

# เจาะความเคลื่อนไหวอุตสาหกรรม 4.0 และความอยู่รอดในยุคโควิด-19

## Examining the Movement of Industry 4.0 and Survival in the Covid-19 Era

ฐิติกร หมายมั่น<sup>1,2\*</sup> ชำนาญ ทองมาก<sup>1</sup> บัณฑิต รัตน์ไตร<sup>3</sup> และกฤติมา เหมวิภาต<sup>4</sup>  
Thitikorn Maimun<sup>1,2</sup>, Chamnarn Thongmark<sup>1</sup>, Bundith Rattanatai<sup>3</sup> and Kridtima Hemvipat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>1</sup>School of Engineering, Eastern Asia University

<sup>2</sup>บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>2</sup>Graduate School, Eastern Asia University

<sup>3</sup>หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>3</sup>Master of Business Administration Program, Eastern Asia University

<sup>4</sup>คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>4</sup>School of Business Administration, Eastern Asia University

\*Corresponding author: jitlada@eau.ac.th

Received: November 30, 2021

Revised: April 11, 2022

Accepted: April 18, 2022

### บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้ นำเสนอความเคลื่อนไหวของอุตสาหกรรม 4.0 ในปัจจุบันว่าได้ขับเคลื่อนไปในลักษณะใดบ้าง ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบความเคลื่อนไหว 3 ประเด็นสำคัญ คือ (1) แนวคิดการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในประเทศและต่างประเทศ (2) การประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรมผ่านตัวชี้วัด และ (3) ความอยู่รอดของอุตสาหกรรมท่ามกลางสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 เมื่อเจาะรายละเอียดแต่ละประเด็น ทำให้สรุปแนวคิดว่าองค์รวมของการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0 จากประเทศที่ศึกษา คือ ประเทศเยอรมนี สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น และไทย ได้เป็น 6 มิติ คือ (1) ด้านผลิตภัณฑ์ (2) ด้านกระบวนการผลิตและการบำรุงรักษา (3) ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม (4) ด้านบุคลากร (5) ด้านองค์การ และ (6) ด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนประเด็นความเคลื่อนไหวที่ได้จากการศึกษาวิจัยด้านการประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรม สรุปตัวชี้วัดได้ 7 ตัวชี้วัด คือ (1) ด้านทรัพยากรมนุษย์ (2) ด้านเทคโนโลยี (3) ด้านกลยุทธ์ (4) ด้านโครงสร้างองค์การ (5) ด้านกระบวนการ (6) ด้านการปฏิบัติการอัจฉริยะ และ (7) ด้านผลิตภัณฑ์และบริการอัจฉริยะ จากความเคลื่อนไหวในการพัฒนาและการเตรียมความพร้อม สะท้อนให้เห็นถึงความพยายามในการขับเคลื่อนสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างจริงจัง ถึงแม้ว่าขณะนี้ภาคอุตสาหกรรมกำลังเผชิญหน้ากับภาวะวิกฤตการแพร่ระบาดของ COVID-19 ที่ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานก็ตาม ในวิกฤตนั้นยังมีโอกาสให้เกิดความอยู่รอดของอุตสาหกรรมได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้รับมือกับ COVID-19 ซึ่งประกอบด้วย ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence--AI) ข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์ (big data and analytics) อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรม

และคลาวด์ (industrial internet and cloud) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things--IoT) อินเทอร์เน็ตของการแพทย์ (Internet of Medical Things--IoMT) ความจริงเสมือน (Virtual Reality--VR) เพิ่มความเป็นจริง (augmented reality) โซลูชันการผลิตขั้นสูง (advanced manufacturing solutions) การผลิตสารเติมแต่ง (additive manufacturing) การจำลอง (simulation) การบูรณาการแนวนอน/แนวตั้ง (Horizontal/Vertical Integration) เทคโนโลยีโดรน และหุ่นยนต์อิสระ (drone technology and autonomous robots) 5G บล็อกเชน (Blockchain) ความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cyber-security) และเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D printing)

**คำสำคัญ:** อุตสาหกรรม 4.0 โควิด-19 ตัวชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0

## Abstract

This academic article presented the characteristics of the industry 4.0 movement nowadays. According to related documents and studies, it was found that there were three major movements consisting of (1) concepts of driving towards industry 4.0 in Thailand and other countries; (2) industry 4.0 readiness assessment; and (3) the industry's survival over the COVID-19 pandemic. When focusing on the details of each movement, the overall concepts of industry 4.0 summarized from selected sample countries, which were Germany, Singapore, United States of America, China, Republic of China, Japan, and Thailand, could be divided into six dimensions including (1) product; (2) production and maintenance; (3) technology and innovation; (4) employee; (5) organization; and (6) environment. Meanwhile, seven indexes of industry 4.0 movements presented in related studies on industry readiness assessment were found, for example (1) human resources; (2) technology; (3) strategy; (4) structure of organization; (5) process; (6) smart operation; and (7) smart products and service. The movements in development and readiness as described above, obviously reflected the strive to drive towards industry 4.0. Together with industrial technology, the industrial sector could survive the COVID-19 pandemic, even though this crisis has significant effects on the supply chain. The beneficial industrial technology includes Artificial Intelligence--AI, Big Data and Analytics, Industrial Internet and Cloud, Internet of Things--IoT, Internet of Medical Things--IoMT, Virtual Reality--VR, Augmented Reality, Advanced Manufacturing Solutions, Additive Manufacturing, Simulation, Horizontal/Vertical Integration, Drone Technology and Autonomous Robots, 5G, Blockchain, Cyber-security, and 3D Printing.

**Keywords:** industry 4.0, COVID-19, industry readiness index, Technology 4.0



## บทนำ

การพัฒนาและขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย ในระยะ 20 ปีข้างหน้า ตามกรอบการพัฒนาประเทศไทย 4.0 สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ได้จัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนากอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560–2579) โดยตั้งเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหา การติดกัับดัก 3 กัับดักที่เป็นอุปสรรคต่อการเติบโตของ ประเทศ ได้แก่ (1) ประเทศรายได้อานกลาง

(2) ความไม่เท่าเทียม และ (3) ความไม่สมดุลของการพัฒนา (Ministry of Industry, 2016) จากการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคต่อการยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมไทย มี 8 อุปสรรคด้วยกัน คือ (1) อุปสรรคที่เกิดจากกลไกภาครัฐที่มีโครงสร้างซับซ้อนและไม่เป็นในแนวทางเดียวกัน (2) ขาดแคลนแรงงานและผู้ให้บริการภาคอุตสาหกรรมทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ (3) ขาดแคลนองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตและเทคโนโลยีดิจิทัลโดยเฉพาะการขาดแคลนบุคลากรด้านวิศวกรรมการออกแบบเครื่องจักรกลและระบบอัตโนมัติ พัฒนาเทคโนโลยี สร้างเครื่องจักรเพื่อการผลิต (4) การเข้าถึงแหล่งเงินทุน โดยเฉพาะผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กที่ไม่มีหลักทรัพย์ค้ำประกันการขอกู้ไม่เพียงพอ (5) มาตรการทางด้านภาษี ซึ่งเดิมประเทศไทยเน้นการส่งออกและการลงทุนจากต่างชาติ ทำให้ผู้ประกอบการไทยที่จะลงทุนในประเทศเสียเปรียบทางการค้า เพราะต้องเสียภาษีมูลค่าสูงกว่าการนำเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์จากต่างประเทศ (6) ศักยภาพของสถานประกอบการ ยังคงดำเนินธุรกิจรูปแบบเดิม ไม่ซับซ้อน ไม่เน้นการผลิตและพัฒนาสินค้าเป็นของตนเอง ไม่มีความทันสมัย และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้น้อย (7) นโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรม ตลอดจนมาตรการต่าง ๆ ในการช่วยเหลือผู้ประกอบการไทย ยังไม่ตอบโจทย์ โดยเฉพาะ SMEs ให้สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการรายใหญ่ได้ในเวทีเดียวกันหรือกติกาเดียวกัน และ (8) โครงสร้างพื้นฐานของประเทศ อาทิ ระบบการคมนาคมขนส่งยังไม่เชื่อมโยงถึงกันได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านโลจิสติกส์สูง ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต ต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ปัญหาน้ำท่วมและการระบายน้ำ และระบบโครงข่ายการสื่อสารและการให้บริการ ICT ยังไม่ทั่วถึงและราคาค่อนข้างสูง การเชื่อมโยงและการเข้าถึงข้อมูลยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร (The Federation of Thai Industries, 2016b) จากปัญหาและอุปสรรคดังกล่าว ภาคอุตสาหกรรมยังเผชิญกับภาวะวิกฤตของ COVID-19 ที่ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานทั้งระบบของทุกภาคอุตสาหกรรมและทุกประเทศทั่วโลก จึงส่งผลให้เกิดปัญหาและกระทบกับความอยู่รอดก่อนจะไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ได้ตามที่คาดหวัง

