การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 4

The 4th Santapol Academic and Research Nation Conference

การประชุมวิชาการ สร้างสรรค์ผลงาน สู่การขับเคลื่อนสังคมให้ก้าวไกล ด้วยวิจัยทางการศึกษา

Academic Conference for Creative Performance Moving Forward Social Movement by Educational Research

19 มีนาคม 2566

เวลา 8.30 น. เป็นต้นไป

หัวข้อเสวนา

Growth Mindset and How to Growth Mindset in The Classroom
กระบวนการพัฒนาทางความคิดที่ช่วยพัฒนาการเรียนของเด็กในชั้นเรียน

โดย ดร.อริปัตย์ คลี่สุนทร
ดร.วรพล คล่องเชิงศร

รายละเอียดเพิ่มเติม

ขอบข่ายของการส่งผลงาน ด้านการศึกษา

- การสอนภาษาต่างประเทศ
- บริหารการศึกษา
- การวิจัยทางการศึกษา
- การสอนภาษาไทย
- หลักสูตรและการสอน
- การศึกษาปฐมวัย
- การวัดผลทางการศึกษาและประเมินผล
- เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา
- ภาษาศาสตร์ ภาษาศาสตร์ประยุกต์ ภาษาและวรรณคดี
- จิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว

ค่าลงทะเบียน

นักศึกษา คณาจารย์ ในเครือข่าย ผลงานเรื่องละ 2,000 บาท

นักศึกษา คณาจารย์ และบุคคลภายนอกเครือข่าย ผลงานเรื่องละ 2,500 บาท

เปิดรับบทความ (Full Paper) ผ่าน http://conference.stu.ac.th
ตั้งแต่บัดนี้จนถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2566
ลงทะเบียนส่งบทความ พร้อมชำระเงิน ภายในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2566
ประกาศผลบทความที่ผ่านเข้าร่วมนำเสนอ วันที่ 10 มีนาคม 2566
ประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานในรูปแบบ Online วันที่ 19 มีนาคม 2566

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สจี รุจิฉาย 082 306 6100
อาจารย์กวินภพ ศรีวัฒนานุศาสตร์ 085 003 9638

อุตสาหกรรม 4.0 กับการจัดการเรียนการสอนช่างอุตสาหกรรม
INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRIAL TECHINCIAN TEACHING

สุชาดา เกตุดี[1*]
SUCHADA KATEDEE[1*]

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมกำลังก้าวสู่การปฏิวัติครั้งใหม่ที่เรียกว่า อุตสาหกรรม 4.0 การพัฒนาขีดความสามารถของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีกำลังคนที่ดี มีคุณภาพอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกำลังคนที่จะป้อนเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม 4.0 นอกจากจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางทฤษฎีอย่างดีแล้วยังต้องเป็นผู้ที่มีทักษะมีความคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์สังเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งอุตสาหกรรม 4.0 มีเทคโนโลยีอัจฉริยะต่าง ๆ ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อรูปแบบการผลิตสินค้าและบริการที่ตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง เทคโนโลยีอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์อัจฉริยะ ฯลฯ ซึ่งเป็นการบูรณการของการผลิตเข้ากับการเชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ Internet of Things (IoT) ทุกหน่วยของระบบการผลิต ดังนั้นการสร้างกำลังคนในระดับกลางและระดับสูงด้านวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ด้วยการจัดหลักสูตร จัดการเรียนการสอนช่างอุตสาหรรมให้มีความรู้และทักษะในการประกอบอาชีพ เพื่อสนองตอบความต้องการแรงงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 จึงเป็นสิ่งสำคัญ

คำสำคัญ : อุตสาหกรรม 4.0 ; การจัดการเรียนการสอน ; ช่างอุตสาหกรรม

ABSTRACT

The industry is moving towards a new revolution known as Industry 4.0. Efficient development of national capabilities Good manpower is required. of sufficient quality. Especially the manpower that will be fed into the Industry 4.0 sector. In addition to having good theoretical knowledge, one must also be skilled in analyzing and synthesising problems and and systematically find solutions to actual problems. In Industry 4.0, various intelligent technologies play an important role in the way products are manufactured and services that meet the diverse needs of consumers such as machine learning automation technology or intelligent robots, etc. which is the integration of production with network connection in the form of Internet of Things (IoT) of all units of the production system. Therefore, the creation of manpower in the middle and high levels of the industrial mechanic profession with the course Manage teaching industrial technicians to have knowledge and skills in occupation. To meet the needs of workers in the era of Industry 4.0, it is important.

