กรมการจัดหางาน

รายงานผลการศึกษา ทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต

อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

LMI Labour Market Information

ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ กรมการจัดหางาน
กันยายน 2566

รายงานผลการศึกษา
ทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต
อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

โดย

ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ

กองบริหารข้อมูลตลาดแรงงาน
กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน
กันยายน 2566

คำนำ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกตลอดจนการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยส่งผลให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่อง เกิดสภาวะการพลิกผันทางธุรกิจหลังจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 มีการแข่งขันทางด้านธุรกิจในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคและประชาชนในสังคม “พลังงาน” จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าจากความต้องการที่มากขึ้นประกอบกับทรัพยากรที่นำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าเริ่มลดลง พลังงานทดแทน จึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ เพื่อเตรียมพร้อมประเทศไทยเข้าสู่การพัฒนาเศรษฐกิจที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยจังหวัดลำปาง มีโรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่จากถ่านหินลิกไนต์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและมีโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Farm) ซึ่งโรงไฟฟ้าทั้งสองแห่งมีความเชื่อมโยงสอดรับกันในด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ จึงได้ศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน โดยศึกษากรณีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับภาวะความต้องการแรงงาน และการเตรียมพร้อมกำลังแรงงานเพื่อสนับสนุนขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

คณะผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทางการผลิตและพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานในอนาคต รวมถึงเป็นข้อมูลสำหรับการแนะแนวอาชีพ สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่สนใจต่อไป

คณะผู้ศึกษา
ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ
กันยายน 2566

กิตติกรรมประกาศ

รายงานผลการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตอบแบบสอบถาม การให้ความอนุเคราะห์สัมภาษณ์เชิงลึก และให้เกียรติเข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ซึ่งล้วนเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะผู้ศึกษาขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กิริยา กุลกลการ รองคณบดี ฝ่ายวิชาการวิทยาลัยพัฒนศาสตร์ ป่วย อึ๊งภากรณ์ และอาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่กรุณาให้แนวคิด ให้คำปรึกษา สนับสนุน และให้กำลังใจ รวมทั้งช่วยแก้ไขเพิ่มเติมผลการศึกษาตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาให้ถูกต้อง และสมบูรณ์มากขึ้น

นอกจากนี้ คณะผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญจากทุกภาคส่วนซึ่งเป็นที่ปรึกษาในระดับพื้นที่ ได้แก่ 1) นายจารุเกียรติ ปัญญาดี พลังงานจังหวัดลำปาง และเจ้าหน้าที่สำนักงานพลังงานจังหวัดลำปาง 2) ดร.อติพงศ์ นันทพันธุ์ วิศวกรระดับ 10 ศูนย์ฝึกอบรมแม่เมาะ 3) ผศ.อำนาจ ผัดวัง อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 4) นายกฤษณะ สิทธิหาญ ปราชญ์ชาวบ้าน/กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอพพอคเวิร์ค จำกัด 5) นายกรณ์ บุญสารวัง ผู้จัดการบริษัท อีเอ โซล่า ลำปาง จำกัด และเจ้าหน้าที่ผู้ประสานงาน และ 6) นายศราวุฒิ วงค์เรือน ผู้จัดการบริษัท อีเอ โซล่า นครสวรรค์ จำกัด โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มทำการศึกษา ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษามาโดยตลอด จนกระทั่งผลการศึกษาสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ กองบริหารข้อมูลตลาดแรงงาน กรมการจัดหางาน จึงขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลที่ได้จากการศึกษาจะสามารถนำไปกำหนดนโยบายและมาตรการในการผลิตและพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต รวมทั้งการแนะแนวการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพให้กับนักเรียน นักศึกษา และผู้ที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงานต่อไป

คณะผู้ศึกษา
ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ
กันยายน 2566

บทสรุปผู้บริหาร

นโยบายการพัฒนาและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดมากขึ้น โดยกำหนดอยู่ในยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ.2561-2580 และแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561 – 2580 ซึ่งเป็นแผนหลักในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการเพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ จึงส่งผลต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้า การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมและแนวโน้มที่ส่งผลกระทบ อาชีพหรือตำแหน่งงานที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น อาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป และสมรรถนะที่นายจ้างและสถานประกอบการต้องการจากแรงงานในอุตสาหกรรมดังกล่าว ผลการศึกษาสรุปได้ ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และแนวโน้มที่ส่งผลกระทบ ปัจจัยเร่งด่วนและสำคัญเกิดจากนโยบายรัฐบาลที่ต้องการลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลและเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ทำให้เกิดการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น การใช้พลังงานหมุนเวียนจากแหล่งธรรมชาติเข้ามามีส่วนในการผลิตไฟฟ้าหลักอาจเกิดความไม่เสถียรหรือการเก็บพลังงานไฟฟ้ายังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้เกิดแพลตฟอร์มในการบริหารจัดการพลังงานเพื่อให้การผลิตพลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงในอนาคตจะเกิดเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เช่น การผลิตแบตเตอรี่เพื่อจัดเก็บพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ การสร้างแอพพลิเคชั่นควบคุมระบบให้มีประสิทธิภาพ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมจึงส่งผลให้แรงงานมีการปรับตัวเพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดอาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น สามารถแบ่ง ได้เป็น 4 ด้าน

1) งานด้านวิศวกรรม ได้แก่ วิศวกรโมเดลเทคโนโลยี คือ วิศวกรที่มีความรู้ด้านโมเดลเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด วิศวกร AI (ปัญญาประดิษฐ์) คือ วิศวกรที่พัฒนาเทคโนโลยีและระบบต่าง ๆ เพื่อช่วยในการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนให้มีความสะดวก ปลอดภัยและมีเสถียรภาพมากขึ้น และวิศวกรเคมีเกี่ยวกับ Battery Storage คือ วิศวกรที่พัฒนาระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Battery Storage) เพื่อให้ใช้งานพลังงานไฟฟ้าได้เสถียรขึ้น สามารถกักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ประโยชน์ได้

2) งานด้านช่าง ได้แก่ Technical Support คือ ช่างด้านติดตั้งและบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์และช่างเพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ คือ ช่างเทคนิคที่ดูแลเกี่ยวกับการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซ่อมแซมบำรุงรักษา รวมถึงระบบความปลอดภัยและแก้ไขปัญหาในการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่จะมีเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

3) งานด้านบริหารจัดการ ได้แก่ Energy Management (ผู้วิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมหรือความคุ้มทุน) คือ อาชีพที่เข้ามาช่วยวิเคราะห์และประเมินสถานที่และสภาพแวดล้อม ความเหมาะสมในการติดตั้ง ความคุ้มทุน และคุ้มค่ากับการที่ลงทุนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

4) งานด้านอื่น ๆ ได้แก่ นักวิจัยด้านพลังงานทดแทน คือ ผู้ศึกษาวิจัยและพัฒนาด้าน พลังงานทดแทน นักรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คือ ผู้ที่นำเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดอายุการใช้งานในอนาคตและนำมารีไซเคิลให้ใช้งานใหม่ได้ และนวัตกรด้านพลังงานทดแทน คือ ผู้ที่คิดค้นพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ เกี่ยวกับพลังงานทดแทน

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว นอกจากจะเกิดอาชีพหรือตำแหน่งงานที่เพิ่มขึ้นแล้ว การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมดังกล่าวยังส่งผลให้บาง**อาชีพหรือตำแหน่งงานมีความต้องการลดลง** ได้แก่ 1) แรงงานทั่วไป โดยเฉพาะแรงงานที่ไม่ได้พัฒนาทักษะหรือปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงจะถูกลดกำลังลงและอาจถูกเลิกจ้างในที่สุด 2) พนักงานจดหน่วยมิเตอร์การใช้ไฟฟ้า เนื่องจากมีการสร้างแพลตฟอร์ม และมีการใช้ระบบออนไลน์เพื่ออำนวยความสะดวกมากขึ้น อาชีพนี้จึงถูกทดแทนด้วยเทคโนโลยีดังกล่าวและ 3) พนักงานขายตรงหรือเซลล์นำเสนอสินค้า ปัจจุบันการขายสินค้าออนไลน์หรือขายผ่านแอพพลิเคชั่นได้รับความนิยมมากขึ้น ทำให้ผู้ที่สนใจซื้อสินค้าไม่จำเป็นต้องซื้อสินค้าผ่านเซลล์ สามารถสั่งซื้อด้วยตนเองผ่านระบบออนไลน์ ทำให้บทบาทของเซลล์ลดลงหากไม่มีการปรับตัวให้ทันกับการตลาดในรูปแบบออนไลน์ **และอาชีพหรือตำแหน่งงานที่จะหายไปจากอุตสาหกรรม** คือ แรงงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับถ่านหิน เหมืองแร่ หรือลิกไนต์ สำหรับแรงงานที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงานในอุตสาหกรรมดังกล่าวในอนาคตจะต้องมีการพัฒนาสมรรถนะในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทักษะด้านไฟฟ้า ความปลอดภัย และเทคโนโลยีด้านเซลล์แสงอาทิตย์ ทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วยทักษะความรู้ในด้านอาชีพ หรือ hard skill และทักษะด้านสังคมในการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น หรือ Soft skill ทักษะด้านภาษาต่างประเทศ เช่น ภาษาอังกฤษและภาษาจีน เป็นต้น ทักษะด้านการวางแผนและการบริหารจัดการ และทักษะการเป็นผู้ประกอบการ

จากผลการศึกษามีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) รัฐบาลควรกำหนดกฎหมาย ข้อบังคับให้ชัดเจน และง่ายต่อการปฏิบัติ เพื่อเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น

2) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานทดแทน ควรพิจารณาจัดตั้งศูนย์ One Stop Service เพื่ออำนวยความสะดวกให้ประชาชน

3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรบูรณาการการทำงานร่วมกันในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน และกระทรวงแรงงานต้องเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาทักษะฝีมือแรงงานเพื่อจัดเตรียมกำลังแรงงานสนับสนุนอุตสาหกรรมดังกล่าว

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	**ก**
กิตติกรรมประกาศ	**ข**
บทสรุปผู้บริหาร	**ค**
สารบัญ	**จ**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญภาพ	**ซ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการมองอนาคต (Foresight)	4
2.1.1 ความหมายของการมองอนาคต (Foresight)	4
2.1.2 สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับการมองอนาคต	4
2.1.3 สิ่งที่ไม่ใช่การมองอนาคต	5
2.1.4 จะทราบได้อย่างไรว่า “อนาคต” ที่วิเคราะห์และออกแบบนั้นถูกต้อง	5
2.1.5 ลักษณะของอนาคต	6
2.1.6 กรอบการมองอนาคตในแต่ละช่วงเวลา	6
2.1.7 การสร้างกรอบให้ “อนาคต” (Futures [Re] Framing)	7
2.1.8 วัตถุประสงค์การมองอนาคต: “วิเคราะห์ (Analyze)” หรือ “ออกแบบ (Design)	7
2.1.9 บริบทของอนาคตเป็นอย่างไร	8
2.1.10 การวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคต (Futures Complexity Analysis)	10
2.1.11 แนวทางการมองอนาคต (Foresight Path Way)	11
2.1.12 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)	12
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย	15
2.2.1 ประวัติกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย	15
2.2.2 การผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบัน	16
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานทดแทน	18
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์	21
2.4.1 ความหมายของเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)	21
2.4.2 ความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์ในต่างประเทศ	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 สถานการณ์การใช้งานโซลาร์เซลล์ของโลก	23
2.4.4 ความเป็นมาของการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในประเทศไทย	24
2.4.5 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์หรือโซล่าฟาร์มในประเทศไทย	24
2.4.6 สถานการณ์การใช้งานโซลาร์เซลล์ในประเทศไทย	30
2.4.7 มาตรการกีดกันทางการค้าของต่างประเทศที่ไทยควรระวัง	31
2.4.8 นโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ของประเทศไทย	31
2.4.9 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์	33
2.4.10 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	34
2.4.11 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	34
2.4.12 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์	35
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	**44**
3.1 การกำหนดกรอบการศึกษาและการคาดการณ์	44
3.2 การกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน	44
3.3 การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในแต่ละอุตสาหกรรม	45
3.4 การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาการกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน (Horizon Scanning) และพัฒนาโจทย์การศึกษา	45
3.5 การประชุมกลุ่มย่อยเพื่อคาดการณ์อนาคตของตำแหน่งงานและทักษะในการทำงาน	45
3.6 การทบทวนและจัดทำรายงาน	46
บทที่ 4 ผลการศึกษา	**47**
4.1 ปัจจัยเร่งด่วนและสำคัญที่ส่งผลกระทบ	47
4.2 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น	49
4.3 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป	51
4.4 สมรรถนะที่ต้องการจากแรงงาน	51
4.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	52
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	**53**
5.1 สรุปผลการศึกษา	53
5.2 อภิปรายผลการศึกษา	54
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	**บ-1**
ภาคผนวก	**ผ-1**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคเหนือ 26

ตารางที่ 2 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 26

ตารางที่ 3 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคกลาง 27

ตารางที่ 4 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคใต้ 28

ตารางที่ 5 สรุปรวมโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย 28

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 รูปแบบบอนาคตที่หลากหลายและกรวยความเป็นไปได้ในอนาคต 5

ภาพที่ 2 วัตถุประสงค์ในการมองอนาคต 8

ภาพที่ 3 กรอบการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเชิงลึก 9

ภาพที่ 4 กรอบการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเชิงลึกตามประเด็นการมองอนาคต 10

ภาพที่ 5 กรอบการวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคต 10

ภาพที่ 6 แนวทางการสร้างกรอบอนาคต (Future Frame) 11

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประเด็นภายใต้หัวข้อที่ต้องการศึกษาด้วยเทคนิคเดลฟาย 14

ภาพที่ 8 แผนที่แสดงที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย 29

ภาพที่ 9 ประเภทต่าง ๆ ของแผงโซลาร์เซลล์ 34

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีดำเนินมาอย่างต่อเนื่อง หลังเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 เกิดสภาวะ Disruption หรือการพลิกผันทางธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านดิจิทัล การแข่งขันทางด้านธุรกิจในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคและประชาชนในสังคม ปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตและขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ก็คือพลังงาน ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยพลังงานที่ได้มาจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ เริ่มมีข้อจำกัดทั้งในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรืออาจทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ พลังงานทดแทนจึงเข้ามามีบทบาทในการผลิตพลังงานเพื่อใช้ในการพัฒนาและขับเคลื่อนเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

ข้อมูลจากรายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย เดือนมกราคม - เมษายน 2566 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ทำให้เห็นสัดส่วนของการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น โดยประเทศไทยมีเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ที่ร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ.2580 (AEDP2018) โดยในช่วง 4 เดือนแรกของปี 2566 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย 29,904 ktoe เป็นพลังงานทดแทนจำนวน 5,659 ktoe คิดเป็นสัดส่วนในการใช้พลังงานทดแทนร้อยละ 18.92 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.5 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน และส่วนมากเป็นการนำพลังงานทดแทนไปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า เป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิตและขับเคลื่อนเศรษฐกิจทุกภาคส่วนและยังคงมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงที่ปล่อยก๊าซที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกในปริมาณสูงและต้องพึ่งพาก๊าซธรรมชาติมากกว่าร้อยละ 70 ในขณะเดียวกัน การจัดเตรียมแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศไทยเพิ่มเติม ต้องประสบกับปัญหาการไม่ยอมรับของประชาชนต่อการสร้างโรงไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ทั้งโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาการปล่อยก๊าซที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกและโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ก็คือการก่อสร้างระบบการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานสะอาด เพื่อใช้เองและสามารถขายเข้าระบบสายส่งไฟฟ้าของประเทศได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากสภาพปัญหาดังกล่าว รัฐบาลภายใต้การนำของ พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาประเทศควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) มีเป้าหมายการพัฒนาประเทศ คือ “ประเทศชาติมั่นคง ประชาชนมีความสุข เศรษฐกิจพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สังคมเป็นธรรม ฐานทรัพยากรธรรมชาติยั่งยืน” ประกอบด้วย 6 ยุทธศาสตร์ และมีประเด็นยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและให้ความสำคัญกับทรัพยากรธรรมชาติและการใช้พลังงานทดแทนในด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ที่มีเป้าหมายการพัฒนาที่มุ่งเน้นการยกระดับศักยภาพของประเทศในหลากหลายมิติ เพื่อขยายโอกาสทางการค้าและการลงทุนในเวทีโลก ควบคู่ไปกับการยกระดับรายได้ และลดความเหลื่อมล้ำของคนในประเทศ และการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการอนุรักษ์และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ให้คนรุ่นต่อไปได้ใช้อย่างยั่งยืน มีความสมดุลการฟื้นฟูและสร้างฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใหม่ เพื่อลดผลกระทบทางลบจากการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจของประเทศ การใช้ประโยชน์และสร้างการเติบโตบนฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลภายใต้ขีดความสามารถของระบบนิเวศ การยกระดับกระบวนทัศน์เพื่อกำหนดอนาคตประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมบนหลักของการมีส่วนร่วมและธรรมาภิบาล

โดยยุทธศาสตร์ดังกล่าวได้นำไปเป็นแนวทางในการจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 (PDP2018) ซึ่งกระทรวงพลังงาน ร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแผนหลักในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศให้เพียงพอกับความต้องการไฟฟ้า เพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศรวมถึงจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยในการจัดทำได้พิจารณาถึงเงื่อนไขการกระจายระบบผลิตไฟฟ้า บริหารแหล่งเชื้อเพลิงที่มีรายละเอียดแยกตามภูมิภาค รวมถึงการกำหนดโรงไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงในแต่ละพื้นที่ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป อันเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีด้านการผลิตไฟฟ้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยให้ความสำคัญใน 3 ประเด็น ดังนี้

1. ด้านความมั่นคงด้านพลังงาน (Security) เพื่อให้มีความมั่นคง ครอบคลุมทั้งระบบผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้ารายพื้นที่ และตอบสนองปริมาณความต้องการไฟฟ้าเพื่อรองรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ

2. ด้านเศรษฐกิจ (Economy) ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าที่มีต้นทุนต่ำเพื่อลดภาระผู้ใช้ไฟฟ้า และไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว

3. ด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) ต้องลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า (Efficiency) ทั้งด้านการผลิตไฟฟ้าและด้านการใช้ไฟฟ้า โดยพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart grid)

จังหวัดลำปางเป็นที่ตั้งของโรงไฟฟ้าแม่เมาะซึ่งเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่จากถ่านหินลิกไนต์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปัจจุบันเริ่มลดกำลังการผลิตไฟฟ้าจากฟอสซิลลง และนอกจากนี้จังหวัดลำปางยังเป็นที่ตั้งของโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Farm) ภายใต้การดำเนินงานของบริษัทอีเอ โซล่า ลำปาง จำกัด มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 90 เมกกะวัตต์ จากแผงโซลาร์เซลล์ กว่า 420,000 แผง โดยโรงไฟฟ้าทั้งสองแห่งมีความเชื่อมโยงสอดรับกันในด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ จึงสนใจที่จะศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทย ในอนาคตอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) เพื่อให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับภาวะความต้องการแรงงาน และเตรียมพร้อมกำลังแรงงาน ในการสนับสนุนการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมดังกล่าวต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และแนวโน้มที่ส่งผลกระทบ

1.2.2 เพื่อศึกษาอาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น

1.2.2 เพื่อศึกษาอาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะที่ต้องการจากแรงงาน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

1.3.2 ขอบเขตปัจจัยรายล้อม ขอบเขตเนื้อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหลักจะอยู่ภายใต้กรอบปัจจัย STEEP ของหลักการศึกษาเรื่องอนาคตศึกษาที่ประกอบด้วยด้านสังคม (Social) เทคโนโลยี (Technological) เศรษฐกิจ (Economic) สิ่งแวดล้อม (Environmental) การเมืองและสถาบัน (Political)

1.3.3 ขอบเขตด้านประชากร ศึกษาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และสถานประกอบการ ผู้ประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

1.3.4 ขอบเขตด้านเวลา การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตดำเนินการศึกษาในช่วงเดือนธันวาคม 2565 - เดือนกรกฎาคม 2566

1.4 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

1.4.1 อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า หมายถึง การดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ในฐานะผู้ผลิตแผงโซลาร์เซลล์ ผู้จำหน่าย ผู้ให้บริการติดตั้งซ่อมบำรุง ผู้ผลิตนวัตกรรมต่อยอดจากการใช้แผงโซลาร์เซลล์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ สถานศึกษาหรือองค์กรที่ผลิตกำลังคน พัฒนาทักษะกำลังคน ให้พร้อมทั้งปริมาณและคุณภาพเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และหมายความรวมถึงประชาชน หน่วยงานภาครัฐ เอกชน รัฐวิสาหกิจ มูลนิธิ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วนที่นำแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) ไปใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

1.4.2 พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติและสามารถใช้ทดแทนพลังงานเดิมได้อย่างไม่จำกัด ตัวอย่างพลังงานทดแทนที่สำคัญและมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูง สามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานและช่วยลดปัญหามลพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.3 เซลล์แสงอาทิตย์ หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟ เซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) ถือว่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง (Renewable Energy) ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใด ๆ ให้กับสิ่งแวดล้อมในขณะใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน ผลิตและพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต

1.5.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำผลการศึกษาไปใช้ในการแนะแนวการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพให้กับนักเรียน นักศึกษา และผู้ที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงาน

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ผู้ศึกษาได้รวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการมองอนาคต (Foresight)

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานทดแทน

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการมองอนาคต (Foresight)

2.1.1 ความหมายของการมองอนาคต (Foresight)

สถาบันการมองอนาคตนวัตกรรม (IFI) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ร่วมกับ วิทยาลัยสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2562) กล่าวว่า ความหมายของการมองอนาคต (Foresight) คือการวิเคราะห์คาดการณ์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตหรือเพื่อออกแบบอนาคตที่พึงประสงค์ เนื่องจากการมองอนาคต (Foresight) เป็นแนวทางในการศึกษาซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าวเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทบทวนแนวคิดดังกล่าว จากหนังสือ เครื่องมือการมองอนาคต (FORESIGHT TOOLS) ซึ่งจัดทำโดย สถาบันการมองอนาคตนวัตกรรม (IFI) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ร่วมกับวิทยาลัยสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นหลักและมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.2 สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับการมองอนาคต

1) การมองอนาคต (Foresight) เป็นศาสตร์ที่ต้องใช้ความคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) ประกอบกับความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และจินตนาการ (Imagination) เนื่องจากการมองอนาคตในหลายกรณีเป็นการวิเคราะห์และคาดการณ์อนาคตในระยะยาว ซึ่งเป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรมและเป็นกระบวนการคิดในสิ่งที่สังคมโดยทั่วไปมิได้คาดคิดมาก่อน ด้วยเหตุนี้ การมองอนาคตที่มีประสิทธิภาพ จึงต้อง “อาศัยเทคนิคการสื่อสารเพื่อให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจในแนวคิดที่เป็นนามธรรม”

2) เครื่องมือการมองอนาคตในปัจจุบันเป็น “กระบวนการตัดสินใจร่วมกัน (Participatory Deliberative Process)” ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภายในและภายนอกองค์กร รวมถึงเครื่องมือที่เป็นการวิจัยเอกสาร (Document Research) ซึ่งในเครื่องมือนี้เสนอแนะให้นำผลการวิจัยไปผ่านกระบวนการประชาคมเพื่อระดมความคิดเห็นในเชิงลึกมากขึ้น

3) เครื่องมือการมองอนาคตมุ่งเน้น “การเปลี่ยนแปลงที่จริงจังและมีความยั่งยืน (Transformation)” ทั้งในประเด็นทางด้าน สังคมศาสตร์ มานุษยวิทยา และนโยบายสาธารณะ การมองอนาคตจึงมีความเป็นพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Approach) มากกว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์หรือสังคมศาสตร์โดยเฉพาะ

4) การมองอนาคตไม่ได้จำกัดเพียงแค่การวิเคราะห์และการคาดการณ์อนาคต แต่ยังรวมถึงการออกแบบอนาคต ซึ่ง “อนาคต (Futures)” ในที่นี้มีความเป็น “พหูพจน์ (Plurality)” หรือเป็น “อนาคต ทางเลือกที่หลากหลาย (Alternat)”

5) การมองอนาคตเป็นกระบวนการที่มีหลายขั้นตอน (Multiple Steps) ใช้เวลายาวนาน และอาจมีลักษณะเป็นการทวนซ้ำ (Iteration) เช่น การมองอนาคตในประเด็นใดประเด็นหนึ่งอาจใช้เวลา 1-2 ปี ประกอบด้วย การวิจัยเอกสาร การออกแบบตัวแบบเทคโนโลยีแห่งอนาคต การสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย และการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อระดมความเห็นจากหลายภาคส่วน

2.1.3 สิ่งที่ไม่ใช่การมองอนาคต

1) การมองอนาคตไม่ใช่เครื่องมือการวางแผนเพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่เป็นศาสตร์ที่บูรณาการหลากหลายสาขา และมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันในแต่ละบริบท

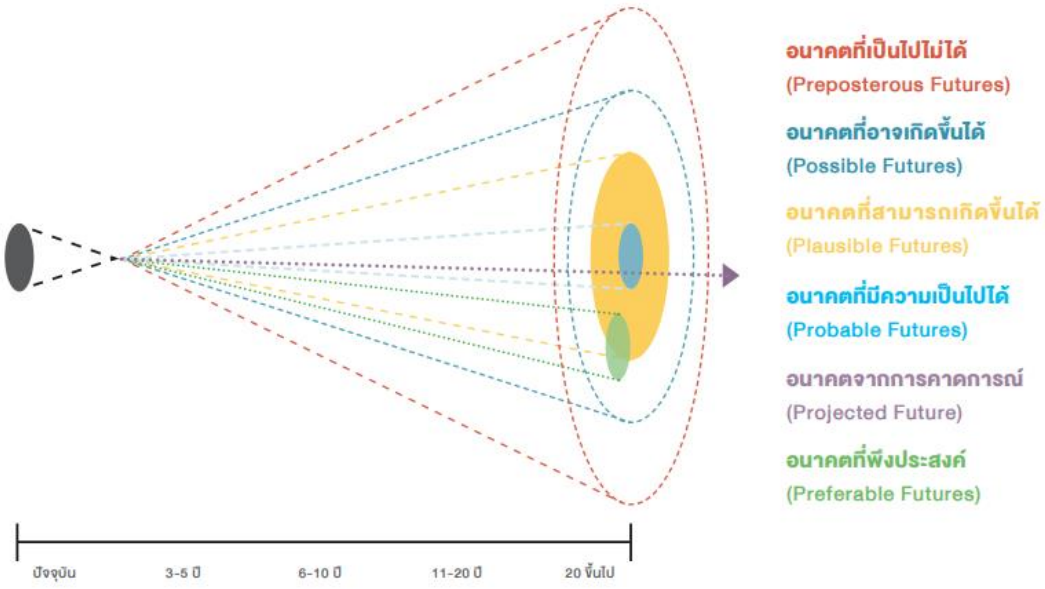
2) การมองอนาคตไม่ใช่การวางแผนยุทธศาสตร์ (Strategic Planning) หรือส่วนหนึ่งของการวางแผนยุทธศาสตร์ แต่สามารถป้อนข้อมูลสำคัญให้แก่กระบวนการวางแผนยุทธศาสตร์และกำหนดกลยุทธ์ให้มีความละเอียดรอบคอบมากขึ้น

