

พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity)

การวิเคราะห์สารสนเทศ : พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity)

โดย นางนงศ์ลักษณ์ เทียงธรรม นักเอกสารสนเทศชำนาญการพิเศษ สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นางสาวพนารัตน์ สร้อยศรีเมือง นักเอกสารสนเทศชำนาญการ สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

: ผู้เขียนและเรียบเรียง

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริโรจน์ ศิริสุขประเสริฐ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

: ที่ปรึกษาและตรวจทานเนื้อหา

คำนำ

ความพยายามของโลกในการมุ่งสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายใต้ความตกลงปารีส (The Paris Agreement) และการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 28 ซึ่งสรุปว่า การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศต่าง ๆ ไม่เป็นไปตามแผนที่จะจำกัดอุณหภูมิของโลกให้สูงขึ้นไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส และเรียกร้องให้ประเทศต่าง ๆ เร่งดำเนินการเปลี่ยนผ่านการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ภายในปี ค.ศ. 2030 (United Nations Climate Change, n.d.) รายงาน Emissions Gap Report 2023 ของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ แสดงให้เห็นว่า พลังงานเป็นแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 86 ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลก โดยภาคเศรษฐกิจที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดอันดับที่หนึ่งคือ ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20.9 GtCO₂e หรือประมาณร้อยละ 36 ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด (United Nations Environment Programme, 2023) และจากข้อมูลของ Statista (2024) แสดงให้เห็นว่า การผลิตไฟฟ้าทั่วโลกในปี ค.ศ. 2023 มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลคิดเป็นร้อยละ 60.64 และจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 30.25 แหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญ รวมถึง พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล การเร่งการลดก๊าซเรือนกระจกจึงส่งผลให้มีการใช้ประโยชน์พลังงานหมุนเวียนเหล่านี้ และต้องการการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนรวมทั้งการลดต้นทุน และการแก้ปัญหาที่มีอยู่

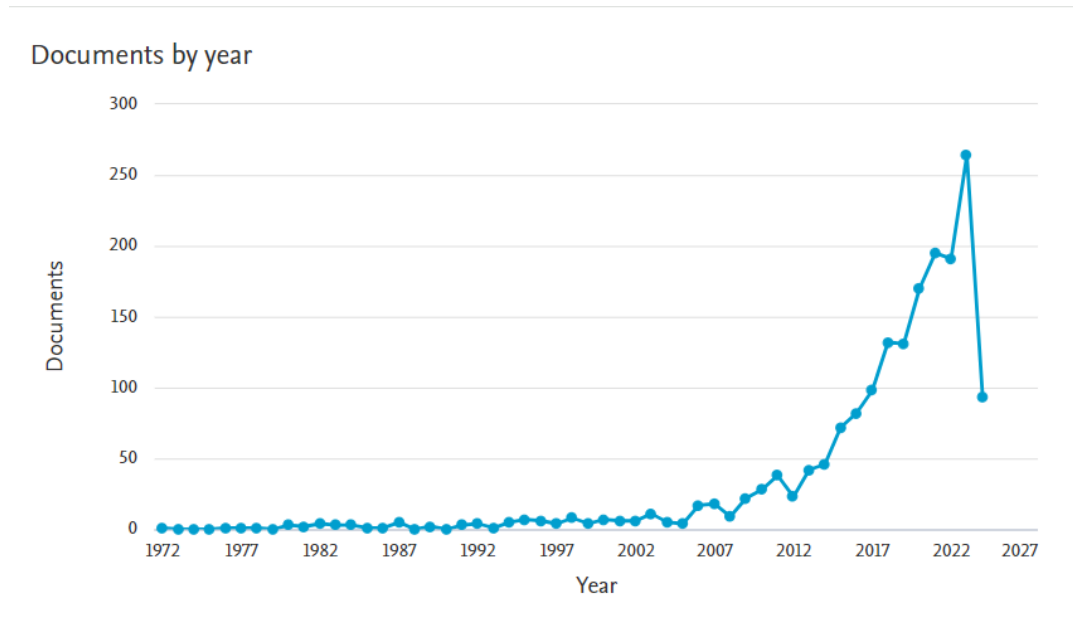
Statista (2024) แสดงถึง สัดส่วนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็นร้อยละ 5.53 จึงคาดว่า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มีศักยภาพที่จะเพิ่มมากขึ้น และเป็นหนึ่งในทางเลือกที่สำคัญในการเปลี่ยนผ่านพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีประสิทธิภาพ ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

