รายงานรายงานสรุปผลการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ของอุตสาหกรรมไทย

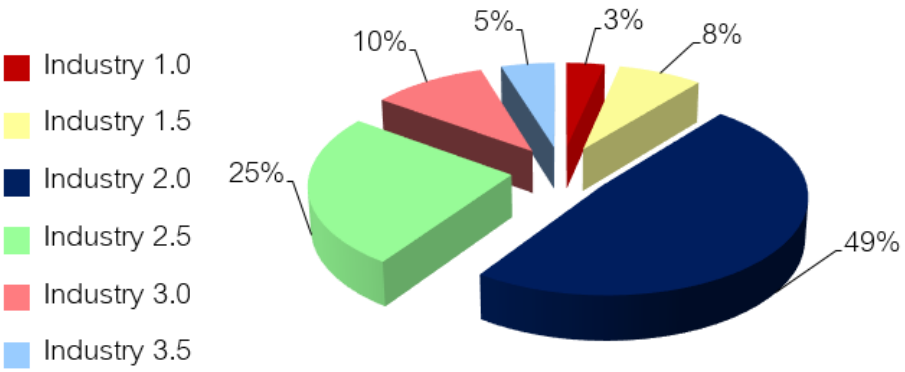
โครงการพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อการเรียนรู้ สร้างมาตรฐาน และยกระดับไปสู่อุตสาหกรรม 4.0

Platform for learning, standardize and leverage to Industry 4.0

1. หลักการและเหตุผล

โลกของอุตสาหกรรมกำลังก้าวเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า **“อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0)”** สืบเนื่องมาจากนโยบายอุตสาหกรรมแห่งชาติของเยอรมนีที่ประกาศเมื่อปี ค.ศ. 2013 โดยการริเริ่มในการปฏิวัตินั้นเริ่มมาจากภาคอุตสาหกรรมในยุโรปประสบปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ จึงต้องการดึงฐานการผลิตที่ไปลงทุนยังประเทศอื่นๆ กลับไปยังพื้นที่ยุโรป ภายใต้แนวคิดของการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย รักษาสิ่งแวดล้อม ประหยัดพลังงานและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน โดยการนำแนวคิดดังกล่าวไปปฏิบัติจนประสบความสำเร็จ และได้ประกาศเป็นนโยบายการปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าแบบ “Mass Customization” ทำให้สินค้าทุกอย่างเข้าถึงได้ง่าย มีราคาเป็นมิตร และตอบสนองต่อรสนิยมความต้องการเฉพาะบุคคลได้มากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and Automation Technology) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) เข้ามาเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ในเวลาต่อมาแนวคิดอุตสาหกรรม 4.0 ได้ถูกนำเข้ามาพัฒนาเป็นนโยบายในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศต่างๆ อาทิ ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศญี่ปุ่น และประเทศไต้หวัน เป็นต้น ในประเทศไทยทั้งภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมต่างก็ตื่นตัวและให้ความสำคัญกับแนวโน้มของอุตสาหกรรมที่กำลังเปลี่ยนผ่านเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ดังจะเห็นได้จากนโยบายของภาครัฐในระยะหลังที่ออกมา ที่มุ่งเน้นไปยังการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and Automation Technology) รวมทั้งการวางระบบโครงสร้างเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Infrastructure and Architecture) มากขึ้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการขับเคลื่อนและเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

ในการค้นหาแนวทางการพัฒนาและยกระดับอุตสาหกรรมไทยนั้น สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) ได้ศึกษาและจัดทำโมเดลแบบประเมินตนเอง (Self-assessment) ร่วมกับภาควิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปลายปี พ.ศ. 2559 และได้ดำเนินการทดลองประเมินศักยภาพของสถานประกอบการไทยในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0 จำนวนกว่า 150 บริษัท เพื่อประเมินเบื้องต้นว่าอุตสาหกรรมไทยนั้นมีศักยภาพอยู่ในระดับใด โดยประเมินผ่านตัวชี้วัดระดับศักยภาพของอุตสาหกรรมใน 16 ด้าน จากผลการสำรวจพบว่าอุตสาหกรรมไทยส่วนใหญ่มีศักยภาพอยู่ในระดับ 2.0 และ 2.5 คิดเป็นร้อยละ 49 และ 25 ตามลำดับ (แสดงดังภาพที่ 1) และจากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดศักยภาพของอุตสาหกรรมไทยใน 16 ด้าน พบว่าศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมไทยในแต่ละด้านอยู่ในระดับ 2.0 - 2.5 ยกเว้นด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับการใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับการประกอบ และด้านเซ็นเซอร์และการรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition) ที่อยู่ในระดับ 1.5 – 2.0 (แสดงดังภาพที่ 2)



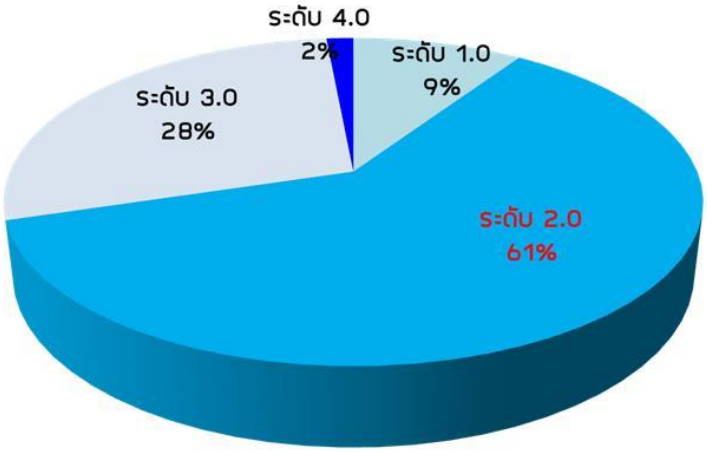
ภาพที่ 1 ผลการประเมินระดับศักยภาพของอุตสาหกรรมไทยในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) จากโมเดลแบบประเมินตนเอง (Self-assessment) ปี พ.ศ. 2559

ภาพที่ 2 ผลการประเมินระดับศักยภาพของอุตสาหกรรมไทยทั้ง 16 ด้าน จากโมเดลแบบประเมินตนเอง (Self-assessment) ปี พ.ศ. 2559

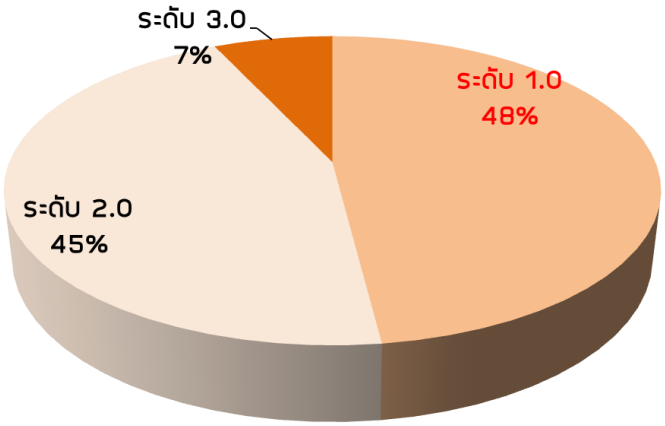
จากประสบการณ์ที่มี ประกอบกับการศึกษาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ต่างๆ จากต่างประเทศ ทาง สนอ. จึงได้ต่อยอดพัฒนาปรับปรุงเป็นโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่น ปี พ.ศ. 2561 มีรูปแบบเป็นลักษณะ

Online Self-assessment จำนวน 2 แบบประเมิน คือ โมเดลแบบประเมินตนเอง สำหรับการประเมินศักยภาพสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรม (Industry) จำนวน 1 โมเดล และ โมเดลแบบประเมินตนเอง สำหรับการประเมินศักยภาพสถานประกอบการภาคการค้าและการบริการ (Trade & Service) จำนวน 1 โมเดล โดยโมเดลแบบประเมิน Self-assessment 4.0 ใน Version ปี 2561 นี้ สามารถแจ้งผลการประเมินตนเองให้ผู้ประกอบการได้รับทราบผลการประเมินระดับของกิจการได้ทันทีในแบบ Real Time หลังจากที่ผู้ประกอบการตอบแบบประเมินตนเอง แล้วเสร็จ โดยทาง สนอ. ได้ดำเนินการสำรวจและประเมินศักยภาพสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ภาคการค้าและการบริการ จำนวนทั้งสิ้น 1,589 กิจการ โดยแบ่งเป็นภาคอุตสาหกรรม (Industry) จำนวน 1,335 กิจการ และภาคการค้าและบริการ (Trade & Service) จำนวน 254 กิจการ พบว่า

- **<u>ภาคอุตสาหกรรม</u>**: ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีศักยภาพอยู่ในระดับ 2.0 คิดเป็นร้อยละ 61 รองลงมา อยู่ในระดับ 3.0 คิดเป็นร้อยละ 28 (แสดงดังภาพที่ 3)
- **<u>ภาคการค้าและบริการ</u>:** ผู้ประกอบการในภาคการค้าและบริการส่วนใหญ่มีศักยภาพอยู่ในระดับ 1.0 คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมา อยู่ในระดับ 2.0 คิดเป็นร้อยละ 45 ซึ่งมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน และลำดับถัดไป อยู่ในระดับ 3.0 คิดเป็นร้อยละ 7 (แสดงดังภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 ผลการประเมินระดับศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมจากโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่น ปี พ.ศ. 2561



ภาพที่ 4 ผลการประเมินระดับศักยภาพของภาคการค้าและบริการจากโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่น ปี พ.ศ. 2561

อย่างไรก็ตามการออกแบบโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่น ปี พ.ศ. 2561 ในครั้งนี้ ถือเป็นการนำร่อง ที่ปัจจุบันยังไม่สามารถประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ได้อย่างครอบคลุมและครบถ้วน ในการนำดัชนีชุดนี้ไปใช้ในประเมินตนเองโดยสถานประกอบการ ยังพบข้อจำกัดสำคัญที่สะท้อนมาจากความคิดเห็นของผู้ประกอบการ ดังนี้

- โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ที่พัฒนาในเวอร์ชั่นนี้ เหมาะกับผู้ประกอบการขนาดกลางขึ้นไป ไม่เหมาะกับผู้ประกอบการ Startup / กิจการขนาดเล็ก หรือ กิจการในพื้นที่ต่างจังหวัด
- คำถามในโมเดลแบบประเมินตนเอง เวอร์ชั่นนี้ เป็นคำถามที่ค่อนข้างซับซ้อน มีศัพท์เฉพาะทางเทคนิคค่อนข้างเยอะ ทำให้เข้าใจยาก
- ใช้เวลาค่อนข้างมาก (โดยเฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง) ในการดำเนินการเพื่อตอบคำถามในโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ให้แล้วเสร็จ
- การแสดงผลข้อมูลให้ผู้ประกอบการรับทราบภายหลังการตอบโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” สำหรับ Version นี้ ทำได้เพียงแจ้งผลการประเมินเป็นคะแนนที่ระบุระดับศักยภาพของกิจการให้ทราบได้เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดของ Software ที่ใช้ ดังนั้น สิ่งที่ควรปรับปรุงเพิ่มเติม คือ ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบกับกิจการอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกัน แสดงผลในรูปแบบ Real Time เพื่อเป็นแผนที่นำทางในการพัฒนาให้กับผู้ประกอบการได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากข้อเสนอแนะดังกล่าวข้างต้น สนอ. จึงมีแนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ในหลายแนวทาง เช่น การปรับปรุงโมเดลแบบประเมินตนเอง เพื่อให้ครอบคลุมและแม่นยำเพิ่มมากขึ้น และหลากหลายเวอร์ชั่น เพื่อให้เหมาะกับผู้ประกอบการหลายประเภท ได้แก่ ผู้ประกอบการ Startup / กิจการขนาดเล็ก หรือ กิจการในพื้นที่ต่างจังหวัด เป็นต้น และการพัฒนา Web-based Software ที่ช่วยให้การรวบรวมข้อมูลและประมวลผลข้อมูลมีความยืดหยุ่นมากขึ้น อีกทั้งการแสดงผลลัพธ์การประเมินมีความหลากหลายมากขึ้น

ในการนี้ สนอ. จึงได้มีความร่วมมือกับกลุ่มอุตสาหกรรมดิจิทัล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในการดำเนินงาน **“โครงการพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อการเรียนรู้ สร้างมาตรฐาน และยกระดับไปสู่อุตสาหกรรม 4.0”** โดยกิจกรรมหลักที่ทาง สนอ. ดำเนินงานในโครงการ คือ การวิจัยและพัฒนาแบบประเมินตนเอง และมาตรฐานหรือแนวทางในการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการประเมินนี้ ภาครัฐสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนในการออกนโยบายและมาตรการสนับสนุนต่างๆ เพื่อยกระดับภาคอุตสาหกรรมให้มีความสามารถสูงขึ้นในการเพิ่มผลิตภาพการผลิต (Productivity) กำหนดเป้าหมายและทิศทางของอุตสาหกรรม และเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันให้กับประเทศ

2. วัตถุประสงค์โครงการ

2.1 เพื่อวิจัยและพัฒนาแบบประเมินตนเองของภาคอุตสาหกรรมตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0

2.2 เพื่อวิจัยและพัฒนามาตรฐานหรือแนวทางในการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

2.3 เพื่อสรุปผลข้อมูลผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมตามกรอบระดับต่างๆ ของอุตสาหกรรม 4.0 จากข้อมูลเชิงลึก และสรุปรายงานวิจัยในการพัฒนา Industry 4.0 ของอุตสาหกรรมไทย

3. ตัวชี้วัดโครงการ

3.1 แบบประเมินตนเอง ของภาคอุตสาหกรรมตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 จำนวน 1 โมเดล

3.2 รายงานการศึกษามาตรฐานหรือแนวทางในการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 จำนวน 1 รายงาน

3.3 สรุปผลข้อมูลผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมตามกรอบระดับต่างๆ ของอุตสาหกรรม 4.0 จากข้อมูลเชิงลึก และสรุปรายงานวิจัยในการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ของอุตสาหกรรมไทย จำนวน 1 รายงาน

4. ขอบเขตและแผนการดำเนินงาน

<u>ขอบเขตการดำเนินงาน</u>

4.1 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) แบบประเมินระดับศักยภาพของสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0

4.2 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) แนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

4.3 วิเคราะห์และออกแบบ แบบประเมินระดับศักยภาพ (Self-assessment Indicator Model) ในการประเมินระดับศักยภาพของสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมไทยตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0

4.4 วิเคราะห์และออกแบบมาตรฐานหรือแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

4.5 ทดสอบแบบประเมินระดับศักยภาพ (Self-assessment Indicator Model)

4.6 เก็บ Feedback จากผู้เข้าใช้งานแบบประเมินระดับศักยภาพ (Self-assessment Indicator Model)

4.7 ปรับปรุงแบบประเมินระดับศักยภาพ (Self-assessment Indicator Model)

4.8 จัดทำข้อมูลสรุปผลการประเมินระดับศักยภาพของสถานประกอบการจากการใช้งานแบบประเมินระดับศักยภาพ (Self-assessment Indicator Model)

4.9 จัดทำข้อมูลสรุปผลมาตรฐานหรือแนวทางในการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

<u>แผนการดำเนินงาน</u>

กรอบระยะเวลาดำเนินโครงการ 14 เดือน ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2565 โดยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

กิจกรรม		ระยะเวลา 14 เดือน													
		ปี พ.ศ.2564											ปี พ.ศ.2565		
		ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค.	ม.ค	ก.พ	มี.ค
1	**แผนการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาแบบประเมินและมาตรฐาน**														
2	**รายงานสรุปผลการวิจัยเบื้องต้นในการพัฒนา แบบประเมิน Assessment Indicator Model ของอุตสาหกรรม 4.0**														
3	**รายงานผลการวิจัยในการพัฒนาแบบประเมิน Assessment Indicator Model ของอุตสาหกรรม 4.0**														
	▪ ประชุมระดมสมองจากภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อหาข้อสรุปการพัฒนาแบบประเมิน														
4	**รายงานผลการวิจัยในการพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0**														
	▪ ประชุมระดมสมองจากภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อหาข้อสรุปแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมภาพรวม														
5	**รายงานสรุปผลการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ของอุตสาหกรรมไทย**														
	▪ สรุปผลแบบประเมินของผู้ประกอบการที่เข้ามาตอบแบบสำรวจในแพลตฟอร์มตามกรอบระดับต่างๆของอุตสาหกรรม 4.0 ตั้งแต่ อุตสาหกรรม 1.0 จนถึงอุตสาหกรรม4.0														

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ข้อมูลภาพรวมสถานภาพปัจจุบันและศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมไทย

5.2 ภาครัฐสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนในการออกนโยบายและมาตรการสนับสนุนต่างๆ เพื่อยกระดับภาคอุตสาหกรรมให้มีความสามารถสูงขึ้นในการเพิ่มผลิตภาพการผลิต กำหนดเป้าหมายและทิศทางของอุตสาหกรรม และเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันให้กับประเทศ

5.3 เกิดความตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาตัวเองของภาคอุตสาหกรรม เพื่อนำไปสู่การยกระดับอุตสาหกรรมให้มีการเพิ่มผลิตภาพการผลิต เพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันให้กับประเทศ นำพาประเทศออกจากกับดักรายได้ปานกลาง และสอดคล้องกับนโยบายการนำประเทศเข้าสู่โมเดล “ประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0)”

5.4 เกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมให้ใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัติโนมัติ (Robotics and Automation Technology) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) เพื่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ของสถานประกอบการไทย

5.5 เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and Automation Technology) เป็นการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมของไทยทางด้านอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

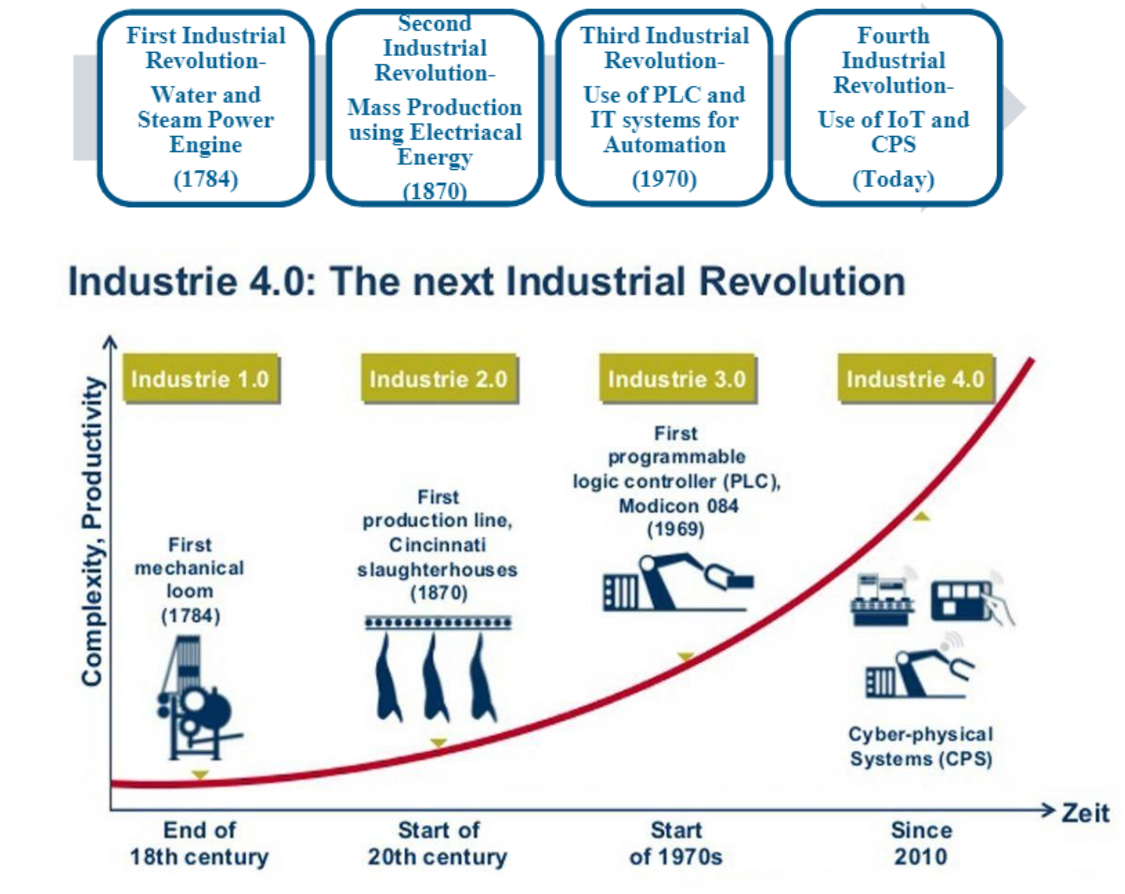
5.6 เกิดการสร้างแนวทางในการปฏิบัติตามนโยบายในการส่งเสริมอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยีการผลิต เพื่อยกระดับผลิตภาพ และให้เกิดมูลค่าเพิ่มในสาขาอุตสาหกรรม

6. การศึกษาและทบทวนวรรณกรรม อุตสาหกรรม 4.0 และโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0

ทีมนักวิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 และโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

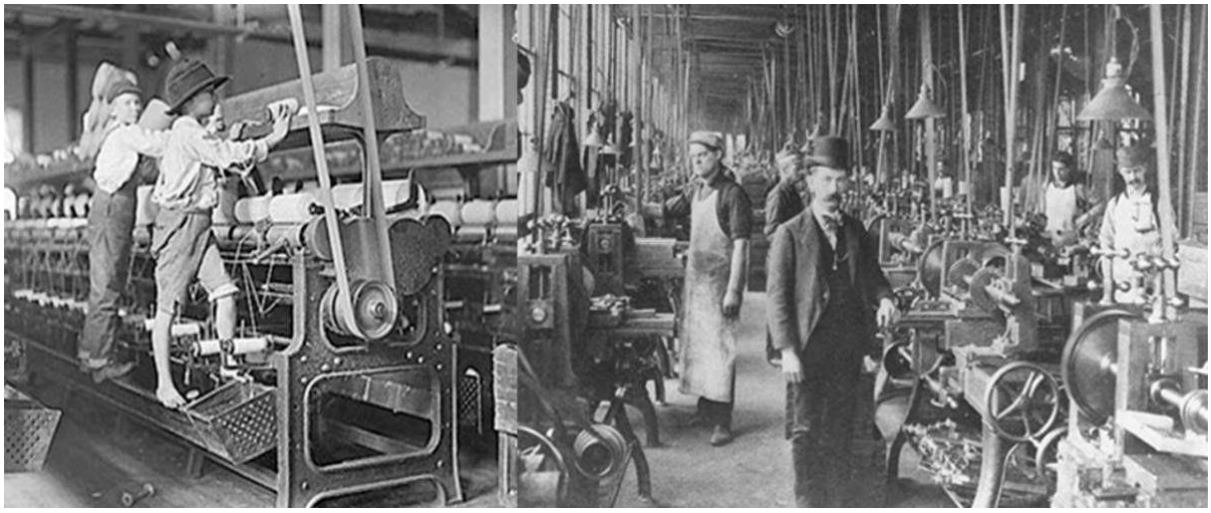
6.1 การปฏิวัติอุตสาหกรรม (Industrial Revolution)

การปฏิวัติอุตสาหกรรม (Industrial Revolution) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิต (Production Process) และระบบการผลิต (Production System) จากแรกเริ่มที่ผลิตสินค้าในรูปแบบของพ่อค้าที่เป็นนายทุน จัดหาวัตถุดิบมาจ้างให้แรงงานผลิตด้วยฝีมือและใช้เครื่องมือแบบง่ายๆ ต่อมาเมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้าในจำนวนมากขึ้นและคุณภาพสูงขึ้น จึงเริ่มเกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมการผลิตขึ้น โดยหันมาใช้เครื่องจักรกลแทนแรงงานคน ตั้งแต่งานผลิตง่ายๆ ไปจนถึงการผลิตที่มีรูปแบบซับซ้อนขึ้น จนกลายมาเป็นการผลิตในรูปแบบโรงงาน (Factory System) ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันโลกเกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมมาแล้วถึง 4 ครั้ง โดยการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 (First Industrial Revolution) เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1784 หรือปี พ.ศ. 2327 เป็นยุคที่มีชื่อเรียกอีกอย่างนึงว่า “ยุคเครื่องจักรไอน้ำ” ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1870 หรือปี พ.ศ. 2413 เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 2 (Second Industrial Revolution) เป็นยุคที่มีชื่อเรียกอีกอย่างนึงว่า “ยุคแห่งสายพาน” หลังจากนั้นในช่วงปี ค.ศ. 1970 หรือปี พ.ศ. 2513 จึงเกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3 (Third Industrial Revolution) ขึ้น ยุคนี้ถูกเรียกอีกชื่อนึงว่า “ยุคแห่งการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution)” และครั้งล่าสุดคือการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Fourth Industrial Revolution) เกิดขึ้นในช่วงประมาณปี ค.ศ. 2011 หรือปี พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 5)



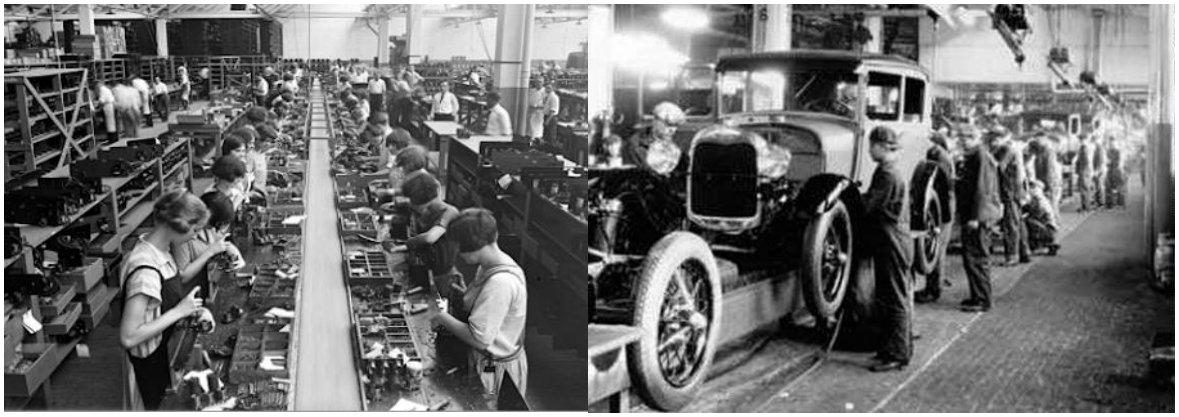
ภาพที่ 5 การปฏิวัติอุตสาหกรรม (Industrial Revolution)

- *การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 (First Industrial Revolution)* เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1784 หรือปี พ.ศ. 2327 เป็นยุคที่มีชื่อเรียกอีกอย่างนึงว่า *"ยุคเครื่องจักรไอน้ำ"* เนื่องจากเป็นยุคที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำ (Water and Stream Power Engine) จากพลังงานถ่านหินเข้ามาทดแทนการใช้แรงงานคน สัตว์ และพลังงานธรรมชาติ เกิดเป็นการผลิตในรูปแบบโรงงานขนาดเล็ก แรงงานเปลี่ยนจากเกษตรกรและช่างฝีมือเข้าสู่การทำงานในโรงงานขนาดเล็ก เริ่มมีการประดิษฐ์เครื่องมือแบบง่ายๆ มีกลไกที่ไม่ซับซ้อน แต่ยังใช้แรงงานคนหรือสัตว์ เรียกได้ว่ามีการใช้เครื่องทุ่นแรงมาช่วย ซึ่งในช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 เจมส์ วัตต์ ได้พัฒนาเครื่องจักรไอน้ำนิโคแมนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนำมาปรับใช้กับอุตสาหกรรมการทอผ้า จนสามารถให้ผลผลิตมากขึ้นกว่าเดิมถึง 3 เท่า (ภาพที่ 6) นอกจากนี้เครื่องจักรไอน้ำยังได้ถูกพัฒนาให้เป็นตัวขับเคลื่อนหัวรถจักรไอน้ำ ที่ช่วยในการขนส่ง และการคมนาคมอีกด้วย สิ่งที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ การเกิดขึ้นของยานพาหนะต่างๆ เป็นการปฏิวัติระบบการขนส่งที่สามารถขนส่งคนหรือสินค้าจำนวนมากๆ ไปในระยะทางไกลๆ ได้ทั้งทางบกและทางน้ำ เครื่องจักรไอน้ำยังสามารถนำมาขุดเจาะทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนที่ต่ำ ทำให้ได้สินแร่ต่างๆ และน้ำมันดิบ ทำให้เกิดยุคการขยายอาณานิคมของชาวตะวันตกเพื่อหาวัตถุดิบป้อนเข้าสู่โรงงานและเปิดตลาดใหม่



ภาพที่ 6 ระบบการผลิตเครื่องจักรกลไอน้ำในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1

- *การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 2 (Second Industrial Revolution)* เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1870 หรือปี พ.ศ. 2413 เป็นยุคที่มีชื่อเรียกอีกอย่างนึงว่า *"ยุคแห่งสายพาน"* เป็นยุคที่เปลี่ยนจากการใช้เครื่องจักรไอน้ำ มาใช้พลังงานใหม่จากน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและไฟฟ้า เริ่มมีการจัดวางระบบสายพานการผลิตให้ผลิตภัณฑ์ไหลได้อย่างต่อเนื่อง มีการสมดุลย์สายการผลิต มีเวลามาตรฐานในการผลิต และยังใช้คนทำงานแบบ Manual ในสถานีการผลิต ส่วนการไหลและการอัปเดทของข้อมูลเป็นแบบ Manual ทั้งในส่วนของการผลิต การจัดการข้อมูล และในส่วนการบริหารธุรกิจ หลังจากนั้นราวปี ค.ศ. 1913 หรือปี พ.ศ. 2456 เฮนรี่ ฟอร์ด ได้เริ่มนำระบบสายพานเข้ามาใช้ในสายการผลิตรถยนต์ ทำให้เกิดเป็นรถยนต์โมเดลที่มีจำนวนการผลิตมากถึง 15 ล้านคัน นอกจากนี้เทคนิคการใช้สายพานการผลิตในลักษณะเดียวกันนี้ยังได้รับการเผยแพร่ไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ (ภาพที่ 7) ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง เกิดเป็นยุคของการผลิตสินค้าเหมือนกันเป็นจำนวนมาก (Mass Production) และรวดเร็ว อีกทั้งมีคุณภาพที่เทียบเท่างานหัตถกรรม ที่สำคัญคือ สินค้าราคาไม่แพง ทุกคนสามารถบริโภคได้ ทำให้เกิดกระแสบริโภคนิยมไปทั่วโลก ประกอบกับระบบโทรคมนาคมมีการพัฒนาแบบก้าวกระโดดจากโทรเลข สู่การประดิษฐ์โทรศัพท์ รวมทั้งการสื่อสารทางวิทยุ โทรทัศน์ และสื่อโฆษณาต่างๆ ทำให้อุตสาหกรรมมีการขยายตัวของการแข่งขันในการส่งออก การผลิตสินค้ากลายเป็นการผลิตเพื่อการบริโภค

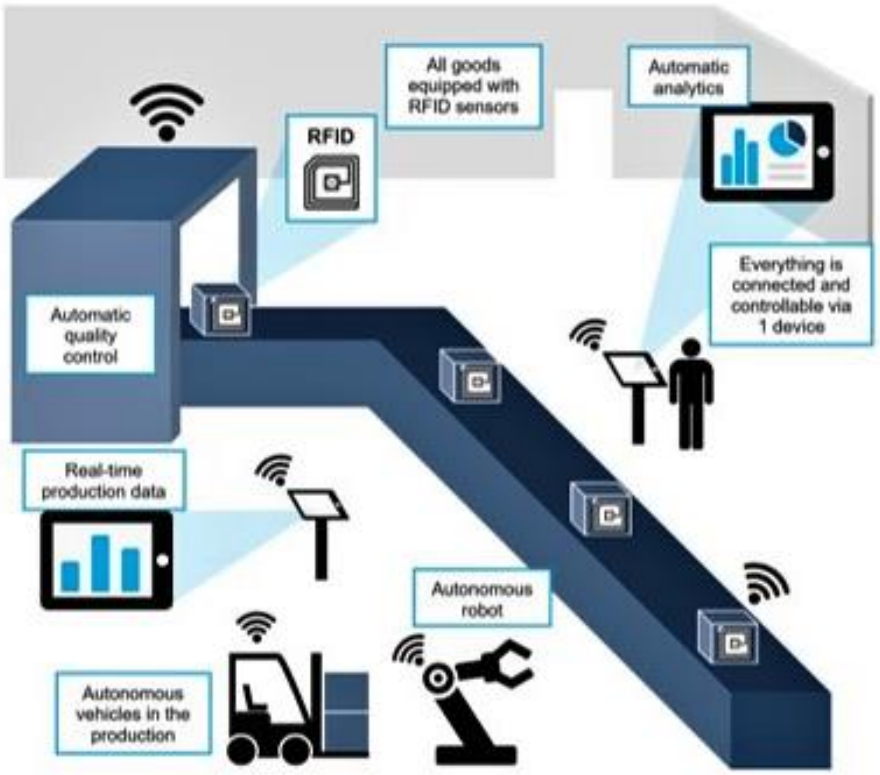


ภาพที่ 7 ระบบสายพานการผลิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมรถยนต์ ในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 2

- *การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3 (Third Industrial Revolution)* เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1970 หรือปี พ.ศ. 2513 การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3 นี้ถูกเรียกอีกชื่อนึงว่า *"ยุคแห่งการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution)"* เนื่องจากเป็นยุคที่มีการใช้อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีสารสนเทศในการผลิต (Information Technology: IT) และคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรม มีการใช้เครื่องจักรทำงานแทนคนได้อย่างอัตโนมัติ โดยควบคุมและสั่งการเครื่องจักรผ่านระบบควบคุมที่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำความสามารถในการคำนวณของคอมพิวเตอร์เข้าไปไว้ในเครื่องจักร โดยใช้ Programmable Logic Control (PLC) เป็นระบบควบคุมหลัก ทำให้เครื่องจักรมีความยืดหยุ่นในการทำงานมากขึ้น และสามารถผลิต หรือประกอบสินค้าได้ในรูปแบบอัตโนมัติ (Automation) (ภาพที่ 8) ในอุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำและมีปริมาณการผลิต เริ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAD/CAM (Computer Aided Design/Manufacturing) เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตที่ต้องการความรวดเร็ว ความแม่นยำสูง ผลิตได้ปริมาณมากๆ และได้คุณภาพดี นอกจากนี้ยังได้มีการเชื่อมโยงเครื่องจักรและคอมพิวเตอร์สู่ระบบห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) และระบบการขนส่ง การบรรจุหีบห่อ ระบบการค้าปลีกค้าส่ง เข้าด้วยกัน โดยระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ ระบบควบคุมกับระบบบริหารด้วยสารสนเทศ มีการเชื่อมโยงให้ทำงานร่วมกัน แต่ด้วยโครงสร้างของระบบเครือข่ายยังแบ่งเป็น Level แยกกันอยู่ จึงทำให้ข้อมูลต่างๆ ยังเชื่อมกันได้ไม่หลากหลายและยังไม่ยืดหยุ่นมากนัก

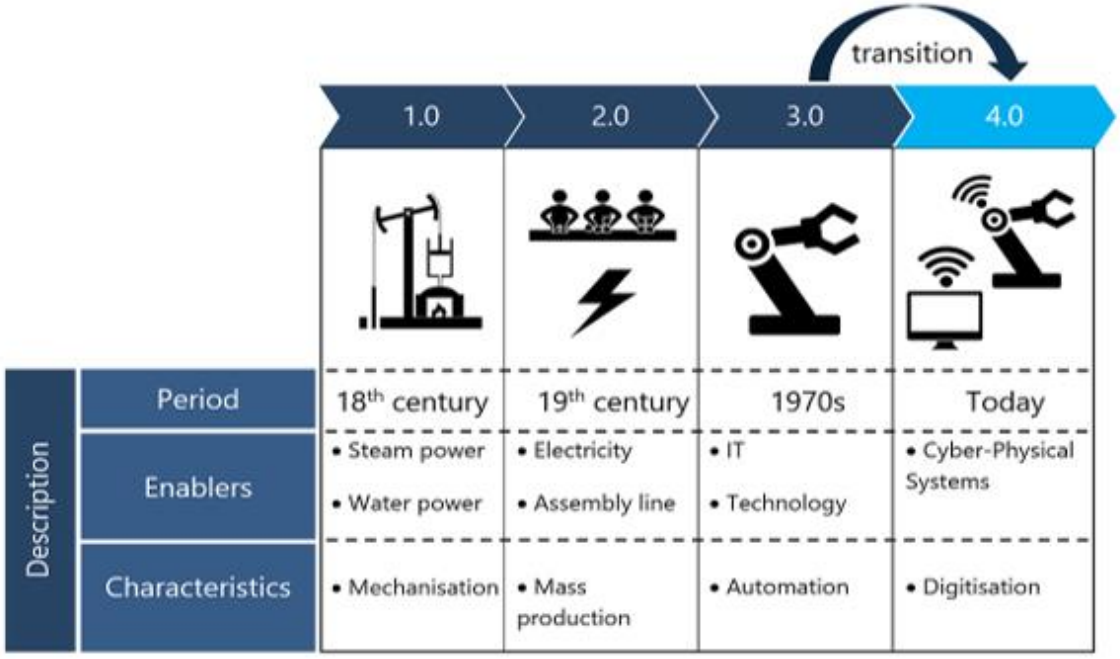
ภาพที่ 8 ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation) ในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3

- *การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (Fourth Industrial Revolution)* เกิดขึ้นในช่วงประมาณปี ค.ศ. 2011 หรือปี พ.ศ. 2554 เป็นยุคที่เป็นการบูรณาการโลกของการผลิตเข้ากับการเชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ ‘Internet of Things (IoT)’ ทุกหน่วยของระบบการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์หน่วยต่างๆ เหล่านี้จะถูกติดตั้งระบบเครือข่าย เพื่อให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันอย่างอิสระ เพื่อการจัดการกระบวนการผลิตทั้งระบบให้เป็นระบบ Cyber-Physical Production Systems (CPPS) ซึ่งเป็นระบบที่รวมความสามารถของเทคโนโลยีการผลิตเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้เกิดโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) มีความสามารถในการคำนวณประมวลผล และยังมีความสามารถในการเชื่อมต่อตัวเองเข้ากับโครงข่ายการสื่อสารต่างๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา และลูกค้าสามารถติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลการผลิตได้แบบเรียลไทม์ (Real Time) ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ สามารถผลิตของได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการของผู้บริโภคในจำนวนมากและใช้ระยะเวลาในการผลิตไม่มาก (ภาพที่ 9) โดยมีการคาดการณ์ว่าโลกจะเข้าสู่อุตสาหกรรมรูปแบบใหม่อย่างเต็มรูปแบบในปี ค.ศ. 2033



ภาพที่ 9 ระบบการผลิตในโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) ในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4

<u>สรุป</u> การปฏิวัติอุตสาหกรรม ที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง ล้วนแต่มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้นเข้ามาใช้ในการผลิต ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวดเร็วขึ้น และสินค้ามีคุณภาพมากขึ้น โดยการปฏิวัติอุตสาหกรรม ทั้ง 4 ครั้งที่ผ่านมา สามารถสรุปลักษณะสำคัญของแต่ละยุคได้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ลักษณะสำคัญของการปฏิวัติอุตสาหกรรม (Industrial Revolution) ในช่วงที่ผ่านมา

6.2 อุตสาหกรรม 4.0

"อุตสาหกรรม 4.0 เป็นชื่อที่ใช้เรียก รูปแบบการจัดการอุตสาหกรรมที่ทั่วโลกนิยมใช้ในยุคปัจจุบัน โดยเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์รวมกับเทคโนโลยีอัตโนมัติของอุตสาหกรรม เป็นการปฏิวัติกรอบความคิดเกี่ยวกับการผลิต จากเดิมที่มุ่งสร้างระบบผลิตแบบรวมอำนาจ (Centralization) ให้กลายเป็นการกระจายอำนาจ (Decentralization) และปฏิวัติกระบวนการผลิตโดยเน้นการผลิตแบบ Cyber-Physical Systems ผสมผสานกับการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ Real Time ในรูปแบบ Internet of Things ตั้งแต่วัตถุดิบ เครื่องจักร ระบบอัตโนมัติ จนไปถึงกระบวนการทำงานระหว่างหน่วยงานต่างๆ ตลอดห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) เพื่อตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันของลูกค้าแต่ละราย โดยใช้กระบวนการผลิตที่มีความยืดหยุ่นสูงที่สุดและใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด

6.2.1 จุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรม 4.0

อุตสาหกรรม 4.0 เริ่มมาจากนโยบายอุตสาหกรรมแห่งชาติของเยอรมนีที่ประกาศเมื่อปี ค.ศ. 2011 หรือปี พ.ศ. 2554 โดยนางอังเกลา แมร์เคิล นายกรัฐมนตรีของประเทศเยอรมนีกล่าวว่าอุตสาหกรรม 4.0 เป็น ***"การเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมการผลิตในทุกภาคส่วน โดยการนำเอาเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตเข้ามาใช้ในระบบอุตสาหกรรมรูปแบบเดิม"*** โดยสรุปแล้ว กระบวนการผลิตทุกขั้นตอน (ผู้จัดหาวัตถุดิบ โรงงาน ผู้จัดจำหน่าย และสินค้า) จะถูกเชื่อมโยงโดยระบบดิจิทัลทั้งหมด ทำให้เกิดห่วงโซ่แห่งคุณค่า (Value Chain) ที่สอดประสานกันอย่างดีเยี่ยม ซึ่งก่อนที่ประเทศเยอรมนีจะเริ่มขับเคลื่อนนโยบายอุตสาหกรรม 4.0 อย่างจริงจังนั้น ก่อนหน้านี้มีจุดเริ่มต้นมาจากภาคอุตสาหกรรมในทวีปยุโรปประสบปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำ ซึ่งประเทศเยอรมนีครองความเป็นผู้นำด้านอุตสาหกรรมการผลิตเป็นอันดับต้นๆ ของโลกมามากกว่าศตวรรษ แม้ระยะหลังจะมีบางประเทศที่เน้นการแข่งขันด้วยแรงงานค่าจ้างต่ำ ทำให้บทบาทผู้นำของเยอรมนีลดความโดดเด่นลงไป แต่เยอรมนีพยายามหาทางแก้ไขสถานการณ์ เพื่อให้สามารถครอบครองตำแหน่งผู้นำโลกไว้อย่างต่อเนื่อง จึงต้องการดึงฐานการผลิตที่ไปลงทุนยังประเทศอื่นๆ โดยเฉพาะในประเทศ

จีน ให้กลับไปยังพื้นที่ยุโรป รัฐบาลประเทศเยอรมนีจึงประกาศการขับเคลื่อนโครงการ “Industrie 4.0” ที่กำหนดกลยุทธ์ในการวางแผนพัฒนาอุตสาหกรรมโดยการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร เน็ตเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้ขอมูลวัตถุดิบ สินค้า ลูกค้า และอื่นๆ สามารถเชื่อมโยงถึงกันอยางทันที (Real Time) ทำให้สามารถผลิตสินคา/บริการที่มีความซับซอนและคุณภาพสูงได้อย่างรวดเร็ว

คำว่า “อุตสาหกรรม 4.0 เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2011 หรือปี พ.ศ. 2554 ที่งานแสดงเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในเมือง ฮันโนเวอร์ (Hannover Fair) ต่อมาในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2012 หรือ พ.ศ. 2555 คณะทำงานอุตสาหกรรม 4.0 (Working Group on Industry 4.0) ได้นำเสนอแนวทางการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อชี้แนะการลงมือดำเนินการเพื่อให้เกิดอุตสาหกรรม 4.0 ต่อรัฐบาลสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Government of Federal Republic of Germany) ซึ่งต่อมาสมาชิกของคณะทำงานได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาผู้ก่อตั้งและขับเคลื่อนอุตสาหกรรม 4.0 หลังจากนั้นรัฐบาลกลางเยอรมนีได้บรรจุเป็นยุทธศาสตร์ชาติระยะยาว 10-15 ปี ในการพัฒนาอุตสาหกรรม โดยมี 2 เป้าหมาย คือ (1) รักษาความเป็นหนึ่งในผู้นำอุตสาหกรรมการผลิตที่มีความสามารถในการแข่งขันและนวัตกรรมมากที่สุดของโลก และ (2) ก้าวเป็นผู้นำทางเทคโนโลยีด้านการวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมการผลิต

การเปลี่ยนแปลงภายใต้แนวคิด “อุตสาหกรรม 4.0 ได้ถูกนำเข้ามาศึกษาและพัฒนาเป็นนโยบายในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศต่างๆ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดทิศทางของประเทศไปสู่ผู้ผลิต (A Nation of Makers) ประเทศอังกฤษวางโมเดลด้านการออกแบบนวัตกรรม (Design of Innovation) ประเทศอิตาลีวางโมเดลโรงงานแห่งอนาคต (Fabbrica del Futuro) ประเทศฝรั่งเศสวางกลยุทธ์งานแสดงสินค้าด้านเทคโนโลยี (Vitrines Technologiques) ประเทศจีนประกาศนโยบายอุตสาหกรรมยุคใหม่ ค.ศ. 2025 (Made in China 2025) ประเทศเกาหลีใต้วางโมเดลนวัตกรรมการผลิต (Manufacturing Innovation 3.0) ประเทศญี่ปุนวางโมเดลเศรษฐกิจการเชื่อมต่อระหว่างอุตสาหกรรม (Industry Value Chain Program) และประเทศไต้หวันวางกลยุทธ์การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (Productivity 4.0) เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าการใช้นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 มักอยู่ในประเทศพัฒนาแล้ว ที่มีข้อจำกัดด้านแรงงานเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะเกาหลีใต้ กำลังให้ความสนใจและมีโครงการวิจัยที่คล้ายคลึงกันกับประเทศเยอรมนี ซึ่งในระยะต่อไป อาจนำไปสู่การสร้างเครือข่ายการผลิตระหว่างประเทศ โดยขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและต้นทุนการผลิตในแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตาม ประเทศที่กำลังพัฒนาก็ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการผลักดันนโยบายการขับเคลื่อนประเทศด้วยอุตสาหกรรม 4.0 ได้แก่ ประเทศมาเลเซียวางโมเดลการพัฒนาประเทศ ค.ศ. 2020 (Development Country 2020) และประเทศไทยเองก็ได้ผลักดันนโยบายการขับเคลื่อนประเทศ 4.0 (Thailand 4.0) เป็นต้น

6.2.2 จุดเด่นของอุตสาหกรรม 4.0

อุตสาหกรรม 4.0 เป็นระบบที่มีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้า ลักษณะเด่นที่สำคัญของอุตสาหกรรม 4.0 คือการผลิตในรูปแบบโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) โดยทุกหน่วยของระบบการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ หน่วยต่างๆ ถูกเชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ ‘Internet of Things (IoT)’ ส่งผลให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันอย่างอิสระ เพื่อการจัดการกระบวนการผลิตทั้งระบบให้เป็นระบบ Cyber-Physical Production Systems (CPPS) ซึ่งเป็นระบบที่รวมความสามารถของเทคโนโลยีการผลิตเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้อุตสาหกรรม 4.0 มีจุดเด่นมากมายดังต่อไปนี้

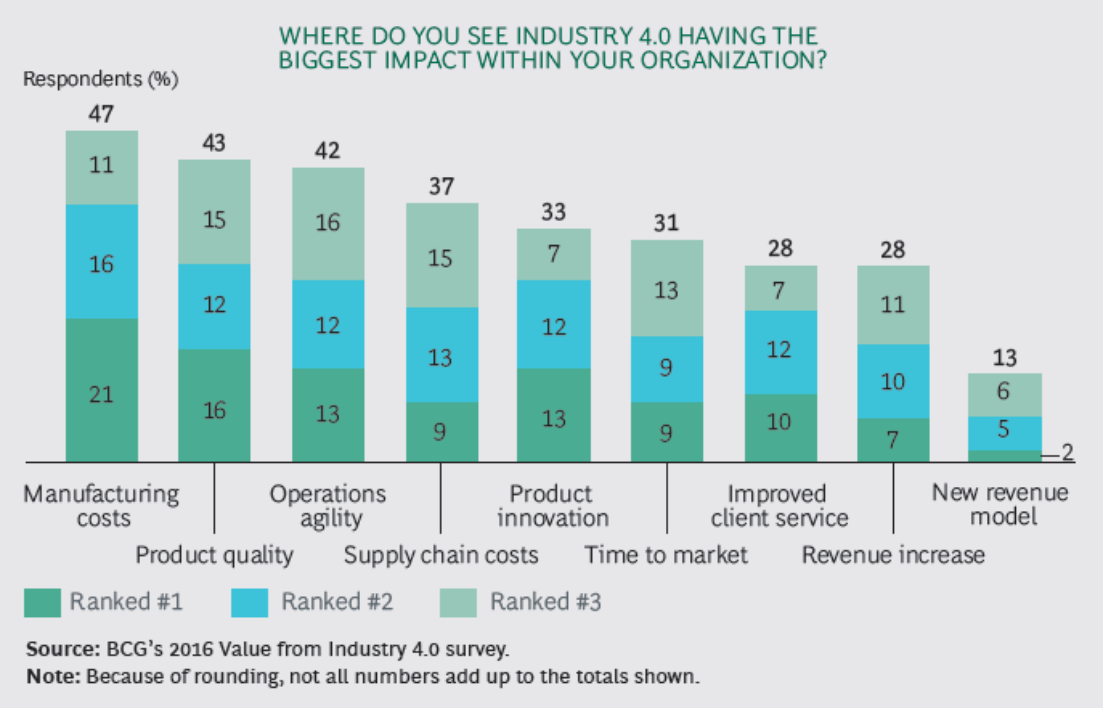
- มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด : การที่เครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติสามารถเชื่อมโยงเป็นส่วนหนึ่งของสังคมเครือข่ายผ่านอินเตอร์เน็ต ทำให้สามารถแบ่งปันข้อมูลข่าวสารถึงกันหมด รวมทั้งสามารถใช้ทรัพยากรบางส่วนร่วมกันได้ เครื่องจักรกลในอุตสาหกรรม 4.0 จะมีความสามารถที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งในด้านการทำงานด้วยตนเอง ความยืดหยุ่นและการปรับตัวให้เข้ากับเงื่อนไขการผลิต มีความสามารถในการตรวจสอบและคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ทำให้สามารถกำหนดและระบุกิจกรรมเงื่อนไขรวมทั้งสภาพแวดล้อมของการผลิต สามารถสื่อสารกับหน่วยอื่นๆ ได้อย่างอิสระแบบไร้สาย สามารถผลิตสินค้าตามคำสั่งโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น เวลา ต้นทุนการผลิต ค่าขนส่ง การรักษาความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ เป็นระบบการผลิตที่ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด
- มีความรวดเร็ว คลองตัว ยืดหยุน และสามารถผลิตสินค้าแบบ Mass Customization : ในอุตสาหกรรม 4.0 ลูกค้าสามารถติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลการผลิตได้แบบทันที (Real Time) ทำให้สามารถเชื่อมความต้องการของผู้บริโภคแต่ละรายเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้าได้โดยตรง ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการได้แบบ Customized เครื่องจักรและอุปกรณสามารถผลิตสินค่าที่มีความแตกตางกันทุกชิ้น โดยไมตองเสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรใหม ซึ่งจะทำใหสามารถผลิตสินค้าจำนวนมากที่แตกตางกันตามความตองการของลูกคาแตละคนไดอยางรวดเร็ว หรือที่เรียกวา Mass Customization หรืออีกนัยนึงก็คือ โรงงานยุค 3.0 สามารถผลิตของแบบเดียวกันจำนวนมากในเวลาสั้นๆ (Mass Production) แต่โรงงานยุค 4.0 จะสามารถผลิตของหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันตามความต้องการเฉพาะของผู้บริโภคแต่ละราย เป็นจำนวนมากในเวลาที่สั้นลง (Mass Customization) โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลครบวงจร แบบโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory)
- มีความสามารถในการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) : เครื่องจักรในอุตสาหกรรม 4.0 จะมีการใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ที่สามารถจับถึงความผิดปกติของเครื่องจักร เช่น ความร้อนและเสียง เป็นต้น และส่งข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเครื่องจักรเสีย ทำให้องค์กรสามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรในลักษณะการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นการนำข้อมูลจากเซ็นเซอร์มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ทำให้ทราบถึงโอกาสที่จะเกิดอะไหล่เสียหรือชำรุดได้ ช่างสามารถเข้าไปเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ก่อนที่เครื่องจักรจะหยุดผลิต ซึ่งวิธีนี้ถือว่ามีประสิทธิภาพกว่าการซ่อมบำรุงตามเวลา เพราะการซ่อมบำรุงตามเวลานั้น เป็นการคาดการณ์การสึกหรอของอุปกรณ์จาก Spec มาตรฐานหรือคู่มือ แต่ในการใช้งานจริง อุปกรณ์แต่ละชิ้นจะมีการสึกหรอไม่เหมือนกัน ดังนั้นอุปกรณ์จะถูกเปลี่ยนทันทีเมื่อถึงระยะเวลาที่กำหนด แม้ว่าจะยังสามารถใช้งานได้ก็ตาม ซึ่งต่างกับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ เพราะจะเป็นการเปลี่ยนอุปกรณ์เมื่อเซ็นเซอร์สามารถจับได้ถึงความไม่ปกติเท่านั้น จึงเป็นวิธีการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า
- มีความสามารถในการลดของเสียในกระบวนการผลิตจากการวิเคราะหขอมูลขนาดใหญ่ : การนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่มาใช้ในการผลิตเพื่อการลดของเสียนั้น มักจะเป็นการใช้เซ็นเซอร์ร่วมกับระบบผลิตแบบดิจิทัล ทำให้สามารถตรวจสอบวัตถุดิบและงานระหว่างทำได้ในทุกขั้นตอน สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดจากข้อมูลที่เก็บไว้ได้ ซึ่งจะทำให้สามารถป้องกันไม่ให้เกิดของเสียขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น บริษัทผู้ผลิต Semiconductor สามารถลดปริมาณของเสียได้ โดยนำข้อมูลในกระบวนการทดสอบและกระบวนการผลิตมาพัฒนาเป็นโมเดล ที่สามารถพยากรณ์ของเสียที่จะเกิดขึ้นจาก

วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติด้อยบางอย่าง ทำให้สามารถแยกวัตถุดิบที่มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดของเสียออกจากกระบวนการผลิตก่อนที่จะนำไปใช้ในการผลิต

- มีความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิตสูงขึ้นระหว่างผู้ผลิตและซัพพลายเออร์ (Supplier) : ในอุตสาหกรรม 4.0 ความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตและซัพพลายเออร์ (Supplier) จะมีความยืดหยุ่นมากขึ้น เนื่องจากสามารถทำได้บนเครือข่ายดิจิทัลผ่านเทคโนโลยีคลาวด์ ทำให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการจัดหาและร่วมมือกันพัฒนาผลิตภัณฑ์กับซัพพลายเออร์ (Supplier) ผู้ออกแบบที่อยู่คนละซีกโลกสามารถร่วมมือกันในการออกแบบสินค้าผ่าน CAD ตัวอย่างเช่น Dassault Systems และ BoostAeroSpace ได้ออกแพลตฟอร์มร่วมกันให้กับอุตสาหกรรมการบินในยุโรปชื่อ AirDesign ซึ่งเป็นการออกแบบและผลิตร่วมกันและสามารถให้บริการบนคลาวด์ ระบบนี้จะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์ระหว่างกิจการได้ นอกจากนี้ ในด้านการจัดหาวัตถุดิบ ผู้ผลิตสามารถใช้วัตถุดิบจากผู้จำหน่ายวัตถุดิบจากประเทศต่างๆ ได้ทั่วโลก นอกจากในแง่ของซัพพลายเออร์ (Supplier) ด้านวัตถุดิบแล้ว ด้านทักษะแรงงานก็เช่นเดียวกัน ผู้ผลิตยังสามารถติดต่อกับแรงงานทักษะสูง หรือหาผู้เชี่ยวชาญผ่านทางเครือข่ายได้ทันทีผ่านระบบคลาวด์ ดังนั้น จะเห็นว่าการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ก็จะส่งผลไปให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีของซัพพลายเออร์ (Supplier) ด้วยเช่นกัน

6.2.3 ผลกระทบของการประยุกต์ใช้อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0)

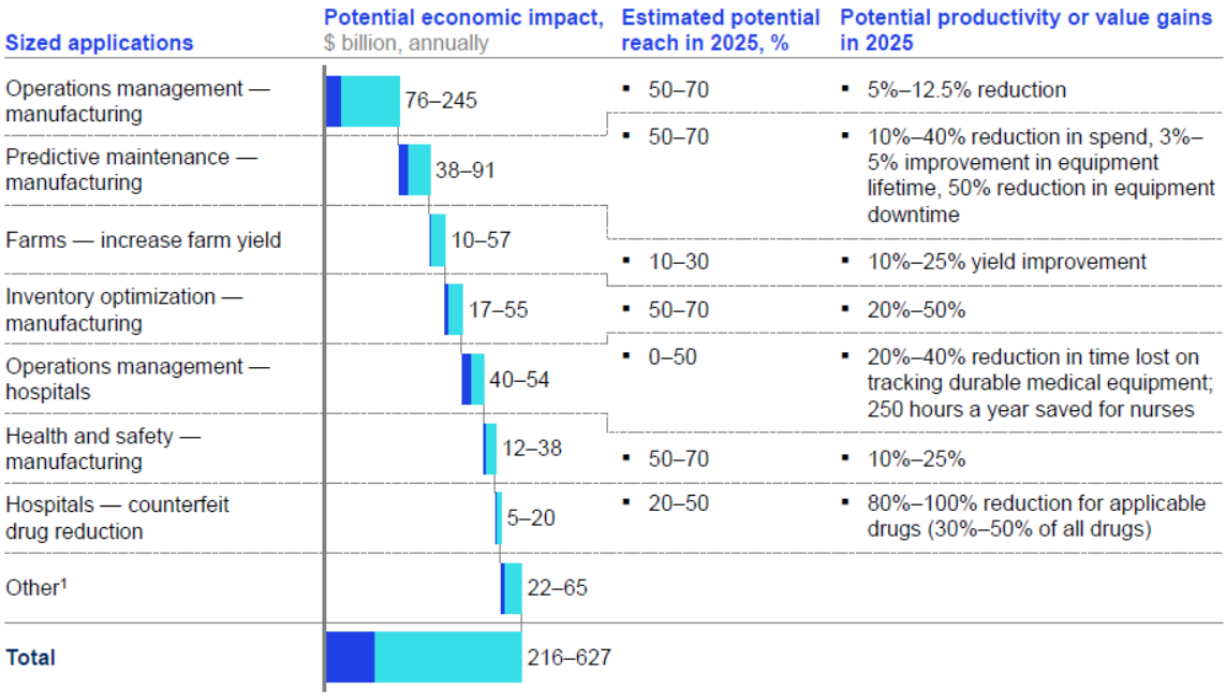
ในปี ค.ศ. 2016 Boston Consulting Group (BCG) ได้ทำการศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสถานะของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ของบริษัทองค์กรผู้ผลิตที่มีฐานการผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา และความท้าทายที่องค์กรต้องเผชิญ โดยทำการสำรวจผู้บริหารระดับสูงจำนวน 380 องค์กรทั่วประเทศ ที่เป็นตัวแทนขององค์กรที่มีขนาดกิจการที่หลากหลายในอุตสาหกรรมต่างๆ พบว่า ในบรรดาผู้บริหารที่ตอบแบบสอบถาม จำนวนร้อยละ 89 เชื่อมั่นว่าองค์กรต่างๆ จะได้รับประโยชน์จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในองค์กร จากผลการสำรวจ มีผู้บริหารเกือบครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 47) ที่เห็นว่าประโยชน์อันดับแรกเป็นเรื่องการลดต้นทุน รองลงมา ผู้บริหารร้อยละ 43 เห็นว่าเป็นเรื่องการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 42 เห็นว่าเป็นเรื่องความคล่องตัวในการดำเนินงาน นอกจากนี้ผู้บริหารยังเห็นว่าประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นไม่เพียงจำกัดอยู่แต่ในองค์กรของตนเองเท่านั้น ยังสามารถส่งผ่านไปยังห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในเรื่องนี้ มีผู้บริหารเห็นด้วยในเรื่องช่วยลดต้นทุนด้านห่วงโซ่อุปทาน (ร้อยละ 37) ช่วยเพิ่มนวัตกรรมในสินค้าและบริการ (ร้อยละ 33) หรือทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเข้าสู่ตลาดได้อย่างรวดเร็ว (ร้อยละ 31) (รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 11) นอกจากนี้ ผลการสำรวจของ BCG ยังพบวา ในอนาคตการเติบโตของเทคโนโลยีด้านการวิเคราะหข้อมูลขนาดใหญ จะทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑและบริการใหมๆ หรือระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง ตั้งแตการวางแผนการผลิต ระบบการขนสง รวมถึงการซอมบำรุงรักษาอยางมีประสิทธิภาพ จากความเห็นของผูบริหารสวนใหญคาดวา สาเหตุที่ทำให้รายได้เพิ่มสูงขึ้นเกิดจากผลิตภัณฑสามารถแลกเปลี่ยนขอมูลดิจิทัลไดเพิ่มขึ้น รองลงมาเห็นวาสามารถขยายผลิตภัณฑใหมที่เปนผลิตภัณฑดิจิทัล และสามารถใหบริการเสริมดวยบริการดิจิทัล นอกจากนี้ยังมีกิจการประมาณ 1 ใน 3 ที่วางแผนวาสามารถขยายการใหบริการเกี่ยวกับการวิเคราะหขอมูลขนาดใหญใหกับลูกค้าไดอีกด้วยในอนาคต