ดังนั้น ผู้เขียนจึงได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเจาะรายละเอียดความเคลื่อนไหวของ

การพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 แล้วสรุปประเด็นสำคัญด้านการพัฒนา ด้านการเตรียมความพร้อมของอุตสาหกรรม และการใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 มาเป็นเครื่องมือช่วยในการรับมือกับภาวะวิกฤต COVID-19 ดังรายละเอียดที่กล่าวต่อไปเริ่มตั้งแต่สถานะของอุตสาหกรรมในปัจจุบันว่าอยู่ในกลุ่ม Industry 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มากน้อยเพียงใด แล้วกลุ่มอุตสาหกรรมที่มุ่งไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 มีแนวทางการพัฒนากันอย่างไร ซึ่งได้แสดงรายละเอียดในหัวข้อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ของไทยและต่างประเทศ นอกจากแนวคิดการพัฒนาแล้ว การประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรมผ่านตัวชี้วัดต่าง ๆ มีความสำคัญและจำเป็นต่อการขับเคลื่อนสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของผู้ประกอบการไทย ผู้เขียนจึงได้สรุปตัวชี้วัดที่ได้จากการศึกษางานวิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนา ในส่วนท้ายของบทความนี้ ผู้เขียนขอเกาะติดสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 ที่ส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมทั้งระบบห่วงโซ่อุปทานซึ่งท้ายที่สุดนั้น อะไรคือคำตอบของความอยู่รอดท่ามกลางภาวะวิกฤตเช่นนี้และยังคงก่อวนไปทั้งระบบในไทยและต่างประเทศทั่วโลก

### ผลกระทบจาก COVID-19 ต่อภาคอุตสาหกรรม

การแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 ส่งผลกระทบต่อปัญหาขาดแคลนแรงงานในภาค อุตสาหกรรม ส่งผลให้กำลังการผลิตลดลงและกระทบต่อการส่งออกของไทย โดยผลกระทบจากปัญหาขาดแคลนแรงงานที่เกิดขึ้นในขณะนี้ พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมบางส่วนได้รับผลกระทบทำให้ต้องลดกำลังการผลิตลง น้อยกว่า 30% คิดเป็นร้อยละ 45.2 โรงงานที่ไม่ได้รับผลกระทบ คิดเป็นร้อยละ 26.5 โรงงานที่กำลังการผลิตลดลง 30-50% คิดเป็นร้อยละ 20.5 และโรงงานที่กำลังการผลิตลดลงมากกว่า 50% คิดเป็นร้อยละ 7.8 ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคอุตสาหกรรม คือ แรงงานบางส่วนต้องเข้าสู่กระบวนการรักษาโรค หรือกักตัว รวมทั้งการปิดโรงงานชั่วคราวตามกำหนด คิดเป็นร้อยละ 51.8 (The Federation of Thai Industries, 2016a)

## สถานะของอุตสาหกรรมไทย

การพัฒนาภาคอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 จำเป็นต้องทราบสถานะของสถานประกอบการว่าขณะนี้ อยู่ระดับใด ซึ่งสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยร่วมกับ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม มุ่งเน้นการเตรียมความพร้อม ของภาคอุตสาหกรรมไทยสู่ Industry 4.0 ได้มีการสำรวจ ศักยภาพผู้ประกอบการภาคการผลิต การค้าและบริการ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561 จำนวน 1,500 กิจการ โดยใช้ เครื่องมือ Self-Assessment ที่มีการวัดผลออกมาเป็น ระดับ Industry 1.0-4.0 ในมิติสำคัญ 6 มิติ ได้แก่ มิติที่ 1 Smart Operation มิติที่ 2 Strategy & Organization มิติที่ 3 Workforce มิติที่ 4 Technology & Innovation มิติที่ 5 Market Customer & Standard และมิติที่ 6 IT & Data Transaction จากผลการประเมิน พบว่า ศักยภาพ ของผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมในภาพรวมของปี 2561 อยู่ในระดับ 2.0 ในเกือบทุกมิติ (ร้อยละ 61.0) รองลงมา คือ กลุ่ม Industry 3.0 (ร้อยละ 28.0) กลุ่ม Industry 1.0 (ร้อยละ 9.0) และน้อยที่สุดอยู่ในกลุ่ม Industry 4.0 (ร้อยละ 2.0) ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีการประเมินระดับศักยภาพ ในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมไทย พบว่า ส่วน ใหญ่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตมาใช้ในบางส่วนของ กระบวนการผลิต แต่ยังไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูล (ร้อยละ 45.0) รองลงมา คือ ยังไม่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ใน กระบวนการผลิต (ร้อยละ 31.0) และการผลิตส่วนใหญ่ เป็นระบบอัตโนมัติและมีการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบ IT (ร้อยละ 20.0) และระดับที่น้อยที่สุด คือ การผลิตใช้ ระบบอัตโนมัติทั้งหมด และมีการเชื่อมโยงข้อมูลตลอด ทั้ง Supply Chain ด้วยระบบ IT (ร้อยละ 4) ตามลำดับ (Sawangsamut, 2021)

## คาดการณ์ภาคอุตสาหกรรมหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19

จากภาพรวมปี 2563 ภายใต้เงื่อนไขที่ไม่เกิด COVID-19 รอบที่สอง คาดว่าดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม และผลิตภัณฑ์มวลรวม ภาคอุตสาหกรรมจะหดตัวร้อยละ 8.0-9.0 แนวโน้มการปรับตัวจะดีขึ้นช่วงไตรมาสที่ 4 เนื่องมาจากปัจจัยในการฟื้นตัวของการบริโภคและการจ้าง

งานกลับเข้าสู่สภาวะใกล้เคียงปกติ สถานการณ์เศรษฐกิจ ของประเทศคู่ค้าเริ่มกลับมาดีขึ้น รวมทั้งมาตรการภาครัฐ ที่มีโครงการฟื้นฟูและกระตุ้นเศรษฐกิจภายในประเทศ (Ueavivatsakul, 2020)

## โอกาสและทิศทางการปรับตัวของภาคอุตสาหกรรมหลัง สถานการณ์ COVID-19

ผู้ประกอบการไทยที่ได้รับผลกระทบคงจะพอมอง เห็น New Normal ที่เกิดขึ้นหลัง COVID-19 สิ้นสุดลง ถ้าปรับตัวได้เร็ว ตอบสนองได้ทันกับความต้องการใหม่ของผู้บริโภค ก็จะอยู่รอดได้ พร้อมกับควรตระหนักและให้ความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

1. เรียนรู้เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงอย่างมาก เช่น เทคโนโลยีดิจิทัล ที่ทำให้การซื้อของและการทำธุรกรรมทางการเงินอยู่บน สมาร์ทโฟน เทคโนโลยีแพลตฟอร์มที่เป็นสื่อกลางระหว่าง ผู้ซื้อและผู้ขายทำให้เกิดเศรษฐกิจเชิงแบ่งปันโดยไม่ต้องผ่าน ตัวแทนจำหน่าย เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เทคโนโลยี AI และ Machine Learning

2. ห่วงโซ่การผลิต เนื่องจากประเทศไทยพึ่งพา เศรษฐกิจที่มีการส่งออกและภาคอุตสาหกรรมของประเทศ โดยส่วนใหญ่เป็นส่วนหนึ่งใน Supply Chain ของโลก ซึ่ง ขณะนี้หลายธุรกิจทั่วโลก เกิดการย้ายฐานการผลิตที่จาก เดิมกระจายอยู่หลายที่ทั่วโลก กลับไปผลิตในภูมิภาคมากขึ้น หรือดึงขั้นตอนการผลิตกลับไปผลิตเองที่ประเทศปลายทาง มากขึ้น