กำลังเป็นที่นิยมในหลายประเทศทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและที่กำลังพัฒนา เนื่องมาจากหลายปัจจัย รวมทั้งปริมาณพื้นที่ที่มีระดับความเข้มแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม ต้นทุนการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ลดลง เทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น และการควบคุมการทำงานของโครงข่ายไฟฟ้าที่ทันสมัย (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2020) อย่างไรก็ตาม การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ก็ยังมีประเด็นปัญหาที่จะต้องแก้ไขพัฒนา เพื่อให้สามารถเติบโตได้สูงขึ้น เพื่อช่วยบรรเทาเป้าหมายการเปลี่ยนผ่านพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายใต้ความตกลงปารีส ประเด็นปัญหารวมถึง ความจำกัดของเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้า ความไม่ต่อเนื่องของแสงอาทิตย์ การกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ผันแปรตามภูมิศาสตร์ การสามารถแข่งขันได้ของต้นทุน วงจรชีวิตของแผงพลังงานแสงอาทิตย์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า การขาดแคลนอุปกรณ์ ความล่าช้าของห่วงโซ่อุปทาน การขาดที่ดินสำหรับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เชิงพาณิชย์ การขาดผู้รับเหมาและคนงานที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่เพียงพอต่อความต้องการในการติดตั้งระบบ (PV Case Team, 2024)

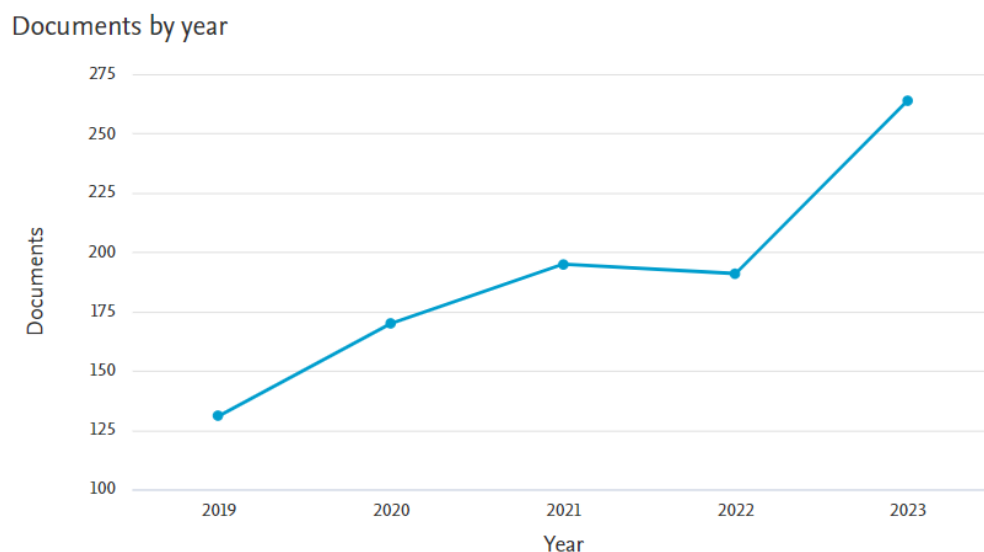
ดังนั้น เพื่อให้ทราบแนวโน้มผลงานวิจัยของโลกที่เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) จึงได้วิเคราะห์ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ในฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปี ค.ศ. 2020-2024 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) และคัดกรองด้วยประเภทของเอกสาร “Article” เพื่อสนับสนุนการวิจัยในหัวข้อนี้ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ในฐานข้อมูล Scopus

จากการสืบค้นสารสนเทศเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ในฐานข้อมูล Scopus ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) คัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” พบว่า มีผลงานวิจัยตีพิมพ์เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) จำนวน 1,780 ผลงาน โดยเป็นผลงานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1972 – 2024 ดังภาพที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โดยภาพรวมการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) มีจำนวนผลงานวิจัยเพิ่มขึ้น ถึงแม้มีบางปีมีจำนวนงานวิจัยน้อยกว่าปีที่ผ่านมา และภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า การวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ในช่วงห้าปีที่ผ่านมา (ปี ค.ศ. 2019 – 2023) โดยรวมยังมีการเติบโตต่อเนื่อง โดยสามารถเปรียบเทียบผลงานเฉลี่ยต่อปีในแต่ละช่วงเวลาได้ดังนี้ ในช่วงปี ค.ศ. 1972 – 2023 มีจำนวนผลงานเฉลี่ยต่อปีเป็น 32.4 ผลงาน (1,687 ผลงาน/52 ปี) และในช่วงปี ค.ศ. 2019 – 2023 มีจำนวนผลงานเฉลี่ยต่อปีเป็น 190.2 ผลงาน (951 ผลงาน/5 ปี) แสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลาห้าปีที่ผ่านมา (ปี ค.ศ. 2019 – 2023) มีการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์เพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 1 จำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) จากฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปี ค.ศ. 1972 – 2024 สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article”



ภาพที่ 2 จำนวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) จากฐานข้อมูล Scopus ในช่วงปี ค.ศ. 2019 – 2023 สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยโดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article”

