



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

**โครงการศึกษาการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower)
เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และ
การพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก
(Eastern Economic Corridor: EEC)**

เสนอต่อ
สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล

โดย
มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย
พฤษภาคม 2561



รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

โครงการศึกษาการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower)
เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และ
การพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก
(Eastern Economic Corridor: EEC)

เสนอ

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล

โดย

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

พฤษภาคม 2561

บทสรุปผู้บริหาร

ภายใต้นโยบาย Thailand 4.0 กลไกหนึ่งที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (new engine of growth) คือ การพัฒนา 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วย การต่อยอด 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (Existing S-Curve) ประกอบด้วย อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ และอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร และการเติม 5 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) ประกอบด้วย อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรอัตโนมัติ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร

รัฐบาลมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายดังกล่าวในเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ในจังหวัดระยอง ชลบุรี และฉะเชิงเทรา ดังนั้น ในการดำเนินโครงการ EEC รัฐบาลจึงได้ประกาศเสาหลักที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การให้แรงจูงใจเพื่อดึงดูดการลงทุน และการอำนวยความสะดวกในการลงทุน

เสาแรกคือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่เดิม (เช่น สนามบินอู่ตะเภา ท่าเรือมาบตาพุด ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือสัตหีบ รถไฟรางคู่ และมอเตอร์เวย์) และการวางแผนโครงการใหม่ (เช่น รถไฟความเร็วสูงเชื่อมสนามบิน 3 แห่ง และเมืองอัจฉริยะ)

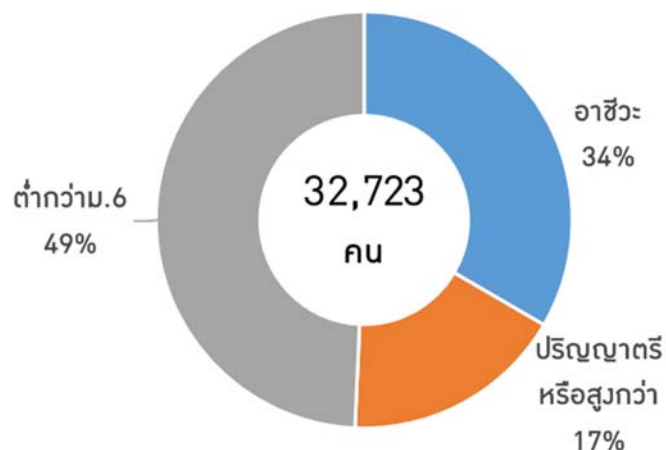
เสาที่สองคือ การให้แรงจูงใจทางภาษีและไม่ใช่ภาษี นักลงทุนในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษจะได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีมากอย่างไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน เช่น การยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุด 15 ปีซึ่งทำให้อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลที่แท้จริงของไทยต่ำที่สุดในภูมิภาคอาเซียน และการลดหย่อนภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาสูงสุดถึงร้อยละ 17 สำหรับบุคคลที่มีทักษะสูงในระดับโลก ซึ่งนับเป็นครั้งแรกที่ประเทศไทยมีมาตรการลดหย่อนภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา นอกจากแรงจูงใจทางภาษีแล้ว นักลงทุนยังได้รับสิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษี เช่น การเช่าที่ดินได้สูงสุด 99 ปี การได้รับอนุญาตให้ทำธุรกรรมทางการเงินด้วยเงินตราต่างประเทศ ชาวต่างชาติอาจประกอบธุรกิจบริการได้ และนักวิชาชีพต่างชาติทักษะสูงสามารถเข้ามาทำงานเป็นระยะเวลา 4 ปีภายใต้สมาร์ทวีซ่า

เสาสุดท้ายคือ การอำนวยความสะดวกในการลงทุน โดยการจัดตั้งศูนย์บริการเบ็ดเสร็จ ซึ่งดำเนินการโดยสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก เลขาธิการของสำนักงานฯ นี้ สามารถอนุมัติหรือออกใบอนุญาต (เช่น การควบคุมอาคาร การจดทะเบียนพาณิชย์ และการจัดสรรที่ดิน) ซึ่งช่วยลดล็อกปัญหาด้านกฎระเบียบที่เป็นอุปสรรค และการให้บริการของรัฐที่ขาดความเป็นเอกภาพ

การดำเนินการผ่าน 3 เสาหลักดังกล่าวทำให้โครงการ EEC กลายเป็นโครงการที่น่าสนใจของนักลงทุนมากที่สุด หากเทียบกับโครงการดึงดูดการลงทุนต่างๆ ที่ผ่านมามาในอดีต โดยในปี 2560 โครงการที่ได้รับการออกบัตรส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานส่งเสริมการลงทุน (BOI) ใน EEC มีมูลค่าเงินลงทุน 3.34 แสนล้านบาท และสร้างงาน 3.3 หมื่นคน โดยเป็นการลงทุนเฉพาะในอุตสาหกรรมเป้าหมาย 1.75 แสนล้านบาท และสร้างงาน 2.2 หมื่นคน

แม้ว่า การพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC เป็นก้าวสำคัญในการยกระดับประเทศไทยสู่ Thailand 4.0 แต่ข้อจำกัดสำคัญในขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ดังกล่าวคือ ประเทศไทยยังขาดกำลังคนทักษะสูงที่มีคุณภาพจำนวนมากทำให้ไทยไม่สามารถก้าวข้ามไปผลิตกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงได้มากพอ กล่าวคือ หากพิจารณาโครงสร้างกำลังคนทำงานใน EEC พบว่า เกือบครึ่งหนึ่งมีระดับการศึกษาต่ำกว่า ม. 6 และที่เหลืออีกครึ่งหนึ่ง 2 ใน 3 จบการศึกษาระดับอาชีวะ และอีก 1 ใน 3 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า (ภาพที่ 1) นั่นหมายความว่า กำลังคนส่วนใหญ่ใน EEC ยังไม่ได้ทำกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงมากนัก

ภาพที่ 1 โครงสร้างกำลังคนของอุตสาหกรรมเป้าหมายและอื่นๆ ใน EEC ในปี 2560



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

สำหรับกำลังคนทำงานด้านดิจิทัล (ดูนิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัลในตารางที่ 1) ความท้าทายที่สำคัญของประเทศไทยคือ กำลังคนด้านดิจิทัลของไทยมีปริมาณมาก แต่กำลังคนที่มีคุณภาพสูงที่สามารถทำงานได้จริงมีปริมาณน้อย จึงทำให้ดูเหมือนว่าประเทศไทยขาดกำลังคนด้านดิจิทัล กล่าวคือ ในปี 2560 ประเทศไทยสามารถผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรี ในสาขาคอมพิวเตอร์ได้เกือบ 20,000 คน นอกจากนี้ ยังมีผู้จบปริญญาตรีในสาขาคอมพิวเตอร์ที่ว่างงานกว่า 7,000 คน ขณะที่ ภาคเอกชนมักสะท้อนปัญหาการขาดกำลังคนทำงานด้านดิจิทัล ดังนั้น สาเหตุของปัญหาดังกล่าวคือ บัณฑิตจำนวนมากที่จบมามีทักษะที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและคุณภาพต่ำ จึงทำให้ไม่สามารถทำงานในภาคอุตสาหกรรม ICT ได้จริง

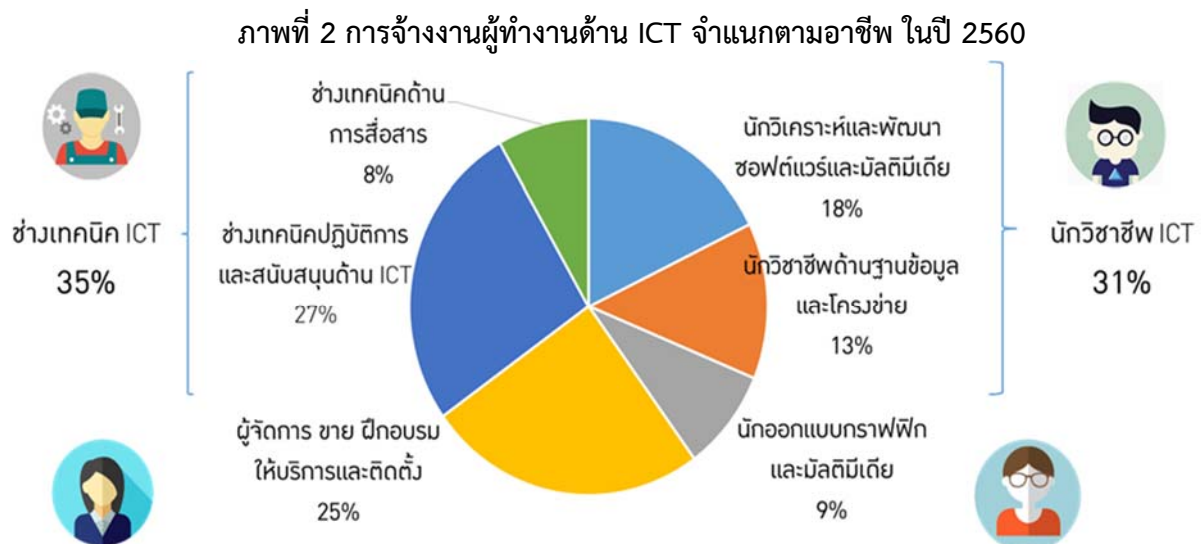
กล่องข้อความที่ 1 นิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัล

Other groups that primarily involve the production of ICT goods and services			
		2152	Electronic engineers
		2153	Telecommunication engineers
		2166	Graphic and multimedia designers
		2356	Information technology trainers
		2434	ICT sales professionals
		3114	Electronics engineering technicians
		7421	Electronics mechanics and services
		7422	ICT installers and services
Other emerging technology specialists			
			Data analysts / Data Scientists
			ICT Security Specialist
			ICT Security operations analysts / engineers
			ICT research and development (R&D)
ICT managers, professional and associate professional occupations			
	133	ICT Service managers	
25	Information & communications technology professionals		35 Information and communications technician
	251	Software & multimedia developers and analysts	351 ICT operations and user support technicians
	2511	System analysts	3511 ICT operations technicians
	2512	Software developers	3512 ICT user support technicians
	2513	Web & multimedia Developers	3513 Computer network and systems technicians
	2514	Applications programmers	3514 Web technicians
	2519	Software & multimedia developers and analysts, nec	352 Communications technicians
	252	Database & Network Professionals	3521 Broadcasting and audio-visual technicians
	2521	Database Designers and Administrators	3522 Telecommunications engineering technicians
	2522	Systems Administrators	
	2523	Computer Network Professionals	
	2529	Database and Network Professionals, nec.	

ที่มา: คณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: นิยามและประเภทของกำลังคนด้านดิจิทัลดังแสดงในตารางนี้ เป็นข้อเสนอแนะของคณะผู้วิจัยที่ใช้การจำแนกประเภทอาชีพงานด้านดิจิทัล ISCO-08 ของ OECD และ Eurostat เป็นหลัก และเสริมด้วยอาชีพด้านดิจิทัลใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา

ในภาพรวมของประเทศไทย ในปี 2560 มีการจ้างงานผู้ทำงานด้าน ICT ทั่วประเทศรวม 268,065 คน¹ (อัตราการเติบโตประมาณร้อยละ 6) โดยส่วนใหญ่เป็นช่างเทคนิคด้าน ICT (35%) นักวิชาชีพ ICT (31%) และผู้จัดการ ขาย ฝึกอบรม ให้บริการและติดตั้ง (25%) (ภาพที่ 2)

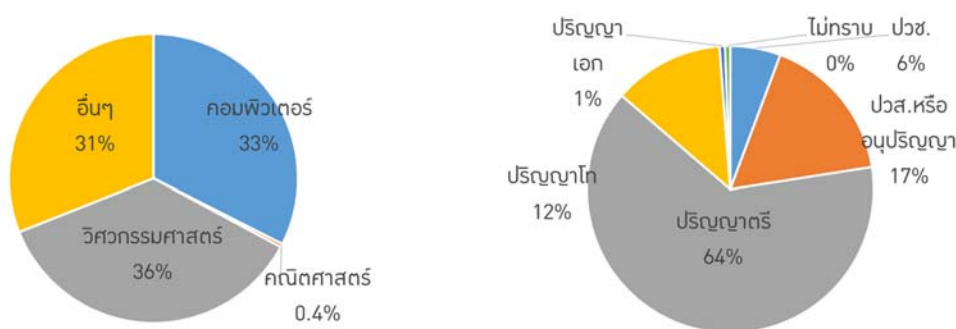


ที่มา: คณะผู้วิจัย โดยคำนวณจากข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี 2560 ไตรมาส 3 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ

หากจำแนกตามสาขาและระดับการศึกษา พบว่า ในปี 2560 คนทำงานด้าน ICT ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (36%) รองลงมาคือ คอมพิวเตอร์ (33%) นอกจากนี้ ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (2 ใน 3) และเกือบ 1 ใน 4 จบปวช. และปวส. (ภาพที่ 3)

¹ ในการศึกษาครั้งนี้ นิยามกำลังคนด้าน ICT หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT (ICT specialists) ซึ่งจำแนกโดย OECD (2015) และ Eurostat ตามการจัดประเภทอาชีพ ISCO-08 (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 1.5 นิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัล ในบทที่ 1) ทั้งนี้ นิยามดังกล่าวแตกต่างจากนิยามที่สำนักงานสถิติแห่งชาติใช้ในรายงานสรุปผลที่สำคัญ ผู้ทำงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คือ นิยามของสำนักงานสถิติฯ นับรวม 3211-เจ้าหน้าที่เทคนิคด้านการสร้างภาพทางการแพทย์และอุปกรณ์การบำบัดรักษาโรค 4222-พนักงานศูนย์บริการข้อมูลข่าวสาร 5244-พนักงานขายในศูนย์บริการลูกค้า แต่ไม่ได้นับรวม 3114-Electronics engineering technicians และ 7421-Electronics mechanics and services (ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560, สรุปผลที่สำคัญผู้ทำงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2560) ดังนั้นจำนวนกำลังคนด้าน ICT ในรายงานสรุปผลฯ ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ จึงมากกว่าจำนวนกำลังคนด้าน ICT ในรายงานนี้ ประมาณ 100,000 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลจากจำนวนพนักงานขายในศูนย์บริการลูกค้า 63,455 คน และพนักงานศูนย์บริการข้อมูลข่าวสาร 29,319 คน