3) การมองอนาคตไม่ใช่การคาดการณ์อนาคตเพียงอย่างเดียว ชุดเครื่องมือคาดการณ์อนาคตเป็นส่วนหนึ่งของการมองอนาคต ซึ่งการมองอนาคตเป็นกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ที่มีความหลากหลาย ตั้งแต่การสร้างจินตนาการและแนวความคิด (Ideation) จนถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบจินตนาการกับความเป็นจริง (Calibration)

2.1.4 จะทราบได้อย่างไรว่า “อนาคต” ที่วิเคราะห์และออกแบบนั้นถูกต้อง

ในทางอนาคตศาสตร์ ความเป็นไปได้ที่นอกเหนือจากสถานการณ์ปัจจุบัน คือ “อนาคต” ซึ่งมาจากแนวคิดที่ว่า อนาคตเป็นสิ่งที่ไม่ตายตัว ไม่แน่นอนและไม่คงที่ ซึ่งสามารถกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าอนาคตสามารถมีได้หลากหลายรูปแบบและมีความเป็นพหูพจน์ (Plurality) เนื่องจากอนาคตตามหลักอนาคตศาสตร์มีได้หลากหลาย จึงเกิดคำถามว่า จะทราบได้อย่างไรว่าสิ่งที่วิเคราะห์ มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการบรรลุคำตอบสำหรับคำถามดังกล่าว คือ ความถูกต้องของอนาคตที่วิเคราะห์ขึ้นอยู่กับกรอบระยะเวลาของอนาคตนั้น (Time Frame)

ภาพที่ 1 รูปแบบบอนาคตที่หลากหลายและกรวยความเป็นไปได้ในอนาคต



ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

2.1.5 ลักษณะของอนาคต

ลักษณะของอนาคตในแต่ละช่วงเวลา มีรายละเอียดที่แตกต่างกันดังนี้

1) อนาคตจากการคาดการณ์ (Projected Future) คือ อนาคตที่มีสภาพเหมือนกับสถานการณ์ปัจจุบัน (Business as usual) หรือสามารถคาดการณ์ได้จากข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน ข้อสังเกตคือจะเป็นเอกพจน์ (Singularity) เนื่องจากเกิดจากสมมุติฐานที่ว่า อนาคตจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน เช่น การประมาณการรายรับ-รายจ่ายของบริษัทในแต่ละไตรมาส เป็นต้น

2) อนาคตที่มีความเป็นไปได้ (Probable Futures) คือ อนาคตที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ เชิงปริมาณหรือเชิงสถิติ แต่ระดับความเป็นไปได้ไม่สูง เท่ากับอนาคตจากการคาดการณ์ จึงมักนำเสนอให้เป็นรูปพหูพจน์ โดยระบุช่วงค่าความเชื่อมั่น (Confidence Interval)

3) อนาคตที่สามารถเกิดขึ้นได้ (Plausible Futures) หมายถึง อนาคตที่คิดว่าอาจเกิดขึ้นได้ (Could Happen) จากทฤษฎี และองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

4) อนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ (Possible Futures) หมายถึง อนาคตที่ “อาจ” เกิดขึ้นได้ (Might Happen) แต่ยังไม่มีทฤษฎีหรือองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางเพื่อยืนยันโอกาสที่อนาคตนั้นอาจจะเกิดขึ้น เช่น การเดินทางข้ามกาลเวลา เป็นต้น สามารถนำเสนอในรูปแบบพหูพจน์ได้เช่นเดียวกับอนาคตที่สามารถเกิดขึ้นได้

5) อนาคตที่เป็นไปไม่ได้ (Preposterous Futures) หมายถึง อนาคตที่ไม่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงและไม่มีโอกาสเกิดขึ้น เช่น เทคโนโลยีที่ทำให้มนุษย์ล่องหนได้หรืออากาศที่หนาวเย็นจนหิมะตกที่กรุงเทพมหานคร เป็นต้น

6) อนาคตที่พึงประสงค์ (Preferable Futures) หมายถึง อนาคตที่ควรจะเกิดขึ้น (Should or Ought to Happen) เป็นแนวคิดเชิงปทัสถาน (Normative Idea) หรือ การออกแบบแตกต่างจากแนวคิดอนาคตที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดจากกระบวนการคิด (Cognitive Process) เช่น สภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ที่พึ่งพาเทคโนโลยีและองค์ความรู้ที่ประหยัดพลังงานเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เป็นต้น

2.1.6 กรอบการมองอนาคตในแต่ละช่วงเวลา

1) ระยะสั้น (Short Term) รูปแบบ คือ สำหรับในระยะเวลา 3–5 ปี ประกอบด้วยอนาคตจากการคาดการณ์ (Projected Future) และอนาคตที่มีความเป็นไปได้ (Probable Futures) เนื่องจากในช่วงนี้ยังสามารถใช้ข้อมูลที่มีให้เกิดประโยชน์ได้และลำบากในการเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2) ระยะปานกลาง (Middle Term) รูปแบบ คือ สำหรับในระยะเวลา 6-10 ปี ประกอบด้วยการมองอนาคต ดังนี้

2.1) อนาคตจากการคาดการณ์ (Projected Future)

2.2) อนาคตที่มีความเป็นไปได้ (Probable Futures)

2.3) อนาคตที่สามารถเกิดขึ้นได้ (Plausible Futures)

เนื่องจากช่วงระยะนี้สามารถใช้ทฤษฎีและองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันคาดการณ์หรือจินตนาการได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ โดยเทียบเคียงกับทฤษฎีหรือองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

3) ระยะยาว (Long Term) มี 2 รูปแบบ ดังนี้

3.1) รูปแบบที่ 1 สำหรับในช่วงระยะเวลา 11-20 ปี เป็นอนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ (Possible Futures) สามารถตรวจสอบได้โดยเทียบเคียงกับทฤษฎี หรือองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ โดยเทคนิควิธีการสำหรับระยะสั้นและระยะปานกลาง เนื่องจากอนาคตทุกรูปแบบสามารถเกิดขึ้นได้ในระยะยาว

3.2) รูปแบบที่ 2 การมองอนาคต “ระยะยาวมากกว่า 20 ปี”ประกอบด้วย

(1) อนาคตจากการคาดการณ์ (Projected Future)

(2) อนาคตที่มีความเป็นไปได้ (Probable Futures)

(3) อนาคตที่สามารถเกิดขึ้นได้ (Plausible Futures)

(4) อนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ (Possible Futures)

ซึ่งอนาคตดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้ แต่ก็ยังมีรูปแบบที่ 5 คือ

(5) อนาคตที่เป็นไปไม่ได้ (Preposterous Futures) ซึ่งอนาคตที่เป็นไปไม่ได้จะอยู่บริเวณนอกกรวยและอนาคตที่พึงประสงค์ (Preferable Futures) นั้นอาจเป็นไปได้ทั้งอนาคตที่อยู่ภายในและภายนอกกรวยแห่งความเป็นไปได้ เนื่องจากอนาคตที่พึงประสงค์นั้นอย่างน้อยต้องเป็นอนาคตที่สามารถใช้จินตนาการได้และในขณะเดียวกันก็อาจเป็น “สิ่งที่ไม่พึงประสงค์” หรือ “เป็นไปไม่ได้” สำหรับคนอื่น

การแบ่งประเภทของอนาคตรูปแบบต่าง ๆ นอกจากจะทำให้มั่นใจได้ว่าการมองอนาคตถูกต้องหรือไม่แล้ว ยังช่วยให้สามารถเริ่มต้นกระบวนการคิดวิเคราะห์อนาคตได้อย่างเข้มข้นและมีประสิทธิภาพ โดยอาจเริ่มต้นพิจารณาโจทย์จาก “อนาคต” ที่อยู่ภายในพื้นที่กรวยความเป็นไปได้ไปจนถึงภายนอกกรวยหรืออาจเริ่มพิจารณาจากรูปแบบอนาคตในพื้นที่ภายนอกกรวย ในกรณีที่ต้องการออกแบบอนาคตเพื่อบุกเบิกหรือกำหนดกลยุทธ์เพื่อสร้างการเปลี่ยนผ่านอาจใช้คำถามว่า “มีอนาคตใดบ้างที่เป็นไปไม่ได้ แต่อาจจะเกิดขึ้นภายในปี พ.ศ. 2580” แทนคำถามว่า “อนาคตใดที่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นภายในปี พ.ศ. 2580”

2.1.7 การสร้างกรอบให้ “อนาคต” (Futures [Re] Framing)

การสร้างกรอบที่ชัดเจนให้แก่ “อนาคต” เป็นขั้นตอนแรกของการมองอนาคตที่ต้องการวิเคราะห์ คาดการณ์ และสื่อสารไปยังสังคมภายนอก คล้ายกับการกำหนดคำถามการวิจัยในแวดวงการศึกษา หรือ “การสร้างกรอบสภาพปัญหา (Problem Frame หรือ Problem Definition)” ในสาขานโยบายสาธารณะ ทั้งกรอบสภาพปัญหาในปัจจุบัน และ กรอบอนาคต เป็นปรัชญาพื้นฐานของการกระทำในปัจจุบัน ตั้งแต่วิถีการดำเนินชีวิตประจำวันไปจนถึงค่านิยมสังคมและนโยบายสาธารณะ เหล่านี้คือกระจกสะท้อนแนวคิดเกี่ยวกับอนาคตของมนุษย์ในปัจจุบัน เช่น หากองค์กรใดองค์กรหนึ่งปฏิเสธการมองอนาคต ก็เสมือนกับการสื่อสารไปยังสาธารณชนว่าปัจจุบันเป็นเช่นไร อนาคตก็ยังเป็นเช่นนั้น สะท้อนให้เห็นว่าองค์กรปฏิเสธการเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิง

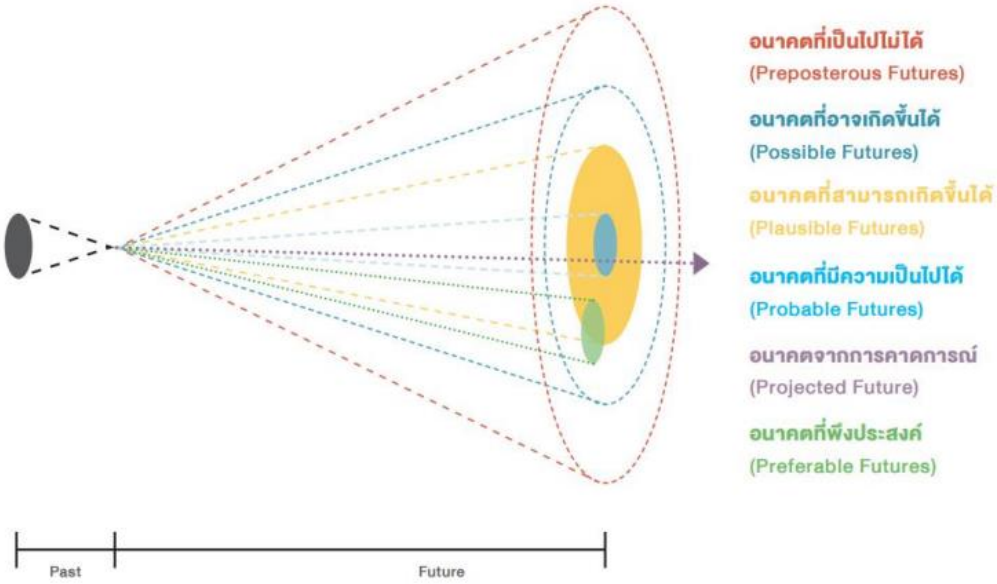
2.1.8 วัตถุประสงค์การมองอนาคต: “วิเคราะห์ (Analyze)” หรือ “ออกแบบ (Design) ”

การมองอนาคต คือ “การวิเคราะห์ คาดการณ์ และอธิบายการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์และเตรียมความพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตหรือเพื่อออกแบบอนาคตที่พึงประสงค์” จากคำนิยามดังกล่าว ส่งผลให้จำเป็นต้องระบุกรอบระยะเวลาสำหรับกระบวนการมองอนาคต เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การมองอนาคตว่าเป็น “การวิเคราะห์” หรือ “การออกแบบ”

1) การวิเคราะห์ (Analyze) จะต้องอาศัยระเบียบวิธีการศึกษา (Methodology) และข้อมูลที่ชัดเจน ซึ่งมักจะคู่กับการคาดการณ์และความพยายามในการอธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพื่อกำหนดแนวทางการรองรับอนาคต เหมาะสำหรับการมองอนาคตใน “ระยะสั้น (3-5 ปี)” และ “ระยะปานกลาง (6-10 ปี)” ที่จะมีข้อมูลและองค์ความรู้เพียงพอต่อการวิเคราะห์

2) การออกแบบ (Design) จะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ซึ่งอาจไม่มีระเบียบวิธีการศึกษาที่ชัดเจน แต่เป็นความพยายามที่จะสร้างการเปลี่ยนแปลง จึงเหมาะสำหรับการมองอนาคตในระยะยาว (11-20 ปี และมากกว่า 20 ปี)

ภาพที่ 2 วัตถุประสงค์ในการมองอนาคต



ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

สิ่งสำคัญในการกำหนดวัตถุประสงค์การมองอนาคต คือ สามารถระบุได้ว่าต้องการกรอบระยะเวลาใด (ระยะสั้น ระยะปานกลาง หรือระยะยาว) ให้แก่อนาคตที่สนใจ วัตถุประสงค์อาจมีลักษณะผสมผสานระหว่าง “การออกแบบ” และ “การวิเคราะห์” ขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของสภาพความเป็นจริง ซึ่งเป็นบริบทของการมองอนาคต เช่น การจัดทำแผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี ที่จำเป็นต้องมีเป้าหมายตามช่วงระยะเวลา (Milestone) และแผนปฏิบัติการตามแต่ละช่วงระยะเวลา (Action Plan) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัย “การออกแบบ” ในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ชาติ หลังจากนั้นต้องใช้ “การวิเคราะห์” เพื่อกำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในแต่ละช่วงระยะเวลา โดยในที่นี้อาจหมายถึงแผนปฏิบัติการ 5 ปี

2.1.9 บริบทของอนาคตเป็นอย่างไร

ความสลับซับซ้อนของบริบทเป็นตัวบ่งชี้เบื้องต้นว่าควรใช้เครื่องมือใดในการมองอนาคต สำหรับเครื่องมือนี้เสนอวิธีการวิเคราะห์บริบท ของอนาคตไว้ 2 วิธี คือ

1) การสำรวจสภาพแวดล้อมเชิงลึก (Deep Horizon Scanning)

2) การวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคต (Futures Complexity Analysis) โดยอาจเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งในการวิเคราะห์บริบทของประเด็นที่ต้องการมองอนาคต

1) การสำรวจสภาพแวดล้อมเชิงลึก (Deep Horizon Scanning) การสำรวจสภาพแวดล้อมเชิงลึกเป็นเทคนิคการมองอนาคตที่นิยมใช้โดยทั่วไป อย่างไรก็ตามสำหรับเครื่องมือนี้แนะนำให้สำรวจสภาพแวดล้อมก่อนการมองอนาคต เนื่องจากผู้ที่ต้องการมองอนาคตจำเป็นต้องมีข้อมูลทุกมิติที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์และวางแผน เพื่อรองรับอนาคต โดยการสำรวจสภาพแวดล้อมมีหลากหลายเทคนิค ได้แก่

(1) เทคนิค STEEP (Social, Technological, Environmental, Economic, Political)

(2) เทคนิค PEST (Political, Economic, Social, Technological)

(3) เทคนิค PESTEL (Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal)

(4) เทคนิค PESTELO (Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal, Organization)

สิ่งสำคัญในการสำรวจสภาพแวดล้อมเชิงลึก คือ การวิเคราะห์ว่า “ปัจจัย ขับเคลื่อน (Driver)” หรือ “แรงขับเคลื่อน (Driving Force)” ใดมีพลวัตความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงสูง และมีผลกระทบต่ออนาคตที่ต้องการวิเคราะห์มากที่สุด โดยสามารถใช้กรอบการวิเคราะห์ต่อไปนี้

ภาพที่ 3 กรอบการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเชิงลึก

ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

(1) ปัจจัยที่ไม่สำคัญ หมายถึง ปัจจัยที่มีพลวัตการเปลี่ยนแปลงต่ำ และมีผลกระทบต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ต่ำ

(2) ปัจจัยที่ต้องเฝ้าระวัง หมายถึง ปัจจัยที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงสูง แต่มีผลกระทบต่ำ เป็นปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบได้ในอนาคต จึงต้องเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด

(3) ปัจจัยสำคัญซ่อนเร้น หมายถึง ปัจจัยที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงต่ำ แต่มีผลกระทบสูง ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญในเชิงนโยบายและกลยุทธ์รองรับ

(4) ปัจจัยสำคัญ หมายถึง ปัจจัยที่มีพลวัตและผลกระทบสูง ถือเป็นปัจจัยที่ต้องวิเคราะห์ฉากทัศน์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์มารองรับในอนาคต

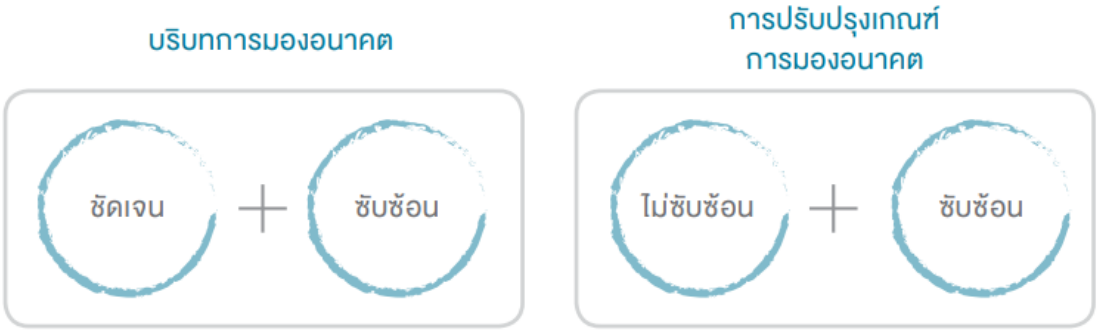
จากกรอบการสำรวจสภาพแวดล้อมเชิงลึกข้างต้น หากประเด็นที่ต้องการมองอนาคตมี “ปัจจัยสำคัญ” มากกว่า “ปัจจัยที่ต้องเฝ้าระวัง” และ “ปัจจัยสำคัญซ่อนเร้น” จะถือว่าเป็น “อนาคตที่มีโครงสร้างชัดเจน (Structured Futures)” แต่ในทางกลับกัน หากประเด็นมี “ปัจจัยที่ต้องเฝ้าระวัง” และ “ปัจจัยสำคัญซ่อนเร้น” ร่วมกันมากที่สุด จะถือเป็น “อนาคตที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน (Ill-structured Futures)”

ภาพที่ 4 กรอบการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเชิงลึกตามประเด็นการมองอนาคต

ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

2.1.10 การวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคต (Futures Complexity Analysis)

ภาพที่ 5 กรอบการวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคต



ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

การวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคตในเครื่องมือนี้เป็นการปรับปรุงมาจากเกณฑ์การจำแนก “ปัญหาที่ไม่สลับซับซ้อน (Tame Problem)” กับ “ปัญหาที่สลับซับซ้อน (Ill-structured Problem)” ซึ่งในบริบทการมองอนาคต สามารถจำแนกอนาคตได้ 2 รูปแบบ คือ “อนาคตที่มีโครงสร้างชัดเจน (Structured Futures)” และ “อนาคตที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน (Ill-structured Futures)” ซึ่งหลักเกณฑ์การจำแนกอนาคตทั้ง 2 รูปแบบมี 5 คำถามต่อไปนี้

1) ท่านสามารถวางโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเหตุปัจจัยและผลกระทบของอนาคตได้หรือไม่? (Can you formulate the cause-and-effect relations of your futures?) หมายถึง สามารถระบุตัวแปรต้น (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) ของปรากฏการณ์ที่ต้องการวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจนหรือไม่ เพื่อนำไปสู่การมองอนาคต เนื่องจากบางปรากฏการณ์ ไม่สามารถแยกแยะตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้อย่างชัดเจน หรืออาจมีตัวแปรแทรกซ้อน (Intervening Variable) ตัวแปรส่งผ่าน (Mediating Variable) หรือตัวแปรกำกับ (Moderating Variable)

2) ท่านสามารถระบุและอธิบายช่องว่างขององค์ความรู้ในปัจจุบันกับสถานการณ์ในอนาคตได้หรือไม่? (Can you identify and explain every gap between the current body of knowledge

and your futures?) หมายถึง มีทฤษฎีและองค์ความรู้ที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์หรือออกแบบ อนาคตในประเด็นที่สนใจหรือไม่ หากไม่เพียงพอ สามารถระบุได้หรือไม่ว่า จะต้องแสวงหาองค์ความรู้เพิ่มเติมอะไรบ้าง

3) อนาคตที่ท่านต้องการวิเคราะห์หรือออกแบบสามารถใช้เทคโนโลยีและองค์ความรู้จากอนาคตอื่นได้หรือไม่? (Can your futures be reached by using the technology and knowledge from other futures?) หมายถึง สามารถใช้ทฤษฎีองค์ความรู้และเทคโนโลยีจากสถานการณ์หรือบริบทอื่นมาวิเคราะห์หรือออกแบบอนาคตที่สนใจได้หรือไม่ สำหรับคำถามนี้ต้องการทราบว่า สิ่งที่สนใจออกแบบหรือวิเคราะห์อนาคตนั้นมีความพิเศษจนส่งผลให้ต้องแสวงหาองค์ความรู้และทฤษฎีเฉพาะทางหรือไม่

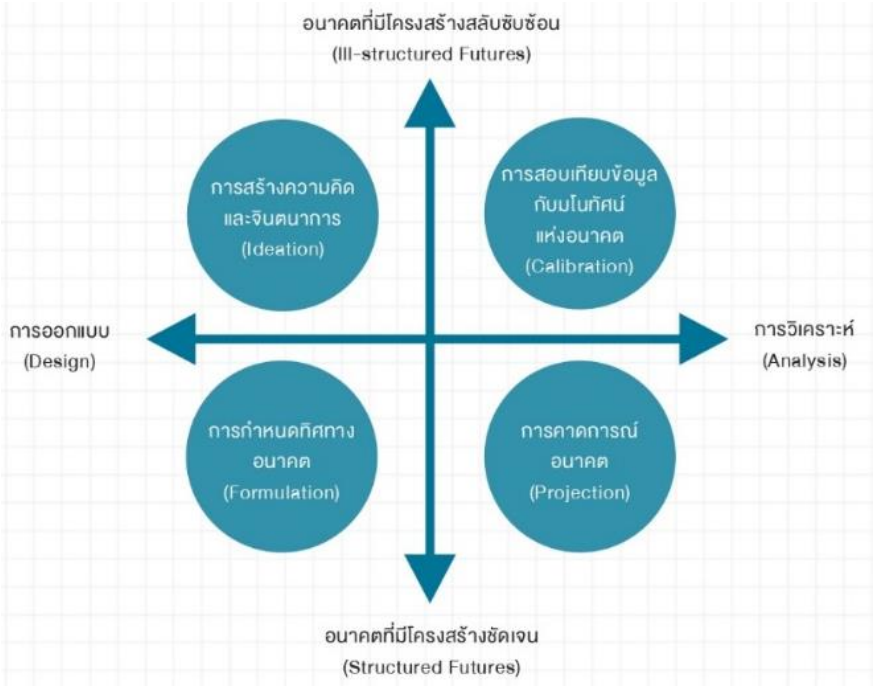
4) ท่านสามารถแบ่งแยกมิติค่านิยมทางสังคมออกจากอนาคตของท่านได้หรือไม่? (Can you separate the influence of social values from your futures?) หมายถึง ประเด็นที่สนใจมองอนาคตเป็นประเด็นที่หมิ่นเหม่ทางด้านศีลธรรม จริยธรรม และค่านิยมทางสังคมหรือไม่

5) ท่านสามารถระบุระดับการวิเคราะห์ (Level of Analysis) และหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ของอนาคตได้หรือไม่? (Can you specify the level of analysis and unit of analysis for your futures?) หมายถึง สามารถระบุได้หรือไม่ว่า ประเด็นที่สนใจมองอนาคตนั้นเป็นประเด็นระดับปัจเจก (Individual Level) ระดับองค์กร (Organizational Level) ระดับชุมชน (Community Level) หรือระดับมหภาค (Macro Level)

2.1.11 แนวทางการมองอนาคต (Foresight Path Way)

เมื่อวิเคราะห์อนาคตในเบื้องต้นแล้ว พบว่า ท่านมีคำตอบ “ใช่ (Yes)” ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป แสดงว่า อนาคตที่ท่านต้องการศึกษาเป็น “อนาคตที่มีโครงสร้างชัดเจน (Structured Futures)” แต่หากมีคำตอบ “ใช่” น้อยกว่า 3 ข้อ แสดงว่าเป็น “อนาคตที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน (Ill-structured Futures)” เมื่อนำ วัตถุประสงค์การมองอนาคตที่คัดเลือกแล้ว (“ออกแบบ” หรือ “วิเคราะห์”) มาวางเป็นแกน X และนำผลการวิเคราะห์ความสลับซับซ้อนของอนาคตมาวางเป็นแกน Y จะส่งผลให้ได้แนวทางการมองอนาคต (Foresight Pathway) จำนวน 4 แนวทาง คือ

ภาพที่ 6 แนวทางการสร้างกรอบอนาคต (Future Frame)



ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

แนวทางการมองอนาคต สามารถจำแนกเป็น 4 แนวทาง ดังนี้

1) หากต้องการ “ออกแบบ” และ “อนาคตที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน” แนวทางการมองอนาคตควรเริ่มต้นด้วยการสร้างความคิดและจินตนาการ (Ideation) เพื่อให้ได้ภาพหรือมโนทัศน์แห่งอนาคตที่ชัดเจนสำหรับการมองอนาคตด้วยเครื่องมือหรือกระบวนการวางแผนเชิงกลยุทธ์ต่อไป

2) หากต้องการ “ออกแบบ” แต่ “อนาคตที่มีโครงสร้างชัดเจน” แนวทางการมองอนาคตควรเริ่มต้นด้วยการกำหนดทิศทางอนาคต (Formulation) เพื่อให้แนวคิดเกี่ยวกับอนาคตมีความชัดเจนมากขึ้นพร้อมที่จะใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารเพื่อกำหนดแผนกลยุทธ

3) หากต้องการ “วิเคราะห์” แต่ “อนาคตที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน” ควรเริ่มต้นด้วยการสอบเทียบข้อมูลกับมโนทัศน์แห่งอนาคต (Calibration) สำหรับแนวทางนี้ต้องมีฐานข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ในระดับหนึ่งเพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับมโนทัศน์แห่งอนาคตที่กำลังศึกษาผลลัพธ์จากการมองอนาคตด้วยแนวทางนี้จะเป็นประโยชน์แก่การวิเคราะห์และคาดการณ์อนาคตในขั้นตอนต่อไป