ผลงานวิจัยล่าสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024

ตารางที่ 1 แสดงผลงานวิจัยล่าสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” และเรียงลำดับตามวันที่เผยแพร่ล่าสุด (Sort by: Date (newest))

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ ถูก อ้างอิง
1. GIS-based multi-influencing factor (MIF) application for optimal site selection of solar photovoltaic power plant in Nashik, India	1. Rane, N.L./ Architecture, Vivekanand Education Society’s College of Architecture (VESCOA), Mumbai, India 2. Günen, M.A./ Department of Geomatics, Gümüşhane University, Gümüşhane, Turkey 3. Mallick, S.K./ Department of Geography, Shaheed Bhagat Singh College, University of Delhi, New Delhi, India , ... 9. Tolche, A.D./ School of Water Resources and Environmental Engineering, Haramaya Institute of Technology, Haramaya University, Dire Dawa, Ethiopia 10. Alreshidi, M.A./ Department of Chemistry, University of Ha’il, Ha’il, Saudi Arabia	2024	Environmental Sciences Europe , 36(1), 5	1

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ ถูก อ้างอิง
2. SkyGPT: Probabilistic ultra- short-term solar forecasting using synthetic sky images from physics-constrained VideoGPT	1. Nie, Y./ Energy Science and Engineering, Stanford University, United States 2. Zelikman, E./ Computer Science, Stanford University, United States 3. Scott, A./ Energy Science and Engineering, Stanford University, United States 4. Paletta, Q./ Department of Engineering, University of Cambridge, United Kingdom 5. Brandt, A./ Energy Science and Engineering, Stanford University, United States	2024	Advances in Applied Energy , 14, 100172	1
3. Enhancing the reliability of TOPCon technology by laser-enhanced contact firing	1. Wu, X./ School of Photovoltaic and Renewable Energy Engineering, University of New South Wales, Sydney, Australia 2. Wang, X./ School of Photovoltaic and Renewable Energy Engineering, University of New South Wales, Sydney, Australia 3. Yang, W./ Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd., Jiangsu, Taizhou, 225500, China 9. Qiao, Z./ Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd., Jiangsu, Taizhou, China	2024	Solar Energy Materials and Solar Cells , 271, 112846	0

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ ถูก อ้างอิง
	10. Hoex, B./ School of Photovoltaic and Renewable Energy Engineering, University of New South Wales, Sydney, Australia			
4. RGR-Net: Refined Graph Reasoning Network for multi-height hotspot defect detection in photovoltaic farms	1. Zhao, S./ School of Artificial Intelligence and Data Science, Hebei University of Technology, Tianjin, China 2. Chen, H./ School of Artificial Intelligence and Data Science, Hebei University of Technology, Tianjin, China 3. Wang, C./ School of Artificial Intelligence and Data Science, Hebei University of Technology, Tianjin, China 4. Zhou, Y./ School of Electronic and Information Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin, China 5. Zhang, Z./ The CAS Engineering Laboratory for Industrial Vision and Intelligent Equipment Technology, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China	2024	Expert Systems with Applications , 245, 123034	2

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ถูก อ้างอิง
5. Application-oriented assessment of grid-connected PV-battery system with deep reinforcement learning in buildings considering electricity price dynamics	1. Chen, Q./ Department of Building Science, School of Architecture, Tsinghua University, Beijing, China 2. Kuang, Z./ School of Economics, Renmin University of China, Beijing, China 3. Liu, X./ Department of Building Science, School of Architecture, Tsinghua University, Beijing, China 4. Zhang, T./ Department of Building Science, School of Architecture, Tsinghua University, Beijing, China	2024	Applied Energy , 364, 123163	0

จากการสืบค้นงานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus คัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” และเรียงลำดับตามวันที่เผยแพร่ล่าสุด (Sort by: Date (newest)) พบว่า ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 ได้แก่

ผลงานอันดับที่ 1 นำเสนอการบูรณาการระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และเทคนิคหลายปัจจัยที่มีอิทธิพล (Multi-Influencing Factor - MIF) ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำในการประเมินความเหมาะสมของสถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และให้กลยุทธ์ในการติดตั้งที่ปฏิบัติได้จริง ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลากหลายรวมถึง การแผ่รังสีแสงอาทิตย์ ความเร็วลม อุณหภูมิพื้นผิวดิน (LST) ความชื้นสัมพัทธ์ พืชพรรณ ระดับความสูงการใช้ที่ดิน ระยะทางแบบยุคลิดจากถนน และลักษณะต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำของการทำนายมากที่สุดสามปัจจัย ได้แก่ การแผ่รังสีแสงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และระดับความสูง ซึ่งจากผลการตรวจสอบพบความแม่นยำร้อยละ 81.80