ภาพที่ 3 คนทำงานด้าน ICT จำแนกตามสาขาและระดับการศึกษา



ที่มา: คณะผู้วิจัย โดยคำนวณจากข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี 2560 ไตรมาส 3 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ

ทั้งนี้ ประเทศไทยมีกำลังคนที่จบสาขาคอมพิวเตอร์จำนวนมาก แต่สัดส่วนของผู้จบสาขาคอมพิวเตอร์ที่ทำงานตรงสายอาชีพ ICT อยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือ ในปี 2560 ประเทศไทยมีกำลังทำงานที่จบสาขาคอมพิวเตอร์จำนวนสะสมมากกว่า 570,000 คน แต่สัดส่วนของผู้ที่ทำงานด้าน ICT มีเพียงร้อยละ 15.3 ขณะที่ ไม่ทำงานด้าน ICT ร้อยละ 81.3 (เช่น ทำงานเสมือนร้อยละ 16) และว่างงานร้อยละ 3.3

ภาพที่ 5 โครงสร้างกำลังคนที่จบสาขาคอมพิวเตอร์ ในปี 2560



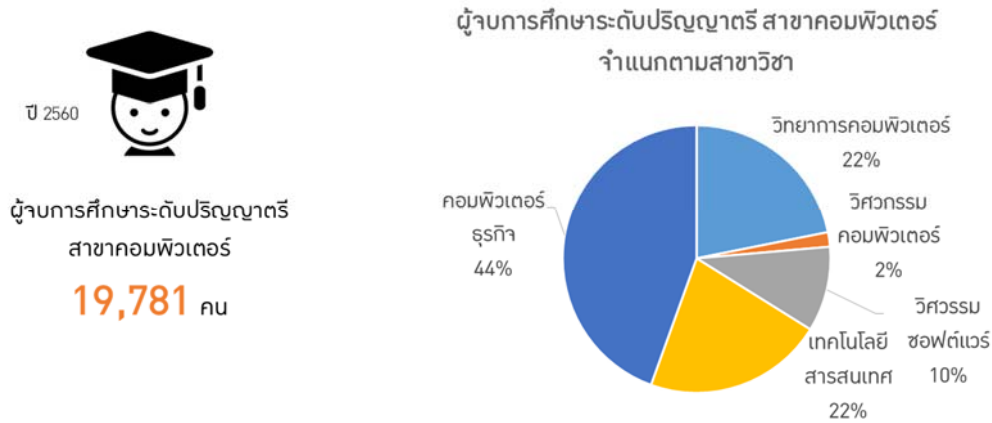
ที่มา: คณะผู้วิจัย โดยคำนวณจากข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี 2560 ไตรมาส 3 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ

นอกจากนี้ ผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาคอมพิวเตอร์มีเกือบ 20,000 คน² (ยังไม่นับรวมผู้จบการศึกษาในสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกรรมโทรคมนาคม) และเกือบครึ่งหนึ่งจบสาขาวิชา

² การศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ (Computing) ประกอบด้วย 5 สาขาย่อย ได้แก่ (1) วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer science) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (2) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (Computer engineering) ซึ่งอยู่ในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และอุตสาหกรรมบัณฑิต (3) วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software engineering) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และวิทยาศาสตรบัณฑิต (4) เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต วิทยาการสารสนเทศบัณฑิต สถิติศาสตรบัณฑิต และอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต และ (5) คอมพิวเตอร์ธุรกิจ (Business computer) และระบบสารสนเทศ (Information systems) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต บัญชีบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต และ

คอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ภาพที่ 6) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มีการสอนในวิชาที่จำเป็นสำหรับการเป็นนักวิชาชีพ ICT ไม่
มากพอ

ภาพที่ 6 ผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ในปี 2560



ที่มา: คณะผู้วิจัย โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

สาเหตุหนึ่งของปัญหากำลังคนสาขาคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานได้จริงมีปริมาณน้อยคือ หลักสูตร
สาขาคอมพิวเตอร์ที่สอนอยู่ในปัจจุบันมีจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ไม่ทันสมัยและไม่ปรับให้ทันต่อเทคโนโลยีที่
เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว รวมทั้ง บางหลักสูตรโดยเฉพาะในสาขา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ ไม่ได้บรรจุวิชาหลักด้าน
ICT ที่จำเป็นต่อการเป็นนักวิชาชีพด้าน ICT มากพอ จึงทำให้บัณฑิตจำนวนมากไม่สามารถทำงานในสาย
อาชีพ ICT ได้

ในปัจจุบัน หลักสูตรที่เปิดสอนสาขาคอมพิวเตอร์มีจำนวนมากกว่า 500 หลักสูตร และส่วนใหญ่เปิด
สอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏหรือราชชมงคล (ร้อยละ 41) รองลงมาคือ มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัย
วิจัย (ร้อยละ 36) วิทยาลัยหรือสถาบันเฉพาะทาง (ร้อยละ 14) และมหาวิทยาลัยวิจัย (ร้อยละ 9)

ข้อจำกัดด้านคุณภาพของกำลังคนด้านดิจิทัล จะเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม
เป้าหมายใน EEC ดังนั้น หากประเทศไทยต้องการเพิ่มกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของ
อุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ได้จริง ประเทศไทยจำเป็นต้องปรับคุณภาพของกำลังคนด้านดิจิทัลอย่าง
เร่งด่วน

วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (ที่มา: คณะผู้วิจัย ดัดแปลงจาก Association for Computer Machinery (ACM) and IEEE Computer Society (IEEE-CS), 2017, Information Technology Curricular 2017: Curriculum Guidelines for Baccalaureate Degree Programs in Information Technology และมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ปี 2552 ของไทย) ทั้งนี้ ในอนาคต หลักสูตร ACM และ IEEE อาจปรับเปลี่ยนสาขาย่อยคือ ความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) และวิทยาศาสตร์ข้อมูล (Data science)

มาตรการยกระดับคุณภาพกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อตอบสนองต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ที่สำคัญคือ ภาครัฐควรดำเนินการเป็นโครงการนำร่อง (pilot project) สำหรับกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC โดยมีแนวทางดำเนินการในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว ควบคู่กันไปอย่างจริงจังและต่อเนื่อง และถอดบทเรียนที่ประสบความสำเร็จในการขยายผลสู่ทั่วประเทศต่อไป

ในระยะสั้นและระยะกลาง ประเทศไทยควรมีนโยบายเพื่อให้เกิดกำลังคนด้านดิจิทัล 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

กลุ่มแรกคือ กลุ่มคนด้านดิจิทัลที่สามารถพัฒนาและใช้เทคโนโลยีหลักที่เปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน (disruptive technologies) เช่น เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) การจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things)

ในหลายประเทศ การพัฒนาคนกลุ่มนี้ มักทำโดยการจัดหลักสูตรเข้มข้นระยะประมาณ 6 เดือน โดยเน้นการพัฒนาทักษะจากโจทย์จริง ข้อมูลจริงเพื่อใช้งานจริงและแก้ปัญหาจริงได้ เช่น ไต้หวัน จัดหลักสูตรในลักษณะดังกล่าวโดย Institute for Information Industry (III) ส่วนสิงคโปร์ดำเนินการโดยผ่านโครงการ Skills Framework for Infocomm Technology โดยหัวใจของการฝึกอบรมในทั้ง 2 ประเทศคือ ไม่มุ่งเน้นปริมาณมาก แต่เน้นฝึกอย่างเข้มข้น เพื่อให้ได้คุณภาพระดับสามารถใช้งานได้จริง

กลุ่มที่สองคือ กลุ่มคนด้านดิจิทัลที่ต้องการจำนวนมากพอสมควร เช่น นักพัฒนาซอฟต์แวร์ และ โปรแกรมเมอร์ ซึ่งต้องมีคุณภาพที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคธุรกิจเช่นกัน กลุ่มนี้สามารถสร้างได้โดยสร้างความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสถาบันการศึกษาภาคธุรกิจ

ตัวอย่างที่ดีในต่างประเทศคือ เกาหลีใต้ ซึ่งมี ICT Model Schools ซึ่งเปิดให้สถาบันการศึกษาสมัครเข้าร่วมโครงการ โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ การมีหลักสูตรการสอนที่เหมาะสมและความพร้อมด้านสถานที่และอุปกรณ์วิจัย ที่สำคัญ ต้องสามารถดึงดูดการลงทุนร่วมด้านการศึกษาและวิจัยจากภาคธุรกิจ โดยสถาบันฯ ที่สนใจต้องส่งข้อเสนอการพัฒนาสู่ความเป็นสถาบันที่เชี่ยวชาญด้าน ICT มาให้คณะกรรมการพิจารณา มีสถาบันที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมด 30 แห่ง ซึ่งกระจายในแต่ละภูมิภาค แต่ละแห่งได้รับเงินสนับสนุนประมาณ 45-90 ล้านบาทสำหรับโครงการ 4 ปี อย่างไรก็ตาม หากการประเมินผลประจำปีไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ สถาบันฯ นั้น ก็จะถูกคัดออกจากโครงการ โดยสถาบันฯ ที่อยู่ในระดับรองลงไปจะได้รับการคัดเลือกแทน

นอกจากนี้ เพื่อส่งเสริมการสร้าง ความรับผิดชอบ (accountability) ให้แก่สถาบันการศึกษาดังเช่นกรณีของประเทศเกาหลีใต้ ประเทศไทยควรสนับสนุนให้มีการสอบวัดระดับทักษะอาชีพ ICT ตามมาตรฐานสากล เช่น Information Technology Professional Examination (ITPE) ให้แพร่หลายมากขึ้น

กลุ่มที่สามคือ กลุ่มคนด้านดิจิทัลทักษะสูงจากต่างประเทศ โดยกลุ่มนี้จะช่วยบรรเทาปัญหาความขาดแคลนเฉพาะหน้า ประเทศไทยสามารถดึงดูดกลุ่มนี้ได้จากการอำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจในการเข้ามาทำงาน ที่ผ่านมา สิงคโปร์ ออสเตรเลีย และสหรัฐ ได้ใช้มาตรการนี้ดึงดูดกำลังคนจากต่างประเทศมาเป็นระยะเวลานานและประสบความสำเร็จ

สำหรับประเทศไทย มาตรการดังกล่าวได้เพิ่งเริ่มขึ้นเมื่อต้นปี 2561 เมื่อรัฐบาลออกมาตรการ Smart Visa ซึ่งเป็นวีซ่าพิเศษ เพื่อดึงดูดผู้เชี่ยวชาญทักษะสูงเข้ามาทำงานในประเทศไทย โดยให้สิทธิพิเศษต่าง ๆ เช่น การให้วีซ่าถึง 4 ปี และไม่ต้องขอใบอนุญาตทำงาน

อย่างไรก็ตาม มาตรการดังกล่าวของไทยยังมีเงื่อนไขไม่ดึงดูดพอ เพราะกำหนดเงินเดือนขั้นต่ำไว้สูงมากถึง 200,000 บาทต่อเดือน ทำให้ผู้ที่เข้าเงื่อนไขดังกล่าวและสนใจเข้ามาทำงานในไทยน้อยเกินไป ดังนั้น รัฐบาลควรพิจารณาปรับเงินเดือนขั้นต่ำ และเงื่อนไขให้เหมาะสมกัน เช่น ผู้ที่มีเงินเดือนอย่างน้อย 2 แสนบาท จะได้วีซ่านาน 4 ปี ส่วนผู้ที่มีเงินเดือนเกิน 1 แสนบาทแต่ไม่ถึง 2 แสนบาท จะได้วีซ่า 2 ปี เป็นต้น

ในระยะยาว ประเทศไทยควรมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา โดยสร้างกลไกให้ภาคธุรกิจให้ข้อมูลทักษะกำลังคนที่ต้องการแก่สถาบันการศึกษา และให้สถาบันการศึกษาปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคธุรกิจ รวมทั้งหาผู้เชี่ยวชาญเข้าไปช่วยสถาบันการศึกษาวเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของตน จัดทำแผนปรับปรุงคุณภาพการศึกษา ขยายจำนวนนักศึกษาฝึกงาน และเพิ่มอาจารย์ที่มีคุณภาพ และที่สำคัญ ภาครัฐต้องมุ่งส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาทางด้านดิจิทัล และการพัฒนาบุคลากรด้านดิจิทัลไปพร้อมๆ กัน

ตัวอย่างของประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดีคือ เกาหลีใต้ ซึ่งมีโครงการ Nurturing Excellent Engineers in Information Technology (NEXT) และ ญี่ปุ่นซึ่งมีระบบ KOSEN ที่มีชื่อเสียง

บทเรียนจากประสบการณ์ต่างประเทศที่กล่าวมาสะท้อนให้เห็นว่า ปัจจัยความสำเร็จในการพัฒนา กำลังคนด้านดิจิทัลประกอบด้วย 3 ประการคือ ประการแรก เน้นการพัฒนาคุณภาพมากกว่าปริมาณ ประการที่สอง เน้นความร่วมมือกับภาคเอกชน และประการที่สาม มีกลไกการตรวจสอบและประเมินผลที่เข้มแข็งเพื่อสร้างความรับผิดชอบ (accountability) และสนับสนุนความเข้มแข็งของสถาบันการศึกษา

ในปัจจุบัน การสร้างกำลังคนด้านดิจิทัลในประเทศไทย ในสถาบันต่าง ๆ ยังไม่มีองค์ประกอบแห่งคุณภาพครบทั้ง 3 ประการ แต่ประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อสร้างกลไกที่มีประสิทธิภาพดังกล่าว (ดูข้อเสนอแนะด้านกลไกและดัชนีชี้วัดความสำเร็จในการพัฒนา กำลังคนด้านดิจิทัลในภาพที่ 7 และ 8)

เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC และยกระดับประเทศไทยสู่ Thailand 4.0 ได้อย่างแท้จริง

ภาพที่ 7 ข้อเสนอแนะด้านกลไกการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล



รวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลความต้องการด้านกำลังคน จำแนกรายทักษะอาชีพ

- ข้อมูลการจ้างงานในปัจจุบัน: ประสานกับสำนักงานประกันสังคมให้นายจ้างเพิ่มการแจ้งข้อมูลตำแหน่งของผู้ประกันตนในสถานประกอบการ และอาจเชื่อมฐานข้อมูลนี้กับกรมสรรพากรเพื่อได้ข้อมูลเงินเดือน
- ข้อมูลความต้องการในอนาคต: จัดให้มีการสำรวจกำลังคนดิจิทัลในอนาคต โดยอาจร่วมมือกับสภาอุตสาหกรรมและหอการค้าให้จัดเก็บข้อมูลจากสมาชิก และให้งบประมาณที่เหมาะสม



ภาครัฐควรร่วมมือกับผู้มีส่วนได้เสียหลักอย่างใกล้ชิด (หน่วยงานรัฐเอง ภาคการศึกษา และภาคเอกชน)

- วิเคราะห์ช่องว่างของอุปสงค์ และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล ตลอดจน การจัดทำยุทธศาสตร์ และการขับเคลื่อน รวมทั้ง การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ



จัดทำรายงานเพื่อกระตุ้นความรู้สึกร่วมกันในการแก้ปัญหา และสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้อง

- ระบุประเด็นสำคัญ เช่น ปัญหาคืออะไร อะไรต้องทำและทำไม ความเสี่ยงหากไม่แก้ไขปัญหา



สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ควรใช้เงินสนับสนุนจาก “กองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม” ในการดำเนินการ

- จัดสรรงบประมาณเพื่อพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลอย่างเร่งด่วน และดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 8 ข้อเสนอแนะด้านดัชนีชี้วัดความสำเร็จในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล



Executive Summary

Under Thailand's 4.0 vision, one of the most important mechanisms to propel the country into a high-income country is the development of 10 existing and new "S-Curve" industries as the engine of growth. The existing S-Curve industries include Next Generation Automotive, Smart Electronics, Medical and Wellness Tourism, Agriculture and Biotechnology and Food Processing Industry. The new S-curve industries are Robotics and Automation, Aviation and Logistics, Biofuels and Biochemical, Digital, and Integrated Medical Hub.

To promote the development of 10 "S-Curve" industries, the Eastern Economic Corridor (EEC) is designed to attract foreign and domestic investment in these industries to the three eastern provinces of Chonburi, Rayong and Chachoengsao. Consequently, the implementation of the EEC is based on three pillars: infrastructure development; provision of tax and non-tax incentives; and investment facilitation through a one-stop service.

The first pillar is infrastructure development, including upgrading existing infrastructure projects, such as the U-Tapao airport, Maptaphut, Laem Chabang and Sattahip ports, dual-track railways and motor ways, and introducing new ones such as a high-speed train connecting 3 international airports and a smart city.

The second pillar is the provision of tax and non-tax incentives. Investors in the EEC receive generous tax incentives, such as corporate income tax exemption for up to 15 years, making the effective corporate tax rate of Thailand amongst the lowest in Southeast Asia. For the first time, personal income tax is lowered to 17% for "world-class" specialists. Investors in the EEC also get unprecedented non-tax benefits, such as the ability to lease land for up to 99 years, the freedom to trade using foreign currencies, an ability to undertake currently prohibited service business, and a Smart visa scheme to allow highly-skilled professionals to get a four-year work visa.

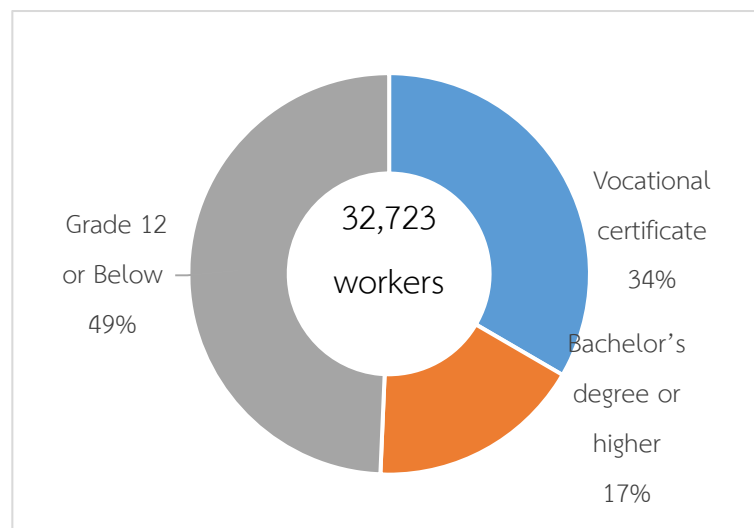
The last pillar is investment facilitation through a one-stop service administered by the Eastern Area Development Zone (EDZ) Office. The office can issue many types of licenses and

permits to investors in the zone, including building construction and commercial registration, thus rescuing them from existing regulatory obstacles.

With all the above privileges, the EEC is the most attractive invitation to invest in Thailand that the Thai government has ever offered to any investors. In 2017, the total value of BOI approved projects in the EEC was 334 billion baht with the job creation of more than 33,000 positions. Of this, approved projects within the S-curve industries in the EEC were valued at 175 billion baht and created 22,000 jobs.

Although the EEC is a major stepping-stone in transforming Thailand into a high-income economy, there are still impediments to this strategy. Thailand still lacks a large number of highly-skilled professionals, which prevents the country from engaging in high value-added activities. In particular, the structure of workforce in the EEC shows that half of the workforce only possess high school education (Figure 1). One-third of the workforce has vocational-level education and only 17% holds undergraduate or higher education level. It reflects that the majority of the workforce in the EEC is not engaged in high value-added activities.

Figure 1: Labor force in the EEC, classified by the level of education, 2017



Source: Thailand Board of Investment (BOI)

For the Thai digital workforce (see definition and types of digital workforce in table 1), the big challenge is that there is a large amount of digital workers but a small number of high-quality digital workers. Last year, Thailand produced 20,000 new graduates in computer-

related subjects. At the same time, there were 7,000 computer-related graduates, including those who graduated in previous years, who were unemployed. Meanwhile, the business sector complained about the lack of workforce. It reflects the problems of skill mismatch and low-quality of graduates.

One cause for the skill mismatch and low-quality of graduates is the out-of-date curricula, unable to catch up with the rapid technological changes, such as cloud computing and internet of things (IoT). Many do not even contain enough essential IT contents, such as information management, system paradigms, integrated systems technology and user experience design, for IT professionals. Consequently, many graduates do not have skills that meet the industry demand.

Table 1: Definitions and types of digital workforce

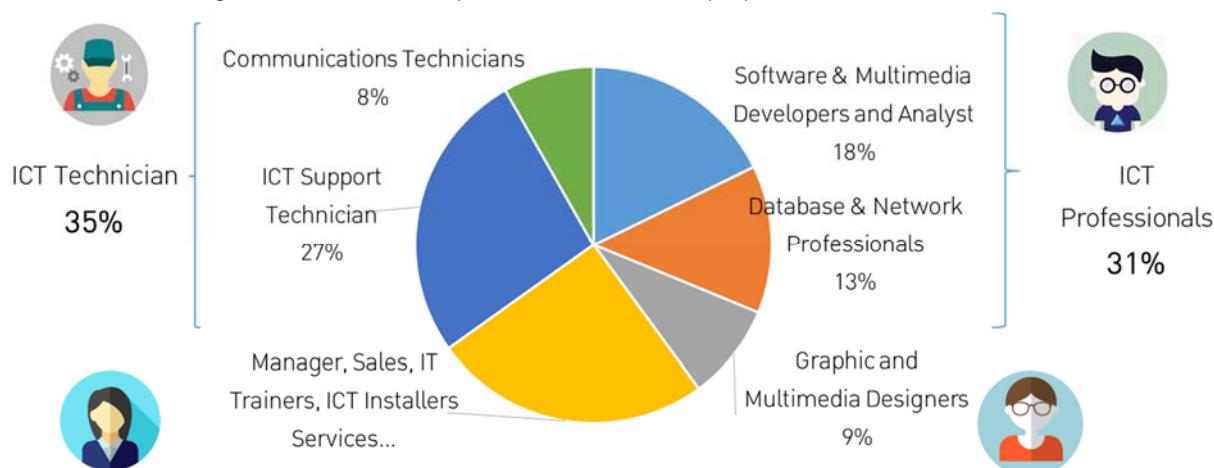
ICT managers, professional and associate professional occupations						
	133	ICT Service managers				
25	Information & communications technology professionals			35	Information and communications technician	
	251	Software & multimedia developers and analysts		351	ICT operations and user support technicians	
		2511	System analysts		3511	ICT operations technicians
		2512	Software developers		3512	ICT user support technicians
		2513	Web & multimedia Developers		3513	Computer network and systems technicians
		2514	Applications programmers		3514	Web technicians
		2519	Software& multimedia developers and analysts, nec	352	Communications technicians	
	252	Database & Network Professionals			3521	Broadcasting and audio-visual technicians
		2521	Database Designers and Administrators		3522	Telecommunications engineering technicians
		2522	Systems Administrators			
		2523	Computer Network Professionals			
		2529	Database and Network Professionals, nec.			
Other groups that primarily involve the production of ICT goods and services						
		2152	Electronic engineers			
		2153	Telecommunication engineers			
		2166	Graphic and multimedia designers			
		2356	Information technology trainers			
		2434	ICT sales professionals			
		3114	Electronics engineering technicians			
		7421	Electronics mechanics and services			
		7422	ICT installers and services			
Other emerging technology specialists						
			Data analysts / Data Scientists			
			ICT Security Specialist			
			ICT Security operations analysts / engineers			
			ICT research and development (R&D)			

Source: TDRI

Note: The definition and types of digital workforce shown in this table are recommended by TDRI, adapted from OECD and Eurostat and included the list of critical emerging technology occupations.

Overall, the number of employed workers in ICT-related jobs in Thailand in 2017 was 268,065, growing at a rate of 6 percent year-on-year. The majority of employed workers are ICT technicians (35%), ICT specialist (31%) and followed by manager, IT sales professionals, IT trainers, and ICT installers and services (25%) (Figure 2).

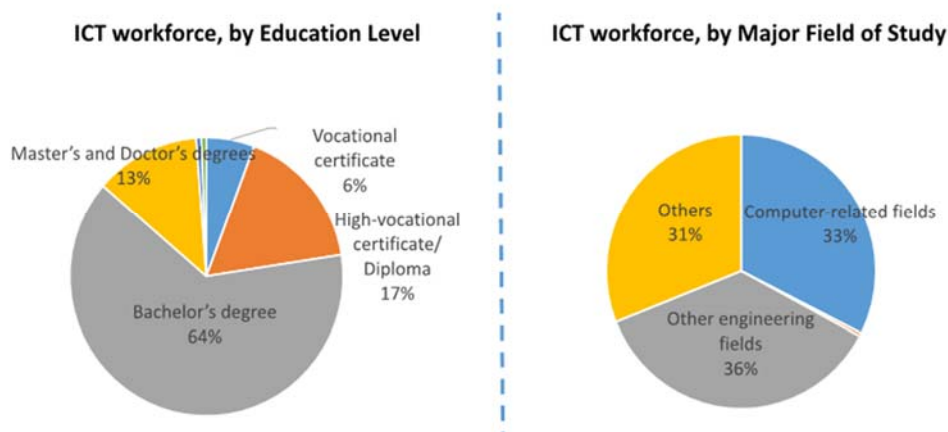
Figure 2: ICT employment classified by types of occupation, 2017



Source: TDRI, calculated from statistics on Labor force survey, Quarter 3, 2017, National Statistical Office.

When classifying workers by degree and level of education, most of them are graduates in engineering (36%), followed by computer-related subjects (33%). The majority of graduates had a Bachelor's degree (2/3) and the remaining 1/4 held a vocational certificate (Figure 3).

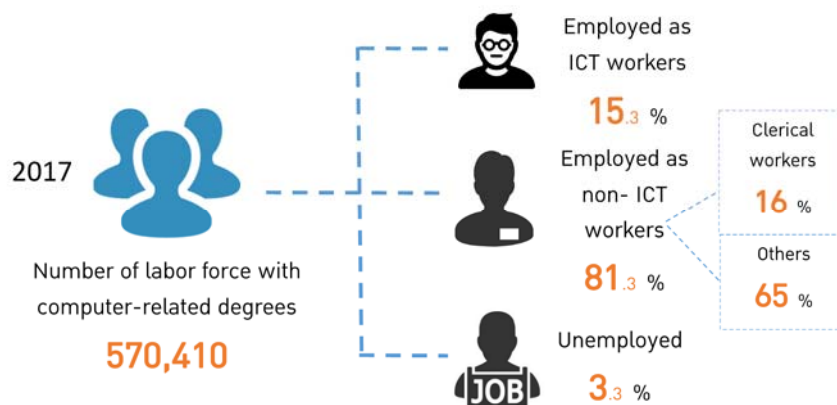
Figure 3: ICT workforce classified by education level and major field of study



Source: TDRI, calculated from statistics on Labor force survey in Thailand, 2017, Quarter 3, National Statistical Office.