4) หากต้องการ “วิเคราะห์” และ “อนาคตที่มีโครงสร้างชัดเจน” สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคาดการณ์อนาคต (Projection) และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแก่ผู้บริหารได้

2.1.12 เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)

เทคนิคเดลฟาย ใช้ศึกษาและวิเคราะห์ฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยใช้การสอบถามมากกว่า 1 ครั้ง ในขณะที่การวิจัยเชิงสำรวจเน้นแสวงหาข้อมูลเกี่ยวกับ “สิ่งที่เป็นอยู่” เทคนิคเดลฟายจะพยายามอธิบาย “สิ่งที่ควรเป็นหรือสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ (What could/should be)” ในอนาคต ด้วยเหตุนี้ เทคนิคเดลฟายจึงเปรียบเสมือนกับการแสวงหาฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Panel) หลายครั้ง

เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพื่อให้ทราบแนวคิดกระแสหลัก (Conventional Thought) เกี่ยวกับประเด็นที่สนใจหรือเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย สมมุติฐาน แนวทางปฏิบัติ สำหรับการมองอนาคตในขั้นตอนต่อไป เทคนิคนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในหลายสาขา เช่น การตลาด การบริหารธุรกิจ การบริหารรัฐกิจ นโยบายสาธารณะ การบริหารองค์การและทรัพยากรมนุษย์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เป็นต้น

1) ความเหมาะสมในการใช้งาน เทคนิคเดลฟายมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่อไปนี้

1.1) กรณีที่ต้องการแสวงหาฉันทามติหรือแนวคิดกระแสหลักเกี่ยวกับประเด็นใดประเด็นหนึ่ง

1.2) กรณีที่ต้องการพัฒนาโจทย์วิจัยหรือความท้าทายในด้านต่าง ๆ สำหรับการมองอนาคตขั้นตอนต่อไป

1.3) กรณีที่ต้องการสำรวจแนวโน้มพฤติกรรมผู้บริโภค เทคโนโลยี หรือบริบทเชิงธุรกิจอันจะนำไปสู่การกำหนดกลยุทธ์ทางธุรกิจหรือให้ได้มาซึ่งประเด็นเฉพาะด้านเพื่อวิเคราะห์เชิงลึกต่อไป

1.4) กรณีที่ต้องการกำหนดทางเลือกเชิงนโยบายสาธารณะ

2) จุดแข็ง

2.1) เทคนิคเดลฟายเป็นกระบวนการทวนซ้ำ (Iterative Process) จึงส่งผลให้ผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมตอบแบบสอบถามมีโอกาสได้คิดทบทวนแนวความคิดของตนเองจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่

2.2) เทคนิคเดลฟายส่งผลให้ทราบว่าผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขา มีฉันทามติในประเด็นที่ต้องการศึกษาหรือไม่ หากปรากฏฉันทามติจะส่งผลให้ทราบทิศทางและแนวโน้มรวมถึงช่องว่างขององค์ความรู้สำหรับการศึกษาและการมองอนาคตในขั้นตอนต่อไป

2.3) เทคนิคเดลฟายเป็นเทคนิคที่แสวงหาแนวคิดกระแสหลัก โดยใช้ข้อมูลฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก จึงส่งผลให้ง่ายต่อการเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมการศึกษา

2.4) ผลการศึกษาด้วยเทคนิคเดลฟายมักปรากฏในรูปแบบข้อมูล เชิงปริมาณ จึงส่งผลให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจสำหรับผู้บริหาร ในการจัดเรียงความสำคัญข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย กลยุทธ์ หรือแนวทางปฏิบัติ (Priority Setting)

3) ความท้าทาย

3.1) ความท้าทายหลักของเทคนิคเดลฟาย คือ เป็นเทคนิคที่มีลักษณะเป็นกระบวนการทวนซ้ำ จึงใช้ระยะเวลานาน ตลอดจนมีงบประมาณและทรัพยากรสนับสนุนอื่นที่เพียงพอ

3.2) ผลการศึกษาด้วยเทคนิคเดลฟายเป็นเพียงแนวคิดกระแสหลักหรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ไม่ใช่ข้อเท็จจริง ผู้ศึกษาจึงต้องระมัดระวังในการแปลผล

3.3) การสำรวจแบบเดลฟาย (Delphi Survey) ต้องบูรณาการกับเทคนิคอื่น ได้แก่ การระดมสมอง (Brainstorming) เทคนิคบรรณมิติ (Bibliometrics) และการวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) เพื่อกำหนดประเด็นคำถามในแบบสอบถามให้มีความชัดเจนที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

3.4) ผู้ศึกษาต้องระมัดระวังในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยเน้นที่คุณวุฒิ ประสบการณ์ ทัศนคติ ต่อประเด็นที่ต้องการศึกษา และต้องมีความหลากหลาย เพื่อไม่ให้เกิดอคติในการวิเคราะห์ผล

3.5) การตอบกลับแบบสอบถาม (Response Rate) อาจมีอัตราต่ำ หากผู้เชี่ยวชาญไม่ต้องการตอบแบบสอบถามหลายครั้ง จึงส่งผลให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างมีนัยยะสำคัญ

4) สิ่งที่จำเป็นสำหรับเดลฟาย

4.1) หัวข้อหรือประเด็นคำถามหลักของการศึกษาต้องมีความชัดเจนในระดับหนึ่งก่อนการออกแบบแบบสอบถาม โดยผู้ศึกษาอาจใช้เทคนิคการมองอนาคตอื่นประกอบ เช่น การระดมสมอง (Brainstorming) เทคนิคบรรณมิติ (Bibliometrics) และการวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) เป็นต้น

4.2) ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมการศึกษาต้องมีประสบการณ์ คุณวุฒิ และความเชี่ยวชาญที่แท้จริง ซึ่งคุณลักษณะทางด้านประชากร เช่น เพศสภาพ เพศวิถี อายุ เป็นต้น หรือคุณลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือประเด็นการศึกษาต้องมีความหลากหลาย

4.3) การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทวนซ้ำ (Iteration) ต้องมีระยะเวลาที่เพียงพอ

5) ขั้นตอนการมองอนาคตด้วยเทคนิคเดลฟาย

5.1) ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดหัวข้อ

ต้องเป็นหัวข้อที่เกิดจากการวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) ขององค์ความรู้ทฤษฎี หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยอาจใช้เทคนิคการมองอนาคตอื่น เช่น การระดมสมอง เทคนิคบรรณมิติ เป็นต้น

5.2) ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ

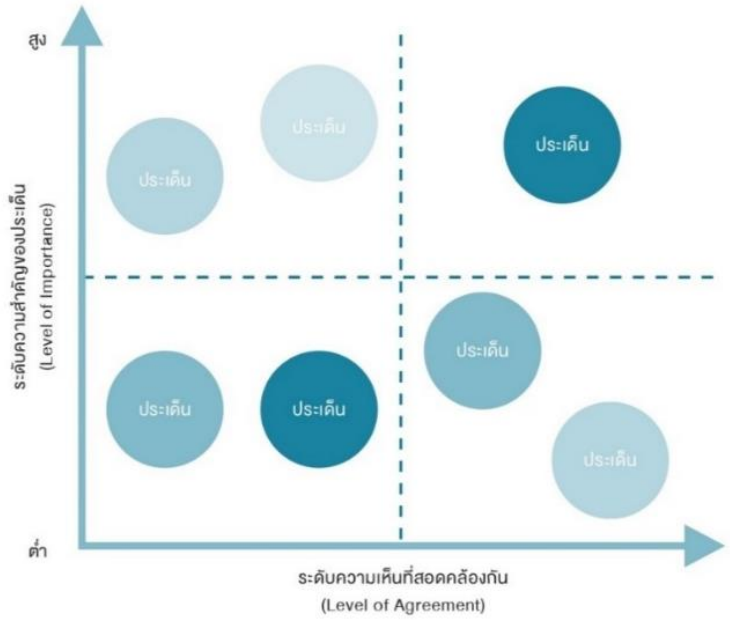
ผู้ที่ใช้เทคนิคเดลฟายต้องระมัดระวังในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือก (Selection Criteria) ให้ชัดเจน ก่อนการคัดเลือกผู้ศึกษาต้องแจ้งเหตุผลและวัตถุประสงค์การศึกษาแก่กลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญอย่างชัดเจนครบถ้วนก่อนขอความยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

5.3) ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

รอบที่ 1 เริ่มด้วยแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended Questionnaire) เพื่อระดมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับประเด็นสำคัญภายใต้หัวข้อที่ต้องการศึกษา จากนั้นจึงนำความคิดเห็นเหล่านั้นมาวิเคราะห์ร่วมกับสิ่งที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาออกแบบแบบสอบถามที่มีโครงสร้างชัดเจน (Well-structured Questionnaire) และมาตรวัดทัศนคติ (Rating Scale) สำหรับการเก็บข้อมูลรอบที่ 2

รอบที่ 2 ให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 ตอบแบบสอบถามที่มีมาตรวัดทัศนคติชัดเจนในแต่ละประเด็นคำถาม อาจกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญให้เหตุผลประกอบคำตอบในแต่ละประเด็นคำถาม ในรอบที่ 2 จะสามารถวิเคราะห์การกระจายข้อมูลทัศนคติของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละประเด็นคำถามได้ โดยให้แกน Y เป็นระดับความสำคัญของแต่ละประเด็น (Level of Importance) และแกน X เป็นระดับความเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ (Level of Agreement) ดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประเด็นภายใต้หัวข้อที่ต้องการศึกษาด้วยเทคนิคเดลฟาย



ที่มา : https://ifi.nia.or.th/wp-content/uploads/2019/11/foresight_tools-2.pdf

รอบที่ 3 หากผู้ศึกษาต้องการยืนยันผลและกรองประเด็นย่อยภายใต้หัวข้อการศึกษาให้มีจำนวนน้อยลง สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลในรอบที่ 3 โดยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างจากรอบที่ 2 พร้อมด้วยผลการศึกษา เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญทบทวนคำตอบหรือให้คำอธิบายคำตอบเพิ่มเติม

5.4) ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาแบบเดลฟายต้องผสมผสานระหว่างการวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพจะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามปลายเปิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูล รอบที่ 1 ของขั้นตอนที่ 3 สำหรับในรอบที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นการใช้แบบสอบถามที่มีโครงสร้างและมาตรวัดทัศนคติชัดเจน ผู้ศึกษาควรใช้มาตรวัดทัศนคติแบบ Likert เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อประเด็นคำถามในแบบสอบถาม และเมื่อได้ข้อมูลมาแล้วสถิติที่นิยมใช้วิเคราะห์ คือ ค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง (Central Tendency) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) และฐานนิยม (Mode) และค่าการกระจายของข้อมูล (Level of Dispersion) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Inter-quartile Range) ทั้งนี้ ผู้ศึกษาควรนำเสนอผลการวิเคราะห์ โดยใช้ทั้งค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลางและค่าการกระจายของข้อมูลเพื่อป้องกันอคติในการแปลผล

แนวคิดเกี่ยวกับการมองอนาคต (Foresight) ดังกล่าวข้างต้น ถือเป็นแนวคิดที่สำคัญในการกำหนดกรอบทิศทางการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ในครั้งนี้ เพื่อเป็นการวิเคราะห์คาดการณ์ อธิบายการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และเตรียมความพร้อมรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตหรือเพื่อออกแบบอนาคตที่พึงประสงค์

โดยตรงกับวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมและแนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมดังกล่าว ศึกษาอาชีพหรือตำแหน่งงานที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น รวมทั้งอาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไปในอนาคต และสมรรถนะที่นายจ้างและสถานประกอบการต้องการจากแรงงานและสามารถนำข้อมูลดังกล่าว มากำหนดนโยบายและแนวทางสนับสนุนในการพัฒนาต่อไปในอนาคตได้

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย

2.2.1 ประวัติกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย จากข้อมูลการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของกิจการการไฟฟ้าไทยไว้ว่า กิจการไฟฟ้าในประเทศไทย มีประวัติการเกิดกิจการแบ่งเป็น 3 ยุค โดยยุคแรกเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2427 – 2511 โดยเริ่มจากการมีไฟฟ้าดวงแรกในพระที่นั่งจักรีมหาปราสาทในวันเฉลิมพระชนมพรรษาของรัชกาลที่ 5 เมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2427 และต่อมาในปี พ.ศ. 2502 การลิกไนท์ ได้ก่อสร้างโรงจักรแม่เมาะที่จังหวัดลำปาง ขนาด 6.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง โดยโรงไฟฟ้าแห่งนี้ใช้ถ่านหินลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิง และเชื่อมโยงกับตัวจังหวัดด้วยสายส่งไฟฟ้าแรงสูงขนาดแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลต์ และมีการเชื่อมสายส่งไฟไปยังจังหวัดต่าง ๆ ในภาคเหนือ ในยุคต่อมา ยุคที่ 2 ปีพ.ศ. 2512-2534 ยุคกำเนิดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยการรวมกิจการระหว่างการไฟฟ้ายันฮี การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือและลิกไนต์ พ.ศ. 2524 เป็นจุดเริ่มต้นของการส่งไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะจังหวัดลำปางมายังกรุงเทพมหานคร ต่อมาในปีพ.ศ. 2515 ได้เริ่มโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าลิกไนต์แม่เมาะจำนวน 3 หน่วย ขนาดหน่วยละ 75 เมกะวัตต์ พร้อมกับขยายเหมืองแม่เมาะเพื่อเพิ่มกำลังผลิตถ่านหิน โดยเหมืองแม่เมาะเป็นเหมืองแร่ลิกไนต์ขนาดใหญ่ กำลังการผลิต 16 ล้านตันต่อปี นับเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ เมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2528 พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราชบรมนาถบพิตร เสด็จพระราชดำเนินทรงประกอบพิธีเปิดโรงไฟฟ้าแม่เมาะอย่างเป็นทางการ ยุคที่ 3 พ.ศ. 2535 - ปัจจุบัน ยุคพลังงานไฟฟ้าสู่อนาคต เกิดโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ โรงไฟฟ้าใต้ดินแห่งแรกและแห่งเดียวของประเทศไทย กำเนิดโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในเชิงพาณิชย์ กฟผ.เริ่มดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในเชิงพาณิชย์ 2 แห่ง คือโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน กำลังผลิต 504 กิโลโวลต์ และโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี กำลังผลิต 1,000 กิโลโวลต์ ซึ่งเป็นระบบแผงหมุนตามดวงอาทิตย์ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย พ.ศ. 2551 กำเนิดกังหันลมขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย เปิดศูนย์การเรียนรู้ กฟผ. พ.ศ. 2552 กำเนิดต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำ โดยกฟผ. ได้พัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำ ที่เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจบุรี เพื่อศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนพื้นดิน พร้อมดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ต่อมาพ.ศ. 2563 ก่อตั้งทีมพัฒนาธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) พ.ศ. 2564 เริ่มต้นโครงการโซลาร์เซลล์ลอยน้ำแบบไฮบริดหรือ Hydro-Floating Solar Hybrid ซึ่งเป็นระบบผลิตไฟฟ้าผสมผสานระหว่าง ‘พลังน้ำจากเขื่อน’ และ ‘พลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์ลอยน้ำบนเขื่อน’ ช่วยแก้ไขข้อจำกัดของพลังงานหมุนเวียนที่ยังมีความไม่เสถียรให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เต็มศักยภาพและเสถียรมากที่สุดโดยในกรณีที่ปริมาณน้ำมีมากพอเขื่อนจะผลิตไฟฟ้ารองรับความต้องการหากในกรณีที่ปริมาณน้ำมีจำกัดจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าตอนกลางวันและนำพลังน้ำมาเสริมในเวลากลางคืน นอกจากนี้ยังมีโครงการนำร่องต่าง ๆ ของ กฟผ. อีกมากมาย เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ.2565 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้ากรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิรินธรเป็น

“โรงไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ลอยน้ำไฮบริดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก” พลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้า ร่วมขับเคลื่อนประเทศไทยสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

2.2.2 การผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบัน

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2562,หน้า 1) กล่าวว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นรัฐวิสาหกิจภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงพลังงาน มีหน้าที่จัดหา ผลิต ควบคุมระบบไฟฟ้าและส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายส่งไฟฟ้าของกฟผ. ทั่วประเทศไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าทุกภาคส่วน ทุกครัวเรือนอย่างเหมาะสม เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าที่ขยายตัวตามการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและสังคม มีการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าหลากหลายรูปแบบและใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ความต้องการไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ระบบไฟฟ้าของประเทศมีความมั่นคงและเชื่อถือได้ นอกจากนี้ กฟผ. ยังมีเป้าหมายในการรณรงค์ให้ประชาชนเกิดจิตสำนึกในคุณค่าของพลังงานและร่วมมือกันใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพผ่านการดำเนินงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าหรือ Demand Side Management (DSM) อีกด้วย

ระบบการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ต้องใช้โรงไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ เพื่อรองรับการผลิตจากแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน ซึ่งโรงไฟฟ้าของ กฟผ. แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน โรงไฟฟ้าดีเซล และโรงไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ จำนวนทั้งหมด 45 แห่ง ตั้งอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ กฟผ. มีกำลังผลิตรวมทั้งสิ้น 14,565.58 เมกะวัตต์ (ข้อมูล ณ กุมภาพันธ์ 2562)

1) โรงไฟฟ้าพลังความร้อน อาศัยความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไปต้มน้ำเพื่อสร้างไอน้ำแรงดันสูงมาเป็นพลังงานขับเคลื่อนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าฐานที่ใช้เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง เชื้อเพลิง : ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันเตา ตัวอย่าง : โรงไฟฟ้าบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม การนำเอาเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สและเครื่องกังหันไอน้ำ ซึ่งมีความร้อนสูง ประมาณ 500 องศาเซลเซียส ไปผ่านหม้อน้ำ (Heat Recovery Steam Generator) และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอเพื่อขับกังหันไอน้ำที่มีเพลาต่อตรงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เชื้อเพลิง : ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันเตา ตัวอย่าง : โรงไฟฟ้า บางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

3) โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน

3.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ การใช้แรงดันของน้ำจากเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ ซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่าโรงไฟฟ้าไปหมุนกังหันน้ำ ซึ่งมีเพลาต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟฟ้าตลอดเวลาที่มีการเปิดน้ำให้ไหลผ่าน เชื้อเพลิง : น้ำ ตัวอย่าง : เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนศรีนครินทร์

3.2 โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ

พลังงานแสงอาทิตย์ โดยแผ่น Solar Cell รับความร้อนแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าต่อเข้ากับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าหรือระบบส่งไฟฟ้านั้น ๆ ตัวอย่าง : โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง สถานีพลังงานแสงอาทิตย์สันกำแพง

พลังงานลม โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ท้ายใบพัด เมื่อความเร็วลมเหมาะสมส่งผ่านเพลาไปหมุนตัดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ตัวอย่าง : โรงไฟฟ้ากังหันลมลำตะคอง

พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นการนำน้ำร้อนใต้ดินมาผลิตไฟฟ้าแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งหลักการทำงานเหมือนกับโรงไฟฟ้าทั่วไปตัวอย่าง : โรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพฝาง

4) โรงไฟฟ้าดีเซล ทำงานคล้ายกับเครื่องยนต์ดีเซล อาศัยการสันดาปของน้ำมันดีเซลที่ถูกฉีดเข้าไปในกระบอกสูบของเครื่องยนต์จะมีความร้อนสูง เกิดการระเบิดดันลูกสูบเคลื่อนที่ลงไปเพลาข้อเหวี่ยงซึ่งต่อกับเพลาของเครื่องยนต์และเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เกิดการเหนี่ยวนำด้วยกระแสไฟฟ้า เชื้อเพลิง : น้ำมัน ตัวอย่าง : โรงไฟฟ้าดีเซลผาบ่อง

5) โรงไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ ทำงานโดยการสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำไปเก็บไว้ที่อ่างพักบนเขา ในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย หรือช่วงกลางคืนถึงเช้า และเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงกลางวันถึงค่ำ จะปล่อยน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า และปล่อยลงอ่างเก็บน้ำเหมือนเดิม เชื้อเพลิง : น้ำ ตัวอย่าง : โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา

โดยแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบันนี้ มาจาก 6 แหล่ง ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ 57.8% นำเข้า coal / lignite 16.2% นำเข้า 12.2% พลังงานทางเลือก (Renewable Energy) 10.4% พลังงานน้ำ 2.9% และน้ำมัน 0.5% โดยแหล่งก๊าซธรรมชาติ ประเทศไทยมีแหล่งผลิตราว 13 แห่ง กระจายอยู่ทั่วภูมิภาคซึ่งมีแหล่งใหญ่คือ แหล่งบงกช และ แหล่งเอราวัณ ทั้งสองแหล่งนี้ตั้งอยู่ในอ่าวไทย และล่าสุดมีแหล่งบงกชใต้เพิ่มเข้ามาโดยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน สำหรับแหล่งน้ำมันดิบของไทยแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ แหล่งพลังงานบนบก จะมีอยู่ที่ภาคเหนือและภาคกลาง เช่น แอ่งฝาง แอ่งพิษณุโลก เป็นต้น และแหล่งพลังงานในทะเล เช่น แอ่งจัสมิน แอ่งบานเย็น เป็นต้น ส่วนแหล่งพลังงานถ่านหิน ประเทศไทยมีแหล่งถ่านหินกระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออก ส่วนใหญ่เป็นถ่านหินลิกไนต์ ซึ่งเป็นถ่านหินคุณภาพต่ำ โดยแหล่งผลิตถ่านหินที่ใหญ่ที่สุดของไทยก็คือเหมืองถ่านหินในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก นอกเหนือจากก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ และถ่านหิน ประเทศไทยยังมีการใช้พลังงานทดแทน เช่นพลังงานน้ำจากเขื่อน หรือพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ทางภาครัฐกำลังผลักดันให้มีสัดส่วนพลังงานในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น

ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี 2563 เปิดเผยว่า ประเทศไทย มีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมทั้งประเทศอยู่ที่ประมาณ 45,595.87 เมกะวัตต์ โดยผลิตเองจาก กฟผ. 35.13% และรับซื้อจากเอกชน 64.87% ซึ่งการรับซื้อจากเอกชน มาจากประเทศลาว และมาเลเซีย 12.55% ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ (IPP) 32.78% ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก (SPP) และผู้ผลิตโรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีกำลังผลิตต่ำกว่า 100 เมกะวัตต์ (VSPPS) 20.84% โดยโรงไฟฟ้าทั่วไทยมีทั้งหมด 11 แห่ง ดังนี้

1. โรงไฟฟ้าแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง แหล่งเชื้อเพลิงถ่านหิน กำลังการผลิต 2,455 เมกะวัตต์

2. โรงไฟฟ้าลานกระบือ อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติกำลังการผลิต 150,000 กิโลวัตต์

3. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา แหล่งเชื้อเพลิงพลังงานน้ำ/พลังงานลม กำลังการผลิต 1,000 เมกะวัตต์

4. โรงไฟฟ้าน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 710,000 กิโลวัตต์

5. โรงไฟฟ้าวังน้อย อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 2,830.95 เมกะวัตต์

6. โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 1,522.2 เมกะวัตต์

7. โรงไฟฟ้าบางประกง อำเภอบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา แหล่งเชื้อเพลิง พลังน้ำมันร้อนร่วมน้ำมันเตา/ก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 3,680 เมกะวัตต์

8. โรงไฟฟ้าพระนครใต้ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 2,982 เมกะวัตต์

9. โรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 244 เมกะวัตต์

10. โรงไฟฟ้ากระบี่ อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ แหล่งเชื้อเพลิงน้ำมันเตา/ถ่านหิน กำลังการผลิต 60 เมกะวัตต์

11. โรงไฟฟ้าจะนะ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา แหล่งเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิต 700 เมกะวัตต์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทำให้เห็นได้ว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีหน้าที่หลักที่สำคัญคือ การผลิตไฟฟ้าเพื่อส่งต่อกระแสไฟฟ้า โดยมีหน้าที่ผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าในสังกัดซึ่งตั้งอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ ประกอบด้วยโรงไฟฟ้าหลายประเภท ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน โรงไฟฟ้าดีเซล และโรงไฟฟ้าอื่น ๆ การรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชน และผู้ผลิตไฟฟ้าในประเทศเพื่อนบ้าน การส่งไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าของประเทศเพื่อนบ้าน และการดำเนินธุรกิจอื่น ๆ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ และถือว่าเป็นหน่วยงานหลักในการดูแลกิจการไฟฟ้าในประเทศไทยทั้งการจัดหา ผลิต ควบคุม ระบบไฟฟ้าและส่งจ่ายพลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการการใช้ไฟฟ้าที่ขยายตัวตามการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน ดังนั้นการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) จึงต้องทราบถึงข้อมูลที่สำคัญของการผลิตไฟฟ้าหลักในประเทศไทย ว่ามีข้อมูลและสถานการณ์ในปัจจุบันอย่างไร เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงความจำเป็นต่อการใช้พลังงานทดแทนในอนาคต และเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยต่อไปได้

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานทดแทน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน กล่าวว่า พลังงานทดแทน (Alternative Energy) หมายถึง พลังงานที่ใช้ทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งจัดเป็นพลังงานหลักที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน พลังงานทดแทนที่สำคัญได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากชีวมวล สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่ง เป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตาม ธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูงในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

2. พลังงานน้ำ น้ำจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ต้องมีการกักเก็บน้ำไว้ เพื่อเป็นการสะสมกำลังโดยการก่อสร้างเขื่อนหรือฝายปิดลำน้ำที่มีระดับความสูงเป็นพลังงานศักย์ และผันน้ำเข้าท่อ ไปยังเครื่องกังหันน้ำขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ

3. พลังงานลม ลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าลมเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเอง ซึ่งในบางครั้งแรงที่เกิดจากลม

อาจทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยพังทลายต้นไม้ หักโค่นลง สิ่งของวัตถุต่าง ๆ ล้มหรือปลิวลอยไปตามลม ฯลฯ ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไปไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น

3.1 เทคโนโลยีกังหันลม กังหันลม คือ เครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้ เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานกลมาใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น การบดสีเมล็ดพืช การสูบน้ำ หรือในปัจจุบันใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า การพัฒนากังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่ ชนชาวอียิปต์โบราณและมีความต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ ทางด้านพลศาสตร์ของลมและหลัก วิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่าง ๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด

3.2 รูปแบบเทคโนโลยีกังหันลม กังหันลมสามารถแบ่งออกตาม ลักษณะการจัดวาง แกนของใบพัดได้ 2 รูปแบบ คือ

3.2.1 กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Turbine (VAWT)) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่นที่ของลมในแนวราบ

3.2.2 กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Turbine (HAWT)) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม

3.3 ส่วนประกอบของ เทคโนโลยีกังหันลม

3.3.1 กังหันลมเพื่อสูบน้ำ (Wind Turbine for Pumping) เป็นกังหันลมที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและเปลี่ยนให้เป็น พลังงานกลเพื่อใช้ในการชักหรือสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูงเพื่อใช้ในการเกษตร การทำนาเกลือ การอุปโภคและการบริโภคปัจจุบันมีใช้อยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบระหัด และแบบสูบชัก