ผลงานอันดับที่ 2 นำเสนอปัญญาประดิษฐ์เชิงการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ (Generative artificial intelligence) SkyGPT ซึ่งเป็นแบบจำลองการทำนายประเภทวิดีโอแบบสุ่มที่มีการจำกัดเชิงฟิสิกส์ (Physics-constrained stochastic video prediction model) โดยการจับภาพพลวัตของเมฆอย่างแม่นยำเพื่อใช้ในการคาดการณ์ภาพท้องฟ้าในอนาคตที่สมจริงและหลากหลาย สามารถคาดการณ์ผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่น่าจะเป็นล่วงหน้า 15 นาที โดยใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจริงจากระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาขนาด 30 กิโลวัตต์ การใช้ SkyGPT ร่วมกับแบบจำลองการทำนายพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ใช้ U-Net แสดงให้เห็นว่า การทำนายมีความน่าเชื่อถือและความชัดเจนที่เหนือกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่เป็นเกณฑ์มาตรฐานหลาย ๆ วิธี

ผลงานอันดับที่ 3 นำเสนอการตรวจสอบผลกระทบของวิธีการเคลือบโลหะแบบ Jolywood Special Injected Metallization (JSIM) ต่อความน่าเชื่อถือของเซลล์แสงอาทิตย์ TOPCon (Tunneling oxide passivated contact) มีการทดสอบความร้อนชื้น (Damp heat testing) ในระดับเซลล์ ณ อุณหภูมิ 85 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 85% (DH85) ของเซลล์แสงอาทิตย์ JSIM เปรียบเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ TOPCon ที่มีมาตรฐานขั้นพื้นฐาน พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ JSIM ซึ่งมีกระบวนการเผาแบบใช้เลเซอร์ช่วย (Laser-assisted firing process) เพิ่มความน่าเชื่อถือของเซลล์แสงอาทิตย์ TOPCon เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวรองรับการใช้ส่วนผสม Screen printing paste ที่มีความเข้มข้นของอลูมิเนียมต่ำหรือเป็นศูนย์ หรือวัสดุที่คุ้มทุนมากกว่าสำหรับด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ TOPCon และเพิ่มค่าประสิทธิภาพในการแปลงพลังงาน (PCE values) ซึ่งช่วยลดต้นทุนโดยรวมของไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ผลงานอันดับที่ 4 นำเสนอเครือข่าย Refined Graph Reasoning Network (RGR-Net) ซึ่งใช้โมดูล Cross-embedding Refined Graph Reasoning (CRGR) ช่วยในการตรวจจับจุดบกพร่องของฮอตสปอตในระดับความสูงต่าง ๆ ของการบินอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned aerial vehicle - UAV) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า มีความแม่นยำสูงกว่าเครื่องตรวจจับที่ล้ำสมัยในปัจจุบัน ซึ่งมีความสำคัญต่อความน่าเชื่อถือของฟาร์มผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ผลงานอันดับที่ 5 นำเสนอ AI ประเภทการเรียนรู้แบบการเสริมแรงเชิงลึก (Deep reinforcement learning (DRL)) ที่ใช้อัลกอริธึมสามแบบช่วยในการบริหารจัดการระบบแบตเตอรี่พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าของอาคาร รวมทั้งการรวมข้อมูลการแผ่รังสีของไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่เก็บข้อมูลสถานะ เพิ่มความสามารถของแบตเตอรี่ในการเก็บไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนเกิน ทำให้ประหยัดต้นทุนได้ประมาณ 0.46 RMB/(d·kWh) ซึ่งมากกว่า AI ประเภทควบคุมตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (Rule-based control)

จากการวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ลำดับ 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 พบว่า มีสามผลงาน (ผลงานอันดับที่ 2, 4 และ 5) ที่นำเสนอเครื่องมือที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการคาดการณ์สภาพท้องฟ้าในอนาคตและทำนายผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตรวจสอบจุดบกพร่องของฮอตสปอตในระดับความสูงต่าง ๆ และบริหารจัดการระบบแบตเตอรี่พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าของอาคาร และอีกสองผลงาน (ผลงานอันดับที่ 1 และ 3) นำเสนอการใช้เทคนิคหลายปัจจัยที่มีอิทธิพล (Multi-Influencing Factor - MIF) ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินความเหมาะสมของสถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ปฏิบัติได้จริง และวิธีการเคลือบโลหะแบบ Jolywood Special Injected Metallization (JSIM) ซึ่งเป็นกระบวนการเผาแบบใช้เลเซอร์ช่วยสำหรับด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ TOPCon (Tunneling oxide passivated contact) มีผลในเพิ่มค่าประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานและช่วยลดต้นทุนโดยรวมของการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ผลงานวิจัยที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024