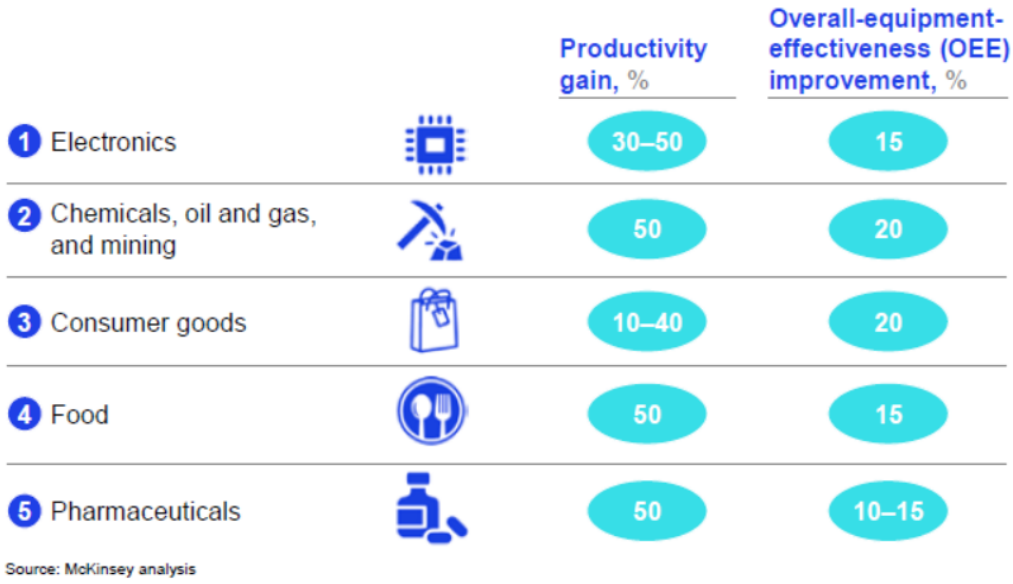
ภาพที่ 11 ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0

ในปี ค.ศ. 2018 McKinsey ได้ทำการศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสถานะของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ของผู้ประกอบการในแถบอาเซียน โดยทำการสำรวจผู้บริหารระดับสูงกว่า 200 องค์กร ทั่วทั้ง 10 ประเทศที่รวมตัวกันเป็นสมาคมของประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Association of Southeast Asian Nations: ASEAN) ซึ่งเป็นตัวแทนของขนาดของกิจการที่หลากหลายในอุตสาหกรรมต่างๆ พบว่า ในบรรดาผู้บริหารที่ตอบแบบสำรวจจำนวนร้อยละ 96 เชื่อมั่นว่าอุตสาหกรรม 4.0 จะก่อให้เกิดรูปแบบธุรกิจใหม่ๆ สำหรับอุตสาหกรรมของพวกเขา และประมาณร้อยละ 90 เชื่อมั่นว่า ประโยชน์ที่รองลงมาคือประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น โดยประเทศที่ผู้บริหารมีมุมมองที่ดีมากต่ออุตสาหกรรม 4.0 เกี่ยวกับการสร้างโอกาสที่ดีในธุรกิจ ได้แก่ อินโดนีเซีย ไทย และเวียดนาม และยังมีการคาดการณ์ว่าอุตสาหกรรม 4.0 จะผลักดันให้เกิดการเพิ่มผลิตผล เทียบเท่ากับที่เกิดจากการเปิดตัวเครื่องจักรไอน้ำในการปฏิวัติอุตสาหกรรมในปี ค.ศ. 1784 โดยคาดว่าภายในปี ค.ศ. 2025 อุตสาหกรรม 4.0 จะผลักดันให้เกิดการเพิ่มผลิตผล ทั่วโลก มูลค่าระหว่าง 1.2 ล้านล้านถึง 3.7 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ จากมูลค่านี้มีผู้ประกอบการจากประเทศที่เป็นสมาชิกของสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ASEAN) มีส่วนประกอบการผลิตที่สำคัญ โดยมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตมูลค่า 216 พันล้านดอลลาร์ถึง 627 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 12) นอกจากนี้ จากรายงานของ McKinsey ยังพบว่า เมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของอุตสาหกรรมการผลิตที่ใหญ่ที่สุด 5 อุตสาหกรรมในภูมิภาคอาเซียน การนำเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 สามารถทำให้อุตสาหกรรมเหล่านี้เพิ่มผลผลิต ได้สูงขึ้นร้อยละ 10-50 โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมยาและเภสัชกรรม สามารถเพิ่มผลผลิต ได้สูงถึงร้อยละ 50

และส่งผลให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์โดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE) สูงขึ้นร้อยละ 10- 20 (รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 มูลค่าการเพิ่มผลิตผล จากทั่วโลกภายในปี ค.ศ. 2025 จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0

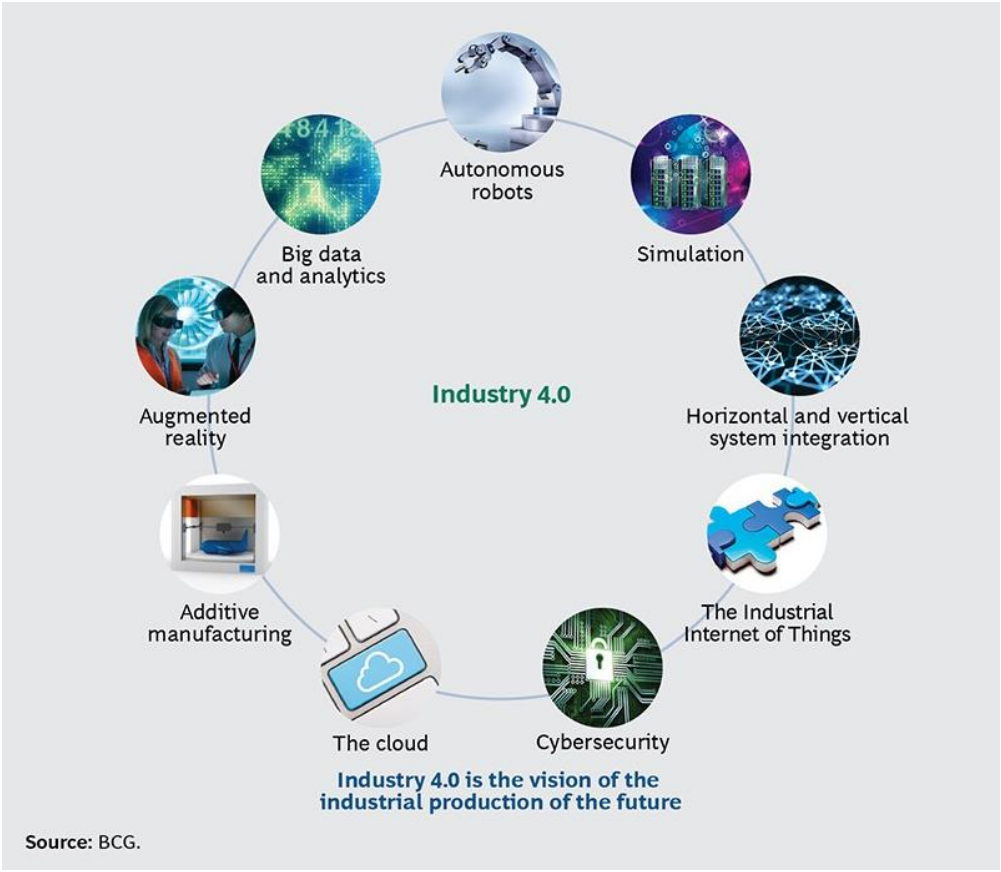


ภาพที่ 13 ศักยภาพของอุตสาหกรรมการผลิตที่ใหญ่ที่สุด 5 อุตสาหกรรมในภูมิภาคอาเซียน

นอกจากภาคอุตสาหกรรมแล้ว ประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ไปใช้ยังก่อให้เกิดคุณค่าต่อภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นภาคบริการและภาคสังคม ตัวอย่างเช่นการบริการทางด้าน Logistics ที่มีชื่อเรียกว่า Smart Logistics ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ให้เกิดนวัตกรรมการให้บริการขนส่ง เช่น Amazon ให้บริการ PrimeNow, Smart Transportation ของสิงคโปร์ ที่อาศัยอุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบกล้อง ป้ายจราจร สัญญาณไฟ ในการบริหารจัดการจราจรของทั้งประเทศผ่านศูนย์ควบคุม, Smart Buildings ซึ่งเป็นการออกแบบอาคารให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและนำกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ในการวัดแสง ก๊าซ ความร้อนต่างๆ หรือ Smart Cities ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามาอำนวยความสะดวกให้ประชาชนทั้งในด้านการขนส่ง การใช้พลังงาน ทำให้มีความน่าอยู่และสะดวกสบาย เป็นต้น

6.2.4 เทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0)

ในปี ค.ศ. 2015 Boston Consulting Group ได้ระบุในรายงานว่าอุตสาหกรรม 4.0 มีองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญ (Industry 4.0 Components) ที่ถือเป็นเครื่องมือในการช่วยยกระดับองค์กร และเป็นแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีพื้นฐานสำคัญ 9 เทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 4.0 (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 เทคโนโลยีพื้นฐานสำคัญในอุตสาหกรรม 4.0

1) *กระบวนการสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณมาก (Big Data and Advanced Analytics)* ระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรม 4.0 จะมีข้อมูลปริมาณมหาศาล (Big Data) เกิดขึ้น เช่น ข้อมูลสถานภาพของเครื่องจักรจากเซ็นเซอร์จำนวนมาก ข้อมูลการแปลงวัตถุต่างๆ เป็น “สำเนาดิจิทัล” แบบเวลาจริง ข้อมูลติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร (M2M Communication) ตลอดจนข้อมูลความต้องการของลูกค้า เป็นต้น ข้อมูลปริมาณมหาศาลเหล่านี้ต้องนำมาวิเคราะห์เพื่อให้มีความหมายในเชิงปฏิบัติ นั่นคือนำไปใช้ในการตัดสินใจได้ ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล สามารถวิเคราะห์การทำงานและวางแผนระบบการทำงานในปัจจุบันและอนาคตได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

2) *ระบบหุ่นยนต์ (Autonomous Robots)* หุ่นยนต์อัตโนมัติที่สามารถเรียนรู้การทำงานของมนุษย์และทำงานร่วมกับมนุษย์ ช่วยให้สามารถทำงานได้ปริมาณมากขึ้น ประหยัดเวลา และลดความผิดพลาดของการทำงานได้มากขึ้น โดยหุ่นยนต์เหล่านี้สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอนโดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ โดยเฉพาะในการผลิตที่มีความเสี่ยงหรือมีความละเอียดมากจนมนุษย์อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

3) *การประเมินสถานการณ์จำลอง (Simulation)* เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) เช่น การจำลองการออกแบบและการกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อดำเนินการทดลองให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ไขในสถานการณ์จริง เพื่อช่วยป้องกันและประเมินความผิดพลาด ลดโอกาสในการสูญเสียและบริหารจัดการความไม่แน่นอนล่วงหน้า เพื่อทดสอบและนำไปวางแผนปรับเปลี่ยนการตั้งค่าของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

4) *การเชื่อมโยงกระบวนการทางธุรกิจทั้งภายในและภายนอก (Horizontal and Vertical System Integration)* การเชื่อมโยงกระบวนการทางธุรกิจทั้งภายในและภายนอก ด้วยการปรับเปลี่ยนแนวคิดและแนวทางของธุรกิจโดยเน้นการสร้างคุณค่าและประโยชน์ของลูกค้าเป็นสำคัญ หรือเรียกอีกอย่างว่า *การบูรณการระบบ (System Integration)* เป็นระบบบริหารจัดการที่แต่ละระบบจะมีการบูรณาการทุกทิศทาง ทั้งระบบเครือข่ายซอฟต์แวร์ และระบบเครือข่ายฮาร์ดแวร์ ทำงานประสานเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะเกื้อหนุนและสนับสนุนซึ่งกันและกันแบบเป็นองค์รวม

5) *การทำงานร่วมกันของเครื่องจักร ผ่านระบบรวมศูนย์กลางการควบคุมไว้ที่เดียวกัน (Industrial Internet of Thing)* เป็นการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและมีการนำระบบอินเทอร์เน็ตมาเชื่อมต่อกระบวนการทำงานภายในให้สามารถแสดงผลข้อมูลเป็นปัจจุบัน (Real Time) ระบบการบริหารจัดการแต่ละระบบจะเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล สามารถโต้ตอบกับผู้ปฏิบัติงาน ผู้ผลิต และลูกค้าได้ตลอดเวลา

6) *ความมั่นคงและปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity)* คือเทคโนโลยี กระบวนการและวิธีปฏิบัติที่ถูกออกแบบมาเพื่อปกป้องเครือข่าย อุปกรณ์ โปรแกรมและข้อมูลจากการโจมตี ความเสียหายหรือการเข้าถึงจากบุคคลที่สามโดยไม่ได้รับอนุญาต เมื่อมีการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับระบบอิเล็คทรอนิกส์ จึงจำเป็นต้องมีระบบความปลอดภัยสำหรับระบบการผลิตและสายการผลิต ให้มีความปลอดภัยและการสื่อสารที่น่าเชื่อถือ การพัฒนาระบบความปลอดภัยในโลกไซเบอร์จะถูกออกแบบขึ้นมาป้องกันการเข้าถึงข้อมูลสำคัญ (Cyber Security) เป็นการป้องกันอันตรายในโลกออนไลน์ ที่มีผลกระทบต่อตัวผู้ใช้งานและทรัพย์สิน

(ข้อมูล) ซึ่งในปัจจุบันมีผู้ใช้งานออนไลน์ทั่วโลกเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีระบบความปลอดภัยของข้อมูลที่มีความสำคัญต่อขีดความสามารถในการแข่งขัน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยบนโลกไซเบอร์ที่มีประสิทธิภาพ องค์กรจำเป็นต้องมี Cyber Security เพราะมันเป็นสิ่งที่ครอบคลุมสิ่งต่อไปนี้

- Network security: เป็นกระบวนการปกป้องเครือข่าย หรือเน็ตเวิร์คจากผู้ใช้ที่ต้องการการโจมตีและการบุกรุก
- Application security: แอปพลิเคชั่นต้องการการอัพเดทและการทดสอบอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมเหล่านี้ปลอดภัยจากการโจมตีของบุคคลที่สาม
- Data security: สิ่งที่อยู่ภายในเครือข่ายและแอปพลิเคชันคือข้อมูล การปกป้องข้อมูล บริษัท และลูกค้าเป็นความปลอดภัยอีกขั้นหนึ่ง
- Cloud security: ในปัจจุบันไฟล์จำนวนมากอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบดิจิทัลหรือ “คลาวด์” การปกป้องข้อมูลในสภาพแวดล้อมที่เป็นออนไลน์ถือเป็นความท้าทายอย่างหนึ่งที่องค์กรควรให้ความสำคัญ

7) *ระบบบริการที่ครอบคลุมถึงการให้ใช้กำลังประมวลผล หน่วยจัดเก็บข้อมูล และระบบออนไลน์ต่างๆ จากผู้ให้บริการ (Cloud Computing)* เพื่อลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ดูแลระบบ ช่วยประหยัดเวลา และลดต้นทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเอง โดยระบบ Cloud จะเป็นการทำงานร่วมกันของเซิร์ฟเวอร์จำนวนมาก ซึ่งระบบจะแบ่งชั้นการประมวลผล หากมีเซิร์ฟเวอร์ใดเสียหายจะสวิทช์การทำงานไปยังเซิร์ฟเวอร์ตัวอื่นแทนโดยอัตโนมัติในทันที ทำให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ไม่ติดขัด นอกจากนี้ ระบบสามารถจัดสรร CPU และ Memory ให้ตามจำนวนการใช้งาน และแยกทรัพยากรกับผู้อื่นอย่างชัดเจน พร้อม Firewall ป้องกันระบบจากผู้ใช้อื่น กล่าวโดยสรุปคือ เทคโนโลยี Cloud Computing เป็นการเชื่อมต่อคลังข้อมูลที่ผู้เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงได้ผ่านการการแชร์ในระบบ Cloud ที่สามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา ช่วยให้รับรู้ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรกลที่อัปเดทอยู่เสมอ

8) *การผลิตแบบเพิ่มเนื้อวัสดุ (Additive Manufacturing, AM)* เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานหรือวัตถุ 3 มิติจากไฟล์ที่ออกแบบไว้ ทำให้เห็นและจับต้องวัตถุนั้นได้ โดยมีลักษณะคล้ายต้นแบบ (Prototype) หรือชิ้นส่วนที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง เป็นการผลิตแบบเพิ่มเนื้อวัสดุเข้าไปทีละชั้นหรือทีละส่วน เพื่อรวมเป็นรูปทรงของชิ้นงานสุดท้าย จะช่วยให้เห็นจุดบกพร่องที่ต้องปรับแก้ก่อนการผลิตจริง ในบางกรณีวัตถุที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งต่างจากการผลิตแบบดั้งเดิมที่เป็นการลดเนื้อวัสดุด้วยวิธีต่างๆ เช่น การกัด การตัด การเจาะ และการกลึง เป็นต้น ข้อดีที่เห็นได้ชัดเจนของการผลิตแบบเพิ่มเนื้อวัสดุ คือ มีสัดส่วนของวัสดุที่ถูกทิ้งน้อยมาก และสามารถใช้ในการสร้างชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนที่ไม่อาจใช้วิธีการดั้งเดิมได้ อีกทั้งไม่ต้องการแม่พิมพ์จึงลดต้นทุนในการทำแม่พิมพ์ การผลิตจะมีความทันสมัย รวดเร็วและสามารถตอบสนองความต้องการลูกค้าเฉพาะรายได้ในปริมาณมาก

9) *เทคโนโลยีผสานเอาโลกแห่งความจริงเข้ากับโลกเสมือน (Augmented Reality: AR)* เป็นเทคโนโลยีการผสานเอาโลกแห่งความจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยการส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เพื่อการรายงานผลหรือการทำงานควบคู่กับสถานการณ์จริงแบบ Real Time ด้วยการใช้งานควบคู่กับระบบ Automation ที่มีเซนเซอร์ตรวจจับและควบคุมการทำงาน แสดงผลเป็นภาพ 3 มิติ ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เห็นข้อมูลเชิงลึกและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตลอดเวลา สร้างความแม่นยำในการบริหารจัดการหรือแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่าง การใช้งาน AR สำหรับกระบวนการผลิต ได้แก่

- การตรวจสอบวิตถุดิบหรือสินค้า
- การรายงานสถานะเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ สร้างความสะดวกสบายในการสั่งงานและวางแผนซ่อมบำรุง
- การนำทางภายในโรงงาน รายงานแสดงผลพื้นที่และทิศทางการเดินภายในโรงงาน
- การรายงานข้อมูลต่างๆ ได้แก จำนวนแรงงาน สินค้าคงคลัง เป็นต้น
- การจำลองสายการผลิตเพื่อวางแผนและประเมินการทำงานล่วงหน้า
- การฝึกฝนแรงงานสำหรับการใช้งานหรือการซ่อมบำรุง
- การสนับสนุนเทคนิคการทำงานหรือการซ่อมบำรุงแบบ Real Time

6.3 โมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0

จากประโยชน์ข้างต้นที่กล่าวไปแล้วของอุตสาหกรรม 4.0 ไม่ว่ากับผู้ประกอบการหรือกลุ่มห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ก็น่าจะทำให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมต่างๆ ไปในทิศทางไปสู่การใช้เทคโนโลยีตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 อนาคตอย่างแน่นอน ผู้ประกอบการจึงต้องมีการปรับตัว เพื่อเตรียมพร้อมรับมือให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้น เนื่องจากในไม่ช้าประเทศต่างๆ ก็ต้องปรับตัวไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 เมื่อผู้ผลิตรายใหญ่มีการเปลี่ยนแปลง ก็ย่อมจะส่งผลกระทบต่อซัพพลายเออร์ (Supplier) รายย่อยที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงตามอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สิ่งที่องค์กรจะต้องระลึกไว้เสมอคือการปรับเปลี่ยนเพื่อใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับความสามารถขององค์กร ซึ่งต้องสอดคล้องกับความรู้และความสามารถของแรงงานที่มีอยู่ ซึ่งหากยังไม่มีความรู้ทักษะเพียงพอก็ต้องมีการเตรียมพร้อม อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าผู้ประกอบการทั่วโลกจะเห็นว่า นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 ก่อให้เกิดคุณประโยชน์มหาศาลแก่องค์กร สังคมและเศรษฐกิจ แต่องค์กรต่างๆ ก็ยังไม่ได้มีการเตรียมตัวรับกับการเปลี่ยนแปลงมากนัก จากรายงานของ Deloitte ได้ทำการสำรวจผู้บริหารจากองค์กรทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน จำนวน 1,600 องค์กร ใน 19 ประเทศทั่วโลก ในปี ค.ศ. 2018 พบว่ามีผู้บริหารแค่เพียงร้อยละ 14 เท่านั้น ที่มีการเตรียมพร้อมองค์กรเพื่อเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 มีเพียง 1 ใน 4 ของผู้บริหาร ที่มีความมั่นใจว่าองค์กรของตนมีพนักงานที่มีศักยภาพเพียงพอทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพหรือมีทักษะขั้นสูงที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอนาคต

การเตรียมความพร้อมในการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 หรือโรงงานอัจฉริยะ เป็นสิ่งที่จำเป็นและมีหลายประเด็นที่ผู้บริหารต้องคำนึงถึงและต้องพิจารณา โดยสิ่งสำคัญที่ต้องวางแผนคือ วิธีการหรือขั้นตอนที่จะทำให้เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ เนื่องจากการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 มีหลายอย่างที่ต้องดำเนินการ ทั้งการวางนโยบาย การเตรียมความพร้อมของทักษะบุคลากรในการรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ การประยุกต์ใช้และปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในองค์กร และการเตรียมความพร้อมทางด้านเงินทุน ทำให้ผู้บริหารต้องวางแผนในการจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินงานให้รอบคร อบและรัดกุม โดยข้อมูลในลำดับแรกๆ ที่ผู้บริหารจำเป็นต้องทราบคือ ข้อมูลสถานะปัจจุบันขององค์กร ซึ่งปัจจุบันมีกระบวนการในการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันขององค์กร ด้วยเครื่องมือการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ต่างๆ มากมาย จากทางต่างประเทศหรือภายในประเทศเอง
ทีมนักวิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) พบว่า หลายประเทศมีการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ออกมา

อย่างต่อเนื่อง องค์กรชั้นนำในต่างประเทศ ทั้งในภาคการศึกษาและในภาคอุตสาหกรรม ต่างก็ศึกษาและพัฒนาโมเดลแบบประเมินฯ และตั้งชื่อเรียกโมเดลแบบประเมินฯ นั้นๆ แตกต่างกันไป เช่น Industry 4.0 Maturity Model, Industry 4.0 Barometer, Benchmarking Readiness I4.0 และ Industry 4.0 Readiness Model เป็นต้น ซึ่งในแต่ละโมเดลแบบประเมินฯ ต่างก็ให้ความสำคัญในแต่ละด้านแตกต่างกันไป โดยแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมโมเดลแรกที่ถูกเผยแพร่ออกมา เรียกว่า “Industry 4.0 Readiness Model for Manufacturing” ซึ่งถูกเผยแพร่ออกมาเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2006 แต่เนื่องจากในขณะนั้นทั่วโลกยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับกระแสของการปฏิวัติอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 มากนัก ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานถึง 7 ปีหลังจากนั้น จึงจะมีการเผยแพร่โมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ออกมาอีกครั้งในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งเป็นช่วงที่ทั่วโลกให้ความสนใจกับกระแสการปฏิวัติอุตสาหกรรมเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยจะเห็นได้จากหลายประเทศทั่วโลกได้นำแนวคิดอุตสาหกรรม 4.0 เข้าไปประยุกต์และพัฒนาเป็นนโยบายในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศตนเอง อาทิ ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศไต้หวัน และประเทศสิงคโปร์ เป็นต้น ซึ่งหลังจากปี ค.ศ. 2013 เป็นต้นมาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ก็ถูกพัฒนาและเผยแพร่ออกมาอย่างต่อเนื่องจากหลากหลายองค์กรทั่วโลก มากถึง 30 โมเดล โดยโมเดลแบบประเมินฯ ส่วนใหญ่จะถูกพัฒนาขึ้นมาจากองค์กรในสถานการศึกษา (รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 15)

No.	Model Name	Year	Academia/Industry	Academic Reference/Industry Developer
1	Industry 4.0 Readiness Evaluation for Manufacturing Enterprises	2018	Academia	[20]
2	Industry 4.0 Maturity Model	2018	Academia	[32]
3	Future Readiness Level (FRL)/Industry 4.0 Future Readiness	2018	Academia	[11]
4	E-Business Industry 4.0 Readiness Model	2018	Academia	[33]
5	Benchmarking Readiness I4.0	2018	Industry	Fraunhofer Institute for Systems and Innovation
6	SMEs Maturity Model Assessment of IR4.0 Digital Transformation	2018	Academia	[34]
7	Readiness for Industry 4.0	2018	Academia	[35]
8	SSCM Assessment for Industry 4.0	2018	Academia	[36]
9	Industry 4.0 Business Model Innovations Tool	2018	Academia	[37]
10	Industry 4.0 Maturity Model	2018	Industry	PricewaterhouseCoopers
11	Manufacturing Companies Industry 4.0 Adoption Model	2018	Academia	[38]
12	BMS Smart Industry Research Roadmap (Behavioral, Management, Social Sciences)- SIRM	2018	Academia	University of Twente
13	ACATECH Industrie 4.0 Maturity Index	2017	Industry	Acatech Academy
14	Enterprise 4.0 Assessment	2017	Academia	[39]
15	Industry 4.0 Maturity Model- SPICE (Software Process Improvement and Capability dEtermination)	2017	Academia	[19]
16	Industry 4.0 Readiness Model for Tool Management	2017	Academia	[8]
17	Three Stages Maturity Model in SME's towards Industry 4.0	2016	Academia	[15]
18	Design Business Modelling for Industry 4.0	2016	Academia	[40]
19	SIMMI 4.0–System Integration Maturity Model Industry 4.0	2016	Academia	[41]
20	Industry 4.0 Introduction Strategy	2016	Industry	Merz Consulting
21	Roadmap Industry 4.0	2016	Academia	[42]
22	Assessment Model for Organizational Adoption of Industry 4.0 Based on Multi-criteria Decision Techniques	2016	Academia	University of Warwick
23	Industry 4.0 Maturity Model	2016	Academia	[16]
24	Reference Architecture Model for the Industry 4.0 (RAMI4.0)	2015	Academia	[43]
25	Industry 4.0 Hindering Factors Model	2015	Industry	PricewaterhouseCoopers
26	IMPULS—Industrie 4.0 Readiness	2015	Industry	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)
27	Industry 4.0 Barometer	2014	Industry	MHP Porsche Company
28	Roland Berger Industry 4.0 Readiness Index	2014	Industry	Ronald Berger Consulting
29	Fraunhofer Industrie 4.0 Layer Model	2013	Industry	PricewaterhouseCoopers
30	Industry 4.0 Readiness Model for Manufacturing	2006	Academia	[44]

ภาพที่ 15 ลิสต์แบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ถูกเผยแพร่ออกมา ในช่วงปี ค.ศ. 2006–2020

จากการศึกษาพบว่า โมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่ถูกพัฒนาออกมา มี 2 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1: โมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับผู้ตรวจประเมินที่ได้รับการรับรอง (Certified Assessor) ใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit)
รูปแบบที่ 2: โมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้สำหรับประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0
ทีมนักวิจัยได้ศึกษาและคัดเลือกโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีการอ้างอิงถึงและนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย จำนวน 5 โมเดล ประกอบด้วย

1) Industry 4.0 Readiness ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2015 โดยสมาคมอุตสาหกรรมวิศวกรรมเครื่องกล (Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau: VDMA) ประเทศเยอรมนี

2) Industrie 4.0 CheckUp ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2015 โดย Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation (IFF) ประเทศเยอรมนี

3) The Industry 4.0 / Digital Operation Self-Assessment Model ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2016 โดย Price Waterhouse Coopers (PWC) ประเทศอังกฤษ

4) Smart Industry Readiness Index (SIRI) ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2017 โดย Singapore Economic Development Board (EDB) ประเทศสิงคโปร์

5) Self-assessment 4.0 ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2018 โดยสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

6.3.1 Industry 4.0 Readiness ของสมาคมอุตสาหกรรมวิศวกรรมเครื่องกล (Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau: VDMA) ประเทศเยอรมนี

เยอรมนีเป็นผู้ริเริ่มแนวคิดอุตสาหกรรม 4.0 เมื่อปี ค.ศ. 2011 และรัฐบาลเยอรมนีกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์ประเทศ High-Tech Strategy 2020 โดยผ่านกระทรวงศึกษาธิการและการวิจัย (Ministry of Education and Research : BMBF) และกระทรวงเศรษฐกิจและพลังงาน (Ministry for Economic Affairs and Energy : BMWI) มีจุดมุ่งหมายเพื่อขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมการผลิตแบบดิจิทัลให้มีความก้าวหน้า โดยการเพิ่มระบบดิจิทัลและการเชื่อมต่อกันระหว่างผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตตลอดห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) เนื่องจากเยอรมนีเป็นต้นแบบการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 จึงมีโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ถูกพัฒนาออกมามากมายจากหลากหลายองค์กรชั้นนำในประเทศ ทั้งภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงโมเดลแบบประเมินฯ ที่มีชื่อเรียกว่า **“Industry 4.0 Readiness”** ที่ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2015 โดยสมาคมอุตสาหกรรมวิศวกรรมเครื่องกล (Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau: VDMA) ของประเทศเยอรมนี ซึ่งเป็นสมาคมอุตสาหกรรมเครื่องกลที่เก่าแก่และมีขนาดใหญ่ที่สุดในทวีปยุโรป โดยร่วมมือกับสถาบันวิจัยชั้นนำในเยอรมนีอีก 2 แห่ง คือ Cologne Institute for Economic Research และ Institute for Industrial Management พัฒนา Industries 4.0 Readiness ขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ความต้องการและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 แก่องค์กรต่างๆ ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งโมเดลแบบประเมิน Industry 4.0 Readiness ที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ ต่อมาได้ถูกนำไปใช้และอ้างถึงอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

โมเดลแบบประเมิน Industry 4.0 Readiness ของ VDMA เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยจะประเมินความพร้อมของธุรกิจตนเองและใช้ไปเปรียบเทียบกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน โดยโมเดลแบบประเมินฯ จะแบ่งออกเป็น 6 มิติ 18 มิติย่อย การประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness จะแยกแยะระดับความพร้อมตามเกณฑ์การประเมินทั้ง 6 มิติ ของโรงงานที่ตอบแบบสำรวจ ออกเป็น 6 ระดับ (ระดับ 0 ถึงระดับ 5) ได้แก่ ระดับ 0 (Outsider) ระดับ 1 (Beginner) รวมทั้งสองระดับ เรียกว่าอยู่ในขั้น “ผู้เริ่มต้น (Newcomers)” ระดับ 2 (Intermediate) เรียกว่าอยู่ในขั้น “ผู้เรียนรู้และทดลอง (Learners)” ระดับ 3 (Experienced) ระดับ 4 (Expert) และระดับ 5 (Top performer) ทั้ง 3 ระดับบนรวมเรียกว่าอยู่ในขั้น “ผู้นำ (Leaders)” (ภาพที่ 18) โดยโมเดลแบบประเมิน Industry 4.0 Readiness ทั้ง 6 มิติ จะมุ่งเน้นการประเมินที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- **มิติที่ 1 Strategy and organization** : มุ่งเน้นการประเมินภาพรวมและกลยุทธ์ขององค์กรว่ามีแผนกลยุทธ์และการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลในการผลิต ทั้งในแง่กระบวนการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มากน้อยเพียงใด โดยลงลึกไปถึงโมเดลธุรกิจ เทคโนโลยีดิจิทัลที่มีการใช้งานระบบการประมวลผลข้อมูลเพื่อการชี้วัด และการสร้างนวัตกรรม

มิติ Strategy and organization มีมิติย่อยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) Strategy (2) Investments และ (3) Innovation management

- **มิติที่ 2 Smart factory** : มุ่งเน้นการประเมินโครงสร้างพื้นฐานของโรงงาน ไม่ใช่เพียงแค่การใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเท่านั้น หากแต่ระบบการผลิต ระบบการขนส่ง และกระบวนการในแต่ละขั้นตอนต้องมีความสามารถไม่ต่างจากคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานเชื่อมประสานกัน และยังสามารถเชื่อมโยงไปยังโรงงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

มิติ Smart factory มีมิติย่อยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ (4) Digital modelling (5) Equipment infrastructure (6) Data usage และ (7) IT systems

- **มิติที่ 3 Smart operations** : มุ่งเน้นการประเมินการดำเนินงานตลอดจนการบริหารงานในส่วนต่างๆ ผ่านช่องทางการสื่อสารแบบไร้สายและออนไลน์ สามารถสั่งการและควบคุมทั้งระยะใกล้ระยะไกล รวมศูนย์ หรือกระจายความรับผิดชอบ อีกทั้งมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศระหว่างแผนก/ฝ่ายต่างๆ โดยมีการรักษาความปลอดภัยเป็นอย่างดี

มิติ Smart operation มีมิติย่อยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ (8) Cloud usage (9) IT security (10) Autonomous processes และ (11) Information sharing

- **มิติที่ 4 Smart products** : มุ่งเน้นการประเมินวัตถุดิบและสินค้าระหว่างกระบวนการผลิตตลอดจนสินค้าสำเร็จรูป มีการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการระบุตัวตน สามารถสอบย้อนกลับไปจนถึงข้อมูลสภาพและเงื่อนไขในการผลิตได้ง่าย และวิเคราะห์ไปถึงข้อมูลต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ เป็นการเชื่อมโยงผู้บริโภคกับผู้ผลิต

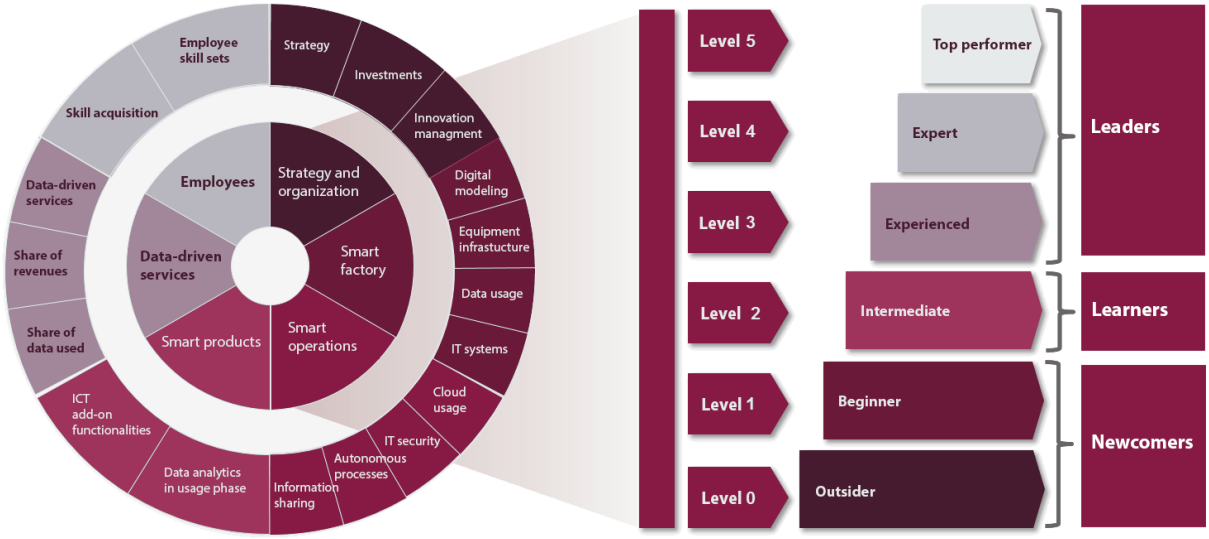
มิติ Smart products มีมิติย่อยแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ (12) Data analytics in usage phase และ (13) ICT add-on functionality

- **มิติที่ 5 Data-driven services** : มุ่งเน้นการประเมินการเชื่อมโยงและการใช้ข้อมูลเพื่อการตลาดการขายและการบริการหลังการขาย

มิติ Data-driven services มีมิติย่อยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (14) Share of data used (15) Share of revenues และ (16) Data-driven services

- **มิติที่ 6 Employees** : มุ่งเน้นการประเมินการพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมในการทำงานยุคอุตสาหกรรม 4.0 ทั้งทัศนคติ ความรู้ และทักษะความสามารถ ซึ่งจะต้องได้รับการยกระดับไปพร้อมกับระบบอื่นๆ

มิติ Employees แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ (17) Skill acquisition และ (18) Employee skill sets



ภาพที่ 16 โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness ของ VDMA ประเทศเยอรมนี

การประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness จะแยกแยะระดับความพร้อมตามเกณฑ์การประเมินทั้ง 6 มิติ ของโรงงานที่ตอบแบบสำรวจ ออกเป็น 6 ระดับ (ระดับ 0 ถึงระดับ 5) ประกอบด้วย

- **ระดับ 0 (Outsider)** : เป็นระดับบริษัทที่ยังไม่ได้เริ่มทำอะไรเลย ยังมีการวางแผนหรือการจัดทำกิจกรรมในด้านที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 น้อยมาก
- **ระดับ 1 (Beginner)** : เป็นระดับบริษัทที่เริ่มมีการตั้งเป้าและกำหนดแผนที่จะดำเนินงานในด้านนี้บ้างแล้ว มีการวางแผนหรือการจัดทำกิจกรรมในด้านที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 ในระยะเริ่มแรก
- **ระดับ 2 (Intermediate)** : เป็นระดับบริษัทที่มีการดำเนินงานในด้านนี้แล้ว มีการวางแผนหรือการจัดทำกิจกรรมในด้านที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 และเริ่มนำมาใช้ช่วยในงานจริง ซึ่งในระดับนี้จะยังต้องมีการศึกษาปรับปรุงละพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น
- **ระดับ 3 (Experienced)** : เป็นระดับบริษัทที่มีการดำเนินงานในด้านนี้แล้ว ประสบผลสำเร็จจากการเป็นอุตสาหกรรม 4.0 แต่อาจยังไม่ครบในทุกส่วน มีการวางแผนหรือการจัดทำกิจกรรมในด้านที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 (และเริ่มนำมาใช้ช่วยในงานจริง

- **ระดับ 4 (Expert)** : เป็นระดับบริษัทที่มีการดำเนินงานในด้านนี้แล้ว ประสบผลสำเร็จจากการเป็นอุตสาหกรรม 4.0 โดยเริ่มสามารถเป็นแบบอย่างให้นำมาใช้เป็นมาตรฐานได้
- **ระดับ 5 (Top Performer)** : เป็นองค์กรหรือบริษัทชั้นนำที่ได้ใช้กิจกรรมในอุตสาหกรรม 4.0 ครบถ้วนสมบูรณ์

การประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness จากการแบ่งระดับองค์กรในแต่ละระดับ จะใช้การแบ่งกลุ่มเพื่อการจัดการออกเป็น 3 กลุ่มคือ

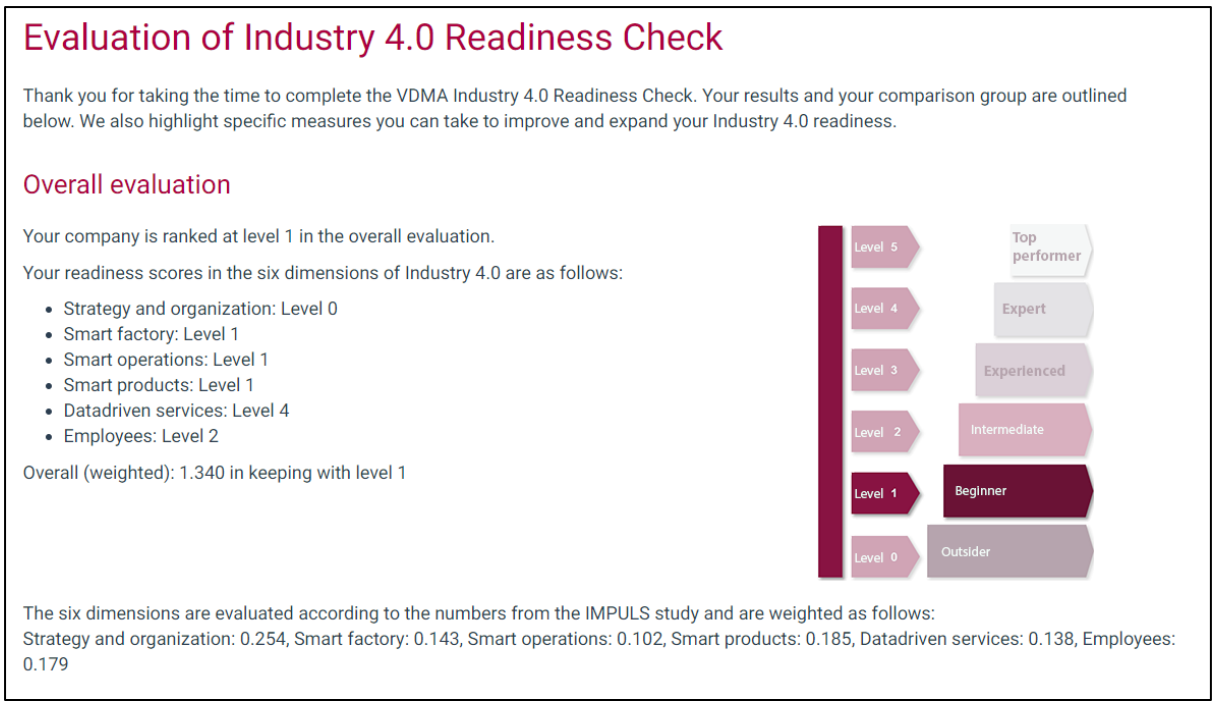
(1) **กลุ่ม Newcomers** ได้แก่ผู้ที่อยู่ในระดับ 0-1 โดยเป็นกลุ่มของผู้ที่พึ่งเริ่มเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ยังมีความสามารถในขั้นต่ำ ต้องวางแผนการกำหนดและหาวิธีที่จะทำให้สามารถยกระดับตัวเองให้สูงขึ้นต่อไป

(2) **กลุ่ม Learners** ได้แก่ผู้ที่อยู่ในระดับ 2 กลุ่มนี้จะถือว่ามีความรู้และเข้าใจเป้าหมายในการเป็นอุตสาหกรรม 4.0 แล้วแต่ยังต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจให้เพิ่มมากขึ้น ในการยกระดับตัวเอง

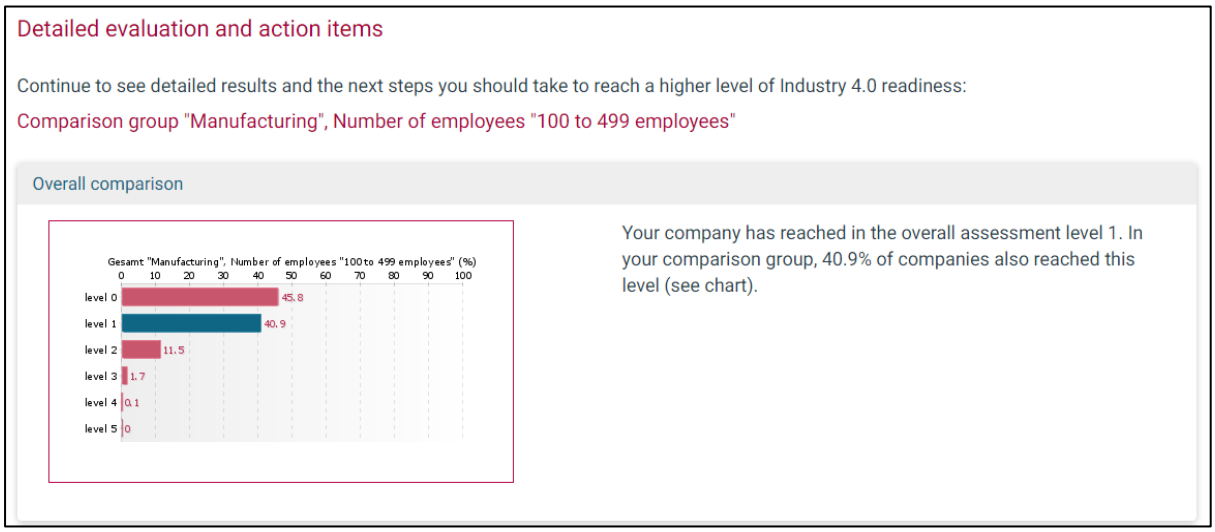
(3) **กลุ่ม Leader** ได้แก่ผู้ที่อยู่ในระดับ 3-5 กลุ่มนี้จะถือว่ามีการพัฒนายกระดับในหลายเรื่องในด้าน ICT ทำให้พร้อมที่จะเป็นผู้นำหรือแบบอย่างในระดับมาตรฐานได้ดี แต่อาจต้องปรับปรุงในบางส่วนให้สมบูรณ์จนได้เป็นระดับ 5 สูงสุด

การประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness เป็นการตรวจสอบความพร้อมสำหรับภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งจะช่วยให้บริษัทสามารถประเมินตัวเองเทียบกับดัชนีตัวชี้วัดบริษัทที่มีความสำเร็จในด้านอุตสาหกรรม 4.0 เทียบดูว่าบริษัทพร้อมเพียงใรในการที่จะก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 เมื่อเทียบกับมาตรฐานแล้วบริษัทอยู่ในระดับไหน ธุรกิจของบริษัทในตอนนี้อยู่ที่เท่าใดเมื่อเทียบกับบริษัทอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน เพื่อใช้ประกอบการวางแผนเพื่อปรับปรุงกิจการตนเองให้สามารถก้าวสู่อุตสาหกรรม 4.0 ได้ต่อไป ภาพที่ 17 – 20 แสดงตัวอย่างบางส่วนของการแสดงผลการตรวจสอบความพร้อมสำหรับองค์กรหนึ่งในภาคอุตสาหกรรม ที่ต้องการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 จากการใช้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลที่องค์กรจะได้รับจากการประเมิน ประกอบด้วย

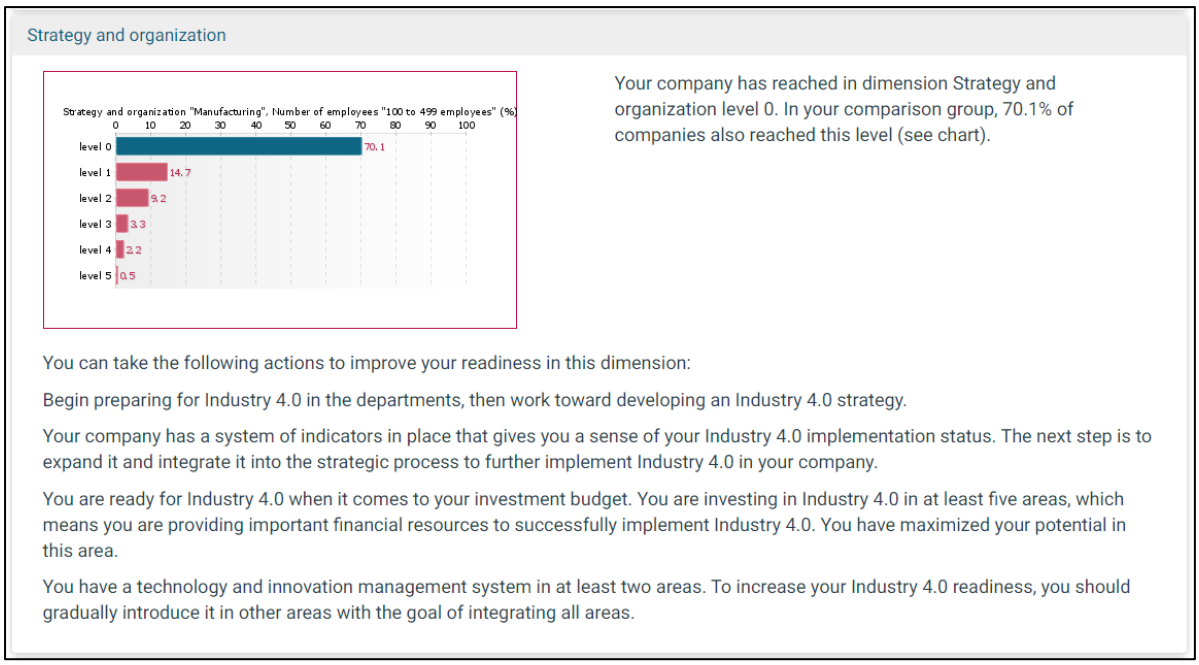
- ระดับความพร้อมขององค์กรในการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทั้งความพร้อมในภาพรวมและความพร้อมในแต่ละมิติ (ภาพที่ 17)
- ระดับความพร้อมของบริษัทในการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 (เมื่อเทียบกับบริษัทอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน (ภาพที่ 18)
- ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการดำเนินงาน (Action Plan) ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในแต่ละมิติ ยกตัวอย่างเช่น ข้อเสนอแนะแผนการดำเนินงาน (Action Plan) ในมิติ Strategy and organization (ภาพที่ 19) และข้อเสนอแนะแผนการดำเนินงาน (Action Plan) ในมิติ Smart factory (ภาพที่ 20) เป็นต้น



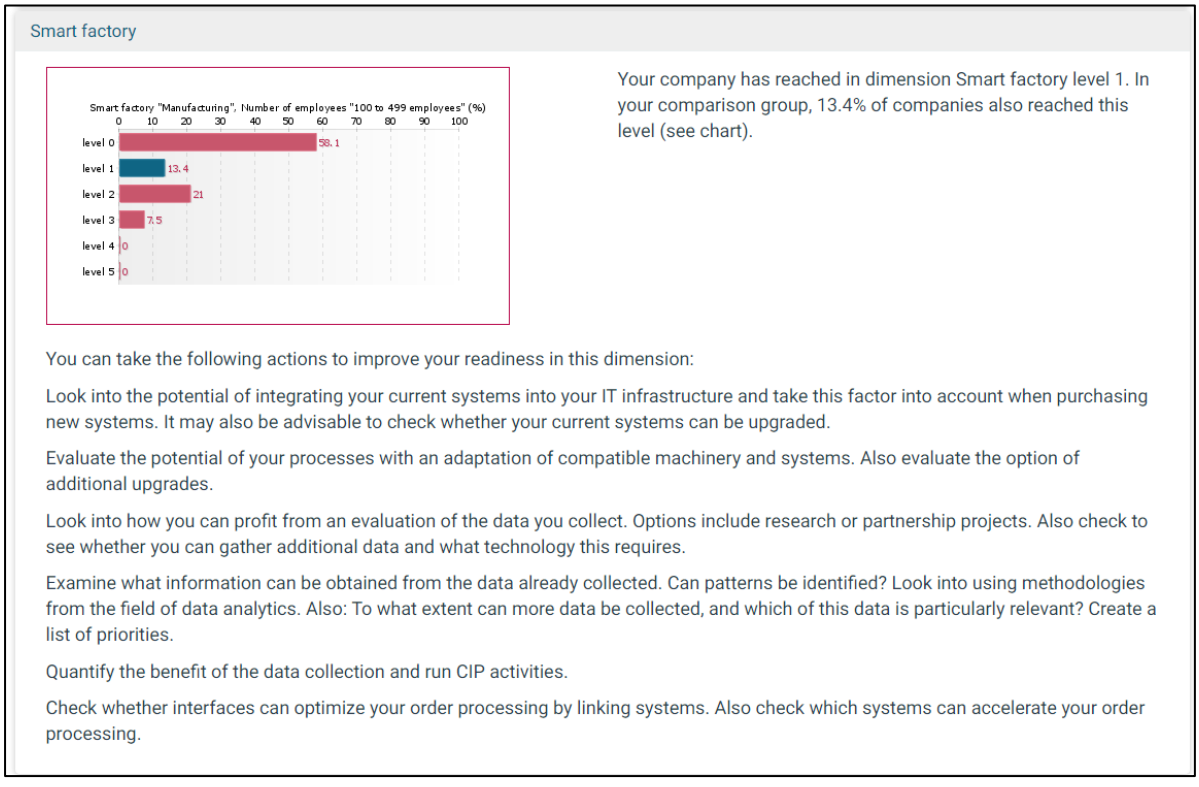
ภาพที่ 17 ตัวอย่างการแสดงผลระดับความพร้อมขององค์กรในการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทั้งความพร้อมในภาพรวม และความพร้อมในแต่ละมิติ



ภาพที่ 18 ตัวอย่างการแสดงผลระดับความพร้อมขององค์กรในการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 เมื่อเทียบกับบริษัทอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน



ภาพที่ 19 ตัวอย่างการแสดงผลข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการดำเนินงาน (Action Plan) ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในมิติ Strategy and organization



ภาพที่ 20 ตัวอย่างการแสดงผลข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแผนการดำเนินงาน (Action Plan) ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 มิติ Smart factory

การประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness นี้ ได้ถูกนำมาใช้สำรวจสภาพโรงงานอุตสาหกรรมในเยอรมัน เพื่อให้ทราบสถานะที่แท้จริงและได้รู้ข้อมูลเชิงโครงสร้างในภาพรวม เพื่อจะได้นำไปกำหนดเป็นแผนงานและมาตรการความช่วยเหลือในช่วงเปลี่ยนผ่านได้อย่างถูกต้องแม่นยำมากขึ้น จากผลสำรวจในภาพรวมของภาคอุตสาหกรรมในเยอรมนีเมื่อปี ค.ศ. 2015 พบว่า ร้อยละ 38.9 อยู่ในระดับ 0 ร้อยละ 37.6 อยู่ในระดับ 1 ร้อยละ 17.9 อยู่ในระดับ 2 หรือประมาณร้อยละ 90 ของบริษัทที่ถูกสำรวจยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นที่จะเข้าสู่ระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรม 4.0 ในขณะที่มีเพียงร้อยละ 4.6 อยู่ในระดับ 3 (อยู่ระหว่างดำเนินการ) และมีร้อยละ 1.0 อยู่ในระดับ 4 (ดำเนินการเป็นผลแล้ว) และยังไม่มีระดับ 5 นั่นแสดงว่าส่วนใหญ่ที่สำรวจนั้นอยู่ในระบบการผลิตยุคอุตสาหกรรม 3.0

สรุป โมเดลแบบประเมิน “Industry 4.0 Readiness” ของ VDMA เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยจะประเมินความพร้อมของธุรกิจตนเองและใช้ไปเปรียบเทียบกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน โดยโมเดลแบบประเมินฯ จะแบ่งออกเป็น 6 มิติ 18 มิติย่อย การประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน Industries 4.0 Readiness จะแยกแยะระดับความพร้อมตามเกณฑ์การประเมินทั้ง 6 มิติ ของโรงงานที่ตอบแบบสำรวจ ออกเป็น 6 ระดับ (ระดับ 0 ถึงระดับ 5)

จุดเด่น

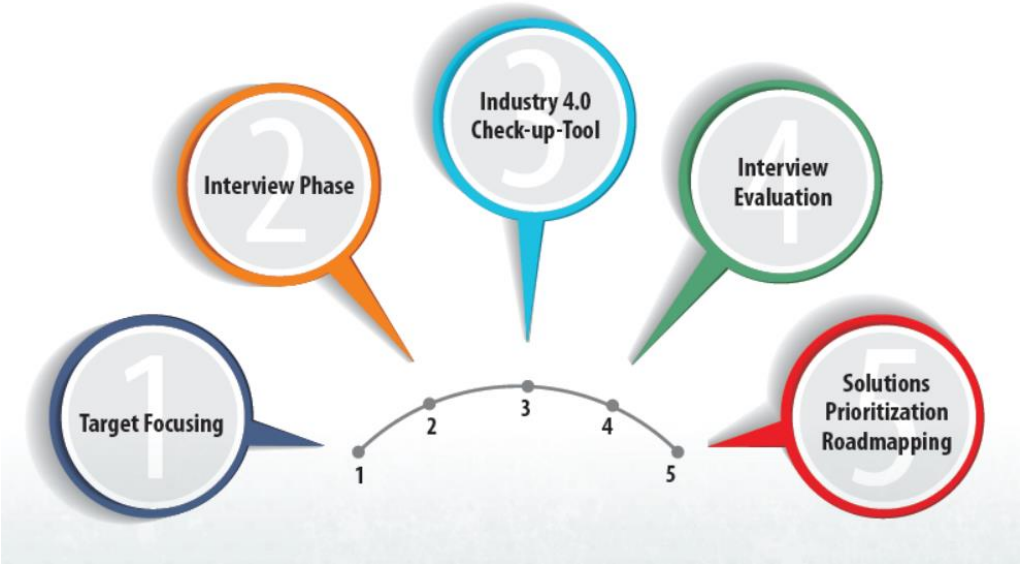
1) เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในรูปแบบ Online สามารถเข้าถึงได้ง่าย และไม่มีค่าใช้จ่าย
2) ชุดคำถามในแต่ละมิติส่วนใหญ่เป็นคำถามทั่วๆ ไป ไม่ซับซ้อน (ไม่ใช่คำถามเชิงเทคนิควิศวกรรม) ทำให้ผู้ตอบแบบประเมินสามารถเข้าใจได้ง่าย
3) บริษัทสามารถเลือกเปรียบผลการประเมินของบริษัทตนเองกับกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งเป็นผลดีต่อบริษัทที่ต้องการ Transform กิจการเข้าสู่อุตสาหกรรมใหม่
4) มีคำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับในแต่ละมิติ
5) ลักษณะเด่นของ Software ที่ใช้
    - User-friendly: ผู้ตอบแบบประเมินสามารถใช้งานได้ง่าย
    - Resume allowance: ในกรณีที่ผู้ตอบแบบประเมินไม่สามารถดำเนินการตอบแบบประเมินได้จนเสร็จสมบูรณ์ในครั้งเดียว ก็จะสามารถกลับมาดำเนินการได้ต่อเนื่อง ณ จุดเดิม หลังจาก Log in กลับเข้ามาอีกครั้ง
    - Real-time result: บริษัทสามารถทราบผลการประเมินได้ทันที หลังจากตอบแบบประเมินเสร็จสมบูรณ์
    - Result export: บริษัทสามารถ Download รายงานผลการประเมินของตนเองได้

ข้อจำกัด

1) ฐานข้อมูล Web Portal ถูกเก็บอยู่ที่ Server ในประเทศเยอรมนี
2) คำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับในแต่ละมิติเป็นคำแนะนำที่ค่อนข้างกว้าง

6.3.2 Industrie 4.0 CheckUp ของ Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation (IFF) ประเทศเยอรมนี

โมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ของประเทศเยอรมีนี อีกหนึ่งโมเดลที่ได้รับการยอมรับอย่างรับอย่างแพร่หลาย คือ โมเดลแบบประเมิน **“Industrie 4.0 CheckUp”** ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2015 โดย Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation (IFF) สถาบันวิจัยชั้นนำของประเทศเยอรมนี เป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) สำหรับผู้ตรวจประเมินที่ได้รับการรับรอง ใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) ซึ่งรูปแบบจะเป็นการประเมินเชิงลึกโดยผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor) จะใช้วิธีการสัมภาษณ์การทำงานของบุคลากรในหน่วยงานสำคัญต่าง ๆ ภายในองค์กร การสัมภาษณ์เกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างบุคลากรในองค์กร กระบวนการทำงาน และการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้ทราบสถานะของหน่วยงานในด้านอุตสาหกรรม 4.0 นอกจากนี้ ผลการประเมิน ยังทำให้องค์กรได้รับ “ดัชนีการประเมินความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0” ที่มีความเป็นมาตรฐาน สามารถเทียบเคียงองค์กรอื่นได้ โดยผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor) จะใช้ผังกระบวนการเพื่อพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและสินค้า ทำให้ทราบระดับความพร้อมและสมรรถนะด้านเทคโนโลยีและกระบวนการ และความสามารถในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ คุณภาพ หลังจากนั้น จะเสนอแนะแนวทางปรับปรุงโดยการใช้เทคโนโลยีหรือวิธีการต่างๆ ทั้งระยะสั้นจนถึงระยะยาวให้แก่องค์กร เพื่อให้องค์กรสามารถนำแนวทางไปบรรจุในแผนการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านอุตสาหกรรม 4.0 ที่ตั้งไว้ การประเมินความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0 ตามแนวทางของโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน (ภาพที่ 21) ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 21 องค์ประกอบของโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ของ IFF ประเทศเยอรมนี