3.3.2 กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า (Wind Turbine for Electric) เป็นกังหันลมที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและเปลี่ยนให้เป็น พลังงานกลจากนั้นนำพลังงานกลมาผลิต เป็นพลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันมีการนำมาใช้งานทั้งกังหันลมขนาดเล็ก (Small Wind Turbine) และกังหันลมขนาดใหญ่ (Large Wind Turbine)

4. พลังงานขยะ พลังงานที่ได้จากขยะ ขยะชุมชนและขยะมูลฝอยจากการอุปโภค กระบวนการผลิตหรือการดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งภายในครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันพลังงานจากขยะถือเป็นแหล่งพลังงานสะอาดและพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากสามารถนำไปผลิตเป็นพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า ก๊าซชีวภาพ และสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทดแทนพลังงานจากแหล่งฟอสซิลได้เป็นอย่างดี

5. พลังงานถ่านหินสะอาด ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอดีตจนถึงปัจจุบัน อุตสาหกรรมถ่านหินซึ่งรวมทั้งการสำรวจ การผลิตและการใช้นั้นได้มีการพัฒนากันมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่นและกลุ่มประเทศในยุโรป สำหรับภายในประเทศไทยนั้นถึงแม้จะมีปริมาณสำรองถ่านหินอยู่มากกว่า 2,000 ล้านตัน แต่ส่วนใหญ่เป็นถ่านหินที่มีชั้นคุณภาพต่ำ ตั้งแต่ลิกไนต์ (Lignite) จนถึง ซับบิทูมินัส (Sub-bituminous) ในอนาคตคาดว่าจะมีการใช้ถ่านหินเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่มีราคาถูกและมีปริมาณสำรองมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น การนำถ่านหินมาใช้ผลิตพลังงานจะต้องใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดเพื่อกำจัดสารพิษที่ปลดปล่อยออกมาในกระบวนการผลิตและการใช้ถ่านหิน

6. พลังงานไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิง ไฮโดรเจนสามารถสังเคราะห์ได้จากวัตถุดิบตามธรรมชาติหลากหลายประเภท และเมื่อเกิดการเผาไหม้ก็จะมีเพียงน้ำและออกซิเจนเท่านั้นที่เป็นผลพลอยได้ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเพลิงอื่น ๆ ที่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการทำให้

โลกร้อนขึ้น (Global warming) นอกจากนี้ ไฮโดรเจนยังให้ค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่สูงกว่าค่าพลังงานชนิดอื่น ไม่ก่อให้เกิดกลุ่มควันฝุ่นละออง และสามารถประยุกต์ใช้กับงานที่ใช้พลังงานดั้งเดิมได้ รวมทั้งยังสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าโดยป้อนเข้าเซลล์เชื้อเพลิง

7. พลังงานชีวมวล วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานชีวมวล นับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและของเสียจากชุมชน

7.1 การสันดาป (Combustion Technology) การสันดาปเป็นปฏิกิริยา การรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็วพร้อมเกิดการลุกไหม้และคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วน ๆ แต่จะใช้อากาศแทน เนื่องจากอากาศมีออกซิเจนอยู่ 21% โดยประมาณ หรือ 23% โดยน้ำหนัก

7.2 การผลิตเชื้อเพลิงเหลว (Liquification Technology)

7.3 กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification Technology) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่มีอยู่ในชีวมวลที่สำคัญกระบวนการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงแบบ Thermal Conversion โดยมีส่วนประกอบของ Producer Gas ที่สำคัญได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H2) และมีเทน (CH4)

7.4 การผลิตก๊าซโดยการหมัก (Anaerobic Digestion Technology)

7.5 การผลิตก๊าซจากชีวมวลทางเคมี ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ในที่ไม่มีอากาศหรือไม่มีออกซิเจนซึ่งเรียกว่า ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ได้ก๊าซมีเทน (CH4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เป็นหลักการผลิตไฟฟ้าโดย ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

7.6 เตาแก๊สชีวมวล เป็นเตาที่จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการหุงต้มอาหารในครัวเรือน โดยใช้เศษไม้และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง โดยมีหลักการทำงานแบบการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากชีวมวล (Gasifier) แบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier) เป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงในที่ที่จำกัดปริมาณอากาศให้เกิดความร้อนบางส่วน แล้วไปเร่งปฏิกิริยาต่อเนื่องอื่น ๆ เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิงที่สามารถติดไฟได้ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สไฮโดรเจน (H2) และแก๊สมีเทน (CH4) เป็นต้น

8. พลังงานก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพ เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน (anaerobic process) โดยที่ก๊าซชีวภาพจะมีก๊าซมีเทน (CH4) เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณ 50 – 80 % นอกนั้นเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) และมีก๊าซ H2S, N2, H2 อีก เล็กน้อย ดังนั้น จึงสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ปัจจุบันสารอินทรีย์ที่นิยมนำมาผ่านกระบวนการนี้แล้วให้ก๊าซชีวภาพ คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานเบียร์ โรงงานผลไม้กระป๋อง เป็นต้น รวมทั้งน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จากกระบวนการดังกล่าวมีค่า COD ลดลงมากกว่า 80 % และได้ก๊าซชีวภาพ 0.3 – 0.5 ลบ.ม./กิโลกรัม COD ที่ถูกกำจัด ทั้งนี้ขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำเสีย แต่ละประเภท ก๊าซมีเทนมีค่าความร้อน 39.4 เมกะจูล/ลบ.ม. สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเตาได้ 0.67 ลิตร ซึ่งเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 9.7 kWh

9. ไบโอดีเซล เป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตจากที่ผลิตจากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ เช่นปาล์ม สบู่ดำ มะพร้าว ทานตะวัน ถั่วเหลือง เมล็ดเรพ และน้ำมันพืช/น้ำมันสัตว์ที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาทำปฏิกิริยาทางเคมี "transesterification" ร่วมกับเมทานอลจนเกิดเป็นสารเอสเตอร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล เรียกว่า "ไบโอดีเซล" หรือ "B100"

10. แก๊สโซฮอล์ คือ ส่วนผสมของน้ำมันเบนซินกับเอทานอล ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ซึ่งเอทานอลสามารถผลิตได้จากพืชที่ปลูกในประเทศ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง รวมทั้งธัญพืช เช่น ข้าวฟ่าง ข้าว และข้าวโพด เป็นต้น

11. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์อาจเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่จะทำให้ประเทศไทยผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอแก่ความต้องการที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้มีเหตุผลมาจาก ข้อดีและข้อเสียของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เทียบกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ ทั้งด้านปริมาณ แหล่งเชื้อเพลิง และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าเชื้อเพลิงพลังงานนิวเคลียร์มีราคาไม่แพง สามารถผลิตพลังงานจำนวนมากมายจากปริมาณเชื้อเพลิงเพียงเล็กน้อย การพัฒนาวงจรเชื้อเพลิงพลังงานนิวเคลียร์ เพื่อให้ได้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น นั้นมีอยู่อย่างต่อเนื่อง การขนส่งเชื้อเพลิงใหม่ (ก่อนเข้าโรงไฟฟ้า) ทำได้ง่ายและสะดวก และข้อดีที่สำคัญที่สุด คือไม่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและฝนกรดที่จะก่อปัญหากับสิ่งแวดล้อมดังเช่นสิ่งอื่น ๆ โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ยังมีข้อเสียบางประการ คือในด้านราคาลงทุนเริ่มต้นสูงกว่าโรงไฟฟ้าชนิดอื่น เพราะต้องนำไปใช้ในการก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ ระบบควบคุมและการเก็บของเสียจากโรงไฟฟ้าทั้งในกรณีดำเนินการปกติและในกรณีฉุกเฉิน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมต้องมีการสมมติกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ เพื่อที่จะนำมาคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อระบบและเตรียมพร้อมบุคลากรให้สามารถรองรับสถานการณ์เหล่านั้นได้ จึงนับได้ว่าโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มีความปลอดภัยสูงสุดเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่น

12. พลังงานจากน้ำพุร้อน พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ไม่หมดสิ้นซึ่งปรากฏให้เห็นในรูปของน้ำพุร้อน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ผิวดิน แสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีความร้อนอยู่ จึงเป็นแหล่งพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า ด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม อีกทั้งยังพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้อีกด้วย โดยประเภทการใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำพุร้อน อัตราการไหลของน้ำพุร้อน และลักษณะโครงสร้างของชั้นหินที่เป็นหินกักเก็บและเป็นช่องทางการนำน้ำพุร้อนขึ้นมาสู่ผิวโลก

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยพยายามศึกษาและค้นหาพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และมีประสิทธิภาพดียิ่งกว่าพลังงานแบบเดิม ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ลดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมของโลก รวมทั้งช่วยประหยัดพลังงาน เพื่อให้มนุษย์มีทรัพยากรอย่างพอเพียงต่อความต้องการใช้ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และคำนึงถึงความจำเป็นและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ดังนั้น การพัฒนาพลังงานทดแทน จึงถือเป็นแนวทางที่น่าสนใจอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน และส่งผลให้ทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) เป็นที่น่าจับตามอง และเปิดโอกาสคนที่สนใจเข้ามาทำงานในงานดังกล่าว

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์

2.4.1 ความหมายของเซลล์แสงอาทิตย์

สัญญา ลักษณะ กรมประชาสัมพันธ์ (2564,หน้า 1) กล่าวว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐกรรมทางอิเลคทรอนิกส์ สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ ประเภทซิลิกอนมาผ่าน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตเป็นแผ่นซิลิกอนบริสุทธิ์และเมื่อแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์รังสี ของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่าโฟตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อ พิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน

ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีจุดเด่นที่สำคัญหลายประการ ดังนี้

1) ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวในขณะใช้งาน จึงทำให้ไม่มีมลภาวะทางเสียง

2) ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษจากขบวนการผลิตไฟฟ้า

3) มีการบำรุงรักษาน้อยมากและใช้งานแบบอัตโนมัติได้ง่าย

4) ประสิทธิภาพคงที่ไม่ขึ้นกับขนาด

5) สามารถผลิตเป็นแผงขนาดต่าง ๆ ได้ง่าย ทำให้สามารถผลิตได้ปริมาณมาก

6) ผลิตไฟฟ้าได้แม้มีแสงแดดอ่อนหรือมีเมฆ

7) เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้มาฟรีและมีไม่สิ้นสุด

8) ผลิตไฟฟ้าได้ทุกมุมโลกแม้บนเกาะเล็ก ๆ กลางทะเล บนยอดเขาสูงและในอวกาศ

9) ได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด

สายสุนีย์ สิทธิมงคล (2564,หน้า 9) กล่าวว่า แสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาดปราศจากมลพิษ อีกทั้งเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมด เป็นพลังงานจากธรรมชาติที่ได้เปล่าและไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านมลภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ (Co2) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ คือ การดึงแสงอาทิตย์ผ่านเซลล์แสงอาทิตย์หรือที่เรียกว่าระบบ โซลาร์เซลล์ (solar cells) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์

2.4.2 ความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์ในต่างประเทศ

สัญญา ลักษณะ กรมประชาสัมพันธ์ (2564,หน้า 2) ได้สรุปความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์ในต่างประเทศไว้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ.1954 โดย แชปปิน (Chapin) ฟูลเลอร์ (Fuller) และเพียสัน (Pearson) แห่ง Bell Telephone Laboratory ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทั้ง 3 ท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-N) แบบใหม่โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิกอนจนได้เซลล์แสงอาทิตย์อันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6% ซึ่งปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ ได้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพสูงกว่า 15% แล้ว ในระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศ ดาวเทียมหรือยานอวกาศที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรในอวกาศ ต่อมามีการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้บนพื้นโลกมากขึ้น โดยนำมาใช้อย่างกว้างขวางและขยายผลสู่ระดับอุตสาหกรรมตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 50 เป็นต้นมา ในระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์จะมีราคาแพงมาก จึงจำกัดการใช้งานอยู่เฉพาะในงานวิทยุสื่อสารและไฟฟ้าแสงสว่างขนาดเล็กในพื้นที่ห่างไกลเท่านั้น

ในช่วงปีค.ศ. 1970 ภาครัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมัน และญี่ปุ่น ได้ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตยอ์ย่างจริงจังและต่อเนื่อง เป็นผลให้ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ ลดลงเป็นลำดับจากประมาณ 4 ล้านบาทต่อกิโลวัตต์ในปัจจุบันคงเหลือประมาณหลักแสนบาทต่อกิโลวัตต์ซึ่งนับ ว่าราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ลดลงอย่างมาก ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและเป็นที่น่าเชื่อถือ การใช้สารกึ่งตัวนำแบบผลึกของซิลิกอน (Crystalline Silicon) ที่มีความบริสุทธิ์สูงและมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้าได้ประมาณ 12-17% แต่ราคาเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกของซิลิกอนก็สูง เช่นกัน เนื่องจาก Crystalline Silicon เป็นส่วนประกอบสำคัญของอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ จึงเป็นที่ต้องการของตลาดจำนวนมาก นอกจากนี้กรรมวิธีในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จาก Crystalline Silicon ที่จะต้องนำมาเลื่อยให้เป็นแผ่น (Wafer) บาง ๆ จึงทำให้เกิดการสูญเสีย ในลักษณะ

ขึ้เลื่อยไปไม่น้อยกว่าครึ่ง อย่างไรก็ตาม บริษัทผู้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์หลาย ๆ แห่ง ได้พยายามที่จะพัฒนาเพื่อลดราคาลง โดยการดึงเป็นแผ่นฟิล์ม (Ribbon) และการใช้ Silicon แบบไม่เป็นผลึก คือ Amorphous Silicon ในลักษณะฟิล์มบางเคลือบลงบนแผ่นกระจกหรือแผ่น Stainless Steel ที่งอโค้งได้ วิธีนี้จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตลงไปได้มาก แต่เนื่องจาก Amorphous Silicon มีประสิทธิภาพต่ำกว่าและจะเสื่อมสภาพอายุการใช้งานเร็วกว่าแบบ Crystalline Silicon จึงได้มีการพยายามพัฒนาสารประกอบตัวอื่น ๆ เช่น Copper Indium Diselenide (CIS) และ Cadmium Telluride (CdTe) เพื่อผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางขึ้น ซึ่งคาดว่าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าและอายุการใช้งานนานกว่า Amorphous Silicon และคาดว่าจะนำออก สู่ตลาดเซลล์แสงอาทิตย์ได้ในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า ด้วยราคาที่ถูกกว่า แบบ Crystalline Silicon ประมาณครึ่งหนึ่ง นอกจากนี้ได้มีงานพัฒนาอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า (Inverter) ให้มีราคาถูกลงอีกควบคู่ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ ๆ ในยุคแรก ๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเทาดำ ปัจจุบันมีการพัฒนาให้เซลล์แสงอาทิตย์มีสีต่าง ๆ กันไป เช่น แดง น้ำเงิน เขียว ทอง เป็นต้น

2.4.3 สถานการณ์การใช้งานโซลาร์เซลล์ของโลก

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2566) กล่าวว่า รัฐบาลหลายประเทศทั่วโลกต่างเร่งผลักดันนโยบายทางด้านโซลาร์เซลล์ ทำให้ในปัจจุบันการติดตั้งระบบการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วโลกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยกำลังการติดตั้งสะสมทั่วโลกทั้งหมด ณ สิ้นปี 2020 อยู่ที่ประมาณ 714 กิกกะวัตต์ (GW) ทั้งนี้ ประเทศ 5 อันดับแรก ที่มีกำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์มากที่สุดในโลก ในปี 2020 ได้แก่

1) จีน มีกำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์แล้วทั้งสิ้น 254,355 เมกะวัตต์ (MW) ซึ่งจีนได้มีการตั้งเป้าหมายที่จะเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์เป็น 1,200 กิกะวัตต์ (GW) ภายในปี 2030 นอกจากนี้ ยังได้มีการคาดการณ์ว่า ภายในปี 2050 การบริโภคพลังงานทดแทนในประเทศจีนจะมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 60 ของการบริโภคพลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของจีน หรือคิดเป็นร้อยละ 86 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าของจีน ทั้งนี้ จีนถือเป็นผู้นำในตลาดสินค้าโซลาร์เซลล์ของโลก โดยได้รับอุปสงค์ภายในประเทศจากการเพิ่มกำลังผลิตของพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อควบคุมปัญหาด้านมลภาวะและอุปสงค์จากต่างประเทศ ได้แก่ เทรนด์พลังงานสะอาดที่กำลังเป็นที่นิยมไปทั่วโลก

2) สหรัฐฯ มีกำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์แล้วทั้งสิ้น 75,572 เมกะวัตต์ (MW) ซึ่งสหรัฐฯ ได้ตั้งเป้าหมายที่จะลดการปล่อยคาร์บอน ร้อยละ 80 ในภาคการผลิตไฟฟ้าภายในปี 2030 และมุ่งสู่การใช้พลังงานไฟฟ้าหมุนเวียน 100% ภายในปี 2035 นอกจากนี้ The Solar Futures Study โดย Department of Energy ยังเผยว่า ในปี 2035 สหรัฐฯ จะมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ถึงร้อยละ 40 ของการผลิตไฟฟ้าในสหรัฐฯ ทั้งนี้ พลังงานแสงอาทิตย์จะมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนภาคพลังงานของสหรัฐฯ ให้เป็นพลังงานสะอาดและจะช่วยทำให้สหรัฐฯ สามารถบรรลุเป้าหมายในการลดการปล่อยคาร์บอนได้ในอนาคตอันใกล้อีกด้วย

3) ญี่ปุ่น มีกำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์แล้วทั้งสิ้น 67,000 เมกะวัตต์ (MW) โดยแหล่งพลังงานทางเลือก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ ได้รับความนิยมมากขึ้นตั้งแต่เกิดภัยพิบัตินิวเคลียร์ฟุกุชิมะในปี 2011 ทั้งนี้ กำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์ของญี่ปุ่นอาจสูงถึง 100 กิกะวัตต์ (GW) ภายในปี 2025 ขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐบาลและต้นทุนโซลาร์เซลล์

4) เยอรมนี มีกำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์แล้วทั้งสิ้น 53,783 เมกะวัตต์ (MW) โดยรัฐบาลเยอรมันได้เสนอให้เพิ่มเป้าหมายการติดตั้งโซลาร์เซลล์เป็น 100 กิกะวัตต์ (GW) ในปี 2030 และแม้ว่าเยอรมันจะเป็นประเทศที่ตั้งอยู่พื้นที่ที่มีแดดน้อย แต่ร้อยละ 50 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในประเทศมาจากแสงอาทิตย์และคาดว่าตัวเลขดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยละ 65 ภายในปี 2030

5) อินเดีย มีกำลังการติดตั้งโซลาร์เซลล์แล้วทั้งสิ้น 39,211 เมกะวัตต์ (MW) โดยอินเดียได้ตั้งเป้าหมายในการเพิ่มการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์เป็น 280 กิกะวัตต์ (GW) ภายในปี 2030-2031 อีกด้วย

2.4.4 ความเป็นมาของการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในประเทศไทย

สัญญา ลักษณะ กรมประชาสัมพันธ์ (2564,หน้า 13) ได้รวบรวมข้อมูลความเป็นมาของเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยไว้ว่า ประเทศไทยเริ่มมีการใช้งานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2519 โดยหน่วยงานกระทรวงสาธารณสุข และมูลนิธิแพทย์อาสาฯ มีจำนวนประมาณ 300 แผงแต่ละแผงมีขนาด 15/30วัตต์และนับเป็นครั้งแรกที่ได้มีนโยบายและแผนระดับชาติด้านเซลล์แสงอาทิตย์บรรจุลงในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2520-2524) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ติดตั้งใช้งานอย่างจริงจังในปลายปีของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กรมโยธาธิการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในการนำเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานในด้านแสงสว่างระบบโทรคมนาคมและเครื่องสูบน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เพื่อใช้งานในกิจการต่าง ๆ ของกฟผ. นอกจากนี้ กฟผ. ยังได้ทำการสาธิตการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ร่วมกับพลังงานชนิดอื่น ๆ เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม แล้วส่งพลังงานที่ผลิตได้เข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าภูมิภาค ปีพ.ศ. 2547 กฟผ. เริ่มดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในเชิงพาณิชย์ 2 แห่ง คือโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน กำลังผลิต 504 กิโลโวลต์ และโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี กำลังผลิต 1,000 กิโลโวลต์ ซึ่งเป็นระบบแผงหมุนตามดวงอาทิตย์ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย

ปีพ.ศ. 2552 กฟผ. ได้พัฒนาต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำที่เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี กำลังผลิต 30.24 กิโลวัตต์ เพื่อศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนพื้นดิน พร้อมดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กำลังผลิต 5 เมกะวัตต์ พ.ศ. 2564 เริ่มต้นโครงการโซลาร์เซลล์ลอยน้ำแบบไฮบริด หรือ Hydro-Floating Solar Hybrid ซึ่งเป็นระบบผลิตไฟฟ้าผสมผสานระหว่าง ‘พลังน้ำจากเขื่อน’ และ ‘พลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์ลอยน้ำบนเขื่อน’ ช่วยแก้ไขข้อจำกัดของพลังงานหมุนเวียนที่ยังมีความไม่เสถียรให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เต็มศักยภาพและเสถียรมากที่สุด โดยในกรณีที่ปริมาณน้ำมีมากพอเขื่อนจะผลิตไฟฟ้ารองรับความต้องการ หากในกรณีที่ปริมาณน้ำมีจำกัดจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าตอนกลางวันและนำพลังน้ำมาเสริมในเวลากลางคืน กฟผ.จะดำเนินการติดตั้งโซลาร์เซลล์ลอยน้ำแบบไฮบริดบนพื้นที่ผิวน้ำในเขื่อนต่าง ๆ ของ กฟผ.โดยนำร่องโครงการ 2 แห่งคือเขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี กำลังผลิต 45 เมกะวัตต์ และเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น กำลังผลิต 24 เมกะวัตต์ เมื่อดำเนินงานโครงการแล้วเสร็จตามแผนฯ จะมีปริมาณกำลังผลิตไฟฟ้ารวม 2,725 เมกะวัตต์ พ.ศ. 2565 เปิดโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิรินธร “โรงไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ลอยน้ำไฮบริดขนาดใหญ่ที่สุดในโลก” เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ.2565 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้ากรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิรินธรเป็น “โรงไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ลอยน้ำไฮบริดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก” พลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เสริมความมั่นคงระบบไฟฟ้า ร่วมขับเคลื่อนประเทศไทยสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

2.4.5 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์หรือโซลาร์ฟาร์มในประเทศไทย

จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง มีค่ารังสีรวมของแสงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ 18.0 เมกะจูลต่อตารางเมตร-วัน หรือประมาณ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร-วัน จัดอยู่ในระดับ

ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหลายประเทศ หากรัฐบาลมีมาตรการส่งเสริมให้ประชาชนที่มีบ้านเรือนอยู่อาศัยใช้เทคโนโลยีระบบเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาอาคาร และที่อยู่อาศัยก็จะสามารถผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เองและขายให้กับระบบสายส่งของการไฟฟ้าได้ซึ่งจะช่วยชะลอการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 200-300 วัตต์ได้

การดำเนินการด้านโซลาร์ฟาร์มหรือโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ได้ว่า โซลาร์ฟาร์มคือโรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) หลาย ๆ แผงมาวางเรียงต่อกันเพื่อเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ โดยโซลาร์ฟาร์มจะต่างจากโซลาร์เซลล์ที่ใช้ตามบ้านทั่วไป โดยโซลาร์ฟาร์มเป็นระบบ On-grid ผลิตเพื่อใช้งานหรือเพื่อขายไฟให้กับการไฟฟ้า ส่วนโซลาร์เซลล์ตามบ้านนั้นจะเป็นระบบ Off-grid คือเมื่อผลิตได้จะถูกเก็บในแบตเตอรี่และนำมาใช้งานเมื่อเราเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเท่านั้น

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ มี 2 แบบ ได้แก่ 1) ติดตั้งแบบยึดอยู่กับที่ (Fixed System) ติดแผงลงตำแหน่งชัดเจน เป็นการติดอยู่กับที่ การติดตั้งแบบนี้จะเป็นการเฉลี่ยข้อมูลความเข้มของแสงของแต่ละพื้นที่ เพื่อกำหนดองศาของการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้การรับแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพมากที่สุด ข้อเสียคือวิธีติดตั้งรับแสงอาทิตย์แบบนี้จะรับแสงได้ดีแค่บางช่วงเวลาเท่านั้น และช่วงเวลาที่รับแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุดคือตอนเที่ยงเท่านั้น ข้อดีคือต้นทุนในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จะต่ำกว่าและค่าบำรุงรักษาถูกกว่า 2) ติดตั้งแบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) การติดตั้งแบบนี้จะรับแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าถึง 20 % ซึ่งการทำงานนั้นจะเป็นลักษณะการหมุนแผงตามดวงอาทิตย์ โดยอาศัยโปรแกรมในการควบคุม ซึ่งตัวโปรแกรมนี้จะมีข้อมูลความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์อยู่ เพื่อกำหนดว่าแผงควรหมุนไปทางทิศใดหากต้องการรับแสงอาทิตย์ให้ได้มากที่สุด

สำหรับการทำโซลาร์ฟาร์มจำเป็นต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมากในการติดตั้งโซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้งานหรือจำหน่ายออกไป สถานที่สำหรับการติดตั้งควรจะเป็นที่โล่งแจ้งไม่มีเงามาบังแผงเซลล์ และไม่อยู่ใกล้สถานที่เกิดฝุ่น

โซลาร์ฟาร์มหรือโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งตามขนาดผู้ผลิตไฟฟ้าเป็น 3 แบบ คือ

1) ธุรกิจผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ (Independent Power Producer-IPP) ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระจะเป็นผู้ผลิตเอกชนที่ใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ ในการผลิตไฟฟ้า เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน โดยมีกำลังการผลิตค่อนข้างสูงเพื่อให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2) ธุรกิจผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก (Small Power Plant - SPP) ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กที่มีกำลังผลิตไฟฟ้าที่ขายเข้าระบบ 10-90 เมกะวัตต์

3) ธุรกิจผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กมาก (Very Small Power Plant - VSPP) ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนขนาดเล็กมาก ที่มีกำลังผลิตไฟฟ้าที่ขายเข้าระบบต่ำกว่า 10 เมกะวัตต์ เช่นผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2566) ได้เปิดเผยข้อมูลแผนที่แสดงที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย และจำแนกข้อมูลตามภาค 4 ภาค ดังนี้

1) ภาคเหนือ ในพื้นที่ 13 จังหวัด มีจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 57 แห่ง กำลังการผลิตรวม 512.79 เมกะวัตต์ (MW)