3. สิ่งแวดล้อม ทั้งในส่วนปัญหาภาวะโลกร้อน และคาดว่าในอนาคตจะเกิดการขาดแคลนน้ำสะอาด และ ยังมีความเสี่ยงด้านกฎเกณฑ์หรือมาตรฐานในการทำธุรกิจ ที่ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและให้ความสำคัญกับความยั่งยืน มากขึ้น ซึ่งอาจเป็นโอกาสในการปรับเปลี่ยนการทำธุรกิจ ซึ่งจะกลายเป็นผู้กำหนดมาตรฐานใหม่ของอุตสาหกรรม

4. แรงงาน เนื่องจากโครงสร้างแรงงานที่เปลี่ยนไป ผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น คนวัยทำงานน้อยลง ส่งผลให้ธุรกิจแบบเดิมที่ต้องใช้แรงงานจำนวนมากต้องปรับตัว ภาคธุรกิจจึงต้องปรับรูปแบบการผลิตจากที่เน้นความได้เปรียบจากต้นทุนค่าแรงหรือใช้แรงงานจำนวนมากเปลี่ยนเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแทน (Ueavivatsakul, 2020)

### การแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางการพัฒนา

#### อุตสาหกรรม 4.0 ของต่างประเทศ

ผู้เขียนได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเรื่องอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อการเรียนรู้กรอบแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ของประเทศสำคัญได้แก่ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี สาธารณรัฐสิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐจีน

(ไต้หวัน) สาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศญี่ปุ่น และได้นำเสนอแนวคิดของประเทศไทยเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันระหว่างมิติในการพัฒนาที่ผู้เขียนได้สรุปจัดเป็น 6 มิติ ประกอบด้วย (1) ด้านผลิตภัณฑ์ (2) ด้านกระบวนการผลิตและการบำรุงรักษา (3) ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม (4) ด้านบุคลากร (5) ด้านองค์การ และ (6) ด้านสิ่งแวดล้อม โดยผู้เขียนได้แสดงมิติการพัฒนาอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่สรุปได้ดังภาพ 1 และบรรยายละเอียดในแต่ละมิติและแต่ละประเทศที่สรุปจากเอกสารดังตาราง 1



ภาพ 1 6 มิติการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0

## ตาราง 1

## มิติการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0

มิติการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0	สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Thai-German Institute, 2019)	สหรัฐอเมริกา (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐจีน (ใต้หวัน) (Sutanon, 2018)	สาธารณรัฐประชาชนจีน (Department of International Trade Promotion, 2021)	ประเทศไทย (The Federation of Thai Industries, 2016)
ผลิตภัณฑ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การทำงานร่วมกันระหว่างตัวตรวจวัดและตัวส่งกำลัง</li> <li>- การสื่อสารและการเชื่อมต่อ</li> <li>- การจัดเก็บข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล</li> <li>- การตรวจติดตาม</li> <li>- บริการด้านไอทีที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์</li> <li>- รูปแบบธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>วงจรรวมผลิตภัณฑ์</li> <li>- การประยุกต์เทคโนโลยีดิจิทัลในการเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่อุปทาน เพื่อความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพ ลดเวลาในการรอคอยสินค้าและความโปร่งใสทั้งภายในและภายนอกองค์กรโดยเป็นการเชื่อมโยงแนวราบ</li> <li>- การประยุกต์เทคโนโลยีดิจิทัลตลอดห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ การออกแบบ การดำเนินการทางวิศวกรรม การผลิต การส่งมอบลูกค้า และการบริการหลังการขาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>วงจรรวมผลิตภัณฑ์</li> <li>- การประยุกต์เทคโนโลยีดิจิทัลในการเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่อุปทาน เพื่อความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพ ลดเวลาในการรอคอยสินค้าและความโปร่งใสทั้งภายในและภายนอกองค์กรโดยเป็นการเชื่อมโยงแนวราบ</li> <li>- การประยุกต์เทคโนโลยีดิจิทัลตลอดห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ การออกแบบ การดำเนินการทางวิศวกรรม การผลิต การส่งมอบลูกค้า และการบริการหลังการขาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงการการผลิตอุปกรณ์ระดับไฮเอนด์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยกระดับผลิตภาพและมาตรฐาน</li> <li>- New Materials เป็นการนำเอาวัสดุชนิดใหม่ๆ เข้ามาใช้เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขัน เช่น Bio-plastic, Graphene และ Recycle Materials เป็นต้น</li> </ul>	

ตาราง 1 (ต่อ)

มิติการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0	สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Thai-German Institute, 2019)	สหรัฐอเมริกา (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) (Sutanon, 2018)	สาธารณรัฐประชาชนจีน (Department of International Trade Promotion, 2021)	ประเทศญี่ปุ่น (Suppavatee, 2019)	ประเทศไทย (The Federation of Thai Industries, 2016)
<b>กระบวนการผลิตและการบำรุงรักษา</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การประมวลผลของข้อมูลในการผลิต</li> <li>- การสื่อสารกันระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร</li> <li>- การสื่อสารระหว่างฝ่ายผลิตกับหน่วยงานอื่นทั่วทั้งองค์กร</li> <li>- อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร</li> <li>- ประสิทธิภาพในการผลิตจำนวนน้อย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การดำเนินการเพื่อแปลงวัตถุดิบและแรงงานเป็นสินค้าหรือบริการที่มีต้นทุนต่ำสุดและตอบสนองกับความต้องการลูกค้า</li> <li>- นำข้อมูลจากกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์เพื่อลดข้อเสียและความสูญเสียที่เกิดขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การแปลงข้อมูลให้เป็นแบบดิจิทัลในทุกส่วนขององค์กร</li> <li>- ผลิตภัณฑ์มีการทำงานร่วมกัน</li> <li>- เชื่อมต่ออุปกรณ์และสื่อสารเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาทันทีเพื่อจะได้ส่งการผลิตและแบบยึดหยุ่นได้</li> <li>- การจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ทำงานร่วมกันด้วยวิธีการที่รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาด</li> <li>- บุคลากรและการตัดสินใจที่ดีที่สุดสำหรับพลังงานและประสิทธิภาพของทรัพยากร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบบการผลิตที่เชื่อมต่อกันโดยสมบูรณ์ด้วยระบบอัตโนมัติ</li> <li>- อุปกรณ์และเครื่องจักรมีความสามารถในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล</li> <li>- ระบบการจัดการแบบ Lean</li> <li>- ระบบกระบวนการผลิตอัจฉริยะ</li> <li>- ระบบการให้บริการอัจฉริยะ</li> <li>- ระบบการประเมินสมรรถนะ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การผลิตที่ชาญฉลาดเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในด้านอุปกรณ์ทางเทคนิคที่สำคัญ</li> <li>- การส่งเสริมให้อุตสาหกรรมการผลิตของจีนมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การบูรณาการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บำรุงรักษาแบบอัจฉริยะ โดยบูรณาการระหว่างวิศวกรรม การซ่อมบำรุงรักษา ระบบการบริหารจัดการการผลิต ระบบสารสนเทศ การวิเคราะห์ข้อมูล และการทำนายล่วงหน้า เป็นต้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High Performance Manufacturing</li> <li>- กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น Modular Production, Automation, 3D Printing, Simulations, Zero-defect และ Robotics เป็นต้น</li> <li>- ส่งเสริมอุตสาหกรรมไทยเชื่อมโยงห่วงโซ่มูลค่าของโลก</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

มิติการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0	สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Thai-German Institute, 2019)	สหรัฐอเมริกา (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) (Sutanon, 2018)	สาธารณรัฐประชาชนจีน (Department of International Trade Promotion, 2021)	ประเทศไทย (The Federation of Thai Industries, 2016)
เทคโนโลยีและนวัตกรรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงสร้างพื้นฐานของข้อมูลและเทคโนโลยีการสื่อสารในกระบวนการผลิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การผลิตในลักษณะการลดต้นทุนการผลิต</li> <li>- การผลิตตามความต้องการ</li> <li>- ไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่มหรือใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนกระบวนการการผลิตน้อยที่สุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เซ็นเซอร์ขั้นสูงและการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ผ่านวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้วิถีการนวัตกรรมที่รวดเร็ว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Smart Technology</li> <li>- ขับเคลื่อนเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วในการใช้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการบริหารจัดการ</li> <li>การผลิต การปรับปรุงและเกิดความล่าช้าอยู่ที่สุด Value Innovation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้เทคโนโลยีขั้นสูง</li> <li>- โครงการสร้างศูนย์นวัตกรรมการผลิต</li> <li>- การพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้สำหรับเครื่องจักรระดับไฮเอนด์ เพื่อลดต้นทุนของโรงงานและทำให้มีกำไรเพิ่มมากขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การนำระบบเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาใช้ในทุกกระบวนการผลิตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและลดผลเสียให้น้อยที่สุด</li> <li>- สร้างกลไกตอบสนองความต้องการใช้ด้านเทคโนโลยีของภาคผู้ผลิต</li> <li>- ยกระดับนวัตกรรม</li> <li>- เชื่อมโยงการผลิตและการตลาดสู่สากลด้วยดิจิทัล</li> </ul>

ตาราง 1 (ต่อ)

มิติการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0	สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Thai-German Institute, 2019)	สหรัฐอเมริกา (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) (Sutanon, 2018)	สาธารณรัฐประชาชนจีน (Department of International Trade Promotion, 2021)	ประเทศไทย (The Federation of Thai Industries, 2016)
<b>บุคลากร</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ใช้งานจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะในการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักรได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- บุคลากรจะต้องมีความเข้าใจที่สอดคล้องกัน ตั้งแต่ระดับบริหารชั้นสูงถึงระดับปฏิบัติการ และเข้าใจบทบาทของตนเองอย่างชัดเจน</li> <li>- ปรับตัวเพื่อทำงานร่วมกับเทคโนโลยีต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความสามารถในการทำงานร่วมกันแบบดิจิทัลเพื่อรองรับระบบการผลิตอัจฉริยะ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ฝ่ายทรัพยากรบุคคลที่เอื้อต่อการพัฒนาองค์กรสู่ Industry 4.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีทักษะความสามารถด้านเทคโนโลยีและการวิจัย เช่น การวิจัยวัสดุใหม่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างคนอัจฉริยะ ด้วยการพัฒนากำลังคนให้มีความรู้และมีความพร้อมกับการทำงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรม เช่น ทักษะการเขียน coding ทักษะด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมเฉพาะทาง การผลิตวิศวกรรมที่สามารถรองรับกับความต้องการและผลกระทบท่องการและผลกระทบทางอุตสาหกรรม</li> <li>- พัฒนาความสามารถเฉพาะทางที่ทันสมัย หรือ AI ไม่สามารถทดแทนมนุษย์ได้</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

มิติการพัฒนาสู่ อุตสาหกรรม 4.0	สหพันธ์สาธารณรัฐ เยอรมนี (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Thai-German Institute, 2019)	สหรัฐอเมริกา (Thai-German Institute, 2019)	สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) (Sutanon, 2018)	สาธารณรัฐประชาชนจีน (Department of International Trade Promotion, 2021)	ประเทศญี่ปุ่น (Suppavatee, 2019)	ประเทศไทย (The Federation of Thai Industries, 2016)
องค์การ	โครงสร้างการบริหาร - องค์การจะตั้ง กระจายอำนาจการ บริหาร และการตัดสินใจ ใจมากขึ้นเนื่องจากมี การวิเคราะห์ข้อมูลใน ระดับต่าง ๆ	กลยุทธ์องค์กร - วิสัยทัศน์ - การบริหารงาน - การวางแผนกลยุทธ์ องค์กร - ระบบการปฏิบัติการที่ ช่วยในการตัดสินใจ	การพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานด้าน อุตสาหกรรม - การส่งเสริม ความสามารถด้าน อุตสาหกรรมของจีน - การพัฒนา อุตสาหกรรมอัจฉริยะ - การปรับปรุงระบบการ ฝึกอบรมหลายระดับ และหลายประเภท - การพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม	การพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานด้าน อุตสาหกรรม - การส่งเสริม ความสามารถด้าน อุตสาหกรรมของจีน - การพัฒนา อุตสาหกรรมอัจฉริยะ - การปรับปรุงระบบการ ฝึกอบรมหลายระดับ และหลายประเภท - การพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม	ส่งเสริมการพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานภาค อุตสาหกรรมเพื่อเข้าสู่ อุตสาหกรรม 4.0 - เสริมสร้างเศรษฐกิจ ฐานรากและสังคมผู้ ประกอบการ - ส่งเสริมการรวมกลุ่ม คลัสเตอร์อุตสาหกรรม - ปฎิรูปองค์กรภาค รัฐให้ยืดหยุ่นต่อการ เปลี่ยนแปลง - ส่งเสริมการลงทุน ขยายฐานการผลิตใน และนอกประเทศ		

ตาราง 1 (ต่อ)

<p>มิติการพัฒนาสู่ อุตสาหกรรม 4.0</p>	<p>สหพันธ์สาธารณรัฐ เยอรมนี (Thai-German Institute, 2019)</p>	<p>สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Thai-German Institute, 2019)</p>	<p>สหรัฐอเมริกา (Thai-German Institute, 2019)</p>	<p>สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) (Sutanon, 2018)</p>	<p>สาธารณรัฐประชาชนจีน (Department of International Trade Promotion, 2021)</p>	<p>ประเทศไทย (The Federation of Thai Industries, 2016)</p>
<p>สิ่งแวดล้อม</p>	<p>- มีการพัฒนาควบคู่ ไปกับการรักษาสภาพ แวดล้อม</p>	<p>- บูรณาการ สิ่งแวดล้อม และชุมชน ให้มีความอัจฉริยะ - ใช้เทคโนโลยีในการ กำจัดมลพิษทางบก น้ำ อากาศ นวัตกรรม การนำกลับมาใช้ใหม่ การกำจัดกากขยะ อุตสาหกรรมและ กากขยะอิเล็กทรอนิกส์ - การมีส่วนร่วมกับ ชุมชนในการสร้าง ระบบนิเวศที่เอื้อต่อ การอยู่อาศัยเพื่อให้ ภาคอุตสาหกรรมกับ ชุมชนสามารถอยู่ร่วม กันได้อย่างเติบโต และ ยั่งยืน</p>	<p>Green Production - พลังงาน คน และ สิ่งแวดล้อม โดยต้อง ดำเนินการไปด้วยกัน เพื่อนำไปสู่ความยั่งยืน</p>			

จากตาราง 1 สรุปได้ว่า แนวคิดการพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในไทยและต่างประเทศ มีด้วยกัน 6 มิติ ประกอบด้วย (1) ด้านผลิตภัณฑ์ (2) ด้านกระบวนการผลิตและการบำรุงรักษา (3) ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม (4) ด้านบุคลากร (5) ด้านองค์กร และ (6) ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้ง 6 มิติ ครอบคลุมระบบการผลิตในอุตสาหกรรมที่ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า (input) ได้แก่ มิติที่ 4 ด้านบุคลากร มิติที่ 5 ด้านองค์กร ส่วนกระบวนการผลิต (process) ได้แก่ มิติที่ 2 และ 3 ด้านกระบวนการผลิตและการบำรุงรักษา และด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ส่วนผลผลิตที่ได้ (output) ได้แก่ มิติที่ 1 ด้านผลิตภัณฑ์ ส่วนมิติที่ 6 ด้านสิ่งแวดล้อม สามารถนำไปผสมได้ทั้งระบบการผลิต นอกจากนี้ พบว่า ตัวอย่างทุกประเทศที่ได้ศึกษาเน้นให้ความสำคัญอย่างมากกับด้านกระบวนการผลิตและการบำรุงรักษาที่เน้นระบบอัตโนมัติ ประกอบกับการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาบูรณาการ และการสร้างบุคลากรที่เก่ง อัจฉริยะสามารถขับเคลื่อนทั้งระบบการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

### การประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรมไทย

ในปี 2562 ประเทศไทยได้ประเมินความพร้อมอุตสาหกรรม 4.0 ผ่านตัวชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม 4.0 (smart industry readiness index) ซึ่งประยุกต์ตัวชี้วัดมาจากประเทศสิงคโปร์ ที่มีความครอบคลุม 3 ด้านหลัก คือ ด้านเทคโนโลยี กระบวนการ และการบริหารองค์กร ซึ่งตัวชี้วัดดังกล่าวสามารถใช้วัดระดับความพร้อมในอุตสาหกรรม 4.0 ได้ทั่วโลก ไม่จำกัดขนาด ประเภท และระดับความสามารถ ซึ่งจะช่วยให้หาจุดที่จะต้องเริ่มต้นในการเริ่มเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ต้องดำเนินการและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยประเทศไทยได้นำตัวชี้วัดของสิงคโปร์ มาปรับให้เหมาะสมกับบริบทเพื่อใช้ประเมินศักยภาพของ SMEs ไทย ซึ่งประกอบด้วย 5 กลุ่มหัวข้อ คือ Production, Inventory, Information, Innovation และ Readiness for 4.0 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ โดยเริ่มตั้งแต่ระยะการออกแบบและทดสอบใช้แบบประเมินระยะปรับปรุงแบบประเมินและเพิ่มจำนวนเป้าหมาย ระยะการพัฒนาแบบประเมินด้วยดิจิทัลทั้งรูปแบบ Website และ Application โดยผลการประเมินที่ได้จะทำให้สร้าง

โอกาสในการตัดสินใจพัฒนาได้อย่างถูกเรื่อง ถูกเวลา และพัฒนากิจการให้อยู่ในเส้นทางในยุคของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาได้ (Mokmued, 2019)

ในปีเดียวกันได้มีศึกษาวิจัยเพื่อประเมินความพร้อมของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร้อมของภาคธุรกิจและเสนอแนวทางพัฒนาภาคธุรกิจอุตสาหกรรมไปสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ของ 5 กลุ่มอุตสาหกรรม ประกอบด้วย กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มเครื่องมือ อุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เชื่อมต่ออุปกรณ์ปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และกลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ทุนวัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าสูง โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลจากการวิจัย พบว่า กลุ่มผู้ให้ข้อมูลให้ความสำคัญในด้านทรัพยากรมนุษย์มากที่สุด รองลงมา คือ ด้านเทคโนโลยี ด้านกลยุทธ์องค์กร ด้านกระบวนการ และด้านโครงสร้าง องค์กรตามลำดับ และยังมีข้อจำกัดเรื่องการขยายตัวทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจชะลอตัวจากการไม่มีเสถียรภาพทางการเมือง มีปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ค่าจ้างแรงงานสูงขึ้น แรงงานมีทักษะฝีมือค่อนข้างต่ำ และขาดความเชี่ยวชาญ ปัญหาเรื่องงบประมาณในการลงทุน เนื่องจากต้องลงทุนจำนวนมาก ประกอบกับโครงสร้างขององค์กรมีขนาดใหญ่ทำให้การเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องใช้เวลา (Chinachoti, Charnkit, Wangthong & Kittipongpittaya, 2019)

นอกจากนี้ กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ และอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ยังได้รับการประเมินความพร้อมสู่อุตสาหกรรม 4.0 ด้วยเช่นเดียวกัน พบจาก การวิจัย เรื่องการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของสถานประกอบการชิ้นส่วนยานยนต์ไทยในระดับ First Tier โดยตัวชี้วัดนี้ช่วยให้ทราบถึงระดับศักยภาพของแต่ละด้านในปัจจุบัน และเข้าใจจุดอ่อน ข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดภายในประเทศและต่างประเทศได้อย่างมีศักยภาพ จากผลการวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนักขององค์ประกอบตัวชี้วัด 5 องค์ประกอบ พบว่า การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ด้าน

พนักงาน มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านกลยุทธ์ และองค์กร ด้านเทคโนโลยี ด้านการปฏิบัติการอัจฉริยะ และด้านผลิตภัณฑ์และบริการอัจฉริยะ มีค่าถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุด ตามลำดับ ส่วนตัวชี้วัด 16 ตัว พบว่า ค่าระดับความสำคัญของการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ประเด็นการพัฒนาทักษะพนักงาน มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ ตัวชี้วัดเรื่อง นวัตกรรมองค์กร ระบบการทำงานของ ความรู้แบบอัตโนมัติ เทคโนโลยีการผลิต การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยที่คุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการมีค่าถ่วงน้ำหนักน้อยที่สุด ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต คือ การเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการประเมินแล้วนำผลมาเปรียบเทียบจนค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด พัฒนามาตรวัดที่สามารถวัดระดับการดำเนินงานกิจกรรมได้โดยตรงและแม่นยำเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างสถานประกอบการได้อย่างแท้จริง และต้องทบทวนชุดตัวชี้วัด และปรับปรุงให้ตัวชี้วัดมีความทันสมัยอยู่เสมอเพื่อรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของพลวัตทางธุรกิจที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว (Chaopanitcharoen, & Opasanon, 2019)

อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ว่าสามารถนำระบบอุตสาหกรรม 4.0 มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิตและเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันเพื่อให้อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์มีศักยภาพสูงขึ้น 5 ประการ ได้แก่ (1) Analytics-driven predictive maintenance ไม่ปล่อยให้เครื่องเสียหายโดยไม่รู้จนทำให้ต้องเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ จะช่วยให้ผู้ผลิตทราบระยะเวลาที่เครื่องจักรจะมีปัญหาทำให้รู้ช่วงเวลาที่จะผลิตไม่ได้ สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความเสียหายด้วยการพัฒนาการจัดการประสิทธิภาพและลดค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร จะช่วยให้เจ้าหน้าที่บำรุงรักษาเครื่องจักรได้ถูกช่วงเวลา (2) End-to-End Optimization via Digital Twin ดิจิทัลทวินเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ เช่น คุณภาพของหินปูน คุณสมบัติของถ่านหิน ประเภทของน้ำมันในเตาเผา โดยการจำลองการตั้งค่ากระบวนการผลิตทั้งแบบง่าย ๆ และแบบที่เคลื่อนไหวซึ่งทำให้เกิดผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปร เช่น การตรวจสอบการลดค่าใช้จ่ายให้ต่ำที่สุดแต่ยังคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์คงเดิม และการวิเคราะห์ข้อมูลผ่าน IoT ที่จะทำให้ผู้รับผิดชอบสามารถจะตัดสินใจอย่าง

real time และสามารถปรับเปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างทันท่วงที (3) Predictive Quality Analytics การคาดการณ์การวิเคราะห์คุณภาพ เป็นโมเดลในการคาดการณ์คุณภาพของซีเมนต์แบบ real time ในจุดต่าง ๆ ของกระบวนการเพื่อลดค่าใช้จ่ายส่วนเกินที่ไม่จำเป็นและให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ (4) Alternative Fuel Optimization การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก/เชื้อเพลิงทดแทนต้องเพิ่มการควบคุมความผันผวนของกระบวนการผลิต ในส่วนที่จะคาดการณ์ความแม่นยำของค่าความร้อนและส่วนผสมของเชื้อเพลิงให้มีความเหมาะสม และเป็นผลสำเร็จสามารถดำเนินการได้โดยสามารถสร้างค่าชุดคำสั่งทางคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ full machine learning เพื่อคาดการณ์ปริมาณและประเภทของเชื้อเพลิงที่ต้องการเพื่อให้ได้ผลผลิตและต้นทุนที่กำหนด ในขณะที่เดียวกันทำการติดตั้งเครื่องจักรให้เป็น dynamic model (5) Integrated Control Tower ICTs ผู้ประกอบการที่ดำเนินการ (Wongtharaw, 2019)

จากข้อมูลข้างต้น ในปี 2562 พบว่า มีการประเมินความพร้อมอุตสาหกรรม 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรม SMEs กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มเครื่องมือ อุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เชื่อมต่ออุปกรณ์ปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ หุ่นยนต์นวัตกรรมและบริการที่มีมูลค่าสูง กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ และกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่จัดอยู่ในกลุ่ม First S-Curve และ New S-Curve ของประเทศ นั่นหมายถึงว่า เป็นสัญญาณที่สะท้อนให้เห็นถึงความจริงจังและมุ่งมั่นสู่การเป็นอุตสาหกรรม 4.0 และประเทศไทยยังคงใช้ดัชนีชี้วัดความพร้อมจากประเทศสิงคโปร์มาประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่อง