Thailand has a large number of graduates with computer-related subjects but a low proportion of them are working in ICT occupations. In 2017, the total workforce with computer-related degrees was about 570,000 (Figure 4). However, only 15.3% of them worked in ICT occupations. The majority, 81.3%, are working in non-ICT occupations. for example, 16% are clerical workers. Meanwhile, the unemployment rate of graduates with computer-related degrees was 3.3%, higher than the national unemployment rate of 1.2%

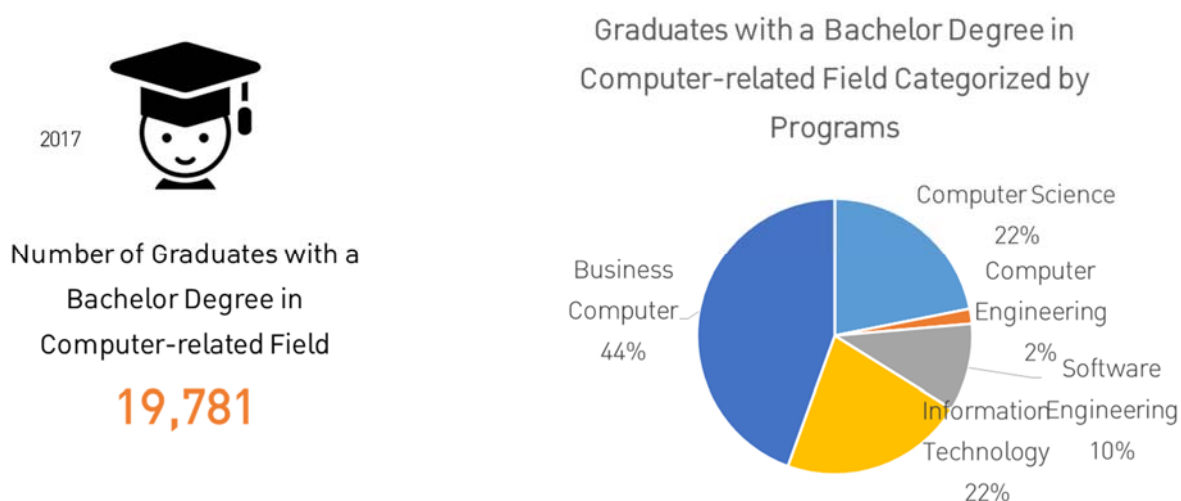
Figure 4: Labor force with computer-related degree in 2017



Source: TDRI, calculated based on statistics from Labor force survey in Thailand, 2017, Quarter 3, National Statistical Office

In addition, there were nearly 20,000 graduates in computer-related subjects last year, not including those from other related fields such as telecommunication engineering (Figure 5). Nearly half of them graduated in computer-business or information system fields that may not even contain enough essential IT contents. Consequently, many graduates do not have skills that meet the industry demand.

Figure 5: Graduates in computer-related subjects in 2017



Source: TDRI, data collected from the Office of the Higher Education Commission

One cause for the skill mismatch and low-quality of graduates is the out-of-date curricula, unable to catch up with the rapid technological changes, such as cloud computing and internet of things (IoT). Many do not even contain enough essential IT contents, such as information management, system paradigms, integrated systems technology and user experience design, for IT professionals. Consequently, many graduates have skills that do not meet the industry demand.

Currently, there are more than 500 computer-related curricula, which are primarily taught in Rajamangala University of Technology and the Rajabhat University systems (41%). The rest of the curricula are taught in non-research universities (36%), specialized universities or institutions (14%), and research universities (9%).

The lack of highly-skilled digital manpower is major barrier towards the development of targeted industries in the EEC, and this problem must be solved urgently.

In order to meet the demand for high-quality digital manpower in the EEC, the Thai government should initiate a pilot project for targeted industries in EEC. The Thai government should also implement short, medium, and long-term improvements simultaneously as well as draw lessons learned from the pilot project to implement the successful implementations nationwide.

In the short and medium-term, Thailand should have policies to produce three different types of digital workers.

The first are those who can develop and apply disruptive technologies such as AI (Artificial Intelligence), big data, and IoT (Internet of Things). Many countries, including Taiwan and Singapore, organize six-month intensive courses on such technologies that use actual data to solve real-world problems. For example, the Institute for Information Industry (III) in Taiwan and the Skills Framework for Infocomm Technology in Singapore have established intensive courses. In these countries, all courses have a common focus: quality, not quantity.

The second group covers a larger part of the digital workforce, such as software developers and programmers, who are in great demand. Again, the quality of workers need to meet the demands of the industry. Therefore, a close working relationship between educational institutions and the private sector is essential.

South Korea's ICT Model Schools programme is a good example. Educational institutions could join this programme only if they partnered with the business sector and met stringent requirements on curriculum and facilities. They were also evaluated annually and dropped from the programme if their results were not good enough.

Thailand should certainly strengthen the linkage between its educational institutions and the private sector to produce its workforce. Like South Korea, it should also promote the accountability of its educational institutions. In the Thai case, internationally accepted examinations, such as the Information Technology Professional Examination (ITPE) should be adopted pervasively.

The last group focuses on highly-skilled foreign digital workers as they can address Thailand's talent shortage immediately. Thailand has the capacity to attract highly-skilled foreign digital workers by facilitation and by creating incentives to work in Thailand. So far, Singapore, Australia, and the United States have successfully used these measures to attract foreign workers over a long period of time.

Earlier this year, Thailand introduced a “Smart Visa” scheme to attract foreign professionals in targeted industries, including the digital industry. The scheme provides 4-year visas and work permits are exempted for foreign professionals. However, these measures are still not adequate as the minimum salary at 200,000 baht per month is too high, discouraging many companies from recruiting foreign talent. The government should relax the requirements, for example, by also allowing a person with salary between 100,000-200,000 baht per month to receive a two-year visa.

In the long-run, Thailand should focus on improving the quality of its education by creating a mechanism for educational institutions to understand the needs of businesses and improve their curriculum accordingly. Further measures include hiring consultants to analyze the strengths and weakness of the institutions, expanding the number of interns, and increase the number of high-quality professors. Most importantly, the Thai government should simultaneously support linkages in digital research and development and the development of digital manpower. Good examples of this are Japan’s famous KOSEN (Colleges of Technology) and South Korea’s Nurturing Excellent Engineers in Information Technology (NEXT).

Lessons learned from good practices of foreign countries show that the successful factors of creating high-quality of digital workforce are as follows: 1) focusing on quality rather than quantity; 2) cooperating closely with the private sector; and 3) introducing accountability into its education and training system.

Currently, the development of digital workforce in Thailand still lacks of the above three dimensions. However, Thailand has to upgrade its digital workforce urgently to promote the growth of S-Curve industries in the EEC, and then achieve its vision of Thailand 4.0 (see policy recommendations and recommended key success factors for the development of high-quality digital workforce in Figure 6 and 7).

Figure 6: Policy recommendations on the development of high-quality digital workforce



Data Collection for the Need of Digital Manpower Categorized by Occupation

- Current employment data: Support data sharing between the Social Security Office's database and the Revenue Department's database to obtain salary statistics
- Future demand for data: Initiate a funded survey project of digital manpower with the Chamber of Commerce and the Federation of Thai Industries to collect the institution's member details.



Strong Collaboration between the Thai Government and those who will be Negatively Affected (Government, Academia, and Private Industries)

- Analyze the demand and supply gap of digital manpower. In addition, formulate strategic planning, drive, and identify successful benchmarks.



Conduct a report that will ignite the urgency to address the problem and create engagement for parties involved

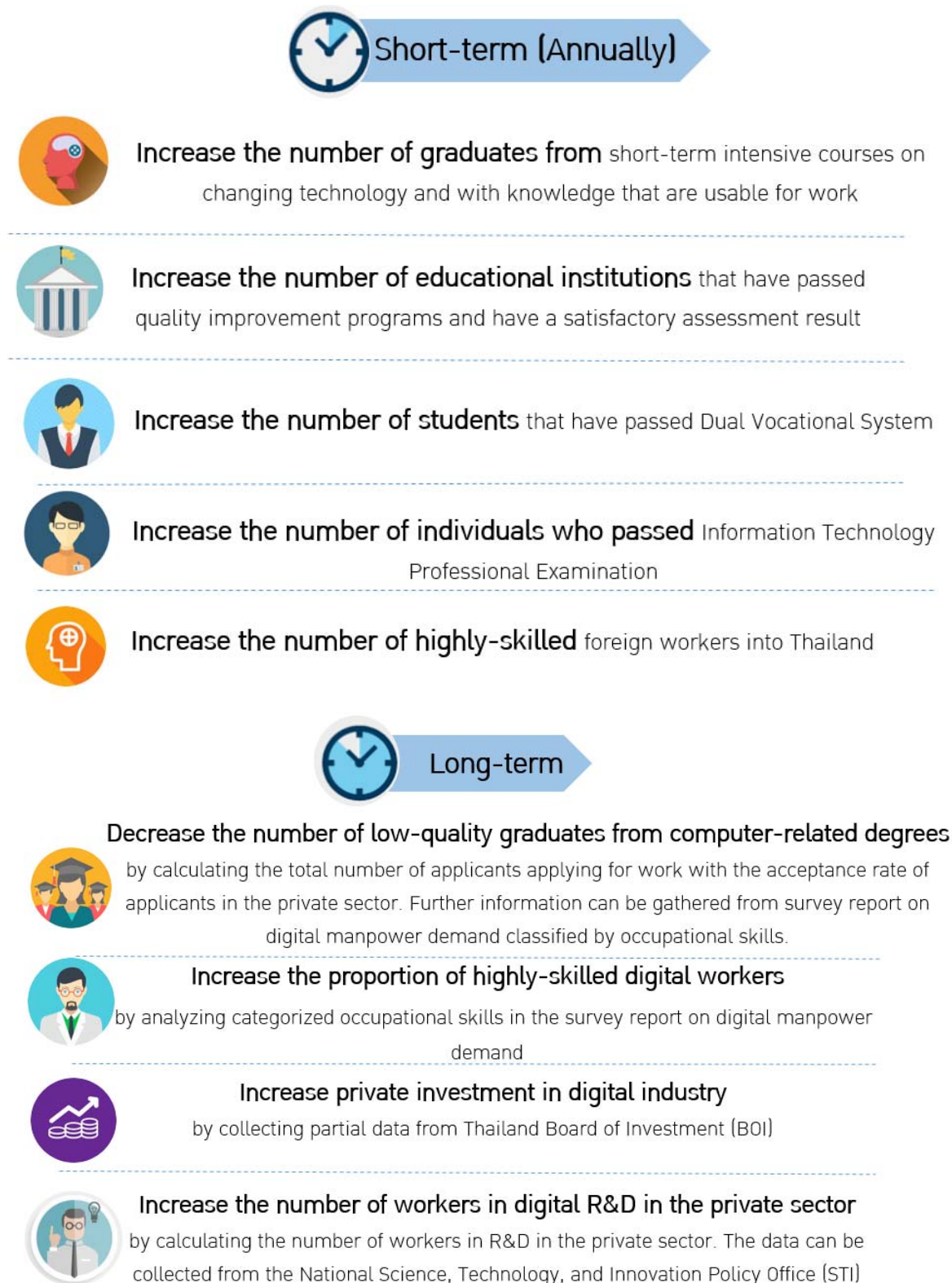
- Identify important issues such as what are the problems? What are the solutions and why? What are the risks, if the problem is ignored?



The Digital Economy Promotion Agency should use its funding from the Digital Economy and Society Development Fund to conduct its report

- Swiftly allocate budget for the development of digital manpower

Figure 7: Recommended key success factors for the development of high-quality digital workforce



	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	i
Executive Summary	xi
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย	1
1.3 เป้าหมาย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	2
1.5 นิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัล	4
1.6 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนิยามและประเภทของกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย.....	9
บทที่ 2 บริบทด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับอุตสาหกรรม เป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC).....	11
2.1 นโยบายส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษ ภาคตะวันออก	13
2.1.1 สิทธิประโยชน์ในการลงทุนสำหรับทุกอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC.....	14
2.1.2 มาตรการสนับสนุนรายอุตสาหกรรม	19
2.2 นโยบายการพัฒนาและส่งเสริมกำลังแรงงานทักษะสูง	23
2.2.1 สิทธิประโยชน์เพื่อดึงดูดบุคลากรต่างชาติทักษะสูงและนักลงทุนในอุตสาหกรรม เป้าหมาย	23
2.2.2 มาตรการเพื่อพัฒนากำลังคนในประเทศให้เป็นแรงงานทักษะสูง.....	27
2.3 นโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก	30
2.4 สรุป.....	34
บทที่ 3 บริบทด้านเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย.....	39
3.1 แนวโน้มเทคโนโลยีดิจิทัลที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย.....	39
3.1.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) และเมืองอัจฉริยะ (Smart City).....	39
3.1.2 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing)	45
3.1.3 เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าและไร้คนขับ (Electric and Autonomous Car)	49
3.1.4 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI).....	57
3.1.5 เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and Automation System).....	63
3.1.6 เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing).....	67
3.2 ทักษะเชิงเทคนิคที่จำเป็นในการทำงานกับเทคโนโลยีดิจิทัล.....	69
3.2.1 กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล	69
3.2.2 กลุ่มทักษะ Internet of Things.....	70
3.2.3 กลุ่มทักษะ Cloud Computing	71

	หน้า
3.2.4 กลุ่มทักษะ Electric Vehicle	72
3.2.5 ทักษะ Autonomous Car.....	73
3.2.6 กลุ่มทักษะ Robotics and Automation	74
3.2.7 กลุ่มทักษะ 3D Printing.....	76
3.3 สรุป.....	76
บทที่ 4 ความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC).....	79
4.1 สถานการณ์การจ้างงานและการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย	79
4.2 การประมาณการความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลเชิงปริมาณในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC	82
4.2.1 การคาดการณ์ความต้องการกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ใน EEC	84
4.2.2 การคาดการณ์การผลิตกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC ...	88
4.2.3 การประมาณการช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล ในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC	91
4.2.4 สรุป.....	95
4.3 การประเมินความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัลในเชิงคุณภาพ	96
4.3.1 หลักสูตรที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมดิจิทัล	96
4.3.2 หลักสูตรที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ	110
4.3.3 หลักสูตรที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า	117
4.3.4 หลักสูตรที่เกี่ยวกับการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานและการซ่อมบำรุงอากาศยาน	121
4.3.5 หลักสูตรที่เกี่ยวกับโลจิสติกส์.....	128
4.3.6 สรุป	133
บทที่ 5 นโยบายการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดี	135
5.1 นโยบายการส่งเสริมการจ้างแรงงานทักษะสูงจากต่างประเทศ.....	135
5.1.1 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของสิงคโปร์	135
5.1.2 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของออสเตรเลีย	137
5.1.3 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของสหรัฐอเมริกา.....	139
5.1.4 ระบบการอนุญาตทำงานสำหรับชาวต่างชาติของไต้หวัน	142
5.2 นโยบายการพัฒนากำลังคนในประเทศ ด้วยระบบการศึกษาและฝึกอบรมที่มีคุณภาพ.....	145
5.2.1 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของญี่ปุ่น.....	145
5.2.2 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของสิงคโปร์.....	150
5.2.3 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของไต้หวัน.....	156
5.2.4 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของเกาหลีใต้.....	159