Keywords : Industry 4.0 ; Teaching ; Industrial Technician

---

[1] อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, Lecturer, Program in Computer Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของโลกที่เกิดขึ้น คือ การเปลี่ยนแปลงของวงการอุตสาหกรรม ซึ่งนับตั้งแต่การกำเนิดขึ้นของเครื่องจักรไอน้ำในศตวรรษที่ 18 ที่โลกได้รู้จัก คำว่าอุตสาหกรรม จนถึงปัจจุบันที่ภาคอุตสาหกรรมได้รับการพัฒนาควบคู่กับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ทั้งนี้เมื่อมีการบูรณาการเทคโนโลยี และองค์ความรู้สาขาวิชาต่าง ๆ มาต่อยอดให้กับอุตสาหกรรม จนนำไปสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Industry 4.0) (ทองพล อุลปาทร, 2558) โดยอุตสาหกรรม 4.0 เป็นกลยุทธ์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ด้านการผลิตแห่งอนาคตของ เยอรมนี ซึ่งรัฐบาลผลักดันให้มีการสร้างโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) รวมถึงการปรับโครงสร้างการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและยุทธศาสตร์แบบบูรณาการระหว่างคู่ค้าทางธุรกิจและลูกค้า ทั้งนี้พื้นฐานหลักของเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้จะเป็นเทคโนโลยีระบบไซเบอร์ทางกายภาพและเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตเป็นส่วนใหญ่ (ธนิต หิรัญกิจรังสี, 2558)

สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ต้องพึ่งพาอุตสาหกรรมการผลิตในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ แนวโน้มสถานการณ์กำลังแรงงาน การมีงานทำและการว่างงาน ปี 2558 ของประเทศ พบว่า กำลังแรงงาน จะมีประมาณจำนวน 38.7 ล้านคน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2557 จำนวน 1.3 แสนคน ในด้านการมีงานทำคาดว่ามีจำนวน 38.2 ล้านคน เพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 แสนคนเมื่อเทียบกับปีก่อน ส่วนการว่างงานคาดว่าอยู่ที่ประมาณ 3.0 แสนคน คิดเป็นอัตราการว่างงาน ร้อยละ 0.8 (กองวิจัยตลาดแรงงาน, 2558) ซึ่งมีอัตราการว่างงานเพิ่มสูงขึ้น จากการวิจัยของจงจิตต์ ฤทธิรงค์ และรีนา ตัะดี พบว่า ประเทศไทยมีการผลิตแรงงานไม่สอดคล้องกันระหว่างความต้องการแรงงาน ฝีมือทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของแรงงาน ช่องว่างของทักษะที่สถานศึกษายังไม่สามารถผลิตแรงงานเพื่อเติมเต็มความต้องการของฝ่ายผู้ประกอบการได้ ดังนั้นเป็นความท้าทายระดับชาติที่จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและผู้ประกอบการเพื่อสร้างและพัฒนาทิศทาง การจัดการศึกษาและการเข้าสู่ตลาดแรงงานของนักศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของเศรษฐกิจ การเข้าสู่ประชาคมอาเซียน รวมถึงการเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทั้งนี้รัฐบาลได้ประกาศนโยบายดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (Digital Economy) เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้านเข้าสู่ความเป็นดิจิทัล เน้นส่งเสริมการขยายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของดิจิทัลและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ ส่งเสริม E-Commerce, E-Documents และ E-learning สิ่งเหล่านี้นอกจากจะเป็นการวางพื้นฐานที่สำคัญเพื่อให้ก้าวเป็นผู้นำเศรษฐกิจดิจิทัลในภูมิภาคอาเซียนแล้ว ยังเป็นการปูทางรองรับอุตสาหกรรม 4.0 อีกด้วย (ทองพล อุลปาทร, 2558)

ทั้งนี้การที่จะพัฒนาประเทศให้แข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงต้องสร้างเสริมคุณภาพของกำลังคนระดับสูงของประเทศที่จะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศด้านต่าง ๆ ต่อไป ซึ่งกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการพัฒนากำลังคน คือ กระบวนการศึกษา เพราะ "การศึกษา คือ การพัฒนาผู้เรียนให้เจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่ นั่นคือ เป็นการสอนหรือแนะนำให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพที่มีอยู่ในตนเองให้มากที่สุดเท่าที่สามารถกระทำได้" (พระมหาอริยธรรมโม, 2554) ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 และฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553 ได้ระบุความมุ่งหมายและหลักการไว้ในมาตรา 6 ว่า "การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข" การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคนให้มีความรู้ ความคิด ความประพฤติ ทัศนคติ คำนิยม คุณธรรม ทั้งระดับบุคคลและระดับประเทศ ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในการพัฒนาประเทศให้ประสบความสำคัญในทุกด้าน ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ด้านการเมือง ด้านสังคมและด้านวัฒนธรรม (สรรค์ชัย กิติยานันท์, 2553)

อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0)

ความหมายของอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ได้มีนักวิชาการและนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการศึกษา และได้ให้ความหมายเกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 ดังนี้

ทองพล อุลปาทร (2558) ให้ความหมายของอุตสาหกรรม 4.0 หมายถึง การบูรณาการเทคโนโลยีและองค์ความรู้สาขาต่างๆ ต่อยอดให้กับอุตสาหกรรม โดยนำการผลิต

เข้ากับการเชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ Internet of Things (IoT) ทุกหน่วยการผลิต ตั้งแต่ตัววัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์ เพื่อให้หน่วยต่างๆ สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันอย่างอิสระในการจัดการกระบวนการผลิตทั้งหมด

ศรีนคร นนทนาคร (2558) ให้ความหมายของอุตสาหกรรม 4.0 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระบบโรงงานการผลิตแบบเดิม ๆ สู่ระบบ Digitalization manufacturer หรือ Smart Manufacturer โดยใช้พื้นฐานจาก Cyber Physical System ร่วมกับ Internet of Things (IoT)

ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในเยอรมนี (2559) ให้ความหมายของอุตสาหกรรม 4.0 หมายถึง การพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารกับเครื่องจักรให้เชื่อมโยงการผลิตและการกระจาย สายการผลิต ซึ่งหน่วยงานผลิตสามารถสื่อสารกันได้และตอบสนองโดยอัตโนมัติการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและตลาด โดยผ่านระบบดิจิทัลในลักษณะ Industrial Automation เพื่อผลิตสินค้าตามความต้องการของผู้บริโภครายบุคคลและคงรักษาประสิทธิภาพการผลิตที่สูงในระดับเดียวกับการผลิตแบบ Mass Production ได้

Buckenhüskes, H. J. (2015) ให้ความหมายของอุตสาหกรรม 4.0 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตและควบคุมโดยอัตโนมัติจากศูนย์ควบคุมผ่านทางติดต่ออุปกรณ์เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อให้ทราบข้อมูลสำหรับตัดสินใจและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

Hermann, M. Pentek, T. and Otto, B. (2015) ให้ความหมายของอุตสาหกรรม 4.0 หมายถึง การพัฒนาเทคโนโลยีและกระบวนการทั้งหมดภายในองค์กร ประกอบด้วยโครงสร้างโรงงานอัจฉริยะ กระบวนการทางกายภาพควบคุมแบบ Cyber Physical System ซึ่งเชื่อมโยงโลกดิจิตอลกับโลกแห่งความเป็นจริง มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศรูปแบบ Internet of Things (IoT) ร่วมกับของเทคโนโลยีการผลิต ทำให้สามารถติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ในขณะอยู่ภายในและภายนอกองค์กร

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2016) ให้ความหมายของ อุตสาหกรรม 4.0 หมายถึง การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เพื่อประหยัดทรัพยากรสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถผลิตได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการของลูกค้าเป็นรายบุคคล

กล่าวโดยสรุป อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) หมายถึง การนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้า ทำให้เครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติเชื่อมโยงถึงกัน สามารถผลิตสินค้าตามความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคเป็นจำนวนมากและมีประสิทธิภาพได้ในระยะเวลาอันสั้น

การปฏิวัติของวงการอุตสาหกรรม

การปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นการเปลี่ยนแปลงการผลิตจากการใช้แรงงานคน สัตว์ และพลังน้ำ เป็นการผลิตโดยใช้เครื่องจักรและระบบโรงงาน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อ ด้านการเมือง เศรษฐกิจ และสังคม โดยการปฏิวัติเริ่มต้นใน สหราชอาณาจักร เมื่อปี ค.ศ. 1784 จากนั้นจึงแพร่ขยายไปยังยุโรปตะวันตก อเมริกา จนขยายไปทั่วทั้งโลก จนถึงปัจจุบันที่วงการอุตสาหกรรมมีการพัฒนาควบคู่กับความก้าวหน้าของเทคโนโลยี โดยการปฏิวัติของวงการอุตสาหกรรม มีทั้งหมด 4 ครั้ง ดังนี้ (คาวี สุขสาลี, 2558; Buckenhüskes, H. J., 2015; Deloltte, 2015)

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 (Industrial Revolution 1.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1784 เป็นยุคที่เริ่มต้น ของการปฏิวัติอุตสาหกรรม มีการใช้พลังงานจากน้ำ (Hydro Power) แทนการใช้แรงงานคน หรือสัตว์ หรือพลังงานธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางด้านการคมนาคม อาทิ การใช้พลังงานไอน้ำจากถ่านหินในกลุ่มอุตสาหกรรมทอผ้า กังหันน้ำที่สร้างพลังงานใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ การใช้ไอน้ำในรถไฟหัวจักรไอน้ำ เป็นต้น

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 2 (Industrial Revolution 2.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1870 เป็นการเปลี่ยนจากการใช้เครื่องจักรไอน้ำมาใช้พลังงานไฟฟ้า พัฒนาเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้า เปลี่ยนแปลงระบบการผลิตมาเป็นระบบโรงงาน สามารถผลิตสินค้าได้ปริมาณเพิ่มขึ้น มีคุณภาพ ราคาสินค้าลดลงจากเดิม ทุกคนสามารถเลือกซื้อได้ส่งผลให้เกิดกระแสบริโภคนิยมไปทั่วโลก

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3 (Industrial Revolution 3.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1969 เป็นยุคของการใช้อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีไอทีในกระบวนการผลิต มีการปรับปรุงกระบวนการ ผลิตและระบบบริหารจัดการด้านคุณภาพ พัฒนาเครื่องจักรอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ในการผลิตแทนที่ แรงงานคน เครื่องจักร มีความสามารถในการผลิตได้อย่างรวดเร็วขึ้นและแม่นยำ ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น สามารถตอบสนองการบริโภคได้อย่างรวดเร็ว อาทิ โรงงานประกอบ รถยนต์ โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Industrial Revolution 4.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2011 ซึ่ง Industry 4.0 เป็นคำที่คิดค้นขึ้นโดยภาคเอกชนของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนีและได้รับการกล่าวถึงครั้งแรกในงาน Hannover Messe โดยยุคนี้เป็นยุคของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้ในกระบวนการผลิต เชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ Internet of Things (IoT) สามารถเชื่อมความต้องการของผู้บริโภคแต่ละรายเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้าได้โดยตรง ผลิตได้ หลากหลายรูปแบบ เป็นจำนวนมากในเวลาพริบตาเดียว โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลครบวงจรแบบ Smart Factory