ในปี 2563 ไทยได้นำดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรมสมัยใหม่ของสิงคโปร์เป็นแนวทางในการขับเคลื่อนการยกระดับโดย EECi ARIPOLIS ประกอบด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 การประเมินความพร้อม เริ่มต้นจากการอบรม Industry 4.0 จากนั้นประเมินความพร้อมด้วยดัชนีชี้วัด (SIRI) และทำการวิเคราะห์ช่องว่าง และการกำหนดด้านที่จำเป็นต้องปรับปรุงเป็นลำดับแรก โดยมีกลไกสนับสนุน

คือ การพัฒนาดัชนีชี้วัดอุตสาหกรรม 4.0 ฉบับภาษาไทย (SIRI-Thai edition) และผลักดันให้เป็นดัชนีชี้วัดของประเทศ และการพัฒนาผู้ประเมิน (assessor) ชาวไทย ขั้นที่ 2 การให้คำปรึกษา โดยทำแผนที่นำทางเทคโนโลยี จากนั้นทดลอง Solution/Proof of Concept ต่อด้วยการคัดเลือกเทคโนโลยีและผู้ให้บริการ (SI) กลไกสนับสนุนในขั้นนี้คือ กลไกการให้คำปรึกษา เช่น ITAP และการสร้างที่ปรึกษาเทคโนโลยี (consultants) ขั้นสุดท้ายคือ ขั้นที่ 3 การลงมือปฏิบัติ โดยผู้ให้บริการลงมือติดตั้ง ทดสอบการใช้งาน จากนั้น ใช้งานในสถานประกอบการ แล้วทำการบำรุงรักษา โดยมีกลไกสนับสนุน คือ การพัฒนา Testbed การพัฒนาเทคโนโลยีและการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการพัฒนา SI ให้สมบูรณ์และเหมาะกับอุตสาหกรรมไทยยิ่งขึ้น (Pudpong, 2020)

สรุปการประเมินความพร้อมของประเทศไทย มีตัวชี้วัดหรือดัชนีชี้วัดความพร้อม 7 ตัวชี้วัด ได้แก่ (1) ด้านทรัพยากรมนุษย์ (2) ด้านเทคโนโลยี (3) ด้านกลยุทธ์ (4) ด้านโครงสร้างองค์การ (5) ด้านกระบวนการ (6) ด้านการปฏิบัติการอัจฉริยะ และ (7) ด้านผลิตภัณฑ์และบริการอัจฉริยะ ซึ่งมีความสอดคล้องกับ 6 มิติการพัฒนาระบบอุตสาหกรรม 4.0 แต่ขาดตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพ 2

อย่างไรก็ตาม ภาคอุตสาหกรรมประเภทอื่นสามารถ 6 มิติการพัฒนา และตัวชี้วัด 7 ตัว สำหรับใช้ในการประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรมและใช้ 6 มิติเป็นแนวทางในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ได้ ซึ่งเป็นการขยายผลองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปสู่การปฏิบัติจริงในภาคอุตสาหกรรม จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า ภาคอุตสาหกรรมต้องให้ความสำคัญกับทรัพยากรมนุษย์มากที่สุด และรองลงมาคือด้านเทคโนโลยี เพราะการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทักษะแรงงานต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องไปกับการพัฒนา เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงลึก สังเคราะห์ข้อมูลที่หลากหลาย การแก้ไขปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับสังคม ภูมิภาคทางอารมณ์ ซึ่งสถานศึกษาต้องมุ่งสร้างแรงงานให้มีคุณสมบัติที่พร้อมกับการทำงาน ได้แก่ เรียนรู้ใหม่ได้ตลอดชีวิต มีความคิดสร้างสรรค์ เข้าใจการทำงานของเทคโนโลยี และทักษะด้านอารมณ์และ Soft Skills (Ramanchit, 2021) สำหรับด้านเทคโนโลยีสนับสนุนการปรับโรงงานสู่ Smart Factory (1) หุ่นยนต์อัตโนมัติสำหรับช่วยในกระบวนการผลิต (2) การสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิต เครื่องจักร ชิ้นงาน เพื่อการออกแบบ

ปรับปรุงกระบวนการด้วยซอฟต์แวร์ (3) การบูรณาการระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งในส่วนของเชื่อมโยงข้อมูลและการเคลื่อนย้ายวัสดุ (4) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งที่ทำให้อุปกรณ์กลายเป็นอัจฉริยะ (5) การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (6) การประมวลและเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (7) การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเนื้อวัสดุ (8) เทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือน และ (9) ข้อมูลขนาดใหญ่ (Thai-German Institute, 2019)

### การขับเคลื่อนสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของไทย

ปัจจุบันประเทศไทยได้ดำเนินการจัดตั้งศูนย์นวัตกรรมการผลิตยั่งยืน (Sustainable Manufacturing Center--SMC) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเมืองนวัตกรรม ARIPOLIS ที่เป็นศูนย์กลางการวิจัยและนวัตกรรมด้านอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์ และระบบอัจฉริยะที่มุ่งส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมมีการปรับตัวจากอุตสาหกรรม 2.0 ไปสู่ 4.0 ที่จะช่วยแก้ปัญหาภาคอุตสาหกรรมการผลิตของไทยที่ขาดแคลนแรงงานทักษะที่จำเป็น เครื่องจักรที่ใช้ทำงานอยู่ไม่ทันสมัย ทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลดลง ตลอดจนลดการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยแพลตฟอร์ม IDA (Industrial IoT and Data Analytics Platform) หรือแพลตฟอร์มไอโอทีและระบบวิเคราะห์ข้อมูลอุตสาหกรรม ซึ่งอุตสาหกรรม 4.0 ที่ประเทศไทยจะมุ่งไป ไม่ใช่บริบทแบบยุโรป ไม่ได้หมายความว่าต้องเปลี่ยนเครื่องจักรเก่าทั้งหมดให้เป็นหุ่นยนต์ แต่ควรใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น Sensor IoT Machine Learning ควบคู่กับเครื่องจักรแบบเก่าเพื่อให้เครื่องจักรฉลาดขึ้น ทำให้เครื่องจักรสื่อสารกันได้ เพื่อให้เกิดความเป็นอุตสาหกรรม 4.0 ในบริบทของไทย และสถาบัน NECTEC พยายามเน้นการใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาในประเทศที่มาจากมหาวิทยาลัย และ สวทช. โดยในระยะต่อมาได้เกิดโครงการความร่วมมือในการยกระดับอุตสาหกรรมด้วย IDA platform เพื่อรองรับการปรับตัวของผู้ประกอบการหลังสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เมื่อ 19 มิถุนายน 2563 โดยมีโรงงานจากภาคอุตสาหกรรมอาหาร บรรจุกัญชี ฮาร์ดแวร์และอิเล็กทรอนิกส์ อุปโภค ยานยนต์ รีไซเคิล และสิ่งพิมพ์ รวม 15 โรงงานนำร่อง และจะขยายผลไปสู่โรงงานอีก 500 โรงงาน ภายในระยะเวลา 3 ปี (National Science and Technology Development Agency, 2021; National Electronics and Computer Technology Center, 2021)



ภาพ 2 ตัวชี้วัดความพร้อมสู่อุตสาหกรรม 4.0

ขณะนี้ โลกกำลังเผชิญกับการระบาดใหญ่อย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนของ COVID-19 ซึ่งส่งผลกระทบต่อธุรกิจที่เป็นกระดูกสันหลังของเศรษฐกิจอย่างรุนแรง ส่งผลให้เศรษฐกิจหยุดชะงัก และทำให้พลวัตของธุรกิจทำลายมากขึ้นด้วยการแนะนำข้อจำกัดด้านการปฏิบัติงาน โครงสร้าง และการจัดการเพิ่มเติมหลายประการ ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานทั่วโลกในหลาย ๆ ด้าน ดังนั้น การนำเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ไปใช้ จะช่วยควบคุมภัยคุกคามในระยะสั้นและระยะยาว จากการแตกตัวของห่วงโซ่อุปทานในตลาดต่างประเทศ การใช้เทคโนโลยีเฉพาะ (การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ อินเทอร์เน็ตของสิ่งของ หุ่นยนต์อัตโนมัติ) จะช่วยลดผลกระทบของการแพร่ระบาดในห่วงโซ่อุปทานทั่วโลก และยังคง