จากการสืบค้นงานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” และการเรียงลำดับตามจำนวนการถูกอ้างอิงสูงสุด (Sort by: Cited by (highest)) จำนวน 5 อันดับแรก พบว่า ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024

ตารางที่ 2 แสดงผลงานวิจัยที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” และเรียงลำดับตามจำนวนการถูกอ้างอิงสูงสุด (Sort by: Cited by (highest)) จำนวน 5 อันดับแรก

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ ถูก อ้างอิง
1. Using Bayesian Deep Learning to Capture Uncertainty for Residential Net Load Forecasting	1. Sun, M./ Department of Electrical and Electronic Engineering, Imperial College London, London, SW7 2AZ, United Kingdom 2. Zhang, T./ Department of Electrical and Electronic Engineering, Imperial College London, London, SW7 2AZ, United Kingdom 3. Wang, Y./ Power Systems Laboratory, ETH Zurich, Zurich, 8092, Switzerland 4. Strbac, G./ Department of Electrical and Electronic Engineering, Imperial College London, London, SW7 2AZ, United Kingdom 5. Kang, C./ Department of Electrical Engineering, State Key Lab of Power Systems, Tsinghua University, Beijing, 100084, China	2020	IEEE Transactions on Power Systems , 35(1), pp. 188–201, 8743433	163
2. Hydrogen as energy carrier: Techno-economic assessment of decentralized hydrogen production in Germany	1. Bhandari, R./ Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and Subtropics, TH Köln (University of Applied Sciences), Betzdorfer Strasse 2, Cologne, Germany 2. Shah, R.R./ Institute for Technology and Resources Management in the Tropics and	2021	Renewable Energy , 177, pp. 915–931	138

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ ถูก อ้างอิง
	Subtropics, TH Köln (University of Applied Sciences), Betzdorfer Strasse 2, Cologne, Germany			
3. Design and analysis of a combined floating photovoltaic system for electricity and hydrogen production	1. Temiz, M./ Faculty of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Besiktas, Istanbul, Turkey 2. Javani, N./ Faculty of Mechanical Engineering, Yildiz Technical University, Besiktas, Istanbul, Turkey	2020	International Journal of Hydrogen Energy , 45(5), pp. 3457–3469	128
4. Grid Integration of Small-Scale Photovoltaic Systems in Secondary Distribution Network - A Review	1. Panigrahi, R./ Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, Kanpur, India 2. Mishra, S.K./ Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, Kanpur, 208016, India 3. Srivastava, S.C./ Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, Kanpur, 208016, India 4. Srivastava, A.K./ School of Electrical Engineering and Computer Science, Washington State	2020	IEEE Transactions on Industry Applications , 56(3), pp. 3178–3195, 9031337	126

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง/สถาบัน	ปี ค.ศ.	ชื่อวารสาร	จำนวน ที่ ถูก อ้างอิง
	University, Pullman, WA, United States 5. Schulz, N.N./ School of Electrical Engineering and Computer Science, Washington State University, Pullman, WA, United States			
5. A Techno-Economic Analysis of solar hydrogen production by electrolysis in the north of Chile and the case of exportation from Atacama Desert to Japan	1. Gallardo, F.I./ H2Chile Chilean Hydrogen Association, Santiago, Chile 2. Monforti Ferrario, A./ Department of Nuclear, Subnuclear and Radiation Physics, Università degli Studi Guglielmo Marconi, Via Plinio 44, Rome, Italy 3. Lamagna, M./ Department of Astronautics, Electric and Energy Engineering, Sapienza University of Rome, Via Eudossiana 18, Italy , ... 5. Astiaso Garcia, D./ Department of Planning, Design, and Technology of Architecture, Sapienza University of Rome, Via Flaminia 72, Rome, Italy 6. Baeza-Jeria, T.E./ Chilean Solar and Energy Innovation Committee, Agustinas 640, Santiago, Chile	2021	International Journal of Hydrogen Energy , 46(26), pp. 13709–13728	119

จากตารางที่ 2 ผลงานอันดับที่ 1 วิธีการพยากรณ์โหลดสุทธิล่วงหน้าหนึ่งวันเชิงความน่าจะเป็นแบบใหม่ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบเบย์ (Bayesian deep learning) ซึ่งผสมผสานทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์ และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก รวมทั้งใช้การจัดกลุ่ม (Clustering) ในโพรไฟล์ย่อยตามรูปแบบของโหลดสุทธิรายวันเฉลี่ย และสัดส่วนของการได้รับข้อมูลผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สูง (High PV visibility) ซึ่งพบว่าวิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ได้ดีกว่าวิธีที่ทันสมัยอื่น ๆ

ผลงานอันดับที่ 2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจในสถานการณ์ของการผลิตไฮโดรเจนโดยใช้อิเล็กโทรไลเซอร์ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งแบบอัลคาไลน์และแบบเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน (PEM) ทั้งหมดเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าและโหมดนอกโครงข่ายไฟฟ้า พบว่า ไฮโดรเจนที่ผลิตด้วยระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าและอิเล็กโทรไลเซอร์แบบอัลคาไลน์มีราคาถูกที่สุด (LCOH 6.23 ยูโร/ก.ก.) ส่วนไฮโดรเจนที่ผลิตด้วยระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นอกโครงข่ายไฟฟ้าทั้งจากอิเล็กโทรไลเซอร์แบบ PEM มีราคาแพงที่สุด (LCOH 57.61 ยูโร/ก.ก.)