	หน้า
5.3 บทเรียนจากประสบการณ์ต่างประเทศ.....	162
5.4 สรุป.....	166
บทที่ 6 กลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย	
และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก	169
6.1 การวิเคราะห์ปัจจัยและแนวโน้มของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อกำลังคนด้านดิจิทัล....	170
6.2 การประมาณการกำลังคนด้านดิจิทัลในปัจจุบันและอนาคต	170
6.3 การวิเคราะห์ช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับ	
การเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC	172
6.4 การพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อลดช่องว่าง	172
6.5 การดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์.....	173
6.6 การติดตามและประเมินผล	174
6.7 สรุป.....	174
บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะในการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับ	
การเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ...	175
7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรม	
เป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC	176
7.2 ข้อเสนอแนะด้านกลไกในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย	
และการพัฒนาพื้นที่ EEC.....	183
7.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับดัชนีชี้วัดในการประเมินผลสำเร็จของการพัฒนากำลังคนด้าน	
ดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC.....	184
เอกสารอ้างอิง.....	187
ภาคผนวก ก สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ (merit-based incentives).....	201
ภาคผนวก ข สิทธิประโยชน์ที่ได้รับจากการส่งเสริมการลงทุนตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน.....	205
ภาคผนวก ค เขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษที่ผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการนโยบาย	
เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก	225
ภาคผนวก ง ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในระดับ อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา	
ในอัตราเติบโตปกติ และเติบโตสูง.....	229
ภาคผนวก จ ฐานข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดสมมติฐาน	233
ภาคผนวก ฉ หลักสูตรระดับปริญญาตรีที่เปิดสอนในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมที่สำคัญ	235
ภาคผนวก ช การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของหลักสูตรที่เปิดสอนในปัจจุบัน	265

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.2 กำลังคนด้าน ICT ในความหมายแคบและกว้าง.....	5
ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องและการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล	11
ภาพที่ 2.2 โครงการในพื้นที่ EEC ที่ได้รับการออกบัตรส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานคณะกรรมการ ส่งเสริมการลงทุน (BOI).....	12
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างกำลังคนทำงานในพื้นที่ EEC และทั่วประเทศ.....	12
ภาพที่ 2.4 สิทธิประโยชน์ในการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC.....	14
ภาพที่ 2.5 มาตรการสนับสนุนรายอุตสาหกรรม.....	20
ภาพที่ 2.6 แนวทางการพัฒนาโครงการรถไฟความเร็วสูงเชื่อมต่อนามบิน 3 แห่ง.....	31
ภาพที่ 2.7 แผนการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภา	32
ภาพที่ 2.8 แผนการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง ระยะที่ 3	33
ภาพที่ 2.9 แผนการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะที่ 3.....	34
ภาพที่ 3.1 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวน Thing ที่ถูกเชื่อมต่อกับ IoT	40
ภาพที่ 3.2 กลไกการทำงานร่วมกันของเทคโนโลยี IoT, Cloud Computing และ AI.....	42
ภาพที่ 3.3 Smart Integration.....	44
ภาพที่ 3.4 มูลค่าตลาดเทคโนโลยี Smart City ของโลก จำแนกตามภูมิภาค (2559-2568)	44
ภาพที่ 3.5 Level of Abstraction	47
ภาพที่ 3.6 รายได้คาดการณ์ของ Public Cloud ทั่วโลก ในปีพ.ศ. 2559 ถึงพ.ศ. 2563	48
ภาพที่ 3.7 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังในรถยนต์ไฟฟ้า.....	51
ภาพที่ 3.8 ระบบเซ็นเซอร์ของรถยนต์อัตโนมัติของบริษัท Google.....	54
ภาพที่ 3.9 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถยนต์ไร้คนขับบนท้องถนน ในปีพ.ศ. 2558-2563	55
ภาพที่ 3.10 แนวโน้มการพัฒนาการของเทคโนโลยี AI, Machine Learning และ Deep Learning ระหว่างช่วงปีพ.ศ. 2493 ถึง 2553.....	58
ภาพที่ 3.11 การเปรียบเทียบศักยภาพในการจัดเก็บข้อมูลของ Deep Learning กับ Algorithm ของ Machine Learning ทั่วไป เมื่อข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น	61
ภาพที่ 3.12 การทำงานของ Deep Learning ในระบบ Facial Recognition.....	62
ภาพที่ 3.13 ยอดขายหุ่นยนต์บริการทั่วโลกในปี พ.ศ. 2559-2563.....	65
ภาพที่ 3.14 ยอดขายหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลกในปี พ.ศ. 2559-2563.....	66
ภาพที่ 3.15 ยอดขายคาดการณ์ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลก จำแนกตามอุตสาหกรรม	67
ภาพที่ 3.16 ทักษะเกี่ยวกับรถยนต์ไร้คนขับที่บริษัทต้องการ.....	73
ภาพที่ 3.17 ส่วนประกอบของศาสตร์ Mechatronics.....	74
ภาพที่ 4.1 การจ้างงานผู้ทำงานด้าน ICT จำแนกตามอาชีพ ในปี พ.ศ. 2560	80
ภาพที่ 4.2 กำลังคนทำงานด้าน ICT จำแนกตามสาขาและระดับการศึกษา.....	80
ภาพที่ 4.3 โครงสร้างกำลังคนทำงานที่จบสาขาคอมพิวเตอร์ ในปี พ.ศ. 2560.....	81
ภาพที่ 4.4 ผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ในปี พ.ศ. 2560.....	81
ภาพที่ 4.5 สมมุติฐานและข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองการวางแผนกำลังคน.....	83

	หน้า
ภาพที่ 4.6 สมมุติฐานด้านสัดส่วนทุนต่อแรงงาน	86
ภาพที่ 4.7 สมมุติฐานอัตราการเติบโตของผลิตภาพแรงงาน.....	86
ภาพที่ 4.8 สมมุติฐานด้านโครงสร้างทักษะแรงงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve	87
ภาพที่ 4.9 สมมุติฐานสัดส่วนจำนวนตำแหน่งกำลังคนด้านดิจิทัลที่ต้องการ จำแนกตามอุตสาหกรรม และระดับทักษะ.....	88
ภาพที่ 4.10 จำนวนประชากรจำแนกตามอายุ (Number of population by age)	89
ภาพที่ 4.12 สมมุติฐานด้านสัดส่วนผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรที่เปิดสอนสาขาวิชาด้านดิจิทัล.....	90
ภาพที่ 4.13 ผลการประมาณอุปสงค์ของกำลังคนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC	91
สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ.....	91
สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง.....	92
ภาพที่ 4.14 ผลการประมาณอุปทานของผู้สำเร็จการศึกษา สถานการณ์ที่ 1 และ 2.....	92
ภาพที่ 4.15 ผลการประมาณช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอาชีวศึกษา... สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ.....	93
สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง.....	94
ภาพที่ 4.16 ผลการประมาณช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอุดมศึกษา.... สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ.....	94
สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง.....	95
ภาพที่ 4.17 จำนวนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องด้าน ICT	99
ภาพที่ 4.18 สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนสาขาคอมพิวเตอร์.....	100
ภาพที่ 4.19 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	101
ในระดับปริญญาตรี	101
ภาพที่ 4.20 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ในระดับปริญญาตรี	102
ภาพที่ 4.21 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ในระดับปริญญาตรี	102
ภาพที่ 4.22 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ในระดับปริญญาตรี	103
ภาพที่ 4.23 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ในระดับปริญญาตรี	104
ภาพที่ 4.24 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ.....	110
ภาพที่ 4.25 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในระดับปริญญาตรี	111
ภาพที่ 4.27 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์.....	117
ภาพที่ 4.28 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ เทคโนโลยียานยนต์ ในระดับปริญญาตรี	118
ภาพที่ 4.29 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน อากาศยานและซ่อมบำรุงอากาศยาน	121

	หน้า
ภาพที่ 4.30 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านการผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน และซ่อมบำรุงอากาศยาน ในระดับปริญญาตรี.....	122
ภาพที่ 4.32 หัวข้อการเรียนรู้ภาคทฤษฎีของหลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน	126
ภาพที่ 4.33 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านโลจิสติกส์.....	128
ภาพที่ 4.34 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านโลจิสติกส์ ในระดับปริญญาตรี	129
ภาพที่ 5.1 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของไต้หวัน	142
ภาพที่ 5.2 นักเรียนที่จบการศึกษาในหลักสูตรปกติของ KOSEN ในปีการศึกษา 2559.....	147
ภาพที่ 5.3 นักเรียนที่จบการศึกษาในหลักสูตรขั้นสูงของ KOSEN ในปีการศึกษา 2559.....	148
ภาพที่ 5.4 วิชาที่เรียนในระบบการศึกษาแบบ KOSEN.....	148
ภาพที่ 5.5 หลักสูตรการเรียนการสอนแบบ Spiral curriculum ของ KOSEN	149
ภาพที่ 5.6 ตัวอย่างของคอร์สวงจรดิจิทัลหรืออิเล็กทรอนิกส์	149
ภาพที่ 5.7 ผลการดำเนินงานของ SkillsFuture ในปี 2559.....	152
ภาพที่ 5.8 ความต้องการนักวิชาชีพ ICT จำแนกรายสาขา ในปีพ.ศ. 2559 ของสิงคโปร์	164
ภาพที่ 5.9 การจ้างงานและความต้องการในปี พ.ศ. 2558 และ 2559 การประมาณความต้องการ ในอีก 3 ปีของนักวิชาชีพด้าน ICT ประเทศสิงคโปร์.....	165
ภาพที่ 6.1 กลไกการวางแผนกำลังคน	169
ภาพที่ 6.2 ผลการสำรวจภาวะการทำงานของผู้ทำงานด้าน ICT ในปี พ.ศ. 2559.....	171
ภาพที่ 7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการพัฒนากำลังคนดิจิทัลของไทย	176
ภาพที่ 7.2 กำลังคนด้านดิจิทัล 3 กลุ่มที่จำเป็นต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC.....	177
ภาพที่ 7.2 การฝึกอบรมบุคลากรด้าน ICT ของสถาบันอุตสาหกรรมสารสนเทศ (III) ของไต้หวัน.....	178
ภาพที่ 7.3 การกระจายตัวของบุคลากร ICT ในญี่ปุ่น	180
ภาพที่ 7.4 การดึงดูดแรงงานต่างชาติทักษะสูงของสิงคโปร์.....	181
ภาพที่ 7.5 ระบบ KOSEN ของญี่ปุ่น	182
ภาพที่ 7.6 ข้อเสนอแนะด้านกลไกการพัฒนากำลังคนดิจิทัล	183
ภาพที่ 7.7 ข้อเสนอแนะด้านดัชนีชี้วัดความสำเร็จ	185

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 นิยามกำลังคนด้าน ICT	5
ตารางที่ 1.2 นิยามของผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT	6
ตารางที่ 1.3 ประเภทของกำลังคนด้านดิจิทัลของสิงคโปร์	8
ตารางที่ 2.1 สิทธิประโยชน์ส่งเสริมการลงทุนตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน จำแนกตามกลุ่มกิจการ	15
ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม จำแนกตามสัดส่วนค่าใช้จ่ายต่อ ยอดขายรวมใน 3 ปีแรก	15
ตารางที่ 2.3 สิทธิประโยชน์สำหรับการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำแนกตามกลุ่มกิจการ	16
ตารางที่ 2.4 สิทธิประโยชน์ด้านภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับการลงทุนในพื้นที่ EEC	17
ตารางที่ 2.5 การสนับสนุนด้านเงินทุนสำหรับวิสาหกิจเริ่มต้นด้านดิจิทัล	22
ตารางที่ 2.6 สิทธิที่ได้รับจากสมาร์ทวิซ่า	24
ตารางที่ 2.8 สรุปมาตรการที่ใช้ดำเนินนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก	37
ตารางที่ 4.1 สมมุติฐานด้านอัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve)	84
สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ	84
สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง	85
ตารางที่ 4.2 เนื้อสาระสำคัญที่เรียนในหลักสูตรทางด้าน ICT	97
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างขอบเขตของเนื้อหาของหลักสูตรของ ACM และ IEEE	99
ตารางที่ 4.4 สรุปทักษะหรือความรู้ที่จำเป็นในด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ	113
ตารางที่ 5.3 ความแตกต่างของค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าเทอมประจำปีของ KOSEN และ มหาวิทยาลัยแห่งชาติ	147
ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างโครงการภายใต้ SkillsFuture สำหรับแต่ละกลุ่มเป้าหมาย	151
ตารางที่ 5.5 แผนการสอนวิชาด้านความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (Cyber Security) ของ Temasek Polytechnic	156
ตารางที่ 5.6 แผนการเรียนระดับชั้นมัธยมปลายปีที่ 4 - 6 ในรายวิชาและหน่วยกิต	157
ตารางที่ 5.7 สาขาวิจัย คุณสมบัติงบประมาณและระยะเวลาในการสนับสนุนของ ITRC	161
ตารางที่ 5.9 แนวโน้มการจ้างงานในอุตสาหกรรม ICT ของเกาหลีใต้	164
ตารางที่ 5.10 มาตรการเงินสนับสนุนเพื่อพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล	166
ตารางที่ 7.1 ตัวอย่างการฝึกอบรมทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ ของสิงคโปร์	178
ตารางที่ 7.2 รูปแบบการใช้ ITEE ในมหาวิทยาลัยของญี่ปุ่น	180

1.1 หลักการและเหตุผล

กลไกหนึ่งที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (New Engine of Growth) ภายใต้นโยบายประเทศไทย 4.0 คือการพัฒนา 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย (10 S-Curve) ซึ่งประกอบด้วย การต่อยอด 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-Curve) ประกอบด้วย อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics) อุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology) และอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for Future) และการเติม 5 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) ประกอบด้วย อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics) อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistic) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals) อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมการแพทย์และสุขภาพครบวงจร (Medical Hub)

รัฐบาลมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายดังกล่าวในเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ในจังหวัดระยอง ชลบุรี และฉะเชิงเทรา เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีโครงสร้างพื้นฐานที่มีความพร้อม อย่างไรก็ตาม ปัจจัยสำคัญที่สุดประการหนึ่งของการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายดังกล่าว คือ การพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower) ที่มีความรู้ความสามารถเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และสนับสนุนการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ดังกล่าว

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลจึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัลและแนวนโยบายการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower) เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ของประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย

1.2.1 เพื่อศึกษาบริบทที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower) เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แนวโน้มเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) เช่น Internet of Things (IoT) และ Smart City Technology

1.2.2 เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับนโยบายการพัฒนาและเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower) ที่สอดคล้องกับแนวโน้มเทคโนโลยีสมัยใหม่ (Emerging Technology) ที่สำคัญต่อ

อุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

1.2.3 เพื่อจัดทำแนวทางปฏิบัติหรือกลไกในการวางแผนด้านกำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower) เพื่อรองรับการลงทุนของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) อย่างเป็นรูปธรรม

1.2.4 เพื่อจัดทำดัชนีชี้วัดในการประเมินผลสำเร็จของการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower) เพื่อรองรับความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

1.3 เป้าหมาย

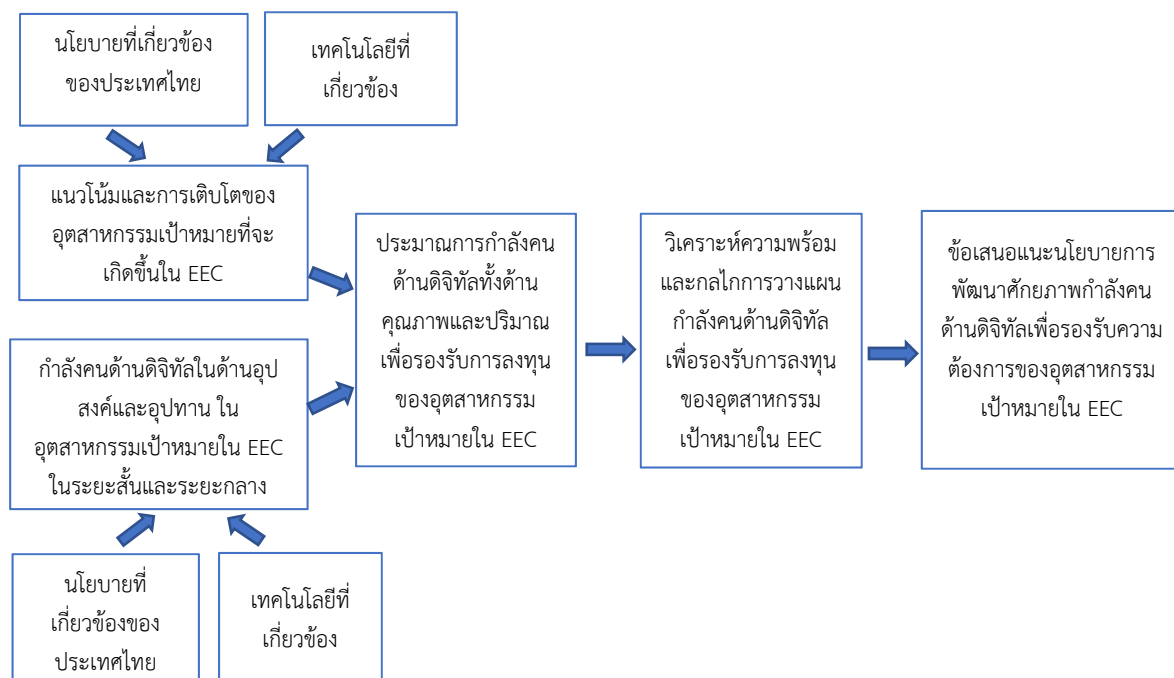
1.3.1 รายงานการศึกษาความพร้อม และกลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัล (digital manpower) เพื่อรองรับการลงทุนของอุตสาหกรรมเป้าหมายที่จะเกิดขึ้น และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

1.3.2 แผนนโยบายการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพกำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับความต้องการที่จะเกิดขึ้นของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

1.4 กรอบแนวคิดในการศึกษา

คณะผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย



ที่มา: คณะผู้วิจัย

คณะผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่จะเกิดการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 10 อุตสาหกรรม รวมทั้ง ความต้องการกำลังคนเพื่อรองรับการลงทุนของอุตสาหกรรมดังกล่าวใน EEC ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยให้ความสำคัญมากเป็นพิเศษต่ออุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีความได้เปรียบในการแข่งขัน (competitive advantage) เช่น ยานยนต์ ท่องเที่ยว บริการสุขภาพ และโลจิสติกส์ เนื่องจาก อุตสาหกรรมที่มีความได้เปรียบในการแข่งขันเท่านั้น ที่มีโอกาสลงทุนและเติบโตอย่างยั่งยืน ซึ่งทำให้เกิด ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลส่วนใหญ่ ที่เป็นเป้าหมายในการศึกษานี้

การศึกษานี้เริ่มต้นจากการวิเคราะห์แนวโน้มและการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายที่จะ เกิดขึ้นใน EEC โดยมุ่งวิเคราะห์ว่า การลงทุนจะเกิดขึ้นในสาขาอุตสาหกรรมใด และในส่วนของห่วงโซ่ การผลิต (supply chain) ในอุตสาหกรรมดังกล่าว รวมทั้ง การลงทุนที่จะเกิดขึ้นต้องการกำลังคนด้านใด ทักษะที่ต้องการคืออะไร และจำนวนมากน้อยเพียงไร โดยวิธีการเก็บข้อมูลที่สำคัญคือ การสอบถามจาก บริษัทชั้นนำที่เป็นเป้าหมายในการลงทุน และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

คณะผู้วิจัยแบ่งกรอบเวลาของการศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล เป็น 2 ช่วงคือ

- 1) ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในระยะสั้น (3-5 ปี) ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูล จากนักลงทุนที่แสดงความสนใจในปัจจุบัน ประกอบกับการคาดการณ์ภายใต้สมมติฐานที่ สมเหตุสมผล
- 2) ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในระยะกลาง (5-10 ปี) ซึ่งจะเป็นการคาดการณ์จากการ จำลองสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น ภายใต้สมมติฐานที่สมเหตุสมผล

แหล่งข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาและวิเคราะห์ ประกอบด้วย

- 1) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ
 - o การสอบถามจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เช่น สำนักงาน คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) สำนักงานคณะกรรมการนโยบาย EEC กระทรวง อุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในพื้นที่ เช่น อมตะ หรือ WHA เป็นต้น ซึ่งจะให้ข้อมูลธุรกิจที่สนใจลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC
 - o การสอบถามจากองค์กรธุรกิจที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เช่น องค์กรส่งเสริม การค้าต่างประเทศของญี่ปุ่น (JETRO) สำนักงานเศรษฐกิจและวัฒนธรรมไทเปใน ประเทศไทย และกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (METI) ตลอดจน หอการค้าต่างประเทศในประเทศไทย ซึ่งจะให้ข้อมูลธุรกิจที่สนใจลงทุนในอุตสาหกรรม เป้าหมายใน EEC
 - o การสอบถามจากบริษัทชั้นนำที่ลงทุนและแสดงความสนใจที่จะลงทุนในอุตสาหกรรม เป้าหมายใน EEC ทั้งบริษัทต่างประเทศ และบริษัทไทย ซึ่งจะให้ข้อมูลด้านอุปสงค์ของ

กำลังคนด้านดิจิทัล

- การสอบถามจากสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา และมหาวิทยาลัยบูรพา ตลอดจนสถาบันฝึกอบรมทักษะขั้นสูงต่างๆ เช่น สถาบันไทย-เยอรมัน (TGI) ซึ่งจะให้ข้อมูลด้านอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล
- 2) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เช่น
 - การศึกษาที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ
 - ข่าวและบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะข่าวที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจที่สนใจลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC

1.5 นิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัล

จากการทบทวนวรรณกรรม ไม่พบว่ามีกรอบนิยามกำลังคนด้านดิจิทัลในทีใด มีเพียงการกล่าวถึงอุตสาหกรรมดิจิทัลโดยโครงการ Futureintec ซึ่งจัดตั้งโดยสมาคมวิชาชีพวิศวกรของประเทศนิวซีแลนด์ (Engineering New Zealand) ได้ระบุว่า “อุตสาหกรรมดิจิทัล หมายถึง ธุรกิจเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ การทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การพัฒนาซอฟต์แวร์ อิเล็กทรอนิกส์ไฮเทค ระบบข้อมูล และการพัฒนาเว็บ เกม และมัลติมีเดีย”¹² และหน่วยงานหลักที่จ้างบุคลากรที่มีทักษะด้านดิจิทัล ได้แก่ บริษัทพัฒนาซอฟต์แวร์ เว็บและมัลติมีเดีย บริษัทที่ให้บริการคอมพิวเตอร์ ฐานข้อมูล และเครือข่าย ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตและโทรคมนาคม องค์กรด้านการศึกษาและวิจัย ผู้ค้าปลีกรายใหญ่ ธนาคาร และองค์กรสื่อ (เช่น หนังสือพิมพ์ และโทรทัศน์) และองค์กรอื่นๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยผู้ทำงานในอุตสาหกรรมดิจิทัลส่วนใหญ่จบการศึกษาด้านการคำนวณ (computing) เทคโนโลยีสารสนเทศ ระบบคอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมระบบซอฟต์แวร์และคอมพิวเตอร์

แม้ว่าไม่มีการบัญญัตินิยามกำลังคนด้านดิจิทัล นิยามที่ใกล้เคียงที่สุดน่าจะเป็น กำลังคนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ยังไม่มีข้อตกลงที่ชัดเจนเกี่ยวกับนิยามของกำลังคนด้าน ICT โดยทั่วไป นิยามของกำลังคนด้าน ICT อาจวัดได้ใน 3 รูปแบบคือ กำลังคนในอุตสาหกรรม ICT อาชีพด้าน ICT และการศึกษาด้าน ICT ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1.1

¹ The digital industry is a new term to describe the wide range of work in information technology, computer programming, software development, high-tech electronics, information systems, and web, games and multimedia development.

² “Digital Technology,” สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2661, <https://www.Futureintech.org.nz/about.cfm>.

ตารางที่ 1.1 นิยามกำลังคนด้าน ICT

กำลังคนด้าน ICT	นิยามและการใช้
กำลังคนในอุตสาหกรรม ICT	นิยามโดยการจัดประเภทของอุตสาหกรรม ICT มักใช้ในการเปรียบเทียบขนาดของอุตสาหกรรม ICT ระหว่างประเทศ ข้อจำกัด: นิยามของบางสาขาอุตสาหกรรม ICT ไม่ชัดเจน และการนับรวมเฉพาะกำลังคนในภาคอุตสาหกรรม
อาชีพด้าน ICT	นิยามโดยการจัดประเภทของอาชีพด้าน ICT ข้อจำกัด: นิยามอาชีพ ICT ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ไม่ปรับทันตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป
การศึกษาด้าน ICT	มักใช้ในการประมาณการขนาดของอุปสงค์กำลังคนด้าน ICT ต้องกำหนดสาขาวิชา คุณสมบัติ และทักษะด้าน ICT ข้อจำกัด: มักนับรวมเฉพาะผู้ที่ศึกษาด้าน ICT ในสถานศึกษา (ควรนับรวม ผู้ที่ศึกษาแบบไม่เป็นทางการ และผู้ที่มีใบรับรองคุณวุฒิด้าน ICT)

ที่มา: Ko and Kang (2014)

ในที่นี้ คณะผู้วิจัยจะเลือกใช้นิยามกำลังคนด้านอาชีพ ICT เนื่องจาก เน้นการใช้ทักษะและความเชี่ยวชาญด้าน ICT เป็นสำคัญ

นอกจากนี้ กำลังคนด้าน ICT จำแนกตามทักษะด้าน ICT แบ่งเป็น 3 ประเภท (OECD, 2005)³ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT (ICT specialist) ผู้ใช้ระดับสูง (advanced users) และผู้ใช้ระดับพื้นฐาน (basic users) (ภาพที่ 1.2)

ภาพที่ 1.2 กำลังคนด้าน ICT ในความหมายแคบและกว้าง



ที่มา: OECD (2005)⁴

³ Working Party On the Information Economy, "OECD, สืบค้นเมื่อวันที่ 15 เมษายน 2561, <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/34769393.pdf>

⁴ Ibid

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจะใช้นิยามกำลังคนด้าน ICT ในความหมายแคบ ซึ่งครอบคลุมเฉพาะผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT (ICT specialist) เนื่องจาก ผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT เป็นหัวใจสำคัญในการยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเป้าหมายซึ่งรวมทั้งอุตสาหกรรมดิจิทัลของประเทศไทย

สำหรับนิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัลของต่างประเทศนั้น องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) และ กองอำนวยการของคณะกรรมการการยุโรปที่รับผิดชอบด้านสถิติ (Eurostat) ได้นิยามผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT (ICT specialists) ตามการจัดประเภทอาชีพ International Standard Classification of Occupation (ISCO-08)⁵ ประกอบด้วย 2 กลุ่มใหญ่ (ตารางที่ 1.2) ได้แก่

- 1) กลุ่มผู้ช่วยนักวิชาชีพ นักวิชาชีพ และผู้จัดการด้าน ICT
- 2) กลุ่มอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าและบริการ ICT