เทคโนโลยีใหม่ของอุตสาหกรรม 4.0

ภาพรวมของอุตสาหกรรม 4.0 จะเป็นการประสานระหว่าง ระบบสำคัญสามส่วน Green Technology Nanotechnology และ Digital Technology 4.0 Ecosystem เข้าด้วยกัน เพื่อลดต้นทุนลงได้ในทุกมิติ ตั้งแต่การวางระบบโลจิสติกส์ 4.0 ในการขนส่งสินค้า การใช้ระบบ Sensors ในการตรวจจับสินค้า การใช้ระบบ Cloud computing การใช้ระบบ 3D Printing สร้างต้นแบบการจัดทำสินค้าด้วย Nanotechnology การใช้ Robot ในการผลิต การขนส่งแบบ Autonomous Vehicle และ Internet of Things (Roland Berger, 2015)

จุดเด่นของอุตสาหกรรม 4.0 คือ การทำให้เครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติสามารถเชื่อมโยงเป็นส่วนหนึ่งของสังคมเครือข่ายผ่ายอินเตอร์เน็ต จึงสามารถแบ่งปันข้อมูลข่าวสารถึงกันหมด รวมทั้งสามารถใช้ทรัพยากรบางส่วนร่วมกันได้ เครื่องจักรกลในอุตสาหกรรม 4.0 จะมีความเป็นอัจฉริยะ มีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในด้านการทำงานด้วยตนเอง มีความยืดหยุ่น การปรับตัวให้เข้ากับเงื่อนไข การผลิตมีความสามารถในการตรวจสอบและคาดการณ์ล่วงหน้าได้ นอกจากนี้โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) จะสามารถกำหนดระบุกิจกรรมเงื่อนไขรวมทั้งสภาพแวดล้อมของการผลิต สามารถสื่อสารกับหน่วยอื่นๆ ได้อย่างอิสระแบบไร้สาย สามารถผลิตสินค้าตามคำสั่งโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น เวลา ต้นทุนการผลิต ค่าขนส่ง การรักษาความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ เป็นระบบ การผลิตที่ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด (คาวี สุขสาลี, 2558) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหลักๆ ของอุตสาหกรรม 4.0 ประกอบด้วยสองส่วนสำคัญ คือ ด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งหมายถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านเครื่องจักร ระบบอัตโนมัติ และระบบคอนโทรลต่าง ๆ แต่อีกส่วนที่สำคัญของอุตสาหกรรม 4.0 คือ ด้านซอฟท์แวร์ ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยให้ ข้อมูลในระบบการผลิตได้รับการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ

องค์ประกอบของอุตสาหกรรม 4.0

องค์ประกอบของอุตสาหกรรม 4.0 ประกอบด้วย (Hermann, M. Pentek, T. and Otto, B.,2015)

1) Cyber-Physical Systems (CPS) เป็นเทคโนโลยีที่จะผสมผสานโลกดิจิตอลเข้ากับโลกของความเป็นจริงทางกายภาพ โดยมีการฝังตัวคอมพิวเตอร์และเครือข่ายการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต พร้อมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อทราบข้อมูลที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิต โดยการพัฒนาของ CPS แบ่งออกเป็น 3 รุ่น คือ รุ่นที่ 1 เกี่ยวกับเทคโนโลยีการระบุตัวตน อาทิ ป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ซึ่งช่วยในการระบุข้อมูลตัวตนที่ไม่ซ้ำ การจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจให้กับศูนย์กลาง รุ่นที่ 2 มีการออกแบบตัวรับสัญญาณและตัวรับการตอบสนองในช่วงระยะจำกัด และรุ่นที่ 3 จะสามารถเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านเครือข่ายที่รองรับ ซึ่งได้รับข้อมูลจากเซนเซอร์และตัวรับการตอบสนองทุกตัว ซึ่งตัวอย่างของ CPS เช่น ถังอัจฉริยะ (intelligent bin : iBin) ของ Würth Industrie Service GmbH & Co. KG ภายในมีโมดูลติดกล้องอินฟาเรดสำหรับการจัดการของส่วน C ซึ่งจะเป็นขนาดปริมาณส่วน C ภายใน iBin

ถ้าหากคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนด iBin จะสั่งงานชิ้นส่วนใหม่โดยอัตโนมัติผ่านระบบ RFID ซึ่งจะจัดการแบบตลอดเวลา

2) Internet of Things (IoT) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สิ่งของสามารถเชื่อมโยงกันผ่านระบบ อาทิ ระบบ RFID ระบบเซนเซอร์ตัวรับการตอบสนองโทรศัพท์มือถือและรับคำสั่ง รวมถึงการร่วมมือกันเป็นเครือข่ายเพื่อให้ตอบสนองต่อการใช้งานได้ ตัวอย่างของ IoT เช่น การใช้งาน IoT ในโรงงาน (Smart Factory) การใช้งาน IoT ในบ้าน (Smart Homes) โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grids) เป็นต้น