ผลงานอันดับที่ 3 นำเสนอระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Floating PV) และหน่วยผลิตไฮโดรเจนแบบบูรณาการจากเครื่องอิเล็กโทรไลเซอร์ที่นำไฟฟ้าส่วนเกินมาใช้ และไฮโดรเจนที่ผลิตได้จะถูกกักเก็บไว้เพื่อผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์เชื้อเพลิงกรณิพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ ระบบนี้ประหยัดที่ดินและลดการระเหยของน้ำ และพบว่า สามารถชดเชยความต้องการไฟฟ้าได้ถึง 99.43% โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า หรือใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ใช้ซอฟต์แวร์ Pvsyst ในการจำลอง และวิเคราะห์ผลลัพธ์ด้วยซอฟต์แวร์ HOMER Pro

ผลงานอันดับที่ 4 นำเสนอเกี่ยวกับการบูรณาการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กกับโครงข่ายไฟฟ้า ในเครือข่ายจำหน่ายประเภทแรงดันไฟฟ้าต่ำ รวมถึง ข้อกำหนดทางเทคนิคตามมาตรฐานต่าง ๆ ในการควบคุมการบูรณาการโรงไฟฟ้ากับโครงข่ายไฟฟ้า ความแตกต่างในองค์ประกอบของ Power stage วิธีการซิงโครไนซ์กับโครงข่ายไฟฟ้า การทำงานภายใต้เหตุการณ์ที่สุดขีด และวิธีการควบคุมที่เกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก

ผลงานอันดับที่ 5 นำเสนอการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เทคโนโลยีของการผลิตไฮโดรเจนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้เทคโนโลยีอิเล็กโทรไลเซอร์ที่ใช้อัลคาไลน์ และเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน (PEM) ขนาดหลายเมกะวัตต์ โดยใช้แบบจำลอง MATLAB/Simulink พิจารณาทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อุปทานของไฮโดรเจนที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับปี ค.ศ. 2018 และคาดการณ์สถานการณ์ในปี ค.ศ. 2025 - 2030 ใช้ข้อมูลรายชั่วโมงหลายปีจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดำเนินการจริง และโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเข้มข้นจำลอง (CSP - Concentrated Solar Power) ที่มีที่กักเก็บพลังงานความร้อน (TES) และราคาไฟฟ้าตามข้อตกลงการซื้อขาย

ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ของสาธารณรัฐชิลี และกรณีขนส่งจากท่าเรือ Antofagasta, สาธารณรัฐชิลี ไปยังท่าเรือ Osaka, ญี่ปุ่น การคิดต้นทุนการผลิตไฮโดรเจนต่อหน่วยปรับเฉลี่ย (LCOH) พิจารณารูปแบบการจำหน่าย การกักเก็บ และการขนส่งในรูปของไฮโดรเจนเหลว (LH2) และด้วยวิธีพาหะแอมโมเนีย (NH3) จนถึงท่าเรือ Osaka, ญี่ปุ่น

สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) ที่ถูกอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 ผลงานที่ถูกอ้างอิงสูงสุดนำเสนอเกี่ยวกับการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการพยากรณ์โหลดสุทธิล่วงหน้าหนึ่งวันซึ่งความน่าจะเป็นที่รวมทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก อีกสามผลงานจะเกี่ยวข้องกับการผลิตไฮโดรเจนจากพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ โดยมีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ หรือเศรษฐศาสตร์เทคโนโลยีของแต่ละเส้นทางการผลิตไฮโดรเจนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และการผลิตไฮโดรเจนจากไฟฟ้าส่วนเกินจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Floating PV) และกักเก็บไว้เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้ากรณีพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ และอีกผลงาน (อันดับที่ 4) นำเสนอเกี่ยวกับการบูรณาการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กกับโครงข่ายไฟฟ้าในเครือข่ายจำหน่ายประเภทแรงดันไฟฟ้าต่ำตามข้อกำหนดทางเทคนิคของมาตรฐานในการควบคุมการบูรณาการโรงไฟฟ้ากับโครงข่ายไฟฟ้า รวมถึง สถาปัตยกรรมของภาคกำลัง (Power stage) วิธีการซิงโครไนซ์กับโครงข่ายไฟฟ้า การทำงานภายใต้เหตุการณ์ที่สุ่มซ้ำ และวิธีการควบคุม