1) **Target Focusing - การรับรู้วัตถุประสงค์ และความสำคัญของการประเมิน**: ผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor) จะชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประเมิน และสร้างการรับรู้แก่ผู้บริหารระดับสูงในองค์กร ในขั้นตอนนี้ควรเชิญผู้บริหารจากหน่วยงานต่างๆ เข้าร่วมด้วย เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ ฝ่าย IT ฝ่ายบุคคล และฝ่ายบัญชี เป็นต้น เพื่อสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการประเมินองค์กรตามแนวทางของโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp นอกจากการชี้แจงวัตถุประสงค์แล้วผู้ตรวจประเมิน จะขอความเห็นจากผู้บริหารในหน่วยงานต่างๆ ที่เป็นความท้าทาย ปัญหาหรือความยากลำบากในการดำเนินธุรกิจขององค์กร และความคาดหวังของผู้บริหาร ว่าต้องการให้องค์กรมีการเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 ไปถึงจุดใด ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ตรวจประเมิน จะใช้วิธีการทำ Workshop ร่วมกับผู้บริหารหน่วยงานต่างๆ โดยให้ผู้บริหารระบุความท้าทาย ความคาดหวัง ข้อเสนอแนะ รวมถึงคำถามเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแนวทางข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้แก่องค์กรต่อไป

2) **Interview Phase – การเก็บข้อมูลการดำเนินงานขององค์กร**: หลังจากที่ผู้ตรวจประเมินได้ทราบความคิดเห็นของผู้บริหารในหน่วยงานต่างๆ แล้ว ผู้ตรวจประเมิน จะสัมภาษณ์บุคลากรที่ทำงานในหน่วยงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของหน่วยงานต่างๆ และความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่างๆ ภายในองค์กร ผู้ตรวจประเมิน จะสัมภาษณ์ในประเด็นที่เกี่ยวกับหน้าที่และความรับผิดชอบในหน่วยงานกระบวนการหลักในการทำงาน เครื่องมือหรือซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการทำงาน รูปแบบการจัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้คำถามยังครอบคลุมถึงการติดต่อประสานงานกับแผนกอื่นๆ เช่น หน่วยงานที่ต้องติดต่อประสานงาน รูปแบบวิธีการในการติดต่อสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกับหน่วยงานอื่น ความถี่ในการติดต่อสื่อสาร การนำข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานอื่นไปใช้ในการทำงาน เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ตรวจประเมินอาจจะถามถึงโครงการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม 4.0 วางแผนไว้ ซึ่งเมื่อดำเนินการแล้วจะมีผลกระทบต่อกระบวนการทำงานในหน่วยงาน

3) **Industry 4.0 Check-up Tool - เครื่องมือประเมินความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรด้านอุตสาหกรรม 4.0 เชิงลึก**: เป็นหัวใจสำคัญของ Industrie 4.0 CheckUp เพราะเป็นเครื่องมือที่ผู้ตรวจประเมิน ใช้ในการให้คะแนนระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กร ว่าอยู่ในระดับใดของอุตสาหกรรม 4.0 คะแนนที่ได้จากการใช้เครื่องมือนี้จะทำให้ทราบว่าหน่วยงานต่างๆ ในองค์กรมีการดำเนินงานด้านอุตสาหกรรม 4.0 อยู่ในระดับใด ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้เพราะเป็นมาตรฐานเดียวกันในทุกหน่วยงานและทุกองค์กร เมื่อองค์กรได้รับการประเมินและทราบคะแนนองค์กรแล้ว จะนำมาเปรียบเทียบเกณฑ์ หรือ “ดัชนีการประเมินความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อให้ทราบว่าองค์กรอยู่ระดับใด โดย Industrie 4.0 CheckUp จะจำแนกองค์กรตามความพร้อมและสมรรถนะออกเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับแรกคือ Maturity level 1 จนถึงระดับ Maturity level 5

4) **Interview Evaluation – ผลการประเมินที่องค์กรได้รับ**: องค์กรจะได้รับทราบรายงานผลการประเมินจากผู้ตรวจประเมิน

5) **Solutions, Prioritization & Roadmapping - ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization) และเส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap)**: ท้ายที่สุดองค์กรจะได้รับทราบแนวทางในการยกระดับสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างละเอียด ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization) และเส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap)

รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินภาคอุตสาหกรรมโดยการใช้เครื่องมือ Industry 4.0 Check-up Tool จะกล่าวถึงต่อไปในหัวข้อ 9.4

สรุป โมเดลแบบประเมิน “Industrie 4.0 CheckUp” ของ IFF เป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) สำหรับผู้ตรวจประเมินที่ได้รับการรับรอง ใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) ซึ่งรูปแบบจะเป็นการประเมินเชิงลึกโดยผู้ตรวจประเมิน จะใช้วิธีการสัมภาษณ์การทำงานของบุคลากรในหน่วยงานสำคัญต่าง ๆ ภายในองค์กร และใช้เครื่องมือ Industry 4.0 Check-up Tool ในการให้คะแนนระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กร ว่าอยู่ในระดับ Maturity level ที่เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) และองค์กรจะได้รับทราบรายงานผลการประเมินจากผู้ตรวจประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ (1) ผลการวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนปัญหาอุปสรรค (SWOT) (2) ข้อมูลสรุปที่ได้จากการสัมภาษณ์ (3) คะแนนประเมินสถานะปัจจุบัน (As Is) (4) คะแนนประเมินสถานะเป้าหมายในอนาคต (To Be) และ (5) ผังการไหลของข้อมูล นอกจากนี้ องค์กรจะได้รับทราบแนวทางในการยกระดับสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างละเอียด ประกอบด้วย (1) ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions) (2) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง และ (3) เส้นทางสู่เป้าหมาย จะเห็นว่าการประเมินสถานะและความพร้อมด้านอุตสาหกรรม 4.0 ด้วย Industrie 4.0 CheckUp ทำให้องค์กรได้รับผลการประเมินที่เป็นมาตรฐานสามารถเปรียบเทียบกันระหว่างหน่วยงานทั้งภายในองค์กร และภายนอกองค์กรได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้องค์กรสามารถวิเคราะห์ตนเองอย่างเป็นระบบ ทราบจุดอ่อนของการดำเนินงาน และยังได้รับแนวทางเพื่อการปรับปรุงที่ควรดำเนินการก่อน-หลังได้ตามลำดับความสำคัญ ซึ่งองค์กรสามารถนำแนวทางไปดำเนินการเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและสามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุดตามที่องค์กรตั้งไว้

จุดเด่น

1) การตรวจประเมินดำเนินการโดยผู้ตรวจประเมินที่ผ่านการอบรมและได้รับการรับรอง (Certify) จากสถาบันวิจัยชั้นนำระดับโลก เช่น IFF เป็นต้น

2) การตรวจประเมินดำเนินการในหลากหลายรูปแบบทั้งการสัมภาษณ์และการทำ Workshop ทำให้ผู้บริหารและบุคลากรในหน่วยงานต่างๆ ในบริษัท มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น และสอบถามข้อสงสัยต่อผู้ตรวจประเมิน โดยตรง

3) องค์กรได้รับทราบข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กร ว่าอยู่ในระดับ Maturity level ที่เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 รวมทั้งแนวทางในการยกระดับสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างละเอียด ประกอบด้วย (1) ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (2) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง และ (3) เส้นทางสู่เป้าหมาย

ข้อจำกัด : มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการดำเนินการตรวจประเมิน

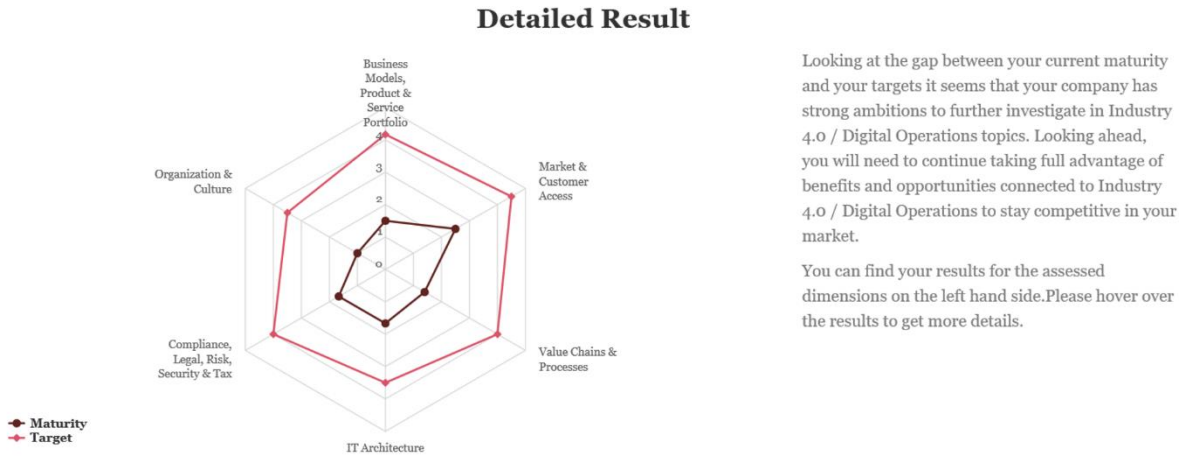
6.3.3 The Industry 4.0 / Digital Operation Self-Assessment Model ของ Price Waterhouse Coopers (PWC) ประเทศอังกฤษ

โมเดลแบบประเมิน **"The Industry 4.0 / Digital Operation Self-Assessment Model"** ถูกพัฒนาขึ้นโดย Price Waterhouse Coopers (PWC) ในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้คำปรึกษาด้านการเงินและธุรกิจชั้นนำของโลก ทางหน่วยงานได้มีการจัดทำโมเดลแบบประเมินฯ นี้ขึ้น และนำไปใช้ในการสำรวจสถานประกอบการทั่วโลกกว่า 2,000 แห่ง โดยโมเดลแบบประเมินฯ ของ PWC มีลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยมุ่งเน้นการประเมินความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีในทุกกระบวนการทำงาน และการบูรณาการห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) ในแนวดิ่งและแนวราบทั้งภายในและภายนอกองค์กร และจะแสดงผลลัพธ์ระดับความพร้อมขององค์กรในปัจจุบันเปรียบเทียบกับระดับเป้าหมายที่องค์กรต้องการในอนาคต โมเดลแบบประเมินฯ จะแบ่งออกเป็น 6 มิติ (ภาพที่ 22) โดยทั้ง 6 มิติ จะมุ่งเน้นการประเมินที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

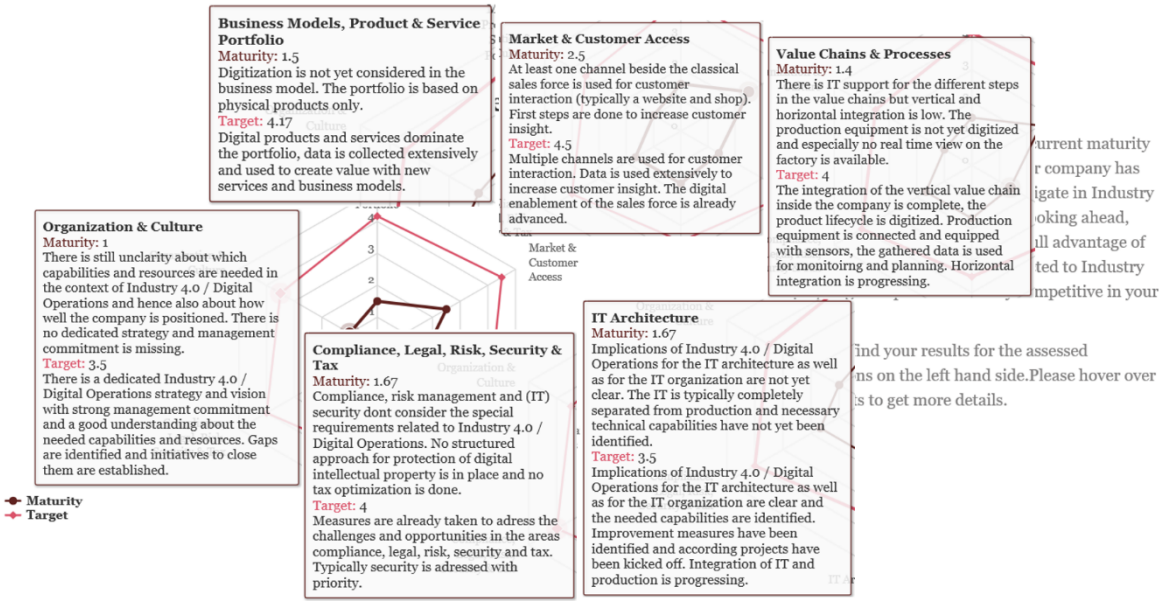
- **มิติที่ 1 Business Model, Product & Service Portfolio** มุ่งเน้นการประเมินการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของผลิตภัณฑ์และวงจรของผลิตภัณฑ์ (Product Lifecycle) การเชื่อมโยงความต้องการของผู้บริโภคต่อการผลิต การให้ความสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้บริโภค ข้อมูลผลิตภัณฑ์ และข้อมูลการผลิต การเชื่อมโยงกับหน่วยงานภายนอก ทั้ง Business Partners ซัพพลายเออร์ และลูกค้า
- **มิติที่ 2 Market & Customer Access** มุ่งเน้นการประเมินการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการตลาด การขาย และการบริการหลังการขาย การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้า การเชื่อมโยงกับหน่วยงานคู่ค้าเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลความต้องการและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้า
- **มิติที่ 3 Value Chains** มุ่งเน้นการประเมินการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการดำเนินงานตลอดจนการบริหารงานในส่วนต่างๆ ในองค์กร ความสามารถในการสั่งการและควบคุมทั้งระยะใกล้ระยะไกล รวมศูนย์ หรือกระจายความรับผิดชอบ การแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศระหว่างแผนก/ฝ่ายต่างๆ
- **มิติที่ 4 IT Architecture** มุ่งเน้นการประเมินโครงสร้างและสถาปัตยกรรมทางด้าน IT ที่ใช้ในการบริหารจัดการกระบวนการผลิต ความสามารถในการรวบรวม วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลของการผลิตและข้อมูลลูกค้า ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีดิจิทัลที่สามารถตอบสนองความต้องการขององค์กร ทั้งด้านความเร็ว คุณภาพ และต้นทุน
- **มิติที่ 5 Compliance, Legal, Risk, Security & Tax** มุ่งเน้นการประเมินทางด้านนโยบายและการบริหารความเสี่ยง (Risk management) ทางด้านความปลอดภัยของข้อมูล
- **มิติที่ 6 Organization & Culture** มุ่งเน้นการประเมินภาพรวมและกลยุทธ์ในการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ความพร้อมของบุคลากรในการรองรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 และความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกเพื่อปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

ภาพที่ 22 มิติการประเมิน The Industry 4.0/Digital Operation Self-Assessment Model ของ PWC

ผลลัพธ์การประเมินทั้ง 6 มิติภายใต้โมเดลแบบประเมิน The Industry 4.0 / Digital Operation Self-Assessment Model จะถูกพลอตเป็น Radar Chart แสดงระดับความพร้อมขององค์กรในปัจจุบัน (Current Maturity Level) พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับระดับความพร้อมเป้าหมายที่องค์กรต้องการในอนาคต (Future Maturity Level) ในแต่ละมิติ ดังภาพที่ 23 นอกจากนี้ ในแต่ละมิติยังมีข้อแนะนำในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในระดับที่องค์กรตั้งเป้าหมายไว้ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 23 ตัวอย่างผลลัพธ์การประเมินทั้ง 6 มิติ ภายใต้โมเดลแบบประเมิน The Industry 4.0 / Digital Operation Self-Assessment Model



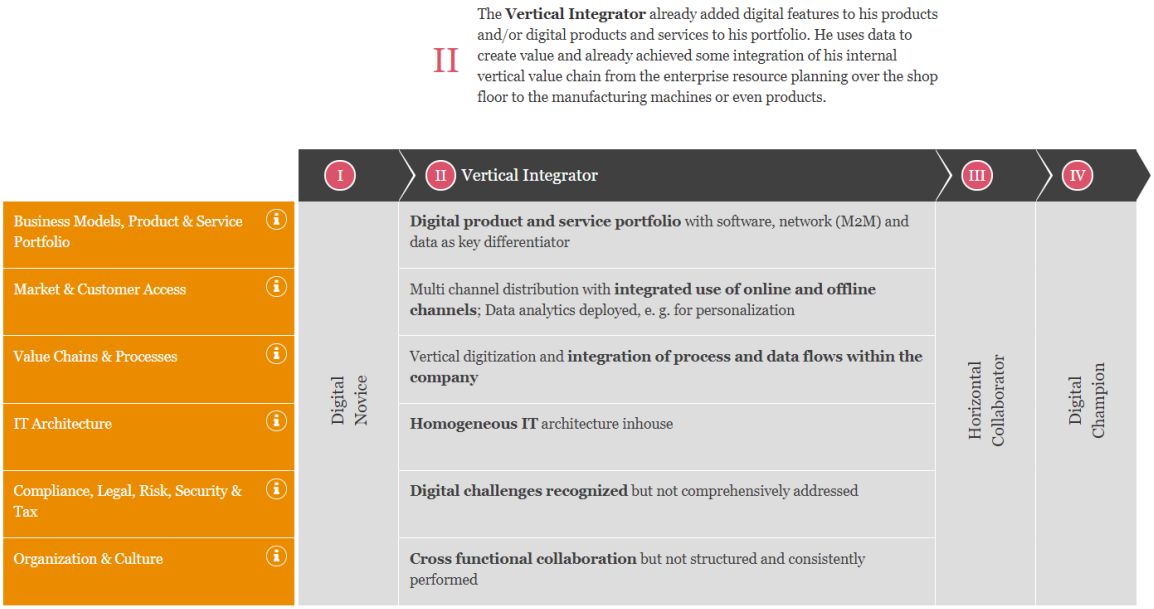
ภาพที่ 24 ตัวอย่างข้อแนะนำในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ในระดับที่องค์กรตั้งเป้าหมายไว้

นอกจากนี้ โมเดลประเมิน The Industry 4.0/Digital Operation Self-Assessment Model ของ PWC จะจัดกลุ่มระดับความพร้อมขององค์กรที่ตอบแบบประเมินออกเป็น 4 ระดับ โดยในแต่ละระดับจะมีลักษณะเด่นของแต่ละมิติกำกับ ประกอบด้วย ระดับ 1 เรียกว่า **“Digital Novice”** (ภาพที่ 25) ระดับ 2 เรียกว่า **“Vertical Integrator”** (ภาพที่ 26) ระดับ 3 เรียกว่า **“Horizontal Collaborator”** (ภาพที่ 27) และระดับ 4 เรียกว่า **“Digital Champion”** (ภาพที่ 28)

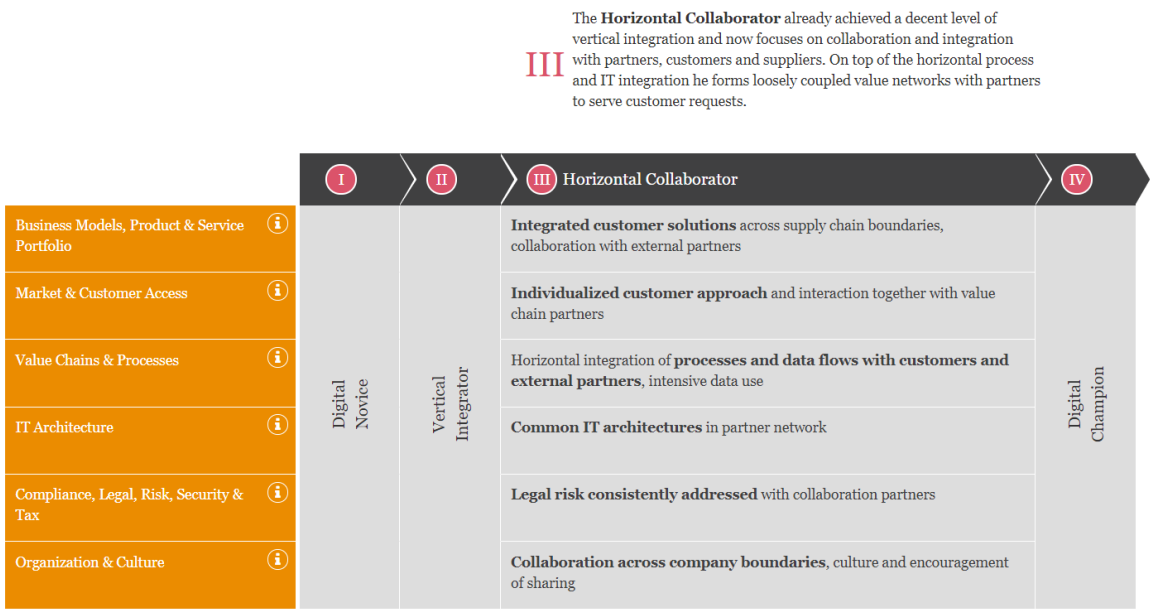
I The **Digital Novice** has just started the digitization of his business model and operations and the main focus is on getting internal integration started. The portfolio is typically dominated by physical products and there is limited integration within the vertical and horizontal value chains.

	I Digital Novice	II	III	IV
Business Models, Product & Service Portfolio	**First digital solutions** and isolated applications	Vertical Integrator	Horizontal Collaborator	Digital Champion
Market & Customer Access	Online presence is separated from offline channels, **product focus** instead of customer focus			
Value Chains & Processes	**Digitized** and automated **sub processes**			
IT Architecture	Fragmented IT architecture inhouse			
Compliance, Legal, Risk, Security & Tax	Traditional structures, **digitization not in focus**			
Organization & Culture	Functional **focus in „silos“**			

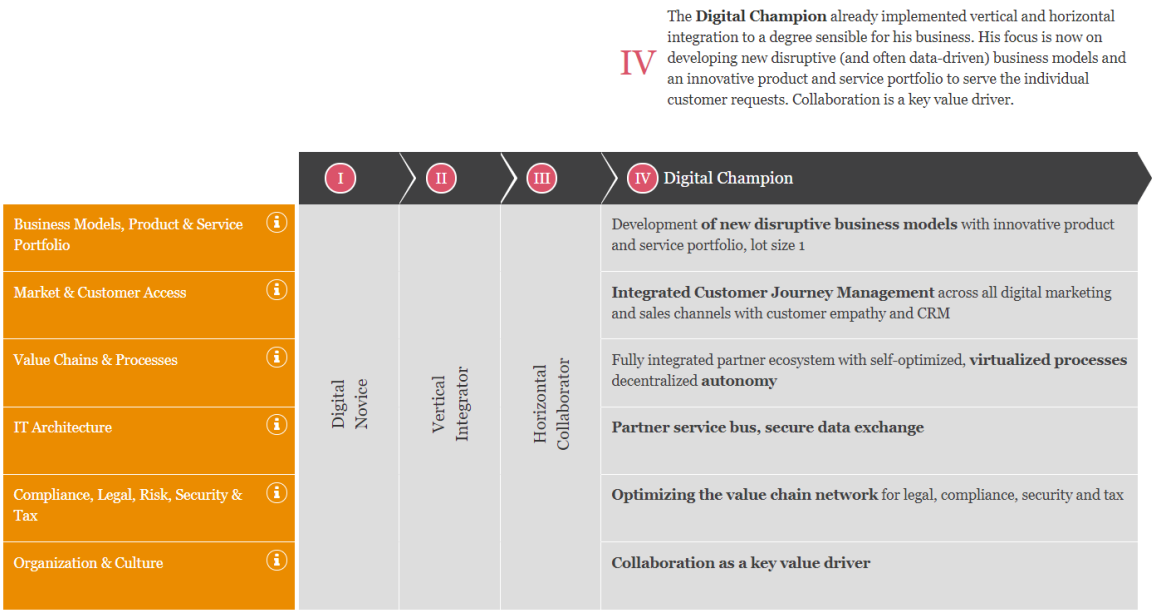
ภาพที่ 25 ระดับความพร้อมขององค์กร ระดับ 1 หรือ “Digital Novice”



ภาพที่ 26 ระดับความพร้อมขององค์กร ระดับ 2 หรือ “Vertical Integrator”



ภาพที่ 27 ระดับความพร้อมขององค์กร ระดับ 3 หรือ “Horizontal Collaborator”



ภาพที่ 28 ระดับความพร้อมขององค์กร ระดับ 4 หรือ “Digital Champion”

สรุป โมเดลประเมิน The Industry 4.0/Digital Operation Self-Assessment Model ของ PWC เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยจะประเมินระดับความพร้อมของธุรกิจตนเองในปัจจุบัน (Current Maturity Level) เปรียบเทียบกับระดับความพร้อมเป้าหมายที่องค์กรต้องการในอนาคต (Future Maturity Level) นอกจากนี้ ยังมีข้อแนะนำในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในระดับที่องค์กรตั้งเป้าหมายไว้

จุดเด่น

1) เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในรูปแบบ Online สามารถเข้าถึงได้ง่าย และไม่มีค่าใช้จ่าย

2) ชุดคำถามในแต่ละมิติส่วนใหญ่เป็นคำถามทั่วๆ ไป ไม่ซับซ้อน (ไม่ใช่คำถามเชิงเทคนิควิศวกรรม) ทำให้ผู้ตอบแบบประเมินสามารถเข้าใจได้ง่าย

3) มีคำแนะนำที่เป็น Action plans ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ในระดับที่องค์กรตั้งเป้าหมายไว้

4) ลักษณะเด่นของ Software ที่ใช้

- User-friendly: ผู้ตอบแบบประเมินสามารถใช้งานได้ง่าย
- Resume allowance: ในกรณีที่ผู้ตอบแบบประเมินไม่สามารถดำเนินการตอบแบบประเมินได้จนเสร็จสมบูรณ์ในครั้งเดียว ก็จะสามารถกลับมาดำเนินการได้ต่อเนื่อง ณ จุดเดิม หลังจาก Log in กลับเข้ามาอีกครั้ง

- Real-time result: บริษัทสามารถทราบผลการประเมินได้ทันที หลังจากตอบแบบประเมินเสร็จสมบูรณ์
- Result export: บริษัทสามารถ Download รายงานผลการประเมินของตนเองได้

ข้อจำกัด

1) ฐานข้อมูล Web Portal ถูกเก็บอยู่ที่ Server ในประเทศอังกฤษ
2) คำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับในแต่ละมิติ เป็นคำแนะนำที่ค่อนข้างกว้าง

6. 3. 3 Smart Industry Readiness Index (SIRI) ข อ ง Singapore Economic Development Board (EDB) ประเทศสิงคโปร์

ปัจจุบันประเทศสิงคโปร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นจุดศูนย์กลางแห่งอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ซึ่งสิงคโปร์ได้พัฒนาอุตสาหกรรมหลายชนิดได้อย่างตรงจุดจนเป็นผู้นำในหลายสาขา เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมปิโตรเลียมและเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมการบิน และอุตสาหกรรมยาและชีวการแพทย์ จากข้อมูลการศึกษาพบว่าร้อยละ 10 ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของโลก ผลิตประกอบ และทดสอบที่ประเทศสิงคโปร์ มีการผลิตอุตสาหกรรมยารักษาโรคเป็นอันดับที่ 5 ของโลก เกาะจูร่งของสิงคโปร์ขึ้นชื่อว่าเป็นเมืองแห่งพลังงานและเคมีภัณฑ์ที่เป็นแหล่งผลิตในการกลั่นน้ำมันใหญ่เป็นอันดับที่ 5 ของโลก และสิงคโปร์อยู่ใน 10 อันดับแรกของโลกในการส่งออกเคมีภัณฑ์ ซึ่งมูลค่าผลผลิตของภาคอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 20 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) และเป็นเสาหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของสิงคโปร์ ด้วยลักษณะอุตสาหกรรมของสิงคโปร์ที่เป็นวิศวกรรมขั้นสูงและมีความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมนั้น ส่งผลให้สิงคโปร์อยู่ในอันดับที่ 5 ของโลกในด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมมูลค่าสูงในปี ค.ศ. 2017 และยังเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่อันดับที่ 4 ของโลกในการส่งออกสินค้าด้านเทคโนโลยีขั้นสูงรองจาก จีน อเมริกา และเยอรมนี

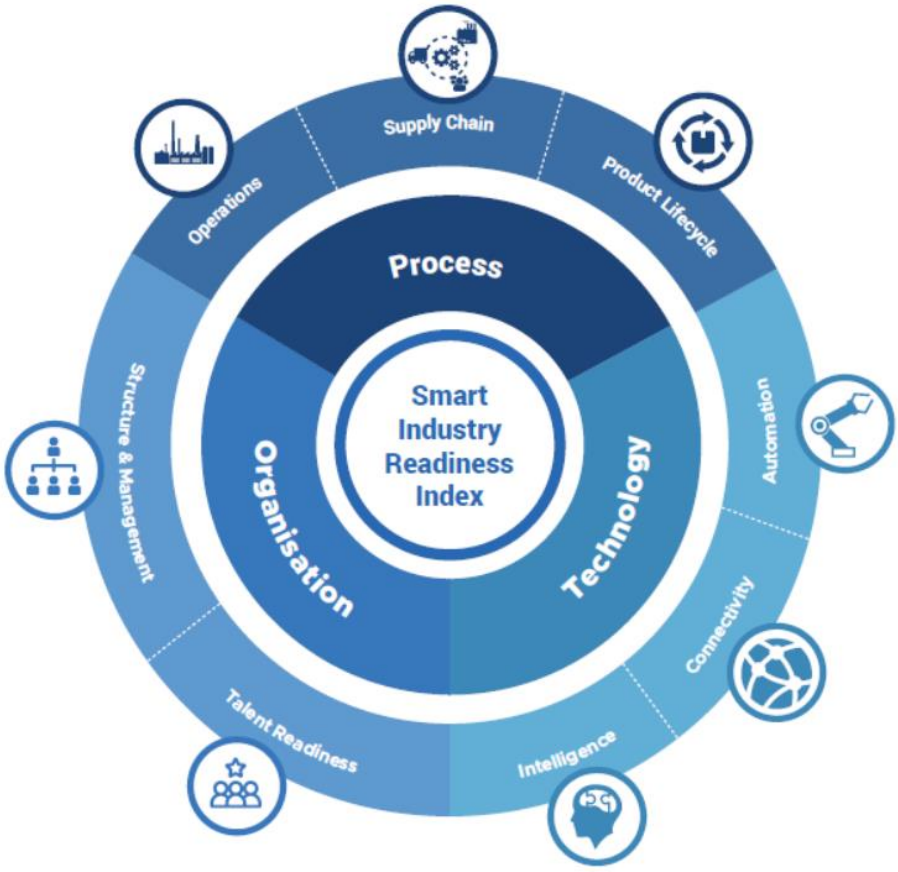
การเปลี่ยนแปลงสู่อุตสาหกรรม 4.0 ของสิงคโปร์นั้นได้มีการเตรียมการอย่างจริงจัง เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2017 ที่มีการศึกษาและร่วมมือระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมเคมี พลังงาน และกลุ่มผู้ให้บริการสาธารณูปโภคที่ตั้งเป้าหมายจะสามารถเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 อย่างเต็มรูปแบบในปี ค.ศ. 2020 ซึ่งบริษัทเหล่านี้เชื่อว่าอุตสาหกรรม 4.0 จะสามารถผลักดันให้องค์กรมีประสิทธิภาพมากขึ้น และผลประกอบการดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การเข้ามาของอุตสาหกรรม 4.0 นั้น ด้วยความแตกต่างกันของแต่ละบริษัท ทั้งบริษัทในประเทศและบริษัทข้ามชาติ ต่างยังสงสัยในแนวคิดของอุตสาหกรรม 4.0 และคุณค่าที่จะได้รับ ซึ่งบริษัทเหล่านี้ต่างตั้งคำถามเช่น อุตสาหกรรม 4.0 คืออะไร? และบริษัทจะได้ประโยชน์อะไร? หากจะดำเนินการจะเริ่มต้นจากจุดไหน? ขณะนี้บริษัทอยู่ในจุดใด? และอุตสาหกรรม 4.0 จะสร้างโอกาสได้อย่างไร? ซึ่งคำถามเหล่านี้ส่งผลให้สภาพัฒนาการเศรษฐกิจสิงคโปร์ หรือ Singapore Economic Development Board (EDB) ดำเนินการจัดทำ **“Smart Industry Readiness Index (SIRI)”** ดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม 4.0 ขึ้น เพื่อพัฒนาและขับเคลื่อนอุตสาหกรรมของสิงคโปร์เข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โมเดลแบบประเมิน SIRI นี้ จัดว่ามี

ความน่าเชื่อถือสูงมากตามหลักสากล เนื่องจากถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ จากมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 ของประเทศเยอรมนี และนำมาปรับปรุงโดยผู้เชี่ยวชาญที่มาจากทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคการศึกษา รวมถึงได้นำไปทดสอบนำร่องกับองค์กรทั้งที่เป็นองค์กรขนาดเล็กและองค์กรขนาดใหญ่ในประเทศสิงคโปร์ก่อนนำไปใช้จริง จากนั้นจึงทำการตีพิมพ์เผยแพร่ในรูปแบบ Whitepaper ออกมา (รายละเอียดแสดงภาพที่ 29)

ภาพที่ 29 ขั้นตอนในการพัฒนาโมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของ Singapore Economic Development Board (EDB) ประเทศสิงคโปร์

โครงสร้างของโมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ประกอบด้วย 3 กรอบหลัก (Building blocks) ได้แก่ (1) กระบวนการ (Process) (2) เทคโนโลยี (Technology) และ (3) การจัดการองค์กร (Organization) โดยในแต่ละกรอบหลัก (Building block) จะประกอบด้วยเสาหลัก (Pillar) รวมทั้งหมด 8 เสาหลัก (Pillar) (ภาพที่ 30) ดังต่อไปนี้

- **กระบวนการ (Process)** ครอบคลุม 3 เสาหลัก (Pillar) ได้แก่ การดำเนินงาน (Operations), ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) และวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product Lifecycle)
- **เทคโนโลยี (Technology)** ครอบคลุม 3 เสาหลัก (Pillar) ได้แก่ ความเป็นอัตโนมัติ (Automation), การเชื่อมโยงเครือข่าย (Connectivity) และ ความเป็นอัจฉริยะ (Intelligence)
- **การจัดการองค์กร (Organization)** ครอบคลุม 2 เสาหลัก (Pillar) ได้แก่ ความรู้ความสามารถของพนักงาน (Talent Readiness) และโครงสร้างและการบริหารจัดการ (Structure and Management)



ภาพที่ 30 โครงสร้างของโมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI)

โครงสร้างของโมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) นอกจากจะประกอบด้วย 3 กรอบหลัก (Building blocks) และ 8 เสาหลัก (Pillar) แล้ว ภายใต้เสาหลักแต่ละต้น ยังประกอบด้วยมิติการประเมิน ที่แตกต่างกันไป รวมทั้งสิ้น 16 มิติ ซึ่งล้วนแต่เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับองค์กรที่ต้องการยกระดับเป็นอุตสาหกรรม 4.0 (ภาพที่ 31) ประกอบด้วย

- **มิติที่ 1 การดำเนินงาน (Operations)** มุ่งเน้นการประเมินในการเชื่อมโยงในแนวดิ่ง (Vertical Integration) ตั้งแต่การผลิตจนถึงระดับบริหาร ในมิตินี้จะประเมินการเชื่อมโยงข้อมูล การแลกเปลี่ยน การวิเคราะห์ และการประมวลผลข้อมูลระหว่างกระบวนการผลิตและการบริหารจัดการภายในองค์กรตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง
- **มิติที่ 2 ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain)** มุ่งเน้นการประเมินเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) โดยจะพิจารณาความเชื่อมโยงในแนวราบ (Horizontal Integration) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ทั้งหมด ซึ่งหมายถึงซัพพลายเออร์ พันธมิตรทางธุรกิจ และลูกค้า ในมิตินี้จะประเมินระดับความพร้อมของช่องทางการแบ่งปันข้อมูล ซึ่งรวมไปถึงวิธีในการแลกเปลี่ยนและวิเคราะห์ข้อมูล
- **มิติที่ 3 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product Lifecycle)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านต่างๆ ที่ครอบคลุมตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Integrated Product Lifecycle) ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การสร้างต้นแบบจริง การออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อการผลิต การทดลองการผลิตจริง การขายผลิตภัณฑ์ การใช้งานผลิตภัณฑ์ การบริการหลังการขาย และการจัดการเมื่อจะยกเลิกการผลิต (Disposal)

- **มิติที่ 4-6 ความเป็นอัตโนมัติ (Automation)** ทั้ง 3 มิตินี้จะต้องถูกพิจารณาไปพร้อมๆ กัน คือ มิติที่ 4 ระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Shop Floor Automation) มิติที่ 5 ระดับองค์กร (Enterprise Automation) และมิติที่ 6 ระดับที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Facility Automation)

  - **มิติที่ 4 ความเป็นอัตโนมัติระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Shop Floor Automation)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเฝ้าติดตาม ควบคุม และดำเนินการ ในกระบวนการผลิตและการจัดส่ง ภายใต้พื้นที่หรือสถานที่ที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์
  - **มิติที่ 5 ความเป็นอัตโนมัติระดับองค์กร (Enterprise Automation)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเฝ้าติดตาม ควบคุม และดำเนินการ ในกระบวนการด้านงานบริหารและธุรการ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ การขายและการตลาด การวางแผนความต้องการ การจัดซื้อจัดหาและการจัดการและการวางแผนทรัพยากรบุคคล
  - **มิติที่ 6 ความเป็นอัตโนมัติระดับที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Facility Automation)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเฝ้าติดตาม ควบคุม และดำเนินการต่างๆ ภายในอาคาร และ/หรือสถานที่ที่มีการผลิตเกิดขึ้น เทคโนโลยีในกลุ่มนี้ เช่น ระบบการจัดการ HVAC เครื่องทำความเย็น ระบบดูแลความปลอดภัยอาคาร ระบบสาธารณูปโภค และระบบแสงสว่าง เป็นต้น

- **มิติที่ 7-9 การเชื่อมโยงเครือข่าย (Connectivity)** ทั้ง 3 มิตินี้จะต้องถูกพิจารณาไปพร้อมๆ กัน คือ มิติที่ 7 ระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Shop Floor Connectivity) มิติที่ 8 ระดับองค์กร (Enterprise Connectivity) และมิติที่ 9 ระดับที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Facility Connectivity)

  - **มิติที่ 7 การเชื่อมโยงเครือข่ายระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Shop Floor Connectivity)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและเกิดการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเอตร์ ได้อย่างราบรื่น
  - **มิติที่ 8 การเชื่อมโยงเครือข่ายระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Enterprise Connectivity)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการเชื่อมต่อเครือข่ายของ อุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ ในพื้นที่ทำงานด้านบริหารและธุรการ เพื่อให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างราบรื่น
  - **มิติที่ 9 การเชื่อมโยงเครือข่ายระดับองค์กร (Facility Connectivity)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการเชื่อมต่อเครือข่ายของ อุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ ภายในอาคารและ/หรือสถานที่ที่มีการผลิตเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างราบรื่น ในมิตินี้จะหมายรวมถึงอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ใน ระบบจัดการ HVAC เครื่องทำความเย็น ระบบดูแลความปลอดภัยอาคาร ระบบสาธารณูปโภค และระบบแสงสว่าง

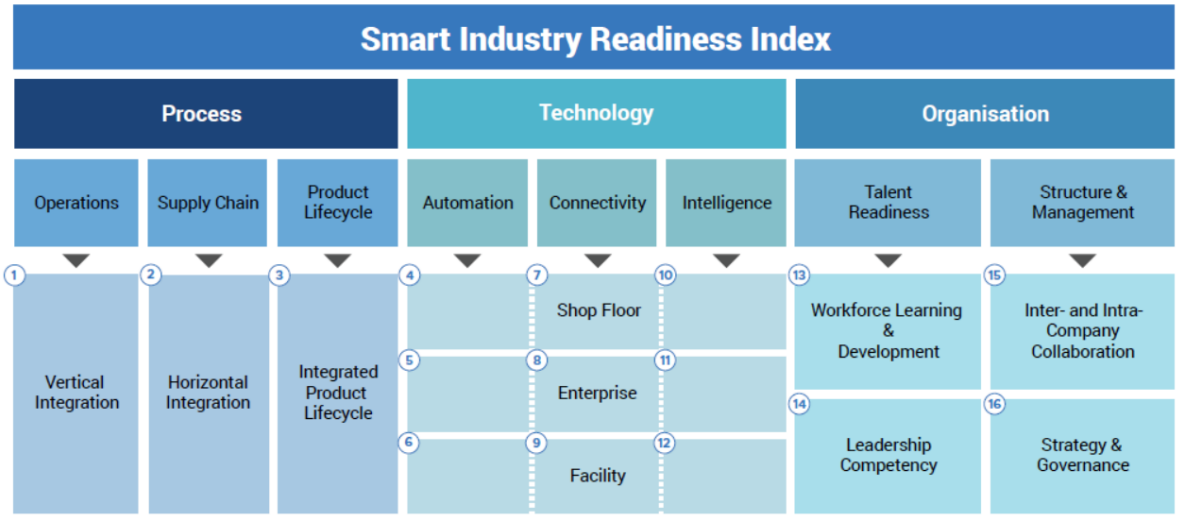
- **มิติที่ 10-12 ความเป็นอัจฉริยะ (Intelligence)** ทั้ง 3 มิตินี้จะต้องถูกพิจารณาไปพร้อมๆ กัน คือ มิติที่ 10 ระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Shop Floor Intelligence) มิติที่ 11 ระดับองค์กร (Enterprise Intelligence) และมิติที่ 12 ระดับที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Facility Intelligence)

  - **มิติที่ 10 ความเป็นอัจฉริยะระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Shop Floor Intelligence)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต (Shop

Floor) เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับพารามิเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการที่มีอยู่และเพื่อสร้างสรรค์การใช้งานในรูปแบบใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ และบริการใหม่

- **มิติที่ 11 ความเป็นอัจฉริยะระดับพื้นที่ปฏิบัติการ (Enterprise Intelligence)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการด้านบริหารและธุรการ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการที่มีอยู่ และเพื่อรองรับสนับสนุนการผลิต
- **มิติที่ 12 ความเป็นอัจฉริยะระดับองค์กร (Facility Intelligence)** มุ่งเน้นการประเมินในด้านการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ เครื่องจักร และระบบคอมพิวเตอร์ภายในอาคาร และ/หรือสถานที่ที่มีการผลิตเกิดขึ้น เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตัดสินใจดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำงาน

- **มิติที่ 13 ความพร้อมของพนักงานที่จะเรียนรู้และพัฒนา (Workforce Learning & Development)** มุ่งเน้นการประเมินแนวทางและกระบวนการพัฒนาความสามารถและทักษะของพนักงานในการเตรียมความพร้อมของบุคลากรเพื่อรองรับเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 14 ความสามารถด้านการนำองค์กรของผู้บริหาร (Leadership Competency)** มุ่งเน้นการประเมินความสามารถและทักษะของผู้บริหารในการพัฒนาองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 15 การมีส่วนร่วมของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกองค์กร (Inter- and Intra- Company Collaboration)** มุ่งเน้นการประเมินกระบวนการทำงานร่วมกับพันธมิตรทั้งภายในองค์กรและภายนอกองค์กร เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ร่วมกัน
- **มิติที่ 16 กลยุทธ์ด้านอุตสาหกรรม 4.0 ขององค์กร (Strategy & Government)** มุ่งเน้นการประเมินเกี่ยวกับการกลยุทธ์ การวางแผน และการดำเนินการตามแผน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายระยะยาวขององค์กรในการปรับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0



ภาพที่ 31 มิติการประเมิน (Dimensions) ของ Smart Industry Readiness Index (SIRI)

โมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index ของ EDB เป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับผู้ตรวจประเมินที่ได้รับการรับรอง ใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) ซึ่งรูปแบบจะเป็นการประเมินเชิงลึกโดยผู้ตรวจประเมิน จะใช้วิธีการสัมภาษณ์การทำงานของบุคลากรในหน่วยงานสำคัญต่าง ๆ ภายในองค์กร และใช้แนวทางการประเมินของ SIRI ในการให้คะแนนระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กร ว่าอยู่ในระดับ Maturity level ที่เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 โดยในแต่ละมิติ (Dimension) จะแยกแยะระดับความพร้อมตามเกณฑ์การประเมินทั้ง 16 มิติ ออกเป็น 6 ระดับ (โดย SIRI เรียกว่า “Band”) จาก Band 0 ถึง Band 5 เรียกว่า “Assessment matrix” ภาพที่ 32 แสดงตัวอย่าง Assessment matrix ระดับความพร้อมขององค์กรในปัจจุบัน (Current Status)

ภาพที่ 32 ตัวอย่าง Assessment matrix แสดงระดับความพร้อมขององค์กรในปัจจุบัน (Current Status) ทั้ง 16 มิติของการประเมิน

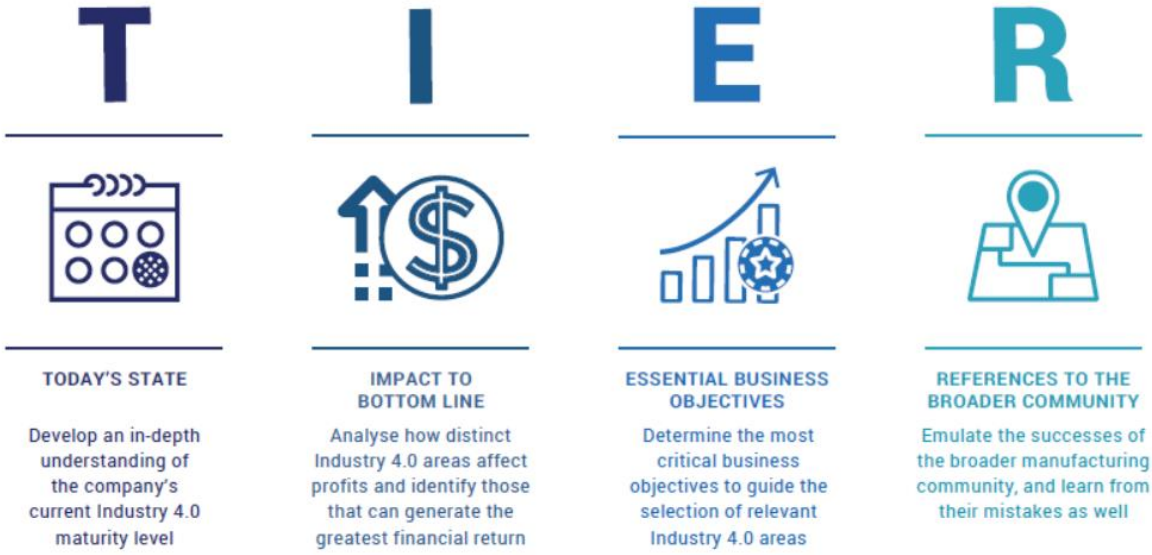
หลังจากที่องค์กรได้ประเมินสถานะตามมิติต่างๆ ข้างต้น 16 มิติแล้ว SIRI จะจัดลำดับความสำคัญของทั้ง 16 มิติ เรียงลำดับตามผลกระทบที่มีต่อองค์กร เรียกว่า “Prioritisation matrix” ทำให้องค์กรทราบลำดับความจำเป็นของการดำเนินการในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ช่วยให้องค์กรสามารถจัดสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างมูลค่าให้กับองค์กรได้สูงสุด ซึ่ง Prioritisation matrix นี้ ได้รับการพัฒนาร่วมกันระหว่าง EBD และองค์กรชั้นนำของโลก ประกอบด้วย Fraunhofer Institute, McKinsey & Company, SAP, Siemens และ TÜVSÜD ตกผลึกองค์ความรู้ออกมาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ในการสร้าง Prioritisation matrix จากการคำนวณคะแนน “Impact value” หรือผลกระทบที่มีต่อองค์กรของทั้ง 16 มิติ โดยจะพิจารณาจากปัจจัย 4 ตัว (SIRI เรียกว่า “TIER”) ภาพที่ 33 แสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณคะแนน Impact value สำหรับ Prioritisation matrix และภาพที่ 34 แสดงโครงสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ในการสร้าง Prioritisation matrix

- **ปัจจัยตัวที่ 1 ได้แก่ T (Today’s state)** องค์กรต้องมีความเข้าใจสถานะปัจจุบันขององค์กรตนเองอย่างละเอียด ต้องทราบว่าตนเองมีจุดอ่อนจุดแข็งอะไรบ้าง ทำให้สามารถแยกองค์กรตามสถานะความเป็นอุตสาหกรรม 4.0 ออกเป็นระดับต่างๆ ซึ่งขั้นตอนนี้ถือว่ามีความจำเป็นมาก องค์กรจะได้ทราบระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรตนเอง ว่าอยู่ในระดับ Maturity level เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 โดยได้รับคะแนนที่เป็นมาตรฐานและสามารถนำไปเทียบเคียงกับองค์กรอื่นได้ โดยข้อมูลส่วนนี้จะได้จากผู้ตรวจประเมิน

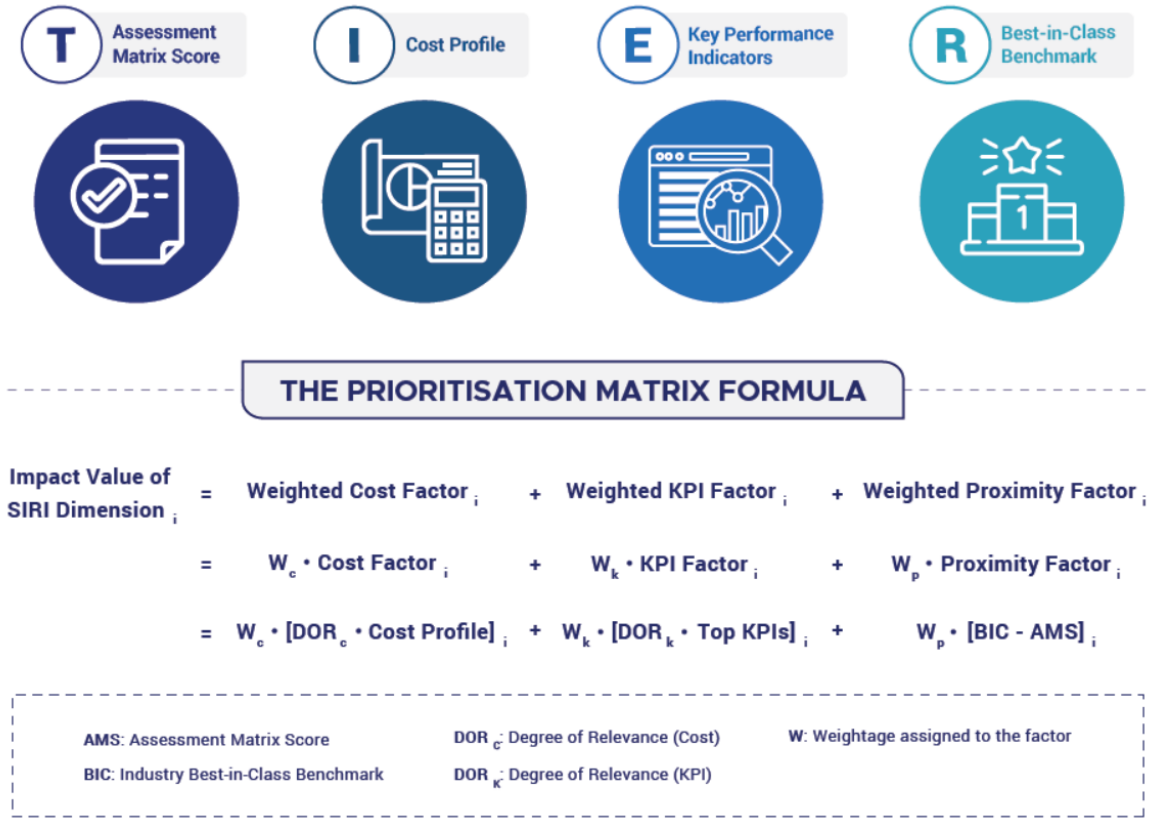
- **ปัจจัยตัวที่ 2 ได้แก่ I (Impact to Bottom line)** ในการเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 นั้น องค์กรมีสิ่งที่ต้องปรับปรุงดำเนินการหลายเรื่อง องค์กรควรทราบผลตอบแทนที่จะได้รับจากการลงทุนว่าคุ้มค่ากับที่ลงทุนไปหรือไม่ ลงทุนไปแล้วใช้ระยะเวลาคืนทุนเท่าใด ซึ่งองค์กรจำเป็นต้องรู้โครงสร้างค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ และทราบว่าเมื่อลงทุนแล้วจะมีผลกระทบต่อโครงสร้างค่าใช้จ่ายเหล่านี้อย่างไร ซึ่งช่วยให้องค์กรทราบว่าควรลงทุนด้านนั้นๆ หรือไม่ อย่างไร

- **ปัจจัยตัวที่ 3 ได้แก่ E (Essential Business Objectives)** เน้นในเรื่ององค์กรให้ความสำคัญกับเรื่องอะไรเมื่อต้องการเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรม 4.0 เพื่อจะได้บรรลุเป้าหมายที่องค์กรวางไว้ ซึ่งเป้าหมายอาจจะไม่ได้จำกัดแค่ผลลัพธ์ทางการเงินเท่านั้น เช่น องค์กรอาจจะต้องการลดเวลาในการนำสินค้าเข้าสู่ตลาด หรือการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ซึ่งการวางเป้าหมายด้านอุตสาหกรรม 4.0 ที่ชัดเจนทำให้องค์กรมีขอบเขตในการดำเนินการ และไม่เสียเวลาทำในสิ่งที่ไม่จำเป็นต่อเป้าหมายขององค์กร เครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ที่สำคัญ คือ KPIs โดย Prioritisation matrix ครอบคลุม 14 KPIs ที่จำเป็น ได้แก่ ประสิทธิภาพ คุณภาพ และความรวดเร็ว/ยืดหยุ่นในการผลิตสินค้า/บริการ เป็นต้น

- **ปัจจัยตัวที่ 4 ได้แก่ R (References to the Broader Community)** เป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้องค์กรทราบว่า องค์กรอื่นในอุตสาหกรรมได้ดำเนินการอย่างไร หรือนำเทคโนโลยีอะไรมาใช้ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าอะไรคือข้อผิดพลาด หรือข้อดีของเทคโนโลยีเหล่านั้น ที่องค์กรตนเองควรได้นำมาเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ทราบว่า บางเทคโนโลยีที่มีอยู่อาจจะยังไม่เหมาะสม และใช้ได้ในทางปฏิบัติเสมอไป ดังนั้นหากมีองค์กรใดได้นำเทคโนโลยีนั้นไปใช้แล้วไม่ประสบผลสำเร็จ ก็จะเป็นกรณีศึกษาให้กับองค์กรที่กำลังศึกษาต่อไปได้

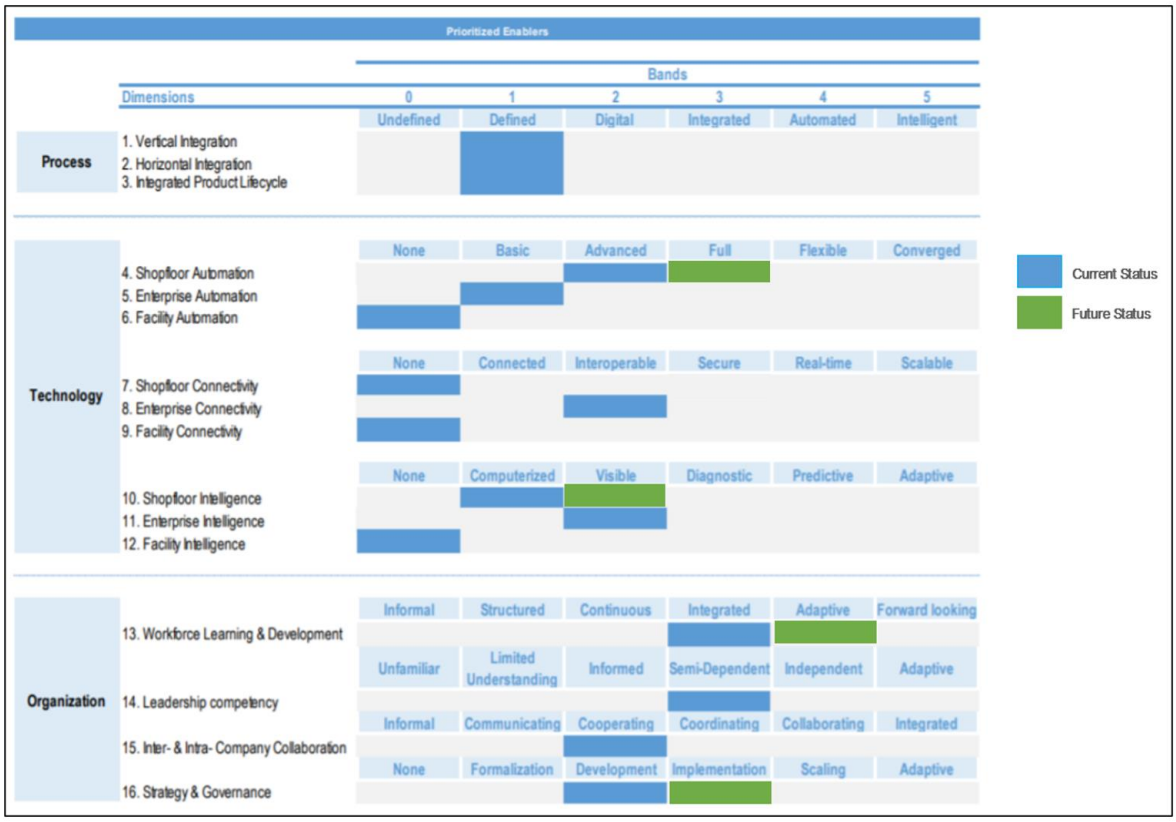


ภาพที่ 33 ปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณคะแนน Impact value สำหรับ Prioritisation matrix



ภาพที่ 34 โครงสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ในการสร้าง Prioritisation matrix

Prioritisation matrix นี้จะทำให้องค์กรทราบ “ขอบเขตการปรับปรุง” (area) ที่ควรให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ซึ่งเมื่อดำเนินการแล้วจะทำให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดแก่องค์กร โดยองค์กรควรเลือกดำเนินการมิติที่มีคะแนน Impact value สูงที่สุดก่อน หลังจากนี้ องค์กรจึงสามารถเลือกใช้เทคโนโลยี หรือเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับขอบเขตปรับปรุงที่ต้องการ ทำให้องค์กรสามารถวางกลยุทธ์ไปได้ในแนวทางที่ถูกต้องและเป็นระบบ สามารถจัดสรรทรัพยากรได้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ภาพที่ 35 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ Prioritisation matrix ขององค์กรหนึ่ง จะเห็นว่า “ขอบเขตการปรับปรุง” (area) ที่องค์กรนี้ควรให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ได้แก่ Shop Floor Automation, Shop Floor Connectivity, Workforce Learning & Development และ Strategy & Governance



ภาพที่ 35 ตัวอย่าง Prioritisation matrix แสดง “ขอบเขตการปรับปรุง” (area) ที่องค์กรควรให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ

ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2020 สภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum หรือ WEF) ให้การยอมรับว่า SIRI เป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่ครอบคลุมที่สุด สามารถใช้ประเมินองค์กรได้ทุกขนาดกิจการ รวมทั้งสามารถใช้ประเมินองค์กรได้ทุกอุตสาหกรรม และได้ประกาศให้ SIRI เป็น Global Smart Industry Readiness Index โมเดล

แบบประเมินมาตรฐานระดับสากลในการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 และประกาศว่า WEF จะเป็นแกนนำร่วมกับ EDB ในการผลักดันให้องค์กรทั่วโลกกว่า 1,000 องค์กร ใช้โมเดล Global Smart Industry Readiness Index นี้ในการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมขององค์กรตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ภายในปี 2021

สรุป โมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของ EDB เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยองค์กรจะทราบข้อมูล Assessment matrix ซึ่งแสดงถึงระดับความพร้อมขององค์กรในปัจจุบัน (Current Status) ตามเกณฑ์การประเมินของ SIRI ทั้ง 16 มิติ และที่สำคัญ SIRI จะสร้างข้อมูล Prioritisation matrix เพื่อให้องค์กรทราบ “ขอบเขตการปรับปรุง” (area) ที่ควรให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ช่วยให้องค์กรสามารถนำแนวทางไปดำเนินการเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย และสามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพและสามารถสร้างมูลค่าให้กับองค์กรได้สูงสุดตามที่องค์กรตั้งไว้

จุดเด่น

1) การตรวจประเมินดำเนินการโดยผู้ตรวจประเมินที่ผ่านการอบรมและได้รับการรับรอง (Certify) จากองค์กรชั้นนำระดับโลก เช่น TÜVSÜD เป็นต้น

2) การตรวจประเมินดำเนินการในรูปแบบการสัมภาษณ์ ทำให้ผู้บริหารและบุคลากรในหน่วยงานต่างๆ ในบริษัท มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น และสอบถามข้อสงสัยต่อผู้ตรวจประเมิน โดยตรง

3) องค์กรได้รับทราบข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กร ว่าอยู่ในระดับ Maturity level ที่เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) รวมทั้งข้อมูล “ขอบเขตการปรับปรุง” (area) ที่ควรให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

ข้อจำกัด : มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการดำเนินการตรวจประเมิน

6.3.5 Self-assessment 4.0 ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

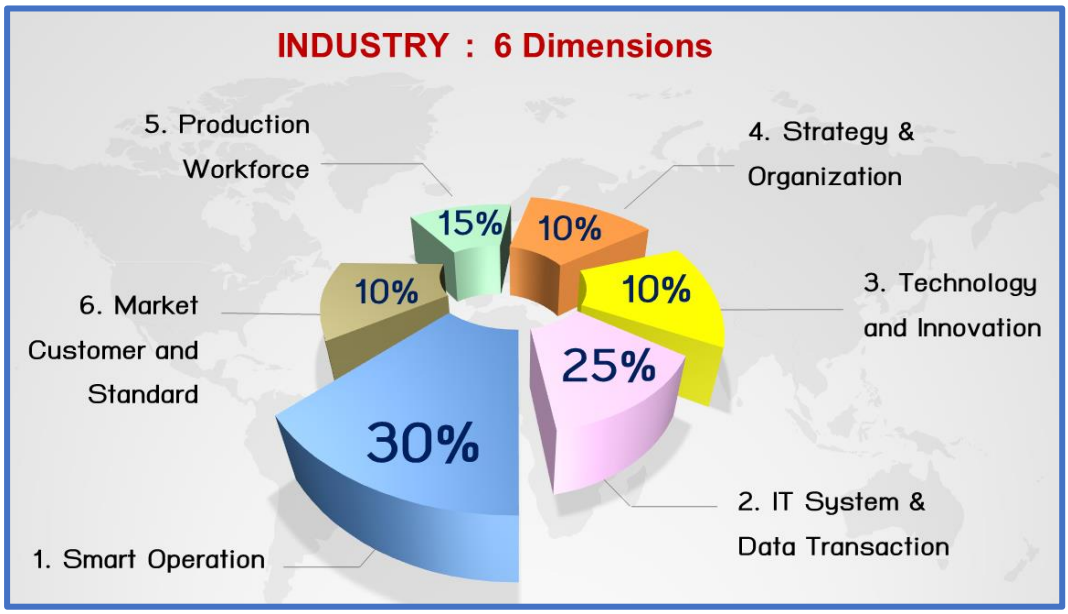
จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่า ส.อ.ท. ได้ตระหนักและให้ความสำคัญกับการขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 เพื่อยกระดับและเพิ่มขีดความสามารถของภาคอุตสาหกรรมไทย โดย ส.อ.ท. เป็นองค์กรแรกของไทยที่เริ่มนำโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 เข้ามาใช้ในการประเมินภาคอุตสาหกรรมไทย ที่ผ่านมา ส.อ.ท. ได้ดำเนินการจัดทำโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ขึ้นมาแล้ว 2 เวอร์ชั่น โดยในปี พ.ศ. 2559 ได้ดำเนินการจัดทำโมเดลแบบประเมินตนเอง (Self-assessment) ร่วมกับ ม.มหิดล และใช้ดำเนินการสำรวจสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม จำนวน 150 กิจการ ซึ่งจากประสบการณ์ที่มี ประกอบกับการศึกษาโมเดลแบบประเมินต่างๆ จากต่างประเทศ จึงได้ต่อยอดพัฒนาปรับปรุงเป็นโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561

โมเดลแบบประเมิน **“Self-assessment 4.0”** เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 นี้เกิดจากความร่วมมือระหว่าง ส.อ.ท. และกระทรวงอุตสาหกรรม โดยกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้ร่วมมือกันพัฒนาโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อขยายผลการประเมินระดับศักยภาพสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรมการผลิต การค้าและการบริการ และเพื่อเตรียมความพร้อมในด้านการปรับเปลี่ยนอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติให้กับสถานประกอบการ นอกจากนี้เพื่อให้การดำเนินการจัดทำโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” นี้ ได้รับความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการแต่งตั้ง *“คณะกรรมการพิจารณาและปรับปรุงแบบประเมินศักยภาพสถานประกอบการภาคการผลิต การค้า และบริการ”* มีองค์ประกอบผู้ทรงคุณวุฒิจากภาคอุตสาหกรรม ภาคการค้าและการบริการ และภาคการศึกษา รวมทั้งสิ้น 15 หน่วยงาน ประกอบด้วย (1) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (2) สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย (3) กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (4) กรมโรงงานอุตสาหกรรม (5) สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (6) สถาบันไทย-เยอรมัน (7) สมาพันธ์เอสเอ็มอีไทย (8) สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (9) สมาคมเครื่องจักรกลไทย (10) สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (11) สมาพันธ์โลจิสติกส์ไทย (12) สมาคมโรงแรมไทย (13) สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น (14) มหาวิทยาลัยมหิดล และ (15) สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร เพื่อพิจารณาให้ความคิดเห็นในการพัฒนาโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทของภาคอุตสาหกรรม ภาคการค้าและการบริการของไทย อีกทั้งโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” นี้ ยังได้ถูกนำไปทดสอบนำร่องกับองค์กรทั้งที่เป็นองค์กรขนาดเล็ก ขนาดกลางและองค์กรขนาดใหญ่จำนวนกว่า 50 แห่ง ก่อนนำไปใช้จริง เพื่อสำรวจระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ของภาคอุตสาหกรรม ภาคการค้าและการบริการของไทยกว่า 1,500 กิจการ

โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยการประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” จะแยกแยะระดับความพร้อมขององค์กรที่ตอบแบบประเมิน ออกเป็น 4 ระดับ (ระดับ 1 ถึงระดับ 4) ได้แก่ ระดับ 1 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 1.0 ” ระดับ 2 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 2.0 ” ระดับ 3 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 3.0” และระดับสูงสุด คือระดับที่ 4 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 4.0 ” เพื่อให้องค์กรทราบระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรตนเอง ว่าอยู่ในระดับ Maturity level เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 พร้อมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” จะแบ่งออกเป็น 6 มิติแต่ละมิติจะมีน้ำหนัก ไม่เท่ากัน เนื่องจากทั้ง 6 มิติ จะมุ่งเน้นการประเมินที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 36) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- **มิติที่ 1 Smart operation** มีน้ำหนักร้อยละ 30 ซึ่งเป็นมิติที่มีน้ำหนักสูงที่สุดในการประเมิน มิตินี้มุ่งเน้นการประเมินภาพรวมและสถานภาพการประกอบอุตสาหกรรมของกิจการในปัจจุบันและการใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติและสารสนเทศ
- **มิติที่ 2 IT system & Data transaction** มีน้ำหนักร้อยละ 25 ซึ่งเป็นมิติที่มีน้ำหนักสูงสุดเป็นอันดับที่สองในการประเมิน มุ่งเน้นการประเมินการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารจัดการองค์กรและการผลิต รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตและการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์

- **มิติที่ 3 Technology & Innovation** มีน้ำหนักร้อยละ 10 มุ่งเน้นการประเมินความพร้อมและศักยภาพขององค์กรในการรองรับและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม และความร่วมมือในการทำวิจัยและพัฒนานวัตกรรมร่วมกับหน่วยงานภายนอก เพื่อยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 4 Strategy & organization** มีน้ำหนักร้อยละ 10 มุ่งเน้นการประเมินภาพรวมขององค์กรในการวางกลยุทธ์ ยุทศาสตร์ และการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีอัตโนมัติและสารสนเทศ เพื่อปรับเปลี่ยนองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 5 Production workforce** มีน้ำหนักร้อยละ 15 มุ่งเน้นการประเมินทักษะความเชี่ยวชาญของบุคลากรในการผลิต และแผนการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญของบุคลากรในการผลิต เพื่อรองรับการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติและสารสนเทศเข้ามาใช้ในการปรับเปลี่ยนองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 6 Market customer & standard** มีน้ำหนักร้อยละ 10 มุ่งเน้นการประเมินการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ และข้อมูลของผู้บริโภค การเชื่อมโยงความต้องการของผู้บริโภคต่อการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และการมีมาตรฐานต่างๆ รองรับการผลิต



ภาพที่ 36 โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry)

สรุป โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 และจะแยกแยะระดับความพร้อมขององค์กรที่ตอบแบบประเมินออกเป็น 4 ระดับ คือระดับอุตสาหกรรม 1.0 ถึงระดับอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อให้องค์กรทราบระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรตนเอง ว่าอยู่ในระดับ Maturity level เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 และทราบถึงข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

<u>จุดเด่น</u>

1) โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของภาคอุตสาหกรรมไทย

2) มีคำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0)

3) ลักษณะเด่นของ Software ที่ใช้

- User-friendly: ผู้ตอบแบบประเมินสามารถใช้งานได้ง่าย
- Resume allowance: ในกรณีที่ผู้ตอบแบบประเมินไม่สามารถดำเนินการตอบแบบประเมินได้จนเสร็จสมบูรณ์ในครั้งเดียว ก็จะสามารถกลับมาดำเนินการได้ต่อเนื่อง ณ จุดเดิม หลังจาก Log in กลับเข้ามาอีกครั้ง
- Real-time result: บริษัทสามารถทราบผลการประเมินได้ทันที หลังจากตอบแบบประเมินเสร็จสมบูรณ์

<u>ข้อจำกัด</u>

1) โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ที่พัฒนาในเวอร์ชั่นนี้ เหมาะกับผู้ประกอบการขนาดกลางขึ้นไป ไม่เหมาะกับผู้ประกอบการ Startup / กิจการขนาดเล็ก หรือ กิจการในพื้นที่ต่างจังหวัด

2) คำถามในโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เป็นคำถามที่ค่อนข้างซับซ้อน มีศัพท์เฉพาะทางเทคนิควิศวกรรมค่อนข้างเยอะ ทำให้เข้าใจยาก

3) ใช้เวลาค่อนข้างมาก (โดยเฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง) ในการดำเนินการเพื่อตอบคำถามในโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ให้แล้วเสร็จ

4) โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” ที่พัฒนาในเวอร์ชั่นนี้ ยังไม่สามารถแสดงผลข้อมูลเชิงเปรียบเทียบกับกิจการอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกันได้ทันที (Real time) เนื่องจากข้อจำกัดของ Software ที่ใช้

5) คำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรม 4.0 (Industry 4.0) ค่อนข้างกว้าง

6) มีค่าใช้จ่ายในการใช้ลิขสิทธิ์ Software เนื่องจากเป็น Software ของต่างประเทศ

โดยสรุป การเตรียมความพร้อมในการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 หรือโรงงานอัจฉริยะ เป็นสิ่งที่จำเป็นและมีหลายประเด็นที่ผู้บริหารต้องคำนึงถึงและต้องพิจารณา โดยสิ่งสำคัญที่ต้องวางแผนคือวิธีการหรือขั้นตอนที่จะทำให้เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ เนื่องจากการปรับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 มีหลายอย่างที่ต้องดำเนินการ ทั้งการวางนโยบาย การเตรียมความพร้อมของทักษะบุคลากรในการรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ การประยุกต์ใช้และปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในองค์กร และการเตรียมความพร้อมทางด้านเงินทุน ทำให้ผู้บริหารต้องวางแผนในการจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินงานให้รอบครอบและรัดกุม โดยข้อมูลในลำดับแรกๆ ที่ผู้บริหารจำเป็นต้องทราบคือ ข้อมูลสถานะปัจจุบันขององค์กร ซึ่งปัจจุบันหลาย

ประเทศได้มีการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ออกมาอย่างต่อเนื่อง องค์กรชั้นนำในต่างประเทศ ทั้งในภาคการศึกษาและในภาคอุตสาหกรรม ต่างก็ศึกษาและพัฒนาโมเดลแบบประเมินฯ และตั้งชื่อเรียกโมเดลแบบประเมินฯ นั้นๆ แตกต่างกันไป โดยโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่ถูกพัฒนาออกมา มี 2 รูปแบบ คือ (1) โมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับผู้ตรวจประเมินที่ได้รับการรับรอง ใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) และ (2) โมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้สำหรับประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ทีมนักวิจัยได้ศึกษาและคัดเลือกโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีการอ้างอิงถึงและนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย จำนวน 5 โมเดล โดยสามารถสรุปการเปรียบเทียบของแต่ละโมเดลแบบประเมินฯ ได้ดังนี้

การเปรียบเทียบ	Industry 4.0 Readiness (VDMA)	Industrie 4.0 CheckUp (IFF)	Industry 4.0/Digital Operation Self-Assessment Model (PWC)	Smart Industry Readiness Index: SIRI (EDB)	Self-assessment 4.0 (ส.อ.ท.)
ปีที่เผยแพร่	ค.ศ. 2015	ค.ศ. 2015	ค.ศ. 2016	ค.ศ. 2017	ค.ศ. 2018
ประเทศ	เยอรมนี	เยอรมนี	อังกฤษ	สิงคโปร์	ไทย
รูปแบบการประเมิน	Online Self- assessment สำหรับผู้ประกอบการใช้ในการประเมินองค์กรตนเอง	ผู้ตรวจประเมิน สัมภาษณ์และทำ Workshop กับผู้บริหารและบุคลากรในหน่วยงานต่างๆ	Online Self- assessment สำหรับผู้ประกอบการใช้ในการประเมินองค์กรตนเอง	ผู้ตรวจประเมิน สัมภาษณ์ผู้บริหารและบุคลากรในหน่วยงานต่างๆ	Online Self- assessment สำหรับผู้ประกอบการใช้ในการประเมินองค์กรตนเอง
รูปแบบคำถาม	คำถามทั่วไป ไม่ซับซ้อน	มีทั้งคำถามทั่วไป ไม่ซับซ้อน และคำถามเชิงเทคนิค โดยขึ้นกับผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor)	คำถามทั่วไป ไม่ซับซ้อน	มีทั้งคำถามทั่วไป ไม่ซับซ้อน และคำถามเชิงเทคนิค โดยขึ้นกับผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor)	คำถามค่อนข้างซับซ้อน มีศัพท์เฉพาะทางเทคนิคค่อนข้างเยอะ
ค่าใช้จ่ายในการประเมิน	ไม่มีค่าใช้จ่าย	ค่อนข้างสูง	ไม่มีค่าใช้จ่าย	ค่อนข้างสูง	ไม่มีค่าใช้จ่าย
การแสดงผลการประเมิน	แสดงผลทันที (Real Time) หลังการตอบแบบประเมินแล้วเสร็จ	รายงานเชิงลึกจากผู้ตรวจประเมิน	แสดงผลทันที (Real Time) หลังการตอบแบบประเมินแล้วเสร็จ	รายงานเชิงลึกจากผู้ตรวจประเมิน	แสดงผลทันที (Real Time) หลังการตอบแบบประเมินแล้วเสร็จ
ข้อมูลที่องค์กรได้รับจากการประเมิน	(1) Maturity level (2) ผลการเปรียบเทียบกับบริษัทอื่นๆ ในกลุ่มอุตสาหกรรม (3) คำแนะนำในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) แต่ยังเป็นคำแนะนำที่เป็น Action plans ค่อนข้างกว้าง	(1) Maturity level (2) ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions) (3) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization) (4) เส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap)	(1) Maturity level (2) คำแนะนำในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรม 4.0 แต่ยังเป็นคำแนะนำที่เป็น Action plans ค่อนข้างกว้าง	(1) ระดับความพร้อมขององค์กรในปัจจุบัน (Current Status) ในรูปแบบ Assessment matrix (2) ข้อมูล “ขอบเขตการปรับปรุง” (area) ที่ควรให้ความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ใน Prioritisation matrix	(1) Maturity level (2) คำแนะนำในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรม 4.0 แต่ยังเป็นคำแนะนำที่เป็น Action plans ค่อนข้างกว้าง

7. การพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry) ของประเทศไทย

ทีมนักวิจัยได้ดำเนินการจัดประชุมหารือกับภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีองค์ประกอบของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาอุตสาหกรรมจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน ที่มีประสบการณ์ในการดำเนินการด้านการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 โดยมีจุดประสงค์เพื่อพิจารณาให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่เหมาะสมสำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry) ของประเทศไทย โดยที่ผ่านมามีการจัดประชุมหารือแล้วทั้งสิ้นจำนวน 5 ครั้ง ดังนี้

7.1 การประชุมหารือครั้งที่ 1 ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

สืบเนื่องจาก เมื่อปลายปี พ.ศ. 2562 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้มีการลงนามในบันทึกตกลงความร่วมมือ (MOU) กับสภาพัฒนาการเศรษฐกิจสิงคโปร์ หรือ Singapore Economic Development Board (EDB) และ TÜVSÜD โดยมีจุดประสงค์เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ตามรูปแบบของโมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของประเทศสิงคโปร์ ให้กับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมของ สวทช. และใช้ SIRI เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการไทย จำนวน 17 แห่ง ดังนั้น ทำให้ สวทช. เป็นหน่วยงานในอันดับแรกๆ ที่ทีมนักวิจัยสนใจ เพื่อขอรับการแลกเปลี่ยนมุมมองและประสบการณ์ และขอรับข้อเสนอแนะในการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน คณะนักวิจัยจึงจำเป็นต้องจัดการประชุมในลักษณะ Online meeting ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom โดยในการประชุมหารือครั้งนี้ จัดขึ้นในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 15.30 – 17.30 น. ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 12 ท่าน จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) มีรายนามดังต่อไปนี้

<u>สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)</u>

1) ดร. ณัฐกา สิงหวิลัย รอง ผอ. ฝ่ายการสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมภาคเอกชน
2) น.ส. จีรวลา ฮวดมัย ผจก.อุตสาหกรรมการผลิต
3) น.ส. ระสิตา ถาวรานุรักษ์ ผจก.อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์
4) น.ส. กาญจนาภา พันธุมะผล ที่ปรึกษาอาวุโส
5) น.ส. สโรชา พุ่มบัว ที่ปรึกษาอาวุโส
6) ดร. รวีภัทร์ ผุดผ่อง ผู้อำนวยการฝ่ายความร่วมมืออุตสาหกรรมสมัยใหม่

<u>สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.)</u>

7) ดร. นฤกมล ภู่ขาว ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา

8) น.ส. ศุภกาญจน์ พรมหราช นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
9) น.ส. ศิริภัสร์ ทองชู นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
10) น.ส. พชรภรณ์ ศรีมาลานนท์ นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
11) น.ส. หทัยรัตน์ ทองนุ้ย นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์เชิงลึกของภาคอุตสาหกรรม
12) น.ส. นฤดี มาทองหลาง นักวิชาการ สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม

ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ส.อ.ท. ได้ดำเนินการจัดทำโมเดลแบบประเมินตนเอง สำหรับใช้ดำเนินการสำรวจสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมมาแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 และได้มีการต่อยอดพัฒนาปรับปรุงเป็นโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 โดยผ่านการกลั่นกรองจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน ดังนั้นการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry) ของประเทศไทย น่าจะตั้งต้นจากกรอบโครงสร้าง (Framework) ตามโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. ซึ่งประกอบด้วยมิติ ที่ค่อนข้างครอบคลุม
- ควรดึงจุดเด่นของโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ของต่างประเทศที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อนำมาปรับปรุงโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น โมเดลแบบประเมิน Industry 4.0 Readiness ของสมาคมอุตสาหกรรมวิศวกรรมเครื่องกล (Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau: VDMA) ประเทศเยอรมนี โมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ของ Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation (IFF) ประเทศเยอรมนี โมเดลแบบประเมิน The Industry 4.0 / Digital Operation Self-Assessment Model ของ Price Waterhouse Coopers (PWC) ประเทศอังกฤษ และที่สำคัญคือ โมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของประเทศสิงคโปร์
- โมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของประเทศสิงคโปร์ มีจุดเด่นและน่าสนใจกว่าโมเดลแบบประเมินอื่นๆ ในการนำมาศึกษาและประยุกต์เข้ากับโมเดลแบบประเมินของไทย เนื่องจากในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2020 สภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum หรือ WEF) ให้การยอมรับว่า SIRI เป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่ครอบคลุมที่สุด สามารถใช้ประเมินองค์กรได้ทุกขนาดกิจการ รวมทั้งสามารถใช้ประเมินองค์กรได้ทุกอุตสาหกรรม และได้ประกาศให้ SIRI เป็น Global Smart Industry Readiness Index โมเดลแบบประเมินมาตรฐานระดับสากลในการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 และประกาศว่า WEF จะเป็นแกนนำร่วมกับ EDB ในการผลักดันให้องค์กรทั่วโลกกว่า 1,000 องค์กร ใช้โมเดล Global Smart Industry Readiness Index นี้ในการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมขององค์กรตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ภายในปี 2021

- การพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทย ควรพิจารณาให้ครอบคลุมทุกมิติการประเมิน
- เมื่อตกผลึกเป็นโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทยแล้ว ควรนำโมเดลแบบประเมินนี้ไปหารือกับภาคส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่มีประสบการณ์ในการดำเนินการด้านการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 เช่น สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นต้น

7.2 การประชุมหารือครั้งที่ 2 ในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นองค์กรที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาขีดความสามารถทางการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมไทย ให้สามารถยกระดับผลิตภาพขององค์กร และเติบโตอย่างเข้มแข็งและยั่งยืน ในปี พ.ศ. 2560 สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติได้มีความร่วมมือกับ Fraunhofer Institute ประเทศเยอรมนี โดยมีจุดประสงค์เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ตามรูปแบบของโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ของ Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation (IFF) ประเทศเยอรมนี ให้กับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมของสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ จนกระทั่งผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นได้รับการรับรอง (Certify) จาก Fraunhofer Institute ประเทศเยอรมนีเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และต่อมาสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติก็ได้นำโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ของ IFF มาใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการไทยจำนวนหนึ่ง อีกทั้ง จากการประชุมหารือกับ สวทช. เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะให้หารือเพิ่มเติมกับคณะผู้เชี่ยวชาญของสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ เพื่อแลกเปลี่ยนมุมมองและประสบการณ์ และขอรับข้อเสนอแนะในการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทย คณะนักวิจัยจึงได้มีการจัดประชุมหารือขึ้นในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 15.00 – 17.30 น. เนื่องจากยังอยู่ในช่วงสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน คณะนักวิจัยจึงจำเป็นต้องจัดการประชุมในลักษณะ Online meeting ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom โดยการประชุมในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 15 ท่าน จากสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) มีรายนามดังต่อไปนี้

<u>สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ</u>

1) น.ส. นันทพร อังอติชาติ ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย
2) นาย วุฒิพงศ์ บุญนายวา ผู้จัดการส่วนบริหารการผลิต
3) น.ส. พัชรศรี แดงทองดี นักวิจัย ส่วนวิจัยการเพิ่มผลผลิต

<u>สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)</u>

4) ดร. ณัฐกา สิงหวิลัย รอง ผอ. ฝ่ายการสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมภาคเอกชน

5) น.ส. จีรวลา ฮวดมัย ผจก.อุตสาหกรรมการผลิต
6) น.ส. ระสิตา ถาวรานุรักษ์ ผจก.อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์
7) น.ส. กาญจนาภา พันธุมะผล ที่ปรึกษาอาวุโส
8) น.ส. สโรชา พุ่มบัว ที่ปรึกษาอาวุโส
9) ดร. รวีภัทร์ ผุดผ่อง ผู้อำนวยการฝ่ายความร่วมมืออุตสาหกรรมสมัยใหม่

<u>สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.)</u>

10) ดร. นฤกมล ภู่ขาว ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา
11) น.ส. ศุภกาญจน์ พรหมราช นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
12) น.ส. ศิริภัสร์ ทองชู นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
13) น.ส. พชรภรณ์ ศรีมาลานนท์ นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
14) น.ส. หทัยรัตน์ ทองนุ้ย นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์เชิงลึกของภาคอุตสาหกรรม
15) น.ส. นฤดี มาทองหลาง นักวิชาการ สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม

ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ควรศึกษาและนำข้อดีของโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ของ IFF ประเทศเยอรมนี และ โมเดลแบบประเมิน Smart Industry Readiness Index (SIRI) ของประเทศสิงคโปร์ มาใช้ในการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry) ของประเทศไทย เนื่องจากโมเดลแบบประเมินทั้ง 2 โมเดล เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
- โมเดลแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทย ควรดึงผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมเข้ามามีส่วนร่วมในการให้ข้อคิดเห็นด้วย
- ก่อนที่จะนำโมเดลแบบประเมินที่จะพัฒนาขึ้นมานี้ ไปใช้ในการประเมินจริงในภาคอุตสาหกรรม ควรมีการทำ Pilot test กับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมจำนวนหนึ่งก่อน เพื่อทดลองโมเดลแบบประเมินที่พัฒนาขึ้น และนำข้อเสนอแนะและ Feedback จากผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม มาปรับปรุงให้โมเดลแบบประเมินมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
- การพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ที่เป็นลักษณะให้ผู้ประกอบการประเมินตนเอง (Self-assessment) ควรมีรูปแบบคำถามที่เข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และไม่ใช้เวลามากเกินไป เนื่องจากเป็นแบบประเมินให้ผู้ประกอบการประเมินตนเอง (Self-assessment) เพื่อให้ผู้ประกอบการทราบถึงแนวโน้มผลลัพธ์ของระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ขององค์กรตนเอง ว่ามีแนวโน้มอยู่ที่ระดับใด และมีแนวทางกว้างๆ ในการยกระดับองค์กรอย่างไร เพื่อเพิ่มผลิตผล (Productivity) หรือลดต้นทุนขององค์กร
- สำหรับโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0ที่เป็นลักษณะให้ผู้ตรวจประเมินที่ได้รับการรับรอง (Certified Assessor) ใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าไปประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) คณะ

นักวิจัยควรพัฒนากรอบโครงสร้าง (Framework) ของมิติการประเมิน (Dimension) และแนวทางคำถามให้ครอบคลุม เพื่อเป็นกรอบแนวทางให้ผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor) ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน ซึ่งผู้ตรวจประเมิน (Certified Assessor) สามารถใช้กรอบแนวทางดังกล่าว ร่วมกับทักษะความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่มี ในการตั้งคำถามที่เหมาะสมตรงกับหน้างาน สำหรับการตรวจประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) ได้

- ผลลัพธ์ของการประเมินในรูปแบบที่ผู้ตรวจประเมินเข้าไปตรวจประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ณ สถานที่จริง (Site visit) จะละเอียดกว่าการประเมินในรูปแบบที่ผู้ประกอบการประเมินตนเอง (Self-assessment) เนื่องจากจากทักษะความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ของผู้ตรวจประเมินจะทำให้ผู้ประกอบการทราบถึงผลลัพธ์ที่ค่อนข้างตรงกับระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0ขององค์กรที่เป็นอยู่ ณ ปัจจุบัน ว่าอยู่ที่ระดับใด อีกทั้ง ผู้ตรวจประเมิน ยังสามารถให้แนวทางในการยกระดับองค์กรที่ละเอียดกว่าอีกด้วย
- การพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry) ของประเทศไทย ควรหารือเพิ่มเติมกับภาคส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันไทย-เยอรมัน สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย (Thai Automation and Robotics Association: TARA) และศูนย์ความเป็นเลิศด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Center of Robotic Excellence : CoRE) เป็นต้น

7.3 การประชุมหารือครั้งที่ 3 ในวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

สืบเนื่องจาก จากการประชุมหารือกับ สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ และ สวทช. เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะให้หารือเพิ่มเติมกับภาคส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันไทย-เยอรมัน สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย (Thai Automation and Robotics Association: TARA) และศูนย์ความเป็นเลิศด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Center of Robotic Excellence : CoRE) เป็นต้น เพื่อแลกเปลี่ยนมุมมองและประสบการณ์ และขอรับข้อเสนอแนะในการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทย คณะนักวิจัยจึงได้หารือกับสถาบันไทย-เยอรมัน และขอนำเรื่องนี้เข้าบรรจุเป็นวาระเพื่อพิจารณาในการประชุมคณะทำงาน Task Force 1 ของสถาบันไทย-เยอรมัน ซึ่งเป้าหมายของคณะทำงานชุดนี้มุ่งเน้นในการจัดทำแนวทางการยกระดับสถานประกอบการ และพัฒนาดัชนีชี้วัดความพร้อมอุตสาหกรรม 4.0 ของไทย ซึ่งที่ประชุมมีองค์ประกอบของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาอุตสาหกรรมจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน ที่มีประสบการณ์ในการดำเนินการด้านการประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 โดยคณะทำงาน Task Force 1 ได้มีการจัดประชุมหารือขึ้นในวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 13.30 – 15.00 น. ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom โดยการประชุมในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 16 ท่าน จาก 8 หน่วยงาน มีรายนามดังต่อไปนี้

1) ดร. อุดม ลิ่วลมไพศาล หัวหน้าทีมวิจัยเทคโนโลยีระบบวัดและควบคุมระยะไกล สวทช.
2) นาย ณัฐพันธ์ แสนเด็ดดวงดี วิศวกรปฏิบัติการ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
3) ดร. นฤกมล ภู่ขาว ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา / ผู้อำนวยการ

	สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม ส.อ.ท.
4) นาย วรินทร์ รอดโพธิ์ทอง	ที่ปรึกษาโครงการด้านการกำหนดมาตรฐาน /สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย
5) น.ส. นันทพร อังอติชาติ	ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ
6) นาย วุฒิพงศ์ บุญนายวา	ผู้จัดการส่วนบริหารการผลิต สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ
7) นาย พิพัฒน์ ก้องกิจกุล	นักวิเคราะห์อาวุโส สวทช.
8) ดร. รวีภัรทร์ ผุดผ่อง	ผู้อำนวยการฝ่ายความร่วมมืออุตสาหกรรมสมัยใหม่ สวทช.
9) น.ส. จีรวลา ฮวดมัย	ผจก. อุตสาหกรรมการผลิต สวทช.
10) ดร. เต็มสิริ ทรัพย์สมาน	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)
11) ผศ.ดร. สุภชัย วงศ์บุณย์ยง	ศูนย์ความเป็นเลิศด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
12) นาย สมวัชร์ ทัตตานนท์	สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย
13) นาย นพดล ตะวงษ์	สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย
14) นายสิริวัฒน์ ไวยนิตย์	ผู้จัดการแผนกเทคโนโลยีโรงงานอัตโนมัติ สถาบันไทย-เยอรมัน
15) น.ส. เรวดี ศรีนุ้ยคง	สวทช.
16) น.ส. ชลลดา ศรีสมบัติไพบูลย์	สถาบันไทย-เยอรมัน

ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ในการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry) ของประเทศไทย ทีมนักวิจัยควรดำเนินการด้วยความระมัดระวัง ในเรื่องของลิขสิทธิ์ การทับซ้อนหรือการลอกเลียนโมเดลแบบประเมินของต่างประเทศ
- กรอบโครงสร้าง (Framework) สำหรับมิติการประเมิน (Dimension) ของโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. ค่อนข้างครอบคลุมและสอดคล้องกับโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ของต่างประเทศ เพียงแต่ “Self-assessment 4.0” ของ ส.อ.ท. เวอร์ชั่นปัจจุบันมีเพียงมิติหลัก เท่านั้น ในการดำเนินการขั้นต่อไป อาจจะพิจารณาเพิ่มเติมมิติย่อย (Sub-dimension) ซึ่งจะทำให้โมเดลแบบประเมินมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
- ควรกำหนดอุตสาหกรรมเป้าหมายที่จะดำเนินการ โดยแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมควรมีจำนวนผู้ประกอบการที่เข้ารับการประเมินไม่ต่ำกว่า 30 โรงงาน เพื่อสามารถเก็บข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติที่มีระดับความเชื่อมั่นและความถูกต้องมากขึ้น และสามารถสร้างเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ของภาคอุตสาหกรรมไทยต่อไปในอนาคต
- ก่อนที่จะนำโมเดลแบบประเมินที่จะพัฒนาขึ้นมานี้ ไปใช้ในการประเมินจริงในภาคอุตสาหกรรม ควรมีการทำ Pilot test กับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมจำนวนหนึ่งก่อน เพื่อทดลองโมเดลแบบประเมินที่พัฒนาขึ้น และนำข้อเสนอแนะและ Feedback จากผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม มาปรับปรุงให้โมเดลแบบประเมินมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

7.4 การประชุมหารือครั้งที่ 4 ในวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2564

ในการประชุมหารือครั้งนี้ เป็นการประชุมหารือกับ ดร.ขัติยา ไกรกาญจน์ กรรมการผู้จัดการบริษัท เควี อีเลคทรอนิคส์ จำกัด ซึ่ง ดร.ขัติยา เคยดำรงตำแหน่งเป็นรองประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และประธานสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม ส.อ.ท. อีกทั้ง ยังได้รับการแต่งตั้งเป็นประธานใน *"คณะกรรมการพิจารณาและปรับปรุงแบบประเมินศักยภาพสถานประกอบการภาคการผลิต การค้า และบริการ"* โดยคณะกรรมการฯ ชุดนี้มีบทบาทหน้าที่ในการพิจารณาให้ความคิดเห็นในการพัฒนาโมเดลแบบประเมิน "Self-assessment 4.0" เวอร์ชั่น ปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทของภาคอุตสาหกรรม ภาคการค้าและการบริการของไทย ในการดำเนินโครงการนี้ คณะนักวิจัยได้เชิญ ดร.ขัติยา เป็นที่ปรึกษาโครงการ และได้มีการนัดประชุมหารือขึ้นในวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 14.30 น. ณ ห้องประชุม 1010 ชั้น 10 สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 7 ท่าน มีรายนามดังต่อไปนี้

<u>สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.)</u>

1)	ดร. ขัติยา ไกรกาญจน์	ที่ปรึกษาโครงการ
2)	ดร. นฤกมล ภู่ขาว	ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา
3)	น.ส. ศุภกาญจน์ พรหมราช	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
4)	น.ส. ศิริภัสร์ ทองชู	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
5)	น.ส. พชรภรณ์ ศรีมาลานนท์	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
6)	น.ส. หทัยรัตน์ ทองนุ้ย	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์เชิงลึกของภาคอุตสาหกรรม
7)	น.ส. นฤดี มาทองหลาง	นักวิชาการ สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม

ดร. ขัติยา มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- ส.อ.ท. เคยมีประสบการณ์ในการจัดทำโมเดลแบบประเมินตนเอง (Self-assessment) สำหรับใช้ดำเนินการประเมินสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมมาแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ร่วมกับ ม. มหิดล และได้ดำเนินการสำรวจสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ที่เป็นสมาชิกของ ส.อ.ท. มาแล้ว จำนวน 150 กิจการ และต่อมาได้มีความร่วมมือกับกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ในการต่อยอดพัฒนาปรับปรุงเป็นโมเดลแบบประเมิน "Self-assessment 4.0" เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ซึ่งทำให้โมเดลแบบประเมินของ ส.อ.ท. มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น อีกทั้ง ยังผ่านการกลั่นกรองจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน นอกจากนี้ ส.อ.ท. ยังได้ดำเนินการสำรวจสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม จำนวนกว่า 1,500 กิจการ ดังนั้นการพัฒนาโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต ของประเทศไทย โดยตั้งต้นจากกรอบโครงสร้าง (Framework) ตามโมเดลแบบประเมิน "Self-assessment 4.0" เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. ก็น่าจะเหมาะสม แต่ควรพัฒนาปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมในปัจจุบันมากขึ้น

- ส.อ.ท. ควรถอดประสบการณ์ของคณะนักวิจัย ที่เคยดำเนินการสำรวจสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม จำนวนกว่า 1,500 กิจการ เมื่อปี 2561 อีกทั้ง ยังควรนำ Feedback ที่ได้รับจากผู้ประกอบการที่เข้าร่วมการประเมิน มาพัฒนาปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- เห็นด้วยกับการดำเนินงานที่คณะนักวิจัย จะดึงผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมเข้ามามีส่วนร่วมในการให้ข้อคิดเห็นด้วย และก่อนที่จะนำโมเดลแบบประเมินที่จะพัฒนาขึ้นมานี้ ไปใช้ในการประเมินจริงในภาคอุตสาหกรรม ควรมีการทำ Pilot test กับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมจำนวนหนึ่งก่อน เพื่อทดลองโมเดลแบบประเมินที่พัฒนาขึ้น และนำข้อเสนอแนะและ Feedback จากผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม มาปรับปรุงให้โมเดลแบบประเมินมีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- บริษัท เควี อีเลคทรอนิคส์ จำกัด ได้เคยใช้โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 ของ ส.อ.ท. ในการประเมินองค์กรตนเอง และพบข้อจำกัดเรื่องการซับซ้อนของคำถามในแบบประเมิน ดังนั้น โมเดลแบบประเมินที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ในโครงการนี้ ควรปรับปรุงรูปแบบคำถามที่เข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และไม่ใช้เวลามากเกินไป นอกจากนั้น ควรจัดทำเป็นรายงานให้ผู้ประกอบการทราบถึงผลลัพธ์ของระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ขององค์กรตนเอง ว่าอยู่ที่ระดับใด และแนวทางในการยกระดับองค์กรอย่างไร เพื่อเพิ่มผลิตผล (Productivity) หรือลดต้นทุนขององค์กร ในทุกมิติ (Dimension) ที่ประเมิน
- ควรจัดทำระบบฐานข้อมูลระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ของภาคอุตสาหกรรมไทย และควรแชร์ข้อมูลกับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะภาครัฐ และภาคการศึกษา เพื่อให้องค์กรต่างๆ สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศต่อไป

7.5 การประชุมหารือครั้งที่ 5 ในวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2564

ในการประชุมหารือครั้งนี้ เป็นการประชุมหารือกับคณะทำงาน Policy Research ของสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม ส.อ.ท. ซึ่งเป้าหมายของคณะทำงานชุดนี้มุ่งเน้นในการผลักดันทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมแห่งอนาคต และการเสนอแนะแนวทางในการกำหนดนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) กับภาครัฐ ซึ่งที่ประชุมมีองค์ประกอบของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาอุตสาหกรรมจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน โดยคณะทำงาน Policy Research ได้มีการจัดประชุมหารือขึ้นในวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2564 เวลา 14.00 -16.30 น. ณ ห้องประชุม 1010 ชั้น 10 สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย โดยการประชุมในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 22 ท่าน จาก 11 หน่วยงาน มีรายนามดังต่อไปนี้

<u>สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ</u>

1)	นาย วรินทร์ รอดโพธิ์ทอง	ที่ปรึกษาโครงการด้านการกำหนดมาตรฐาน / สมาคมผู้ประกอบการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไทย *(ประธานคณะทำงานฯ)*
2)	นาย คเณศ วิศรุตพงษ์	ผู้อำนวยการงานวิจัยและพัฒนา บริษัท บางจากฯ จำกัด (มหาชน) *(รองประธานคณะทำงานฯ)*
3)	ดร. นฤกมล ภู่ขาว	ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา

4)	น.ส. นพมาศ ช่วยนุกูล	ผู้อำนวยการกองนโยบายอุตสาหกรรมมหภาค สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
5)	รศ.ดร. สิรี ชัยเสรี	ผู้อำนวยการหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) สอวช.
6)	น.ส. สิรินยา ลิม	ผู้อำนวยการฝ่ายเศรษฐกิจนวัตกรรม สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.)
7)	น.ส. จีรวลา ฮวดมัย	ผู้จัดการอุตสาหกรรมการผลิต สวทช.
8)	น.ส. ระสิตา ถาวรานุรักษ์	ผู้จัดการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์ สวทช.
9)	นาย ธนชาติ ภัทรทิพากร	สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
10)	ดร.ภก. ชัยวัฒน์ คณิตวรานันท์	Pharmacy Automation Director บริษัท เกทเวย์ เฮลท์แคร์ จำกัด
11)	ดร.ภก. ชาญณรงค์ เตชะอังกูร	ประธานกลุ่มอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ ส.อ.ท. และกรรมการผู้จัดการบริษัท มิลลิเมด จำกัด
12)	ดร.วสันต์ อริยพุทธรัตน์	นายกสมาคมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ และ Founder & Industry Pioneer, Chief Industrial Ecologist บริษัท คีนน์ จำกัด
13)	น.ส. นาตยา สุขเกษม	ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงบประมาณ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
14)	นาย เปรมวิทย์ จรีเวฬุโรจน์	กรรมการสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม ส.อ.ท.
15)	ดร. พิมพ์นภา ณีศะนันท์	ผู้จัดการสมาคมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ
16)	นาย ณัฐกิจ บัวโต	นักวิเคราะห์นโยบาย สอวช.
17)	น.ส. มัญชริน พรรณนราวงศ์	สมาคมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ
18)	นาย องอาจ รุกขวัฒนกุล	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
19)	น.ส. ศุภกาญจน์ พรมหราช	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
20)	น.ส. ศิริภัสร์ ทองชู	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
21)	น.ส. พชรภรณ์ ศรีมาลานนท์	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
22)	น.ส. หทัยรัตน์ ทองนุ้ย	นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์เชิงลึกของภาคอุตสาหกรรม
23)	น.ส. นฤดี มาทองหลาง	นักวิชาการ สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม

ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- โครงการนี้เป็นโครงการที่ดี โดยเสนอแนะให้มีการเก็บ Feedback จากการประเมินชุดแรกเพื่อมาปรับปรุงพัฒนาโมเดลแบบประเมินให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และต้องการให้ผู้ประกอบการที่เข้ามาใช้บริการสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์ได้จริง เช่น แสดงข้อมูลความสามารถทางการแข่งขันของอุตสาหกรรมไทย

ในแต่ละด้าน และ Success criteria ในแต่ละอุตสาหกรรม เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลนี้ไปพัฒนาองค์กรได้จริงและถูกทาง เป็นต้น

- ควรมีแนวทางให้ผู้ประกอบการว่าเมื่อสถานประกอบการทำแบบประเมินเสร็จแล้ว รู้ว่าศักยภาพองค์กรอยู่ระดับไหน จะต้องดำเนินการพัฒนาองค์กรต่ออย่างไรเพื่อเพิ่มศักยภาพขององค์กร
- ควรกำหนดกลุ่มอุตสาหกรรมนำร่องให้สอดคล้องกับกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ภายใต้ยุทธ์ศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรม ระยะ 20 ปี ของภาครัฐ และกำหนดวัตถุประสงค์การดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ชาติที่ยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 โดยเน้นการขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม
- เมื่อผู้ประกอบการประเมินแล้วและได้ทราบถึงแนวทางที่บริษัทต้องพัฒนาองค์กร โครงการควรมีข้อมูลความช่วยเหลือ หรือบริการการสนับสนุนจากหน่วยงานอื่นๆ เพื่อให้ผู้ประกอบการได้ดำเนินการยกระดับศักยภาพขององค์กร (Implement) ได้จริง
- ควรพิจารณาเพิ่มเติมข้อคำถามในเรื่องของ Innovation base เนื่องจากเห็นว่าการที่ประเทศไทยจะก้าวข้ามกับดักรายได้ปานกลางได้นั้น อาจจะไม่ใช่แค่ตัวชี้วัดด้าน Manufacturing เท่านั้น แต่เป็นการ Implement ด้าน Innovation จึงควรมีข้อคำถามด้าน Innovation ด้าน Marketing และผลักดันผู้ประกอบการไทยให้มีความสามารถเข้าสู่ตลาดต่างประเทศในมุมของ B2B ได้

8. โมเดลแบบประเมิน “I4.0 Quick Scan” เวอร์ชันปี พ.ศ. 2564 ของ ส.อ.ท.

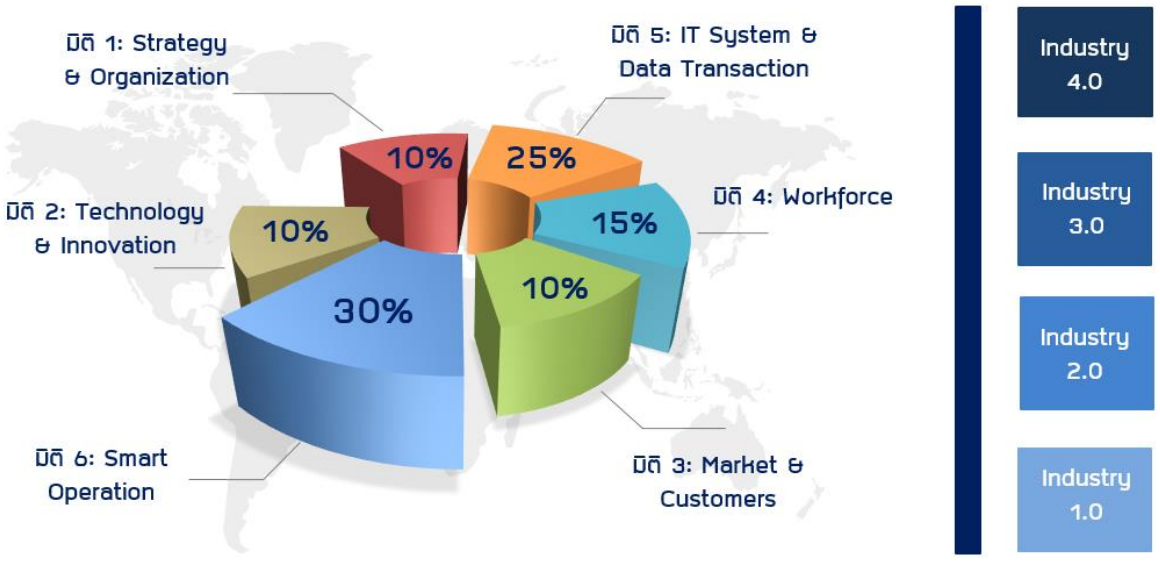
จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า ส.อ.ท. ได้ตระหนักและให้ความสำคัญกับการขับเคลื่อนภาคอุตสาหกรรมไทยเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 เพื่อยกระดับและเพิ่มขีดความสามารถของภาคอุตสาหกรรมไทย โดย ส.อ.ท. เป็นองค์กรแรกของไทยที่เริ่มนำโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 เข้ามาใช้ในการประเมินภาคอุตสาหกรรมไทย ที่ผ่านมา ส.อ.ท. ได้ดำเนินการจัดทำโมเดลแบบประเมินระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ขึ้นมาแล้ว 2 เวอร์ชั่น โดยในปี พ.ศ. 2559 ได้ดำเนินการจัดทำโมเดลแบบประเมินตนเอง (Self-assessment) ร่วมกับ ม.มหิดล และใช้ดำเนินการสำรวจสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรม จำนวน 150 กิจการ ซึ่งจากประสบการณ์ที่มี ประกอบกับการศึกษาโมเดลแบบประเมินต่างๆ จากต่างประเทศ จึงได้ต่อยอดพัฒนาปรับปรุงเป็นโมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2561 และนำไปทดสอบนำร่องกับองค์กรทั้งที่เป็นองค์กรขนาดเล็ก ขนาดกลางและองค์กรขนาดใหญ่จำนวนกว่า 50 แห่ง ก่อนนำไปใช้จริง เพื่อสำรวจระดับศักยภาพ/ระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามกรอบอุตสาหกรรม 4.0 ของภาคอุตสาหกรรม ภาคการค้าและการบริการของไทย กว่า 1,500 กิจการ

โครงสร้างของโมเดลแบบประเมิน “I4.0 Quick Scan” เวอร์ชันปี พ.ศ. 2564 ของ ส.อ.ท.

โมเดลแบบประเมิน **“I4.0 Quick Scan” เวอร์ชันปี พ.ศ. 2564** เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยการประเมินภายใต้โมเดลแบบประเมิน “Self-assessment 4.0” จะแยกแยะระดับความพร้อมขององค์กรที่ตอบแบบประเมิน ออกเป็น 4 ระดับ (ระดับ 1 ถึงระดับ 4) ได้แก่ ระดับ 1 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 1.0 ” ระดับ 2 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 2.0 ” ระดับ 3

เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 3.0” และระดับสูงสุด คือระดับที่ 4 เรียกว่าอยู่ในขั้น “อุตสาหกรรม 4.0 ” เพื่อให้องค์กรทราบระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรตนเอง ว่าอยู่ในระดับ Maturity level เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 พร้อมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 โดยโมเดลแบบประเมิน “I4.0 Quick Scan” จะแบ่งออกเป็น 6 มิติแต่ละมิติจะมีน้ำหนัก ไม่เท่ากัน เนื่องจากทั้ง 6 มิติ จะมุ่งเน้นการประเมินที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 37) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- **มิติที่ 1 Strategy & organization** มีน้ำหนักร้อยละ 10 มุ่งเน้นการประเมินการวางแผนกลยุทธ์ การกำหนดเป้าหมาย การวางแผนดำเนินการ และการนำไปปฏิบัติ เพื่อยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 2 Technology & Innovation** มีน้ำหนักร้อยละ 10 มุ่งเน้นการประเมินความสามารถในการบริหารจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางด้าน Industry 4.0 เพื่อยกระดับองค์กร
- **มิติที่ 3 Market & Customers** มีน้ำหนักร้อยละ 10 มุ่งเน้นการประเมินความสามารถในการบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดและกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย
- **มิติที่ 4 Workforce** มีน้ำหนักร้อยละ 15 มุ่งเน้นการประเมินกระบวนการหรือโปรแกรมการพัฒนาขีดความสามารถและทักษะของพนักงานเพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กร ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่ Industry 4.0
- **มิติที่ 5 IT system & Data transaction** มีน้ำหนักร้อยละ 25 ซึ่งเป็นมิติที่มีน้ำหนักสูงสุดเป็นอันดับที่สองในการประเมิน มุ่งเน้นการประเมินโครงสร้างระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT System) ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร (Network & Communication) และระบบการรักษาความปลอดภัย (IT security) รวมถึงการรวบรวมและการถ่ายโอนข้อมูล (Data transaction)
- **มิติที่ 6 Smart operation** มีน้ำหนักร้อยละ 30 ซึ่งเป็นมิติที่มีน้ำหนักสูงที่สุดในการประเมิน มิตินี้มุ่งเน้นการประเมินเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการและควบคุมกระบวนการผลิต (Production) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ (Inspection) การซ่อมบำรุง (Maintenance) ตลอดจนการบริหารจัดการคลังสินค้า (Warehouse) และการขนส่งสินค้า (Logistics)



มิติ	เป้าหมายการประเมิน	น้ำหนัก
มิติ 1: Strategy & Organization	การวางแผนกลยุทธ์ การกำหนดเป้าหมาย การวางแผนดำเนินการ และการนำไปปฏิบัติเพื่อยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0	10%
มิติ 2: Technology & Innovation	ความสามารถในการบริหารจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางด้าน Industry 4.0	10%
มิติ 3: Market & Customers	ความสามารถในการบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดและกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย	10%
มิติ 4: Workforce	กระบวนการหรือโปรแกรมการพัฒนาขีดความสามารถและทักษะของพนักงานเพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กร ในการยกระดับองค์กรเข้าสู่ Industry 4.0	15%
มิติ 5: IT System & Data Transaction	โครงสร้างระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT System) ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร (Network & Communication) และระบบการรักษาความปลอดภัย (IT security) รวมถึงการรวบรวมและการถ่ายโอนข้อมูล (Data transaction)	25%
มิติ 6: Smart Operation	เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการและควบคุมกระบวนการผลิต (Production) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ (Inspection) การซ่อมบำรุง (Maintenance) ตลอดจนการบริหารจัดการคลังสินค้า (Warehouse) และการขนส่งสินค้า (Logistics)	30%

ภาพที่ 37 โมเดลแบบประเมิน “I4.0 Quick Scan” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2564 สำหรับการประเมินศักยภาพของอุตสาหกรรมภาคการผลิต (Industry)

สรุป โมเดลแบบประเมิน “I4.0 Quick Scan” เวอร์ชั่นปี พ.ศ. 2564 ของ ส.อ.ท. เป็นโมเดลแบบประเมินฯ ในลักษณะที่เป็น Self-assessment Indicator Model ซึ่งเป็นโมเดลแบบประเมินฯ สำหรับให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมใช้ประเมินระดับศักยภาพหรือระดับความพร้อมของสถานประกอบการตนเอง ในการพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 และจะแยกแยะระดับความพร้อมขององค์กรที่ตอบแบบประเมินออกเป็น 4 ระดับ คือระดับอุตสาหกรรม 1.0 ถึงระดับอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อให้องค์กรทราบระดับความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรตนเอง ว่าอยู่ในระดับ Maturity level เท่าใดของอุตสาหกรรม 4.0 และทราบถึงข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

จุดเด่น

1) โมเดลแบบประเมิน “I4.0 Quick Scan” ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับบริบทของภาคอุตสาหกรรมไทย
2) เหมาะกับผู้ประกอบการทุกขนาด และกิจการในทุกพื้นที่
3) ฐานข้อมูล Web Portal ถูกเก็บอยู่ที่ Server ในประเทศไทย
4) รูปแบบ Online สามารถเข้าถึงได้ง่าย และไม่มีค่าใช้จ่าย
5) เป็นคำถามทั่วๆ ไป ไม่ซับซ้อน
6) ใช้เวลาไม่มากในการตอบแบบประเมิน
7) มีคำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรม 4.0 (Industry 4.0)
8) ลักษณะเด่นของ Software ที่ใช้
   - User-friendly: ผู้ตอบแบบประเมินสามารถใช้งานได้ง่าย
   - Resume allowance: ในกรณีที่ผู้ตอบแบบประเมินไม่สามารถดำเนินการตอบแบบประเมินได้จนเสร็จสมบูรณ์ในครั้งเดียว ก็จะสามารถกลับมาดำเนินการได้ต่อเนื่อง ณ จุดเดิม หลังจาก Log in กลับเข้ามาอีกครั้ง

- Real-time result: บริษัทสามารถทราบผลการประเมินได้ทันที หลังจากตอบแบบประเมินเสร็จสมบูรณ์
- Result export: บริษัทสามารถ Download รายงานผลการประเมินของตนเองได้

ข้อจำกัด

1) ในช่วงแรก เนื่องจากข้อจำกัดของปริมาณข้อมูล จึงยังไม่สามารถแสดงผลข้อมูลเชิงเปรียบเทียบกับกิจการอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกันได้ทันที (Real time)

2) คำแนะนำที่เป็น Action plans สำหรับการยกระดับองค์กรเข้าสู่อุตสาหกรม 4.0 (Industry 4.0) ค่อนข้างกว้าง

9. ผลการวิจัยการพัฒนามาตรฐาน Industry 4.0

9.1 การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของโลก

จากข้อมูลงานวิจัยที่กล่าวถึงในช่วงต้น จะเห็นว่าเทคโนโลยีทางด้านดิจิทัลมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการยกระดับองค์กรเข้าสู่ Industry 4.0 นำมาสู่กระแสการเปลี่ยนแปลงทางด้านดิจิทัล นำโดย 4 ประเทศหลัก เยอรมนี สหรัฐอเมริกา จีน และญี่ปุ่น ที่ประกาศนโยบายและจัดตั้งหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนประเทศ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีทางด้านดิจิทัล

1) ประเทศเยอรมนีก่อตั้งองค์กรที่มีชื่อว่า “**German Platform Industrie 4.0**” เพื่อเป็นองค์กรชั้นนำทางด้าน Industry 4.0 ของประเทศเยอรมนี มุ่งเน้นการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 โดยเฉพาะเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ และสร้างความตระหนักถึงความสำคัญ Industry 4.0 นอกจากนี้ส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างเครือข่ายของผู้ประกอบการและทรัพยากรต่างๆ ทางด้าน Industry เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมนำไปประยุกต์ใช้ในการยกระดับองค์

2) ประเทศสหรัฐอเมริกาก่อตั้ง **สมาคมอินเตอร์เน็ตทางอุตสาหกรรม (The Industrial Internet Consortium: ICC)** ขึ้นในปี 2014 เพื่อเร่งการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 โดยเฉพาะเทคโนโลยีดิจิทัล และการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้งานกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ให้มีความสามารถในการสื่อสารกันได้ รวมถึงเครื่องมือวิเคราะห์ต่างๆ ซึ่งไม่เพียงมุ่งเน้นในภาคอุตสาหกรรมการผลิต แต่รวมไปถึงในภาคพลังงาน การขนส่ง และ Smart City โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างและส่งเสริมความร่วมมือและแนวทางการปฏิบัติที่ดีจากหน่วยงานภาครัฐ นักวิจัย และภาคอุตสาหกรรม

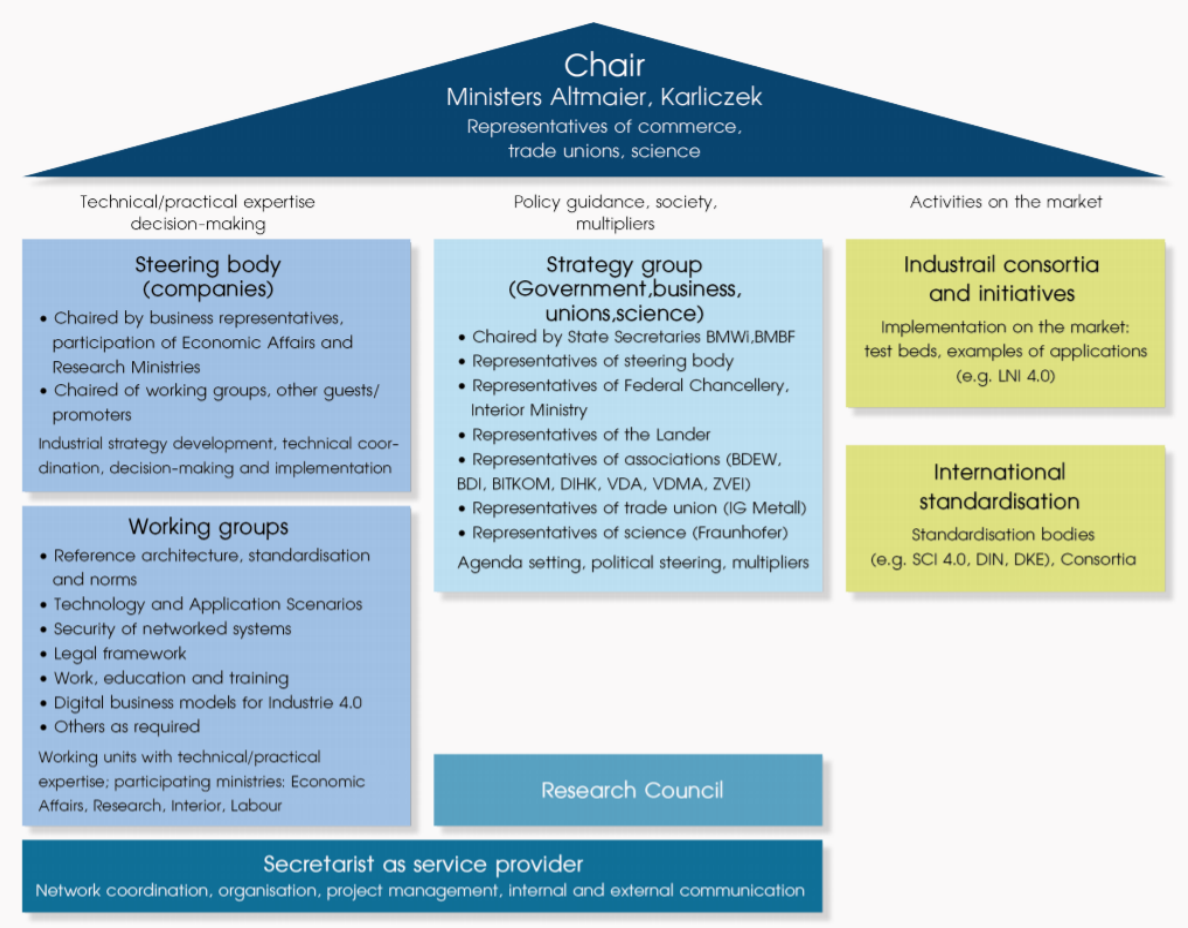
3) ประเทศจีนประกาศแผน “**Made in China 2025**” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในแผนนโยบายจีนสมัยใหม่ ประกอบไปด้วยการส่งเสริมความสามาถในการสร้างสรรค์ การพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพ รวมถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งประเทศจีนตั้งเป้าหมายภายในปี 2025 เทคโนโลยีการผลิตและเทคโนโลยีด้านข้อมูลจะถูกบูรณาการเข้าด้วยกันทั้งหมดเพื่อพัฒนาภาคอุตสาหกรรมการผลิตของทั้งประเทศ

4) ประเทศญี่ปุ่นสร้างแพลทฟอร์ม **โครงการห่วงโซ่คุณค่าทางอุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น (The Japanese Industrial Value Chain Initiative: IVI)** ในปี 2015 เพื่อทำการบูรณาการภาคการผลิตเข้ากับเทคโนโลยีทางด้านข้อมูล และสร้างความร่วมมือระหว่างบริษัทในภาคเอกชน เพื่อหารือแนวทางการสร้างกระบวนการผลิตที่มีมนุษย์เป็นศูนย์กลางและสร้างสถาปัตยกรรมทางโครงสร้างร่วมกัน

9.2 German Platform Industrie 4.0

ผู้รับผิดชอบหลักในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม 4.0 ของเยอรมนี ได้แก่ 2 กระทรวงใหญ่ คือ กระทรวงศึกษาธิการและการวิจัย (Bundesministerium fur Bildung und Forschung: BMBF) และกระทรวงเศรษฐกิจและพลังงาน (Bundesministerium fur Wirtschaft und Energie: BMWi) อย่างไรก็ตาม กลไกสำคัญที่สุดซึ่งรัฐบาลเยอรมนีใช้เพื่อให้มั่นใจว่า นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 จะถูกขับเคลื่อนและเกิดเป็นรูปธรรมในทุกภาคส่วน คือ เวทีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่างๆ ในชื่อ **“German Platform Industrie 4.0 (Platform I 4.0)”** โดย Platform I 4.0 เป็นการรวมตัวของอาสาสมัครที่เป็นผู้แทนชั้นนำจากภาครัฐ ภาคธุรกิจ วิทยาศาสตร์ และสหภาพแรงงานต่างๆ กว่า 150 แห่ง ซึ่งมีรัฐมนตรีของ BMBF และ BMWi เป็นประธาน ถือเป็นศูนย์กลางในการกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม 4.0 ทำหน้าที่ให้ข้อแนะนำและเป็นที่ปรึกษาแก่รัฐบาล พร้อมทั้งวางกลยุทธ์ กำหนดแนวทางในการประยุกต์ใช้จริงและสร้างความเชื่อมั่นในการเปลี่ยนอุตสาหกรรมการผลิตเป็นรูปแบบดิจิทัล โดยมีคณะทำงานย่อยขับเคลื่อนในประเด็นต่างๆ เช่น Security of Networked Systems, Legal Framework (รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 38)