3) Internet of Services (IoS) เป็นการช่วยให้ผู้ขายนำเสนอการบริการผ่านทางอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วยโครงสร้างการให้บริการรูปแบบธุรกิจและการให้บริการต่าง ๆ การเสนอให้บริการเน้นถึงการเพิ่มมูลค่าการบริการของผู้ผลิตต่าง ๆ สามารถติดต่อผู้บริโภคได้ง่ายและผ่านหลากหลายช่องทาง รูปแบบวิธีการนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการกระจายตัวของกิจกรรมแต่ละบุคคล ซึ่งแนวคิดจะทำให้โรงงานเพียงหนึ่งแห่งสามารถสร้างมูลค่าจากการติดต่อสื่อสารได้เพิ่มขึ้นในอนาคต โรงงานหลายแห่งสามารถก้าวไปอีกขั้นหนึ่งและการผลิตด้วยเทคโนโลยีพิเศษ นอกจากเหนือรูปแบบการผลิตเพียงอย่างเดียวและมีการนำมาให้บริการผ่านทางอินเทอร์เน็ตมากขึ้นและสามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตหรือขดเชยกำลังการผลิตได้

4) Smart Factory เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งถูกกำหนดเป็นโรงงานที่สามารถช่วยเหลือคนและเครื่องจักรในการดำเนินงาน โดยเป็นระบบควบคุมการทำงานอยู่เบื้องหลังและแสดงถึงขั้นตอนการทำงานรวมถึงตำแหน่งและสถานะของวัตถุ ระบบจะเก็บข้อมูลจากโลกทางกายภาพและเสมือนจริง ข้อมูลของโลกทางกายภาพ อาทิ ตำแหน่งหรือสภาพของเครื่องมือ ส่วนข้อมูลของโลกเสมือนจริงเป็นข้อมูลอาทิ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ แบบร่างและแบบจำลอง ซึ่งระบบจะเชื่อมโยงกับฮาร์ดแวร์ของ Smart Factory ทั้งนี้ความแตกต่างกับระบบอื่นๆ คือ ความสามารถในการติดต่อสื่อสารและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การให้คำนิยาม CPS และ IoT นั้น ใน Smart Factory สามารถระบุเป็นโรงงานที่มี CPS จะติดต่อสื่อสารได้ดีกว่า IoT และการเป็น ผู้ช่วยคนหรือเครื่องจักรในกระบวนการทำงานได้

แนวโน้มของเทคโนโลยีที่จะมาเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม มีดังนี้

(กองบรรณาธิการ, 2558; Buckenhüskes, H. J., 2015.)

1) หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Autonomous Robots) คือ หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งใน สภาวะแวดล้อมที่ไม่รู้จักมาก่อน มีคุณสมบัติที่สามารถคิดได้ด้วยตัวเอง โดยปราศจากการควบคุม จากมนุษย์ แบ่งประเภทได้ 2 ประเภท ดังนี้

- หุ่นยนต์ภาคอุตสาหกรรม (Industrial Robots) คือ หุ่นยนต์ที่นำมาใช้งานในภาคอุตสาหกรรม ทดแทนแรงงานคน สามารถทำงานซ้ำ ๆ ได้อย่างต่อเนื่องและงานที่เสี่ยงอันตราย เพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการดำเนินงานลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น หุ่นยนต์ ประเภทแขนกล (Robot Arm) จะถูกยึดอยู่กับที่บริเวณติดกับสายพานลำเลียงวัตถุ โดยให้หยิบจับวัตถุที่ไหลมาตามสายพานให้ถูกต้อง

- หุ่นยนต์ติดต่อสื่อสาร (Social Robots) คือ หุ่นยนต์ที่สามารถติดต่อสื่อสารกับมนุษย์ ได้ นำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ หรือนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น หุ่นยนต์ภาคสนามใช้สำรวจ พื้นที่หรือเก็บข้อมูลต่างๆ หุ่นยนต์ให้ความรู้ในพิพิธภัณฑ์ หุ่นยนต์บริการในร้านอาหาร เป็นต้น

2) การสร้างแบบจำลอง (Simulation) คือ การจำลองกระบวนการหรือสถานการณ์ต่างๆ จากระบบจริง เพื่อให้สามารถทำการศึกษาทดลอง วิเคราะห์ผล ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตจริง

3) การบูรณาการระบบต่างๆ เข้าด้วยกัน (System Integration) คือ การนำระบบ เทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆ เข้ามาประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละองค์กร เพื่อลดต้นทุนในส่วนของการจ้างเจ้าหน้าที่เฉพาะทาง ประหยัดต้นทุนในการดำเนินงาน ลดความยุ่งยากในการบริหารจัดการและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น

4) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (Internet of Things) คือ เทคโนโลยี อินเตอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์ต่างๆ อาทิ โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ จะสามารถเชื่อมโยงและควบคุมสื่อสารผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เช่น การควบคุม อุณหภูมิภายในบ้าน การสั่งเปิด-ปิดไฟในห้องอุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วยพร้อมส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ เป็นต้น

5) การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Cyber Security) คือ การป้องกันอันตรายในโลกออนไลน์ที่สามารถ

ส่งผลกระทบต่อตัวผู้ใช้งานและข้อมูล ตัวอย่างของความเสียหายที่ เช่น การสร้าง และส่งไวรัสคอมพิวเตอร์ (Virus Computer) การหลอกลวงในเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Phishing Scams in Social Media) โปรแกรมที่สร้างความเสียหายให้กับข้อมูลและโทรศัพท์มือถือ (Mobile Malware) เป็นต้น

6) การประมวลและเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ (Cloud Computing) คือ การใช้ระบบบริการเช่าทรัพยากรด้านคอมพิวเตอร์ผ่านอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการ ซึ่งระบบนี้สามารถเข้าถึง ข้อมูลได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ไม่ต้องวางระบบเครือข่าย มีความยืดหยุ่น สามารถขยายขนาดของ ทรัพยากรให้รองรับการใช้งานจำนวนมากได้ ประหยัดค่าใช้จ่ายและคุ้มค่ากว่าระบบอื่น

7) การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเนื้อวัสดุ (Additive Manufacturing) คือ การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยการเติมเนื้อวัสดุเข้าไปทีละชั้นจนได้ออกมาเป็นวัตถุตามที่ต้องการ แทนที่การผลิตแบบสกัดเนื้อวัสดุออกจนได้เป็นรูปร่างของวัตถุ (Subtractive Manufacturing : SM) ซึ่งจะเป็นการประหยัดวัตถุดิบ สามารถลดขยะอุตสาหกรรมได้ ตัวอย่างเช่น การพิมพ์แบบ 3D เสมือนจริง (3D Printing) โดยที่สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำเสนอก่อนกระบวนการผลิตจริง โดยไม่จำเป็นต้อง ผลิตสินค้าออกมาก่อน จนกว่าจะมีคำสั่งซื้อและสามารถผลิตได้ทีละชิ้น เป็นต้น

8) การส่งข้อมูลเสมือนจริงผ่านอุปกรณ์ (Augmented Reality) คือ การผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ต่างๆ อาทิ ทีวี 3 มิติ โทรศัพท์มือถือ Smart Phone เครื่องเล่นเกมแว่นตาพิเศษ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง ในรูปแบบ Interactive Media

9) ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) คือ กลุ่มชุดข้อมูลที่มีจำนวนมาก มีความหลากหลายและซับซ้อน โดยมีการบริหารจัดการแบบรวมศูนย์ผสานการทำงานกับทรัพยากรประมวลผลต่าง ๆ สามารถในการเข้าถึงข้อมูลได้งานง่ายต่อการใช้งาน และมีความพร้อมของข้อมูลอยู่เสมอ

ทักษะและลักษณะของบุคลากรในอุตสาหกรรม 4.0

Klaus Schwab (2016) ได้ศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานในช่วงเวลาอีก 4 ปีข้างหน้า โดยได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นายจ้างที่มีลูกจ้างรวมกัน 13.5 ล้านคน ครอบคลุม 371 สถานประกอบการขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ทั่วโลกรวมทั้งประชาคมอาเซียน และพบว่าการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งนี้จะมีทั้งคุณและโทษต่อตลาดแรงงาน แม้ว่าสร้างโอกาสในการทำงานและมีคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ส่งผลให้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานและแรงงานตกงานเพิ่มขึ้น เพราะกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีใหม่แทนที่แรงงานมนุษย์ ทั้งนี้แรงงานและสถานประกอบการที่ไม่สามารถปรับตัวได้จะประสบปัญหาเป็นอย่างมาก

วิธีการรับมือกับการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 ในขั้นต้นจำเป็นต้องมีทักษะและลักษณะ 9 ข้อ (Klaus Schwab, 2016) คือ 1) ทักษะการแก้ไขปัญหา 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์ 3) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ 4) ทักษะการบริหารจัดการบุคคล 5) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 6) ทักษะการมีวุฒิภาวะทางอารมณ์ (EQ) 7) ทักษะการตัดสินใจ 8) ทักษะการเจรจาต่อรอง 9) การมีใจรักบริการและ 10) ความยืดหยุ่นทางความคิด

ทั้งนี้ทักษะข้อ 1) ถึง 8) เป็นทักษะหรือความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นจากการฝึกฝน ส่วนข้อ 9) ทำให้เห็นถึงความสำคัญของงานบริการ และข้อ 10) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทาง ดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆด้านได้ ในอนาคตการศึกษาจะต้องมีการพัฒนาการศึกษาให้ครอบคลุมหลายสาขาวิชามากขึ้น เนื่องจาก เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจะทำให้ลักษณะงานที่เคยมีมานานเปลี่ยนไปและมีการรวมกันของหลากหลาย สาขาวิชาในการปฏิบัติงาน อาทิ การตลาดดิจิทัล (Digital Marketing) ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ทางด้านการตลาดและทางด้านเทคโนโลยี ถ้าหากว่าผู้เรียนไม่สนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ไม่สามารถปฏิบัติงานได้