ผู้แต่งที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก

สำหรับผู้แต่งที่มีจำนวนผลงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) มากที่สุด 5 อันดับแรก ในช่วงปี ค.ศ. 2020–2024 สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” พบว่า ผู้แต่งอันดับที่ 1 สังกัดสถาบันในแคนาดามีผลงานจำนวน 9 ผลงาน ผู้แต่งอันดับสองอยู่ในญี่ปุ่นมีผลงานจำนวน 8 ผลงาน ผู้แต่งอีกสามอันดับมีจำนวนผลงานเท่ากัน คือ 5 ผลงาน อยู่ในสาธารณรัฐอิตาลี และ

สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์ โดยผู้แต่งจากสาธารณรัฐอิตาลี Amoresano, A. และ Iodice, P. ทำงานร่วมกันทั้ง 5 ผลงาน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผู้แต่งที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020–2024 เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article”

ผู้แต่ง	จำนวน ผลงาน	สถาบันที่สังกัด	จำนวนที่ถูก อ้างอิง	h-index
1. Pearce, J.M.	9	Western University, London, Canada	17,693 (2000-2024)	64
2. Kobashi, T.	8	Tohoku University, Sendai, Japan	1,040 (2001-2024)	17
3. Amoresano, A.	5	Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy	938 (2001-2024)	18
4. Helal, A.A..	5	Arab Academy for Science, Technology and Maritime Transport, Alexandria, Egypt	704 (2006-2024)	13
5. Iodice, P.	5	Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy	1,283 (2009-2024)	22

สถาบันที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก

สำหรับสถาบันที่มีจำนวนผลงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) มากที่สุด 5 อันดับแรก ในช่วงปี ค.ศ. 2020–2024 ตามตารางที่ 4 สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” พบว่า สถาบันสามอันดับแรก คือ อันดับที่ 1 – อันดับที่ 3 อยู่ในสาธารณรัฐประชาชนจีน สถาบัน อันดับที่ 4 อยู่ในสหรัฐอเมริกา และสถาบันอันดับที่ 5 อยู่ในเครือรัฐออสเตรเลีย แสดงให้เห็นว่า มีหลายสถาบันในสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เป็นผู้นำในการทำวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity)

ตารางที่ 4 แสดงสถาบันที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020–2024 เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article”

สถาบัน	ประเทศ	จำนวนผลงาน
1. Chinese Academy of Sciences	สาธารณรัฐประชาชนจีน	24
2. Ministry of Education of the People's Republic of China	สาธารณรัฐประชาชนจีน	14
3. Tsinghua University	สาธารณรัฐประชาชนจีน	13
4. Lawrence Berkeley National Laboratory	สหรัฐอเมริกา	11
5. UNSW Sydney	เครือรัฐออสเตรเลีย	10

ประเทศที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรก

ประเทศที่มีผลงานวิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูล Scopus ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) มากที่สุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020–2024 แสดงตามตารางที่ 5 สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยโดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article”

ตารางที่ 5 แสดงประเทศที่มีจำนวนผลงานมากที่สุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020–2024 เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) จากฐานข้อมูล Scopus และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article”

ประเทศ	จำนวนผลงาน
1. สาธารณรัฐประชาชนจีน	164
2. สหรัฐอเมริกา	145
3. สาธารณรัฐอินเดีย	73
4. เครือรัฐออสเตรเลีย	72
5. สหราชอาณาจักร	63

จากตารางที่ 5 พบว่า สาธารณรัฐประชาชนจีนมีผลงานมากที่สุดเป็นอันดับ 1 ซึ่งมีผลงานมากกว่าอันดับที่สอง (สหรัฐอเมริกา) คิดเป็นร้อยละ 13.1 สหรัฐอเมริกามีผลงานมากกว่าอันดับที่สาม (สาธารณรัฐอินเดีย) คิดเป็นร้อยละ 98.6 สาธารณรัฐอินเดียมีผลงานมากกว่าอันดับที่สี่ (เครือรัฐออสเตรเลีย) คิดเป็นร้อยละ 1.4 เครือรัฐออสเตรเลียมีผลงานมากกว่าอันดับที่ห้า (สหราชอาณาจักร) คิดเป็นร้อยละ 14.3 จะเห็นได้ว่า สาธารณรัฐประชาชนจีนซึ่งเป็นอันดับหนึ่งมีจำนวนผลงานวิจัยที่ต่างจากสหรัฐอเมริกาที่เป็นอันดับที่สองไม่มาก (ร้อยละ 13.1) ในขณะที่ผลงานของสหรัฐอเมริกาต่างจากของสาธารณรัฐอินเดียซึ่งเป็นอันดับที่สามอย่างมีนัยสำคัญ (ร้อยละ 98.6) ผลงานสาธารณรัฐอินเดียต่างจากเครือรัฐออสเตรเลียซึ่งเป็นอันดับที่สี่น้อยมาก (ร้อยละ 1.4) และเครือรัฐออสเตรเลียต่างจากสหราชอาณาจักรอันดับที่ห้าไม่มาก (ร้อยละ 14.3)