สำหรับด้านงบประมาณที่เยอรมนีใช้ในการขับเคลื่อน เป็นการผสมผสานกันระหว่างเม็ดเงินจากภาครัฐและเอกชน ในส่วนภาครัฐ รัฐบาลเยอรมันได้มอบงบประมาณในการผลักดันนโยบายอุตสาหกรรม 4.0 จำนวน 7,800 ล้านบาท ผ่านทาง BMBF และ BMWi (รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 39) โดยในส่วนภาคเอกชน กลุ่มผู้แทนภาคธุรกิจต่างๆ ได้ให้การสนับสนุน ทั้งในรูปแบบเงินทุน เช่น เงินสนับสนุนงานวิจัย และรูปแบบอื่นๆ (In-kind Contributions) เช่น ค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ไปในการเข้าร่วม Platform I 4.0 หรือช่วยผลักดันเรื่องอุตสาหกรรม 4.0 ในช่องทางต่างๆ ทุกภาคส่วนในรัฐบาลกลางเยอรมนี เชื่อว่าอุตสาหกรรม 4.0 จะเป็นโอกาสที่สำคัญ เพราะมีจุดแข็งในเรื่องระบบควบคุมการผลิตและเทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ และสมาคมที่เกี่ยวข้อง เช่น สมาคมเทคโนโลยีไฟฟ้าและสารนิเทศ (VDE) สมาคมเครื่องจักรกล (VDMA) สมาคมช่างไฟฟ้า (ZVEI) และสมาคมด้าน ICT (Bitkom) ได้มีการเชื่อมโยงความร่วมมือระหว่างสาขาต่างๆ อย่างต่อเนื่อง โดยได้รับการสนับสนุนอย่างแข็งขันจากรัฐบาล สถาบันวิจัย เช่น Fraunhofer-Gesellschaft และภาคธุรกิจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รัฐบาลเยอรมนีตั้งเป้าหมายว่าอุตสาหกรรม 4.0 จะทำให้เยอรมนีกลายเป็นฐานการผลิตที่ทันสมัยมากที่สุดในโลกภายในปี 2025 โดยเร่งพัฒนาเครือข่ายโทรคมนาคมภายในประเทศให้มีความเร็วระดับ Gigabit ต่อวินาที เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับสนับสนุนอุตสาหกรรม 4.0 แก่กิจการทุกแห่งทั่วประเทศ โดยเฉพาะ SMEs ให้สามารถทำงานได้แบบ Real Time และมีคุณภาพการผลิตและบริการสูงที่สุด อุตสาหกรรม 4.0 ถือเป็นนโยบายที่เยอรมนีสามารถดึงจุดแข็งของตนเองในด้านวิศวกรรมมาใช้ในการพลิกสถานการณ์และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันในเวทีโลกได้อย่างเต็มศักยภาพ ทั้งยังช่วยผลักดันให้งานวิจัยของประเทศเติบโตจนกลายเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งของโลก



ภาพที่ 38 โครงสร้าง Platform Industrie 4.0 (Platform I 4.0) ของประเทศเยอรมนี

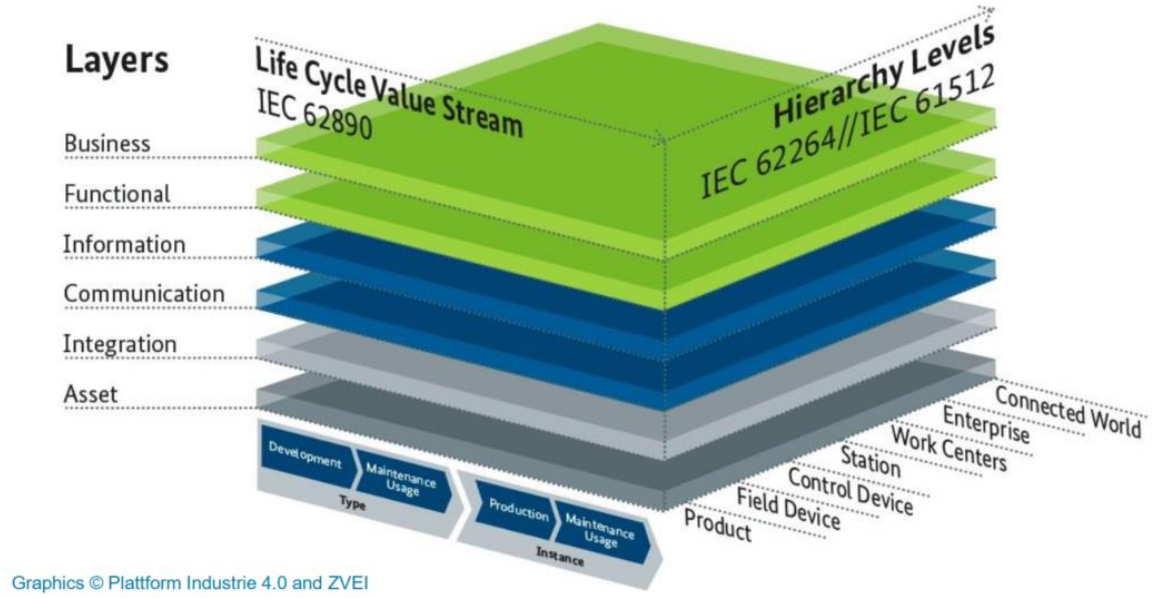
ภาพที่ 39 งบประมาณที่เยอรมนีใช้ในการขับเคลื่อนนโยบายอุตสาหกรรม 4.0

9.3 Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0) - กรอบมาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 ของประเทศเยอรมนี

RAMI 4.0 ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2015 โดย German Platform Industrie 4.0 มีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นกรอบการยกระดับภาคอุตสาหกรรมด้วยการนำเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 เข้ามาประยุกต์ใช้ในองค์กรอย่างเป็นระบบ โดย RAMI 4.0 เปรียบเสมือน Guideline ในการแก้ปัญหาและตอบคำถามที่มักจะเกิดขึ้นเมื่อภาคอุตสาหกรรมประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ในองค์กร ได้แก่ 1) วิธีการทางเทคนิค (Technical solutions) ใดที่จะใช้ในการพัฒนาองค์กรได้ดีที่สุด 2) เทคโนโลยีที่นำมาใช้แต่ละแบบมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร และ 3) จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ในองค์กร ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดได้อย่างไร เพื่อให้องค์กรได้รับผลประโยชน์สูงสุด

9.3.1 โครงสร้างพื้นฐานของ RAMI 4.0

โครงสร้างพื้นฐานของ RAMI 4.0 ประกอบด้วย 3 แกน ได้แก่ แกนที่ 1 คือ Hierachy level แกนที่ 2 คือ Layer และแกนที่ 3 คือ Life cycle & value stream (แสดงดังภาพที่ 40) โดยแต่ละแกนมีการแบ่งลำดับขั้น และแต่ละลำดับขั้นประกอบด้วยหลากหลายมิติ



ภาพที่ 40 โครงสร้างพื้นฐานของ RAMI 4.0

- **แกนที่ 1 เรียกว่า Hierachy level** แบ่งออกเป็น 7 ลำดับขั้น ตั้งแต่ลำดับล่างสุดจนถึงลำดับสูงสุด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ซึ่งจัดเป็นลำดับขั้นล่างสุด, อุปกรณ์ภาคการผลิต (Field Device), อุปกรณ์ควบคุม (Control Device), สถานีทำงาน (Station), ศูนย์การทำงาน (Work Centers), องค์กร (Enterprise), และการเชื่อมต่อ (Connected World) ซึ่งจัดเป็นลำดับขั้นสูงสุด ซึ่งแต่ละลำดับขั้นแสดงคุณสมบัติการทำงานที่สำคัญของอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEC 62264 และ IEC61512

- **ผลิตภัณฑ์ (Product)** ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถในการสื่อสารและเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิต
- **อุปกรณ์ภาคการผลิต (Field Device)** ได้แก่ อุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆ เช่น เซนเซอร์ หรืออุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ
- **อุปกรณ์ควบคุม (Control Device)** ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ทั้งในแบบที่เป็นอุปกรณ์เดี่ยวหรืออุปกรณ์ที่ประกอบรวมแล้ว
- **สถานีทำงาน (Station)** ได้แก่ เครื่องจักรการผลิต หุ่นยนต์ ยานยนต์หรือพาหนะอัจฉริยะในการขนส่ง
- **ศูนย์การทำงาน (Work Centers)** ได้แก่ หน่วยงานหรือโรงงานต่างๆในองค์กร
- **องค์กร (Enterprise)** ได้แก่ ตัวองค์กรในภาพรวม
- **การเชื่อมต่อ (Connected World)** ได้แก่ เครือข่ายการเชื่อมต่อภายนอก เช่น ลูกค้า คู่ค้า หรือบริการอินเตอร์เน็ตต่างๆ

- **แกนที่ 2 เรียกว่า Layer** ในแต่ละลำดับขั้นของ Hierachy level จะถูกจัดแบ่งย่อยออกได้เป็นอีก 6 ลำดับชั้น เรียกว่า Layer ตั้งแต่ลำดับล่างสุดจนถึงลำดับสูงสุด ได้แก่ สินทรัพย์ (Asset) ซึ่งจัดเป็นลำดับชั้นล่างสุด, การบูรณาการ (Integration), การสื่อสาร (Communication), ข้อมูล (Information), การทำงาน(Function), และธุรกิจ (Business) ซึ่งจัดเป็นลำดับชั้นสูงสุด โดยแต่ละลำดับชั้นจะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
  - **สินทรัพย์ (Asset)** มีความหมายรวมถึง สิ่งทางกายภาพ เช่น เครื่องจักร อุปกรณ์ตรวจวัด เอกสารข้อมูล ตัวบุคคล และรวมไปถึงสิ่งที่จับต้องไม่ได้ เช่น ความคิด แผนงาน หรือสิทธิบัตร ซึ่งองค์ประกอบหรือการทำงานอื่นๆ ของลำดับชั้นที่สูงกว่าจะต้องอ้างอิงหรือเกี่ยวข้องกับลำดับชั้นนี้
  - **การบูรณาการ (Integration)** เป็นลำดับชั้นที่มีความหมายครอบคลุมถึงข้อมูลหรืออุปกรณ์ที่มีการใช้งานทางคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งประกอบไปด้วยทุกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับระบบ IT รวมถึง HMIs โดยลำดับชั้นการบูรณาการนี้เป็นจุดควบคุมสุดท้ายสำหรับกระบวนการทางเทคนิคทั้งหมด
  - **การสื่อสาร (Communication)** จุดประสงค์ของลำดับชั้นนี้คือ การสร้างการสื่อสารระหว่างส่วนต่างๆ ที่แตกต่างกันในเครือข่ายให้มีรูปแบบการสื่อสารแบบเดียวกันและรูปแบบของข้อมูลแบบเดียวกัน รวมถึงให้มีความสามารถในการควบคุมส่วนต่างๆ ในลำดับชั้นการบูรณาการ
  - **ข้อมูล (Information)** เป็นลำดับชั้นที่ทำการประมวลผลข้อมูล โดยทำการตรวจสอบข้อมูลดิบทั้งหมดว่ามีการบูรณาการเชื่อมโยงกันหรือไม่ จากนั้นจึงทำการประมวลและสร้างเป็นข้อมูลใหม่ที่มีคุณภาพสูงกว่าเดิม เพื่อให้ส่วนอื่นๆ หรือลำดับชั้นอื่นๆ สามารถนำไปใช้ได้ ข้อมูลจากชั้นการสื่อสารจะถูกนำมาประมวลผล สร้าง และส่งต่อที่ชั้นนี้
  - **การทำงาน (Function)** เป็นตัวแทนของสภาพแวดล้อมในการทำงานของบริการหรือแอปพลิเคชั่นต่างๆ ซึ่งเป็นลำดับชั้นที่ทำการบูรณาการในแนวราบ เพื่อเชื่อมต่อการทำงานในส่วนที่หลากหลายเข้าด้วยกัน การเข้าถึงระบบจากทางไกล (Remote access) หรือการทำงานต่างๆ จะเกิดขึ้นที่ชั้นนี้โดยไม่ยุ่งเกี่ยวกับลำดับชั้นอื่นๆ ที่อยู่ถัดลงไป เป็นการสร้างการบูรณาการของข้อมูลและกระบวนการทางเทคนิค

- **ธุรกิจ (Business)** ครอบคลุมถึงโมลเดลทางธุรกิจและผลลัพธ์ที่ได้ โดยยังรวมไปถึงกรอบการทำงานและกระบวนการทางกฎหมาย ซึ่งจะสร้างความสอดคล้องในการทำงานให้เป็นไปตามห่วงโซ่คุณค่า (Valued Chain)

- **แกนที่ 3 เรียกว่า Life cycle & value stream** เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของผลิตภัณฑ์และห่วงโซ่คุณค่า (Valued Chain) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ Industrie 4.0 โครงสร้างของส่วนนี้อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC62890 โดยแบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็นสองประเภท ได้แก่ “Type” และ “Instance” โดยมีคำนิยามดังนี้
  - **Type** หมายถึง สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงการพัฒนา การปรับปรุงแนวคิดในการสร้างจนถึงการสร้างต้นแบบ
  - **Instance** หมายถึง สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบทั้งหมดและเข้าสู่กระบวนการผลิตจริงแล้ว

โดยทั้งสองประเภทสามารถแบ่งออกได้อีกสองช่วง คือ สำหรับ Type จะแบ่งเป็น ช่วงการพัฒนา (Development) และการซ่อมบำรุงหรือใช้งาน (Maintenance/Usage) และสำหรับ Instance จะแบ่งเป็นช่วงการผลิต (Production) และการซ่อมบำรุงหรือใช้งาน (Maintenance/Usage)

9.3.2 ความปลอดภัยทางข้อมูลใน RAMI 4.0

Industrie 4.0 ได้ทำการครอบคลุมเทคโนโลยีหลากหลายประเภทซึ่งพัฒนามากขึ้นในยุคปัจจุบัน ไล่ตั้งแต่การนำเอาอินเตอร์เน็ตไปใช้ในภาคการผลิต การควบรวมระบบ Cyber-Physical Production Systems (CPPS) เข้ากับเทคโนโลยี Internet of Things (IoTs), Internet of Services และ Internet of Data ในแง่หนึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้สามารถปลดล็อคศักยภาพในการดำเนินธุรกิจ และส่งเสริมการทำงานในแง่ประสิทธิภาพความยืดหยุ่น และความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในเวลาอันสั้นได้อย่างมหาศาล แต่ในขณะเดียวกันก็เพิ่มความเสี่ยงที่มากับเทคโนโลยีข้อมูลมาด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะระบบ IT ที่ไม่ได้มีการป้องกันที่ดี ดังนั้นในการจะใช้งานศักยภาพของ Industry 4.0 ได้เต็มที่ จำเป็นจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและเชื่อถือได้ตั้งแต่ระดับสินทรัพย์ต่างๆ (Security By Design) และคำนึงถึง โครงข่ายที่ปลอดภัย (Secure networks), กระบวนการที่ปลอดภัย (Secure processes), บริการที่ปลอดภัย (Secure services), และข้อมูลที่ปลอดภัย (Secure data) ในระบบทั้งหมด ซึ่งวิธีการเหล่านี้ไม่ได้ลงรายละเอียดใน RAMI 4.0 แต่สามารถทำการศึกษาต่อไปในอนาคตได้

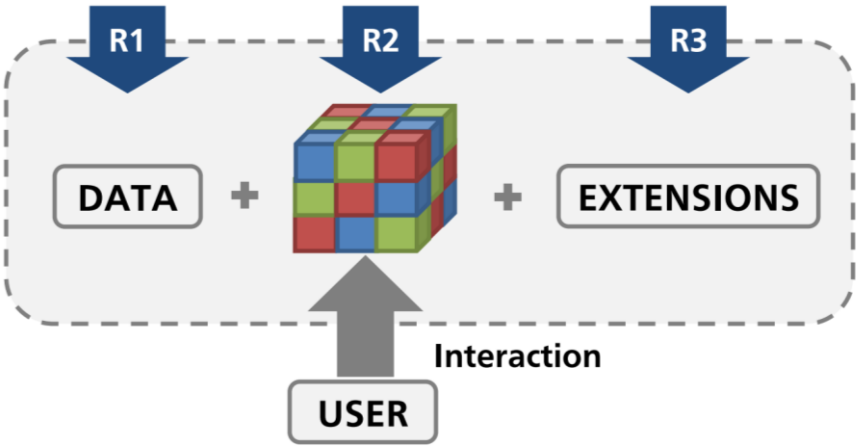
การก้าวเข้าสู่ Industry 4.0 นั้น จำเป็นที่จะต้องติดต่อกับพันธมิตรทางธุรกิจหรือหน่วยงานภายนอกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การติดต่อนี้รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการทำธุรกรรมต่างๆ ความเสี่ยงในด้านความปลอดภัยของข้อมูลจึงเกิดขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการสร้างมาตรการความปลอดภัยและการป้องกันในระดับต่างๆ จึงต้องถูกพิจารณาและนำมาใช้ตั้งแต่ต้นในตอนสร้างระบบขึ้นมา ความปลอดภัยในแง่นี้ไม่ได้ระบุเฉพาะในแง่ของทรัพย์สินทางการเงินแต่รวมถึงทรัพย์สินทางปัญญา ความลับทางการค้า และความปลอดภัยต่อชีวิตพนักงานที่อาจเกิดขึ้นจากการที่เครื่องจักรทำงานผิดปกติ ซึ่งการสร้างมาตรการเหล่านี้เป็นความท้าทายอย่างหนึ่งของ Industry 4.0

9.3.3 แนวทางการสร้างโครงข่าย (Topological Approach)

นิยามของคำว่า Topology หรือ โครงข่าย ในแง่ภูมิศาสตร์ หมายถึง โครงสร้างลักษณะสัณฐานต่างๆที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ในแง่คณิตศาสตร์ หมายถึง รูปทรง โครงสร้างที่มีความเชื่อมโยงกัน RAMI 4.0 ได้กำหนดนิยาม Topology หรือโครงข่าย ไว้ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ความสัมพันธ์กับสิ่งรอบด้าน (presentation

of neighborhood relations) 2) ความสัมพันธ์ของการติดต่อสื่อสาร (communication relations) และ 3) ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยี (technological relations) สำหรับความสัมพันธ์กับสิ่งรอบด้านในแง่ของข้อมูลนั้น หมายถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถทำได้ภายในระดับชั้น (layers) และกับระดับชั้นที่ติดกัน รวมถึงสามารถสื่อสารในระหว่างระดับขั้น (hierarchy levels) ต่างๆ กันได้ ซึ่งการสื่อสารในลักษณะนี้เป็นไปได้เนื่องจากการติดต่อสื่อสารไม่ได้เป็นลักษณะการส่งต่อแบบช่วงๆ ไม่ต่อเนื่อง แต่เป็นแบบทั่วถึงกันหมด

ข้อกำหนดของแนวทางการสร้างโครงข่าย ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เรียกว่า “R1” แสดงถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งหมดต้องถูกนำมาแสดงและพิจารณาอย่างเป็นระบบ เนื่องจากในทางปฏิบัติมีอุตสาหกรรมที่หลากหลายเข้าใช้งาน ดังนั้นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานทั่วไปได้หลากหลายจะมีประโยชน์กว่าเทคโนโลยีที่มีความเฉพาะเจาะจงในสาขา ส่วนที่2 เรียกว่า “R2” แสดงถึงกระบวนการเลือกใช้เทคโนโลยีเพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งควรจะต้องถูกพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อนำไปปรับแต่งให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเฉพาะในอุตสาหกรรมนั้นๆ และส่วนที่3 เรียกว่า “R3” เนื่องจากความสำคัญในความปลอดภัยด้านข้อมูลนั้นเป็นเรื่องสำคัญมากอย่างปฏิเสธไม่ได้ เทคโนโลยีที่เลือกนำไปใช้ควรจะต้องครอบคลุมความปลอดภัยในส่วนนี้และมีความสามารถในการปรับแต่งเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (ภาพที่ 41)



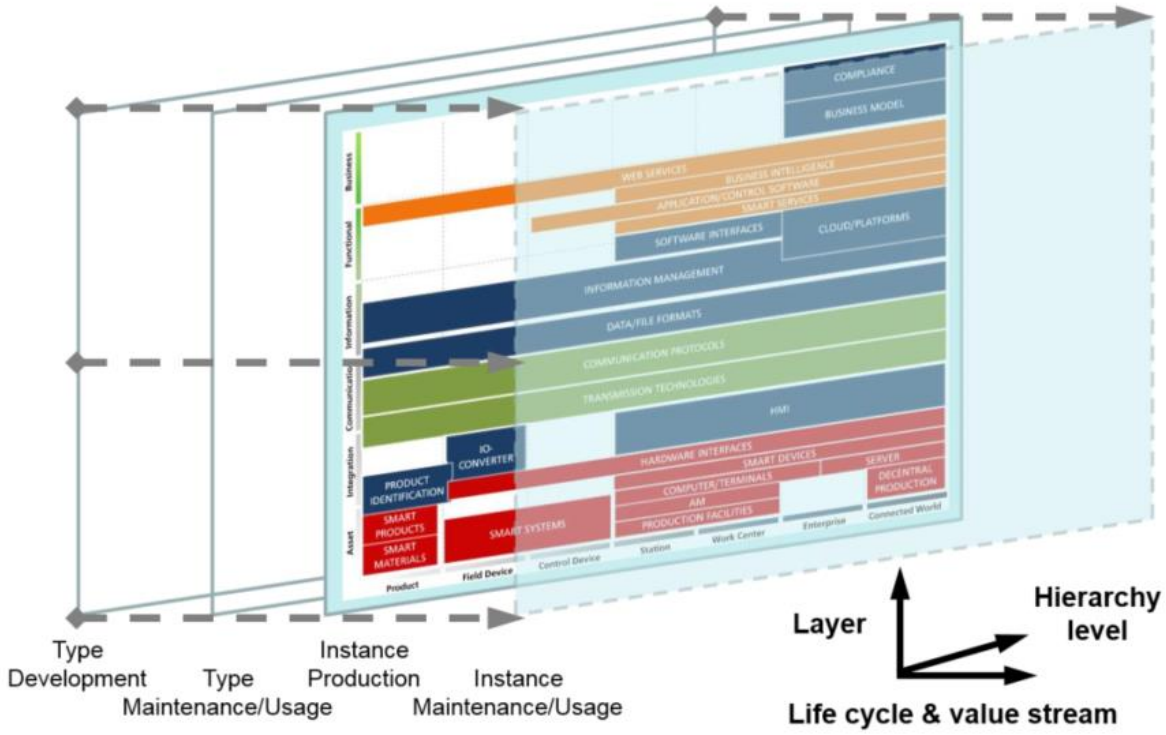
ภาพที่ 41 ข้อกำหนดของแนวทางการสร้างโครงข่าย

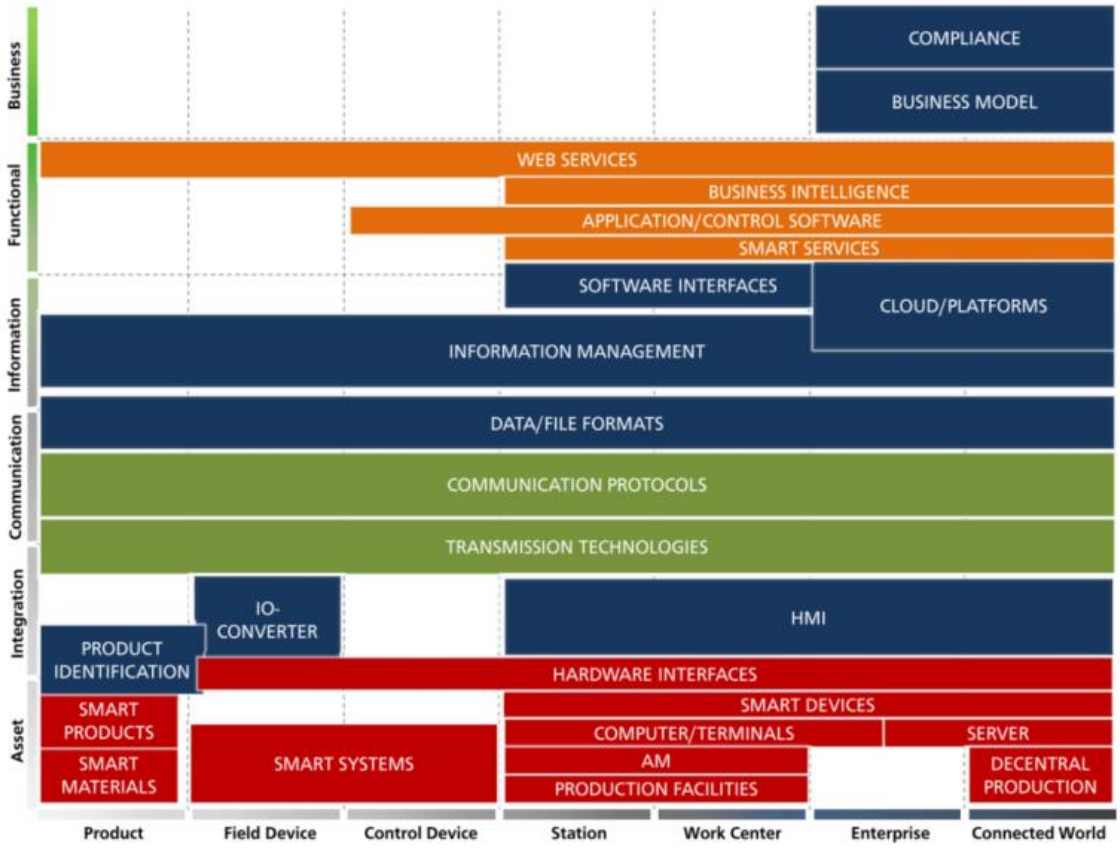
9.3.4 เทคโนโลยีของ Industry 4.0 ตามมาตรฐาน RAMI 4.0

เทคโนโลยีนั้นจะถูกนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ในแต่ละระดับชั้น (layers) ทั้งนี้เทคโนโลยีบางอย่างก็สามารถระบุได้ง่ายว่าอยู่ในระดับชั้นไหน เช่น เซนเซอร์หรือตัวควบคุมควรจะอยู่ในขั้นอุปกรณ์ภาคการผลิต (Field Device) ในขณะที่บางตัวก็มีความยืดหยุ่นในการจัดกลุ่มได้ เช่น คอมพิวเตอร์อาจนำไปใช้งานในหลายส่วน ตั้งแต่สถานีทำงาน (Station) ระดับย่อยไปจนถึงการควบคุมโรงงานทั้งโรงงาน หรือในระดับสูงกว่านั้น เช่นในงานออกแบบทางวิศวกรรม หรือในงานธุรการก็อาจจัดอยู่ในขั้นอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) หรือ สถานีทำงาน (Station) และเซิฟเวอร์สามารถจัดอยู่ในขั้นองค์กร (Enterprise) หรือในขั้นการเชื่อมต่อ (Connected World) หากมีการใช้ร่วมกับหน่วยงานภายนอก ดังนั้นการกำหนดระดับของเทคโนโลยีว่าเทคโนโลยีใดควรอยู่ในชั้นไหนจึงไม่มีความตายตัว แต่ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งานว่าถูกนำไปใช้ในลักษณะใด เช่น เทคโนโลยีใดก็ตามหากนำเอามาใช้เพื่อประโยชน์ในการสื่อสารเชื่อมต่อ ก็ควรอยู่ในลำดับชั้น

การสื่อสาร (Communication) เทคโนโลยีที่นำไปใช้ในงานเฉพาะด้านต่างๆ เช่นงานออกแบบทางวิศวกรรม งานควบคุม หรืองานธุรกรรม ก็ควรจัดอยู่ในลำดับชั้นการทำงาน (Functional)

เทคโนโลยีสามารถนำมาใช้ได้ในวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ที่ต่างๆ กัน ในขณะที่เทคโนโลยีบางอย่างเช่น คอมพิวเตอร์หรือเซิฟเวอร์ที่ถูกใช้ตลอดไม่ว่าในขณะนั้นจะอยู่ขั้นในของกระบวนการใดก็ตาม แต่เทคโนโลยีบางประเภทซฮฟแวร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ จะถูกใช้ในช่วง Type หรือช่วงสินค้าทดลองเท่านั้น RAMI 4.0 ได้กำหนดโครงสร้างหลักของแนวทางการสร้างโครงข่าย ซึ่งระบุถึงเทคโนโลยีในแต่ละแกน (ภาพที่ 42)





ภาพที่ 42 โครงสร้างหลักของแนวทางการสร้างโครงข่าย Topology

1. บริการคลาวด์และแพลทฟอร์ม (Cloud Services and Platforms)

บริการคลาวด์เป็นรูปแบบของการให้บริการข้อมูลหรือทรัพยากรที่ใช้กันกว้างขวางและแพร่หลาย โดยเชื่อมโยงข้อมูลได้จากหลายส่วน (เซิฟเวอร์ ฐานข้อมูลอื่นๆ แอปพลิเคชั่นและบริการต่างๆ) ซึ่งมีความยืดหยุ่นในการให้บริการและปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ

แพลทฟอร์มโดยนิยามของ Industry 4.0 คือการเป็นพื้นที่เปิดเพื่อให้ทุกฝ่ายสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลของสินค้าและบริการต่างๆ ได้โดยง่าย ซึ่งจะทำให้เกิดการสร้างหรือต่อยอดสิ่งอื่นๆ ขึ้นมา แพลทฟอร์มนี้จะถูกดูแลโดยผู้ให้บริการและสามารถใช้ได้ทั้งรูปแบบ B2B และ B2C

2. บริการเว็บ (Web Services)

บริการเว็บจะอยู่ในรูปแบบของบริการที่ให้บริการโดยแอปพลิเคชั่นหรือผ่านเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยผู้ใช้งานสามารถเป็นใครก็ได้ที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน บริการนี้เป็นส่วนนึงของโครงข่ายการให้บริการแบบหนึ่ง (Service-oriented Software Architecture: SOA) และเป็นส่วนสำคัญในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักร (M2M) ด้วย ซึ่งข้อดีคือบริการรูปแบบนี้มีความเป็นอิสระ มีมาตรฐานชัดเจน และสามารถแยกเป็นหน่วยย่อย (modularized) เพื่อนำไปรวมกับแอปพลิเคชั่นหรือระบบอื่น

3. ธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence: BI)

ธุรกิจอัจฉริยะ (BI) ให้บริการเกี่ยวกับข้อมูล แนวคิด หรือรูปแบบ ที่ช่วยสนับสนุนการทำงานในองค์กร ระบบข้อมูล (Information System: IS) ดังกล่าวสามารถนิยามได้ว่าเป็นระบบเชิงสังคม-เทคนิค คือให้ข้อมูลทั้งในส่วนข้อมูลทั่วไป (ในเชิงการทำงานหรือเทคนิค) และทักษะในการสื่อสาร โดยรวมสามารถสรุปได้ว่าเป็นระบบที่อยู่ในรูปแบบแอปพลิเคชั่นที่สร้างขึ้นเพื่อสนับสนุนการร่วมมือภายในองค์กรทั้งในระดับหน่วยงานและระดับบุคคล เพื่อสนับสนุนการทำงาน

4. บริการอัจฉริยะ (Smart Services)

ส่วนนี้เกิดขึ้นจากเทคโนโลยีอัจฉริยะต่างๆ แอปพลิเคชั่นที่หลากหลายหรือการบูรณาการของระบบ cyber-physical ในส่วนนี้คือเซนเซอร์ หรืออุปกรณ์ที่มีการพัฒนาขึ้นสามารถติดตามและรายงานผลสถานะออกมาเป็นข้อมูลให้รับทราบได้ ข้อมูลจำนวนมากเหล่านี้สามารถทำให้การทำงานมีความยืดหยุ่นขึ้นมากทั้งในการทำงานจากระยะไกล การติดตามผลข้อมูล หรือแม้แต่การแก้ไขปัญหา ซึ่งข้อมูลจำนวนมากเหล่านี้สามารถนำไปสร้างสรรค์วิธีการทำงาน สินค้า บริการ หรือโมเดลทางธุรกิจแบบใหม่ได้

5. แอปพลิเคชั่น / ซอฟต์แวร์ควบคุม (Application / Control Software)

ในลักษณะของ Industry 4.0 ทั้งผลิตภัณฑ์และวัฏจักรวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ได้ถูกจำลองและแสดงภาพเรียบร้อยก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการจริง ไม่ว่าจะเป็นการผลิต การประกอบ การทดสอบ กระบวนการเหล่านี้สามารถทำการจำลองขึ้นก่อน เพื่อทำการวิเคราะห์และกระจายภาระงานให้เหมาะสม ดังนั้นผลิตภัณฑ์เหล่านี้และความเชื่อมโยงที่มีต่อซอฟต์แวร์หรืออุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ สามารถถูกตรวจสอบได้ไม่ว่าจะใช้กระบวนการ จำลองร่วม (co-simulations) หรือ x-in-the-loop (การจำลองกระบวนการโดยกำหนดวัตถุที่ถูกทดสอบเป็น x และใส่เข้าไปในกระบวนการที่ต้องการทดสอบ (loop) เพื่อดูผลลัพธ์ที่ได้ ดังนั้นซอฟต์แวร์เหล่านี้จึงมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการ

6. ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟซ (Software Interface)

ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟซ มีส่วนสำคัญในกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชั่นที่แตกต่างกัน หรือข้อมูลจากระบบที่ผลิตโดยผู้ผลิตที่มีความต่างกัน ในส่วนนี้มาตรฐานเช่น FMI (Functional Mock-up Interface) ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยข้อมูลดังกล่าวจะยังคงได้รับการป้องกันความปลอดภัยอยู่ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในกรณีที่การแลกเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าว โดยเฉพาะการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอค์กรหรือหน่วยงาน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ข้อมูลส่วนที่มีความสำคัญสูงรั่วไหลออกสู่ภายนอก

7. Human-Machine-Interface (HMIs) and Smart Devices

นอกเหนือจากการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบดั้งเดิมแล้ว ในปัจจุบันยังมีเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) หรือความเป็นจริงจำลอง (Augmented Reality: AR) ซึ่งมีความสำคัญและแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ ในภาคอุตสาหกรรม เช่นใช้ในการแสดงรูปแบบจำลองสามมิติที่มีความซับซ้อน โดย

ในการใช้งาน VR และ AR จะมีความต่างกันในแง่ที่ว่า ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) จะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสภาพจำลองขึ้นมาทั้งหมดเป็น (HMIs) รูปแบบหนึ่ง สามารถใช้แสดงภาพจำลองสามมิติขึ้นมาได้ ในแง่ของการรับรู้ของผู้ใช้งานสามารถรับรู้ได้ในหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การรับสัมผัส การได้ยินเสียง หรือการได้รับสัมผัสต่างๆ พร้อมกัน โดยการรับรู้นี้ถูกสร้างขึ้นและนับเป็นส่วนหนึ่งในความเป็นจริงเสมือน ในทางกลับกันความเป็นจริงจำลอง (Augmented Reality: AR) เป็นการขยายการรับรู้ออกไปโดยคอมพิวเตอร์เป็นผู้ช่วยประมวลผล ส่วนใหญ่เทคโนโลยีนี้จะถูกใช้งานผ่านแว่นตาประเภทต่างๆ หรืออุปกรณ์มือถือที่มีกล้องถ่ายรูปคู่ด้วยในการใช้งาน เช่นการสร้างภาพวัตถุจำลองบางอย่างขึ้นมาในพื้นที่จริงเป็นต้น

8. การจัดการข้อมูล (Information and Data Management)

ในกระบวนการต่างๆของ Industry 4.0 นั้นจะมีการสร้างข้อมูลจำนวนมากขึ้น ดังนั้นจึงมรความจำเป็นที่จะต้องวางระบบบนการจัดการข้อมูลที่ดีเพื่อให้ข้อมูลดังกล่าวมีการบันทึก จัดเก็บ และนำไปใช้วิเคราะห์ได้ง่ายในภายหลัง

9. ข้อมูลและรูปแบบไฟล์ (Data and File Formats)

การจะส่งข้อมูลต่างๆ ระหว่างแพลทฟอร์มได้อย่างถูกต้อง สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือรูปแบบของไฟล์ที่จะต้องมีความเหมือนกัน มีมาตรฐานในการใช้ร่วมกัน เพื่อที่ข้อมูลที่ทำการรับ-ส่งนั้นจะได้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ไม่สูญหายหรือมีความซ้ำซ้อนเกินจำเป็น ซึ่งส่วนนี้จะถูกกำหนดรูปแบบด้วย วิธีการเขียน (Syntax) และโครงสร้างความหมาย (semantics) ซึ่งเป็นการกำหนดกฎเกณฑ์ในการเขียนสร้างข้อมูลขึ้น ซึ่งมีความสำคัญมากเนื่องจากคอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรไม่สามารถตีความความหมายหรือความสัมพันธ์อื่นๆ นอกเหนือจากข้อมูลที่ได้รับได้

10. ระเบียบวิธีในการสื่อสาร (Communication Protocols)

ในการรับประกันว่าการสื่อสารระหว่างหน่วยต่างๆ ในการทำงานเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มนั้น การสื่อสารผ่านทางช่องทางต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งแกนหลักของหัวข้อนี้คืออินเตอร์เน็ต ที่จะช่วยให้การสื่อสารทั้งแนวดิ่งและแนวราบเป็นไปได้ด้วยดี เนื่องจากมีข้อดีในการสื่อสารข้ามกันระหว่างองค์กรอย่างอิสระ

ในส่วนของการสื่อสารระหว่างเครื่องจักร (M2M) OPC-UA (Object Linking and Embedding for Process Control Unified Architecture) ถูกนับว่าเป็นมาตรฐานของอุตสาหกรรมโดยพฤตินัย เนื่องจากการสื่อสารในที่นี้จะเป็นการสื่อสารในลักษณะโครงสร้างความหมาย (semantics) เพื่อที่จะเป็นอิสระจากภาษาเชิงโปรแกรม และเทคโนโลยีหนึ่งๆ โดยเฉพาะ การทำแบบนี้ทำให้มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมภาษาอื่นๆ ที่ใช้ในการสื่อสารได้ง่ายดาย ผู้ใช้งานที่อยู่เครือข่าย OPC-UA จะถูกจดจำ รับอนุญาติให้เข้าถึงระบบโดยอัตโนมัติ ซึ่งทำให้การกระจายศูนย์เป็นไปได้ง่ายขึ้น และมีเครือข่ายที่ฉลาดขึ้น

11. เทคโนโลยีการส่งสัญญาณ (Transmission Technologies)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการส่งข้อมูลไร้สายได้เติบโตขึ้นมาก นอกเหนือจาก WLAN (Wireless Local Area Network) ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 แล้ว ปัจจุบันยังมีเทคโนโลยีอื่น เช่น อินฟราเรด, NFC, Blutooth หรือ ZigBee ในส่วนของอุปกรณ์มือถือพกพามีเทคโนโลยี HSPA (High Speed Packet Access) หรือ LTE (Long Term Evolution) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายมือถือของทั้งระบบและของพนักงาน ซึ่งความต่างในเทคโนโลยีเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับย่านความถี่ อัตราการรับส่งข้อมูล แลระยะในการรับส่งข้อมูล รวมถึงอัตราการใช้พลังงาน สำหรับเทคโนโลยี local area networks (LAN) ซึ่งเป็นอีเธอร์เน็ตตามมาตรฐาน IEEE 802.3 ก็สามารถใช้ได้ในลักษณะการตั้งสถานีรับส่งข้อมูลเป็นจุด แต่อาจมีความเสี่ยงในการเกิดการปะทะกันของข้อมูลระหว่างการรับส่ง และมีความหน่วงในการส่งข้อมูลได้ ในการใช้งานในอุตสาหกรรมมักจะพบการใช้ฟิลด์บัส เป็นการรับส่งข้อมูลผ่านสายเคเบิลเนื่องจากสามารถคาดการณ์ความล่าช้าของอัตราการรับส่งข้อมูลได้ ทำให้การสื่อสารเฉพาะในเครือข่ายผู้ใช้งานจำกัดทำได้ง่ายกว่า ในปัจจุบันเทคโนโลยีรับส่งข้อมูลผ่านสายเคเบิลได้พัฒนามากขึ้น ตามกลุ่มมาตรฐาน IEEE 802 เคเบิลหลายชนิดสามารถรับส่งข้อมูลได้แบบทันทีโดยมีอาการหน่วงน้อยมาก จึงทดทอนฟิลด์บัสแบบเดิมได้ วัตถุประสงค์หลักคือการสร้างเครือข่ายการสื่อสารที่เป็นรูปแบบเดียวกันภายในพื้นที่สำนักงาน ซึ่งด้วยการปรับแต่งเพิ่มเติมในระบบทำให้เกิดสิ่งที่เรียกว่า Industrial ethernet solutions ซึ่งทำให้เวลาในการสื่อสารสามารถลดลงได้ต่ำกว่า 100 μs

12. Hardware Interfaces

ระบบการผลิตควรจะต้องมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็วและยืดหยุ่นตามแต่ความต้องการหรือข้อกำหนดที่มีความเปลี่ยนไป ดังนั้นอุปกรณ์การผลิตที่เป็นหน่วยย่อยโดยสามารถเคลื่อนย้ายปรับเปลี่ยนได้ง่ายจึงถูกนำมาใช้ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีมาตรฐานกำหนด เพื่อรับรองการทำงานและการสื่อสารระหว่างกันที่ดีระหว่างอุปกรณ์แต่ละชนิด อุปกรณ์เหล่านี้จะมีสายหรือไร้สายก็ได้ ซึ่งอุปกรณ์แบบมีสายอาจมีข้อได้เปรียบที่อัตราการรับส่งข้อมูลที่รวดเร็วกว่า

13. การระบุตัวตนผลิตภัณฑ์ (Product Identification)

ความสามารถในการระบุชิ้นงานผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นได้เป็นส่วนสำคัญและวัตถุประสงค์หลักในห่วงโซ่คุณค่า ซึ่งเป็นหนึ่งในแกนหลักของ Industry 4.0 ในทางปฏิบัติการระบุตัวตนเหล่านี้มักทำด้วยการใช้ RFID บาร์โค้ด หรือชุดข้อมูลที่กำกับลงไปบนตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นับเป็น passive technology ซึ่งต้องใช้งานคู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลเหล่านี้ หรือนอกเหนือจากเทคโนโลยีที่กล่าวมาข้างต้นอาจใช้ IP address ในการระบุตัวตนได้เช่นกัน

14. Additive Manufacturing

การผลิตแบบ Additive manufacturing หรือเทคโนโลยีพิมพ์สามมิติ เป็นการผลิตขึ้นรูปชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตโดยทำการติดชิ้นส่วนต่างๆ ที่มีความหนาเท่ากันโดยประกอบติดเป็นชั้นๆ ซึ่งทำให้การผลิตชิ้นงานสามมิติที่ขึ้นรูปโดย CAD สามารถทำได้อย่างยืดหยุ่นมากขึ้น มีอิสระในการประกอบขึ้นรูปมากขึ้น สามารถทำชิ้นส่วนต่างๆ แยกชิ้นกันได้สะดวกขึ้น โดยนิยมใช้กับชิ้นงานที่มีน้ำหนักเบา

15. ระบบอัจฉริยะและวัตถุดิบอัจฉริยะ (Smart Systems und Smart Materials)

พัฒนาการของระบบเซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมวัดผลต่างๆ ในปัจจุบันทำให้เกิดการประยุกต์ใช้ได้หลากหลายมากขึ้น โดยรวมแล้วระบบการผลิต (อุปกรณ์ สถานีการผลิต ชิ้นส่วนลำเลียง) แต่เดิมจะมีลักษณะเป็นอุปกรณ์ยึดติดตายตัวอยู่กับที่ โดยมีความสามารถเฉพาะเจาะจงในงานหนึ่งๆ พัฒนาการในส่วนเทคโนโลยีทำให้สามารถฝังชิ้นส่วนเซนเซอร์หรืออุปกรณ์วัดผลต่างๆ ลงไปในอุปกรณ์เหล่านี้ได้ ทำให้ระบบการผลิตโดยรวมสามารถตรวจจับและอ่านค่าต่างๆ ได้มากขึ้น ทำให้ระบบโดยรวมมีความสามารถในการปรับปรุง ตรวจจับ และสามารถพัฒนาได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

9.4 Industry 4.0 Check-up Tool โดยอ้างอิงจาก RAMI 4.0

Industry 4.0 Check-up Tool เป็นเครื่องมือหลักที่ประเทศเยอรมนีใช้ในการประเมินความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรด้านอุตสาหกรรม 4.0 แบบละเอียดเชิงลึก Industry 4.0 Check-up Tool ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2015 จากการอ้างอิง RAMI 4.0 โดย Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation (IFF) สถาบันวิจัยชั้นนำของประเทศเยอรมนี และการดำเนินการประเมินองค์กรด้านอุตสาหกรรม 4.0 จะต้องดำเนินการโดยผู้ตรวจประเมินที่ผ่านการอบรมและผ่านการทดสอบจากสถาบัน IFF จนได้รับการขึ้นทะเบียนเป็น Certified Assessor แล้วเท่านั้น โดยการลงพื้นที่เพื่อประเมินองค์กรในแต่ละครั้ง ผู้ตรวจประเมินจะต้องดำเนินการ 5 ขั้นตอน ได้แก่

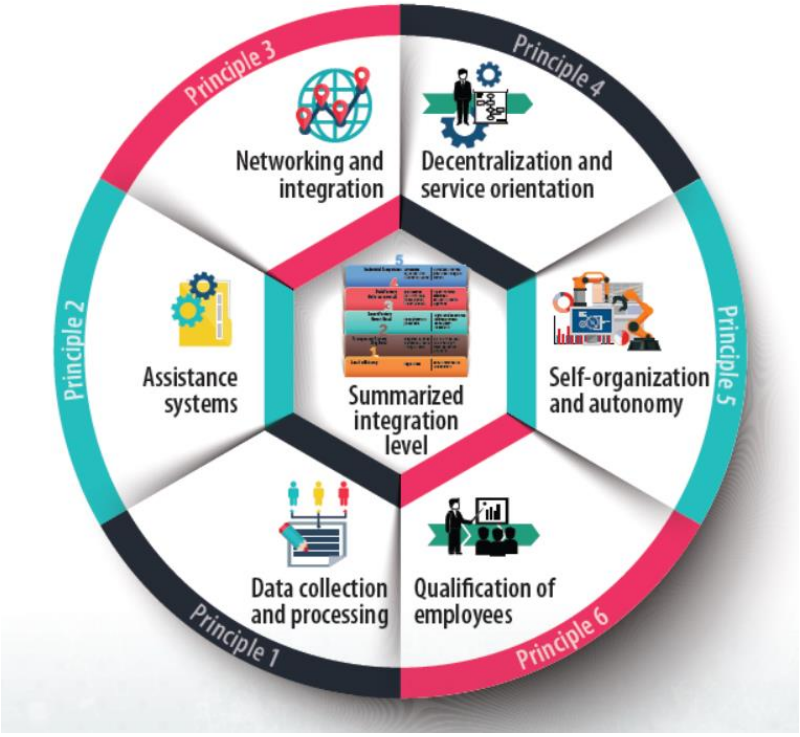
1) Target Focusing - การรับรู้วัตถุประสงค์ และความสำคัญของการประเมิน: กระบวนการที่ผู้ตรวจประเมินชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประเมิน และสร้างการรับรู้แก่ผู้บริหารระดับสูงในองค์กร และผู้บริหารจากหน่วยงานต่างๆ เข้าร่วมด้วย เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ ฝ่าย IT ฝ่ายบุคคล และฝ่ายบัญชี เป็นต้น เพื่อสร้างความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการประเมินองค์กรตามแนวทางของโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp

2) Interview Phase – การเก็บข้อมูลการดำเนินงานขององค์กร: กระบวนการที่ผู้ตรวจประเมินดำเนินการสัมภาษณ์บุคลากรที่ทำงานในหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของหน่วยงานต่างๆ และความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่างๆ ภายในองค์กร ผู้ตรวจประเมิน จะสัมภาษณ์ในประเด็นที่เกี่ยวกับหน้าที่และความรับผิดชอบในหน่วยงานกระบวนการหลักในการทำงาน เครื่องมือหรือซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการทำงาน รูปแบบการจัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้คำถามยังครอบคลุมถึงการติดต่อประสานงานกับแผนกอื่นๆ เช่น หน่วยงานที่ต้องติดต่อประสานงาน รูปแบบวิธีการในการติดต่อสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกับหน่วยงานอื่น ความถี่ในการติดต่อสื่อสาร การนำข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานอื่นไปใช้ในการทำงาน เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ตรวจประเมิน อาจจะถามถึงโครงการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม 4.0 วางแผนไว้ ซึ่งเมื่อดำเนินการแล้วจะมีผลกระทบต่อกระบวนการทำงานในหน่วยงาน

3) Industry 4.0 Check-up Tool - เครื่องมือประเมินความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรด้านอุตสาหกรรม 4.0 เชิงลึก: กระบวนการที่ผู้ตรวจประเมินให้คะแนนแต่ละองค์กร โดยพิจารณาตามหลักการประเมิน 6 ด้าน (6 principles of Industrie 4.0) (ภาพที่ 43) ได้แก่

- **Principle ที่1 Data Collection and Processing - การจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล**: เป็นการพิจารณารูปแบบการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลขององค์กรว่าอยู่ในรูปแบบใด เช่น เก็บข้อมูลด้วยคนเป็นหลัก หรือข้อมูลถูกสร้างเองจาก Cyber-Physical Production System (CPPS) ตัวอย่างการให้คะแนนในด้านนี้ เช่น หากหน่วยงานมีการจัดเก็บข้อมูลด้วยคนเป็นหลัก ไม่มีมาตรฐานในการจัดเก็บข้อมูลจะได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำ แต่หากองค์กรมีการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัลผ่าน Cyber-Physical Production System ไปจนถึงระดับห่วงโซ่อุปทาน จะได้คะแนนอยู่ในระดับสูง เป็นต้น
- **Principle ที่ 2 Assistance Systems - ระบบที่ใช้เพื่อสนับสนุนการทำงาน**: เป็นการพิจารณาการนำเทคโนโลยีหรือระบบสนับสนุนอื่นๆ มาช่วยในการทำงาน เพื่อลดความผิดพลาด อุบัติเหตุ หรือช่วยทำให้งานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้รูปภาพ เสียง วีดิทัศน์ อุปกรณ์และกลไกต่างๆ ตัวอย่างการให้คะแนนในด้านนี้ เช่น หากหน่วยงานมีการทำงานซ้ำๆ ไม่มีการใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ใดๆ ช่วยในการทำงานจะได้รับคะแนนอยู่ในระดับต่ำ หากหน่วยงานมีการใช้ระบบช่วยเหลือต่างๆ เช่น Augmented Reality (AR) และ Virtual Reality (VR) ในการทำงาน มีมาตรฐานในการทำงานร่วมกัน จะได้คะแนนอยู่ในระดับสูง เป็นต้น
- **Principle ที่ 3 Networking and Integration – ระบบเครือข่ายและบูรณาการ**: เป็นการพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานภายใน เช่น ระหว่างเครื่องจักร หรือหน่วยงานต่างๆ ว่ายังเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างคน หรือความสามารถบูรณาการข้อมูลเครื่องจักรได้อย่างสมบูรณ์ เป้าหมายของระบบเครือข่ายและบูรณาการเป็นการเชื่อมต่อเครื่องจักร พนักงาน เข้าสู่ระบบเป็นเครือข่ายเดียวกัน ตัวอย่างการให้คะแนนในด้านนี้ เช่น หากหน่วยงานมีเครื่องจักรที่มีการเชื่อมโยงถึงกัน มีระบบ IT ในการสื่อสาร และระบบ IT มีความยืดหยุ่นและเชื่อมต่อกันในแต่ละระบบ จะได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ หากหน่วยงานสามารถเชื่อมต่อระบบอย่างมีมาตรฐานด้านความปลอดภัย มีการแสดงผลข้อมูลแบบ Real Time ผ่านระบบ Cloud เครื่องจักรสามารถสั่งงานผ่านระบบเครือข่ายได้ด้วยตนเอง จะได้คะแนนอยู่ในระดับสูง เป็นต้น
- **Principle ที่ 4 Decentralization and Service Orientation - การกระจายอำนาจและ การมุ่งเน้นการให้บริการ**: เป็นการพิจารณาเรื่องการรวมศูนย์หรือกระจายศูนย์การปฏิบัติงาน เช่น การบริหารจัดการเป็นแบบรวมศูนย์หรือกระจายอำนาจ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการทำงาน ตัวอย่างการให้คะแนนในด้านนี้ เช่น หน่วยงานไม่มีการให้บริการระหว่างหน่วยงาน จะได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำ หากหน่วยงานสามารถให้บริการทั่วทั้งเครือข่าย และมีการคิดค่าใช้จ่ายแบบ pay-per-use จะได้คะแนนอยู่ในระดับสูง เป็นต้น
- **Principle ที่ 5 Self-Organization and Autonomy - การจัดการตนเองและความเป็นอิสระ**: เป็นการพิจารณาเรื่องระบบ Cyber-Physical Systems เพื่อช่วยในการควบคุมการทำงานและบริหารจัดการ ตัวอย่างการให้คะแนนในด้านนี้ เช่น การควบคุมการทำงานแบบ Manual จะได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำ แต่หากมีระบบควบคุมการทำงานแบบอิสระและเป็นแบบอัตโนมัติทั้งองค์กร เครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถปรับเพิ่มประสิทธิภาพของตนเองได้อย่างอิสระ จะได้คะแนนอยู่ในระดับสูง เป็นต้น

- **Principle ที่ 6 Qualification of Employees - คุณสมบัติของพนักงาน**: เป็นการพิจารณาความรู้ความสามารถของพนักงานโดยคำนึงถึงอุตสาหกรรม 4.0 รวมถึงทัศนคติของพนักงานว่ามีการยอมรับความเปลี่ยนแปลงในด้านเทคโนโลยีมากน้อยเพียงใด หน่วยงานต้องมีการวางแผนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างการให้คะแนนในด้านนี้ เช่น พนักงานยังไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 จะได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำ หรือองค์กรมีการจัดการความรู้ของพนักงานผ่านระบบเน็ตเวิร์คส่วนกลางในองค์กร หรือพนักงานมีทักษะความรู้และประสบการณ์เพียงพอที่จะตัดสินใจในงานเองได้ ก็จะได้คะแนนอยู่ในระดับสูง เป็นต้น



ภาพที่ 43 หลักการประเมิน 6 ด้าน (6 principles of Industrie 4.0)

เมื่อองค์กรได้รับการประเมินและทราบคะแนนองค์กรแล้ว ผู้ประเมินจะนำคะแนนมาเปรียบเทียบเกณฑ์ หรือ “ดัชนีการประเมินความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0” เพื่อให้ทราบว่าองค์กรอยู่ระดับใด โดย Industrie 4.0 CheckUp จะจำแนกองค์กรตามความพร้อมและสมรรถนะออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 44) ได้แก่

- **ระดับที่ 1 Maturity level 1** หรือเรียกว่า **Local Efficiency** : องค์กรที่อยู่ในระดับนี้มีการดำเนินงานเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ องค์กรมีการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการทำงานบ้าง แต่ยังใช้คนในการทำงานเป็นหลัก รวมถึงการเก็บข้อมูลและการส่งข้อมูลระหว่างกัน การใช้ข้อมูลในการทำงานส่วนใหญ่อยู่ที่ตัวบุคคลหรือหน่วยงานนั้นๆ ยังไม่มีการส่งข้อมูลระหว่างหน่วยงานและยังไม่มีการนำข้อมูลของหน่วยงานอื่นๆ ไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือใช้ในการประมวลผลต่อ
- **ระดับที่ 2 Maturity level 2** หรือเรียกว่า **Transparent Factory (Big Data)** : องค์กรที่อยู่ในระดับนี้มีการเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างระบบต่างๆ มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล และมี

เทคโนโลยีในการจัดเก็บข้อมูล มีการใช้เซ็นเซอร์หรือการดึงสัญญาณจาก PLC รวมถึงมีการนำข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลมากขึ้น เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ มีการเชื่อมโยงข้อมูลถึงกันเพื่อลดการจัดเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน

- **ระดับที่ 3 Maturity level 3** หรือเรียกว่า **Smart Factory (Smart Data)** : องค์กรที่อยู่ในระดับนี้มีการนำระบบ IT เข้ามาใช้สนับสนุนการทำงานของเครื่องจักร มีการสื่อสารและเชื่อมต่อกันแบบอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยี Internet of thing รวมถึงการจัดการข้อมูลเป็นแบบดิจิทัลทั้งหมด เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างสินค้าและกระบวนการทำงาน มีการแสดงสถานะของการทำงานรวมถึงค่าควบคุมต่างๆ ที่จำเป็น นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยสนับสนุนการทำงานของคน เช่น Autonomous Robots มาเป็นผู้ช่วยในการผลิต มีการนำ AR มาประยุกต์ใช้ในการทำงานเพื่อลดความผิดพลาดในการทำงาน หรือใช้อบรมพัฒนาพนักงาน เป็นต้น
- **ระดับที่ 4 Maturity level 4** หรือเรียกว่า **Dark Factory (Fully Automated)** องค์กรที่อยู่ในระดับนี้มีการออกแบบสินค้า/บริการ กระบวนการทำงาน รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ให้มีการเชื่อมโยงกันในกระบวนการทุกขั้นตอนทั้งกระบวนการทำงานหลักและกระบวนการทำงานย่อย มีการทำงานแบบอัตโนมัติทั้งหมดโดยปราศจากคนเข้าไปเกี่ยวข้อง เครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถเรียนรู้และปรับปรุงกระบวนการทำงานได้ด้วยตัวเองด้วยหลักการ Artificial Intelligence เครื่องจักรสามารถดูแลสภาพพื้นฐานและแก้ไขฟังก์ชั่นการทำงานด้วยตนเอง กระบวนการผลิต/การทำงานต่างๆ สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องมีแสงสว่าง (Dark Factory)
- **ระดับที่ 5 Maturity level 5** หรือเรียกว่า **Industrial Ecosystem** องค์กรที่อยู่ในระดับนี้มีการบริหารจัดการระบบห่วงโซ่อุปทาน อย่างเหมาะสม โดยทุกคนที่เกี่ยวข้องกับระบบห่วงโซ่อุปทาน นั้นมีการเชื่อมโยงกันตั้งแต่ซัพพลายเออร์ ไปยังลูกค้าทั้งภายนอกและภายในโรงงาน มีระบบการจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพด้านการผลิตเชื่อมโยงกับการขนส่งเป็นแบบอัตโนมัติ เครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้วยตนเองอย่างอิสระ

ภาพที่ 44 ระดับความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0)

4) Interview Evaluation – ผลการประเมินที่องค์กรได้รับ: กระบวนการที่ผู้ตรวจประเมินรายงานผลการประเมินให้องค์กรทราบ 5 ด้าน ได้แก่

(1) *ผลการวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนปัญหาอุปสรรค (SWOT)*: ผู้ตรวจประเมิน (ต้องประเมินในสิ่งที่ได้รับจากการสัมภาษณ์ที่เป็นสภาพปัจจุบันให้แก่องค์กร ไม่ว่าจะเป็นจุดแข็ง จุดด้อย โอกาส และอุปสรรคต่างๆ ขององค์กร เพื่อนำข้อมูลส่วนนี้ไปร่วมจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้องค์กรสามารถนำไปกำหนดเป็นกลยุทธ์และแผนงานขององค์กรต่อไป

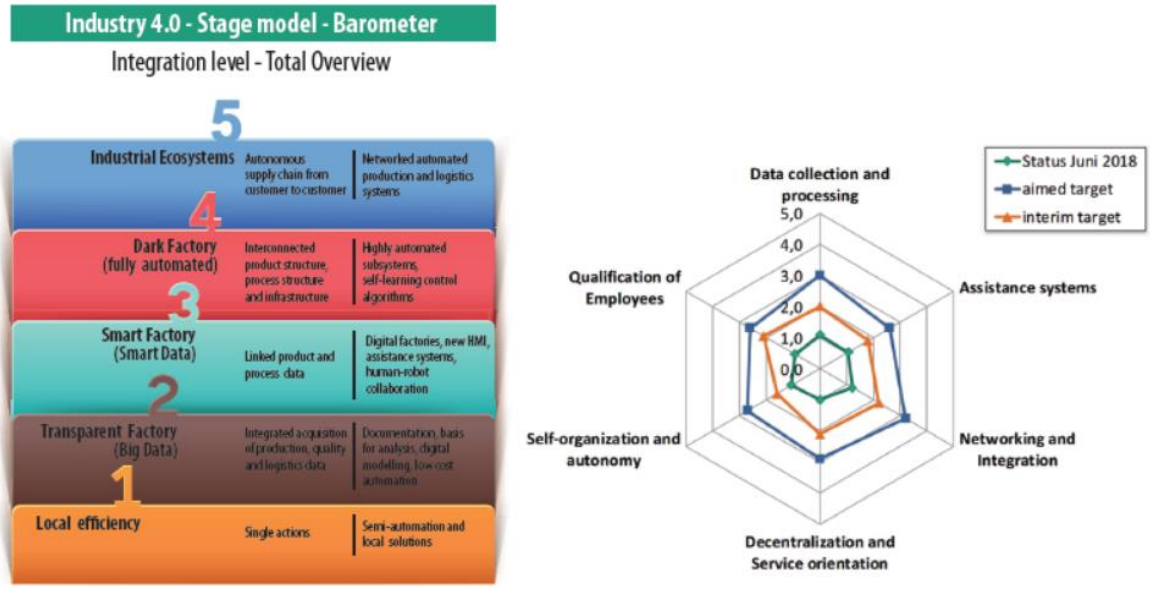
(2) *ข้อมูลสรุปที่ได้จากการสัมภาษณ์*: ผู้ตรวจประเมิน จะนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แต่ละหน่วยงานมาสรุปในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ระหว่างหน่วยงานต่างๆ ภายในองค์กร ข้อดีของการสรุปประเด็นสำคัญที่ได้สัมภาษณ์แต่ละหน่วยงาน ทำให้องค์กรเห็นภาพของหน่วยงานว่ามีการดำเนินงานโดยคนหรือระบบ รวมถึงเมื่อองค์กรได้ดำเนินการตามข้อเสนอแนะแล้ว องค์กรจะสามารถยกระดับในด้านใดได้บ้าง เช่น ผลิตภาพการไหลของข้อมูลหรือคุณภาพของสินค้า โดยผู้ตรวจประเมิน จะส่งข้อมูลสรุปนี้ให้องค์กรตรวจสอบหลังจากที่ได้สัมภาษณ์เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลสำคัญต่างๆ ที่ได้รับมีความครบถ้วน และถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