อุตสาหกรรม 4.0 กับการจัดการเรียนการสอน

การพัฒนานักศึกษาช่างอุตสาหกรรมยุคอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารกับเครื่องจักรและระบบการผลิต เพื่อผลิตสินค้าตามความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคนั้น แนวทางการสร้างและผลิตนักศึกษาช่าง

อุตสาหกรรมต้องมีส่วนร่วมของภาคอุตสาหกรรมในการร่วมกันออกแบบหลักสูตร ที่มีทักษะปฏิบัติจริงและเชี่ยวชาญ ต้องพัฒนาหลักสูตรการศึกษาที่เน้นการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานที่เป็นฐาน (Project Based Learning) ด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) รวมถึงต้องพัฒนาให้ความสามารถด้านการสื่อสาร และทักษะทางด้านอารมณ์ (Soft Skills) ในการทำงาน สร้างความตระหนักในอาชีพช่างอุตสาหกรรมสู่สังคม พัฒนาความร่วมมือระหว่างภาคอุตสาหกรรมและภาคการศึกษา สิ่งที่สำคัญมากสำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมในยุคนี้ คือ ความรู้ด้านไอที ด้านดิจิทัล รวมทั้งการเชื่อมโยงการทำงาน นอกจากความรู้พื้นฐานที่ต้องมีแล้ว ต้องมีความเชี่ยวชาญ มีสมรรถนะที่หลากหลาย (multi skills) งานที่มีความเชื่อมโยงในหลาย ๆ ส่วน เพราะฉะนั้นการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม รวมทั้งทักษะการแก้ไขปัญหารองรับการเข้ามาของเทคโนโลยีที่สร้างความพลิกผัน (Disruptive Technology)

1. หลักสูตรพัฒนาและสร้างช่างอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเพื่อยกระดับอุตสาหกรรม 2.0 ไปสู่อุตสาหกรรม 3.0 เป็นหลักสูตรการฝึกอบรมต่อยอดสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในภาคอุตสาหกรรมอยู่แล้ว หรือการฝึกอบรมหลักสูตรระยะสั้นแบบการฝึกปฏิบัติงานไปพร้อมการทำงานจริง (On the Job Training) เป็นการพัฒนาผ่านระบบการฝึกอบรมที่ยกระดับศักยภาพ และพัฒนาทักษะช่างอุตสาหกรรม (Re-Skilling, Up-Skilling และ Multi-Skilling) ที่อยู่นอกระบบการศึกษาเพื่อพัฒนามาเป็นผู้ออกแบบ และผู้สร้างระบบอัตโนมัติ (วิศวกรรมการผลิต) จัดอบรมหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอุตสาหกรรม 3.0 ได้แก่ ช่างควบคุมเครื่องจักรและเทคโนโลยีการผลิต ช่างซ่อมบำรุง วิศวกรออกแบบระบบและวิศวกรออกแบบสร้าง ช่างทำชิ้นส่วนประกอบ และช่างประกอบติดตั้งเครื่องจักและระบบอัตโนมัติ

2. หลักสูตรพัฒนาและสร้างช่างอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเพื่อยกระดับอุตสาหกรรม 3.0 ไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 เป็นหลักสูตรการเรียนการสอนที่อยู่ในระบบการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และปริญญาตรีสายเทคโนโลยี (ทล.บ.) ระบบการศึกษาของมหาวิทยาลัยตามคณะที่จัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนเน้นการใช้ซอฟต์แวร์อุตสาหกรรม (Industrial Software) และอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (Internet of Things) ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนเกี่ยวกับการออกแบบ และการพัฒนาซอฟต์แวร์ และจัดอบรมหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ได้แก่ นักสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ (Software Architecture) นักพัฒนาโปรแกรมอุตสาหกรรม (Industrail Software Development) ผู้ติดตั้งโปรแกรม (Industrial Software Instraller) และพัฒนาและสร้างบุคลากรผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ อุตสาหกรรม

3. หลักสูตรมุ่งพัฒนาช่างอุตสาหกรรมเฉพาะด้าน ในปัจจุบันประเทศไทยขาดแคลนกำลังแรงงานด้านเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่จะรองรับอุตสาหกรรมแห่งอนาคตประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะด้าน เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design) คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (Computer Aided Manufacturing)

บทสรุป

ภาคอุตสาหกรรมไทยเป็นกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศให้เติบโต ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) จึงได้กำหนดวิสัยทัศน์เพื่อ "มุ่งสู่อุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยปัญหาและเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจโลก" โดยตั้งเป้าหมายการพัฒนาที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และเป็นเป้าหมายการพัฒนาที่จะส่งผลให้ประเทศไทยสามารถขยับสู่การเป็นประเทศรายได้สูงได้ภายในปี 2579 นั้น ตามเป้าหมายของยุทธศาสตร์ชาติ โดยกำหนดเป้าหมายที่สำคัญคือมีช่างอุตสาหกรรมพันธุ์ใหม่ (New Warrior 4.0) ที่มีการยกระดับคุณภาพช่างอุตสาหกรรมของไทยให้มีศักยภาพตามยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มคุณภาพบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ ตรงกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่ (Smart Factory) มีความ