สรุปแนวโน้มการวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 จากฐานข้อมูล Scopus โดยใช้คำค้น (“Solar electricity” OR “PV farm” OR “Rooftop PV”) และคัดกรองด้วยประเภทเอกสาร “Article” พบว่า มีผลงานวิจัยตีพิมพ์เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ (Solar Electricity) จำนวน 1,780 ผลงาน เป็นผลงานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1972 – 2024 จำนวนผลงานวิจัยต่อปีมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะช่วงห้าปีที่ผ่านมา (ปี ค.ศ. 2019 – 2023) มีจำนวนผลงานเฉลี่ยต่อปีคิดเป็น 190.2 ผลงาน ซึ่งมากกว่าจำนวนผลงานเฉลี่ยต่อปีสำหรับตลอดช่วงปี ค.ศ. 1972 – 2023 (32.4 ผลงาน)

จากผลงานล่าสุด 5 อันดับแรกในช่วงปี ค.ศ. 2020 – 2024 และผลงานที่ได้รับการอ้างอิงสูงสุด 5 อันดับแรกในช่วงปีเดียวกัน สืบค้น ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2567 โดยใช้ชุดคำค้นเดียวกัน พบว่า ในผลงานล่าสุดซึ่งเป็นผลงานในปี ค.ศ. 2024 แสดงแนวโน้มการวิจัยที่เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้คาดการณ์สภาพท้องฟ้าในอนาคตและทำนายผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ตรวจจับจุดบกพร่องของฮอตสปอตในระดับความสูงต่าง ๆ และบริหารจัดการระบบแบตเตอรี่พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าของอาคาร และยังแสดงแนวโน้มการวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินความเหมาะสมของสถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และวิธีการเคลือบโลหะสำหรับด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์ TOPCon ที่ช่วยเพิ่มค่าประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (PCE values) และลดต้นทุนโดยรวมของการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนผลงานที่ถูกอ้างอิงสูงสุดแสดงแนวโน้มการวิจัยเกี่ยวกับการนำปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบเบย์ (Bayesian deep learning) มาพยากรณ์โหลดสุทธิล่วงหน้าหนึ่งวันเชิงความน่าจะเป็น ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Floating PV)

ซึ่งมีหน่วยผลิตไฮโดรเจนแบบบูรณาการที่นำไฟฟ้าส่วนเกินมาใช้ผลิตและกักเก็บไว้เพื่อผลิตไฟฟ้าเมื่อพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์หรือทางเศรษฐศาสตร์เทคโนโลยีของแต่ละเส้นทางในการผลิตไฮโดรเจนจากพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าและไม่เชื่อมต่อ และการบูรณาการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กกับโครงข่ายไฟฟ้าในเครือข่ายจำหน่ายประเภทแรงดันไฟฟ้าต่ำ

แนวโน้มการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ด้านหนึ่งจะเป็นการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์เพื่อใช้แก้ประเด็นปัญหาต่าง ๆ เช่น ในการพยากรณ์ผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หรือโหลดสุทธิ ตรวจสอบจุดบกพร่องของฮอตสปอต และประเด็นการเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าของอาคารด้วยการบริหารจัดการระบบแบตเตอรี่พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ ด้านประเด็นความไม่สม่ำเสมอของพลังงานแสงอาทิตย์ มีการวิจัยเกี่ยวกับการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ในรูปแบบเตอรีและไฮโดรเจน ซึ่งมักจะประกอบด้วยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์หรือทางเศรษฐศาสตร์เทคโนโลยีเพื่อให้สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ และการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น

รายการอ้างอิง

- Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. (2020, March 13). *Top Reasons to Solar Energy*. Energy.Gov. <https://www.energy.gov/eere/articles/top-reasons-solar-energy>
- PV Case Team. (2024, January 10). *The biggest problems with solar power today, and how to solve them*. <https://pvcase.com/blog/the-biggest-problems-with-solar-power-today-and-how-to-solve-them/>
- Statista. (2024, May 23). *Distribution of electricity generation worldwide in 2023, by energy source*. <https://www.statista.com/statistics/269811/world-electricity-production-by-energy-source/>
- United Nations Climate Change. (n.d.). *COP 28: What Was Achieved and What Happens Next?*. <https://unfccc.int/cop28/5-key-takeaways>
- United Nations Environment Programme (2023). *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43922>.