย และผู้ขาย 50 ราย แสดงให้เห็นว่า PBLO-TQSM สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของตลาดและการกระจายทรัพยากรได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยช่วยลดความไร้ประสิทธิภาพของตลาดลง 6.40% และเพิ่มส่วนเกินจากการซื้อขายขึ้น 13.24% เมื่อเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ DCTS ยังช่วยสร้างแรงจูงใจให้ตลาดพลังงานปรับตัวเข้าสู่แนวทางที่เป็นกลางทางคาร์บอน และสอดคล้องกับเป้าหมายความยั่งยืนระดับโลก

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PAWIT SAKOLKIATKAJORN : PROBABILISTIC BI-LEVEL OPTIMIZATION ALGORITHM
FOR TRADING QUANTITY AND SURPLUS MAXIMIZATION IN P2P ELECTRICITY
MARKET

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. KEERATI CHAYAKULKHEEREE, D.ENG, 140 PP.

Keyword: Peer-to-peer, Supply demand curves, Electricity trading, Carbon tax,
Renewable energy, Shift factor

As energy markets transition toward decentralization and renewable integration, Peer-to-Peer (P2P) energy trading has emerged as a viable mechanism for efficient electricity exchange. However, existing trading frameworks face challenges in balancing trading quantity maximization, economic surplus optimization, and environmental sustainability. This thesis proposes a Probabilistic Bi-Level Optimization Algorithm for Trading Quantity and Surplus Maximization (PBLO-TQSM) to enhance market efficiency, fairness, and sustainability in P2P electricity markets. The algorithm integrates bi-level optimization with Monte Carlo Simulation (MCS) to model uncertainties in energy prices and supply-demand interactions. The upper-level optimization focuses on maximizing trading quantity, while the lower-level optimization refines surplus distribution by incorporating unmatched participant losses, ensuring a more accurate representation of market performance. The study further introduces a Double-Side Carbon Taxation Scheme (DCTS) to internalize environmental costs and incentivize renewable energy adoption. Extensive simulations with a case study of 50 buyers and 50 sellers demonstrate that PBLO-TQSM significantly improves resource matching efficiency and surplus distribution, reducing market inefficiencies by 6.40% and increasing trading surplus by 13.24% compared to conventional models. Additionally, DCTS effectively aligns market incentives with sustainability goals, promoting carbon neutrality within decentralized trading environments.

School of Electrical Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature
Advisor's Signature