ตารางที่ 1 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคเหนือ

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคเหนือ Solar Power Plants Northern			
ลำดับ	**จังหวัด**	**จำนวนโรงไฟฟ้า**	**กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)**
1	กำแพงเพชร	5	37.00
2	เชียงราย	1	8.00
3	เชียงใหม่	4	7.88
4	ตาก	4	27.20
5	นครสวรรค์	7	121.63
6	พิษณุโลก	1	90.00
7	พิจิตร	8	50.25
8	เพชรบูรณ์	9	36.92
9	แพร่	2	13.00
10	แม่ฮ่องสอน	4	3.84
11	ลำปาง	6	100.08
12	ลำพูน	5	8.99
13	สุโขทัย	1	8.00
กำลังการผลิตรวม		**57**	**512.79**

ที่มา : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457

2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในพื้นที่ 17 จังหวัด มีจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 111 แห่ง กำลังการผลิตรวม 399.94 เมกะวัตต์ (MW)

ตารางที่ 2 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Solar Power Plants Northeastern			
ลำดับ	**จังหวัด**	**จำนวนโรงไฟฟ้า**	**กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)**
1	กาฬสินธุ์	3	2.90
2	ขอนแก่น	19	67.83
3	ชัยภูมิ	11	34.5
4	นครพนม	3	17.64
5	นครราชสีมา	22	93.06
6	บึงกาฬ	4	9.08
7	บุรีรัมย์	9	50.64
8	มหาสารคาม	3	2.86
9	ร้อยเอ็ด	2	14.00

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Solar Power Plants Northeastern(ต่อ)			
10	เลย	2	11.76
11	ศรีสะเกษ	2	10.99
12	สกลนคร	4	12.96
13	สุรินทร์	4	20.64
14	หนองคาย	4	3.00
15	หนองบัวลำภู	1	4.00
16	อุดรธานี	12	20.10
17	อุบลราชธานี	6	23.98
กำลังการผลิตรวม		**111**	**399.94**

ที่มา : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457

3) ภาคกลาง ในพื้นที่ 26 จังหวัด มีจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 368 แห่ง กำลังการผลิตรวม 1,685.63 เมกะวัตต์ (MW)

ตารางที่ 3 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคกลาง

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคกลาง Solar Power Plants Central			
ลำดับ	**จังหวัด**	**จำนวนโรงไฟฟ้า**	**กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)**
1	กรุงเทพมหานคร	30	8.16
2	กาญจนบุรี	17	109.89
3	จันทบุรี	4	10.80
4	ฉะเชิงเทรา	5	13.14
5	ชลบุรี	10	38.00
6	ชัยนาท	2	14.50
7	ตราด	1	5.00
8	นครนายก	2	8.03
9	นครปฐม	22	166.65
10	นนทบุรี	6	0.05
11	ปทุมธานี	12	19.87
12	ประจวบคีรีขันธ์	20	78.49
13	ปราจีนบุรี	16	75.31
14	พระนครศรีอยุธยา	21	124.75
15	เพชรบุรี	46	206.13
16	ระยอง	2	7.50
17	ราชบุรี	9	27.76
18	ลพบุรี	25	210.51
19	สมุทรปราการ	5	0.08
20	สมุทรสงคราม	2	9.00
21	สมุทรสาคร	12	67.00

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคกลาง Solar Power Plants Central (ต่อ)			
22	สระแก้ว	52	287.67
23	สระบุรี	30	110.64
24	สิงห์บุรี	1	1
25	สุพรรณบุรี	12	72.50
26	อ่างทอง	4	13.20
กำลังการผลิตรวม		**368**	**1,685.63**

ที่มา : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457

4) ภาคใต้ ในพื้นที่ 6 จังหวัด มีจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 15 แห่ง กำลังการผลิตรวม 40.88 เมกะวัตต์ (MW)

ตารางที่ 4 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคใต้

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคใต้ Solar Power Plants Northeastern			
ลำดับ	**จังหวัด**	**จำนวนโรงไฟฟ้า**	**กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)**
1	กระบี่	4	14.66
2	ตรัง	2	5.01
3	นครศรีธรรมราช	1	1.20
4	ชุมพร	1	5.00
5	สงขลา	5	5.01
6	สุราษฎร์ธานี	2	10.00
กำลังการผลิตรวม		**15**	**40.88**

ที่มา : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457

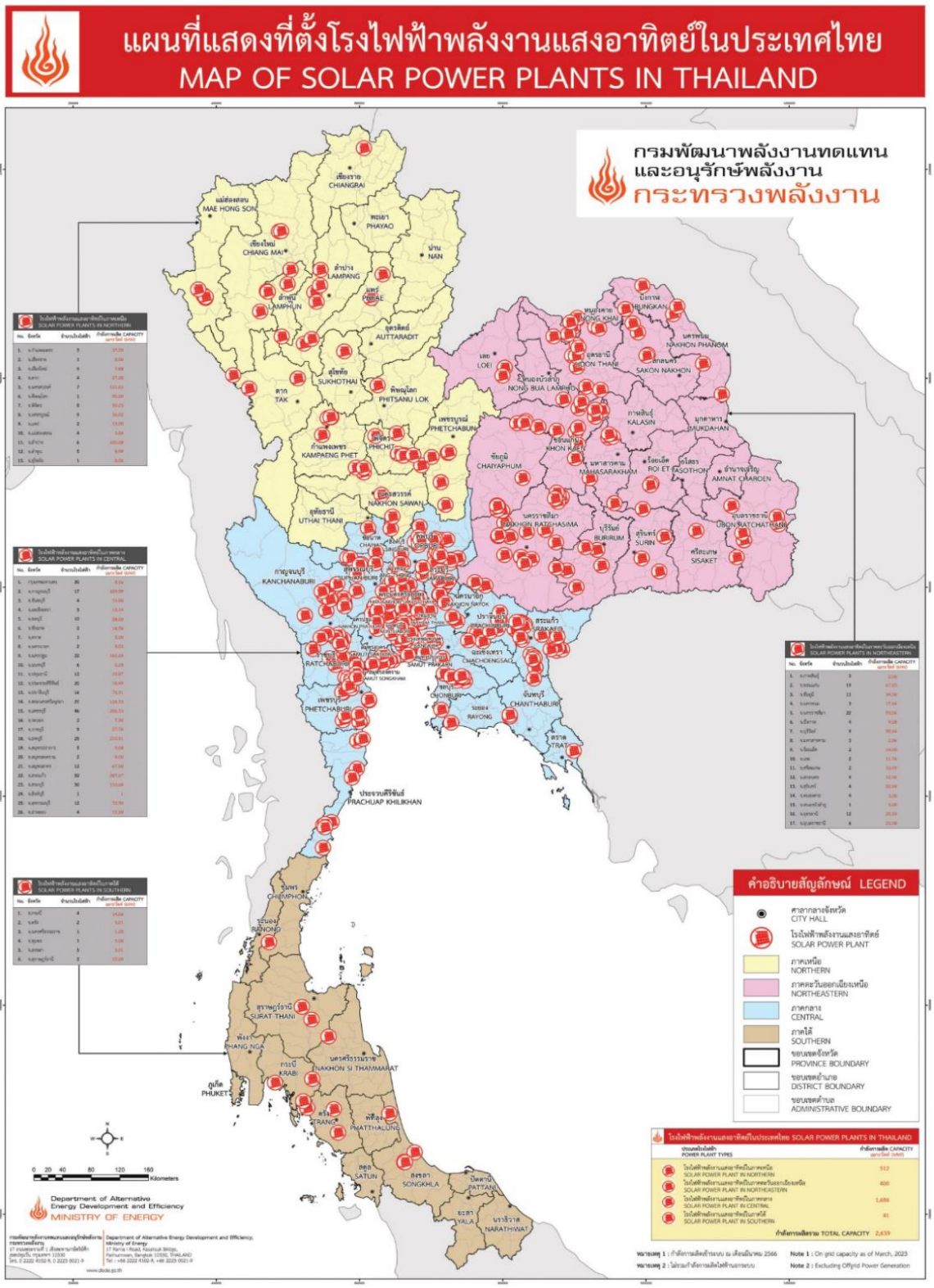
โดยสรุป รวม 4 ภาคของประเทศไทย ในพื้นที่ 62 จังหวัด มีจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 551 แห่ง กำลังการผลิตรวม 2,639.24 เมกะวัตต์ (MW)

ตารางที่ 5 สรุปรวมโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ภาค	จำนวนจังหวัด	จำนวนโรงไฟฟ้า	กำลังการผลิต(เมกะวัตต์)
1. เหนือ	13	57	512.79
2. ตะวันออกเฉียงเหนือ	17	111	399.94
3. กลาง	26	368	1,685.63
4. ใต้	6	15	40.88
รวม	**62**	**551**	**2,639.24**

ที่มา : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457

ภาพที่ 8 แผนที่แสดงที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2566)



ที่มา : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457

2.4.6 สถานการณ์การใช้งานโซลาร์เซลล์ในประเทศไทย

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2566) กล่าวว่า สำหรับประเทศไทยนั้น พบว่าในปี 2020 ที่ผ่านมา กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน มีปริมาณรวม 12,005 เมกะวัตต์ (MW) เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 1.3 โดยเป็นกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 2,979.4 เมกะวัตต์ (MW) หรือคิดเป็นร้อยละ 24.88

1) ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ของไทย ปัจจุบัน ประเทศไทยมีผู้ประกอบการที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับโซลาร์เซลล์ จำนวน 36 ราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กิจการการผลิตโซลาร์เซลล์ จำนวน 22 ราย ซึ่งเป็นการลงทุนจาก 1) ผู้ประกอบการชาวต่างชาติ จำนวน 10 ราย (ร้อยละ 45) โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการสัญชาติจีนที่ลงทุนในกิจการขนาดเล็กและขนาดใหญ่ 2) ผู้ประกอบการสัญชาติไทย จำนวน 8 ราย (ร้อยละ 37) และ 3) ผู้ประกอบการที่มีการร่วมทุนระหว่างผู้ประกอบการสัญชาติไทยและผู้ประกอบการชาวต่างชาติ จำนวน 4 ราย (ร้อยละ 18)

1.2 กิจการการประกอบโซลาร์เซลล์ จำนวน 14 ราย ซึ่งเป็นการลงทุนจาก 1) ผู้ประกอบการสัญชาติไทย จำนวน 10 ราย (ร้อยละ 72) โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการที่ลงทุนในกิจการขนาดเล็ก 2) ผู้ประกอบการชาวต่างชาติ จำนวน 3 ราย (ร้อยละ 21) และ 3) ผู้ประกอบการที่มีการร่วมทุนระหว่างผู้ประกอบการสัญชาติไทยและผู้ประกอบการชาวต่างชาติ จำนวน 1 ราย (ร้อยละ 7)

2) มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเซลล์แสงอาทิตย์ โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ผลิตภัณฑ์เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาร์เซลล์และส่วนประกอบจำเป็นต้องมีมาตรฐานเพื่อควบคุมประสิทธิภาพและความปลอดภัยด้านการใช้งาน โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งอุปกรณ์และส่วนประกอบทั้งภายในและภายนอกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องผ่านการทดสอบด้านความปลอดภัยพื้นฐานและการทดสอบเพิ่มเติมที่เป็นฟังก์ชั่นการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ทั้งนี้ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์หรือสินค้าโซลาร์เซลล์และส่วนประกอบที่ทาง สมอ. ได้มีการกำหนดให้มีการใช้งานในไทยนั้น มีทั้งมาตรฐานทั่วไป มาตรฐานอุตสาหกรรมเอสและมาตรฐานสากล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) มาตรฐานทั่วไป ตัวอย่างเช่น มอก. 2210-2555 (มอก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภาคพื้นดินชนิดฟิล์มบาง-คุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ) มอก. 2606-2557 (มอก.ระบบเซลล์แสงอาทิตย์–ลักษณะของการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า) มอก.2607-2563 (มอก. อินเวอร์เตอร์ที่ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า ขั้นตอนการทดสอบระบบป้องกันการจ่ายไฟฟ้าขณะไฟฟ้าดับ) เป็นต้น

ข) มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก.S) สมอ. ได้กำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสได้แก่ มอก. เอส 176-2564 สำหรับการให้บริการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมาตรฐานฉบับนี้จะเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบการจัดการคุณภาพการบริการเพื่อใช้ในการรับรองผู้ประกอบการและยกระดับการบริการให้มีคุณภาพที่ดี

ค) มาตรฐานสากล ปัจจุบันหน่วยงานด้านมาตรฐานสากลอย่าง International Electro Committee (IEC) ได้มีการออกมาตรฐานเกี่ยวกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และส่วนประกอบ เพื่อใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและประเมินผลทางด้านความปลอดภัยของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมาตรฐานโซลาร์เซลล์ของ IEC ที่ทางสมอ. ได้นำมาปรับเป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมของไทย (มอก.) เช่น 1) IEC 61515 Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules-Design Qualifcation and

Type Approval หรือ มอก.1843 2) IEC 61646 Thin-Film Terrestrial Photovoltaic (PV)Modules Design Qualification and Type Approval หรือ มอก. 2210 และ 3) การทดสอบมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า : ระบบจ่ายแรงดันไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ตามมาตรฐาน IEC 60364-7-712 เป็นต้น

2.4.7 มาตรการกีดกันทางการค้าของต่างประเทศที่ไทยควรระวัง

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2566) กล่าวว่า นอกจากด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์และส่วนประกอบในไทยจะต้องปฏิบัติตามแล้ว ผู้ประกอบการก็อาจจะต้องให้ความสำคัญกับประเด็นมาตรการกีดกันทางการค้าด้วยเพื่อไม่ให้เสียเปรียบทางด้านการแข่งขัน

1) อินเดีย กระทรวงพลังงานใหม่และพลังงานทดแทนของอินเดีย (Ministry of New and Renewable Energy: MNRE) เปิดเผยว่า กระทรวงการคลังได้เห็นชอบกับข้อเสนอในการจัดเก็บภาษีศุลกากรเบื้องต้น (Basic Customs Duty: BCD) ในอัตราร้อยละ 25 และร้อยละ 40 สำหรับการนำเข้าโซลาร์เซลล์และแผงโซลาร์ตามลำดับ ในปี 2022 ซึ่งในปัจจุบัน อินเดียยังไม่ได้มีการจัดเก็บภาษีศุลกากรขาเข้าสำหรับสินค้าดังกล่าว แต่มีมาตรการปกป้องเพื่อคุ้มครองอุตสาหกรรมท้องถิ่นโดยการเก็บภาษีนำเข้าโซลาร์เซลล์และแผงโซลาร์ ร้อยละ 15 จากจีน มาเลเซีย และประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งมาตรการดังกล่าวได้หมดอายุลงแล้วในเดือนกรกฎาคม ปี 2021 ที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอินเดียจะจัดเก็บภาษีศุลกากรตามกำหนดในเดือนเมษายน ปี 2022 แต่ไทยก็ยังคงสามารถส่งออกสินค้าโซลาร์เซลล์ไปอินเดียโดยใช้สิทธิประโยชน์ทางด้านภาษีภายใต้ความตกลงการค้าเสรีอาเซียน-อินเดีย (AIFTA) ได้ โดยมีอัตราภาษีเป็น 0 เรียบร้อยแล้ว

2) สหรัฐฯ ได้ใช้มาตรการปกป้องในรูปแบบโควตาภาษี (TRQ) กับสินค้าเซลล์แสงอาทิตย์ (Crystalline Silicon Photovoltaic Cells and Modules: CSPV) หรือโซลาร์เซลล์ และชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีส่วนประกอบของโซลาร์เซลล์ โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2018 - 6 กุมภาพันธ์ 2022 (ระยะเวลา 4 ปี) ซึ่งครอบคลุมรายการสินค้า 4 พิกัด (HS 8 หลัก) ได้แก่ HS 85414060 HS 85013180 HS 85016100 และ HS 85072080 ต่อมาสหรัฐฯ ได้ปรับมาตรการแรงขึ้นจากเดิมที่เคยยกเว้นการเก็บภาษีเซฟการ์ดสินค้าแผงโซลาร์เซลล์ชนิดที่รับแสงได้ 2 ด้านก็เปลี่ยนมาเก็บภาษี โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 25 ตุลาคม 2020 ซึ่งสินค้านี้อยู่ภายใต้พิกัด 85414060 และเพิ่มอัตราภาษีเซฟการ์ดเฉพาะสินค้าโซลาร์เซลล์ พิกัด 85414060 ในปีที่ 4 เป็นร้อยละ 18 (จากเดิมร้อยละ 15) มีผลบังคับใช้ 7 กุมภาพันธ์ 2021 - 6 กุมภาพันธ์ 2022 มาตรการเซฟการ์ดที่บังคับใช้อยู่นี้จะสิ้นสุดในวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2022 นี้ จึงต้องติดตามต่อไปว่าสหรัฐฯ จะต่ออายุมาตรการหรือออกมาตรการใหม่หรือไม่

2.4.8 นโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ของประเทศไทย

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2566) กล่าวว่า สำหรับประเทศไทยนั้น ได้ให้ความสำคัญกับการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์เช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ โดยภาครัฐได้ออกนโยบาย เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ของไทย ทั้งทางด้านการผลิตและการใช้งาน ตัวอย่างนโยบาย อาทิ

1) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561–2580 (AEDP2018) โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ได้ให้ความสำคัญในการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากวัตถุดิบพลังงานทางเลือกที่มีอยู่ภายในประเทศ การพัฒนาศักยภาพการผลิตและการใช้พลังงานทางเลือกด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยมีเป้าหมาย คือ เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อนและเชื้อเพลิงชีวภาพต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่ร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2580 (2037) ทั้งนี้ เป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในรูปของพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2580 (2037) ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ 12,139 เมกะวัตต์ (MW) และพลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำ 2,725 เมกะวัตต์ (MW)

2) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2580 (PDP2018 Revision1) โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

สำหรับแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2580 (PDP2018 Revision1) ซึ่งเป็นแผนหลักในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศนั้น ได้ให้ความสำคัญกับความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในรายภูมิภาคที่ครอบคลุมตั้งแต่ระบบผลิตไฟฟ้า ระบบส่งไฟฟ้า ไปจนถึงระบบจำหน่ายไฟฟ้า และผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้งานไฟฟ้าตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยหนึ่งในเป้าหมายหลักของการจัดทำแผน PDP2018 Revision1 คือ การผลิตและการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียนตามนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ซึ่งประกอบด้วย ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำและโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กของ กฟผ. รวมถึงพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ โดยจะมีการรับซื้อเป็นรายปีและรับซื้อในราคาไม่เกินราคาขายส่งเฉลี่ย (Grid Parity) เพื่อรักษาระดับราคาไฟฟ้าขายปลีกไม่ให้สูงขึ้น ทั้งนี้ เป้าหมายกำลังการผลิตไฟฟ้าใหม่ในช่วงปี พ.ศ. 2561-2580 ตามแผน PDP2018 Revision1 นั้น ระบุว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนได้ทั้งสิ้น 18,833 เมกะวัตต์ (MW) ในขณะที่กำลังการผลิตไฟฟ้าใหม่ในช่วงปี พ.ศ. 2561-2568 นั้น พบว่า ไทยจะสามารถผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนได้ 3,185 เมกะวัตต์ (MW)

3) การขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2564 โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ได้มีมาตรการการส่งเสริมการลงทุนสำหรับผู้ประกอบการที่ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และผู้ประกอบการที่นำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1) ผู้ประกอบการที่ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับกิจการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และวัตถุดิบสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์นั้น (กิจการประเภท 5.4.2) จะได้รับการส่งเสริมการลงทุนหากการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์มีกรรมวิธีการผลิตและ Energy Yield ตามที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบ โดยจะได้รับสิทธิประโยชน์ A2 คือ ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี ยกเว้นอากรนำเข้าเครื่องจักร ยกเว้นอากรของนำเข้าเพื่อวิจัย ยกเว้นอากรวัตถุดิบผลิตเพื่อส่งออก รวมถึงสิทธิประโยชน์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาษี ได้แก่ การถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน การนำเข้าช่างฝีมือและผู้ชำนาญการ วีซ่าและใบอนุญาตทำงาน การนำเข้าคนต่างด้าวเพื่อศึกษาลู่ทางการลงทุน และการส่งออกเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น และหากผู้ประกอบการอยู่ในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ก็จะได้รับการส่งเสริมสิทธิประโยชน์ทางภาษีจาก BOI เพิ่มเติม คือ ได้ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่ม 50% อีก 3 ปี (กรณีที่มีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์) และได้ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่ม 50% อีก 2 ปี ในกรณีที่ลงทุนในพื้นที่เฉพาะใน EEC

3.2) ผู้ประกอบการที่นำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งาน เช่น การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาโรงงาน เป็นต้น สามารถขอส่งเสริมได้ตามมาตรการย่อย เรื่อง การลงทุนด้านการประหยัดพลังงาน การลงทุนเพื่อใช้พลังงานทดแทน หรือการลงทุนเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมาตรการดังกล่าวครอบคลุมกรณีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสัดส่วนที่กำหนด ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรไปสู่เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อลดการใช้พลังงาน ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อให้เกิดการนำพลังงานทดแทนมาใช้ และปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยได้รับสิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 3 ปี วงเงิน 50% ของเงินลงทุนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ รวมถึงยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร

นอกจากนโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์แล้ว ภาครัฐยังออกนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์หรือแผงโซลาร์เซลล์ด้วย โดยแผงโซลาร์เซลล์และส่วนประกอบ

นั้นมีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 20 ปี และการใช้งานโซลาร์เซลล์ที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในปัจจุบันอาจนำไปสู่ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-Waste) ที่เพิ่มสูงขึ้นได้ในอนาคต จึงต้องมีกระบวนการจัดการขยะและการรีไซเคิลที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างในสหภาพยุโรปนั้น แผงโซลาร์เซลล์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วจะถือเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-Waste) และต้องจัดการตามกฎหมายการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้า (Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive)

สำหรับการดำเนินงานของประเทศไทยนั้น พบว่า กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีร่างพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) การจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งภายใต้ร่างกฎหมายดังกล่าวได้ให้ความสำคัญกับการจัดเก็บ รวบรวม คัดแยก ถอดชิ้นส่วน และกำจัดซากผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ตัวอย่างมาตรา เช่น

มาตรา 29 ห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งหรือทำลายซากผลิตภัณฑ์ในที่สาธารณะที่รกร้างว่างเปล่าหรือทิ้งปนอยู่กับสิ่งปฏิกูลและมูลฝอยโดยต้องนำไปคืนที่ศูนย์รับคืนซากผลิตภัณฑ์

มาตรา 32 การจัดตั้งศูนย์รับคืนซากผลิตภัณฑ์ให้ดำเนินการโดยราชการส่วนท้องถิ่น เอกชน ผู้ผลิต หรือผู้ผลิตร่วมกับผู้ผลิตรายอื่น หรือผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ส่วนกรมโรงงานอุตสาหกรรมและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยนั้น ได้ศึกษาแนวทางบริหารจัดการซากแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ โดยผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ในปัจจุบันการบริหารจัดการขยะจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยยังใช้วิธีการคัดแยกขยะแล้วนำไปย่อยสลายเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนเข้าตามกระบวนการและนำทิ้งในหลุมฝังกลบตามกฎหมาย ดังนั้น การส่งเสริมให้มีการจัดตั้งโรงงานรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่จะป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนให้เกิดการบริหารทรัพยากรในประเทศตามแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

ในขณะที่กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (กพร.) กระทรวงอุตสาหกรรมนั้นได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิลซากแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างครบวงจร โดยเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแต่งแร่และโลหการที่มีความเชี่ยวชาญซึ่งสามารถรีไซเคิลส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่ เศษกระจกโลหะผสม ซิลิคอน เงินบริสุทธิ์ ทองแดงบริสุทธิ์ อะลูมิเนียม และผงเงิน ให้สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมได้ซึ่งถือเป็นความสำเร็จครั้งแรกของประเทศไทย

ภาครัฐไทยได้เตรียมการเพื่อรับมือกับซากเซลล์แสงอาทิตย์บ้างแล้ว ทั้งนี้ ภาครัฐควรเร่งผลักดันให้กฎหมายการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และแผนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีผลบังคับใช้อย่างเร่งด่วนเพื่อรับมือกับซากเซลล์แสงอาทิตย์ที่จะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมหาศาลในอนาคต

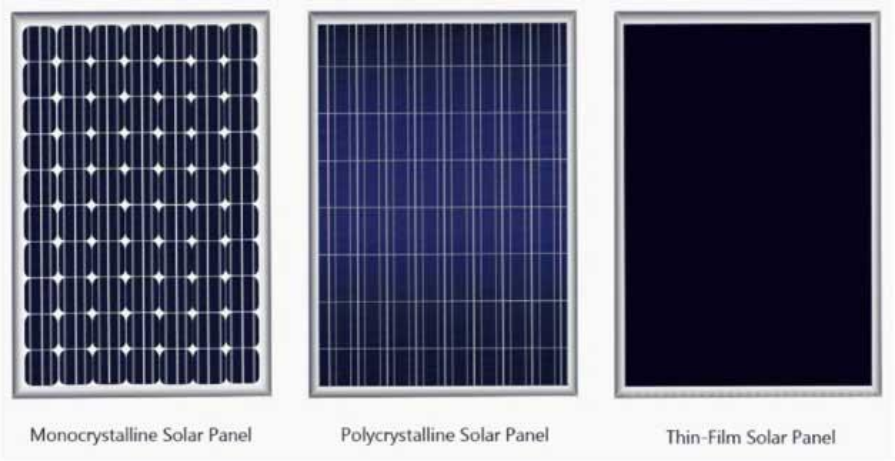
2.4.9 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2566) กล่าวว่า สำหรับเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์หรือแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันนั้น ร้อยละ 90 ทำจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอน (Silicon) โดยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดและได้รับความนิยมจากผู้ใช้งาน 3 ประเภทหลัก ๆ มีดังนี้

1) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง ด้วยการนำซิลิคอนไปผ่านกระบวนการทำให้เป็นก้อนและนำไปหลอมละลายเพื่อให้ออกมาเป็นแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่หรือเป็นแท่งทรงกระบอก หลังจากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยม (เวเฟอร์) พร้อมทั้งลบมุมทั้งสี่ออกเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดโมโน

คริสตัลไลน์เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดและมีราคาสูงสุดเมื่อเทียบกับราคาแผงโซลาร์เซลล์ชนิดอื่น

ภาพที่ 9 ประเภทต่าง ๆ ของแผงโซลาร์เซลล์



ที่มา : https://shorturl.asia/c0u6v

2) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปจะเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline: p-Si) หรือมัลติคริสตัลไลน์ (Multi-crystalline: mc-Si) โดยนำไปหลอมละลาย เทลงในโมลด์หรือแม่แบบที่เป็นสี่เหลี่ยมและเมื่อซิลิคอนเย็นตัวลงแล้ว จึงจะนำมาตัดเป็นแผ่นบาง ๆ ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและไม่มีการตัดมุม ทั้งนี้ แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์เป็นชนิดที่มีขั้นตอนกระบวนการในการผลิตที่ไม่ซับซ้อนและมีการใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์

3) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) มีกระบวนการการผลิตที่ แตกต่างจากแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์และชนิดโพลีคริสตัลไลน์อย่างสิ้นเชิง โดยการผลิตโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางนั้น จะนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงให้เป็นกระแสไฟฟ้าได้มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบาง ๆ ซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น ซึ่งสารที่นำมาฉาบก็มีหลายชนิดและมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดวัสดุที่นำมาใช้ เช่น Amorphous silicon (a-Si), Cadmium telluride (CdTe), Copper indium gallium selenide (CIS/CIGS) และOrganic photovoltaic cells (OPC) เป็นต้น ทั้งนี้ แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางเป็นแผงโซลาร์เซลล์ที่สามารถผลิตได้ง่ายและมีราคาถูกกว่าชนิดอื่น แต่อย่างไรก็ตามแผงโซลาร์เซลล์ชนิดดังกล่าวกลับเป็นชนิดที่มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้น้อยที่สุด

2.4.10 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

สัญญา ลักษณะ กรมประชาสัมพันธ์ (2564, หน้า 7) ได้สรุปการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ว่า เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกันพลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเลคตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำจึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าไปใช้งานได้ทันที

2.4.11 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

สัญญา ลักษณะ กรมประชาสัมพันธ์ (2564, หน้า 9) ได้สรุปข้อมูลการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ว่า การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1) การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้าอุปกรณ์

ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

2) การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรงใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึงอุปกรณ์ระบบที่สำคัญ ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

3) การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ

2.4.12 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

สัญญา ลักษณะ กรมประชาสัมพันธ์ (2564, หน้า 11) ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ ต่างกันและมีความสำคัญในการนำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

1) ความเข้มของแสงกระแสไฟฟ้า (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่า เมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลท์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ1,000 W ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่า เท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 mW ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 750 W ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น จะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

2) อุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะไม่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้า (Current) ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 ºC เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V oc) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 ºC ก็จะหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 ºC จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 ºC เช่น อุณหภูมิ30 ºC จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5% (0.5% X 5 ºC) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V oc จะลดลง 0.525 V (21 V X 2.5%) เหลือเพียง 20.475 V (21 V–0.525 V) สรุปได้ว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

3) การปรับทิศทางในการรับแสง ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ (Insolation) ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในรอบปี (Annual insolation) จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ มุมเอียงของแผงและทิศทางที่เบี่ยงเบนจากทิศใต้ ดังนั้นในการการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยควรหันไปทางทิศใต้ทำมุมเอียง 10-45 องศากับแนวนอน และควรห่างจากพื้นราบ หรือพื้นหลังคาไม่น้อย 10 เซนติเมตร เพื่อช่วยระบายความร้อน รวมถึงยืดระยะเวลาการใช้งาน และเป็นการป้องกันการลัดวงจรอันเนื่องมาจากความร้อน

4) ประสิทธิภาพของระบบ (Electrical conversion efficiency) ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์อุปกรณ์ต่อเชื่อมและเครื่องแปลงกระแส ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่า รัฐบาลหลายประเทศทั่วโลกต่างเร่งผลักดันนโยบายทางด้านโซลาร์เซลล์ ทำให้ในปัจจุบันการติดตั้งระบบการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วโลกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งโซลาร์เซลล์นั้นสามารถเปลี่ยนพลังงานธรรมชาติอย่างพลังงานแสงอาทิตย์ให้มาอยู่ในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้าได้ โดยที่สามารถนำพลังงานไฟฟ้านั้นมาใช้งานได้ทันทีหรือเก็บสะสมไว้ในรูปแบบแบตเตอรี่เพื่อใช้ภายหลังก็ได้เช่นกัน ผู้ประกอบการจึงหันมาติดตั้งโซลาร์เซลล์โรงงาน และสถานประกอบการกันมากขึ้น เพราะตอบโจทย์เรื่องความสะดวกสบายต่อการใช้งาน รวมถึงการประหยัดพลังงานและไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่อาจเกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้า สามารถพัฒนาใช้งานระบบโซลาร์เซลล์ได้อย่างยั่งยืน เพราะรับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งเป็นพลังงานแสงที่ไม่มีวันหมด สำหรับประเทศไทยนั้นได้ให้ความสำคัญกับการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์เช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ โดยภาครัฐได้ออกนโยบายเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ของไทย ทั้งทางด้านการผลิตและการใช้งาน โดยมีการกำหนดในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561-2580 (PDP2018 Revision1) นอกจากนี้ ภาครัฐยังออกนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์หรือแผงโซลาร์เซลล์เพื่อรองรับกับปัญหาดังกล่าว ซึ่งถือได้ว่าประเทศไทยกำลังให้ความสนใจกับพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) มากขึ้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมดังกล่าว ศึกษาอาชีพหรือตำแหน่งงานที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น รวมทั้งอาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไปในอนาคต และสมรรถนะที่นายจ้างและสถานประกอบการต้องการจากแรงงานในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน และสามารถนำข้อมูลดังกล่าว มากำหนดนโยบายและแนวทางสนับสนุนในการพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะกรรมาธิการพลังงาน วุฒิสภา (2557) ได้ศึกษา ประเมินความคุ้มค่าการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าบนหลังคาอาคารและที่อยู่อาศัย ผลการศึกษา มีดังนี้

1. ประโยชน์ของการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าบนหลังคาอาคารและที่อยู่อาศัย

1.1 ช่วยลดการสูญเสียไฟฟ้า (Loss) ในระบบจำหน่าย เนื่องจากเป็นการใช้ไฟฟ้าในจุดที่ผลิตไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องส่งกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไปให้ผู้ที่อยู่ไกลออกไป

1.2 ลดการลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งเสริมให้เกิดการลงทุนอุตสาหกรรมการผลิตต่อเนื่อง ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า

1.3 เกิดการสร้างงานในภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการที่เกี่ยวข้อง

1.4) สร้างให้เกิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนในประเทศ จากการลงทุนในอุตสาหกรรมการติดตั้งใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ การซ่อมแซมและบำรุงรักษาระบบ

1.5) ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลผลิตไฟฟ้า

1.6) ช่วยลดภาระของภาครัฐในการลงทุนการผลิตไฟฟ้า

2) ปัญหาและอุปสรรค

2.1) นโยบายการสนับสนุนพลังงานทดแทนของรัฐไม่นิ่ง และมีการปรับเปลี่ยนบ่อยทำให้นักลงทุนขาดความเชื่อมั่น

2.2) หลังจาก กพช. มีมติให้ยกเลิกการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2553 ภาครัฐยังไม่มีนโยบายที่ชัดเจนในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และยังไม่มีการนำเสนอรูปแบบส่งเสริมการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบ Solar Roof ให้ กพช. พิจารณา

2.3) ภาคเอกชนต้องการให้แก้ไขกฎหมายโรงงานอุตสาหกรรม (รง.4) เพื่อการผลิตไฟฟ้าแบบ Solar Roof ไม่ต้องมีการขอใบอนุญาตประกอบการโรงงาน

2.4) การส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ยังขาดมาตรการสนับสนุนอุตสาหกรรมในประเทศที่เกี่ยวข้อง เช่น การกำหนดให้ใช้วัตถุดิบภายในประเทศในสัดส่วนที่สูง (Local contents)

2.5) ขั้นตอนการขออนุญาตขายไฟฟ้าในปัจจุบันยุ่งยาก ซับซ้อน และใช้เวลานาน โดยจะต้องใช้เวลาตามขั้นตอนปกติ ตั้งแต่ 255 - 435 วัน

2.6) ขาดการประชาสัมพันธ์ให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของนโยบายของรัฐ

2.7) ขาดการบูรณาการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับทั้งการกำกับ ดูแล การให้อนุญาตต่าง ๆ และการควบคุม ติดตามการดำเนินงานออกใบอนุญาตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.8) ขาดการนำเสนอเทคโนโลยีหรือการบริหารจัดการมาใช้ในระบบการจ่ายเงินค่ารับซื้อไฟฟ้าและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ให้กระทรวงพลังงานกำหนดให้มีสัดส่วนเป้าหมายปริมาณการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนอาคารและที่อยู่อาศัยเข้าไปในแผนพัฒนาพลังงานแห่งชาติให้ชัดเจนและกำหนดราคาการรับซื้อไฟฟ้าในอัตราที่เหมาะสม โดยเน้นให้เกิดการติดตั้งระบบโดยภาคประชาชนและชุมชนมากขึ้น และนโยบายไม่ควรปรับเปลี่ยนบ่อยหรือหากมีการปรับเปลี่ยนควรมีการสื่อสารกับผู้มีส่วนเสียล่วงหน้าเพื่อให้มีการปรับตัวได้

2) ให้กระทรวงพลังงานพิจารณากำหนดราคาในการรับซื้อไฟฟ้าแบบ feed-in tariff สำหรับการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคาอาคารและที่อยู่อาศัยในราคาที่เหมาะสมและมีแรงจูงใจ สอดคล้องกับเทคโนโลยีและต้นทุนการติดตั้ง โดยควรมีกำหนดแนวโน้มและเงื่อนไขการปรับปรุงราคาล่วงหน้า

3) ให้กระทรวงแรงงานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งรัดปรับปรุงแก้ไขกฎหมาย ระเบียบ และขั้นตอนการพิจารณารับซื้อไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารและบ้านที่อยู่อาศัยให้มีขั้นตอนที่ง่าย กระชับ รวดเร็ว และมีกำหนดเวลาการพิจารณาอนุญาตในแต่ละขั้นตอนที่ชัดเจนและเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ณัฐนภัส รชตะวิวรรธน์ (2566) ได้วิเคราะห์ 7 กลยุทธ์ปรับใช้ Big Data และ AI สร้างธุรกิจแข็งแกร่ง ฉบับปี 2023 พบว่า ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 โลกธุรกิจเต็มไปด้วยข้อมูลจำนวนมหาศาล (Big Data) พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงอันรวดเร็วของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI คือเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ธุรกิจในทุกอุตสาหกรรมสามารถต่อสู้และเติบโตได้อย่างแข็งแกร่งในโลกการแข่งขันด้วยความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวดเร็ว การทำนายแนวโน้ม การปรับปรุงกระบวนการธุรกิจแบบอัตโนมัติ การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ ไปจนถึงการสร้างประสบการณ์ที่ดีในการใช้บริการของลูกค้า ซึ่งมีข้อพิสูจน์จากกรณีศึกษาขององค์กรระดับโลก ไม่ว่าจะเป็น Walmart, Nike, Netflix หรือ Starbucks รวมถึงอีกหลายองค์กรที่ล้วนแล้วแต่ใช้ Big Data และ AI เพื่อเสริมศักยภาพการทำงานทั้งสิ้น สะท้อนว่าทั้ง 2 เทคโนโลยีได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการตัดสินใจและการพัฒนาธุรกิจในปัจจุบันและอนาคต โดยมีกระบวนการขั้นตอนดังนี้ 1. กำหนดวัตถุประสงค์ทางธุรกิจให้ชัดเจน 2. ประเมินแหล่งข้อมูลและกำหนดกลยุทธ์ 3. มุ่งเน้นไปที่เป้าหมายที่คาดว่าจะทำสำเร็จได้เร็วที่สุด (Quick Win) 4. สร้างทีมที่เชี่ยวชาญ

ด้านข้อมูล 5. สร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลที่แข็งแกร่ง 6. ส่งเสริมวัฒนธรรมการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล 7. กำหนดกฎระเบียบและจัดการกับจริยธรรมทางข้อมูลและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลอย่างเคร่งครัด

พิชิต ภาสบุตร และคณะ (2565) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโซล่าเซลล์ ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ผลจากการศึกษาพบว่า ภาพรวมมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทน โซล่าเซลล์ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด อาจจจะเป็นเพราะการใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์เป็นการช่วยประหยัดพลังงาน มีผู้ให้ความสนใจการใช้ แผงพลังงานโซล่าเซลล์ อยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งการใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์เป็นแนวคิดที่ดี และการใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์ก่อให้เกิดผลดีด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sitthikosol , Sasithanakornkaew & Apisupachoke (2021) พบว่า การเปิดรับสื่อทัศนคติที่มีต่อการใช้เทคโนโลยี พลังงานแสงอาทิตย์จะคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และการรับรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี พลังงานแสงอาทิตย์มีอิทธิพลร่วมกันต่อความตั้งใจใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์จะช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตในชีวิตประจำวัน การใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่มีประโยชน์ และการใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์เป็นพลังงานที่สะอาดจะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การเปิดรับสื่อทัศนคติที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และการรับรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ มีอิทธิพลร่วมกันต่อความตั้งใจใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phinitthanapong (2019) พบว่า ทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม ล้วนมีความสัมพันธ์ทั้งสิ้น ซึ่งปัจจัยที่บุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรมให้ความสำคัญ 3 อันดับแรก ได้แก่ ปัจจัยความคาดหวังด้านประสิทธิภาพ รองลงมา คือ ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อเทคโนโลยี และอันดับสุดท้าย คือ ปัจจัยสภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อม ดังผลการวิจัยของ Puripunpinyoo (2019) สรุปได้ว่าสมาชิกสหกรณ์การเกษตร มีความเห็นว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นมิตรและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาด นอกจากนี้ยังให้ความเห็นว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแนวทางในการลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thisopha & Iamratanakul (2019) พบว่า ปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุดในการเลือกตัดสินใจได้แก่ ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือผู้ติดตั้ง โดยปัจจัยรองที่สำคัญที่สุดได้แก่ ปัจจัยด้านคุณภาพบริการ รองลงมาได้แก่ ปัจจัยหลักด้านส่วนประสมทางการตลาด ปัจจัยด้านราคาซึ่งผลของข้อมูลมีค่าความสอดคล้องตามหลักการเปรียบเทียบการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น องค์ความรู้ใหม่ จากการวิจัย ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโซล่าเซลล์ ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 1) ทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน 2) การรับรู้ถึงประโยชน์ 3) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้ 4) ความตั้งใจที่จะใช้งาน 5) ปัจจัยบรรทัดฐานทางสังคม และ 6) การยอมรับทางด้านราคา เพราะว่าการใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์ส่งผลต่อภาพลักษณ์ของผู้บริโภคในสังคม ซึ่งการใช้พลังงานทดแทนโซล่าเซลล์สามารถดึงดูดความสนใจให้หันมาใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์และสามารถสะท้อนตัวตนของผู้บริโภคแผงพลังงานโซล่าเซลล์

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ จากผลการวิจัยครั้งนี้ การรับรู้ในการใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์ การยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโซล่าเซลล์ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ควรจัดให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ในการใช้เพื่อเป็นการช่วยลดมลพิษและก่อให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความเข้าใจและการเข้าถึงการใช้งานแผงพลังงานโซล่าเซลล์ต่อไป จากผลการวิจัยครั้งนี้ปัจจัยส่วนบุคคลที่ต่างกัน ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทน โซลาร์เซลล์ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครแตกต่างกัน ดังนั้น ควรที่จะจัดหาแนวทาง

ในการติดตั้งอุปกรณ์แผงโซล่าเซลล์ คู่มือของการใช้งานที่ชัดเจนและสามารถเข้าใจได้ง่าย ครอบคลุมในการสร้างความเข้าใจต่อผู้บริโภค ทุกเพศ อายุ สถานภาพ รายได้ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจต่อไปในอนาคต

รัตนวัชร์ เพ็ญรัตนหิรัญและก่องทรัพย์ ทองคำ (2564) ได้ศึกษา การสำรวจ Soft Skills ที่จำเป็นของสถานประกอบการในศตวรรษที่ 21 ผลการศึกษาพบว่า สถานประกอบการได้ให้ความสำคัญกับ Soft Skills อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 8 Soft Skills ได้แก่ 1) ทักษะการติดต่อสื่อสาร 2) ภาวะผู้นำ 3) การทำงานเป็นทีม 4) การแก้ปัญหา 5) จริยธรรมในการทำงาน 6) การบริหารจัดการเวลา 7) ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ 8) การคิดสร้างสรรค์ โดยผู้จ้างงานต้องการผู้สมัครงานที่มีทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รวมทั้งต้องการพนักงานที่มีวุฒิภาวะและมีการปรับตัวทางสังคมที่ดี ผู้จ้างงาน จึงให้ความสำคัญกับ Soft Skills เป็นอันดับหนึ่งเพราะถือว่า เป็นจุดเริ่มต้นแห่งความสำเร็จในการทำงาน

วรวุฒิ เทพแสน (2562) ได้ศึกษา การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด ณ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โซลาร์ โก ไทรเพชร พบว่า 1) การออกแบบติดตั้งต้องมีผู้ควบคุมในการทำงาน 2) ในการติดตั้งต้องใช้ความรอบคอบและระมัดระวังในการทำงาน 3) โครงการนี้สามารถนำเอาไปใช้กับประชาชนได้อย่างดีเพื่อลดค่าไฟในบ้าน 4) งานที่ทำต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมาเพื่อลดความสูญเสียหายของแผงโซลาร์เซลล์ 5) สามารถอธิบายหลักการทำงานของระบบเบื้องต้นได้และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1) การทำงานเกี่ยวกับซ่อมบำรุงจะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อจะได้ลดอัตราการเสียหาย 2) มีการทำงานที่เป็นขั้นตอน วางแผนการทำงานเป็นประจำแบ่งหน้าที่แบบชัดเจน 3) ให้ผู้ที่มีความชำนาญทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง 4) ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนและแนวทางในการปฏิบัติการทำงาน 5) ได้เสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและการติดตั้งของแผงโซลาร์เซลล์ 6) ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการเตรียมความพร้อมในการแก้ไขงานให้ตรงตามแบบแปลน 7) ได้รู้จักการทำงานเป็นทีมภายในองค์กร

สุรเชษฐ์ มิตสานนท์ และคณะ (2563) ได้ศึกษา ความเป็นไปได้ในการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์แบบทุ่นลอยน้ำกรณีศึกษา บ้านวังดินสอ จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาพบว่า จังหวัดพิษณุโลกมีศักยภาพการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดี ตั้งแต่ช่วงเวลา 07:00 น. ถึง 18:00 น. ของแต่ละวัน และช่วงเวลาที่สามารถผลิตพลังงานได้มากที่สุด คือ ช่วงเวลา 10:00 น. ถึง 15:00 น. รวมระยะเวลา 5 ชั่วโมงต่อวัน มีศักยภาพในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ถึง 2,000 kWh/m2 ผลการวิเคราะห์ การทำงานของระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ ด้วยโปรแกรม PVSYST สำหรับบ้าน 1 หลัง ที่ต้องการการใช้ไฟฟ้า 6.35 kWh/วัน ระบบสามารถผลิตกำลังพลังงานไฟฟ้าในรอบ 1 ปี ได้พลังงาน 2,290 kWh/year ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ใกล้เคียงกับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี โดยการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ มีต้นทุนการติดตั้งประมาณ 47,380 บาท ซึ่งระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 6 ปี ยิ่งไปกว่านั้น การติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบทุ่นลอยน้ำจะช่วยลดพื้นที่การติดตั้งบนพื้นดินได้ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร การติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบทุ่นลอยน้ำให้ผลดีกว่าการติดตั้งบนพื้นดินหลายประการ เช่น ลดพื้นที่การติดตั้งบนพื้นดิน เป็นที่อยู่อาศัยของปลาเพราะอุณหภูมิของน้ำใต้แผงเย็นกว่ารอบข้าง ทั้งยังช่วยลดการระเหยของน้ำบริเวณที่ติดตั้งช่วยให้การไหลเวียนของน้ำอากาศบริเวณที่ติดตั้งดีขึ้นและที่สำคัญคือ ไม่เสียประโยชน์จากการใช้พื้นที่ดิน

สุริยพันธุ์ สิงหนนิยม และดร.ภูมิพร ธรรมสถิตเดช (2557) ได้ศึกษา ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการยอมรับการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า 1) กลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้งานแล้วมีระดับการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) โดยรวมมีระดับการความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมีความเหมาะสมต่อการนำระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) นี้ ไปใช้งานอาจเป็นเพราะว่าประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตรทำให้ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปี ความเข้มของแสงโดยเฉลี่ยการแผ่รังสีในแต่ละวันในประเทศไทย ประมาณ 5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งาน จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจที่จะใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี 2) ประสบการณ์และความรู้ของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) มีผลต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) อาจเป็นเพราะว่าการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานไฟฟ้ามีอุปกรณ์เทคโนโลยีและระบบที่ค่อนข้างซับซ้อน แต่เป็นระบบที่สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ง่ายซึ่งมีคู่มือการใช้งานที่ง่ายต่อการศึกษาและทำความเข้าใจและมีหน่วยงานหรือผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษาและดูแลอย่างใกล้ชิด จึงทำให้ตัดสินใจในการยอมรับและใช้เทคโนโลยีได้ง่าย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรทำการศึกษาความคาดหวังก่อนใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของผู้ที่ยังไม่เคยใช้ และความพึงพอใจหลังใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำมาวัดประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังกล่าว หากความพึงพอใจหลังจากใช้งานมากกว่าความคาดหวังก่อนใช้ ส่วนทางด้านธุรกิจและส่งเสริมการขาย ควรมุ่งไปกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการใช้งานของพลังงานแสงอาทิตย์ในครัวเรือนและกลุ่มธุรกิจขนาดเล็ก

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นพบว่า เป็นข้อมูลที่สำคัญที่สะท้อนให้เห็นว่า ในปัจจุบันประเทศไทยเริ่มให้ความสนใจการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มากขึ้น ทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคอุตสาหกรรม และการใช้ในครัวเรือน ซึ่งนอกจากจะเกิดพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกมาใช้แทนพลังงานหลักแล้ว ยังเกิดการสร้างงานในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้เกิดระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนในประเทศ จากการลงทุนในอุตสาหกรรม มีงานด้านการติดตั้งใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ การซ่อมแซมและการบำรุงรักษาระบบ การช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลผลิตไฟฟ้า และยังช่วยลดภาระของภาครัฐในการลงทุนการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ในครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ให้เห็นถึงสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มที่ส่งผลกระทบในปัจจุบันและในอนาคต การแสดงข้อมูลด้านอาชีพหรือตำแหน่งงานที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น รวมทั้งอาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไปในอนาคต รวมถึงสมรรถนะที่นายจ้างและสถานประกอบการต้องการจากแรงงานในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน(เซลล์แสงอาทิตย์) ซึ่งจะเป็นประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนคนไทย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการรับทราบทิศทางตลาดแรงงานและนำไปเป็นแนวทางพัฒนาด้านตลาดแรงงานไทยต่อไปได้ในอนาคต

สรุปแนวคิดสำคัญจาก World Economic Forum 2023 “ความร่วมมือในโลกที่แตกเป็นเสี่ยง”

การประชุม World Economic Forum 2023 ครั้งที่ 53 มีชื่อธีมว่า “ความร่วมมือในโลกที่แตกเป็นเสี่ยง” เพราะว่าปัจจุบันโลกกำลังถูกแบ่งออกเป็นมหาอำนาจฝั่งตะวันออกและตะวันตก และการแบ่งประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศที่ยังไม่พัฒนา และเรายังอยู่ในยุค Perfect Storm หรือยุคที่ปัญหาหลายอย่างเกิดขึ้นพร้อมกัน โดย **World Economic Forum** ได้เผยแพร่รายงาน Future of Jobs Report 2023 มีเนื้อหาครอบคลุมการวิเคราะห์ทุกมิติที่กระทบต่องานในอนาคต โดยทำการสำรวจมุมมองของบริษัทกว่า 803 แห่ง ซึ่งมีพนักงานรวมกันมากกว่า 11.3 ล้านคน ใน 27 กลุ่มอุตสาหกรรมและ 45 เขตเศรษฐกิจจากทุกภูมิภาคทั่วโลก การสำรวจครอบคลุมคำถามเกี่ยวกับเทรนด์มหภาค (Mega Trends) เทรนด์ด้านเทคโนโลยี ผลกระทบต่องาน ผลกระทบต่อทักษะ และกลยุทธ์ด้านแรงงานที่ธุรกิจต่าง ๆ วางแผนจะใช้ในปี 2023-2027 และมีการสรุปเป็น 15 Key Takeaways จาก Future Of Jobs Report 2023 โดยพบว่า

1) เทรนด์ด้านเศรษฐกิจ สุขภาพ และภูมิรัฐศาสตร์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานทั่วโลกในปี 2023 โดยเฉพาะประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลางจะมีอัตราการว่างงานสูงกว่ายุคก่อน COVID-19 นอกจากนี้แรงงานที่มีเพียงการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผู้หญิงจะพบปัญหาการจ้างงานในระดับตำแหน่งที่ต่ำกว่า ในขณะเดียวกัน ค่าจ้างกลับลดลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากวิกฤตค่าครองชีพ ความคาดหวังของคนทำงานที่เปลี่ยนแปลงไป และความกังวลเกี่ยวกับคุณภาพของงาน

2) Technology Adoption จะเป็นตัวขับเคลื่อนหลัก ของการพลิกโฉมธุรกิจในอีก 5 ปีข้างหน้ากว่า 85% ขององค์กร ระบุว่า มีการนำเทคโนโลยีใหม่และล้ำหน้ามาใช้มากขึ้น และการเข้าถึงดิจิทัลที่กว้างขึ้น

3) กระแสการเปลี่ยนด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และเศรษฐกิจ สร้างผลกระทบต่อการสร้างงานใหม่ ๆ และลบล้างงานเก่า ๆ ครั้งใหญ่ที่สุด โดยงานใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มมาจากการเปลี่ยนผ่านธุรกิจให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น คีย์เวิร์ดที่สำคัญคือ ESG ซึ่งย่อมาจาก Environment, Social และ Governance เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาขององค์กรอย่างยั่งยืน ซึ่งจะถูกนำมาใช้กับธุรกิจขนาดเล็กในท้องถิ่นมากขึ้น ในขณะที่งานที่สูญหายไปเกิดจากการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ชะลอตัว การขาดแคลนวัตถุดิบและต้นทุนที่สูงขึ้น รวมถึงค่าครองชีพที่สูงขึ้น

4) Big Data, Cloud Computing และ AI มีแนวโน้มได้รับการยอมรับมากที่สุด บริษัทมากกว่า 75% กำลังจะนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ภายใน 5 ปีข้างหน้า ดิจิทัลแพลตฟอร์มและแอปฯ เป็นเทคโนโลยีที่องค์กรต่าง ๆ สำรวจจะนำมาใช้มากที่สุดถึง 86% E-commerce และค้าขายแบบดิจิทัลจะมีบริษัทนำไปใช้ 75% ขณะที่เทคโนโลยีหุ่นยนต์ เทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงาน และเทคโนโลยีจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ (Distributed Ledger) มีการพูดถึงน้อย

5) ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อตลาดงานจะส่งผลโดยรวมในเชิงบวก ในอีก 5 ปีข้างหน้า แม้ว่าการวิเคราะห์ Big Data เทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม (environmental management technologies) และการเข้ารหัส (Encryption) และความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) จะเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการเติบโตของตลาดงาน และบริษัทจำนวนมากมีการคาดการณ์ว่าจะเลิกจ้างงานในองค์กรของตน ทว่าภายใน 5 ปี ผลกระทบเหล่านี้จะถูกชดเชยด้วยการเติบโตของงานซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลรวมในเชิงบวก

6) เหล่านายจ้างคาดการณ์ว่าตลาดแรงงานเชิงโครงสร้างจะมีการเลิกจ้างงาน 23% ในอีก 5 ปีข้างหน้า โดยธุรกิจที่มีอัตราการเลิกจ้างงานสูงกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ Supply Chain การคมนาคม และสื่อความบันเทิง กีฬา ส่วนธุรกิจที่มีอัตราการเลิกจ้างงานต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ โรงงานการผลิต ธุรกิจค้าส่งและปลีกสินค้าอุปโภคบริโภค

7) เส้นแบ่งระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักรมีการเปลี่ยนแปลง ธุรกิจต่าง ๆ นำระบบอัตโนมัติ (Automation) เข้ามาใช้ในการทำงานช้ากว่าที่คาดการณ์ไว้ก่อนหน้านี้ องค์กรในปัจจุบันประเมินว่า 34% ของงาน ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจทั้งหมดจะดำเนินการโดยเครื่องจักร และ 66% ที่เหลือดำเนินการโดยมนุษย์

8) เกิดการเติบโตและการถดถอยของงานบางประเภท เทคโนโลยี (Technology) การเปลี่ยนแปลงเป็นดิจิทัล (Digitalization) และความยั่งยืน (Sustainability) จะส่งผลต่อกลุ่มงานที่มีการเติบโตเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับขนาดอุตสาหกรรมในปัจจุบัน โดยเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ส่วนงานที่มีแนวโน้มถดถอยเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับขนาดอุตสาหกรรมในปัจจุบัน อาทิ งานเสมียนหรือเลขานุการ พนักงานธนาคาร งานธุรการ เสมียนบริการไปรษณีย์ งานเก็บเงิน ขายตั๋ว งานคีย์ข้อมูล ธุรกิจการค้ารูปแบบเก่า เป็นต้น นอกจากนี้มีการคาดการณ์ว่าตลาดงานด้านการศึกษา การเกษตร และการพาณิชย์ดิจิทัลและ

การค้าจะมีการขยายตัว สำหรับทักษะที่จะเป็นทักษะที่สำคัญที่สุดสำหรับคนทำงานในปี 2023 คือทักษะ “การคิดวิเคราะห์” และ “ความคิดสร้างสรรค์”

9) นายจ้างคาดการณ์ว่า 44% ของทักษะของแรงงานปัจจุบันจะกลายเป็นทักษะที่ “ไม่เป็นที่ต้องการ” ในอีก 5 ปีข้างหน้า ทักษะในการคิดจะมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นในงาน โดยทักษะที่จะมีความสำคัญมากที่สุดได้แก่ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์เล็กน้อย และทักษะความรู้ด้านเทคโนโลยี นอกจากนี้ทักษะการรับรู้ระดับความสามารถของตนเอง และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นก็ถูกพูดถึงเช่นกัน

10) แรงงาน 6 ใน 10 คนควรจะต้องได้รับการเทรนเพิ่มเติม ก่อนปี 2027 แต่ปัจจุบันมีเพียงแค่ 50% เท่านั้นที่เข้าถึงโอกาสในการฝึกอบรมที่เพียงพอ โดยทักษะสำคัญที่บริษัทส่วนใหญ่มีแผนจะจัดการเทรนในปี 2023-2027 คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ รวมถึงทักษะการใช้ AI และ Big Data ในขณะที่คุณสมบัติเชิงบุคคลที่ถูกพูดถึงได้ แก่ ทักษะความเป็นผู้นำและสร้างอิทธิพลทางสังคม ทักษะความยืดหยุ่น ปรับตัว Agile และ ความใฝ่รู้ และการเรียนรู้ตลอดชีวิต

11) ทักษะที่บริษัทต่าง ๆ รายงานว่ามีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ได้สะท้อนให้เห็นในกลยุทธ์ Upskilling ขององค์กรเสมอไป

12) บริษัทมั่นใจในแผนการพัฒนาทักษะของตนเอง แต่กลับไม่ค่อยมั่นใจในความพร้อมของบุคลากรในอีก 5 ปีข้างหน้า การสำรวจพบว่า 48% ของบริษัท ให้ความเห็นว่าการปรับปรุงแผนการพัฒนาบุคลากร และกระบวนการเลื่อนตำแหน่ง จะเป็นหัวใจสำคัญในการเพิ่มคนทำงานที่มีความสามารถภายในองค์กร รวมถึงการเพิ่มค่าจ้าง และการ Upskills & Reskills

13) เหล่าบริษัทระบุว่าการลงทุนในการเรียนรู้ การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ และระบบการทำงานอัตโนมัติ (Automation) เป็นกลยุทธ์ด้านแรงงานที่ใช้กันมากที่สุด เพื่อบรรลุเป้าหมายทางธุรกิจขององค์กร 4 ใน 5 ของผู้ตอบแบบสอบถาม คาดว่าจะใช้กลยุทธ์เหล่านี้ในอีก 5 ปีข้างหน้า

14) บริษัทส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับผู้หญิง (79%) เยาวชนอายุต่ำกว่า 25 ปี (68%) และผู้ทุพพลภาพ (51%) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแนวคิด Diversity, Equity และ Inclusion (DEI) ที่เน้นให้ความสำคัญเรื่องหลากหลาย ความเสมอภาค และการรวมกลุ่มภายในองค์กรมีเพียงบริษัทบางส่วนระบุว่าจะให้ความสำคัญมากขึ้นกับผู้ที่ด้อยโอกาสทางศาสนา ชาติพันธุ์ หรือเชื้อชาติ (39%) คนงานที่มีอายุมากกว่า 55 ปี (36%) ผู้ที่ระบุว่าเป็น LGBTQI+ (35%) และผู้มีรายได้น้อย (33%)

15) 45% ของธุรกิจมีความเห็นว่าการสนับสนุนเงินทุนสำหรับการฝึกอบรมทักษะจากภาครัฐเป็นเรื่องดี หากต้องการจับคู่ผู้มีความสามารถเข้ากับการจ้างงาน เหล่าบริษัทมองเห็นว่านโยบายจากภาครัฐควรจะลงเงินทุนสำหรับการจัดเทรนทักษะ ปรับปรุงระบบการจ้างงานและเลิกจ้างที่ยืดหยุ่นมากขึ้น ปรับปรุงอัตราภาษีและสร้างจูงใจอื่น ๆ เพื่อให้บริษัทปรับปรุงค่าจ้างได้ การปรับปรุงระบบโรงเรียนและการศึกษา รวมถึงเปลี่ยนแปลงกฎหมายคนเข้าเมืองสำหรับชาวต่างชาติที่มีความสามารถ จากบทสรุป Key Findings 15

ข้อนี้ ทำให้พวกเราเห็นว่า “เทคโนโลยี” เป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญของโลกการทำงานในยุคใหม่ สิ่งสำคัญที่องค์กรและปัจเจกบุคคลต้องให้ความสำคัญคือเพิ่มพูนทักษะแห่งอนาคตให้กับแรงงาน เพื่อให้สอดรับกับความต้องการในตลาดงานในอนาคตอันใกล้นี

สรุปแนวคิดที่ได้จาก World Economic Forum 2023 ประการแรกคือการมาของ AI ที่อาจเข้ามาแย่งงานในตลาดแรงงานมากขึ้น เราจึงควรเริ่มพัฒนาทักษะที่จำเป็นกับอนาคตอย่างทักษะการต่อรองการนำเสนอ ความเป็นผู้นำ และการสื่อสารให้มากขึ้น ต่อมาคือเรื่องของเงินเฟ้อที่ยังอยู่ใกล้ระดับสูงสุดเป็นประวัติการณ์ และมีแนวโน้มว่าธนาคารกลางทั่วโลกจะปรับขึ้นอัตราดอกเบี้ยต่อไป ทุกคนจึงควรเก็บเงินสดเอาไว้ ลดการใช้จ่ายที่ฟุ่มเฟือย และพยายามอย่าก่อหนี้ที่ไม่จำเป็นเพิ่ม สุดท้ายคือเรื่องของเศรษฐกิจสีเขียวหรือ Green Economy ที่จะเริ่มผลักดันกันจริงจังมากขึ้น บริษัทที่ไม่สามารถลดการปล่อยมลพิษลงได้อาจเผชิญกับภาษีหรือมาตรการที่ทำให้ประกอบธุรกิจยากขึ้น จึงควรเริ่มศึกษาและทำให้ธุรกิจสามารถลดการปล่อยมลพิษลงเป็นการด่วน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตใช้กระบวนการและวิธีการศึกษาด้วยวิธีการคาดการณ์อนาคต (Foresight) เพื่อให้ทราบทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต และมีวิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณร่วมกัน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) โดยมีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. การกำหนดกรอบการศึกษาและการคาดการณ์ (Scoping/Framing)
2. การกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน (Horizon Scanning)
3. การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม
4. การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 1 เพื่อพิจารณาการกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน (Horizon Scanning) และพัฒนาโจทย์การศึกษา
5. การประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 2 เพื่อคาดการณ์อนาคตของตำแหน่งงานและทักษะในการทำงาน
6. การทบทวนและจัดทำรายงาน

โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดการดำเนินการโครงการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต ดังนี้

3.1 การกำหนดกรอบการศึกษาและการคาดการณ์ (Scoping/Framing)

คณะผู้ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ของศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือรวมทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กิริยา กุลกลการ ร่วมประชุมหารือ เพื่อกำหนดกรอบและขอบเขตการวิเคราะห์หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อให้ขอบเขตเนื้อหาของการวิจัยไม่กว้างและแคบเกินไป โดยได้ผลลัพธ์เป็นข้อเสนอโครงการและกรอบการศึกษา ดังนี้

ขอบเขตเนื้อหา ศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต ในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

ขอบเขตปัจจัยรายล้อม ขอบเขตเนื้อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นหลักจะอยู่ภายใต้กรอบปัจจัย STEEP ของหลักการศึกษาเรื่องอนาคตศึกษาที่ประกอบด้วยด้านสังคม (Social) เทคโนโลยี (Technological) เศรษฐกิจ (Economic) สิ่งแวดล้อม (Environmental) การเมืองและสถาบัน (Political)

ขอบเขตด้านประชากร ศึกษาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และสถานประกอบการ ผู้ประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

ขอบเขตด้านเวลา การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตดำเนินการศึกษา ในช่วงเดือนธันวาคม 2565 - เดือนกรกฎาคม 2566

3.2 การกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน (Horizon Scanning)

การกวาดสัญญาณมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุและวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระดับต่าง ๆ ที่น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงของอาชีพและทักษะในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ทั้งแนวโน้มระดับโลก (Megatrends) สัญญาอ่อน (Weak signals) และเหตุไม่คาดฝัน (Wildcards) กิจกรรมในส่วนนี้จะมุ่งระบุหาปัจจัยขับเคลื่อนและแนวโน้มหลักของปัจจัยที่ทำให้อุตสาหกรรม อาชีพและสมรรถนะในอุตสาหกรรมนั้นเปลี่ยนแปลง โดยใช้กรอบแนวคิด

STEEP (Social, Technological, Economic, Environmental, Political) และใช้วิธีการวิเคราะห์แบบผสมผสานระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติต่าง ๆ เพื่อให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมที่ศึกษา

3.2.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ดำเนินการดังนี้

1) การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) เพื่อสร้างฐานความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมที่ศึกษา และให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม โดยมีประเด็นทบทวนที่สำคัญ คือ แนวโน้มอาชีพและสมรรถนะที่จะเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมที่ศึกษา และปัจจัยขับเคลื่อน STEEP

2) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) เพื่อทำความเข้าใจมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม รวมทั้งอาชีพและทักษะที่เปลี่ยนแปลงไปในอุตสาหกรรมที่ศึกษา

3.3 การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม

การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมที่ศึกษา จะพิจารณาจากตัวแทนของผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก ผู้แทนสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย ผู้แทนสมาคมวิชาชีพ และหน่วยงานกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

3.4 การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญครั้งที่ 1 เพื่อพิจารณาการกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน (Horizon Scanning) และพัฒนาโจทย์การศึกษา

คณะผู้ศึกษาดำเนินการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการคัดเลือก ร่วมกันพิจารณาและเสนอความคิดเห็นในการกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบันของอุตสาหกรรมที่ศึกษา โดยแบ่งเป็น 5 ด้านตามเทคนิค STEEP และพัฒนาโจทย์การศึกษาโดยพิจารณาจากแบบสอบถามในปีที่ผ่านมาและเพื่อหาฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิคเดลฟาย ใน 4 ประเด็น ได้แก่

1) พิจารณาชื่ออุตสาหกรรมที่ศึกษา
2) พิจารณาแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมที่ศึกษา (โดยใช้เทคนิค STEEP)
3) พิจารณาผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake Holder) และข้อเสนอแนะ
4) สรุปอาชีพที่ได้จากการประชุมหารือ

3.5 การประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 2 เพื่อคาดการณ์อนาคตของตำแหน่งงานและทักษะในการทำงาน

คณะผู้ศึกษาดำเนินการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อคาดการณ์อนาคตของตำแหน่งงานและสมรรถนะในการทำงานของอุตสาหกรรม ซึ่งได้เชิญผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการคัดเลือกร่วมประชุมย่อย โดยคณะผู้ศึกษานำเสนอสรุปผลข้อมูลเชิงปริมาณตามแบบสอบถามที่เก็บได้จากกลุ่มเป้าหมาย และข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องร่วมกันเสนอ ความคิดเห็นและร่วมกันให้ฉันทามติเกี่ยวกับอนาคตของตำแหน่งงานและทักษะในการทำงานที่เกิดขึ้น ในอุตสาหกรรมเพื่อคาดการณ์อนาคตของตำแหน่งงานและทักษะในการทำงาน ใน 4 ประเด็น ดังนี้

1) พิจารณาแนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่ศึกษา
2) พิจารณาตำแหน่งที่มีความต้องการแรงงานในอนาคต

3) พิจารณาตำแหน่งงานที่จะลดความต้องการหรือสูญหายไปในอนาคต

4) พิจารณสมรรถนะที่ต้องการและจำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจ

3.6 การทบทวนและจัดทำรายงาน

การทบทวนผลการศึกษาและการจัดทำรายงาน ดำเนินการโดยการนำเสนอ ผลการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตในเวทีสาธารณะ ซึ่งจัดในรูปแบบการสัมมนาวิชาการประจำปี 2566 ของกรมการจัดหางาน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาให้ความเห็นและข้อเสนอแนะ รวมทั้งที่ปรึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คือ ท่าน รศ.ดร.กิริยา กุลกลการ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยพัฒนศาสตร์ ป๋วย อึ๊งภากรณ์ และอาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ร่วมอภิปรายให้ความเห็นและเสนอแนะ รวมทั้งความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมสัมมนา จากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน คณะผู้ศึกษาได้นำความเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ดังกล่าว มาทบทวนและปรับปรุงผลงานการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ให้มีความสมบูรณ์ เพื่อจัดทำรายงานผลการศึกษาฉบับสมบูรณ์และเผยแพร่ต่อสาธารณชนผ่านช่องทางต่าง ๆ ต่อไป

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคตอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ใช้วิธีการดำเนินการศึกษาตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยผลการศึกษาที่จะนำเสนอในบทนี้ ได้เก็บข้อมูลในการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการพิจารณาจากตัวแทนของผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ผู้แทนสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย ผู้แทนสมาคมวิชาชีพ และหน่วยงานกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ได้แก่ ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ผู้แทนจากศูนย์ฝึกอบรมแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผู้แทนจากบริษัทพลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (อีเอ โซล่า นครสวรรค์ จำกัด) ผู้แทนจากบริษัท เอพพอคเวิร์ค จำกัด และสำนักงานพลังงานจังหวัดลำปาง จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ประกอบด้วย สถานประกอบการ และผู้ประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ใน 17 จังหวัดภาคเหนือ จำนวน 60 แห่ง แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) สถานประกอบการผู้ผลิตและจำหน่ายแผงโซลาร์เซลล์ 2) ผู้รับติดตั้ง ตัวแทนจำหน่ายแผงโซลาร์เซลล์ 3) หน่วยงานควบคุมดูแลการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ 4) สถานศึกษา ศูนย์เรียนรู้ สถาบันฝึกอบรม 5) ผู้ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วไป และ 6) หน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Google Form) การลงพื้นที่สัมภาษณ์เชิงลึกและการประชุมกลุ่มย่อย ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลทั้งสองส่วนเชิงคุณภาพและปริมาณ มาประมวลผลและสรุปเป็นผลการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยประเด็นที่จะขอนำเสนอ ได้แก่ ปัจจัยเร่งด่วนและสำคัญที่ส่งผลกระทบ อาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น อาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป สมรรถนะที่ต้องการจากแรงงาน และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

4.1 ปัจจัยเร่งด่วนและสำคัญที่ส่งผลกระทบ

ปัจจัยเร่งด่วนและสำคัญเกิดจากนโยบายรัฐบาลที่ต้องการลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลและเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ทำให้เกิดการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

4.1.1 ภาพรวมแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

1) พลังงานหมุนเวียนจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น การผลิตไฟฟ้าจะไม่ได้มาจากโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่แต่เพียงแหล่งเดียว เกิดโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตไฟฟ้ารายย่อยมากขึ้น

2) ในช่วงระยะสั้น (3-5 ปี) จะมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับพลังงานลมควบคู่กันไป ในลักษณะการเกื้อหนุนกัน เนื่องจากบางฤดูจะมีช่วงที่ไม่มีแสงแดดจึงใช้พลังงานลมทดแทนแต่บางฤดูที่ไม่มีลมก็จะใช้พลังงานจากแสงแดดทดแทน ในช่วงระยะกลาง (6-10 ปี) จะมีการใช้พลังงานลมเพิ่มมากขึ้น และในช่วงระยะยาว (11-20 ปี) อุปกรณ์ต่าง ๆ จะเปลี่ยนจากการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับมาเป็นการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงมากขึ้น

3) มีการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานหรือแบตเตอรี่ขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องเสถียรภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตระบบกักเก็บพลังงานหรือแบตเตอรี่ (Battery Storage) จะเป็นอุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดโอกาสในด้านต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น

4) มีการใช้ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Storage) ทำให้เกิดโอกาสในการสร้างธุรกิจและอาชีพใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นมากมายและอาจจะมีตำแหน่งงานที่ถูก Disrupt ไปจำนวนมากแต่ในขณะเดียวกันก็จะเกิดตำแหน่งงานใหม่ ๆ ในด้านพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทนเกิดขึ้นจำนวนมากเช่นเดียวกัน

5) การประกอบธุรกิจหรือการผลิตไฟฟ้าจะเป็นไปในทิศทางของพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหลัก โดยใช้โซลาร์เซลล์ในการผลิตไฟฟ้า และจะมีพลังงานด้านอื่น ๆ เข้ามาเสริม เช่น พลังงานลม ขยะชีวมวล ขึ้นอยู่กับศักยภาพของแต่ละพื้นที่ว่าจะมีความเหมาะสมในการใช้พลังงานด้านใด

6) มีแพลตฟอร์มการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

7) ภาครัฐมีการเตรียมการเพื่อรองรับการบริหารจัดการพลังงานในภาพรวมของประเทศและเข้ามามีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้า

8) มีการพัฒนาทักษะ (Reskill) และการเพิ่มทักษะ (Upskill) ให้กับแรงงานที่มีทักษะพื้นฐาน ให้มีความพร้อมในการทำงานภายใต้การพัฒนาด้านพลังงานและเทคโนโลยีต่าง ๆ ในตลาดแรงงานได้ต่อไป

9) มีการพัฒนาด้านการผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ (ผลิตด้วยตนเองได้ไม่ต้องไปซื้อวัตถุดิบต่าง ๆ) เช่น กังหันลม แบตเตอรี่ หรือตัวโซลาร์เซลล์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

10) เกิดการสร้างงานและอาชีพในด้านพลังงานทดแทนมากขึ้น ทั้งการติดตั้ง บริการหลังการขาย และการดูแลอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

11) ในระยะสั้น (3 – 5 ปี) มีการสร้างแรงงานในอาชีพวิศวกรด้านเคมีที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ (Storage) เข้าสู่ตลาดแรงงาน

12) มีการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ เช่น การดูแลเรื่องของแบตเตอรี่ แผงวงจร ชุดชาร์จ อินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง AC และ DC

13) มีการควบคุมและจัดการเรื่องของการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยเป็นหลัก

14) มีหน่วยงานภาครัฐ เช่น กระทรวงแรงงานเข้าไปควบคุมดูแลมาตรฐานของสถาบันต่าง ๆ ที่เปิดหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อสร้างมาตรฐานในการผลิตแรงงานเข้าสู่ตลาดแรงงานได้อย่างมีคุณภาพ

15) สามารถแยกประเภทการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้ 2 ประเภท คือ โรงผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นความมั่นคงของประเทศและผู้ผลิตรายย่อย เช่น พวกโซลาร์รูฟท็อปต่าง ๆ

16) เกิดนวัตกรรมใหม่ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เช่น ไฮโดรเจน เข้ามาพร้อมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ตลาดแรงงานจึงมีความต้องการวิศวกรพลังงานที่มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย รวมถึงการพัฒนาแพลตฟอร์มในการซื้อขายไฟฟ้าด้วย

17) มีผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่ม Technical Support หมายถึงกลุ่มผู้ติดตั้ง การบำรุงรักษาต่าง ๆ และกลุ่ม Energy Management มีหน้าที่วิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมหรือความคุ้มทุน

18) เกิดการแข่งขันและคิดค้นเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นของตนเอง

19) มีผู้เชี่ยวชาญประเมินความคุ้มทุนและความเสี่ยงต่าง ๆ ในการติดตั้งโซลาร์เซลล์ในแต่ละพื้นที่ที่มีความเสี่ยง

4.1.2 แนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรม

1) แนวโน้มด้านสังคม (Social) ได้แก่

1.1) ระบบการศึกษาเปลี่ยน ทำให้ความรู้จากการเรียนหรือการได้รับใบปริญญาไม่สามารถนำมาใช้ในการทำงานจริงได้ ผู้ประกอบการจึงมองหาคนมีความรู้หรือประสบการณ์ในการทำงานมากกว่าคนที่จบปริญญาแต่ไม่มีประสบการณ์

1.2) การให้ความสำคัญในเรื่องของมาตรฐานอาชีพ ต้องมีใบรับรองหรือใบอนุญาตในการประกอบอาชีพ หรือการผ่านการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะฝีมือที่มีมาตรฐานในเรื่องของความปลอดภัย

2) แนวโน้มด้านเทคโนโลยี (Technological) ได้แก่

2.1) เทคโนโลยีจะเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมนี้

2.2) มีการสร้าง Big Data เพื่อเป็นปัจจัยในการพัฒนาเทคโนโลยีไปสู่ระบบดิจิทัล

3) แนวโน้มด้านเศรษฐกิจ (Economic) ได้แก่

3.1) มีแพลตฟอร์มการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

3.2) ประชาชนเกิดการตื่นตัวและเริ่มหันมาให้ความสนใจในการใช้โซลาร์เซลล์เพื่อลดค่าไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องนโยบายภาครัฐที่ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้า

3.3) ธุรกิจหรือการผลิตไฟฟ้าจะเป็นไปในทิศทางของพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหลักโดยใช้โซลาร์เซลล์ในการผลิตไฟฟ้า และจะมีพลังงานด้านอื่น ๆ เข้ามาเสริม เช่น พลังงานลม ขยะ ชีวมวล ขึ้นอยู่กับศักยภาพ ของแต่ละพื้นที่ว่าจะมีความเหมาะสมในการใช้พลังงานด้านใด

4) แนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental) ได้แก่

4.1) สิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบเบื้องต้นต่ออุตสาหกรรม นำไปสู่การขับเคลื่อนในเรื่องของเทคโนโลยีและนโยบายของภาครัฐ และทำให้ในอนาคตมีการผลักดันให้เกิดการใช้พลังงานด้านอื่น ๆ เช่น พลังงานหมุนเวียน พลังงานทดแทนเพื่อแทนที่พลังงานฟอสซิล

4.2) ในช่วงระยะสั้น (3-5 ปี) จะมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับพลังงานลมควบคู่กันไปในลักษณะการเกื้อหนุนกัน เนื่องจากบางฤดูจะมีช่วงที่ไม่มีแสงแดดจึงใช้พลังงานลมทดแทนแต่บางฤดูที่ไม่มีลมก็จะใช้พลังงานแสงแดดทดแทน ในช่วงระยะกลาง (6-10 ปี) จะมีการใช้พลังงานลมเพิ่มมากขึ้น และในช่วงระยะยาว (11-20 ปี) อุปกรณ์ต่าง ๆ จะเปลี่ยนจากการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับมาเป็นการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงมากขึ้น

4.3) มีการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานหรือแบตเตอร์รี่ขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องเสถียรภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตระบบกักเก็บพลังงานหรือแบตเตอรี่ (Battery Storage) จะเป็นอุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดโอกาสในด้านต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น

4.4) มีการกำหนดมาตรฐาน CBAM เพื่อเป็นมาตรการกีดกันสินค้าที่ไม่ผ่านมาตรฐาน Carbon ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับสากล

5) แนวโน้มด้านการเมืองและสถาบัน (Political) ได้แก่ ภาครัฐมีการเตรียมการเพื่อรองรับการบริหารจัดการพลังงานในภาพรวมของประเทศและเข้ามามีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าในอนาคต

4.2 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น

ในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) โดยอาชีพ/ตำแหน่งงานที่จะเกิดขึ้นใหม่ แบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ตำแหน่งงานด้านวิศวกรรม ได้แก่

1) วิศวกรโมเดลเทคโนโลยี เป็นวิศวกรที่มีความรู้ด้านโมเดลเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด

2) วิศวกร AI (ปัญญาประดิษฐ์) เป็นวิศวกรที่พัฒนาเทคโนโลยีและระบบต่าง ๆ เพื่อช่วยในการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนด้านต่าง ๆ มีความสะดวกขึ้น มีความมั่นคงและมีเสถียรภาพมากขึ้น เช่น ระบบ AI (ปัญญาประดิษฐ์) การสร้าง Big Data การสร้างแพลตฟอร์ม

3) วิศวกรเคมีเกี่ยวกับ Battery Storage เป็นวิศวกรที่จะช่วยพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า (Battery Storage) ให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้ 24 ชั่วโมง

4) วิศวกรโยธา เป็นวิศวกรที่ทำหน้าที่วางแผนตั้งแต่โครงสร้างฐานราก ระบบสาธารณะสุข เตรียมแบบแปลนและงานด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5) วิศวกร (เครื่องกล พลังงาน สิ่งแวดล้อม) เป็นวิศวกรที่สามารถบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานโดยมีความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์

ตำแหน่งงานด้านช่าง ได้แก่

1) Technical Support (ด้านติดตั้งและบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์) คือช่างที่ดูแลการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซ่อมแซม บำรุงรักษารวมถึงระบบความปลอดภัยและแก้ไขปัญหาในการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์

2) ช่างเพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นช่างที่ติดตั้งและซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงโดยเฉพาะ

3) ช่างอิเล็กทรอนิกส์ เป็นช่างที่ดูแลการซ่อมอุปกรณ์ที่มีระบบทางอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งตรวจสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