(3) *คะแนนประเมินสถานะปัจจุบัน (As Is)*: ผู้ตรวจประเมิน) จะนำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์แต่ละหน่วยงานมาคำนวณคะแนนประเมินสถานะที่ได้จาก 6 principles of Industrie 4.0 แล้วนำมาพลอต

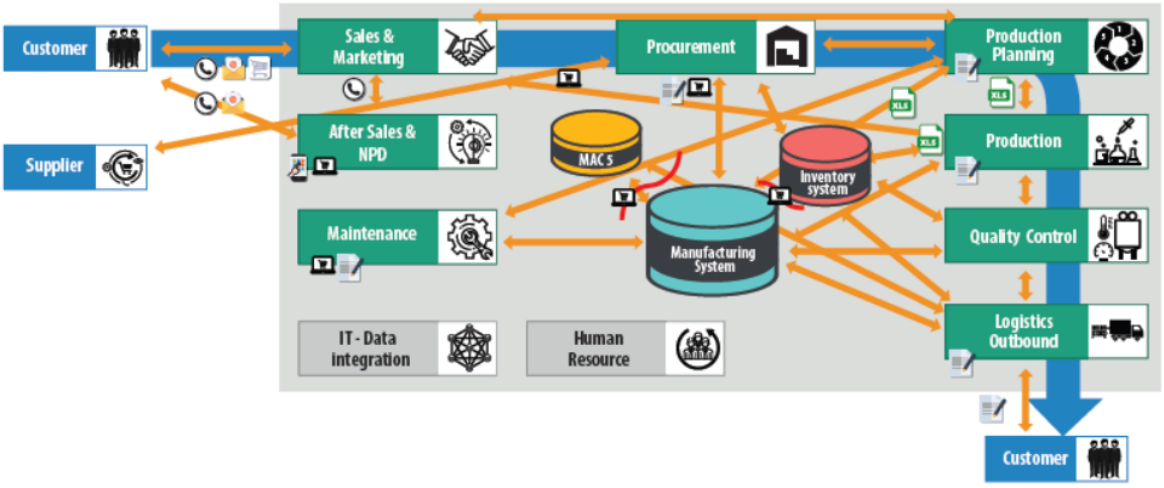
เป็น Radar Chart เพื่อให้องค์กรเห็นว่าในภาพรวมขององค์กรด้านใดที่องค์กรดำเนินการได้ดี และด้านใดที่องค์กรยังทำได้ไม่ดี ภาพที่ 45 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินระดับความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0 ขององค์กรหนึ่ง ตามแนวทาง Industrie 4.0 CheckUp จากภาพจะเห็นว่าองค์กรนี้มีผลการประเมินอยู่ในระดับ 1.1 หรือมี Maturity level 1 เป็นองค์กรที่ยังมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ร่วมกับคนเป็นการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ข้อมูลเก็บไว้อยู่กับแต่ละบุคคลหรือแต่ละหน่วยงานเป็นส่วนใหญ่

(4) *คะแนนประเมินสถานะเป้าหมายในอนาคต (To Be)*: นอกจากนี้ ผู้ตรวจประเมิน จะประมาณการณ์สถานะเป้าหมายเพื่อให้องค์กรทราบว่า หากได้ดำเนินการตามแนวทางที่ผู้ตรวจประเมิน ให้ไว้ในอนาคตองค์กรจะสามารถก้าวไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 อยู่ในระดับใด จากภาพที่ 45 ปัจจุบันองค์กรได้รับคะแนนประเมินที่ในระดับ 1.1 หรือมี Maturity level 1 ซึ่งองค์กรตั้งเป้าหมายเพื่อปรับคะแนนประเมินอยู่ที่ประมาณ 2.0 หากได้ดำเนินการกิจกรรมการปรับปรุงต่างๆ ตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ที่ผู้ตรวจประเมิน ให้ไว้แล้ว

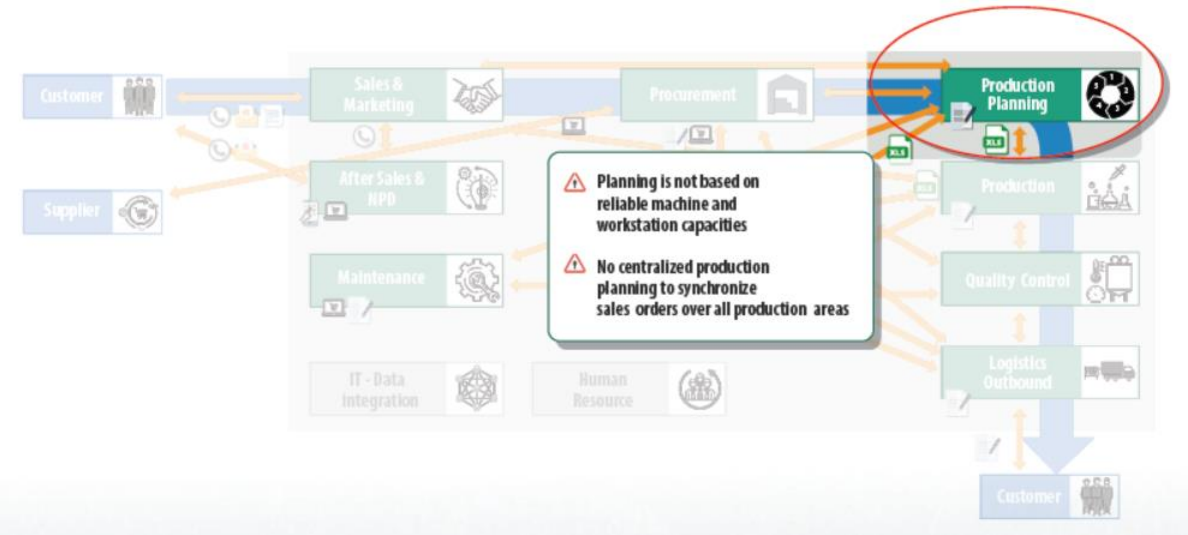
(5) *ผังการไหลของข้อมูล*: ผู้ตรวจประเมิน จะต้องทำการวิเคราะห์ผังการไหลของข้อมูลสภาพปัจจุบัน (Current Situation) โดยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยให้องค์กรเห็นภาพรวมของสถานะการไหลและการจัดการข้อมูลของทั้งองค์กร ภาพที่ 46 แสดงตัวงอย่างการวิเคราะห์ผังการไหลของข้อมูลสภาพปัจจุบัน (Current Situation) ขององค์กร แสดงถึงจุดที่ขาดประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลได้ เนื่องจากวิธีการรับส่งที่ยังเป็นแบบ Manual อาศัยตัวบุคคลมากกว่าระบบ มีการจัดเก็บข้อมูลหรือสร้างข้อมูลประเภทเดียวกันในฐานข้อมูลหลายแห่ง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่นำมาใช้ และประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล นอกจากนี้ผู้ตรวจประเมิน ยังระบุลักษณะหรือปัญหาหลักในการจัดการข้อมูลของหน่วยงานให้กับองค์กรอีกด้วย การระบุลักษณะหรือปัญหาหลักในการจัดการข้อมูลของหน่วยงานจุดประสงค์เพื่อให้สามารถเห็นภาพปัญหาหลักของแต่ละหน่วยงานที่สัมภาษณ์ และปัญหาในภาพรวมขององค์กรทั้งหมด โดยเฉพาะส่วนที่มีการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยงาน (ภาพที่ 47) และผู้ตรวจประเมิน (จะช่วยวิเคราะห์การออกแบบผังการไหลของข้อมูลในอนาคต (Future Situation) และการจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับกระบวนการทำงานหรือปัญหาของแต่ละหน่วยงาน ภาพที่ 48 แสดงผังการไหลของข้อมูลสภาพอนาคต (Future Situation) ซึ่งจะใช้แนวทางการรวมเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centralize) สำหรับการสร้างและจัดเก็บข้อมูลภายใต้ฐานข้อมูลเดียวกัน แทนการจัดเก็บข้อมูลลักษณะเดียวกันซ้ำซ้อนในคอมพิวเตอร์ส่วนตัวหรือฐานข้อมูลแยก เมื่อแต่ละหน่วยงานมีการนำข้อมูลไปใช้งานในรูปแบบดิจิทัล จะเป็นการกระจายออกจากศูนย์กลาง (Decentralize) ผ่านแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมแทนการส่งต่อข้อมูลระหว่างหน่วยงานด้วยวิธีการแบบเดิมซึ่งอาศัยตัวบุคคล เช่น อีเมล ไลน์ โทรศัพท์ หรือไฟล์แนบในอีเมล จะเห็นว่าทุกหน่วยงานจะดึงข้อมูลจาก Data Lake ที่เป็นฐานข้อมูลกลางเพื่อนำไปใช้งานโดยผ่านทางแอปพลิเคชันหรือโปรแกรม และเมื่อมีข้อมูล Transaction ที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมทางธุรกิจของแต่ละหน่วยงานผ่านทางแอปพลิเคชันหรือโปรแกรม ข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้ส่วนกลาง โดยที่หน่วยงานอื่นสามารถนำข้อมูลไปใช้งานผ่านทางแอปพลิเคชันหรือโปรแกรมในรูปแบบของรายงานอัตโนมัติซึ่งจะช่วยลดรอบเวลาการผลิตสินค้า และความผิดพลาดต่างๆ ในกระบวนการทำงานได้



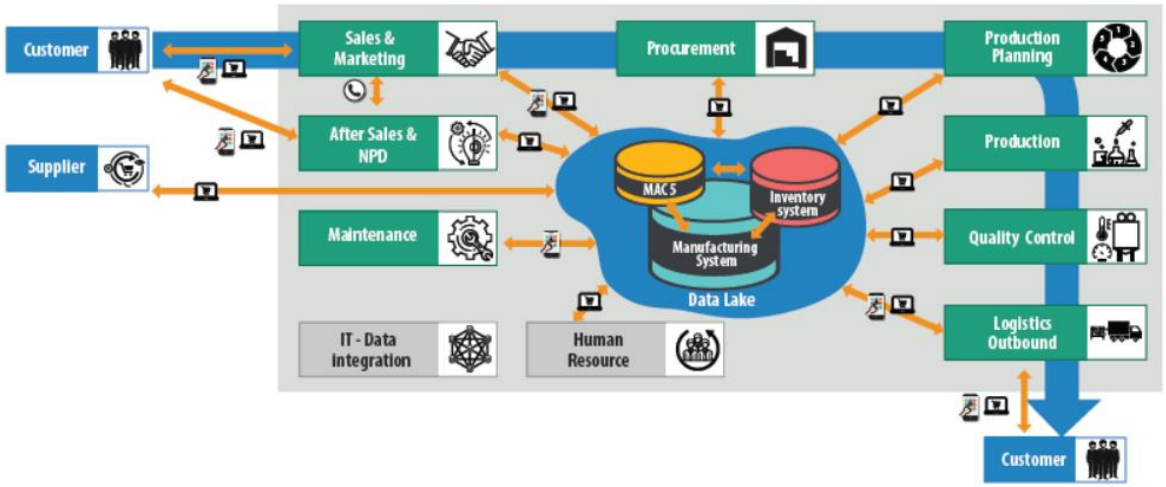
ภาพที่ 45 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินระดับความพร้อมและสมรรถนะด้านอุตสาหกรรม 4.0 ตามแนวทาง Industrie 4.0 CheckUp



ภาพที่ 46 ตัวอย่างผังการไหลของข้อมูลสภาพปัจจุบัน (Current Situation)



ภาพที่ 47 ตัวอย่างการระบุลักษณะหรือปัญหาหลักในการจัดการข้อมูลของหน่วยงาน



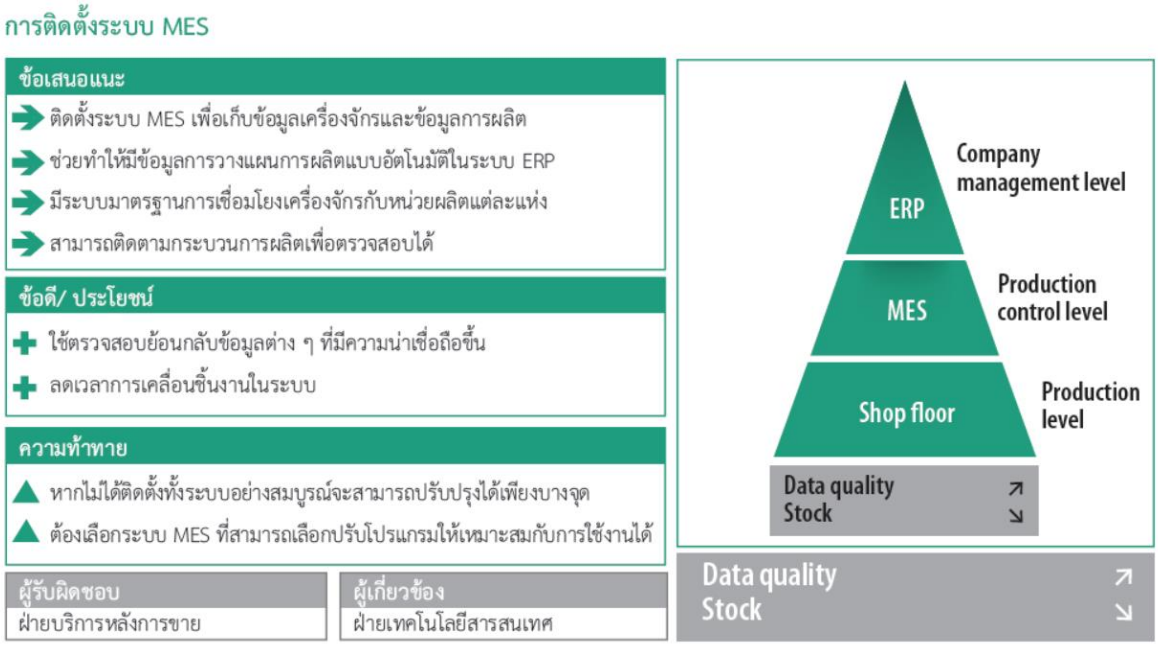
ภาพที่ 48 ตัวอย่างผังการไหลของข้อมูลสภาพอนาคต (Future Situation)

6) Solutions, Prioritization & Roadmapping - ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization) และเส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap): กระบวนการที่ผู้ตรวจประเมินรายงานผลให้องค์กรทราบถึงแนวทางในการยกระดับสู่ Industry 4.0 อย่างละเอียด ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions) ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization) และเส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap)

(1) *ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solutions)*: ผู้ตรวจประเมิน ทำการประมวลความท้าทายหรือปัญหาอุปสรรคต่างๆ ที่พบจากองค์กร รวมถึงหาสาเหตุของความท้าทายขององค์กรที่เกิดขึ้น แล้วจะ

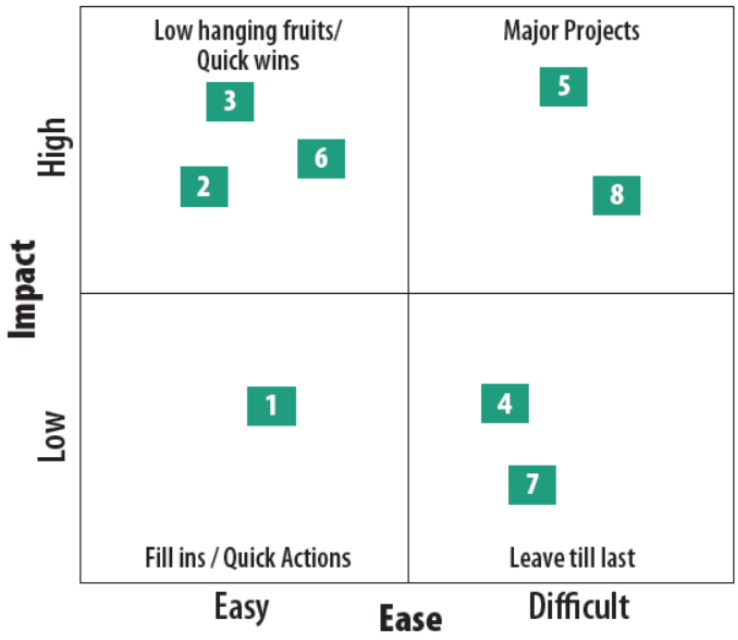
นำมาสรุปเป็น “ลักษณะในอนาคตที่ต้องการ (Future Characteristic)” ของหน่วยงานต่างๆ จากนั้นผู้ตรวจประเมิน จะจัดทำเป็นข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา ที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับบริบทขององค์กรและสามารถตอบสนองลักษณะในอนาคตที่องค์กรต้องการ ได้ ในแต่ละข้อเสนอแนะจะประกอบด้วยการสรุปแนวทางในการแก้ไขปัญหา และผลประโยชน์ที่องค์กรคาดว่าจะได้รับ โดยจะทำเป็นสัญลักษณ์ว่าดีขึ้นในด้านใด เช่น ผลิตภาพ ต้นทุนหรือคุณภาพ ผู้ที่รับผิดชอบในเรื่องนี้ควรเป็นใครที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนให้ข้อเสนอแนะนี้เกิดขึ้น ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมปรับปรุงนี้เป็นใครบ้าง ภาพที่ 49 แสดงตัวอย่างข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง ด้านการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล และภาพที่ 50 แสดงตัวอย่างข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง ด้านระบบเครือข่ายและบูรณาการ

ภาพที่ 49 ตัวอย่างข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solution) ด้านการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล



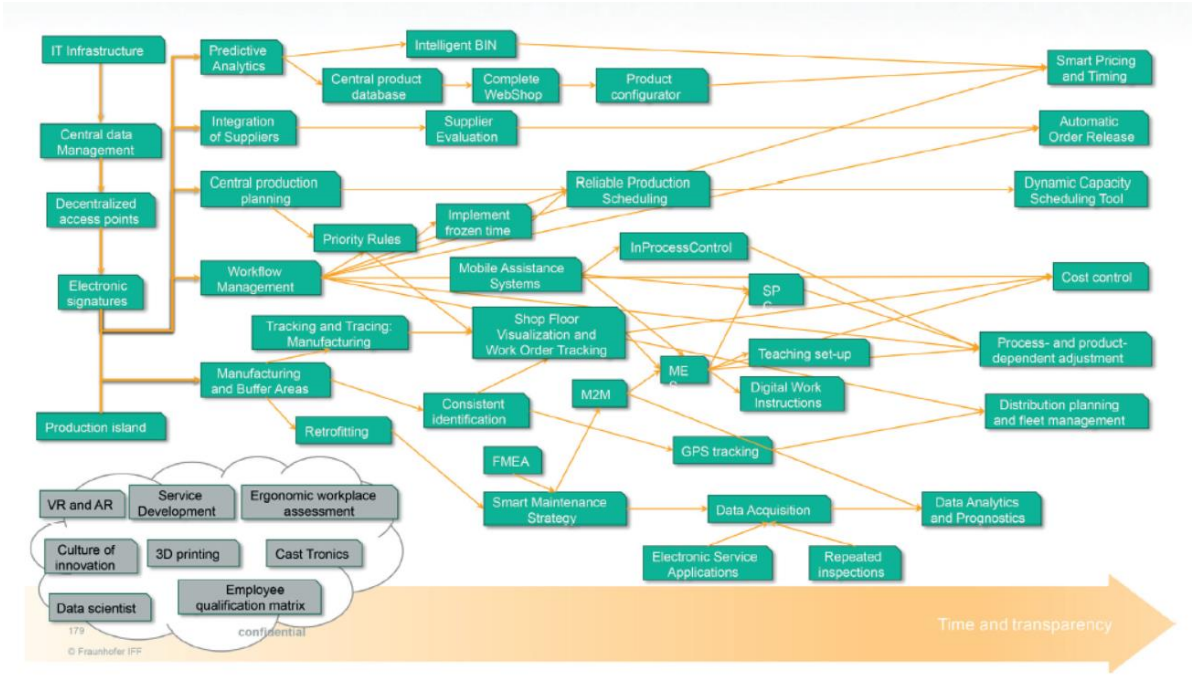
ภาพที่ 50 แสดงตัวอย่างข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Solution) ด้านระบบเครือข่ายและบูรณาการ

(2) *ลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization)*: เมื่อผู้ตรวจประเมินได้จัดทำข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เห็นว่าเหมาะสมกับองค์กรแล้ว ผู้ตรวจประเมิน จะนำข้อเสนอแนะเหล่านั้นมาจัดลำดับความสำคัญเพื่อให้องค์กรสามารถนำไปวางนโยบายเกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 ได้ตามเวลาที่ควรจะเป็นและสามารถบรรลุคุณลักษณะด้านอุตสาหกรรม 4.0 ที่วางไว้ในระยะยาว ในการจัดลำดับความสำคัญ ผู้ตรวจประเมิน อาจใช้วิธีการหลากหลายวิธี ซึ่งวิธีการที่เป็นที่นิยมและแพร่หลาย คือ วิธีการผลประโยชน์อย่างง่าย (East Benefit) เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและสามารถแยกแยะข้อเสนอแนะที่ทำก่อน-หลังได้ชัดเจน ผู้ตรวจประเมิน จะแยกข้อเสนอแนะออกเป็น Matrix ทั้งหมด 4 กลุ่ม ได้แก่ ข้อเสนอแนะที่ดำเนินการง่ายและได้ผลประโยชน์สูง ข้อเสนอแนะที่ดำเนินการง่ายแต่ได้ผลประโยชน์ต่ำ ข้อเสนอแนะที่ดำเนินการยากแต่ได้ผลประโยชน์สูง และข้อเสนอแนะที่ดำเนินการยากและได้ผลประโยชน์ต่ำ ภาพที่ 51 แสดงตัวอย่างการจัดลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง ด้วยวิธีการผลประโยชน์อย่างง่าย จะเห็นว่าข้อเสนอแนะที่ดำเนินการง่ายและได้ผลประโยชน์สูง เป็นข้อเสนอที่ 2 3 และ 6 ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะที่องค์กรควรเลือกดำเนินการก่อน เพราะจะสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และองค์กรจะได้รับประโยชน์ในเวลาสั้น



ภาพที่ 51 ตัวอย่างการจัดลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง (Prioritization) ด้วยวิธีการผลประโยชน์อย่างง่าย (East Benefit)

(3) *เส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap)*: หลังจากที่ผู้ตรวจประเมิน ได้จัดทำข้อเสนอแนะและจัดลำดับความสำคัญของข้อเสนอแนะแล้ว จะนำข้อเสนอแนะดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกับองค์กร ในทางปฏิบัติจะดำเนินการในรูปแบบ Workshop ร่วมกับผู้บริหารและพนักงานในหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อเสนอแนะ เพื่อให้เกิดการยอมรับและมีความเห็นร่วมกัน ว่าข้อเสนอแนะสามารถดำเนินการได้จริงหรือยังไม่มีความชัดเจน ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม หรือเห็นว่ายังไม่เหมาะสมที่จะดำเนินการเมื่อองค์กรได้เลือกข้อเสนอแนะที่เห็นว่าสามารถดำเนินการได้แล้ว ผู้ตรวจประเมิน จะนำข้อเสนอแนะเหล่านั้นมาบรรจุในเส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap) โดยการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างข้อเสนอแนะแต่ละข้อ โดยผู้ตรวจประเมิน จะใช้ลูกศรแบบทางเดียว เพื่อแสดงให้เห็นข้อเสนอแนะที่ควรดำเนินการก่อนไปยังข้อเสนอแนะที่ควรดำเนินงานเป็นลำดับถัดๆ ไป ภาพที่ 52 แสดงตัวอย่างเส้นทางสู่เป้าหมาย ขององค์กร กล่องข้อความสีเขียวคือข้อเสนอแนะในแต่ละปัญหา ลูกศรสีส้มแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละข้อเสนอแนะ และกล่องข้อความสีเทาคือข้อเสนอแนะที่ไม่เกี่ยวข้องกันหรือไม่ได้รับการเลือกจากองค์กร



ภาพที่ 52 ตัวอย่างเส้นทางสู่เป้าหมาย (Roadmap)

9.5 แนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมอ้างอิงจาก RAMI 4.0

ในภาพรวมจะเห็นได้ว่าลำดับความสำคัญของกระบวนการยกระดับอุตสาหกรรมใน Industry 4.0 โดยอ้างอิงจาก RAMI 4.0 มีจุดมุ่งหมายสำคัญของการพัฒนาคือการประสานงานต่างๆ ในระบบกระจายศูนย์ให้มีความสามารถในการบริหารจัดการตัวเองได้ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องจักร (คือสามารถตรวจจับ เตือน และแก้ไขกระบวนการในขอบเขตที่ได้รับอนุญาตได้เองโดยไม่ต้องรอให้มนุษย์คอยปรับแก้) และในส่วนที่เป็นมนุษย์ (มีความเข้าใจในการใช้งานจากเทคโนโลยีอย่างเต็มที่ มีความสามารถในการปรับตัวและทำงานอย่างยืดหยุ่นมากขึ้น สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการที่เปลี่ยนไปได้ทัน) ดังนั้นในแง่ของเทคโนโลยี การพัฒนาของ Maturity level ทั้ง 5 ระดับ อาจพิจารณาข้อเสนอแนะได้ดังนี้

- <u>การยกระดับองค์กรจาก Maturity level ระดับที่ 1 ไปสู่ระดับที่ 2</u>

องค์กรของท่านควรเพิ่มเติมระบบการจัดเก็บข้อมูล ควรมีการสำรองข้อมูล หรือเปลี่ยนสภาพของข้อมูลเป็นรูปแบบไฟล์ดิจิทัลเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และเข้าถึงได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาจมีการพิจารณาผังการติดต่อภายในองค์กรให้มีความกระชับเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนเพื่อลดการซ้ำซ้อน ในส่วนการผลิตองค์กรของท่านควรพิจารณาการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

- **<u>การยกระดับองค์กรจาก Maturity level ระดับที่ 2 ไปสู่ระดับที่ 3</u>**

องค์กรของท่านควรเพิ่มเติมระบบการเชื่อมโยงและติดต่อสื่อสารภายในองค์กร อาจพิจารณาทั้งรูปแบบอีเธอร์เน็ตหรือรูปแบบอินเตอร์เน็ตตามความเหมาะสม ควรส่งเสริมระบบอินเตอร์เน็ตและอุปกรณ์ทั้งในส่วนสำนักงานและการผลิตให้เชื่อมโยงเข้ากับระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อให้มีความสะดวกในการเข้าถึง ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ข้อมูลได้โดยง่าย โดยต้องมุ่งเน้นการสื่อสารระหว่าง บุคลากร-บุคลากร (ทั้งในรูปแบบหน่วยงานหรือบุคคล) บุคลากร-เครื่องจักร และเครื่องจักร-เครื่องจักร และมีการวางแผนเรื่องความปลอดภัยของระบบเป็นพื้นฐาน

- **<u>การยกระดับองค์กรจาก Maturity level ระดับที่ 3 ไปสู่ระดับที่ 4</u>**

องค์กรของท่านควรเพิ่มเติมการใช้งานการจำลองรูปแบบต่างๆ (Simulations) ในการฝึกอบรมพนักงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การปรับปรุงองค์กร ตลอดจนกระบวนการกำจัดผลิตภัณฑ์ หรือเปลี่ยนแปลงอื่นๆ โดยมีพื้นฐานจากการจัดเก็บข้อมูลในกิจกรรมในองค์กรเพื่อเป็นข้อมูลในการจำลอง (Big data analytics) องค์กรของท่านควรพิจารณาเพิ่มเติมการใช้ระบบอัตโนมัติที่มีความสามารถในการเรียนรู้ปรับปรุงกระบวนการ (Machine learning & Artificial Intelligence) และมีการวางแผนเรื่องความปลอดภัยของระบบเป็นพื้นฐาน

- **<u>การยกระดับองค์กรจาก Maturity level ระดับที่ 4 ไปสู่ระดับที่ 5</u>**

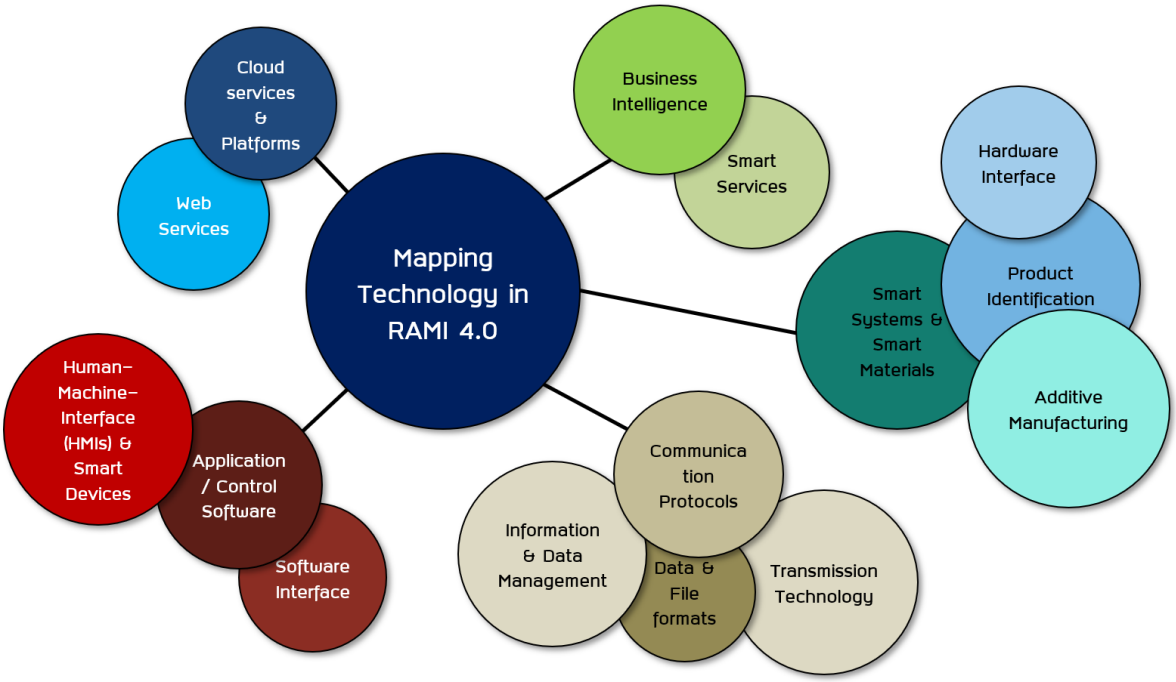
องค์กรของท่านควรเพิ่มเติมการสร้างเครือข่ายข้อมูลร่วมกับคู่ค้าทางธุรกิจ ลูกค้า และผู้มีส่วนร่วมทั้งหมดในห่วงโซ่อุปทานของท่าน เพื่อให้การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นไปได้โดยสะดวกรวดเร็ว พื้นฐานของเครือข่ายควรพิจารณารูปแบบโครงสร้างการส่งต่อของข้อมูล (Flow of information) และศูนย์กลางข้อมูล (Data pools) ซึ่งจะส่งผลต่อการวางแผนดำเนินการและการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในการสร้างเครือข่ายนี้ท่านควรวางแผนการในการกำหนดการเข้าถึงข้อมูลและความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลของทุกฝ่ายเป็นสำคัญ

<u>บทสรุป</u>

RAMI 4.0 ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2015 โดย German Platform Industrie 4.0 มีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นกรอบการยกระดับภาคอุตสาหกรรมด้วยการนำเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 เข้ามาประยุกต์ใช้ในองค์กรอย่างเป็นระบบ ซึ่งเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ตามมาตรฐาน RAMI 4.0 เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งคณะนักวิจัยสามารถแบ่งเป็นกลุ่มเทคโนโลยีตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ได้ดังภาพที่ 53

1) กลุ่มเทคโนโลยีทางด้านการเชื่อมโยงข้อมูลและการสื่อสารในองค์กรและระหว่างองค์กร ประกอบด้วย Cloud services & Platforms และ Web services
2) กลุ่มเทคโนโลยีทางด้านการผลิตอัจฉริยะ ประกอบด้วย Business Intelligence (BI) และ Smart Services

3) กลุ่มเทคโนโลยีทางด้านการควบคุมและการจำลองการผลิต ประกอบด้วย Application / Control Software, Software Interface และ Human-Machine-Interface(HMIs) and Smart Devices
4) กลุ่มเทคโนโลยีทางด้านการบริหารจัดการข้อมูล ประกอบด้วย Information and data management, Data and file formats, Communication protocols และ Transmission Technologies
5) กลุ่มเทคโนโลยีส่งเสริมทางด้านการปรับเปลี่ยนและความยืดหยุ่นในการผลิต ประกอบด้วย Hardware interfaces, Product Identification, Additive manufacturing และ Smart Systems und Smart Materials



ภาพที่ 53 เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ตามมาตรฐาน RAMI 4.0

ในส่วนของ RAMI 4.0 จะลงรายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ที่ใช้และความสัมพันธ์ระหว่างกันของเทคโนโลยีเหล่านี้ว่าจะนำไปใช้และเชื่อมโยงกันได้อย่างไร อย่างไรก็ตามในหัวข้อ IT security นั้นจะไม่ถูกกล่าวถึงในรายละเอียดมากนัก นอกจากนี้ในส่วนขององค์กร บุคลากร และการดำเนินการทางธุรกิจยังต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งวิธีการเหล่านี้ไม่ได้ลงรายละเอียดใน RAMI 4.0 แต่สามารถทำการศึกษาต่อไปในอนาคตได้

9.6. รูปแบบการปรับใช้เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต

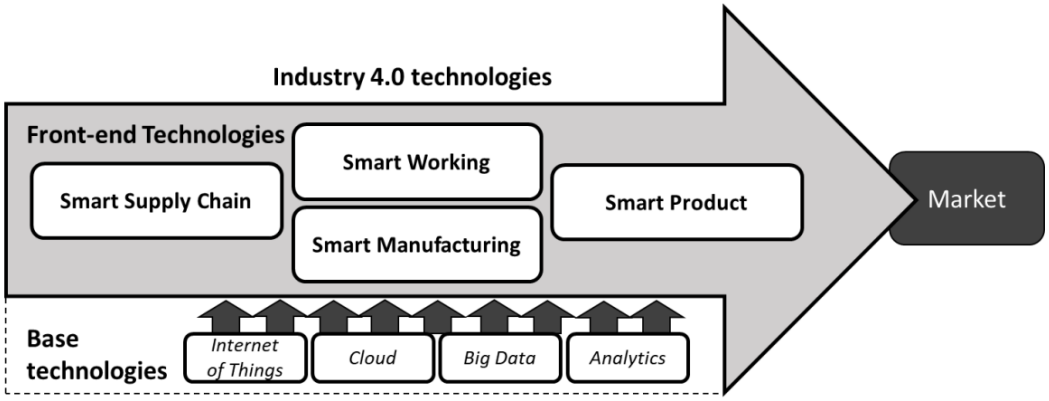
RAMI 4.0 หรือ มาตรฐาน Industry 4.0 ได้ถูกพิจารณาเป็นอีกขั้นของวงการอุตสาหกรรมซึ่งนำเทคโนโลยีใหม่หลากหลายรูปแบบมาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาทางดิจิทัลที่หลากหลาย แนวคิด Industry 4.0 นั้นมีความซับซ้อนในแง่ของสถาปัตยกรรมทางเทคโนโลยีและระบบการผลิตอย่างมาก ซึ่งกลายเป็นข้อกังวลหลักในการนำแนวคิดนี้ไปใช้ในฐานะการยกระดับอุตสาหกรรมสู่ยุคใหม่ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการนำแนวคิด Industry 4.0 ไปใช้งานนั้นยังเป็นหัวข้อการวิจัยที่มีการศึกษาอยู่ทุกวันนี้ งานวิจัยก่อนหน้านี้บางชิ้นพยายามจัดระดับความเชี่ยวชาญ (Maturity level) ด้วยเทคโนโลยีที่นำไปใช้ ในขณะที่งานวิจัยบางชิ้นวัดระดับด้วยผลกระทบของเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของอุตสาหกรรม เมื่อพิจารณาดูแล้วพบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่นำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ถึงวิธีที่บริษัทต่างๆได้นำเทคโนโลยีไปใช้ นำมาสู่คำถามสำคัญที่ว่า ***"รูปแบบการดำเนินการใช้งานเทคโนโลยีของ Industry 4.0 ที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตทุกวันนี้เป็นอย่างไร?"*** ซึ่งพบว่ายังมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้อยู่มาก งานวิจัยในช่วงหลังๆ จึงได้พยายามทำความเข้าใจรูปแบบ (Patterns) ที่ในการเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ไปใช้ในบริษัทที่ดำเนินการเกี่ยวกับการผลิต

9.6.1 กรอบแนวคิดทางด้านเทคโนโลยี

แนวคิด Industry 4.0 เน้นการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาในระบบเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ในทุกกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบการผลิต โดยกระบวนการทำงานทั้งหมดจะถูกปรับไปในแนวทางของ Smart Working บนพื้นฐานของเทคโนโลยีข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร กล่าวได้ว่า Industry 4.0 เป็นแนวคิดที่ยืนอยู่บนพื้นฐานของระบบการผลิตขั้นสูงหรือที่เรียกว่าแนวคิด Smart Manufacturing ซึ่งเป็นระบบที่มีความคล่องตัวสูง สามารถปรับตัวตามความต้องการของตลาดหรือกระบวนการผลิตได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิผล คุณภาพ และความยืดหยุ่นในการทำงานเพิ่มสูงขึ้น สามารถนำไปสู่การผลิตสินค้าเฉพาะแบบได้ในปริมาณมากอย่างยั่งยืนและใช้ทรัพยากรคุ้มค่ามากขึ้น นอกจากนั้นแนวคิด Industry 4.0 ยังพิจารณารวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลในการผลิตและการรวมเอาข้อมูลในระบบห่วงโซ่อุปทานเข้ามาใช้ในการผลิต การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้ผลิตและซัพพลายเออร์ สามารถลดเวลาที่ใช้ในการขนส่งรวมถึงลดความผันผวนในการบริหารจัดการข้อมูลคำสั่งสินค้าและสินค้าคงคลัง (Bullwhip effects) ได้ด้วย ดังนั้นรูปแบบการปรับใช้เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต จึงได้วางกรอบความคิดของเทคโนโลยีที่ใช้ใน Industry 4.0 ออกเป็นสองส่วน ได้แก่ **Front-end technologies** และ **Base technologies** (ภาพที่ 54)

- **Front-end technologies** เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในการผลิตโดยตรง แบ่งเป็น 4 มิติ ได้แก่ Smart Manufacturing, Smart Products, Smart Supply Chain และ Smart Working โดยกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีส่วนนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานและการตลาดเป็นหลัก โดยมีหัวใจสำคัญที่ Smart Manufacturing และมีมิติอื่นๆ เชื่อมโยงเข้ากับส่วนนี้

- **Base technologies** เป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่ส่งเสริมและสนับสนุน Front-end technologies โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ Internet of Things, Cloud services, Big data และ Analytics ซึ่งเทคโนโลยีส่วนนี้ทำให้ Front-end technologies สามารถเชื่อมโยงกันได้ทั้งหมดจนเกิดระบบการผลิตที่มีการบูรณาการกันอย่างสมบูรณ์



ภาพที่ 54 เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ตามมาตรฐาน RAMI 4.0

1. **Front-end technologies ของ Industry 4.0**

1.1 Smart Manufacturing และ and Smart Products

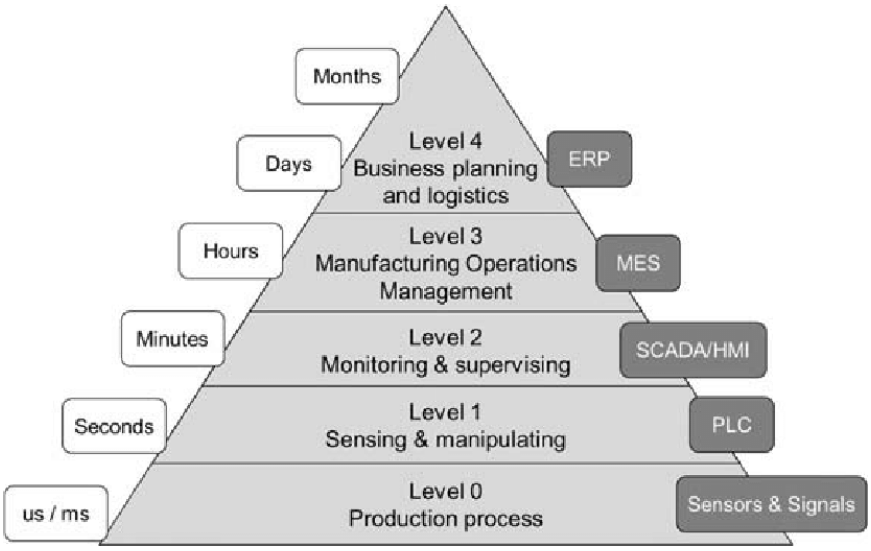
ตามกรอบแนวคิด Industry 4.0 นั้น ถือได้ว่ามิติของ Smart Manufacturing เป็นแกนกลางสำคัญของ “กิจกรรมภายใน” ในขณะที่มิติของ Smart Products เป็นส่วนที่เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นส่วนที่มาจาก “ภายนอก” คือเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากผู้บริโภคซึ่งมาจากภายนอกกระบวนการผลิตมารวมเข้ากับระบบการผลิต ซึ่งทั้งสองส่วนที่กล่าวมาส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตทั้งคู่ แต่เนื่องจาก Smart Manufacturing เป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตโดยตรง ในขณะที่ Smart Products เป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

มิติของ Smart Manufacturing จึงถือเป็นหัวใจสำคัญ เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทั้งหมด และจะเป็นตัวกลางเชื่อมกับเทคโนโลยีอื่นๆ ประกอบไปด้วยเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการใช้งาน 6 ข้อ ได้แก่ (1) Vertical integration, (2) Virtualization, (3) Automation, (4) Traceability, (5) Flexibility, และ (6) Energy management (ภาพที่ 55) ซึ่งการสร้าง Smart Manufacturing ได้นั้นจะต้องสามารถมองภาพรวมของระบบการผลิตให้ได้ ดังนั้นจึงมีการนำเอาเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลเข้ามาใช้เพื่อเชื่อมโยงการผลิตตั้งแต่ระดับปฏิบัติการ ระดับผู้วางแผนจัดการ และระดับผู้บริหารเข้าด้วยกัน เพื่อให้การตัดสินใจเป็นไปได้รวดเร็วและถูกต้องบนพื้นฐานของข้อมูลและมีการแทรกแซงจากมนุษย์น้อยที่สุด

Categories	Technologies for Smart Manufacturing	Reference
Vertical integration	Sensors, actuators and Programmable Logic Controllers (PLC)	Jeschke et al. (2017); Lee et al. (2015)
	Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)	Jeschke et al. (2017)
	Manufacturing Execution System (MES)	Telukdarie et al. (2018); Jeschke et al. (2017)
	Enterprise Resource Planning (ERP)	Jeschke et al. (2017)
	Machine-to-machine communication (M2M)	Gilchrist (2016)
Virtualization	Virtual commissioning	Mortensen and Madsen, (2018); Tao et al. (2018c)
	Simulation of processes (e.g. digital manufacturing)	Jeschke et al. (2017)
	Artificial Intelligence for predictive maintenance	Tao et al. (2018c)
	Artificial Intelligence for planning of production	Gilchrist (2016)
Automation	Machine-to-machine communication (M2M)	Gilchrist (2016)
	Robots (e.g. Industrial Robots, Autonomous Guided Vehicles, or similar)	Gilchrist (2016)
	Automatic nonconformities identification in production	Gilchrist (2016); Jeschke et al. (2017)
Traceability	Identification and traceability of raw materials	Angeles (2009)
	Identification and traceability of final products	
Flexibility	Additive manufacturing	Weller et al. (2015); D'Aveni (2015)
	Flexible and autonomous lines	Balogun and Popplewell (1999); Wang et al. (2016a)
Energy management	Energy efficiency monitoring system	Gilchrist (2016); Kagermann et al. (2013)
	Energy efficiency improving system	Jeschke et al. (2017); Kagermann et al. (2013)

ภาพที่ 55 เทคโนโลยีในมิติของ Smart Manufacturing

(1) **Vertical integration**: มุ่งเน้นการทำงานร่วมกันตั้งแต่ฝ่ายปฏิบัติการจนถึงฝ่ายบริหาร โดยผ่านลำดับขั้นต่างๆ การส่งผ่านข้อมูลทั้งจากล่างขึ้นบน (ปฏิบัติการ-บริหาร) และบนลงล่าง (บริหาร-ปฏิบัติการ) เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจ วางแผน และแก้ปัญหา ได้มากยิ่งขึ้นโดยอ้างอิงจากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง เป็นการแปลงข้อมูลทุกอย่างในระบบการผลิต ทั้งเครื่องจักรที่ทำงาน หรือสถานะของการผลิตให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ผ่านทางเซ็นเซอร์ต่างๆ ร่วมกับ PLC (Programmable Logic Controllers) ข้อมูลจากส่วนนี้จะถูกส่งต่อให้ระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) หลังจากนั้นฝ่ายบริหารจะได้รับข้อมูลแล้วเข้าสู่ระบบ MES (Manufacturing Execution Systems) และ ERP (Enterprise Resource Planning) เพื่อทำการประมวลและวางแผน และส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปที่ระดับปฏิบัติการอีกครั้งผ่าน SCADA จะเห็นได้ว่าในการสื่อสารดังกล่าวจะเป็นการสื่อสารสองทาง คือส่งข้อมูลจากระดับบปฏิติการไปสู่ระดับบริหาร และมีการส่งกลับเมื่อประมวลผลแล้ว ดังนั้นจึงมีความโปร่งใส และสามารถควบคุมกระบวนการผลิต และพัฒนากระบวนการตัดสินใจในเรื่องต่างๆได้ ลักษณะการสื่อสารนี้แสดงไว้ดังภาพที่ 56



ภาพที่ 56 ปิรามิดของระบบอัตโนมัติ

(2) **Virtualization**: มุ่งเน้นการจำลองสถานการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ทั้งตั้งใจให้เกิดขึ้น หรืออาจจะเกิดขึ้น ในสภาพต่างๆ เพื่อให้รู้ถึงข้อจำกัด ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น และวางแผนรับมือได้ล่วงหน้า โดยเครื่องจักรแต่ละตัวในกระบวนการผลิตจะสามารถสื่อสารกันเองได้แบบ M2M (Machine to Machine) เพื่อสนับสนุนการทำงานให้สอดคล้องกัน ความสามารถนี้นำไปสู่การจำลองการทำงาน การจำลองกระบวนการผลิต และการจำลองสถานการณ์อื่นๆ เพื่อหาจุดบกพร่องได้ วิธีการนี้ทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งหรือทดสอบระบบจริงๆ ได้ เนื่องจากปัญหาหรือกระบวนการที่วางแผนไว้สามารถจำลองได้ล่วงหน้าแล้ว

(3) **Automation**: มุ่งเน้นและส่งเสริมการใช้งานระบบอัตโนมัติ (automation) เพื่อพัฒนาคุณภาพในกระบวนการให้มีความแม่นยำสูงขึ้น จากความสามารถในการทำงานที่แม่นยำและไม่มีอาการเหนื่อยล้าเหมือนมนุษย์ หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติจึงสามารถเพิ่มประสิทธิผลในการทำงานได้อย่างมาก ยิ่งเมื่อทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) แล้วจะยิ่งสามารถทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน เนื่องจากสามารถทำนายได้ว่ารอบของการบำรุงรักษาของอุปกรณ์แต่ละชิ้นควรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง หรือซ่อมแซมในเวลาไหนเพื่อป้องกันไม่ให้สายการผลิตหยุดชะงักเป็นเวลานาน ซึ่งความสามารถในการทำนายนี้เกิดจากความสามารถในการอ่านค่าต่างๆจากเซนเซอร์ในกระบวนการผลิต

(4) **Traceability**: มุ่งเน้นไปที่เทคโนโลนีการติดตาม ซึ่งทำให้การบริหารจัดการกระบวนการต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้น ตั้งแต่การขนส่ง การจัดการสินค้าคงคลัง การวางแผนกระบวนการและแผนงาน หรือในกรณีที่ต้องมีการเรียกคืนสินค้าก็สามารถติดตามทำได้ เนื่องจากสามารถติดตามสถานะข้องสิ่งต่างๆ ได้ โดยใช้เซนเซอร์นำไปติดกับชิ้นงาน วัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนต่างๆ ช่วยให้การติดตามสามารถทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

(5) **Flexibility**: ให้ความสำคัญกับการทำกระบวนการผลิต หรือสายการผลิตให้มีความยืดหยุ่น คล่องตัวสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายตามความต้องการที่เปลี่ยนไป หรือโจทย์ในการผลิตที่เปลี่ยนแปลง ความยืดหยุ่นในการผลิตจะรวมถึง การจัดทำเครื่องจักรให้เป็นโมดูลเพื่ออำนวยความสะดวกในการติดตั้งและใช้งาน เพิ่มความสามารถในการปรับเปลี่ยนกระบวนการได้อย่างรวดเร็วและรักษากำลังการผลิตไว้ได้อย่างต่อเนื่อง ในส่วนนี้รวมไปถึงเทคโนโลการผลิตด้วยการพิมพ์สามมิติ (3D Printing) ซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้ภายในเวลาอันสั้นและใช้ทรัพยากรได้คุ้มค่า อย่างไรก็ตามกระบวนการดังกล่าวอาจยังไม่เหมาะกับการผลิตเป็นจำนวนมากเนื่องจากความเร็วในการผลิตที่แม้จะรวดเร็วแต่ก็ยังกินเวลามากกว่าการผลิตแบบเดิม

(6) **Energy management**: มุ่งเน้นไปที่การบริหารจัดการพลังงาน และการติดตามการใช้พลังงานในกิจกรรมต่างๆ เพื่อนำไปวางแผนการใช้พลังงาน หรือปรับตารางการทำกิจกรรมให้เหมาะสม

จากผลการศึกษาในงานวิจัยระบุว่า บริษัทที่ต้องการมี Maturity Level ของ Industry 4.0 ที่สูงขึ้นควรพิจารณาการใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า เทคโนโลยีของ Smart Manufacturing นั้นสามารถเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีอื่นๆ และนำไปสู่การสร้าง Cyber-physical systems (CPS) ได้

ในมิติของ **Smart Products** เป็นเทคโนโลยีใดๆ ที่ทำให้ตัวสินค้าหรือบริการสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลได้ ทำหน้าทั้งรับและส่งข้อมูลแบบ real time หรือ collective เพื่อใช้ในการปรับปรุงการทำงานต่อไป ซึ่งแบ่งออกเป็นระดับต่างๆ ตามความสามารถทางเทคโนโลยี ได้ 3 ขั้น (1) รับ-ส่ง ติดตาม เก็บผลข้อมูล (Passive), (2) ปรับปรุงการทำงานให้เหมาะสมได้ด้วยตัวเอง (Optimization) และ (3) ทำงานหรือตัดสินใจได้ด้วยตัวเอง (Autonomy) ดังแสดงในภาพที่ 57

Categories	Technologies for Smart products	Reference
Capabilities of Smart, connected products	Product's connectivity	(Porter and Heppelmann, 2014)
	Product's monitoring	
	Product's control	
	Product's optimization	
	Product's autonomy	

ภาพที่ 57 เทคโนโลยีในมิติ Smart Products

เทคโนโลยีในมิติของ Smart Products จะเน้นไปที่เซนเซอร์ต่างๆ ที่ถูกฝังเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมต่อเข้ากับผลิตภัณฑ์หรือระบบอื่นๆ ได้ง่าย โดยเซนเซอร์เหล่านี้จะทำหน้าที่ตรวจวัดและแสดงผล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบค่าสถานะที่ต้องการรู้เกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์หรือผู้ใช้งานได้ ในกรณีที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับบริการคลาวด์จะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถปรับแต่ง หรือเพิ่มความสามารถในการทำงานได้เรื่อยๆ ซึ่งทำให้เกิดระบบ PSS (product-service-systems) ซึ่งผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการสามาถนำเสนอสินค้าและบริการใหม่ๆ ให้ผู้บริโภคได้โดยตรง จากผลการศึกษาในงานวิจัยระบุว่า เทคโนโลยีภายใน (เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต) และเทคโนโลยีภายนอก (เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับตัวสินค้าและเชื่อมโยงกับลูกค้า) ควรจะเชื่อมต่อและทำงานร่วมกัน

1.2 Smart Supply Chain และ Smart Working

สำหรับมิติของ Smart Supply Chain และ Smart Working นี้นับเป็นส่วนหนึ่งของ Front-end technologies ทั้งคู่ ในขณะที่ Smart Manufacturing และ Smart Products มุ่งเน้นไปที่การเพิ่มมูลค่าในกระบวนการผลิตและในตัวผลิตภัณฑ์ แต่ในส่วน Smart Supply Chain และ Smart Working จะเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมในการผลิต ซึ่งเป็นกิจกรรมส่วนเสริมต่างๆ ซึ่งส่งเสริมการทำงาน โดยที่ Smart Supply Chain มุ่งเน้นไปที่เทคโนโลยีการทำ platform ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างองค์กร จะให้ความสำคัญกับกิจกรรมภายนอกองค์กรหรือระหว่างองค์กร ในแง่ของการเป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อ ประสานงาน หรือทำงานร่วมกันในแนว horizontal เพื่อแบ่งปันข้อมูลในการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพทั้งในการจัดการการผลิต และการขนส่ง และ Smart Working มุ่งเน้นที่เทคโนโลยีการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ รวมถึงการ remote access และ virtual reality เพื่อเสริมการทำงานของมนุษย์ให้มีความยืดหยุ่นในการทำงาน และสร้างความคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 58

Technologies for Smart supply chain	References
Digital platforms with suppliers	(Pfohl, Yahsi and Kurnaz, 2017; Angeles, 2009; Simchi-Levi et al., 2004)
Digital platforms with customers	
Digital platforms with other company units	
Technologies for Smart working	**References**
Remote monitoring of production	(Wang et al., 2016a; El Kadiri, 2016; Zhong et al., 2017)
Remote operation of production	
Augmented reality for maintenance	(Elia et al., 2016; Scurati et al., 2018)
Virtual reality for workers training	(Elia et al., 2016; Gorecky, Khamis and Mura, 2017)
Augmented and virtual reality for product development	(Elia et al., 2016; Tao et al., 2018b)
Collaborative robots	(Du et al., 2012; Wang et al., 2015)

ภาพที่ 58 เทคโนโลยีในมิติ Smart Supply Chain และ Smart Working

โดยสรุปคือ Smart Supply Chain จะใช้ platforms เป็นหลักในการสื่อสารกับกลุ่มหรือองค์กรอื่นๆ ภายนอกองค์กร เพื่อให้ได้ข้อมูลสำคัญในการพัฒนาสินค้าหรือบริการ ส่วน Smart Working จะใช้เทคโนโลยีการควบคุมทางไกล ควบคู่กับกับการสร้างโลกเสมือน (Augmented & Virtual Reality) ซึ่งทำให้การทำงานมีความยืดหยุ่นสูงขึ้นโดยใช้ทรัพยากรน้อยลงและมีมูลค่าเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาในงานวิจัยระบุว่า เทคโนโลยีทั้งสองสนับสนุนเป้าหมายของ Industry 4.0 ทั้งคู่ในแง่ของการเป็นเทคโนโลยีในการเชื่อมต่อและในแง่ของการส่งเสริมการทำงานร่วมกันของมนุษย์และเครื่องจักรในระบบการผลิต

2. Base technologies ของ Industry 4.0

Base technologies คือกลุ่มเทคโนโลยีที่สนับสนุนการทำงานของ Front-end technologies ในมิติต่างๆ ที่กล่าวไปข้างต้น อาจจะเรียกได้ว่าเทคโนโลยีกลุ่มนี้คือเทคโนโลยีสารสนเทศในยุคใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ตามที่แสดงในภาพที่ 59

Base technologies	References
Internet of Things (IoT)	(Wang et al., 2016a; Lu, 2017; Zhong et al., 2017; Gilchrist, 2016)
Cloud computing	
Big data	
Analytics	

ภาพที่ 59 Base technologies ของ Industry 4.0

(1) **Internet of Things (Iot)** คือเทคโนโลยีที่ใช้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ใดๆ ที่มีความสามารถในการเข้าถึงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตให้สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันได้ ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้นๆ จุดเด่นหลักๆ คือความสามารถในการเชื่อมต่อ ควบคุม ติดตามผล

(2) **Cloud Services** คือเทคโนโลยีในการจัดเก็บข้อมูลและเข้าถึงข้อมูลจากที่ไหนก็ได้ ในจุดประสงค์ของการใช้งานคือต้องการใช้ประโยชน์จากความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมากได้แบบ real-time เพื่อนำไปใช้ติดตามการดำเนินการกิจกรรมต่างๆ และแก้ปัญหาได้จริง จากการศึกษาพบว่ามีการใช้งานในลักษณะนี้น้อย แต่นำไปใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติ หรือข้อมูลที่มีการสรุปแล้วมากกว่า จึงไม่ได้ใช้ประโยชน์ตามที่ตั้งใจไว้อย่างเต็มที่

(3) **Big data** คือเทคโนโลยีในการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมากเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เชิงสถิติ

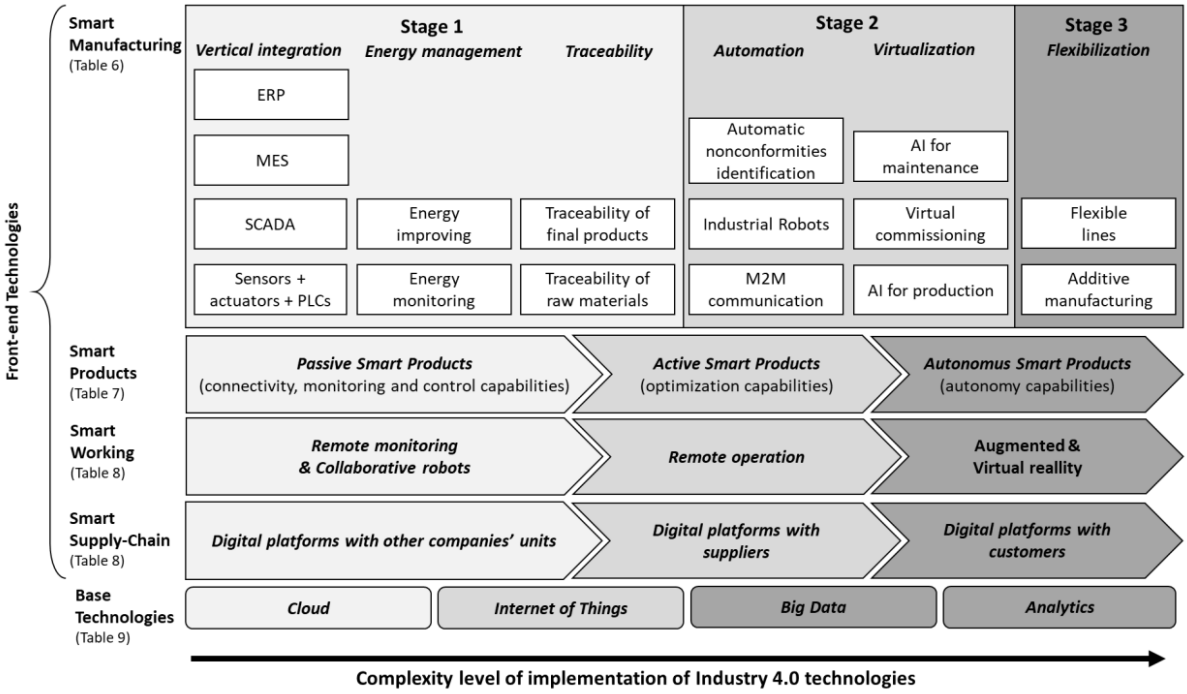
(4) **Analytics** คือเทคโนโลยีในนำเอาข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อ “หาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์” ของข้อมูลและนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไข วางแผน หรือคิดค้นสิ่งใหม่ๆ

9.6.2 รูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้งานตามกรอบ Industry 4.0