ตารางที่ 1.2 นิยามของผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT

ICT managers, professional and associate professional occupations					
	133	ICT Service managers			
25	Information & communications technology professionals		35	Information and communications technician	
	251	Software & multimedia developers and analysts		351	ICT operations and user support technicians
	2511	System analysts		3511	ICT operations technicians
	2512	Software developers		3512	ICT user support technicians
	2513	Web & multimedia Developers		3513	Computer network and systems technicians
	2514	Applications programmers		3514	Web technicians
	2519	Software & multimedia developers and analysts, nec		352	Communications technicians
	252	Database & Network Professionals		3521	Broadcasting and audio-visual technicians
	2521	Database Designers and Administrators		3522	Telecommunications engineering technicians
	2522	Systems Administrators			
	2523	Computer Network Professionals			
	2529	Database and Network Professionals, nec.			
Other groups that primarily involve the production of ICT goods and services					
	2152	Electronic engineers			
	2153	Telecommunication engineers			
	2166	Graphic and multimedia designers			
	2356	Information technology trainers			
	2434	ICT sales professionals			
	3114	Electronics engineering technicians			
	7421	Electronics mechanics and services			
	7422	ICT installers and services			

ที่มา: OECD (2015)

⁵ การจัดประเภทอาชีพ International Standard Classification of Occupation (ISCO-08) เป็นมาตรฐานสากลในด้านการจำแนกอาชีพจัดทำโดยองค์กรแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Organization: ILO)

ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าการจำแนกประเภทอาชีพงานด้านดิจิทัลที่มีอยู่ยังคงค่อนข้างล้าสมัย ไม่ทันกับพัฒนาการทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เห็นได้จาก ไม่มีตำแหน่งงานใหม่ๆ หลายตำแหน่งงาน เช่น นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล (data scientist) นักจัดการระบบข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) และนักพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) องค์กรแรงงานระหว่างประเทศได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว และอยู่ในระหว่างการทบทวนการจำแนกประเภทอาชีพงานต่างๆ รวมทั้ง อาชีพงานด้านดิจิทัล (Hunter, 2015)

ตัวอย่างที่ดีของต่างประเทศในการนิยามกำลังคนด้านดิจิทัล เช่น สิงคโปร์ ซึ่งมีการปรับปรุงข้อมูลนิยามกำลังคนด้านดิจิทัลอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว กล่าวคือ ในการสำรวจกำลังคนด้านดิจิทัลประจำปีในปี 2559 ของสิงคโปร์ กำลังคนด้านดิจิทัลประกอบด้วย 2 กลุ่มหลัก (ตารางที่ 1.3) ได้แก่

- 1) นักวิชาชีพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Infocomm professional) หมายถึง บุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมทั้ง การวิเคราะห์ข้อมูลด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยขอบเขตของงานอาจรวมถึง การพัฒนา การจำหน่าย การนำไปใช้ การสนับสนุน การขายหรือการทำการตลาดของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ด้านคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บริการเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือคอนเทนต์ของมัลติมีเดีย โดยจำแนกเป็น 3 กลุ่มได้แก่
 - a. นักพัฒนาด้าน IT (IT development roles)
 - b. ผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างและโครงข่าย (network and infrastructure related job roles)
 - c. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่และสำคัญ (critical emerging tech specialists)
- 2) นักวิชาชีพด้านสื่อ (media professionals) หมายถึง บุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับคอนเทนต์ด้านสื่อ รวมทั้ง การพัฒนา การผลิต การดำเนินการ การจัดจำหน่าย การขาย และการตลาดของคอนเทนต์ด้านสื่อ โดยจำแนกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่
 - a. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อสร้างสรรค์ (creative media specialists)
 - b. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่ออื่นๆ (other media specialists)

ตารางที่ 1.3 ประเภทของกำลังคนด้านดิจิทัลของสิงคโปร์

ประเภท	ตำแหน่ง
1) Infocomm professionals	
1A) Technical IT Specialists	
<i>IT Development Specialists</i>	Software and applications manager
	Software/application developer (excluding website, games, mobile and social media)
	Multimedia and games developer, Website, mobile and social media software/app developer (excluding games)
	User Interface (UI) User Experience (UX) designer
	Enterprise/Systems Architect
	IT business analyst, Systems analyst, IT business process engineers
	Database administrator, IT service manager/IT project manager
	IT/Software product manager
	IT testing/quality assurance specialist/IT auditor
<i>Network and Infrastructure specialists</i>	Network and communications manager/IT infrastructure manager
	Network, servers and computer systems administrator
	Network engineer/Telecommunications engineer
	Virtualisation specialist/cloud operations specialist
<i>Critical emerging tech specialist</i>	Data analysts/Data scientists
	IT security specialists
	IT security operations analysts/ Engineers
	Infocomm research and development (R&D)
1B) Management, Sales or Operations	
	Infocomm Senior Management roles (e.g. Chief Information Officer (CIO), Chief Technology Officer (CTO), Chief IT Security Officer, Chief Data officer)
	Infocomm marketing and sales manager
	Infocomm marketing and sales representative
2) Media professionals	
<i>Creative media specialists</i>	Writer (e.g. screenwriter, film scriptwriter, writer-researcher, game story writer, narrative copywriter, continuity writer)
	Production management (e.g. production coordinator, assistant producer, production manager, line producer, producer, executive producer, digital media producer)
	Transmedia strategist/Transmedia producer/Narrative architect
	Television/Film/Casting director
	Editor
	Data wrangler
	Television/Film/Camera crew (e.g. Camera operator, Cinematographer and Director of Photography)

ประเภท	ตำแหน่ง
	Games artist (including Storyboard artist, Animator, 3D modeler and Creative Director)
	Games designer
	Visual effects artist (e.g. 3D Stereographer, Compositor, Technical Artist)
	Augmented Reality (AR)/Virtual Reality (VR) designer
Other media specialists	Games operation
	Community Manager/Game Master
	Digital/Social media marketing and sales manager

ที่มา: Infocomm Media Development Authority (IMDA)⁶

1.6 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนิยามและประเภทของกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย

ในการกำหนดนิยามและประเภทของกำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศไทย คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้ใช้การจำแนกประเภทอาชีพงานด้านดิจิทัล ISCO-08 ของ OECD (2015) และ Eurostat เป็นหลัก และเสริมด้วยอาชีพด้านดิจิทัลใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย

ICT managers, professional and associate professional occupations					
	133	ICT Service managers			
25	Information & communications technology professionals		35	Information and communications technician	
	251	Software & multimedia developers and analysts		351	ICT operations and user support technicians
		2511 System analysts			3511 ICT operations technicians
		2512 Software developers			3512 ICT user support technicians
		2513 Web & multimedia Developers			3513 Computer network and systems technicians
		2514 Applications programmers			3514 Web technicians
		2519 Software & multimedia developers and analysts, nec		352	Communications technicians
	252	Database & Network Professionals			3521 Broadcasting and audio-visual technicians
		2521 Database Designers and Administrators			3522 Telecommunications engineering technicians
		2522 Systems Administrators			
		2523 Computer Network Professionals			
		2529 Database and Network Professionals, nec.			

⁶ Media Development Authority, “Annual Survey on Infocomm Media Manpower 2016”, Infocomm, accessed April 12, 2018, https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/industry-development/fact-and-figures/infocomm-survey-reports/infocomm-media-manpower-survey-2016_public-report.pdf?la=en

Other groups that primarily involve the production of ICT goods and services			
		2152	Electronic engineers
		2153	Telecommunication engineers
		2166	Graphic and multimedia designers
		2356	Information technology trainers
		2434	ICT sales professionals
		3114	Electronics engineering technicians
		7421	Electronics mechanics and services
		7422	ICT installers and services
Other emerging technology specialists			
			Data analysts / Data Scientists
			ICT Security Specialist
			ICT Security operations analysts / engineers
			ICT research and development (R&D)

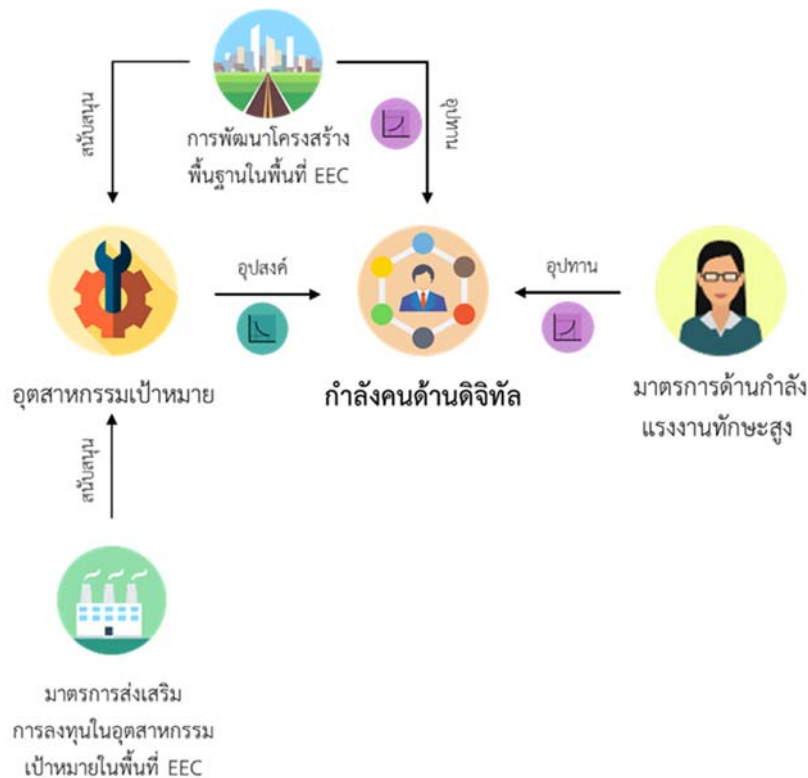
ที่มา: คณะผู้วิจัย

บทที่ 2 บริบทด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

นโยบายที่สำคัญของประเทศไทยเกี่ยวกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) (ภาพที่ 2.1) ได้แก่

- นโยบายส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เพื่อกระตุ้นการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งจะส่งผลต่ออุปสงค์หรือความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล
- นโยบายการพัฒนาและส่งเสริมกำลังแรงงานทักษะสูง ซึ่งเพิ่มอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีทักษะสูง เพื่อตอบสนองต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย
- นโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ EEC เพื่อดึงดูดการลงทุนของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ตลอดจน กำลังคนด้านดิจิทัลที่จะเข้ามาทำงานหรืออยู่อาศัยในพื้นที่

ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องและการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล

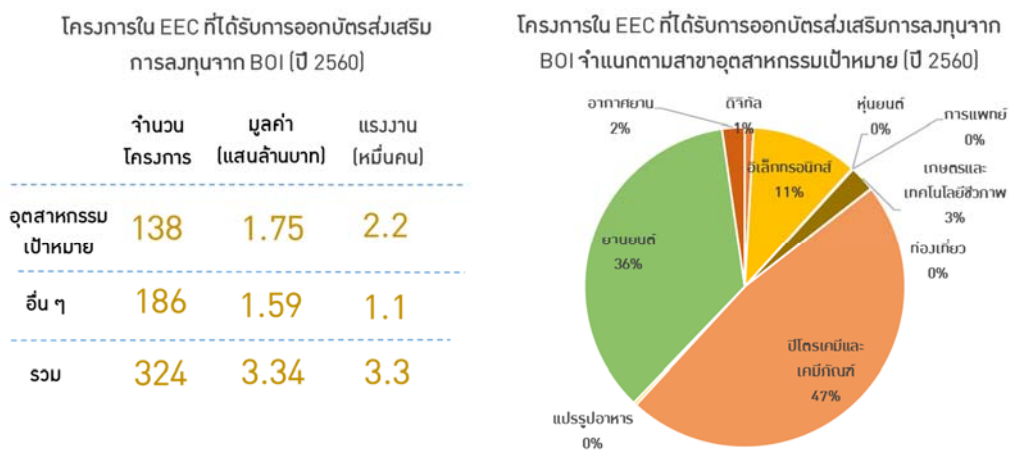


ที่มา: คณะผู้วิจัย

นโยบายส่งเสริมการลงทุนและโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว ส่วนหนึ่งส่งผลให้เกิดการลงทุนในพื้นที่ EEC มากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2560 โครงการในพื้นที่ EEC ที่ได้รับการออกบัตรส่งเสริมการลงทุน

จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) มีมูลค่าเงินลงทุน 3.34 แสนล้านบาท โดยคาดว่าจะจ้างงาน 3.3 หมื่นคน นอกจากนี้ มูลค่าเงินลงทุนประมาณครึ่งหนึ่งมาจากอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดการจ้างงาน 2.2 หมื่นคน ทั้งนี้ การลงทุนส่วนใหญ่ยังคงกระจุกอยู่ในอุตสาหกรรมหลักของไทย ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (ภาพที่ 2.2)

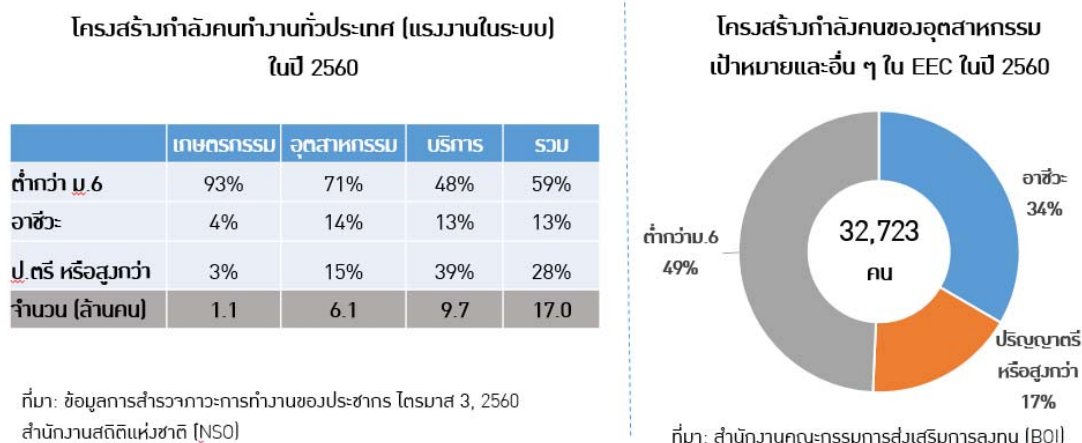
ภาพที่ 2.2 โครงการในพื้นที่ EEC ที่ได้รับการออกบัตรส่งเสริมการลงทุนจาก
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