ปรับปรุงความยืดหยุ่นและความสามารถในการแข่งขันของโมเดลธุรกิจ สำหรับความท้าทายด้านสาเหตุและผลกระทบ หากแก้ไขได้ทันเวลาด้วยการนำเทคโนโลยีที่แนะนำมาใช้ จะช่วยปรับปรุงการเตรียมพร้อมรับความเสี่ยง บรรเทาผลกระทบด้านลบ และฟื้นฟูสู่การดำเนินงานได้ (Hussain, Farooq, Habib, Masood & Pruncu, 2021)

ผู้เขียนได้สรุปตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ของประเทศอิตาลี (Lepore, Micozzi & Spigarelli, 2021) ใช้สัญลักษณ์ (1) และการศึกษาของ Abdel-Basset, Chang and Nabeeh (2021) ซึ่งได้นำเสนอเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการระบาดของ COVID-19 ใช้สัญลักษณ์ (2) ดังรายละเอียดในตาราง 2

## ตาราง 2

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ที่ใช้ในช่วง COVID-19

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0	ลักษณะการนำไปใช้ในช่วง COVID-19
1. ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence--AI)	AI สามารถใช้ทำนายการระบาดของ COVID-19 ได้ AI มีแบบจำลองการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูลสถิติเกี่ยวกับ COVID 19 ดังนั้นจึงลบข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไป อีกทั้ง AI ยังช่วยพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อช่วยทีมแพทย์ที่มีหน้าที่ในการตรวจร่างกายผู้ป่วย (2)
2. ข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์ (big data and analytics)	- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ IoT จัดทำแดชบอร์ดแบบเรียลไทม์ของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพหลัก เพื่อสนับสนุนกล่องโต้ตอบประสิทธิภาพการทำงานในร้านค้าและเพิ่มความโปร่งใส ข้อมูลที่บันทึกไว้สามารถรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพเครื่องจักรตามเวลาจริงและในอดีต ตลอดจนบันทึกข้อมูลของลูกค้า บิกดาต้ามีประโยชน์ในการพยากรณ์ผลกระทบของไวรัสต่อธุรกิจ รวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์ และให้ข้อมูลนี้แก่ผู้จัดการเพื่อวางแผนกลยุทธ์ในการเผชิญกับวิกฤต (1) - บิกดาต้าสามารถทำการวิเคราะห์เชิงปฏิบัติของข้อมูลที่สร้างขึ้นจากเซ็นเซอร์และฐานข้อมูลการดูแลสุขภาพเพื่อสร้างสถิติมากมายเกี่ยวกับการระบาดของ COVID-19 และรายงานอื่น ๆ เพื่อจำกัดผลกระทบของโรคระบาดทั่วโลก (2)
3. อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรมและคลาวด์ (industrial internet and cloud)	ซอฟต์แวร์ควบคุมบนคลาวด์ช่วยให้บริษัทสามารถบำรุงรักษาและตรวจสอบการทำงานและอุปกรณ์จากระยะไกลได้ IoT สามารถใช้ร่วมกับโดรนที่ใช้สำหรับการเฝ้าระวังหรือติดตามที่มาของการระบาดหรือเพื่อค้นหาศูนย์ผู้ป่วย จากนั้นเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์สามารถใช้ IoT เพื่อเฝ้าติดตามผู้ป่วยที่บ้านได้ (1)
4. อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things--IoT)	IoT เป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ในการป้องกันการระบาดของ COVID-19 เซ็นเซอร์สามารถติดตามผู้ป่วยในโรงพยาบาลเป็นระยะหรือผู้ป่วยกักกันที่บ้าน IoT ช่วยให้สามารถมั่นใจได้ว่าทีมแพทย์ใช้เงื่อนไขที่เหมาะสมของ PPE สามารถใช้ IoT เพื่อติดตามบุคคลที่ติดต่อกับผู้ป่วย COVID-19 (2)
5. อินเทอร์เน็ตของการแพทย์ (Internet of Medical Things--IoMT)	IoMT รับภาระของทีมแพทย์ในการดำเนินการแบ่งปันข้อมูล ติดตามรายงานผู้ป่วย ติดตามผู้ป่วยและติดต่อ รวบรวมสัญญาณชีพ ฯลฯ การใช้ IoMT สามารถยกระดับการดูแลสุขภาพร่างกายและจิตใจของผู้ป่วยในโรงพยาบาลหรือผู้ป่วยกักกันที่บ้านเนื่องจากความรู้สึกรู้สึกมั่นใจว่าทุกอย่างสามารถอยู่ภายใต้การควบคุมกับทีมแพทย์ได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งความสะดวกสบายของคณะแพทย์และการนำเสนอสำหรับ PPE ที่ขาดแคลนอย่างมาก (2)
6. ความจริงเสมือน (Virtual Reality--VR)	VR นำเสนอสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการสนทนาทางวิดีโอระหว่างทีมแพทย์กับผู้ป่วยในโรงพยาบาลหรือกักกันที่บ้าน โดยที่ VR สามารถช่วยพัฒนาด้านจิตใจของผู้ป่วยโดยเฉพาะผู้ป่วยที่กักตัวที่บ้าน เพื่อให้รู้สึกว่ามีทีมแพทย์ติดตามสัญญาณชีพและภาวะแทรกซ้อนที่ตามมาทั้งหมดของ COVID-19 ได้ (2)
7. เพิ่มความเป็นจริง (augmented reality)	อุปกรณ์ Virtual Reality และ Augmented Reality จะปิดระยะห่างทางกายภาพระหว่างบุคคลที่สามารถทำงานร่วมกันได้ (1)
8. โซลูชันการผลิตขั้นสูง (advanced manufacturing solutions)	หุ่นยนต์สามารถนำไปใช้และฝึกฝนเพื่อทำงานซ้ำ ๆ ได้ เพื่อให้แน่ใจว่ามีการเว้นระยะห่างทางสังคม เซ็นเซอร์ที่ใช้กับพนักงานสามารถติดตามอาการ COVID-19 แบบเรียลไทม์ Chatbots สามารถตอบคำถามจำนวนมากจากประชาชนทั่วไปและลูกค้าได้ (1)

ตาราง 2 (ต่อ)

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0	ลักษณะการนำไปใช้ในช่วง COVID-19
9. การผลิตสารเติมแต่ง (additive manufacturing)	การพิมพ์ 3 มิติสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการสูงและขึ้นส่วนที่สำคัญซึ่งไม่สามารถผลิตได้โดยซัพพลายเออร์ในช่วงหนึ่ง อีกทั้ง เทคโนโลยีนี้สามารถยับยั้งการแพร่กระจายของไวรัสจากการผลิตหน้ากากได้ การสแกน 3 มิติสามารถใช้สำหรับการจับภาพการเคลื่อนไหว การทำแผนที่หุ่นยนต์ และการออกแบบอุตสาหกรรม (1)
10. การจำลอง (simulation)	แพลตฟอร์มที่ใช้ AI สามารถช่วยบริษัทต่าง ๆ จำลองสภาพแวดล้อมการทำงานจริง และสร้างกำลังแรงงานตามความต้องการ Virtual Reality (VR) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเป็นทีม ลดต้นทุนการเดินทาง และผลกระทบของมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม VR เป็นเครื่องมือสำหรับการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (1)
11. การบูรณาการแนวนอน/แนวตั้ง (Horizontal/Vertical Integration)	ระบบการจัดการความรู้อัจฉริยะที่ใช้ AI ผสานรวมและกระจายความรู้ไปตามห่วงโซ่อุปทาน สำหรับเสริมศักยภาพของพนักงาน (1)
12. เทคโนโลยีโดรนและหุ่นยนต์อิสระ (Drone technology and autonomous robots)	เทคโนโลยีโดรนสามารถใช้เพื่อเข้าถึงพื้นที่เฉพาะในประเทศที่ติดเชื้อและลดปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ หุ่นยนต์สามารถรับหน้าที่มากมายจากทีมแพทย์ในการติดตามและจัดการบริการทางการแพทย์บางอย่างให้กับผู้ป่วยในโรงพยาบาลหรือที่ต้องกักกันที่บ้าน (2)
13. 5G	5G สามารถรองรับกับการระบาดใหญ่ของ COVID-19 โดยช่วยให้ทีมแพทย์สื่อสารอย่างรวดเร็วระหว่างช่วยเหลือในการปรับปรุงการติดตามของ COVID-19 และติดตามและวิเคราะห์กรณีของผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง (2)
14. บล็อกเชน (Blockchain)	บล็อกเชนสามารถใช้เพื่อจำกัดการแพร่ระบาดของโควิด-19 ได้ด้วยการผสมรวมแหล่งข้อมูลต่างๆ แหล่งข้อมูลแบบบูรณาการสามารถวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อบ่งชี้คุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับทีมดูแลสุขภาพและรัฐบาล (2)
15. ความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cyber-security)	บริษัทสามารถปรับปรุงการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ได้ทุกระดับเมื่อการหยุดทำงานของสินทรัพย์สูงหรือปิดการดำเนินการ (1)
16. เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D printing)	สามารถผลิตเครื่องช่วยหายใจแบบใช้แล้วทิ้งสำหรับบุคลากรทางการแพทย์และเทคโนโลยีนี้ยังมีศักยภาพในการบรรเทาการขาดแคลนเวชภัณฑ์ในช่วงการระบาดใหญ่ (Acioli, Scavarda & Reis, 2021)