จากการทำ Literature Review คณะผู้วิจัยพบว่ามีหลายงานวิจัยที่ทำการศึกษาแนวทางการ Implement เทคโนโลยีของ Industry 4.0 ในภาคอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็น Frank et al. (2019), Lu and Weng (2018), Schuh et al. (2017) and Lee et al. (2015) ซึ่งได้ทำการศึกษาในช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน คณะผู้วิจัยพบว่าในจำนวนนี้ งานวิจัยของ Frank et al. (2019) น่าสนใจและมีข้อสรุปสำหรับแนวทางการ Implement เทคโนโลยีของ Industry 4.0 ในภาคอุตสาหกรรมที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจบริษัทที่อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศเยอรมนีจำนวน 92 บริษัท ซึ่งอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ เพื่อศึกษาแนวทางการใช้เทคโนโลยีของ Industry 4.0 ในองค์กร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า เมื่อเทียบกับงานวิจัยที่คล้ายกัน เช่น Lu and Weng (2018), Schuh et al. (2017) and Lee et al. (2015) ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน มีความต่างเพียงเล็กน้อยในแง่ที่งานวิจัยชิ้นนี้จะไม่ได้เสนอลำดับขั้นทางอุดมคติ (Ideal stage) ว่าควรจะมีลำดับหรือพัฒนาการทางการใช้งานเทคโนโลยีอย่างไร แต่นำเสนอผลเชิงประจักษ์ที่เกิดขึ้นจริงในกลุ่มที่ทำการศึกษาว่าการใช้งานเทคโนโลยีอย่างไร ยิ่งไปกว่านั้นคืองานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอรายละเอียดของเทคโนโลยีว่ามีการใช้งานเทคโนโลยีใดบ้าง มากกว่าการให้ภาพกว้างๆ ว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสมควรมีความสามารถอย่างไร และ

ท้ายที่สุดงานวิจัยชิ้นนี้ให้มุมมองที่กว้างกว่าในการพิจารณาว่า Smart Manufacturing นั้นประกอบด้วยเทคโนโลยีและมิติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างไร

งานวิจัยระบุว่า เทคโนโลยีของ Industry 4.0 สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ Front-end technologies และ Base technologies โดยมีกลุ่มเทคโนโลยีในมิติของ Smart Manufacturing เป็นแกนกลางสำคัญ ซึ่งลำดับการใช้งานเทคโนโลยีสามารถสรุปได้ตามภาพที่ 60 โดยแบ่งขั้นของการ Implement เทคโนโลยีของ Industry 4. 0 ทั้งในส่วนของ Front-end technologies และ Base technologies ออกเป็น 3 ขั้น (Stage 1 – 3) ตามความซับซ้อนในการ Implement



ภาพที่ 60 สรุปภาพรวมของรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้งานในกรอบ Industry 4.0

- กลุ่มที่ 1 สีเทาอ่อน เป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนในการ Implement น้อยที่สุด จึงเป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่มีการใช้งานมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Vertical integration เช่น Sensors/PLCs, SCADA, MES และ ERP systems กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Energy management และกลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Traceability
- กลุ่มที่ 2 สีเทากลาง เป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนในการ Implement และมีการใช้งานปานกลาง ได้แก่ กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Automation และ Virtualization
- กลุ่มที่ 3 สีเทาเข้ม เป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนในการ Implement มากที่สุด จึงเป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่มีการใช้งานน้อยที่สุด ได้แก่ กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Flexibilization

อาจพูดได้ว่าในกลุ่มที่ทำการศึกษาจะมีแบบแผนของการใช้งานเทคโนโลยีเป็นกลุ่มๆ โดยเริ่มต้นจาก

(1) กลุ่มสีเทาอ่อนหรือกลุ่มเริ่มต้น:

ด้านการผลิต: มีการติดตั้งระบบควบคุม (Sensors/PLCs, SCADA, MES และ ERP systems) มีการติดตามผลการใช้พลังงาน และมีการติดตามสินค้าและวัตถุดิบที่เข้า-ออกกระบวนการผลิต

ด้านสินค้า: มีการติดตั้งเซนเซอร์ในตัวสินค้าเพื่อใช้ฟังก์ชันการเชื่อมต่อ ติดตามผล และควบคุมได้ (Passive)

ด้านการทำงาน: มีการติดตามการทำงานแบบ Remote monitoring หรือใช้หุ่นยนต์ร่วมทำงานด้วย

ด้านห่วงโซ่อุปทาน: มีการใช้ platform เพื่อเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับหน่วยย่อยภายในของบริษัท

ด้าน Base teachnologies: มีการใช้งาน Cloud หรือเริ่มมีการใช้งาน IoT

(2) กลุ่มสีเทากลางหรือกลุ่มมีประสบการณ์:

ด้านการผลิต: มีการใช้งานหุ่นยนต์ในการผลิต โดยหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรมีความสามารถในการสื่อสารกันเองได้ (M2M) มีการใช้ AI เพื่อวางแผนงานซ่อมบำรุง และมีการใช้ระบบเสมือนจริง (augmented & virtual reality) ในการจำลองกระบวนการ

ด้านสินค้า: มีการติดตั้งเซนเซอร์ในตัวสินค้า และสินค้าสามารถปรับปรุงการทำงานของตัวเองให้เข้ากับผู้ใช้งานได้ (Active)

ด้านการทำงาน: มีการทำงานแบบ Remote working หรือใช้หุ่นยนต์ร่วมทำงานด้วย

ด้านห่วงโซ่อุปทาน: มีการใช้ platform เพื่อเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับ suppliers ภายนอกบริษัท

ด้าน Base teachnologies: มีการใช้งาน IoT หรือเริ่มมีการใช้งาน Big data

(3) กลุ่มสีเทาเข้มหรือกลุ่มมีความเชี่ยวชาญ:

ด้านการผลิต: มีการใช้งานเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ (3D Printing) และมีการวางทำการผลิตแบบ Flexible lines

ด้านสินค้า: มีการติดตั้งเซนเซอร์ในตัวสินค้า และสินค้าสามารถปรับปรุงการทำงานของตัวเองให้เข้ากับผู้ใช้งาน หรือสามารถพัฒนาและตัดสินใจเองได้ (Autonomy)

ด้านการทำงาน: มีการใช้ระบบเสมือนจริง (augmented & virtual reality) ในการจำลองกระบวนการหรือฝึกอบรบพนักงาน

ด้านห่วงโซ่อุปทาน: มีการใช้ platform เพื่อเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับลูกค้าภายนอกบริษัท

ด้าน Base teachnologies: มีการใช้งาน Big data หรือเริ่มมีการใช้งาน Analytics

จากผลการศึกษาภาคอุตสาหกรรมการผลิตในงานวิจัย สามารถสรุปเป็นประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

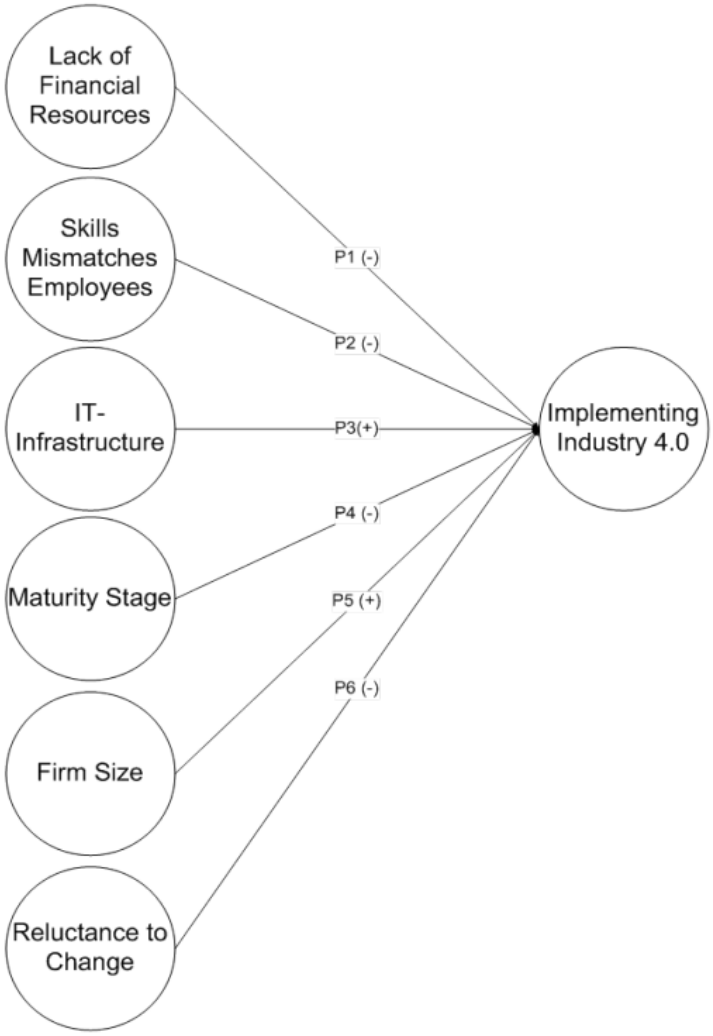
- กลุ่มของบริษัทที่มีระดับความเชี่ยวชาญใน Industry 4.0 สูง จะมีการใช้งานเทคโนโลยีในทุกมิติ ไม่ใช่มุ่งเน้นเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ลักษณะของการใช้งานเทคโนโลยีนี้จะเป็นการสะสมเพิ่มเติมขึ้นเรื่อยๆ ในลักษณะของการต่อเลโก้ (มีการต่อเติมการใช้งาน หรือเชื่อมต่อเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ากับส่วนที่มีอยู่แล้ว) มากกว่าจะที่จะมีการตัดหรือคัดเทคโนโลยีใดออกไป ซึ่งลำดับขั้นของการพัฒนาการทางเทคโนโลยีจะแสดงในภาพที่ 60
- กลุ่มเทคโนโลยีในมิติของ Smart Manufacturing นั้น ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible lines) มีการใช้งานน้อยที่สุด การผลิตแบบนี้นับเป็นหนึ่งในวัตถุประสงค์ของ Industry 4.0 ที่พึ่งพาการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ (3D Printing) เพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อนได้ อย่างไรก็ตามการใช้งานเทคโนโลยีในส่วนนี้ยังคงมีน้อยอยู่ ซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัยเช่น การปรับปรุงสายการผลิตจากแบบดั้งเดิมเป็นแบบยืดหยุ่นมีค่าใช้จ่ายที่สูง และใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงมากทั้งในแง่ของการติดตั้ง การปรับผังและกระบวนการผลิต รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีมารองรับ และใช้งบประมาณสูงในการปรับปรุง
- กลุ่มบริษัทที่มีการใช้เทคโนโลยีในมิติของ Smart Manufacturing สูงจะมีการใช้งานเทคโนโลยี Smart Product สูงด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามข้อมูลจากงานวิจัยพบว่ากลุ่มศึกษาส่วนใหญ่ใช้งาน Smart Product ในระดับ “passive” เท่านั้นคือมีการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์เพื่อควบคุมและติดตามผล แต่ไม่ได้มีการใช้งานข้อมูลเพื่อปรับปรุงหรือให้ความสามารถในการตัดสินใจแก่อุปกรณ์
- มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างขนาดของบริษัทกับระดับการพัฒนาตาม Industry 4.0 เนื่องจากบริษัทขนาดใหญ่มีความพร้อมทางด้านทรัพยากรและการลงทุนมากกว่าบริษัทขนาดเล็ก
- กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษามีการใช้งานเทคโนโลยีในมิติของ Smart Supply-Chain เพื่อเชื่อมต่อกับบริษัทต่างๆ ในห่วงโซ่อุปทานน้อยมาก และส่วนที่ใช้ก็เป็นอยู่ระหว่างการพัฒนาเท่านั้น
- การใช้งานเทคโนโลยีในมิติของ Smart Working ก็ยังมีการใช้งานในลักษณะการควบคุมหรือการติดตามผลการทำงานจากทางไกลเท่านั้น ไม่ได้มีการนำเอา augmented / virtual reality เข้ามาใช้งานมากเท่าที่ควร
- สำหรับ Base Technologies พบว่ามีความน่าสนใจในลำดับการใช้งานเทคโนโลยี เนื่องจากเทคโนโลยี Cloud มีความสามารถในเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณมากแบบ real time และสามารถเข้าถึงได้ง่ายจากทุกสถานที่ ซึ่งตามสมมติฐานแล้วควรจะเริ่มมีการใช้งานหลังจากมีการใช้งานเทคโนโลยี IoT เพื่อใช้สนับสนุนกัน แต่จากข้อมูลที่ทำการรวบรวมพบว่า ปัจจุบันมีการใช้งาน Cloud ในลักษณะของการเป็นพื้นที่เก็บข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เท่านั้น ไม่ได้ใช้ในการเชื่อมต่อและเก็บข้อมูลของเครื่องจักรที่กำลังทำงานหรือสถานะอื่นๆ ดังนั้นในภาพที่ 60 จึงนำเอาเทคโนโลยี Cloud ขึ้นมาไว้เป็นลำดับแรก แล้วต่อด้วย Iot, Big Data และ

Analytics ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าลักษณะการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศกลุ่มนี้ยังใหม่อยู่มาก และจำเป็นต้องพัฒนาต่อไปในอนาคตเพื่อการใช้งานอย่างสมบูรณ์

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยชิ้นนี้ยังมีข้อจำกัดบางอย่างที่อาจนำไปปรับปรุงได้ในอนาคต ประการแรก กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งดำเนินธุรกิจแบบ business-to-business (B2B) ซึ่งลักษณะการดำเนินการมีความพิเศษและต้องการแก้ปัญหาที่ความเฉพาะเจาะจงมากกว่าธุรกิจแบบ business-to-consumer (B2C) ซึ่งความเฉพาะเจาะจงนี้ส่งผลถึงความสัมพันธ์ของ Front-end technologies ประการที่สอง เกือบครึ่งหนึ่งของกลุ่มที่ทำการศึกษาอยู่ในหมวกอุตสาหกรรมเกษตรซึ่งมีการเติบโตอย่างรวดเร็วใรด้านความต้องการเทคโนโลยี IoTเพื่อใช้ในระบบอัตโนมัติ ซึ่งเปิดโอกาสมากสำหรับการพัฒนาเข้าสู่ Industry 4.0 ซึ่งลักษณะเฉพาะของกลุ่มนี้ไม่สามารถนำไปเทียบกับกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นได้ โดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการดำเนินการแบบ B2C อีกหนึ่งลักษณะเฉพาะของกลุ่มที่ทำการศึกษาคือการเป็นกลุ่มที่อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตแบบดั้งเดิม ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมระดับกลางในกระบวนการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลเท่านั้น ไม่เหมือนกับกลุ่มอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์หรืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นการนำเอาผลการศึกษานี้ไปเป็นงานอ้างอิงในการทำงานควรคำนึงถึงข้อจำกัดเฉพาะเหล่านี้ และอาจจะไม่ใช่รูปแบบโยทั่วไปในการใช้งานเทคโนโลยี Industry 4.0 ประการที่สาม งานศึกษาชิ้นนี้ไม่ได้มีการพิจารณาผลที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเทคโนโลยี ว่ามีผลกระทบกับประสิทธิภาพในการดำเนินการทางอุตสาหกรรมอย่างไร ในการศึกษาเพียงนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ว่าแต่ละเทคโนโลยีมีการทำงานสอดประสานและเชื่อมโยงกันอย่างไรเท่านั้น ซึ่งในอนาคตอาจนำไปขยายต่อได้ว่าผลที่ได้จากการนำเทคโนโลยีไปใช้งานนั้น มีผลต่ออุตสาหกรรมในระดับองค์กรอย่างไรบ้าง เพื่อให้ผลที่ได้ไม่จำกัดอยู่เฉพาะกับกิจกรรมการผลิต และประการสุดท้าย ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าบริษัทขนาดใหญ่มีความพร้อมมากกว่าในการเข้าสู่ Industry 4.0 ตามที่คาดไว้ก็จริง อย่างไรก็ตามในกลุ่มบริษัทที่มีความพร้อมนั้นมีบริษัทขนาดเล็กอยู่ด้วย ซึ่งการศึกษาในอนาคตอาจลงรายละเอียดกับกลุ่มบริษัทขนาดเล็กเหล่านี้มากขึ้นได้ว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งเสริมหรือยังเป็นข้อจำกัดของบริษัทขนาดเล็กเหล่านี้ในการเข้าสู่ Digital transformation

9.7 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของภาคอุตสาหกรรมการผลิตในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation

ในปี 2015 University of Twente ได้ทำการศึกษาภาคอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศเยอรมนี โดยมีเป้าหมายหลักคือการระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของภาคอุตสาหกรรมการผลิตในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และกระบวนการ Digitalization ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางบวกหรือปัจจัยทางลบ งานวิจัยพบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของภาคอุตสาหกรรมการผลิตในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 แบ่งออกได้เป็น 6 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ส่งผลทางบวกมี 2 ปัจจัย ได้แก่ (1) โครงการพื้นฐานทาง IT และ (2) ขนาดของบริษัท และปัจจัยที่ส่งผลทางลบมี 4 ปัจจัย ได้แก่ (1) การขาดแคลนทรัพยากรทางการเงิน (2) ความไม่มั่นใจในการเปลี่ยนแปลง (3) ทักษะที่ไม่เหมาะสมของพนักงานหรือลูกจ้าง และ (4) ระดับความเติบโตเต็มที่ (Maturity stage) ขององค์กร (ภาพที่ 61)



ภาพที่ 61 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของภาคอุตสาหกรรมการผลิต
ในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0

9.7.1 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบทางบวกต่อความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation

ผลการศึกษาชี้ว่าปัจจัยที่ส่งผลทางบวกต่อความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation ประกอบไปด้วย 2 ปัจจัยหลัก คือ (1) โครงสร้างพื้นฐานทาง IT และ (2) ขนาดของบริษัท ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

(1) โครงสร้างพื้นฐานทาง IT: โดยพื้นฐานแล้วประเทศเยอรมนีนับเป็นประเทศที่มีความสามารถทางด้าน IT และมีโครงสร้างทางด้านนี้อยู่แล้ว ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในกระบวนการ Digitalization โดยกล่าวได้ว่าการนำความสามารถทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารและเทคโนโลยีข้อมูลมาใช้งานร่วมกันอย่างเป็นระบบเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้การ Digitalization นั้นประสบความสำเร็จได้ เยอรมันยังขยายโครงสร้างพื้นฐานทาง IT และบริการออกไปโยมีพื้นฐานอยู่บน Smart networks เช่นระบบ Cloud computing ซึ่งเป็นพื้นฐานในการสร้าง CPS systems ซึ่งพัฒนาไปสู่สิ่งที่เรียกว่า “Smart factories” ซึ่งรวมเอาโลกจริงกับโลกเสมือน

เข้าด้วยกัน โดยหลักสำคัญในการสร้างพื้นฐานเหล่านี้ตั้งอยู่บน “high band-width และ broadband infrastructure” เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว เป็นการทำให้ระบบอัตโนมัติและการสื่อสารระหว่างกันสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้บริษัทที่ปรึกษาอย่าง Pricewaterhouse Coopers (PwC) ได้ทำการสำรวจบริษัทในเยอรมันกว่า 235 บริษัท ใน 5 กลุ่มอุตสาหกรรม พบว่ากว่าร้อยละ 90 ของบริษัทที่ทำการสำรวจระบุว่าโครงสร้างพื้นฐานทาง IT และความสามารถในการตรวจสอบการแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นกุญแจสำคัญสู่ความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation โดยกลุ่มอุตสาหกรรมสื่อสารเป็นกลุ่มที่มีความพร้อมในการเปลี่ยนผ่านมากที่สุด โดยมีปัจจัยสำคัญคือการเชื่อมโยงระบบที่ต่างกันเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นระบบเดียว และให้ความสำคัญอันดับแรกกับการบริหารจัดการการแลกเปลี่ยนข้อมูลภายในระบบ ซึ่งโครงสร้างที่ดีจะสามารถทำได้แบบreal-time และะนำไปสู่การบริหาร Big data ซึ่งส่งผลดีต่อการพัฒนากระบวนการผลิตต่อไป

(2) ขนาดของบริษัท: ขนาดของบริษัทมีผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation ซึ่งนิยามของขนาดนั้นอาจมีการแบ่งออกได้หลากหลาย แต่โดยทั่วไปแล้วจะวัดจาก จำนวนพนักงาน รายได้ ผลประกอบการ อายุของบริษัท หรือความหลากหลายของหน่วยงาน โดยบริษัทขนาดใหญ่มักมีความพร้อมมากกว่าบริษัทขนาดกลางหรือขนาดเล็กในการปรับเปลี่ยนตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation เนื่องจากทรัพยากรของบริษัทที่มีมากกว่า สามารถรับความเสี่ยงได้มากกว่า และมีประสบการณ์ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า นอกจากนี้งานวิจัยยังชี้ว่าบริษัทขนาดกลางและขนาดเล็กมีแนวโน้มที่จะมีความลังเลว่าการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation จะสร้างประโยชน์ให้กับบริษัทตนเองหรือไม่

ในขณะเดียวกันงานวิจัยหลายชิ้นระบุว่าบริษัทขนาดเล็กมีสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่าและจะได้รับประโยชน์ที่มากกว่าบริษัทขนาดใหญ่ ในแง่ที่ว่าบริษัทขนาดกลางและขนาดเล็กมีความซับซ้อนขององค์กรน้อยกว่า ทำให้สามารถการปรับเปลี่ยนได้เร็วกว่า หรือแม้แต่สร้างระบบต่างๆ ขึ้นใหม่ได้ง่ายกว่าไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงโครงสร้างของระบบเดิมมากนัก เพียงแต่ขาดเงินทุนในการดำเนินการ นอกจากนี้บริษัทขนาดกลางและขนาดเล็กยังมีข้อได้เปรียบจากการใช้เทคโนโลยีอีกในแง่ของการแข่งขัน เนื่องจากความสามารถของเทคโนโลยีทำให้การสื่อสารหรือเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ดีขึ้น ดังนั้นบริษัทเหล่านี้จึงสามารถแข่งขันกับบริษัทขนาดใหญ่ได้ ไม่เพียงเฉพาะกับบริษัทภายในประเทศแต่ยังครอบคลุมถึงบริษัทข้ามชาติต่างๆ

9.7.2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบทางลบต่อความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation

ผลการศึกษาชี้ว่าปัจจัยที่ส่งผลทางลบต่อความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation ประกอบไปด้วย 4 ปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) การขาดแคลนทรัพยากรทางการเงิน (2) ความไม่มั่นใจในการเปลี่ยนแปลง (3) ทักษะที่ไม่เหมาะสมของพนักงานหรือลูกจ้าง และ (4) ระดับความเติบโตเต็มที่ (Maturity stage) ขององค์กร ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

(1) การขาดแคลนทรัพยากรทางการเงิน: มูลค่าของโครงการการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation ที่ถูกพัฒนาขึ้นในเยอรมนี คิดเป็นจำนวนเงินกว่า 40,000 ล้านยูโรต่อปี ต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2015 - 2020 จำนวนเงินลงทุนในการเริ่มต้นปรับปรุงองค์กรตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation นั้นค่อนข้างสูง ซึ่งกลายเป็นอุปสรรคสำหรับบริษัทขนาดกลางและขนาดเล็กที่มีทุนไม่มากนัก เนื่องจากเกิดความลังเลในการตัดสินใจใช้ทุนที่มีจำนวนจำกัด และประเมินผลตอบแทนที่แน่ชัดไม่ได้ ในทางกลับกันบริษัทขนาดใหญ่หรือบริษัทข้ามชาตินั้นมีความสามารถในการรับความเสี่ยงทางด้านนี้จากขนาดที่ใหญ่โตขององค์กร ความหลากหลายในการดำเนินงาน และความสามารถในการหารายได้ ทำให้สามารถโยกย้ายเงินทุนเพื่อชดเชยกับการลงทุน หรือการขาดทุนกรณีไม่ได้ผลลัพธ์อย่างที่ตั้งเอาไว้

งานวิจัยระบุว่า มูลค่าการลงทุนในด้านอุตสาหกรรม Internet ของเยอรมนีมีมูลค่าเพิ่มขึ้นจาก 20,000 ล้านเหรียญสหรัฐในปี 2012 เป็น 500,000 ล้านเหรียญสหรัฐในปี 2020 โดยก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มเป็น 23,000 ล้านเหรียญสหรัฐในปี 2012 เป็น 1.3 ล้านล้านเหรียญสหรัฐในปี 2020 ในขณะที่ PwC ระบุว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้าน Industry 4.0 แล Digital transformation จะอยู่ที่ร้อยละ 5 ของผลกำไรต่อปีเท่านั้น ซึ่งจะสามารถคืนทุนได้ภายในสองปี และผลตอบแทนมูลค่าสูงกว่านั้นหากระบบลงตัวเรียบร้อยแล้ว ในแง่มุมเดียวกัน Buhr (2015) ระบุว่าการลงทุนในช่วงเรื่อมต้นของการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation อาจมีมูลค่าสูง แต่ผลตอบแทนที่ได้ในระยะยาวจะมีมูลค่าสูงกว่าแน่นอน ซึ่งเยอรมนีจำเป็นต้องสร้างฐานความรู้และผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้ อาจประเมินเป็นเงินลงทุนอยู่ที่ 13,500 ล้านยูโรต่อปี ต่อเนื่องไปอีก 15 ปี โดยรวมแล้วอาจกล่าวได้ว่าการริเริ่มกระบวนการหรือเริ่มลงทุนนั้นใช้เงินลงทุนสูงและอาจเป็นอุปสรรคกับบริษัทขนาดกลางและขนาดเล็ก เนื่องจากยังไม่มั่นใจในผลตอบแทนที่ได้ แม้จะมีการคาดการณ์รายได้แล้วก็ตาม รวมถึงบริษัทขนาดใหญ่บางแห่งที่มีการดำเนินการในลักษณะเดิมมายาวนาน เนื่องจากการลงทุนด้านนี้จะต้องรื้อระบบการทำงานเดิมออกทั้งหมด

(2) ความไม่มั่นใจในการเปลี่ยนแปลง: บริษัทส่วนใหญ่มีความลังเลกับการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีใหม่ที่ยังไม่รู้จักและเข้าใจเสมอ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการประเมินว่าความเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเรื่องเสี่ยง ความลังเลในการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ พนักงานลังเลที่จะเปลี่ยน และ การขาดการสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร ซึ่งต้องอาศัยการสร้างความเข้าใจร่วมกันเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปได้อย่างราบรื่น พนักงานที่ลังเลที่จะเปลี่ยนแปลงอาจส่งผลเสียได้เมื่อเริ่มโครงการที่จะเปลี่ยนแปลงองค์กรไปแล้ว พนักงานบางส่วนอาจมองว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นความท้าทายส่วนตัว ในขณะที่บางส่วนอาจมองว่าเป็นความไม่มั่นคงในอาชีพ ลักษณะนี้ผู้บริหารจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสนับสนุนกระบวนการเปลี่ยนแปลงและทำตัวเป็นแบบอย่างในการปรับเปลี่ยนองค์กรให้กับพนักงาน รวมถึงการมีเป้าหมายที่ชัดเจนทั้งในระยะสั้นและระยะยาวของการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation

(3) ทักษะที่ไม่เหมาะสมของพนักงานหรือลูกจ้าง: ความต้องการพื้นฐานในการเตรียมความพร้อมก่อนการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation นั้นรวมถึงความจำเป็นที่พนักงานต้องมีทักษะในด้านเทคโนโลยีข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร (ICT) เนื่องจากกระบวนการทำงานส่วนใหญ่จะเปลี่ยนจากแบบดั้งเดิมที่ใช้แรงงานคนเป็นการควบคุมเครื่องจักรที่มีความซับซ้อนในการทำงานแทน ดังนั้นแรงงานที่มีฝีมือทักษะในงานด้านนี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่ง ตามรายงานระบุว่าภายในปี 2020 เยอรมนีมี

ความต้องการผู้เชี่ยวชาญทางด้าน ICT สูงถึง 825,000 ตำแหน่ง ซึ่งในการเตรียมให้พนักงานมีความพร้อมสำหรับรองรับการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation สามารถทำได้ด้วยการจัดหลักสูตรอบรม และทดลองปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มพูนทักษะที่จำเป็น เช่น การจัดการและการควบคุมระบบดิจิทัล, Big data management, Mathematics และ Information technology ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จในช่วงแรกของกระบวนการเปลี่ยนผ่านเป็นอย่างมาก นอกเหนือจากการจัดอบรมพนักงานที่กล่าวมา วิธีอื่นๆ ที่สามารถทำได้เช่นการจ้างงานใหม่ให้ได้บุคลากรที่ตรงกับความต้องการ ซึ่งจะเลือกใช้วิธีไหนให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับขนาดและสภาพที่เหมาะสมของบริษัทนั้นๆ

(4) ระดับความเติบโตเต็มที่ (Maturity stage) ขององค์กร: ระดับการเติบโตเต็มที่ขององค์กรสามารถนิยามได้ว่าเป็น “การรักษาขีดจำกัดและความสามารถในการปฏิบัติการ ซึ่งควรมีการซ้อมหรือทบทวนอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นการทบทวนความจำให้กับองค์กร เมื่อทำอย่างสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ทักษะความสามารถนั้นๆ ฝังลึกลงไปในโครงสร้างองค์กรได้” การพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation นั้นมีความซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่บริษัทมีระเบียบการทำงานและกระบวนการต่างๆ อยู่แล้ว ซึ่งระดับการเติบโตที่เต็มที่แล้วขององค์กรจะส่งผลในแง่ลบต่อความสำเร็จในการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ Industry 4.0

ในการเริ่มต้นสำหรับองค์กรที่ต้องการจะเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ Industry 4.0 ควรต้องมีความเข้าใจในองค์กรตัวเองถึงจุดแข็ง จุดอ่อน ความพร้อมและสถานะทางด้านดิจิทัลของบริษัทเป็นอย่างดี รวมถึงการประเมินนี้ต้องเป็นไปอย่างตรงไปตรงมาและโปร่งใส เพื่อที่จะเป็นจุดเริ่มต้นแรกในการเข้าสู่ Industry 4.0 องค์กรที่มาถึงขั้นการเติบโตเต็มที่แล้วมีสองทางเลือกในการปรับเปลี่ยน คือ (1) มองหาตลาดใหม่ที่มีโอกาสในการเติบโตทั้งในด้านส่วนแบ่งตลาดและยอดขาย และ (2) การลดต้นทุน ซึ่งการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 และ Digital transformation อาจจะช่วยได้ในแง่ของการสร้างสินค้าที่มีความเจาะจงและตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้า และยังสามารถบริหารจัดการการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ Smart networks และระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติจะช่วยปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ ซึ่งทำให้บริษัทสามารถแข่งขันในตลาดที่มีการแข่งขันรุนแรงได้

9.8 การประชุมระดมสมองจากภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาข้อสรุปแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมภาพรวม

การประชุมFocus Group ครั้งที่ 1 ในวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

สืบเนื่องจากการร่วมมือระหว่างสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม และกลุ่มอุตสาหกรรมดิจิตอล โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) ในการการดำเนินการเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อการเรียนรู้ สร้างมาตรฐาน และยกระดับไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมได้ดำเนินการตามขอบเขตการดำเนินงานเพื่อทำการศึกษาวิจัย พัฒนา และรายงานผลเกี่ยวกับแบบประเมิน Assessment Indicator Model ของ Industry 4.0 รวมถึงแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมตามแนวทางอุตสาหกรรม

4.0 ในการนี้จึงได้ทำการจัดประชุม Focus Group ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอข้อมูลการศึกษาวิจัย และรับฟังความเห็นจากสถาบันและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาต่อไป โดยได้รับเกียรติจากสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ ในการส่งวิทยากรผู้ผ่านการรับรองจากสถาบัน Fraunhofer ประเทศเยอรมนีในการประเมินอุตสาหกรรมด้วยโมเดลแบบประเมิน Industrie 4.0 CheckUp ทั้งนี้ เนื่องจากสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน คณะนักวิจัยจึงจำเป็นต้องจัดการประชุมในลักษณะ Online meeting ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom โดยในการประชุมหารือครั้งนี้ จัดขึ้นในวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 เวลา 10.00 – 12.00 น. ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 14 ท่าน จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) สำนักงานเศรษฐฏิจอุตสาหกรรม (สศอ.) สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ สถาบันไทย-เยอรมัน สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) มีรายนามดังต่อไปนี้

<u>สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)</u>

1) ดร. ณัฐกา สิงหวิลัย รอง ผอ. ฝ่ายการสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมภาคเอกชน
2) น.ส. กาญจนาภา พันธุมะผล ที่ปรึกษาอาวุโส
3) น.ส. สโรชา พุ่มบัว ที่ปรึกษาอาวุโส

<u>สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)</u>

4) นาง กิตติยา อัลภาชน์ นักวิชาการมาตรฐาน ระดับชำนาญการพิเศษ

<u>สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.)</u>

5) น.ส. เพียงใจ ไชยรังสินันท์
6) น.ส. ภูริตา มณียม
7) น.ส. จันทิมา ยาเกิ้น
8) น.ส. พัชราวดี คำรอด

<u>สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ</u>

9) นาย ธัชรินทร์ วุฒิชาติ ผู้เชี่ยวชาญการประเมินอุตสาหกรรม IFF Certified Assessor

<u>สถาบันไทย-เยอรมัน</u>

10) นาย กษิดิศ ลีลาวิไลลักษณ์ วิศวกรอาวุโสแผนกเทคโนโลยีหุ่นยนต์

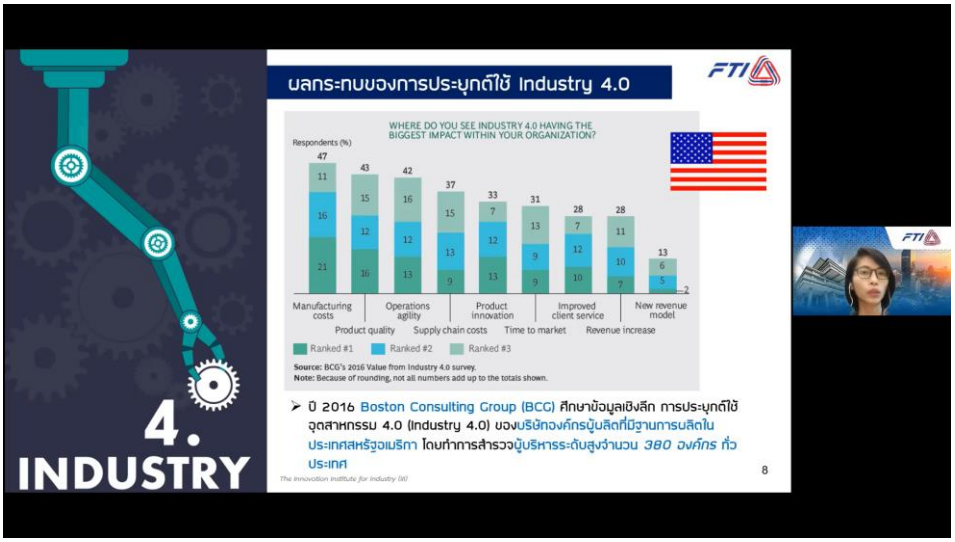
<u>สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์</u>

11) นาย วรินทร์ รอดโพธิ์ทอง ที่ปรึกษาด้านการกำหนดมาตรฐาน

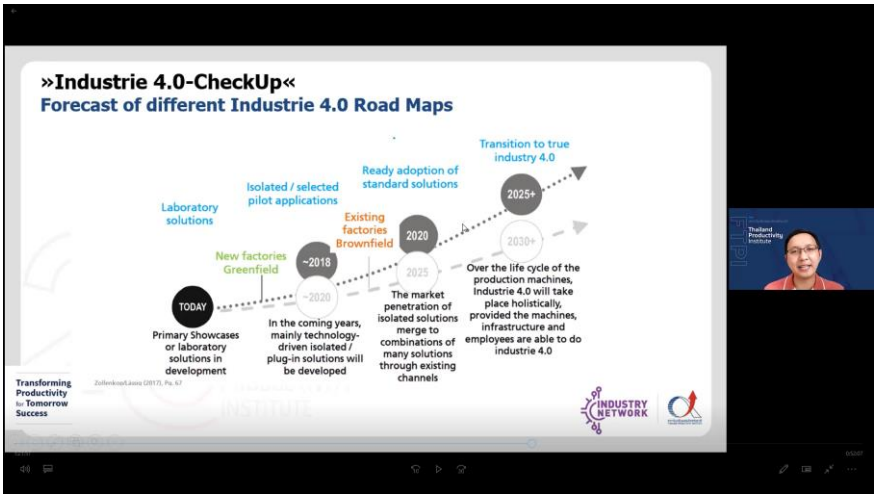
<u>สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.)</u>

12) ดร. นฤกมล ภู่ขาว ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา
13) น.ส. ศุภกาญจน์ พรมหราช นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
14) น.ส. ศิริภัสร์ ทองชู นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
15) น.ส. พชรภรณ์ ศรีมาลานนท์ นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
16) นาย ณัฐภัทร ศรีอินทราวานิช นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
17) น.ส. นฤดี มาทองหลาง นักวิชาการ สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม

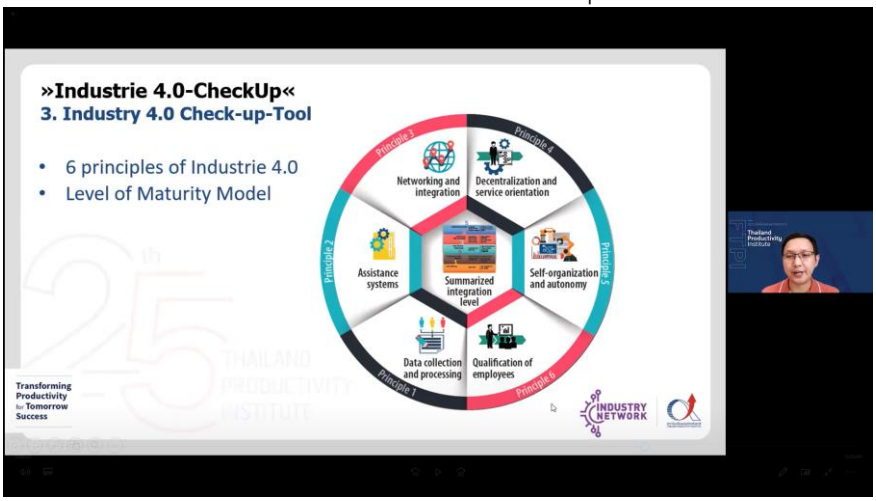
ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะ ดังนี้



- ส.อ.ท. ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยข้อมูลและงานวิจัยที่สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมให้เข้าสู่อุตสาหกรรม4.0 ซึ่งประกอบไปด้วยงานวิจัยหลักจำนวน 3 ชิ้น ได้แก่ RAMI 4.0: Topological Approach for Mapping Technologies, Industry 4.0 Implementation patterns, และ University of Twente: Securing the Future for German Manufacturing Companies ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาตั้งแต่ แนวทางการแบ่งประเภทและจัดกลุ่มเทคโนโลยีที่ใช้ในการอุตสาหกรรม4.0 แนวทางและลำดับการใช้เทคโนโลยีในแต่ละขั้นของการพัฒนาตามแนวทางอุตสาหกรรม4.0 และปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาตามแนวทางอุตสาหกรรม4.0 ทั้งปัจจัยทางบวกและปัจจัยทางลบ
- ผู้เชี่ยวชาญการประเมินอุตสาหกรรม IFF Certified Assessor จากสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติชี้ให้เห็นแนวทางในการคิดเรื่องการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0 ว่าควรคำนึงถึงลักษณะการใช้งานเทคโนโลยีให้เหมาะสมมากกว่ามุ่งเน้นไปที่ตัวเทคโนโลยีเอง
- แนวโน้มที่สำคัญและต้องวางแผนรับมือคือการที่ระบบอุตสาหกรรมจะมีปริมาณข้อมูลมากขึ้น มีความซับซ้อนมากขึ้น และมีความเฉพาะทางมากขึ้น ทำให้การเตรียมการระบบในการสนับสนุนการดำเนินงานมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0



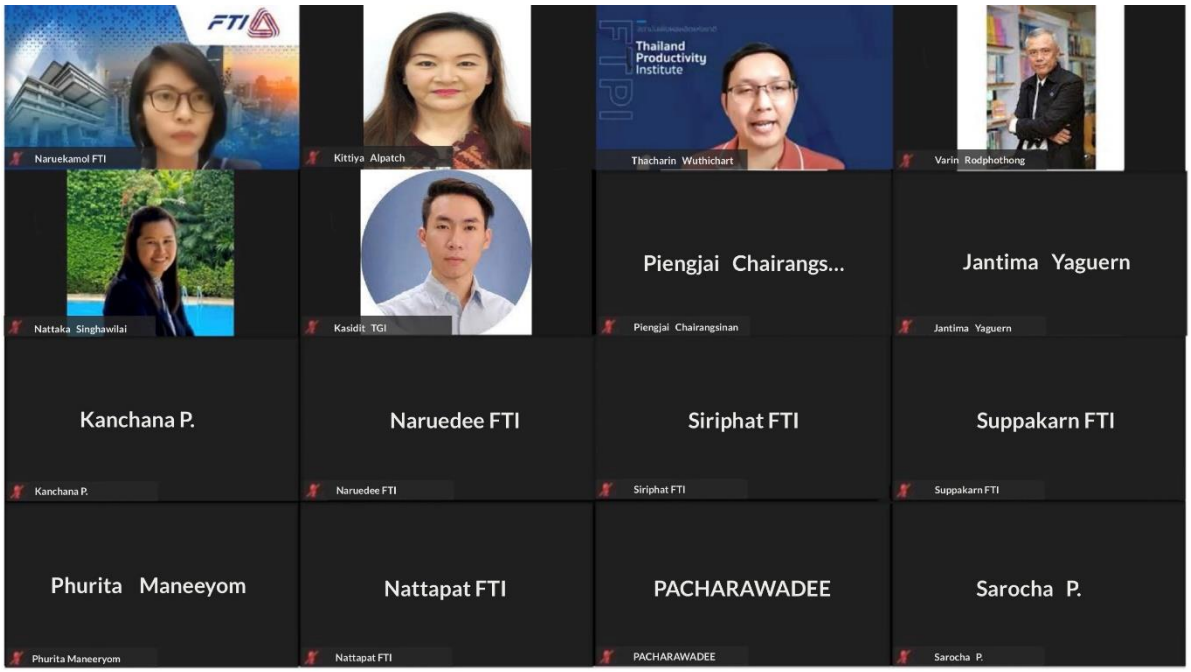
- สิ่งสำคัญสำหรับองค์กรในการพัฒนาคือการมีRoad mapที่ชัดเจนในการทำงาน ในส่วนนี้สมาคมFraunhofer ได้ประเมินแนวทางไว้สองลักษณะคือ Green field business หมายถึงธุรกิจที่เกิดใหม่และสามารถปรับใช้เทคโนโลยีใหม่ได้เลยตั้งแต่ต้นอาจใช้ระยะเวลาในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0ภายในระยะเวลา 8ปี (นับจากปีที่ทำการสำรวจในปี 2017) ในขณะที่อีกลักษณะคือ Brown field business หมายถึงธุรกิจที่มีการดำเนินงานมาระยะหนึ่งแล้ว และมีการปรับใช้เทคโนโลยีใหม่ได้ช้ากว่า อาจใช้ระยะเวลาในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0 ภายในระยะเวลา 13ปี (นับจากปีที่ทำการสำรวจในปี 2017)
- การพัฒนาตามแนวทางอุตสาหกรรมควรเป็นไปอย่างเป็นระบบเพื่อหากระบวนการที่เหมาะสมกับองค์กรหรืออุตสาหกรรมนั้นๆ โดยเริ่มจากการสร้างระบบนำร่อง (Pilot Phase) เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม ควบคุมและปรับแต่งได้ง่าย หลังจากนั้นจึงพัฒนาเป็นมาตรฐานในการทำงานหรือใช้งาน (Set Standard) เพื่อกำหนดระเบียบวิธีในการทำงาน แล้วจึงมุ่งสู่การเป็นอุตสาหกรรม4.0อย่างแท้จริงในตอนท้าย
- ในส่วนของระบบที่เกี่ยวข้องควรเริ่มจากการจัดการข้อมูลในด้านการหมุนเวียนวัตถุดิบ การเคลื่อนที่ หรือความถี่ในการหมุนเวียนสินค้า (Material Flow) แล้วจึงพัฒนาไปสู่การวางโครงสร้างพื้นฐานของเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งจะเป็นพื้นฐานไปสู่การใช้งานเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) ในขั้นตอนสุดท้ายคือการวางโครงสร้างสถาปัตยกรรมเชิงโครงสร้างของระบบสารสนเทศทั้งหมดเพื่อให้ระบบต่างๆ สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่นและเชื่อมโยงหน่วยงานต่างๆขององค์กรเข้าด้วยกันได้



- เป้าหมายสำคัญของการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0 ไม่ใช่การทำคะแนนในหัวข้อประเมินให้ได้สูงที่สุด แต่ควรเป็นการพัฒนากระบวนการทำงานตามเป้าหมายที่วางไว้ให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการสร้าง

ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน ระดับคะแนน(Maturity Level) เป็นเพียงการสะท้อนสภาพการดำเนินงาน การใช้งานเทคโนโลยี และเป็นการกระเมินความพร้อมขององค์กร เพื่อนำไปสร้างRoad mapในการพัฒนาเท่านั้น ไม่ควรสร้างความเข้าใจให้กับองค์กรที่รับการประเมินว่าระดับคะแนนที่สูงแปลว่าดี หรือระดับคะแนนที่ต่ำแปลว่าไม่ดี

- อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้กับอุตสาหกรรมในไทยคือการใช้เครื่องจักรที่มาจากผู้ผลิตที่หลากหลายและไม่ได้มีมาตรฐานในการสื่อสารเหมือนกัน สิ่งนี้จะทำให้ในอนาคตการเชื่อมต่อกระบวนการระหว่างเครื่องจักรแต่ละตัวเป็นไปได้อย่างยากลำบากหรือต้องใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณในการเชื่อมต่อส่อสารระหว่างเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพ
- การพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0 ควรคำนึงถึงปัจจัยด้านอื่นขององค์กรด้วย ได้แก่ ด้านทักษะของพนักงาน ด้านความสามารถของบุคลากรในองค์กรทุกระดับ ด้านการจัดการองค์กร ด้านการจัดระเบียบข้อมูลอื่นๆ ไม่ควรจำกัดความสนใจเฉพาะแต่เพียงด้านเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว
- กาพัฒนาสู่อุตสาหกรรม4.0ควรเกิดจากการเล็งเห็นความสำคัญในการดำเนินงานในอนาคตขององค์กรแล้วเท่านั้น



ภาพบรรยากาศภายในการประชุมFocus Group ครั้งที่ 1

การประชุมFocus Group ครั้งที่ 2 ในวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

สืบเนื่องจากการประชุมFocus Group ครั้งที่ 1 ที่จัดขึ้นในวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมได้ทำการนำเสนอและเปิดรับข้อคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมสู่อุตสาหกรรม4.0 ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลการศึกษาและมิติอื่นๆที่ควรคำนึงถึงเพิ่มเติม จากหน่วยงานองค์กรและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาอุตสาหกรรมและจัดทำมาตรฐาน สถาบันนวัตกรรมจึงทำการปรับปรุงและเพิ่มเติมตามข้อเสนอเหล่านั้น และมีความต้องการในการนำเสนออีกครั้งให้กับผู้ประกอบการซึ่ง

มาจากกลุ่มอุตสาหกรรมที่หลากหลายในประเทศไทย เพื่อรับฟังความเห็นในด้านความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการปรับใช้แนวทางดังกล่าวในประเทศไทย โดยได้รับเกียรติจากที่ปรึกษาสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอกนิกส์ และรองคณบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ร่วมเป็นวิทยากรในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรม จึงเป็นที่มาของการจัดประชุม Focus Group ครั้งที่ 2 ในวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 เวลา 09.30 – 12.00 น. และเนื่องจากยังอยู่ในช่วงสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน คณะนักวิจัยจึงจำเป็นต้องจัดการประชุมในลักษณะ Online meeting ผ่านโปรแกรมการประชุม Zoom โดยการประชุมในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด จำนวน 37 ท่าน

1) นาย วินัย กำโชคชัย	บริษัท เคซี มหานคร จำกัด
2) นาย รัตนชัย โชติช่วง	บริษัท น้ำมันรำข้าวสุรินทร์ จำกัด
3) นาย น้อย ยงปัญญา	บริษัท น้ำมันรำข้าวสุรินทร์ จำกัด
4) นาย เกษม ทัดสุคนธ์	บริษัท น้ำมันรำข้าวสุรินทร์ จำกัด
5) นาย ประเสริฐ เศรษฐวิพัฒนชัย	บริษัท น้ำมันรำข้าวสุรินทร์ จำกัด
6) นาย พงษ์ศักดิ์ เอกสมุทร	บริษัท อาร์ทเวย์ จำกัด
7) น.ส. ภูสิชา ธราอภิฉัตร	บริษัท สุขสวัสดิ์ คอนเวิร์ทติ้ง เซ็นเตอร์ จำกัด
8) นาย ณัฏฐ์นภันต์ อัครจิราธร	บริษัท ซิสเต็มส์สโตน จำกัด
9) นาย พรเทพา วงแหวน	บริษัท เน็กซ์ มีเดีย บรอดคาสติ้ง จำกัด
10) นาย ภัชรพงษ์ ผลปรีชา	บริษัท เอส.ซี.พี.ซินดิเคท จำกัด
11) นาย สุพจน์ ตั้งพาณิชย์	บริษัท สหการวิศวกร จำกัด
12) นาย ชญาวัฒน์ ปุตระเศรณี	บริษัท พรีเมียร์ อินเตอร์ ลีสซิ่ง จำกัด
13) นาย ศักรินทร์ ประเสริฐสกุล	บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด
14) น.ส. อังสุชาวัลย์ โปร่งฟ้า	บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด
15) น.ส. ศิริวิมล รัตนะชัยมงคล	บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด
16) น.ส สุนีย์ เสริมศิริโสภณ	
17) นาย ธรรมรัตน์ มีธรรม	บริษัท ที. เอ็ม. เอเชี่ยน ฟู้ด จำกัด
18) นาย ธีระ กิตติทวีสิน	บริษัท อุตสาหกรรมไทยบรรจุภัณฑ์ จำกัด (มหาชน)
19) นาย ธนนนท์ อินทร์ประสิทธิ์	บริษัท อุตสาหกรรมไทยบรรจุภัณฑ์ จำกัด (มหาชน)
20) น.ส. ภทรวดี นาโควงค์	
21) นาย พงษ์หฤษฎ์ จรัณยานนท์	บริษัท อ็อพทิมัม แฟชั่น
22) นาย สันชนัญ จรัณยานนท์	บริษัท อ็อพทิมัม แฟชั่น
23) นาย สุพจน์ ชัยวิไล	บริษัท ไทยแทฟฟิต้า จำกัด
24) นาย พัฒนศักดิ์ สิงใส	บริษัท ยูนิเวอร์แซล เอ็กซ์เพรส ทรานสปอร์ต จำกัด
25) น.ส. ดวงมณี มณีโรจน์ภักดี	บริษัท เคนยากุ (ประเทศไทย) จำกัด
26) น.ส. นฤมล ชุ่มแก้ว	

<u>สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)</u>

27) นาง พัชรี กุลปวีณ ผู้อำนวยการฝ่ายอาวุโสฝ่ายบริหารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

28) น.ส. ปัณฑารีย์ พุ่มพวง

<u>สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์</u>

29) นาย วรินทร์ รอดโพธิ์ทอง ที่ปรึกษาด้านการกำหนดมาตรฐาน

<u>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพนะจอมเกล้าพระนครเหนือ</u>

30) ผศ.ดร. เต็มสิริ ทรัพย์สมาน รองคณบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

<u>สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.)</u>

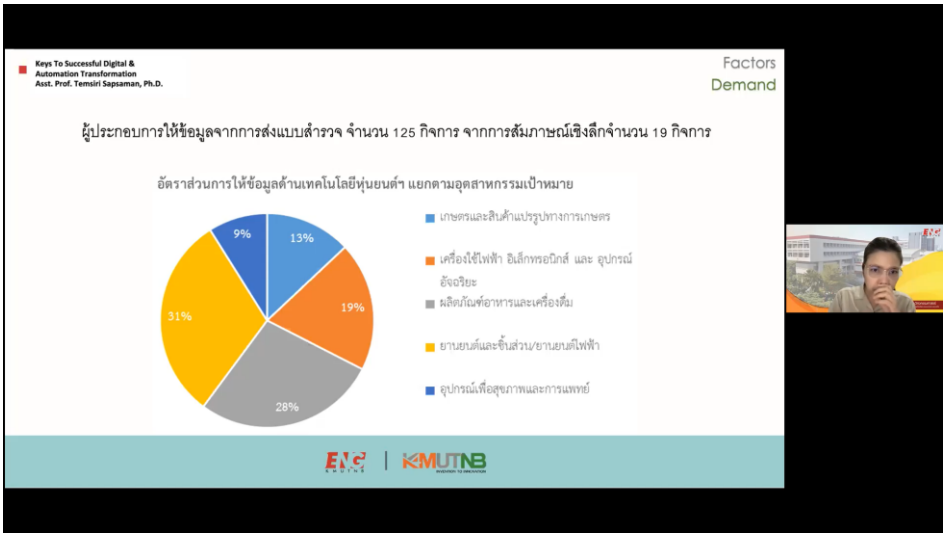
31) นาย สมศักดิ์ ศรีสุภรวาณิชย์ ประธานกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ
32) ดร. นฤกมล ภู่ขาว ที่ปรึกษาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา
33) น.ส. ศุภกาญจน์ พรมหราช นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
34) น.ส. ศิริภัสร์ ทองชู นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านกำหนดมาตรฐาน 4.0
35) น.ส. พชรภรณ์ ศรีมาลานนท์ นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
36) นาย ณัฐภัทร ศรีอินทราวานิช นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม 4.0
37) น.ส. นฤดี มาทองหลาง นักวิชาการ สถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม

ที่ประชุมมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

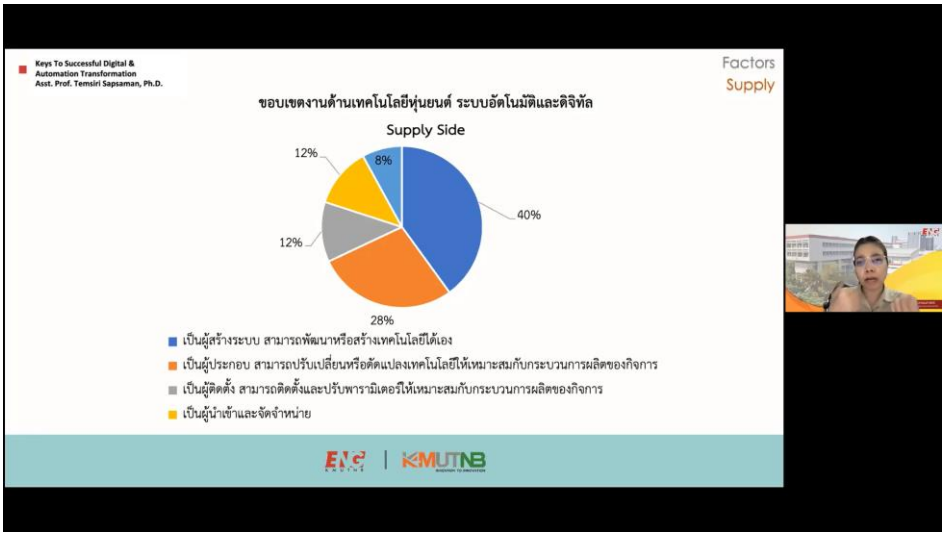
- ส.อ.ท. ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมตามแนวทางอุตสาหกรรม4.0 โดยแบ่งเป็นลำดับขั้นทางพัฒนาการ และกลุ่มเทคโนโลยีที่ควรใช้งาน โดยอ้างอิงจากงานวิจัย Industry 4.0 Implementation patterns รวมถึงเสนอสมมติฐานปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จอ้างอิงจากงานวิจัยจาก University of Twente: Securing the Future for German Manufacturing Companies ซึ่งมีเนื้อหาสอดคล้องกับความเห็นที่ได้รับจากการประชุม Focus Group ครั้งที่ 1
- การพัฒนาอุตสาหกรรมตามแนวทางอุตสาหกรรม4.0 มีความสอดคล้องกับหลักคิดเรื่อง Business Intelligence ซึ่งมีประเด็นครอบคลุมในหลากหลายเรื่อง ดังนั้นองค์กรควนเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆเอาไว้ ตั้งแต่ทักษะความรู้ความสามารถของบุคลากร ระบบการจัดการข้อมูลภายในองค์กร การบริหารจัดการความรู้ระหว่างหน่วยงาน ระบบโครงสร้างสารสนเทศ และเทคโนโลยีการผลิต
- Business Intelligence มีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ การทำให้ข้อมูลต่างๆสามารถเข้าถึงได้ง่าย สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างreal-time ลดของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหรือในระบบ วิเคราะห์แบะบดความเสี่ยงในการเกิด bottle necks ปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจและทำให้เห็นภาพรวมของทั้งธุรกิจได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของอุตสาหกรรม4.0
- แนวทางการพัฒนาควรคำนึงถึงลำดับขั้นดังนี้ 1.) Product Life Cycle 2.) Supply Chain Integration 3.) Operation and Information Technology 4.) Management and Workforce Skill 5.) Enterprise Architecture (EA) (Business Platform) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่สอท. เสนอให้มีการเริ่มต้นที่ส่วนการผลิตหรือส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญก่อนเพื่อสร้างข้อมูลในการบริหารจัดการ แล้วจึง

ปรับปรุงในส่วนของเทคโนโลยีการผลิตและการสื่อสาร ถัดมาจึงเป็นการพัฒนาทักษะของบุคลากร และมองภาพรวมของทิศทางและโครงสร้างองค์กรในตอนท้าย

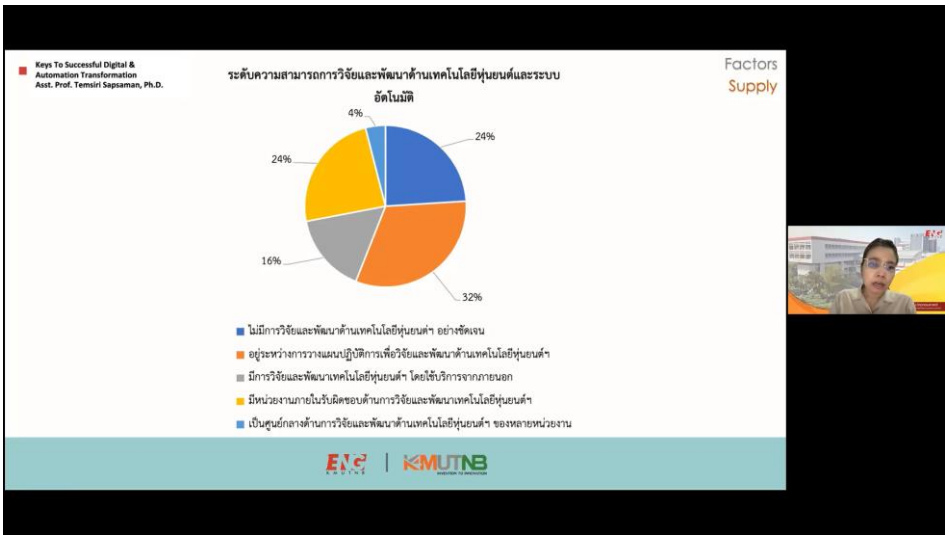
- ในแนวทางนี้ประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาคือการสร้าง คัดเลือกใช้ และบริหารจัดการข้อมูลที่เกิดในระบบให้เกิดประโยชน์สูงสุด การทำDashboard นับเป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดการข้อมูลให้เป็นระเบียบ โดยปัจจุบันสามารถทำได้ง่ายจากผู้บริการที่หลากหลายขึ้น
- ประเด็นที่ควรเน้นย้ำในการวางแนวทางการพัฒนาคือ การวางโครงสร้างสถาปัตยกรรมทางข้อมูลขององค์กรนั้นๆ เพื่อให้การส่งต่อของข้อมูล (Flow of Data) และการเข้าถึงข้อมูลเป็นไปได้ง่าย ลดความทับซ้อนของการใช้งาน และสามารถสื่อสารได้อย่างลื่นไหล อีกหนึ่งประเด็นที่ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งและเกี่ยวเนื่องกับประเด็นแรกคือการมีมาตรฐานในการเชื่อมต่อสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็นระหว่าง Operation Technology (OT), ระหว่าง Information Technology (IT) หรือจะเป็นระหว่าง OT-IT เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ และมีระบบระเบียบในการใช้งานชัดเจน



- ในด้านความพร้อม ปัจจัย และอุปสรรคที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศในการเปลี่ยนผ่านสู่Digital & Automation มีการอ้างอิงข้อมูลการสำรวจโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยส่งแบบสอบถามให้กับ 125 กิจการโดยมีกิจการที่ให้ข้อมูลเชิงลึก 19 กิจการ เกี่ยวกับการให้ข้อมูลด้านหุ่นยนต์ผลปรากฏว่า กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนมีการใช้งานคิดเป็นอัตราส่วน 31% กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มคิดเป็น 28% กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์อัจฉริยะคิดเป็น 19% กลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรและสินค้าแปรรูปทางการเกษตรคิดเป็น 13% และกลุ่มอุตสาหกรรมอุปกรณ์เพื่อสุขภาพและการแพทย์คิดเป็นอัตราส่วน 9%