ต้องการครูพี่เลี้ยงรุ่นใหม่ (Smart Coaching) ครูรุ่นใหม่ (Smart Teacher) ซึ่งมหาวิทยาลัยและสถาบันอาชีวศึกษาเป็นกลไกสำคัญเพื่อพัฒนาศักยภาพของแรงงานอุตสาหกรรม โดยต้องเตรียมความพร้อมทั้งด้านหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน การวิจัย การบริหารจัดการ และการบริการวิชาการ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาตลาดแรงงานของไทยและตอบสนองยุทธศาสตร์ไทยแลนด์ 4.0

เอกสารอ้างอิง

[1] กองวิจัยตลาดแรงงาน. แนวโน้มสถานการณ์กำลังแรงงาน การมีงานทำและการว่างงาน ปี 2558. [ออนไลน์] 2554. [สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2566]. จาก https://www.l3nr.org/posts/386839

[2] กองบรรณาธิการ. "พัฒนาภาคอุตสาหกรรมไทยให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงตามแนวทางการจัดการ อนาคต. " FUTURE MANAGEMENT. [วารสารออนไลน์] พฤศจิกายน - ธันวาคม 2558. ฉบับที่ 119 : 11-18.

[3] คาวี สุขสาลี. "ก้าวสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 อุตสาหกรรมไทยจะปรับตัวและรับมืออย่างไรดี?." นิตยสาร MODERN MANUFACTURING. [วารสารออนไลน์] ธันวาคม 2558. ฉบับที่ 154 ปีที่ 13 : 61-10.

[4] ทองพล อุลปาทร. "Industry 4.0 The Next Industrial Revolution ปฏิวัติโลกอุตสาหกรรม พลิก โฉมการผลิต." Blue Update. [วารสารออนไลน์] 2558. ฉบับที่ 16 ปีที่ 6 : 5-10.

[5] ธนิต หิรัญกิจรังสี. รายงาน เยอรมนี = อุตสาหกรรม 4.0, แล้วไทย = ?. [ออนไลน์]. http://www.ditp.go.th/ditp_pdf.php?filename=contents_attach/ 91763/91763.pdf&title=91763 [สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2566].

[6] ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์. การศึกษาไทย 4.0 ในบริบทการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. การประชุมทางวิชาการของคุรุสภา ประจำปี 2559 หัวข้อการวิจัยนวัตกรรมการเรียนรู้และการจัด การศึกษาเพื่อพัฒนาที่ยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ, 2559.

[7] พระมหาอริยธรรมโม. ความหมายและความสำคัญของการศึกษา. [ออนไลน์]. https://www.l3nr.org/posts/386839 [สืบค้นวันที่ 12 มกราคม 2566].

[8] ยืน ภู่วรวรรณ. ความท้าทาย ณ ขอบแดนใหม่แห่งการเรียนรู้ : การศึกษาระบบ 4.0 (Challenges of New Frontier in Learning : Education 4.0). เอกสารประกอบการ สัมมนา เรื่อง ขอบแดนใหม่แห่งการเรียนรู้ : การศึกษาระบบ 4.0 (New Frontier of Learning : Education 4.0). กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557.

[9] ศรีนคร นนทนาคร. "เรื่องของมาตรฐานสากล IEC TC65 ต่ออนาคตอุตสาหกรรมประเทศไทย."วารสาร TPA News. [วารสารออนไลน์] ตุลาคม 2558. ฉบับที่ 226 ปีที่ 19 : 41-43.

[10] ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในเยอรมนี. Industry 4.0. [ออนไลน์]. http://www.thaibizgermany.com/de/industry [สืบค้นวันที่ 21 ธันวาคม 2565].

[11] สภาอุตสาหกรรมไทย. Thai Industries 2025 กับแนวทางอุตสาหกรรมในอนาคต. [วารสาร ออนไลน์] ตุลาคม 2558. ฉบับที่ 50 ปีที่ 4 : 4-7.

[12] สรรค์ชัย กิติยานันท์. (2553). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกกลางคันของนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. รายงานวิจัย. กาญจนบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏ กาญจนบุรี.

[13] Buckenhüskes, H. J. DLG-Expert report 5/2015: Industry 4.0 – Summary report. [online]. Available from: URL: http://2023.dlg.org/ fileadmin/downloads/food/ Expertenwissen/Lebensmitteltechnologie/ e_2015_5_Expertenwissen_Industry_ 4_0.pdf [accessed 22 january 2023] .

[14] Deloltte. Industry 4. 0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Switzerland: Zurich, 2015. Elias Aravantinos. Industry 4.0, the evolution of smart

factories. [online] . Available from: URL: https://www.linkedin.com/pulse/ industry-40-evolution-smart-factories-elias-aravantinos-lion- [accessed 22 January 2023].

[15] Hermann, M. Pentek, T. and Otto, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. [online]. Available from: URL: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/ Arbeitsberichte/ Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf [accessed 22 January 2023].

[16] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Plattform Industrie 4.0 . [online]. . Available from: URL: http: / / www. plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/ what-is-industrie40.html [accessed 22 january 2023]

[17] Klaus S. The Fourth Industrial Revolution. [online]. Available from:URL: https://www.weforum.org/pages /the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/ [accessed 22 january 2023] .

[18] Roland Berger. Industrie 4.0. [online].. Available from: URL: http://www.rolandberger.com/media/ publications/index_sc_10.html [accessed 22 january 2023]