**บทสรุป**

บทความวิชาการนี้ได้เจาะความเคลื่อนไหวของการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่กำลังอยู่ระหว่างการขับเคลื่อนอย่างเข้มข้นทั้งในส่วนของการพัฒนาที่สรุปมิติการพัฒนาได้เป็น 6 มิติ และความเคลื่อนไหวในปัจจุบันที่ภาคอุตสาหกรรมได้เตรียมความพร้อมของตนเองผ่านการประเมินด้วยตัวชี้วัดที่สรุปได้ 7 ตัวชี้วัด ที่สอดคล้องกับมิติทั้ง 6 ประการ จึงทำให้เห็นความชัดเจนและปลายทางของการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่มีความเป็นไปได้ และเหมาะสมกับบริบทของแต่ละประเทศ ทั้งนี้ จากการตื่นตัว

และปรับตัวของการพัฒนาอุตสาหกรรมทำให้เกิดการเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีในยุคอุตสาหกรรม 4.0 และนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในระบบการผลิต ซึ่งเป็นความเคลื่อนไหวในภาพรวมของการมุ่งไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ที่มีแนวทางอย่างชัดเจนและมีตัวอย่างให้ศึกษาและปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศและประเภทอุตสาหกรรม ในขณะนี้ผู้ประกอบการที่ผู้ประกอบการเผชิญอยู่ ไม่ใช่แค่เรื่องของอุตสาหกรรม 4.0 เท่านั้น แต่ยังเผชิญกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 ที่ไม่คาดคิดว่าจะเกิดขึ้นในโลกและส่งผลกระทบต่อชีวิตและห่วงโซ่อุปทานทั้งระบบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ศึกษาและนำเสนอผลจากการศึกษางาน

วิชาการต่างประเทศที่ได้นำเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ที่รวบรวมได้ 16 เทคโนโลยีที่สามารถนำมาช่วยรับมือกับภาวะวิกฤตนี้ได้ตามรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น นอกจากนี้ผลกระทบจาก COVID-19 ยังก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อความไม่แน่นอนในอนาคตของแรงงานมนุษย์ในอุตสาหกรรม 4.0 จึงมีการศึกษาแนวโน้มการวิจัยในอนาคตเกี่ยวกับสังคม 5.0 แนวคิดสังคม 5.0 เพื่อสร้างสังคมอัจฉริยะขั้นสูงซึ่งความรู้และค่านิยมจะมุ่งเป้าไปที่ความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมและการเติบโตทางเศรษฐกิจ (Acioli, Scavarda & Reis,

2021) เพื่อเตรียมพร้อมกับความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและเป็นประเด็นที่ผู้เขียนจะศึกษาและนำเสนอในบทความต่อไป รายละเอียดของการเจาะความเคลื่อนไหวของการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 และความอยู่รอดในยุค COVID-19 ทั้งหมดที่ได้นำเสนอ นั้น จำเป็นต้องติดตามกันต่อไปเพื่อปรับตัวให้ทันต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และนี่คือสัญญาณที่สะท้อนให้เห็นว่าภาคอุตสาหกรรมต้องเปลี่ยนตัวเองให้ทันต่ออุตสาหกรรม 4.0 และเพื่อความอยู่รอดในยุค COVID-19 ได้อย่างแข็งแกร่ง



## References

- Abdel-Basset, M., Chang, V., & Nabeeh, N. A. (2021). An intelligent framework using disruptive technologies for COVID-19 analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120431. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120431>
- Acioli, C., Scavarda, A., & Reis, A. (2021). Applying industry 4.0 technologies in the COVID-19 sustainable chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(5), 988-1016. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2020-0137>
- Chaopanitcharoen, S., & Opasanon, S. (2019). Development of performance indicators for assessing industry 4.0 readiness of first tier auto-part enterprises in Thailand. *Chulalongkorn Business Review*, 41(161), 1-40. (in Thai)
- Chinachoti, P., Charnkit, P., Wangthong, S., & Kittipongpittaya, G. (2019). The preparedness assessment of industrial business sector towards industrial 4.0 era in Thailand. *MUT Journal of Business Administration*, 16(1), 73-89. (in Thai)
- Department of International Trade Promotion. (2021). *A look at the progress of China's made in China 2025 policy*. Retrieved from <https://www.ditp.go.th> (in Thai)
- Hussain, A., Farooq, M. U., Habib, M. S., Masood, T., & Pruncu, C. I. (2021). COVID-19 challenges: Can industry 4.0 technologies help with business continuity?. *Sustainability*, 13(21), 11971. <https://doi.org/10.3390/su132111971>
- Lepore, D., Micozzi, A., & Spigarelli, F. (2021). Industry 4.0 Accelerating sustainable manufacturing in the COVID-19 era: Assessing the readiness and responsiveness of Italian Regions. *Sustainability*, 13(5), 2670. <https://doi.org/10.3390/su13052670>
- Ministry of Industry. (2016). *Strategy for the development of Thai industry 4.0 in 20 years (2017-2036)*. Retrieved from <http://www.oie.go.th> (in Thai)

- Mokmued, K. (2019). *Singapore's transformation towards Industry 4.0*. Retrieved from <https://wiki.ocsc.go.th> (in Thai)
- National Electronics and Computer Technology Center. (2021). *SMC and industry 4.0 in the Thai context*. Retrieved from <https://www.nectec.or.th/news/news-article/smc-ida-synhub.html> (in Thai)
- National Science and Technology Development Agency. (2021). *The country's key infrastructure for automation, robotics and intelligent electronics in the Eastern Economic Corridor (EECI) innovation zone*. Retrieved from <https://www.nstda.or.th/nac/2021/2021/03/13/na19-sustainable-manufacturing-center/> (in Thai)
- Pudpong, R. (2020). *Smart industry readiness index*. Retrieved from <https://www.eeci.or.th> (in Thai)
- Ramanchit, S. (2021). *Manufacturing of the future with industry 4.0*. Retrieved from <http://eit.bsru.ac.th/wp-content> (in Thai)
- Sawangsamut, C. (2021). *Preparation of Thai industrial sector towards-industry4.0*. Retrieved from <https://www.eeci.or.th> (in Thai)
- Suppavatee, C. (2019). *4 Japanese "Smart" that modern industries need to pay attention to in order to step into the intelligent era*. Retrieved from <https://www.theeleader.com/digital-transformation> (in Thai)
- Sutanon, T. (2018). Keep an eye on how Germany-Singapore-Taiwan readiness to assess for industry 4.0-Thai. *Substance Industry Journal of the Department of Industrial Promotion*, 60(September–October), 34-38. (in Thai)
- Thai-German Institute. (2019). *Handbook of industrial factory development towards being a smart factory*. Retrieved from <https://www.tgi.or.th> (in Thai)
- The Federation of Thai Industries. (2016a). *Management of labor problems in the COVID-19 epidemic situation*. Retrieved from <https://fti.or.th> (in Thai)
- The Federation of Thai Industries. (2016b). *Upgrading Thai industry to industry 4.0 (industry 4.0)*. Retrieved from <http://www.nfcrbr.or.th> (in Thai)
- Ueavivatsakul, S. (2020). *Impact and direction of the industrial sector after the epidemic situation of COVID-19*. Retrieved from <https://bit.ly/3r33hCb>
- Wongtharaw, A. (2019). *Cement industry 4.0*. Retrieved from <http://www.oie.go.th> (in Thai)