- ในด้านขอบเขตงานด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติและดิจิทัลได้ผลสำรวจดังนี้ เป็นผู้สร้างระบบ สามารถพัฒนาหรือสร้างเทคโนโลยีได้เองคิดเป็นสัดส่วน 40% เป็นผู้ประกอบ สามารถปรับเปลี่ยนหรือดัดแปลงเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของกิจการคิดเป็น 28% เป็นผู้ติดตั้ง สามารถติดตั้งและปรับพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับกระบวนการลิตของกิจการคิดเป็น 12% และเป็นผู้นำเข้าและจัดจำหน่ายคิดเป็น 12%



- ในด้านระดับความสามารถในการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติได้ผลสำรวจดังนี้ ไม่มีการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์อย่างชัดเจน 24% อยู่ระหว่างการวางแผนปฏิบัติการเพื่อวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ 32% มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์โดยใช้บริการจากภายนอก 16% มีหน่วยงานภายในรับผิดชอบด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ 24% เป็นศูนย์กลางด้านการวิจันและพัฒนาด้านเทคโนโลยีหุ่นยนจ์ของหลายหน่วยงาน 4%

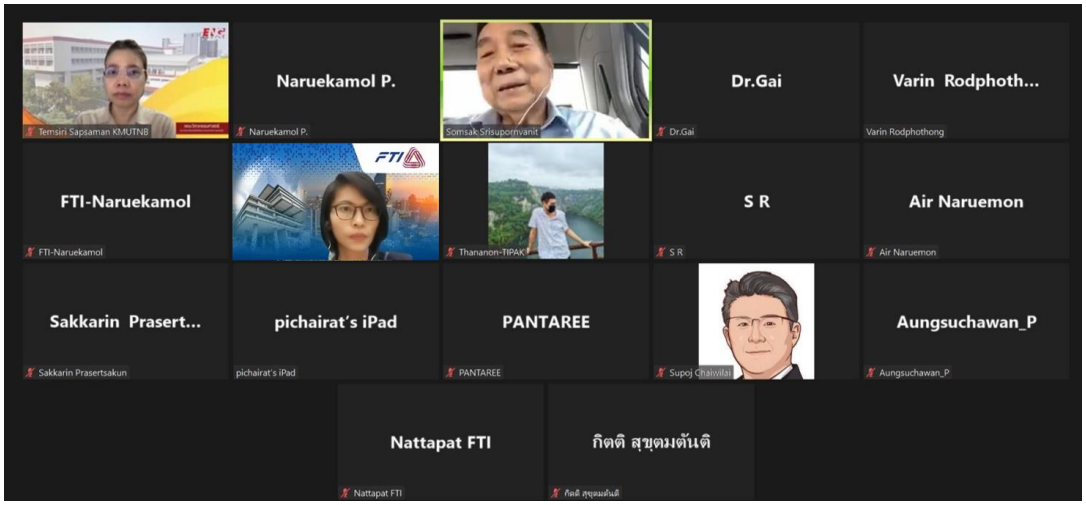
- ค่าเฉลี่ยระดับสมรรถนะด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ระบบอัตโนมัติและดิจิทัลของสถานประกอบการในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับเริ่มต้น ในส่วนนี้สามารถแจกแจงประเด็นได้ออกไปอีกกล่าวโดยภาพรวมสามารถชี้แจงได้ว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีความเข้าใจต่อเทคโนโลยีหุ่นยนต์และดิจิทัลว่าเป็นการใช้งานระบบอัตโนมัติและการปรับระบบการผลิตเท่านั้น แต่ไม่ได้มองในองค์รวมของภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือการจัดการข้อมูลและเชื่อมต่อกับระบบว่าจะบูรณาการส่วนต่างๆเข้าหากันอย่างไร อีกประการหนึ่งคือการมีช่างเทคนิคที่สามารถซ่อมแซมเครื่องจักรทั่วไปได้จึงไม่ได้ลงทุนในการพัฒนาระบบอัตโนมัติเข้าทดแทนเครื่องจักรเดิม

- ในปัจจัยด้านอุปสรรคในการสร้างความพร้อมในการให้บริการด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และดิจิทัลสามารถกล่าวได้ว่าสาเหตุสำคัญหลักมี 3 ปัจจัยได้แก่ ยังไม่สามารถเข้าถึงตลาดหรือผู้ต้องการใช้ได้ การขาดแหล่งทุนสนับสนุน และต้นทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีที่สูงเกินไปไม่เกิดความคุ้มค่า ซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ที่สอท.ได้นำเสนอจากงานวิจัย

- ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาตามแนวทางอุตสาหกรรม 4.0 ในด้านขององค์กรอาจกล่าวได้ว่าเป็นเรื่องของการแปลงวิสัยทัศน์ขององค์กรมาเป็นแผนการพัฒนาที่ชัดเจน ซึ่งต้องเกิดจากการทำงานร่วมกันภายในองค์กรทุกระดับขึ้นเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการมุ่งไป อีกปัจจัยหนึ่งคือการใช้

เครื่องมือในการประเมินวัดผล เช่น KPI หรือ ROI ซึ่งอุตสาหกรรม 4.0 อาจจะไม่ได้ตอบโจทย์ทุกด้านในแง่ของความคุ้มทุน หรือเห็นผลในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งอาจพิจารณาใช้ OKR ในการประเมินแทน

- นอกเหนือจากนี้ยังมีประเด็นปัจจัยอุปสรรคในด้านของการที่อุตสาหกรรมในประเทศส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมที่ดำเนินการมาเป็นระยะเวลานานแล้ว การจะปรับเปลี่ยนเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงสูง มีการลงทุนค่อนข้างมากซึ่งอาจทพให้ผู้ประกอยการลังเลในการตัดสินใจ วิธีที่ทำให้เกิดขึ้นได้ง่ายขึ้นคือการแบ่งส่วนการผลิตออกมาเพื่อเริ่มทดลอง แล้วจึงค่อยขยายผลต่อไป ส่วนใหญ่แล้วการแยกส่วนออกมานี้จะใช้เงินลงทุนน้อยและสามารถแสดงผลลัพธ์เริ่มต้นให้ผู้ประกอบการพิจารณาก่อนตัดสินใจได้
- แนวทางในการพัฒนาเพื่อให้เกิดการยกระดับทุกภาคส่วนในระยะยาวควรเป็นการร่วมมือันระหว่างหลายฝ่าย เช่นบริษัทผู้ผลิต บริษัทตัวแทนหรือSupplier สถาบันการศึกษา หรือการมีส่วนร่วมของภาคส่วนอื่นๆ จะสามารถทำให้เกิดการบูรณาการด้านการทำงานและข้อมูลได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในระยะยาว โดยข้อเสนอนี้สอดคล้องกับแนวทางที่สอท. ได้นำเสนอจากการวิจัยเช่นกัน
- จากพื้นฐานการใช้งานเทคโนโลยีในการผลิต ควบคุม ตรวจสอบ รวบรวมและจัดเก็บสินค้า รวมถึงระบบอัตโนมัติที่มีการใช้งาในปัจจุบันภายในประเทศ ทำให้ทิศทางของเทคโนโลยีที่ควรมุ่งพัฒนาไปคือเทคโนโลยีด้านการใช้งานระบบสารสนเทศ Cloud computing, AI, Machine Learning, Big data etc., ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของอุตสาหกรรม 4.0
- แนวทางในการพัฒนาเพื่อให้เกิดการยกระดับทุกภาคส่วนในระยะยาวควรเป็นการร่วมมือันระหว่างหลายฝ่าย เช่นบริษัทผู้ผลิต บริษัทตัวแทนหรือSupplier สถาบันการศึกษา หรือการมีส่วนร่วมของภาคส่วนอื่นๆ จะสามารถทำให้เกิดการบูรณาการด้านการทำงานและข้อมูลได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในระยะยาว โดยข้อเสนอนี้สอดคล้องกับแนวทางที่สอท. ได้นำเสนอจากการวิจัยเช่นกัน
- ในภาพรวมควรมีการพิจารณาในภาพกว้างขึ้นระดับมหภาคว่าจะทำการวางแนวทางให้ภาคส่วนต่างๆมีส่วนร่วมในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างไร เพื่อแก้ไขอุปสรรคต่างๆ เช่นปัญหาทางด้านเงินทุน ปัญหาทางด้านความพร้อม หรือปัญหาทางด้านบุคลากร ซึ่งหากนำเอาภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องมาช่วยแก้ปัญหาในส่วนที่เหมาะสมจะสามารถเร่งความเร็วในการพัฒนาอุตสาหกรรมขึ้นได้อีกมาก รวมทั้งสามารถขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศได้



9.9 บทสรุปของการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 เพื่อยกระดับอุตสาหกรรม

เทคโนโลยีทางด้านดิจิทัลหรือ Digital transformation มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการยกระดับองค์กรเข้าสู่ Industry 4.0 ประเทศเยอรมนีซึ่งเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยี Industry 4.0 ได้พัฒนามาตรฐาน RAMI 4.0 เพื่อใช้เป็นกรอบในการนำเทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 เข้ามาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังได้สร้างเครื่องมือ Industry 4.0 Check-up Tool จากการอ้างอิงมาตรฐาน RAMI 4.0 ขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือหลักในการประเมินความพร้อมและสมรรถนะขององค์กรด้าน Industry 4.0 แบบละเอียดเชิงลึก อย่างไรก็ตาม RAMI 4.0 หรือ มาตรฐาน Industry 4.0 ได้ถูกพิจารณาเป็นอีกขั้นของวงการอุตสาหกรรมซึ่งนำเทคโนโลยีใหม่หลากหลายรูปแบบมาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาทางดิจิทัลที่หลากหลาย ซึ่งยังมีความซับซ้อนในแง่ของสถาปัตยกรรมทางเทคโนโลยีและระบบการผลิตอยู่มาก จึงได้มีการนำเสนอรูปแบบการปรับใช้เทคโนโลยีทางด้าน Industry 4.0 ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ Front-end technologies ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในการผลิตโดยตรง และ Base technologies ซึ่งเป็นกลุ่มเทคโนโลยีที่ส่งเสริมและสนับสนุน Front-end technologies เพื่อให้การเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ Industry 4.0 สมบูรณ์ โดยบริษัทที่มีระดับความเชี่ยวชาญใน Industry 4.0 สูงจะมีการใช้งานเทคโนโลยีในทุกมิติทั้ง Front-end technologies และ Base technologies ไม่ใช่มุ่งเน้นเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ลักษณะของการใช้งานเทคโนโลยีนี้จะเป็นการสะสมเพิ่มเติมขึ้นเรื่อยๆ ในลักษณะของการต่อเลโก้ (มีการต่อเติมการใช้งาน หรือเชื่อมต่อเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ากับส่วนที่มีอยู่แล้ว) มากกว่าจะที่จะมีการตัดหรือคัดเทคโนโลยีใดออกไป

ที่ผ่านมาประเทศเยอรมันพิสูจน์ให้เห็นแล้วว่าการพัฒนาตามแนวทางของ Industry 4.0 ช่วยให้บริษัทผู้ผลิตในเยอรมันก้าวข้ามความผันผวนของตลาดการแข่งขันได้ นอกจากนี้ยังสร้างโอกาสในการรับมือกับการแข่งขันจากบริษัทต่างชาติอื่นๆ เช่น จีนหรืออเมริกาเหนือได้อีกด้วย การพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 จะช่วยสร้างความสามารถทางการแข่งขันได้ในระยะยาวและสร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวในฐานะชาติอุตสาหกรรมที่ใหญ่ที่สุดชาติหนึ่งที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการผลิต และบริการทาง IT นอกจากนี้ Industry 4.0 จะสามารถดึงดูดลูกค้าใหม่และสร้างกำไรให้กับบริษัทผู้ผลิตของเยอรมันได้ ด้วยความสามารถในการผลิตสินค้าที่มีความเฉพาะเจาะจงในต้นทุนที่ต่ำลงและใช้แรงงาน และทรัพยากรต่างๆ น้อยลงด้วย ทั้งทรัพยากรมนุษย์ ทรัพยากรธรรมชาติ และวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งจะลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถสร้างความยั่งยืนและความเป็นอยู่ที่ดีให้กับคนรุ่นต่อไปได้ ซึ่งในแง่ของทรัพยากรมนุษย์ส่งผลทั้งในแง่แรงงานและทักษะ ในด้านแรงงานสามารถกล่าวได้ว่าอายุการทำงานจะขยายขึ้น แม้แต่ผู้สูงอายุก็สามารถทำงานได้หากมีทักษะในการควบคุมดูแลระบบอัตโนมัติ ในแง่ทักษะกระบวนการ Digitalization และ Industry 4.0 เปิดโอกาสให้มีการสร้างงานและสร้างตำแหน่งงานใหม่ๆ มากขึ้น ในด้านที่ต้องการทักษะ “e-skills” เช่น IT-Managers, Big data managers และ Data exchange managers โดยประมาณการจะมีความต้องการตำแหน่งเหล่านี้มากขึ้น 825,000 ตำแหน่งจนถึงปี 2020 ยิ่งไปกว่านั้นทำ

ให้เยอรมนีไม่ต้องหันไปพึ่งพาประเทศรายได้น้อย เนื่องจากสามารถจัดการเรื่องต้นทุนการผลิตและควบคุมคุณภาพได้ภายในประเทศ

อย่างไรก็ตามการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 ยังคงมีความเสี่ยงและความท้าทายหลักอยู่ที่ความปลอดภัยทาง Cyber เมื่อดูจากสถิติแล้วความเสียหายจากการถูกโจมตีทาง Cyber คิดเป็นมูลค่ากว่า 50,000 ล้านยูโรต่อปี เมื่อดูจากมูลค่าแล้วบริษัทควรต้องเพิ่มความเข้มงวดในด้านการป้องกันและรักษาความปลอดภัยทาง Cyber เพื่อให้ระบบยังอยู่ในสถานะที่ถูกควบคุมติดตามได้ และปลอดภัยในการทำงานเสมอ ซึ่งความรู้ในด้านมาตรการความปลอดภัยเหล่านี้ควรเป็นของทุกคนในองค์กรไม่เพียงเฉพาะแต่ฝ่าย IT เท่านั้น กล่าวได้ว่าการพัฒนาตามแนวทาง Industry 4.0 นั้นมีศักยภาพสูงในการสร้างความมั่นคงให้กับอุตสาหกรรมการผลิตของเยอรมนีในอนาคต แต่บริษัทจะต้องชั่งน้ำหนักระหว่างความเสี่ยง ความท้าทาย และผลประโยชน์ที่อาจได้รับเพื่อตัดสินใจต่อไปในอนาคต

10. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานโครงการ ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2564 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2565 มีดังนี้

กิจกรรม		ระยะเวลา 14 เดือน													
		ปี พ.ศ.2564											ปี พ.ศ.2565			สถานะ
		ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค.	ม.ค	ก.พ	มี.ค	
1	แผนการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาแบบประเมินและมาตรฐาน															1.วางแผนการดำเนินการ 2.จัดทำรายงานแผนการดำเนินโครงการ **ดำเนินการแล้ว 100%**
2	รายงานสรุปผลการวิจัยเบื้องต้นในการพัฒนา แบบประเมิน Assessment Indicator Model ของ อุตสาหกรรม 4.0															1.ดำเนินการศึกษาผลงานวิจัยเบื้องต้น 2.ประชุมหารือเพื่อสรุปผลการวิจัยเบื้องต้น 3.จัดทำรายงานผลการวิจัยเบื้องต้น **ดำเนินการแล้ว 100%**
3	รายงานผลการวิจัยในการพัฒนาแบบประเมิน Assessment Indicator Model ของ อุตสาหกรรม 4.0															1.ดำเนินการพัฒนาแบบประเมิน 2.ประชุมระดมสมอง 3.จัดทำรายงานการวิจัยในการพัฒนาแบบประเมิน **ดำเนินการแล้ว 100%**
	▪ ประชุมระดมสมองจากภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อหาข้อสรุปการพัฒนาแบบประเมิน															
4	รายงานผลการวิจัยในการพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0															1.ดำเนินการพัฒนาแบบมาตรฐานอุตสาหกรรม 2.ประชุมระดมสมอง 3.จัดทำรายงานการวิจัยในการพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรม 4.0 **ดำเนินการแล้ว 100%**
	▪ ประชุมระดมสมองจากภาคส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อหาข้อสรุปแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมภาพรวม															
5	รายงานสรุปผลการพัฒนา อุตสาหกรรม 4.0 ของอุตสาหกรรมไทย															1.วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบประเมิน

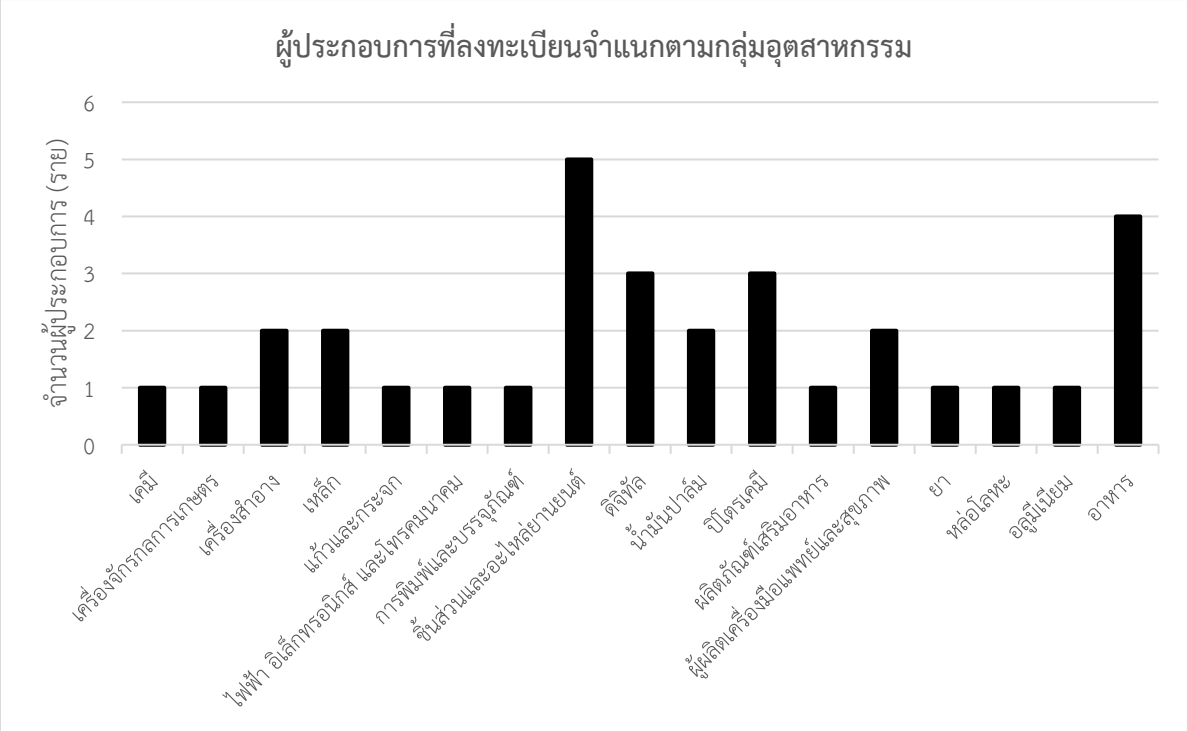
กิจกรรม	ระยะเวลา 14 เดือน														สถานะ
	ปี พ.ศ.2564											ปี พ.ศ.2565			
	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค.	ม.ค	ก.พ	มี.ค	
▪ สรุปผลแบบประเมินของผู้ประกอบการที่เข้ามาตอบแบบสำรวจในแพลตฟอร์มตามกรอบระดับต่างๆของ อุตสาหกรรม 4.0 ตั้งแต่ อุตสาหกรรม 1.0 จนถึง อุตสาหกรรม 4.0															2.สรุปผลการทำแบบประเมิน 3.จัดทำรายงานสรุปผลการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ของอุตสาหกรรมไทย **ดำเนินการแล้ว 100%**

11. รายงานสรุปผลแบบประเมินของผู้ประกอบการที่เข้ามาตอบแบบสำรวจในแพลตฟอร์มตามกรอบระดับต่างๆ ของอุตสาหกรรม I4.0

11.1 ภาพรวมของผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมที่ลงทะเบียนเข้าใช้งานแพลตฟอร์ม

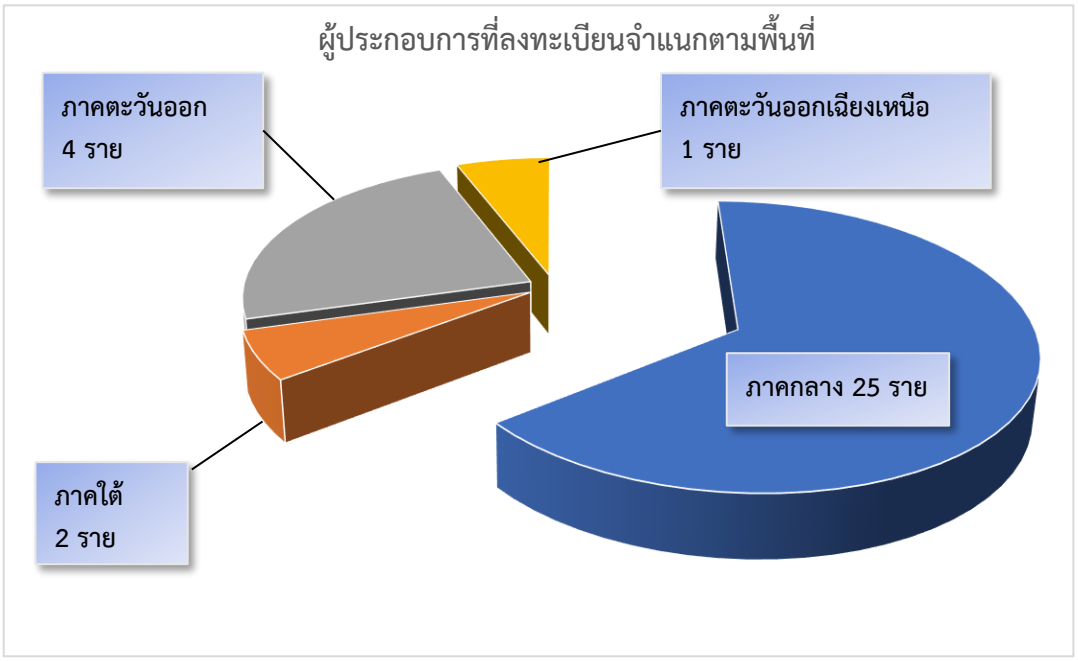
หลังจากที่ ส.อ.ท. ได้ดำเนินการเปิดใช้งาน “แพลตฟอร์มเพื่อการเรียนรู้ สร้างมาตรฐาน และยกระดับไปสู่อุตสาหกรรม 4.0” ในชื่อ “ID4 connect Platform” ภายใต้ URL http://id4connect.com เมื่อปลายเดือนมกราคม 2565 ที่ผ่านมา มีผู้เข้ามาลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานในระบบ ทั้งในส่วนของผู้ประกอบการ ผู้ให้บริการเทคโนโลยี และผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษา ทั้งนี้ สนอ. ได้มุ่งเป้าไปที่การสำรวจผู้ประกอบการ เพื่อทำการประเมินความพร้อมของอุตสาหกรรมไทยในภาพรวม ผ่านเครื่องมือการประเมินตนเองของภาคอุตสาหกรรม “ID4 Quick Scan” โดยสรุปข้อมูลอัพเดท ณ วันที่ 21 มีนาคม 2565 ของผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรม พบว่า มีผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมที่ทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกในแพลตฟอร์มฯ ทั้งหมด 32 ราย ซึ่งสามารถจำแนกข้อมูลได้ดังนี้

1) <u>จำแนกตามกลุ่มอุตสาหกรรม</u> เป็นการจำแนกผู้ประกอบการตามกลุ่มอุตสาหกรรมของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วย 45 กลุ่มอุตสาหกรรม ในจำนวนนี้มีผู้ประกอบการทั้งหมด 17 กลุ่มอุตสาหกรรมที่ได้ลงทะเบียนเข้าใช้งานแพลตฟอร์ม (ภาพที่ 62) โดยผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนเข้าใช้งานแพลตฟอร์มมากที่สุด คือ กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ จำนวน 5 ราย ถัดไปคือ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร จำนวน 4 ราย



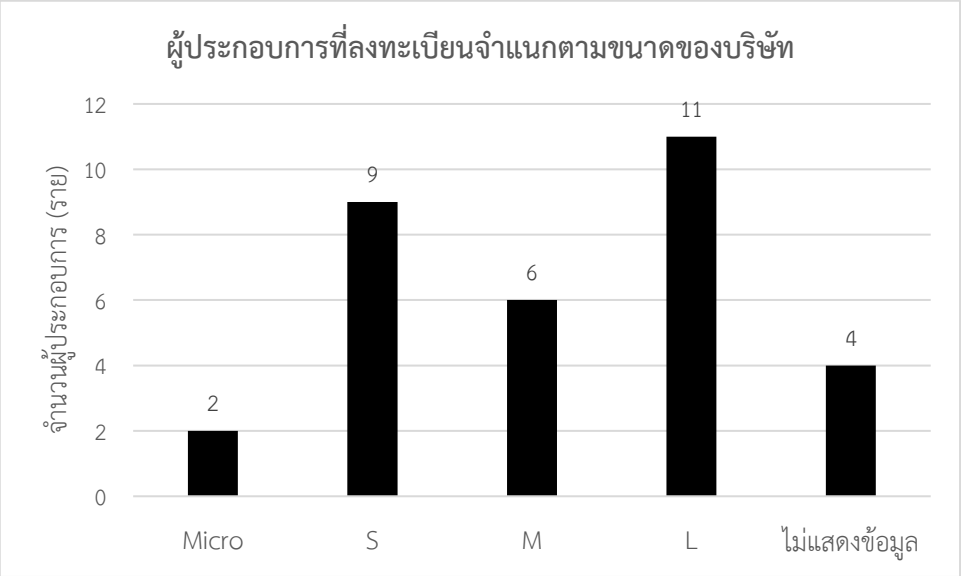
ภาพที่ 62 ผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนจำแนกตามกลุ่มอุตสาหกรรม

2) <u>จำแนกตามพื้นที่</u> เป็นการจำแนกกลุ่มผู้ประกอบการออกตามพื้นที่ (ภาพที่ 63) โดยภาคกลางมีจำนวนผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนมากที่สุด จำนวน 25 ราย คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 78.1 ของผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนทั้งหมด



ภาพที่ 63 ผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนจำแนกตามพื้นที่

3) <u>จำแนกตามขนาดของบริษัท</u> เป็นการจำแนกผู้ประกอบการออกตามขนาดของบริษัท ซึ่งใช้เกณฑ์การแบ่งตามรายได้บริษัทตามเกณฑ์ของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้ Micro (รายได้ไม่เกิน 1.8 ล้านบาท) Small (รายได้มากกว่า 1.8 ล้านบาท ถึง 100 ล้านบาท) Medium (รายได้มากกว่า 100 ล้านบาท ถึง 500 ล้านบาท) และ Large (รายได้มากกว่า 500 ล้านบาท) โดยข้อมูลรายได้บริษัทเป็นการตรวจสอบจากกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ซึ่งพบว่ามีบางบริษัทไม่แสดงข้อมูลรายได้บริษัท เนื่องจากบริษัทดังกล่าวเพิ่งเข้าจดทะเบียน หรือดำเนินการยังไม่ครบปีงบประมาณ จึงไม่มีข้อมูลแสดงในฐานข้อมูลของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า จากข้อมูลผู้ประกอบการทั้งหมดจำนวน 32 ราย สามารถจำแนกตามขนาดของบริษัทได้ดังภาพที่ 64 ซึ่งจะเห็นได้ว่าบริษัทส่วนใหญ่ที่ให้ความสนใจและลงทะเบียนคือบริษัทขนาดใหญ่ จำนวน 11 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 34.4 ของผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนทั้งหมด) รองลงมาคือบริษัทขนาดเล็ก จำนวน 9 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 28.1 ของผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนทั้งหมด)



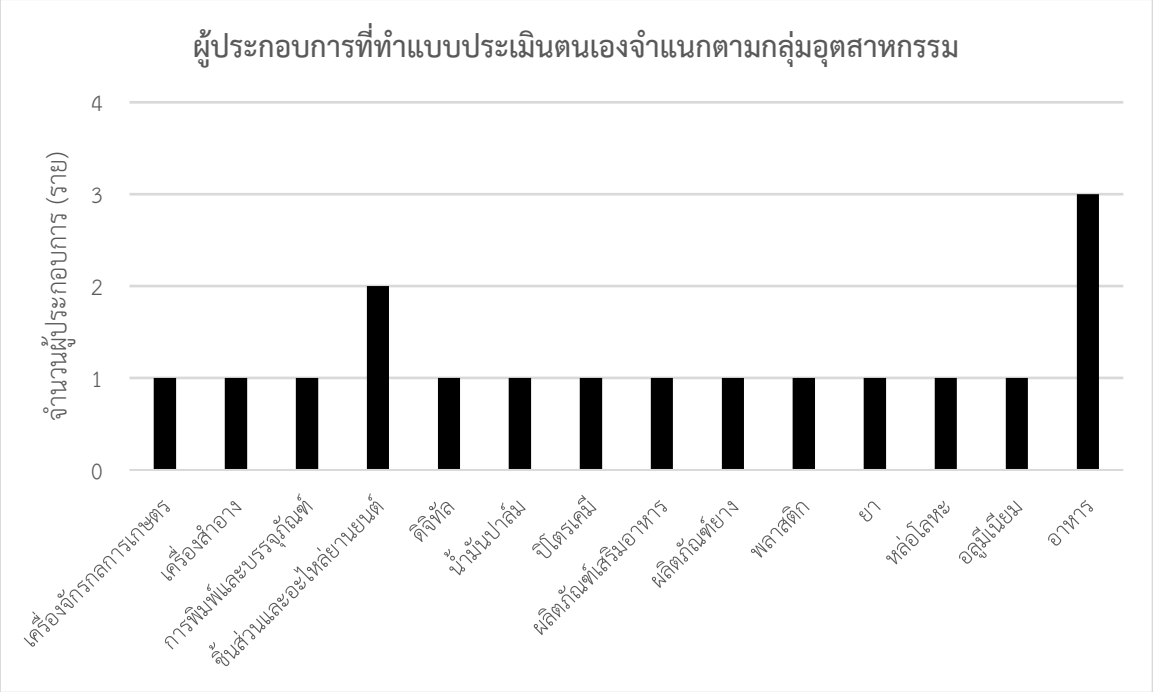
ภาพที่ 64 ผู้ประกอบการที่ลงทะเบียนจำแนกตามขนาดของบริษัท

11.2 ภาพรวมของผู้ประกอบการที่เข้ามาตอบแบบสำรวจในแพลตฟอร์มตามกรอบระดับต่างๆ ของอุตสาหกรรม I4.0

ในการนี้ สนอ. ได้พัฒนาแบบประเมินความพร้อมของผู้ประกอบการแบบ Self-assessment ขึ้น เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถทำการประเมินความพร้อมของสถานประกอบการตามแนวทาง Industry 4.0 ได้ โดยผลการประเมินจะเป็นการให้ข้อมูลระดับความพร้อมและแนวทางการดำเนินการโดยสังเขป เพื่อให้ผู้ประกอบการได้รับแนวคิดในการปรับปรุงเพื่อยกระดับศักยภาพองค์กร โดยได้ทำการใส่แบบประเมินตนเอง ID4 Quick Scan ไว้ในแพลตฟอร์ม ID4 Connect นี้ด้วย จากผู้ประกอบการที่ทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกในแพลตฟอร์ม ทั้งหมดจำนวน 32 ราย มีผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเอง ID4 Quick Scan ทั้งหมดจำนวน 17 ราย (ข้อมูลอัพเดท ณ วันที่ 21 มีนาคม 2565) ซึ่งสามารถจำแนกข้อมูลได้ดังนี้

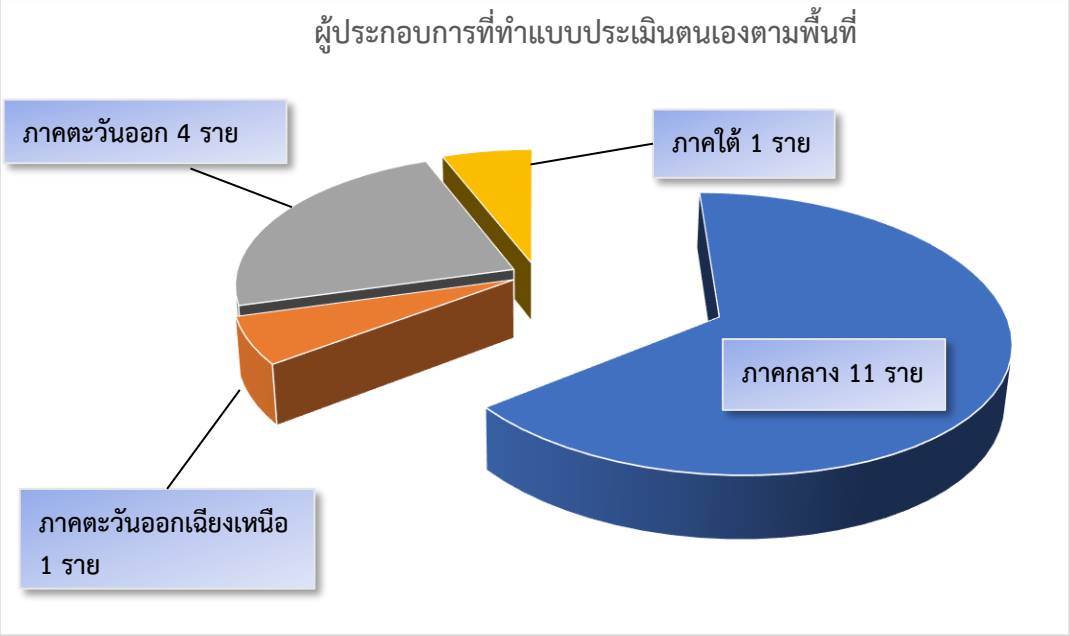
1) <u>จำแนกตามกลุ่มอุตสาหกรรม</u> เป็นการจำแนกผู้ประกอบการตามกลุ่มอุตสาหกรรมของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วย 45 กลุ่มอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการทั้งหมด 17 รายที่ทำ

แบบประเมินตนเอง ID4 Quick Scan สามารถจำแนกตามกลุ่มอุตสาหกรรมได้ดังภาพที่ 65 โดยผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองมากที่สุด คือ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร จำนวน 3 ราย ถัดไปคือ กลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ จำนวน 2 ราย



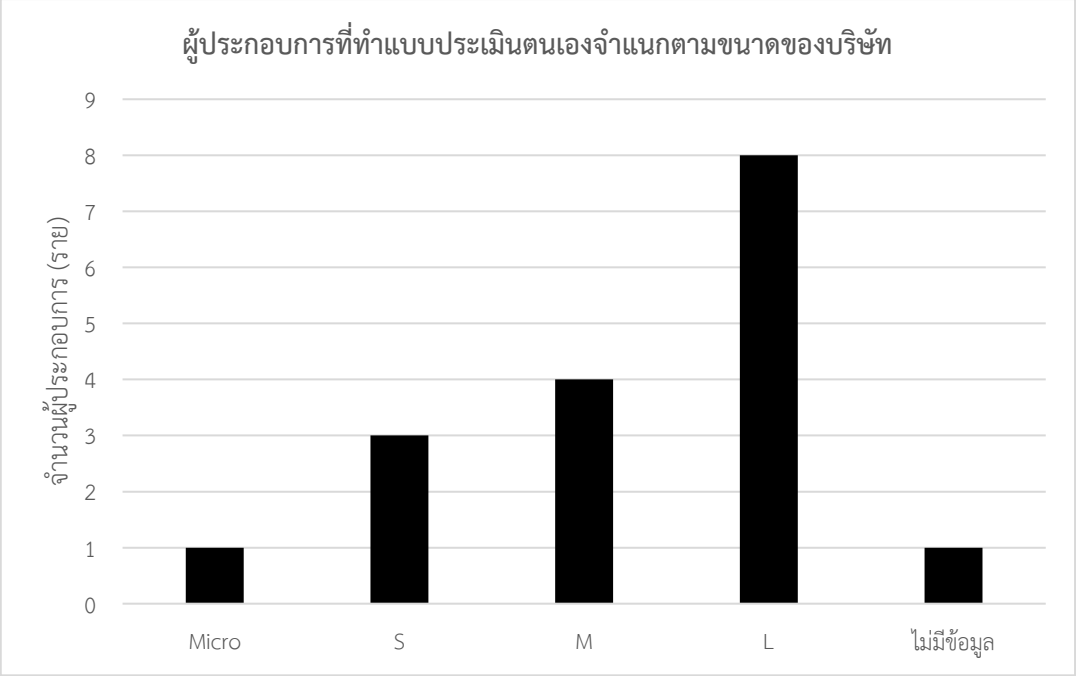
ภาพที่ 65 ผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองจำแนกตามกลุ่มอุตสาหกรรม

2) <u>จำแนกตามพื้นที่</u> เป็นการจำแนกกลุ่มผู้ประกอบการออกตามพื้นที่ (ภาพที่ 66) โดยภาคกลางมีจำนวนผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองมากที่สุด จำนวน 11 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 64.7 ของผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองทั้งหมด) รองลงมาคือ ภาคตะวันออก จำนวน 4 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 23.5 ของผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองทั้งหมด)



ภาพที่ 66 ผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองจำแนกตามพื้นที่

3) <u>จำแนกตามขนาดของบริษัท</u> เป็นการจำแนกผู้ประกอบการออกตามขนาดของบริษัท ซึ่งใช้เกณฑ์การแบ่งตามรายได้บริษัทตามเกณฑ์ของ สสว. โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้ Micro (รายได้ไม่เกิน 1.8 ล้านบาท) Small (รายได้มากกว่า 1.8 ล้านบาท ถึง 100 ล้านบาท) Medium (รายได้มากกว่า 100 ล้านบาท ถึง 500 ล้านบาท) และ Large (รายได้มากกว่า 500 ล้านบาท) โดยข้อมูลรายได้บริษัทเป็นการตรวจสอบจากกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ซึ่งพบว่ามีบางบริษัทไม่แสดงข้อมูลรายได้บริษัท เนื่องจากบริษัทดังกล่าวเพิ่งเข้าจดทะเบียน หรือดำเนินการยังไม่ครบปีงบประมาณ จึงไม่มีข้อมูลแสดงในฐานข้อมูลของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า จากข้อมูลผู้ประกอบการทั้งหมดที่ทำแบบประเมินตนเองจำนวน 17 ราย สามารถจำแนกตามขนาดของบริษัทได้ดังภาพที่ 67 ซึ่งจะเห็นได้ว่าบริษัทส่วนใหญ่ที่ให้ความสนใจและทำแบบประเมินตนเองคือบริษัทขนาดใหญ่ จำนวน 8 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 47.1 ของผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองทั้งหมด) รองลงมาคือบริษัทขนาดกลาง จำนวน 4 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 23.5 ของผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองทั้งหมด) ถัดไปคือบริษัทขนาดเล็ก จำนวน 3 ราย (คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 17.6 ของผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองทั้งหมด)



ภาพที่ 67 ผู้ประกอบการที่ทำแบบประเมินตนเองจำแนกตามขนาดของบริษัท

แบบประเมินตนเอง ID4 Quick Scan ที่ผู้ประกอบการได้ทำการประเมินความพร้อมของสถานประกอบการจะแบ่งการประเมินออกเป็น 6 มิติ ซึ่งจะมุ่งเน้นและสะท้อนการดำเนินงานที่แตกต่างกันดังนี้

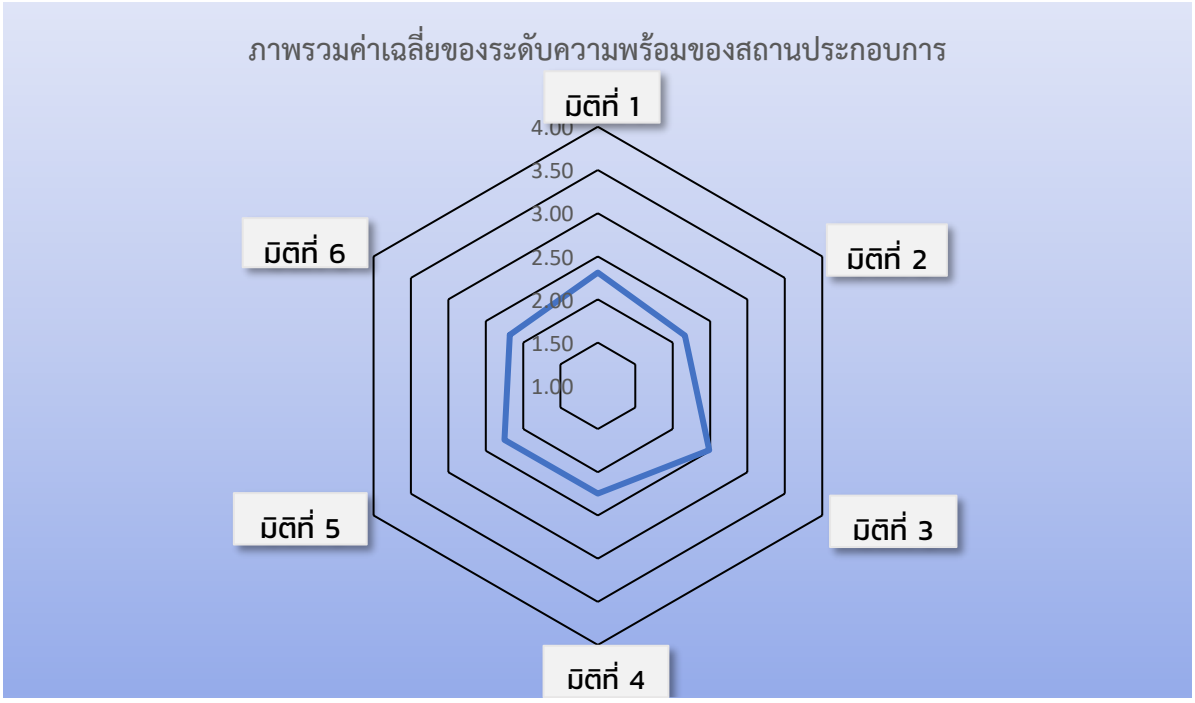
- **มิติที่ 1 Smart operation** เป็นมิติที่มุ่งเน้นการประเมินภาพรวมและสถานภาพการประกอบอุตสาหกรรมของกิจการในปัจจุบัน และการใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติและสารสนเทศ
- **มิติที่ 2 IT system & Data transaction** เป็นมิติที่มุ่งเน้นการประเมินการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารจัดการองค์กรและการผลิต รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตและการนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์
- **มิติที่ 3 Technology & Innovation** เป็นมิติที่มุ่งเน้นการประเมินความพร้อมและศักยภาพขององค์กรในการรองรับและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม และความร่วมมือในการทำวิจัยและพัฒนานวัตกรรมร่วมกับหน่วยงานภายนอก เพื่อยกระดับองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 4 Strategy & organization** เป็นมิติที่มุ่งเน้นการประเมินภาพรวมขององค์กรในการวางกลยุทธ์ ยุทศาสตร์ และการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีอัตโนมัติและสารสนเทศ เพื่อปรับเปลี่ยนองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 5 Production workforce** เป็นมิติที่มุ่งเน้นการประเมินทักษะความเชี่ยวชาญของบุคลากรในการผลิต และแผนการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญของบุคลากรในการผลิต เพื่อรองรับการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติและสารสนเทศเข้ามาใช้ในการปรับเปลี่ยนองค์กรสู่อุตสาหกรรม 4.0
- **มิติที่ 6 Market customer & standard** เป็นมิติที่มุ่งเน้นการประเมินการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ และข้อมูลของผู้บริโภค การเชื่อมโยงความต้องการ

ของผู้บริโภคต่อการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และการมีมาตรฐานต่างๆ รองรับการผลิต

ผลการประเมินระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามแนวทาง Industry 4.0 ของภาคอุตสาหกรรมจำนวน 17 ราย มีภาพรวมค่าเฉลี่ยของระดับความพร้อมของสถานประกอบการแสดงดังภาพที่ 68 จากการประเมินทั้ง 6 มิติพบว่าผู้ประกอบการมีระดับความพร้อมในภาพรวมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.26 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความพร้อมของอุตสาหกรรมระดับ 2.0 แม้ว่าข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าบางบริษัทจะมีระดับความพร้อมในบางมิติอยู่ในระดับที่มากกว่า 3.0 ก็ตาม เมื่อพิจารณาตามรายมิติแล้วพบว่าผู้ประกอบการมีระดับความพร้อมในแต่ละมิติในระดับที่ไล่เลี่ยกัน โดยจำแนกตามรายมิติดังนี้

- **มิติที่ 1** Smart operation ระดับความพร้อมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.31
- **มิติที่ 2** IT system & Data transaction ระดับความพร้อมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.16
- **มิติที่ 3** Technology & Innovation ระดับความพร้อมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.49
- **มิติที่ 4** Strategy & organization ระดับความพร้อมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.25
- **มิติที่ 5** Production workforce ระดับความพร้อมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.25
- **มิติที่ 6** Market customer & standard ระดับความพร้อมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.18

จากการประเมินทั้ง 6 มิติพบว่าผู้ประกอบการมีระดับความพร้อมทางด้าน Technology & Innovation (มิติที่ 3) มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.49 รองลงมาคือระดับความพร้อมทางด้าน Smart operation (มิติที่ 1) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.31 ในขณะที่มิติที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความพร้อมต่ำที่สุด คือมิติที่ 2 ทางด้าน IT system & Data transaction โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.16



ภาพที่ 68 ภาพรวมค่าเฉลี่ยของระดับความพร้อมของสถานประกอบการ

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินระดับความพร้อมของสถานประกอบการตามแนวทาง Industry 4.0

ลำดับ	ชื่อกิจการ	กลุ่มอุตสหกรรม	จังหวัด	ขนาดบริษัท	ผลการประเมินภาพรวม	มิติที่ 1	มิติที่ 2	มิติที่ 3	มิติที่ 4	มิติที่ 5	มิติที่ 6
1	บริษัท ทรอปิคานา ออยล์ จำกัด	เครื่องสำอาง	นครปฐม	M	2.70	2.70	2.40	3.50	2.20	2.84	2.67
2	บริษัท ท๊อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด	ดิจิทัล	สมุรปราการ	S	1.85	3.10	2.60	2.50	1.93	1.32	1.36
3	บริษัท วี.เอ็ม.ที.เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	เครื่องจักรกลการเกษตร	สมุรปราการ	M	2.45	2.30	3.30	2.80	2.76	2.00	2.00
4	บริษัท อินเตอร์ไฟเบอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด	การพิมพ์และบรรจุภัณฑ์	กทม	L	2.94	2.20	2.90	3.20	2.20	3.20	3.27
5	บริษัท อิมโก้ ฟู้ดแพ็ค จำกัด	พลาสติก	ฉะเชิงเทรา	L	2.32	2.20	1.60	1.80	1.73	2.60	2.83
6	บริษัท เอส.ซี.เอช.อินดัสตรี้ จำกัด	ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์	ราชบุรี	M	1.91	1.50	1.20	2.00	2.00	2.60	1.63
7	บริษัท โปลิฟาร์ม จำกัด	ยา	สมุทรปราการ	L	2.44	3.00	2.20	1.90	2.40	2.56	2.43
9	บริษัท ไมโคร ปรีซิชั่น จำกัด	หล่อโลหะ	สมุทรปราการ	M	2.66	4.00	2.70	2.60	2.86	2.28	2.43
10	บริษัท เฟลตัลอุตสาหกรรม จำกัด	ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์	สมุทรปราการ	L	2.11	2.50	1.70	2.70	1.93	2.00	2.10
11	บริษัท ออแกนิกเอฟแอนด์ดี จำกัด	อาหาร	ฉะเชิงเทรา	ไม่แสดงข้อมูล	1.36	1.50	1.00	2.30	1.73	1.00	1.23
12	บริษัท เอเชีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด	ปิโตรเคมี	กทม	L	2.44	2.10	3.80	2.90	2.40	2.56	1.87
13	บริษัท ที ไทย แสน์ค ฟู้ดส์ จำกัด	อาหาร	ฉะเชิงเทรา	S	1.74	2.00	1.70	1.60	1.80	1.64	1.77
14	บริษัท ที. เอ็ม. เอเชี่ยน ฟู้ด จำกัด	อาหาร	อุบลราชธานี	Micro	2.93	2.70	3.20	3.20	3.47	2.80	2.67
15	บริษัท นิว ไบโอดีเซล จำกัด	น้ำมันปาล์ม	สุราษฎ์ธานี	L	2.38	1.50	2.30	2.50	2.67	2.56	2.37
16	บริษัท พีเอชอาร์ มิลเลี่ยน แลบ จำกัด	ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	กทม	S	1.97	2.30	1.20	2.40	2.87	1.40	2.00
17	บริษัท ยูเนี่ยนไพโอเนียร์ จำกัด(มหาชน)	ผลิตภัณฑ์ยาง	กทม	L	2.03	2.40	1.20	2.40	1.73	2.04	2.20
18	บริษัท ไมย์เออร์ อลูมิเนียม (ประเทศไทย) จำกัด	อลูมีเนียม	ชลบุรี	L	2.11	1.30	1.80	2.00	1.53	2.84	2.20

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลดังกล่าวยังมีข้อจำกัดของจำนวนผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมที่เข้ามาทำแบบประเมินตนเองในแพลตฟอร์ม ซึ่งยังมีจำนวนน้อยเกินกว่าจะใช้เป็นส่วนสำคัญในการชี้วัดภาพรวมของอุตสาหกรรมไทยและสะท้อนสภาพความพร้อมของอุตสาหกรรมไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป แต่อย่างไรก็ตามหากตั้งต้นข้อมูลดังกล่าวเป็นแนวทางในการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคตอาจะกล่าวได้ว่า

- **มิติที่ 1 Smart operation ความพร้อมในระดับ 2.0** มีความหมายว่ามีการกำหนดกลยุทธ์และเป้าหมายที่ชัดเจนในการยกระดับองค์กรในงานบางส่วน มีการวางแผนระยะกลาง (3-5 ปี) ในการลงทุนทางด้านเทคโนโลยี Industry 4.0 และมีการติดตั้งระบบติดตามประเมินสถานะการประยุกต์ใช้ Industry 4.0 ในงานบางส่วนของกิจการ

ข้อเสอแนะ บริษัทหรือองค์กรควรตรวจสอบและขยายผลการดำเนินการในการยกระดับองค์กรเข้าสู่ Industry 4.0 ในส่วนอื่นๆ ขององค์กร ทั้งนี้ควรพิจารณาตามความเหมาะสม เพื่อให้น้ำหนักกับส่วนงานที่มีความสำคัญสูงสุดก่อน และพิจารณาเทคโนโลยีที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพิ่มเติมในองค์กรให้มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยน และเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆในองค์กร รวมถึงรองรับการใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีใหม่ในอนาคตได้

- **มิติที่ 2 IT system & Data transaction ความพร้อมในระดับ 2.0** ซึ่งหมายความว่าบริษัทมีความเข้าใจในหลักการของเทคโนโลยีและมีความสามารถในการซ่อมบำรุงระบบได้เอง (Maintenance Capability) มีการกำหนดโครงสร้างความร่วมมือภายใน และมีความร่วมมือกับองค์กรภายนอก ในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางด้าน Industry 4.0 ร่วมกัน

ข้อเสอแนะ บริษัทหรือองค์กรควรสร้างเครือข่ายความร่วมมือทั้งภายในและภายนอก โดยพัฒนาความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานในการสื่อสารและส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน สำหรับภายในองค์กรควรมุ่งเน้นการสร้างเครืออข่ายการเข้าถึงข้อมูล และการรับรู้ข้อมูลการดำเนินงาน ส่วยภายนอกองค์กรควรสร้างช่องทางหรือเครือข่ายความร่วมมือกับ Supplier ลูกค้า หรือการเข้าถึงข้อมูลความต้องการของตลาด เพื่อใช้พัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต

- **มิติที่ 3 Technology & Innovation ความพร้อมในระดับ 2.0** บริษัทที่เข้าทำการประเมินในแพลตฟอร์มมีการเชื่อมต่อ (interface) ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (Product) กับระบบอื่น ๆ ในกระบวนการผลิต (Production) แบบเครือข่าย (Network) และมีการใช้เทคโนโลยีหรือระบบดิจิทัลเพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และการแสดงความคิดเห็นของลูกค้าแบบ Online เช่น การใช้ Big data analytics, Web analytics tools เป็นต้น

ข้อเสอแนะ บริษัทหรือองค์กรควรเพิ่มเติมกระบวนการการนำข้อมูลภายใน ข้อมูลส่วนการผลิต ข้อมูลส่วนการดำเนินการ ข้อมูลการบำรุงรักษา และข้อมูลลูกค้า เพื่อนำมาวิเคราะห์ใช้งาน เพื่อสร้างแผนการดำเนินการ หรือแนวทางในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และตลาดมากยิ่งขึ้น

- **มิติที่ 4 Strategy & organization ความพร้อมในระดับ 2.0** องค์กรมีการส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจให้พนักงานสร้างสรรค์และเสนอแนะการประยุกต์ใช้ Industry 4.0 ในการพัฒนาองค์กร มีกำลังคนที่มีทักษะและความเชี่ยวชาญทางด้าน Industry 4.0 ในงานส่วนใหญ่ของกิจการ และมีการดำเนินการพัฒนาทักษะบุคลากรในสายการผลิตที่มุ่งสู่ Industry 4.0 โดยมีการจัดการฝึกอบรมโดยใช้

ผู้เชี่ยวชาญภายนอก อาทิ System Integrator (SI) หรือ บริษัทคู่ค้าเข้ามาถ่ายทอดองค์ความรู้ ให้คำปรึกษา และพัฒนาทักษะในการทำงานร่วมกัน

ข้อเสอแนะ บริษัทหรือองค์กรควรมีแผน หรือจัดทำหลักสูตรในการอบรมทบทวนพนักงานในองค์ให้มีความเข้าใจเรื่องการใช้งานเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Industry 4.0 อย่างสม่ำเสมอเพื่อสร้างพื้นฐานความเข้าใจในด้านการใช้งาน และความปลอดภัยทางด้านไซเบอร์เพื่อป้องกันข้อมูลรั่วไหล หรืออาจถูกโจมตี ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการก้าวเข้าสู่ Industry 4.0 อย่างมั่นคง

- **มิติที่ 5 Production workforce ความพร้อมในระดับ 2.0** มีการแบ่งปันข้อมูลผ่านระบบ LAN ภายในองค์กร หรือแบ่งปันข้อมูลการผลิตผ่านระบบ Internet ซึ่งสามารถ Remote ได้จากภายนอก มีระบบเครือข่ายและการสื่อสาร (Network & Communication) แบบดิจิทัล มีการเก็บข้อมูลการผลิตและบริหารจัดการในรูปแบบดิจิทัลโดยระบบซอฟท์แวร์เป็นหลัก มีการเชื่อมโยงระบบในหลายระดับกระบวนการวางแผนทรัพยากรและกระบวนการผลิตสามารถทำงานร่วมกัน และมีการเชื่อมต่อกันเพื่อเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลสถานะต่าง ๆ ของกระบวนการ โดยใช้ตัวอุปกรณ์เครื่องจักรและระบบคอมพิวเตอร์ และเครื่องจักรสามารถรวบรวมข้อมูล ประมวลผล และแสดงผลได้อย่างรวดเร็วและเข้าใจง่าย เช่น การใช้ระบบรายงานอัจฉริยะ (BI: Business Intelligent) แสดงผลในรูป Dashboard ที่นำไปสู่การตัดสินใจและใช้วางแผนในเชิงธุรกิจ

ข้อเสอแนะ บริษัทหรือองค์กรควรจัดทำระบบหรือผังในการทำงานร่วมกัน กำหนดการเข้าถึงข้อมูลในส่วนต่างๆระหว่างกัน และจัดทำ Data Visualization เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจของบุคลากรจากส่วนงานต่างๆ และส่งเสริมความยืดหยุ่นในการทำงานเพื่อลดข้อจำกัดของมนุษย์ในด้านความเหนื่อยล้า โดยเสริมด้วยความสามารถของเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวก เพื่อเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจงานที่มีความซับซ้อนให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้เครื่องจักรทำงานในส่วนที่เป็นการทำซ้ำให้มากที่สุด

- **มิติที่ 6 Market customer & standard ความพร้อมในระดับ 2.0** มีระบบ IT รองรับ/สนับสนุนการจัดการและควบคุมกระบวนการผลิต (Production) และมีระบบควบคุมอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ มีการใช้ Programmable Logic Controller (PLC) ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและกระบวนการทำงานต่าง ๆ ใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผนการผลิตและการบริหารจัดการ เช่น Material Resource Planning (MRP), Enterprise Resource Planning (ERP) และ Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) เป็นต้น มีการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพ QC / QA โดยพนักงาน โดยดำเนินการตามขั้นตอนการทำงาน (Instructions) และคู่มือปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ และเพิ่มการตรวจสอบด้วยเทคโนโลยี เช่น Machine Vision มีการเคลื่อนย้ายสินค้าโดยใช้แรงงานคน และ Forklift และมีการใช้เทคโนโลยี Software ในการบริหาร Stock สินค้า และขนส่งสินค้าโดยใช้พนักงานส่งสินค้า ใช้ระบบติดตามสินค้า (Track & Trace) ในรูปแบบ Online ผ่านเว็บไซต์

ข้อเสอแนะ บริษัทหรือองค์กรควรควรมุ่งเน้นการสร้างระบบเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและตลาด และบูรณาการร่วมกับการทำงานภายในองค์กร ในการนี้ครอบคลุมถึงการสร้างระบบติดตามสินค้าติดตามคำสั่งซื้อ และจัดส่งคำสั่งซื้อให้กับฝ่ายการผลิตเพื่อจัดการระบบการผลิต และควบคุมคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ในอนาคตสามารถแยกย่อย ลงรายละเอียดไปถึงการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน ความพร้อม ความสามารถในการลงทุนของกลุ่มอุตสาหกรรม และลักษณะเด่นในการดำเนินการเพื่อพัฒนาตามแนวทางของ Industry 4.0 อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อลงรายละเอียดดังกล่าวจำเป็นจะต้องมีผู้ประกอบการเข้ามาทำแบบประเมินตนเอง ID4 Quick Scan บนแพลตฟอร์มเป็นจำนวนมากกว่าปัจจุบัน จึงจะสามารถสะท้อนลักษณะของกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ และนำเสนอข้อมูลในแง่มุมต่างๆ ของอุตสาหกรรมไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

1. BMWi. (2018). Industrie 4.0: The Digitisation of the Economy. Retrieved January 11, 2018 from https://www.BMWi.de/Redaktion/EN/Artikel/Industry/industrie-4-0-the-digitisa-tion-of-the-economy.html
2. Boston Consulting Group. (2016). Sprinting to Value in Industry 4.0. Retrieved December 8, 2016 from https://www.bcg.com/publications/2016/lean-manufacturing-technology-digital-sprinting-to-value-industry-40
3. Boston Consulting Group. (2015). Industry 4.0-The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Retrieved April 19, 2015 from https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
4. Detoitte. (2018). Industry 4.0: Are you ready? Deloitte Review, issue 22 (2018)
5. EDB. (2017). Smart Industry Readiness Index (SIRI), Singapore Economic Development Board (EDB). Retrieved from https://siri.gov.sg/
6. Hizam-Hanafiah, M.; Ahmed Soomro, M.; Liza Abdullah, N.; Industry 4.0 Readiness Models: A Systematic Literature Review of Model Dimensions; MDPI (2020)
7. Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R.; Blum, M.; Bleider, M.; Millack, A.; Schmitt, K.; Schmitz, E.; Schröter, M. Industrie 4.0 Readiness; Impuls-Stiftung: Aachen/Cologne, Germany, 2015.
8. McKinsey&Company. (2018). Industry 4.0: Reinvigorating ASEAN manufacturing for the future. Retrieved February 8, 2018 from https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-4-0-reinvigorating-asean-manufacturing-for-the-future
9. Plattform Industrie 4.0. 2017. Strengthening Germany as the number 1 country for Industry 4.0. Retrieved January 26, 2018 from https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/ PressReleases/2017/2017-06-13-digitalgipfel.html
10. Plattform Industrie 4.0. The background to Plattform Industrie 4.0. Retrieved January 26, 2018 from http://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Standardartikel/plattform.html
11. PricewaterhouseCoopers (PWC). (2016). “The Industry 4.0 / Digital Operations Self Assessment.”
12. Schenk, M., Flechtner, E., Kujath, M. and Häberer, S., “Industrie 4.0 CheckUp,“in industrie40.management.de, in Industrie 4.0 Management, GITO Verlag, Berlin, Germany, 2015, pp. 21-25.
13. Vaidya, S.; Ambad, P.; Bhosle, S.; Industry 4.0 - A Glimpse; ScienceDirect (2018)
14. Topological Approach for Mapping Technologies in Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0) Yübo Wang, Thilo Towara, and Reiner Anderl

15. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies
Alejandro Germán Frank, Lucas Dalenogare, Néstor Fabián Ayala
16. Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies
Kajanth Balasingham