4) ช่างไฟฟ้า เป็นช่างผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในตู้ควบคุมไฟฟ้า

5) ช่างเชื่อม เป็นช่างที่ทำหน้าที่ติดตั้ง ซ่อมบำรุงผลิตภัณฑ์แผ่นโลหะและโลหะรูปพรรณงานโครงสร้างโลหะต่าง ๆ

ตำแหน่งงานด้านบริหารจัดการ ได้แก่

1) Energy Management หรือผู้วิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมหรือความคุ้มทุนเป็นอาชีพที่เข้ามาช่วยวิเคราะห์และประเมินว่าสถานที่และสภาพแวดล้อมเหมาะสมในการติดตั้งหรือไม่ใช้งานแล้วจะสามารถคุ้มทุนได้แค่ไหน และในระยะยาวจะคุ้มค่ากับการที่ลงทุนติดตั้งมากน้อยเพียงใด

2) Startup Energy เป็นกลุ่มธุรกิจที่มีความมุ่งมั่นในการจัดการปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อแก้ภาวะวิกฤตการณ์โลกร้อน โดยการนำพลังงานสะอาดมาใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า

3) นักบริหารจัดการพลังงาน เป็นผู้ดูแลและตรวจสอบระบบการจัดการพลังงาน กระตุ้นจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานกับพนักงานทั้งองค์กร

ตำแหน่งงานด้านอื่น ๆ ได้แก่

1) นักวิจัยด้านพลังงานทดแทน เป็นอาชีพที่จะสร้างงานวิจัยเกี่ยวกับด้านพลังงานทดแทนเพื่อนำมาใช้พัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนเกิดการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นในอนาคต รวมถึงช่วยพัฒนาประเทศให้อยู่ในระดับสากลได้

2) นักฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ (ฟิสิกส์ Material) เป็นผู้ทำหน้าที่ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในการพัฒนาโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุต่าง ๆ ให้รองรับการใช้งานที่หลากหลาย

3) นักเคมี (Battery) เป็นผู้คิดค้นและพัฒนาแบตเตอรี่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์

4) นักวิชาการด้านพลังงาน เป็นผู้ให้ความรู้ หรือคำปรึกษาแนะนำแก่ผู้ประกอบการหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และประชาชนในด้านพลังงานเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยด้านพลังงาน

5) โปรแกรมเมอร์ เป็นอาชีพที่เขียนโปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ระบบสร้างและแก้ไข รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น

6) นักรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้และในอนาคตหากเซลล์แสงอาทิตย์หมดอายุการใช้งานจะกลายเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในอนาคตนักรีไซเคิลจะเป็นผู้ที่นำเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดอายุการใช้งาน นำมารีไซเคิลให้ใช้งานใหม่ได้

7) นวัตกรด้านพลังงานทดแทน คือผู้ที่คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ที่ต่อยอดและใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยยิ่งขึ้น โดยอาศัยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี เพื่อนำไปสร้างสรรค์ในรูปแบบใหม่ ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ซึ่งนวัตกรรมเกิดจากการประดิษฐ์ในด้านพลังงานทดแทนที่ประสบความสำเร็จ สามารถช่วยสร้างมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจได้

4.3 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป

4.3.1 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลง

1) แรงงานทั่วไป เช่น แรงงานในเหมืองถ่านหิน ที่ไม่พัฒนาทักษะหรือปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงก็จะถูกเลิกจ้างและลดกำลังลง

2) พนักงานจดหน่วยมิเตอร์การใช้ไฟฟ้า เนื่องจากในอนาคตการทำงานผ่านระบบออนไลน์ รวมไปถึงการเกิดขึ้นของแพลตฟอร์มที่สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น จะเข้ามาแทนที่การทำงานในรูปแบบเดิม

3) พนักงานขายตรงหรือเซลล์นำเสนอสินค้า (แผงและอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์) เนื่องจากแผงและอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่มีฐานการผลิตในต่างประเทศและปัจจุบันการขายสินค้าจะเปลี่ยนรูปแบบในการขายไปในรูปแบบตลาดออนไลน์หรือขายผ่านแอปพลิเคชั่นมากขึ้น ทำให้ผู้ที่สนใจซื้อสินค้าไม่จำเป็นต้องซื้อสินค้าผ่านเซลล์ สามารถสั่งซื้อด้วยตนเองผ่านระบบออนไลน์ ทำให้บทบาทของเซลล์ลดลง หากไม่มีการปรับตัวให้ทันกับการตลาดในรูปแบบออนไลน์

4.3.2 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่หายไป ได้แก่ แรงงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับถ่านหิน เหมืองแร่ หรือลิกไนต์ เนื่องจากเทรนด์โลกและรัฐบาลมีนโยบายลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลลงและการเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำเพื่อลดโลกร้อนและภาวะเรือนกระจก และมีการ Disrupt ของเทคโนโลยี มีการนำเทคโนโลยี หรือหุ่นยนต์มาใช้แทนแรงงานคน ทำให้แรงงานดังกล่าวที่ไม่มีการพัฒนาตนเองจะต้องถูกเลิกจ้างและสูญหายไปในที่สุด

4.4 สมรรถนะที่ต้องการจากแรงงาน

สมรรถนะที่ต้องการจากแรงงานในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) มีดังนี้

1) ทักษะด้านไฟฟ้า ความปลอดภัยและเทคโนโลยีด้านเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นทักษะที่ต้องมีความเข้าใจเบื้องต้นในการใช้งานและมีทักษะด้านช่าง เช่น ทิศทางการติดตั้งอุปกรณ์ การตรวจสอบการบำรุงรักษา กำลังการผลิตกำลังไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลา รวมถึง มีทักษะการสัมผัสรูป รส กลิ่น เสียง เพราะสามารถรับรู้ได้ทันทีเมื่อเกิดความผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น กลิ่นเหม็นไหม้ เสียงเครื่องจักรที่มีความดังแต่ละแบบ สีที่เปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ

2) ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศสื่อเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ โดยสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ทักษะด้านภาษาต่างประเทศ ทั้งการพูด อ่าน เขียน ในภาษาต่าง ๆ เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่น

4) ทักษะด้านการวางแผนและการบริหารจัดการ

5) ทักษะการเป็นผู้ประกอบการ
6) มีทัศนคติที่ดีต่อการเข้ารับการฝึกอบรมและการพัฒนาทักษะ
7) มีความกระตือรือร้น
8) มีความรอบคอบในการทำงาน
9) มีความภูมิใจในอาชีพที่ทำ
10) มีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
11) มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดงานและวิเคราะห์ด้วยตนเองได้

4.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

4.5.1 ภาครัฐควรกำหนดนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนใช้พลังงานทดแทน

รัฐบาลควรมีการออกกฎหมายด้านพลังงานทดแทน และกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ให้ชัดเจน รวมถึงกำหนดนโยบายช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้ประชาชนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในที่พักอาศัยเพื่อการใช้งานให้มากขึ้น และลดขั้นตอนการขออนุญาตติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้ประชาชนที่สนใจเข้าถึงการใช้พลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ง่ายขึ้น และควรมอบหมายให้หน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เป็นผู้รับผิดชอบในการอนุญาตเพียงหน่วยงานเดียว เช่น กระทรวงพลังงาน การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น

4.5.2 ภาครัฐควรจัดตั้งศูนย์ 0ne Stop Service เพื่ออำนวยความสะดวกให้ประชาชนด้านพลังงานทดแทน

เนื่องจากปัจจุบันมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก ซับซ้อน และประชาชนต้องเดินทางไปขออนุญาตติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์จากหลายหน่วยงาน จึงควรมีการจัดตั้งศูนย์บริการเบ็ดเสร็จ One Stop Service เพื่อให้บริการประชาชนในการดำเนินการขออนุญาตใช้เซลล์แสงอาทิตย์ให้เสร็จสิ้นทุกขั้นตอน โดยการรวบรวมหน่วยงานที่ประชาชนต้องเดินทางไปยื่นเอกสารขออนุญาตทุกหน่วยงานมารวมอยู่ในสถานที่ที่เดียวและให้บริการประชาชน ทุกขั้นตอน เช่น การขออนุญาตดัดแปลงอาคารเพื่อติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์จากหน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่น การลงทะเบียนเพื่อขอใบยกเว้นการประกอบกิจการพลังงานไฟฟ้าจากคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) หรือ การยื่นขอเชื่อมต่อกับการไฟฟ้าหรือขายไฟคืนกับการไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น

4.5.3 ส่งเสริมให้เกิดการทำงานแบบบูรณาการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน

ควรมีการส่งเสริมให้เกิดการทำงานแบบบูรณาการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และรัฐวิสาหกิจในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนให้แก่ประชาชน โดยเฉพาะกระทรวงแรงงานและกระทรวงพลังงานควรมีการบรูณาการการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างแรงงานที่มีองค์ความรู้และมีทักษะที่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านพลังงานทดแทนที่จะมีเพิ่มขึ้นในอนาคต

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และแนวโน้มที่ส่งผลกระทบ 2) ศึกษาอาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น 3) ศึกษาอาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป และ 4) ศึกษาสมรรถนะที่ต้องการจากแรงงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ 1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนผลิตและพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต รวมทั้งใช้ในการแนะแนวการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพให้กับนักเรียน นักศึกษา และผู้ที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงาน และ 2) เจ้าหน้าที่ด้านการวิเคราะห์วิจัยสามารถพัฒนาผลงานการวิจัยด้านตลาดแรงงานให้มีคุณภาพ เป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายและแผนงาน/โครงการต่าง ๆ ของกรมการจัดหางาน

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการคาดการณ์อนาคต (Foresight) เป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดกรอบการศึกษาและการคาดการณ์ (Scoping/Framing)
2) การกวาดสัญญาณสถานการณ์ปัจจุบัน (Horizon Scanning)
3) การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม
4) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาการกวาดสัญญาณ และพัฒนาโจทย์การศึกษา
5) การจัดสัมมนากลุ่มย่อยเพื่อคาดการณ์อนาคตของตำแหน่งงานและทักษะในการทำงาน
6) การทบทวนและจัดทำรายงาน

โดยสรุปผลการศึกษา ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 แนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

แนวโน้มที่ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ประกอบด้วย

1) แนวโน้มด้านสังคม (Social) คือ แรงงานมีการปรับตัวให้ทันกับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2) แนวโน้มด้านเทคโนโลยี (Technological) คือ เกิดเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ เช่น การผลิตแบตเตอรี่เพื่อจัดเก็บพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ การสร้างแอพพลิเคชั่นควบคุมระบบ และเกิดเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าทดแทนจากลม

3) แนวโน้มด้านเศรษฐกิจ (Economic) คือ เกิดแพลตฟอร์มในการบริหารจัดการพลังงาน เช่น ทางเลือกในการเลือกใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียนมีสัดส่วนเพิ่มขึ้น

4) แนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental) คือ ผลักดันพลังงานทดแทนด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะพลังงานลม จะมีการใช้ผลิตไฟฟ้าควบคู่กับพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทกระแสตรงมากขึ้น

5) แนวโน้มด้านการเมืองและสถาบัน (Political) คือ นโยบายรัฐบาลลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลและเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

5.1.2 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้นในอนาคต แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1) ด้านวิศวกร ได้แก่ วิศวกรโมเดลเทคโนโลยี วิศวกร AI (ปัญญาประดิษฐ์) วิศวกรเคมีเกี่ยวกับ Battery Storage

2) ด้านช่าง ได้แก่ Technical Support (ด้านติดตั้งและบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์) ช่างเพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์

3) ด้านบริหารจัดการ ได้แก่ Energy Management (ผู้วิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมหรือความคุ้มทุน) นักบริหารจัดการพลังงาน ผู้ประกอบการธุรกิจ Startup ด้านพลังงาน

4) ด้านวิชาการ ได้แก่ นักวิจัยด้านพลังงานทดแทน นักเคมีเกี่ยวกับ Battery Storage นักรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ นวัตกรด้านพลังงานทดแทน

5.1.3 อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลงหรือหายไป

1) อาชีพ/ตำแหน่งงานที่ต้องการลดลง ได้แก่ แรงงานทั่วไปที่ไม่มีการพัฒนาทักษะ พนักงานจดหน่วยมิเตอร์การใช้ไฟฟ้า พนักงานขายตรงหรือเซลล์นำเสนอสินค้า

2) อาชีพ/ตำแหน่งงานที่หายไป ได้แก่ แรงงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับถ่านหิน เหมืองแร่หรือลิกไนต์

5.1.4 สมรรถนะที่ต้องการจากแรงงาน มีดังนี้

1) ทักษะด้านไฟฟ้า ความปลอดภัยและเทคโนโลยีด้านเซลล์แสงอาทิตย์

2) ทักษะในศตวรรษที่ 21

3) ทักษะด้านภาษาต่างประเทศ

4) ทักษะด้านการวางแผนและการบริหารจัดการ

5) ทักษะการเป็นผู้ประกอบการ

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษา ทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) สามารถอภิปรายผลการวิเคราะห์ ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษา พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) และแนวโน้มที่ส่งผลกระทบ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจะเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ปัจจัยด้านราคาค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้น ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ผลิตไฟฟ้า นโยบายรัฐบาลที่ต้องการลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลและเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ทำให้เกิดการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ในอนาคตจะเกิดเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ พิชิต ภาสบุตร และคณะ (2565) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานโซล่าเซลล์ ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ที่ผลการศึกษาพบว่าภาพรวมมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโซล่าเซลล์ และผลการวิจัยของ Puripunpinyoo (2019) ที่เห็นว่าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีความเป็นมิตรไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เป็นพลังงานที่สะอาดลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน และยังสอดคล้องกับ Future Of Jobs Report 2023 โดย World Economic Forum ที่ได้วิเคราะห์ว่า Technology Adoption จะเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของการพลิกโฉมธุรกิจในอีก 5 ปีข้างหน้า กว่า 85% ขององค์กร จะมีการนำเทคโนโลยีใหม่ที่ล้ำหน้ามาใช้มากขึ้น การเข้าถึงดิจิทัลที่กว้างขึ้น และกระแสการเปลี่ยนด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และเศรษฐกิจ สร้างผลกระทบต่อการสร้างงานใหม่ ๆ ลบล้างงานเก่า ๆ ครั้งใหญ่ที่สุด โดยงานใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มมาจากการเปลี่ยนผ่านธุรกิจให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ

อุตสาหกรรมยังส่งผลต่อภาคแรงงาน ทำให้แรงงานมีการปรับตัวให้ทันกับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยทำให้เกิดอาชีพหรือตำแหน่งงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น อาชีพที่เกิดขึ้นเป็นงานด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม ทำให้แรงงานไร้ฝีมือมีโอกาสถูกทดแทนด้วยเครื่องจักรและเทคโนโลยีใสมัยใหม่ สอดคล้องกับผลการศึกษาของว่าน ฉันทวิลาสวงศ์ และอภิวัฒน์ รัตนวราหะ (2563) ที่พบว่า ในอนาคตแรงงานมีความเสี่ยงที่จะถูกแทนที่ด้วยระบบอัตโนมัติมากขึ้น (จากรายงานวิจัย ปี 2565)

5.2.2 ผลการศึกษาพบว่า ตำแหน่งที่ลดความต้องการหรือสูญหายไปในอนาคต จะเป็นตำแหน่งที่ไม่ได้ใช้ทักษะฝีมือหรือตำแหน่งที่มีเทคโนโลยีเข้ามาแทนที่ สอดคล้องกับ Future Of Jobs Report 2023 โดย World Economic Forum ที่พบว่าจะเกิดการเติบโตและการถดถอยของงานบางประเภท เทคโนโลยี (Technology) การเปลี่ยนแปลงเป็นดิจิทัล (Digitalization) และความยั่งยืน (Sustainability) จะส่งผลต่อกลุ่มงานที่มีการเติบโตเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับขนาดอุตสาหกรรมในปัจจุบัน โดยเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ส่วนงานที่มีแนวโน้มถดถอยเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับขนาดอุตสาหกรรมในปัจจุบัน อาทิเช่น งานเสมียนหรือเลขานุการ พนักงานธนาคาร งานธุรการ เสมียนบริการไปรษณีย์ งานเก็บเงิน ขายตั๋ว งานคีย์ข้อมูล ธุรกิจการค้ารูปแบบเก่า เป็นต้น

5.2.3 ผลการศึกษา พบว่า ในอนาคตของอุตสาหกรรมจะมีการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเกิดการพัฒนาดิจิทัลไปสู่ ระบบ Big Data การสร้าง AI และแพลตฟอร์มในการซื้อขายพลังงานในอนาคต สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ ณัฐนภัส รชตะวิวรรธน์ (2566) ประธานเจ้าหน้าที่บริหารและผู้ร่วมก่อตั้ง บริษัท เบลนเดต้า จำกัด ซึ่งเป็นบริษัท ผู้พัฒนาแพลตฟอร์มบริหารจัดการ Big Data ที่วิเคราะห์ว่าข้อมูลจำนวนมหาศาล (Big Data) พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงอันรวดเร็วของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI คือเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ธุรกิจในทุกอุตสาหกรรมสามารถต่อสู้และเติบโตได้อย่างแข็งแกร่งในโลกการแข่งขันด้วยความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวดเร็ว การทำนายแนวโน้ม การปรับปรุงกระบวนการธุรกิจแบบอัตโนมัติ การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการใหม่ ไปจนถึงการสร้างประสบการณ์ที่ดีในการใช้บริการของลูกค้าเป็นเครื่องมือสำคัญในการตัดสินใจและการพัฒนาธุรกิจในปัจจุบันและอนาคต และสอดคล้องกับ Future Of Jobs Report 2023 โดย World Economic Forum ซึ่งวิเคราะห์ว่า Big Data, Cloud Computing และ AI มีแนวโน้มได้รับการยอมรับมากที่สุด บริษัทมากกว่า 75% กำลังจะนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ภายใน 5 ปีข้างหน้าดิจิทัลแพลตฟอร์มและแอปพลิเคชัน เป็นเทคโนโลยีที่องค์กรต่าง ๆ สำรวจจะนำมาใช้มากที่สุดถึง 86% E-commerce และค้าขายแบบดิจิทัลจะมีบริษัทนำไปใช้ 75% ขณะที่เทคโนโลยีหุ่นยนต์ เทคโนโลยี การจัดเก็บพลังงาน

5.2.4 ผลการศึกษา พบว่า สมรรถนะที่ต้องการและจำเป็นต่ออุตสาหกรรม ประกอบด้วย ความรู้ในอาชีพ (Hard Skill) โดยแรงงานจะต้องมีความรู้พื้นฐานด้านไฟฟ้าและเทคโนโลยีในด้านพลังงานทดแทน ส่วนสมรรถนะด้านสังคมที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์ในการทำงาน (Soft Skill) จะต้องมีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัตนวัชร์ เพ็ญรัตนหิรัญและก่องทรัพย์ ทองคำ (2564) ที่พบว่าสถานประกอบการได้ให้ความสำคัญกับ Soft Skills อย่างมาก โดยผู้จ้างงานต้องการผู้สมัครงานที่มีทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ที่ดี รวมทั้งต้องการพนักงานที่มีวุฒิภาวะและมีการปรับตัวทางสังคมที่ดี ผู้จ้างงานจึงให้ความสำคัญกับ Soft Skills เป็นอันดับหนึ่งเพราะถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นแห่งความสำเร็จในการทำงาน และสอดคล้องกับ Future Of Jobs Report 2023 โดย World Economic Forum ที่พบว่า ทักษะที่จะมีความสำคัญมากที่สุดคือ Soft Skill ซึ่งได้แก่ ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์เล็กน้อย และทักษะความรู้ด้านเทคโนโลยี โดยนายจ้างคาดการณ์ว่า 44% ของทักษะของแรงงานปัจจุบันจะกลายเป็นทักษะที่ “ไม่เป็นที่ต้องการ” ในอีก 5 ปีข้างหน้า ทักษะในการคิดจะมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นในงาน โดยทักษะที่จะมีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

1) รัฐบาลควรกำหนดนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนใช้พลังงานทดแทน โดยการกำหนดกฎระเบียบ ข้อบังคับให้ชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติ

2) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานทดแทน ควรพิจารณาจัดตั้งศูนย์ One Stop Service เพื่ออำนวยความสะดวกให้ประชาชน

3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรบูรณาการการทำงานร่วมกันในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน และกระทรวงแรงงานต้องเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาทักษะฝีมือแรงงานเพื่อจัดเตรียมกำลังแรงงานสนับสนุนอุตสาหกรรม

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต ในอุตสาหกรรมด้านพลังงานทดแทนด้านอื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมอุตสาหกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนทุกประเภทของประเทศ

2) เพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ควรศึกษาจากข้อมูลในอุตสาหกรรมที่มีขนาดกลางหรือขนาดเล็ก ธุรกิจ SMEs หรือธุรกิจในชุมชน เพื่อให้เห็นรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงทุกมิติของอุตสาหกรรมในอนาคตมากขึ้น

3) ควรมีผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษาด้านการคาดการณ์อนาคต (Foresight) และที่ปรึกษาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบผลการศึกษาก่อนนำไปเผยแพร่ เพื่อให้ผลการศึกษาสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งการมีที่ปรึกษาที่เป็นนักวิชาการมืออาชีพ จะทำให้ผลการศึกษาเป็นที่ยอมรับและกลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์ได้

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566) . รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2566. จาก : https://kc.dede.go.th/knowledge-view.aspx?p=457 .

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.). แนวคิดเกี่ยวกับพลังงานทดแทน. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566. จาก : http://services.dede.go.th/opendata/ .

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566. จาก : https://gis.dede.go.th/gallery-map-view.aspx?p=133 .

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). ประวัติกิจการไฟฟ้าไทย. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566. จาก : https://www.egat.co.th/home/history-thai-electricity .

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2562). รักษ์โลก รักพลังงาน กับ กฟผ. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566 จาก : https://www.egat.co.th/home/wp-content/uploads/2021/07/egat-energy-conservation.pdf .

คณะกรรมาธิการพลังงาน วุฒิสภา. (2557). การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าบนหลังคาอาคารและที่อยู่อาศัย . สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2565.

ณัฐนภัส รชตะวิวรรธน์. (2566). 7 กลยุทธ์ปรับใช้ Big Data และ AI สร้างธุรกิจแข็งแกร่ง ฉบับปี 2023. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2566. จาก : https://shorturl.asia/KLrOB .

พิชิต ภาสบุตร และคณะ. (2565). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนโซล่าเซลล์ในภาวะวิกฤตโควิด-19 ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566. จาก : https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jam/article/download/251989/171181/935392 .

รัตนวัชร์ เพ็ญรัตนหิรัญ และก่องทรัพย์ ทองคำ. (2564). การสำรวจ Soft Skills ที่จำเป็นของสถานประกอบการในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2566. จาก : http://www.chefile.cmru.ac.th/faculty/2564/edu/SAR2/KPI2.3/2.3.1-5.pdf.

วรวุฒิ เทพแสน. (2563). การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แบบออนกริด ณ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โซลาร์ โก ไทรเพชร. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2565. จาก : https://e-research.siam.edu/kb/on-grid-solar-power-systems/ .

สถาบันการมองอนาคตนวัตกรรม (IFI) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับวิทยาลัยสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2562). เครื่องมือการมองอนาคต. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2566. จาก : https://ifi.nia.or.th/649 .

สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. (2566). ภาพรวมอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ของไทย. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2566. จาก : https://www.mreport.co.th/experts/business-and-management/347-Solar-cell-Thailand-Overview .

สายสุนีย์ สิทธิมงคล. (2564). การศึกษาปัจจัยในการเลือกใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cells) ในบ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566. จาก : https://archive.cm.mahidol.ac.th/bitstream/123456789/4131/1/TP%20BM.042%202564.pdf .

บรรณานุกรม (ต่อ)

สัญญา ลักษณะ. (2564). แนวคิดเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2566. จาก : https://www.prd.go.th/th/file/get/file/202103082fff21210bb97eb2ea51c14d30624891133438.pdf .

สุรเชษฐ์ มิตสานนท์**.** (2563). ความเป็นไปได้ในการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์แบบทุ่นลอยน้ำ. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2565. จาก : https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jitubru/article/view/240335 .

สุริยพันธุ์ สิงหนนิยม และดร.ภูมิพร ธรรมสถิตย์เดช. (2557). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการยอมรับการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2565. จาก : https://gsbooksgs.kku.ac.th/57/grc15/files/pmp18.pdf .

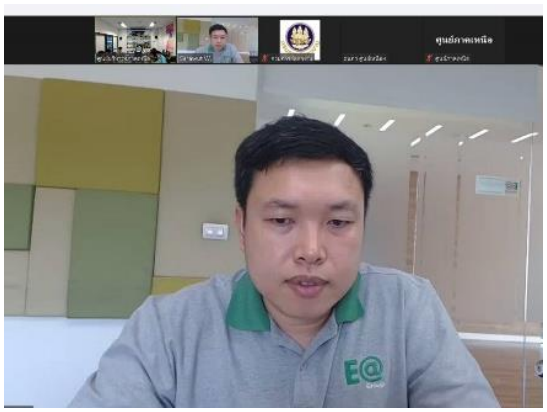
สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2566.

World Economic Forum. (2566). 15 Key Takeaways. สืบค้นเมื่อ 30 พฤษภาคม 2566. จาก : https://www.truedigitalacademy.com/blog/15-key-takeaways-future-of- jobs-report-2023 .

ภาคผนวก

การลงพื้นที่และการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

การลงพื้นที่และการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) (ต่อ)



สรุปผลการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์)

สรุปผลการศึกษาทิศทางตลาดแรงงานไทยในอนาคต อุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (เซลล์แสงอาทิตย์) ในรายการ Northern LMI Station ตอน เปิดโลกอาชีพในอนาคต “อุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์” ของศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ เผยแพร่ผ่านช่องทาง Youtube Channel : https://youtu.be/5fbG4nkVZG0

สามารถ Scan QR Code เพื่อรับชมคลิปรายการ Northern LMI Station
ตอน เปิดโลกอาชีพในอนาคต “อุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์” เผยแพร่วันที่ 15 กันยายน 2566

ที่ปรึกษา

รศ.ดร.กิริยา กุลกลการ
รองคณบดี ฝ่ายวิชาการวิทยาลัยพัฒนศาสตร์ ป่วย อึ๊งภากรณ์
และอาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะผู้ศึกษา

นางเมทินี	สุริยะ	หัวหน้าศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ
ว่าที่ร้อยตรีหญิงดรุณี	จันทร์มล	นักวิชาการแรงงานชำนาญการ
นางสาวเปมิกา	ขำระหงษ์	นักวิชาการแรงงานชำนาญการ
นายธนกร	กาวารี	นักวิชาการแรงงาน
นางสาวสุดารัตน์	จันทร์สวี	นักวิชาการแรงงาน

กรมการจัดหางาน

ศูนย์บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคเหนือ

ศาลากลางจังหวัดลำปาง ชั้น 3 ถนนวชิราวุธดำเนิน ตำบลพระบาท อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

โทรศัพท์ 054-265050 โทรสาร 054-265071