อย่างไรก็ตาม กำลังคนเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเป้าหมายและพื้นที่ EEC แต่ข้อจำกัดด้านกำลังคนทักษะสูง ทำให้ไทยไม่สามารถก้าวข้ามไปผลิตกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงได้มากพอ กำลังคนทำงานใน EEC เกือบครึ่งหนึ่งมีระดับการศึกษาต่ำกว่า ม. 6 และที่เหลืออีกครึ่งหนึ่ง 2 ใน 3 จบการศึกษาระดับอาชีวะ และอีก 1 ใน 3 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า กำลังคนส่วนใหญ่ใน EEC ยังไม่ได้ทำกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงมากนัก แต่หากเปรียบเทียบกับทั่วประเทศ นับว่ายังใช้แรงงานทักษะสูงกว่า (ภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างกำลังคนทำงานในพื้นที่ EEC และทั่วประเทศ



2.1 นโยบายส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2550 ถึง 2559) เศรษฐกิจไทยมีการเติบโตไม่สูงมากนัก กล่าวคือ มีอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศอยู่ในช่วงร้อยละ -0.92 ถึง 7.69 คิดเป็นอัตราการเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.37 โดยเฉพาะ ในช่วงปี พ.ศ. 2556 ถึง 2559 ที่อัตราการเติบโตเฉลี่ยเหลือเพียงร้อยละ 2.8¹ ประกอบกับ ภาคอุตสาหกรรมยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนการผลิตให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในระดับที่สูงขึ้น รัฐบาลจึงมีความพยายามที่จะยกระดับเศรษฐกิจของประเทศไทยสู่ Thailand 4.0 ซึ่งเป็นเศรษฐกิจที่อยู่บนฐานความรู้ โดยการสนับสนุนอุตสาหกรรมเป้าหมาย 10 อุตสาหกรรม ซึ่งจะเป็นการต่อยอดอุตสาหกรรมเดิมที่ไทยมีพื้นฐานอยู่แล้ว 5 อุตสาหกรรม และส่งเสริมอุตสาหกรรมใหม่ที่ไทยมีศักยภาพ 5 อุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นกลไกขับเคลื่อนสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจไทยในระยะต่อไป ได้แก่²

- อุตสาหกรรมเดิม
 - อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่
 - อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ
 - อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ
 - อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ
 - อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร
- อุตสาหกรรมใหม่
 - อุตสาหกรรมหุ่นยนต์
 - อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์
 - อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและเคมีชีวภาพ
 - อุตสาหกรรมดิจิทัล
 - อุตสาหกรรมการแพทย์และสุขภาพครบวงจร

การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมในประเทศ ผ่านการส่งเสริมอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรและความพร้อมในหลายด้าน ดังนั้น รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) (ประกอบด้วย จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง) เป็นอันดับแรก เนื่องจาก พื้นที่ดังกล่าวมีโครงสร้างด้านการคมนาคมที่มีความพร้อมในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะ ท่าเรือแหลมฉบัง รวมทั้งยังเป็นฐานการผลิตของอุตสาหกรรมสำคัญ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและเคมี

¹ คณะผู้วิจัยคำนวณจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

² พระราชบัญญัติ เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พ.ศ. 2561, มาตรา 39, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 135 ตอนที่ 34 ก (15 พฤษภาคม 2561): 19-20.

มาตรการหลักที่รัฐบาลใช้ส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC คือ การให้สิทธิประโยชน์ต่างๆ แก่กิจการที่เข้ามาลงทุนตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยสิทธิประโยชน์ที่นักลงทุนได้รับจะมีทั้งด้านภาษีอากร และไม่ใช้ภาษีอากร (ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 2.4)

ภาพที่ 2.4 สิทธิประโยชน์ในการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC



ที่มา: คณะผู้วิจัย

2.1.1 สิทธิประโยชน์ในการลงทุนสำหรับทุกอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

สิทธิประโยชน์ในการลงทุนสำหรับทุกอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ประกอบด้วยสิทธิประโยชน์ด้านภาษีอากร และไม่ใช้ภาษีอากร โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) สิทธิได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุดไม่เกิน 15 ปี และ/หรือลดหย่อนภาษีดังกล่าว และยกเว้นอากรขาเข้า

กรณีที่ 1: กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายมีสิทธิได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุด 13 ปี รวมถึงการลดหย่อนหรือยกเว้นอากรขาเข้า ซึ่งแตกต่างกันตามประเภทกิจการที่กำหนดไว้ในประกาศที่เกี่ยวข้องของ พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน³ สำหรับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลดังกล่าว จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุดไม่เกิน 10 ปี ตามประเภทกิจการ (ตารางที่ 2.1) และสามารถขอยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติมอีก 1-3 ปี ตามคุณค่าของโครงการ (merit-based incentives)⁴ ภายใต้สิทธิประโยชน์

³ พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ. 2520 ได้รับการแก้ไขเพิ่มเติมมาโดยตลอด โดยการแก้ไขครั้งล่าสุดเกิดขึ้นเมื่อปี 2560 ผ่านพระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2560

⁴ สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขัน สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อกระจายความเจริญสู่ภูมิภาค และสิทธิประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรม (ดูเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ก)

เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขัน หากมีค่าใช้จ่ายในกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศหรือ อุตสาหกรรมโดยรวมมากขึ้น (ตารางที่ 2.2)

หากพิจารณาประเภทกิจการในแต่ละอุตสาหกรรมเป้าหมายพบว่า กิจการส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ จัดอยู่ในกลุ่มกิจการประเภท A1, A2 และ A3⁵ (ตารางที่ 2.3) ซึ่งได้สิทธิยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นระยะเวลา 5-8 ปี

ตารางที่ 2.1 สิทธิประโยชน์ส่งเสริมการลงทุนตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน จำแนกตามกลุ่มกิจการ

ประเภทสิทธิประโยชน์	กลุ่มกิจการ						กิจการด้านการพัฒนาเทคโนโลยี*
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	
ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	8 ปี**	8 ปี	5 ปี	3 ปี	-	-	10 ปี**
ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับการนำเข้าเครื่องจักร	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
ลดหย่อนอากรขาเข้าสำหรับวัตถุดิบและวัสดุจำเป็น	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับของที่นำเข้ามาเพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนา	✓***	-	-	-	-	-	✓
ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับวัตถุดิบหรือวัสดุจำเป็นสำหรับการผลิตเพื่อการส่งออก	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สิทธิประโยชน์อื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาษีและอากร****	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน⁶

- หมายเหตุ: * กิจการการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม และกิจการบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูงที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย (กิจการในหมวด 8)
- ** ได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล โดยไม่จำกัดวงเงินภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ได้รับการยกเว้น
- *** ยกเว้นอากรขาเข้าเฉพาะกิจการบางประเภท ได้แก่ กิจการวิจัยและพัฒนา กิจการเทคโนโลยีชีวภาพ (เฉพาะกิจการประเภท 7.12.1 – 7.12.4 ตามบัญชีประเภทกิจการที่ให้การส่งเสริมการลงทุนทั่วไป)
- **** อนุญาตให้นำเข้าคนต่างด้าวเข้ามาเพื่อศึกษาสู่ทางการลงทุน ให้นำช่างฝีมือและผู้ชำนาญการเข้ามาทำงานในกิจการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน ให้ถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน และให้ส่งออกเงินตราต่างประเทศ

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม จำแนกตามสัดส่วนค่าใช้จ่ายต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรก

ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม	สัดส่วนของค่าใช้จ่ายต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรกสำหรับกิจการทั่วไป	สัดส่วนของค่าใช้จ่ายต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรกสำหรับ SMEs
1 ปี	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 หรือ 200 ล้านบาท	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
2 ปี	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 หรือ 400 ล้านบาท	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1
3 ปี	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 หรือ 600 ล้านบาท	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน⁷

⁵ ดูรายละเอียดประเภทของกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายได้ที่ตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข

⁶ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, คู่มือการขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2561 (กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2561), 7 และ 15, สืบค้นเมื่อวันที่ 26 เมษายน 2561, http://www.boi.go.th/newboi/upload/content/BOI_A_Guide_2018_TH_5a_e963f9f13e7.pdf.

⁷ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, คู่มือการขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2561, 17.

ตารางที่ 2.3 สิทธิประโยชน์สำหรับการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำแนกตามกลุ่มกิจการ

อุตสาหกรรมเป้าหมาย	กลุ่มกิจการ						
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	การพัฒนาเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่	-	✓	✓	✓	✓	-	-
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
อุตสาหกรรมเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร	✓	✓	✓	✓	-	-	-
อุตสาหกรรมหุ่นยนต์	✓	✓	✓	-	-	-	-
อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและเคมีชีวภาพ	-	✓	✓	-	-	-	-
อุตสาหกรรมดิจิทัล	✓	-	✓	-	-	-	✓
อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร	✓	✓	✓	✓	-	-	-

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมจากบัญชีประเภทกิจการที่ให้การส่งเสริมการลงทุน

กรณีที่ 2: กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่อยู่ในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษใน EEC

กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่อยู่ในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษใน EEC จะได้รับสิทธิพิเศษเพิ่มเติมตาม พ.ร.บ. เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พ.ศ. 2561 และประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 3/2561 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก⁸ กล่าวคือ จะได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติมอีก 2 ปี รวมสูงสุดเป็น 15 ปี และ/หรือลดหย่อนภาษีดังกล่าวเพิ่มเติมในอัตราร้อยละ 50 ของอัตราปกติ สูงสุดไม่เกิน 5 ปี หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล⁹ โดยสิทธิประโยชน์จะแตกต่างกันไปตามประเภทของเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ (ตารางที่ 2.4)

ทั้งนี้ กิจการที่ขอรับการส่งเสริมการลงทุนต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขสำคัญคือ ต้องร่วมมือกับสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย หรือศูนย์ความเป็นเลิศ (Center of Excellence) เช่น ความร่วมมือในโครงการ Talent Mobility โครงการบูรณาการเรียนรู้กับการทำงาน (Work-integrated Learning: WiL) ด้วยการรับนักเรียนหรือนักศึกษาเข้าฝึกอาชีพตามสัดส่วนที่กำหนด

⁸ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, “ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 3/2561 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก,” 31 มกราคม 2561.

⁹ กิจการจะไม่สามารถรับสิทธิประโยชน์จากการลงทุน EEC ร่วมกับสิทธิและประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรม

ตารางที่ 2.4 สิทธิประโยชน์ด้านภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับการลงทุนในพื้นที่ EEC

เขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ ¹⁰	สิทธิประโยชน์ด้านภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม		สัดส่วนนักเรียนหรือนักศึกษาต่อพนักงานทั้งหมดในโครงการที่ขอรับการส่งเสริม
	ยกเว้น	ลดหย่อน อัตรา ร้อยละ 50	
1. เขตส่งเสริมพิเศษเฉพาะทาง ¹¹	2 ปี	5 ปี	ร้อยละ 10 หรือไม่น้อยกว่า 50 คน
1.1 เขตส่งเสริมเมืองการบินภาคตะวันออก			
1.2 เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก			
1.3 เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล			
2. เขตส่งเสริมเพื่อกิจการอุตสาหกรรมเป้าหมาย	-	5 ปี	ร้อยละ 10 หรือไม่น้อยกว่า 50 คน
3. นิคมอุตสาหกรรมหรือเขตอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริม ¹²	-	3 ปี	ร้อยละ 5 หรือไม่น้อยกว่า 25 คน

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน¹³

กรณีที่ 3: กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายภายใต้ พ.ร.บ. การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560

กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายภายใต้ พ.ร.บ. การเพิ่มขีดความสามารถฯ (ดูนิยามของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ในกล่องข้อความที่ 2.1) มีสิทธิได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุดไม่เกิน 15 ปี โดยขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของคณะกรรมการนโยบายเพิ่มขีดความสามารถฯ และได้รับสิทธิประโยชน์อื่นๆ ด้านการยกเว้น อากรขาเข้าเช่นเดียวกับนักลงทุนภายใต้ พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน

กล่องข้อความที่ 2.1 ความหมายของอุตสาหกรรมเป้าหมายภายใต้ พ.ร.บ. การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560

“อุตสาหกรรมเป้าหมาย” หมายถึง อุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับศักยภาพของประเทศ สร้างประโยชน์อย่างสูงต่อเศรษฐกิจ สังคม และความมั่นคงของประเทศ และสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศได้อย่างยั่งยืน ซึ่งต้องเป็น อุตสาหกรรมประเภทใหม่ที่ไม่เคยมีการผลิตหรือการให้บริการในประเทศมาก่อน หรือเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยี ใหม่ หรือใช้ความรู้ในการผลิตขั้นสูงเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาและส่งเสริมนวัตกรรม

ที่มา: พ.ร.บ. การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560¹⁴

¹⁰ ดูเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษที่ผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกได้ที่ ภาคผนวก ค

¹¹ ดูประเภทกิจการเป้าหมายที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษดังกล่าวได้ที่ตารางที่ ข.2 ในภาคผนวก ข

¹² ดูประเภทกิจการเป้าหมายที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษดังกล่าวได้ที่ตารางที่ ข.3 ในภาคผนวก ข

¹³ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, “ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 3/2561 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก.”

¹⁴ พระราชบัญญัติ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ.2560, มาตรา 3, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฎกระทรวง เล่ม 134 ตอนที่ 19 ก (13 กุมภาพันธ์ 2560): 1-2.

2) สิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษีอากร

กรณีที่ 1: กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากบีโอไออาจได้รับสิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษีอากร¹⁵ เช่น

- สิทธิได้รับการอนุญาตให้นำคนต่างด้าวซึ่งเป็นช่างฝีมือ ผู้ชำนาญการ คู่สมรสและบุคคลซึ่งอยู่ในอุปการะ เข้ามาและอยู่ในประเทศไทยได้
- สิทธิในการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินเพื่อประกอบกิจการที่ได้รับการส่งเสริม
- สิทธิได้รับการอนุญาตให้นำเงินเข้าและส่งออกเป็นเงินตราต่างประเทศได้

กรณีที่ 2: กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่อยู่ในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษในพื้นที่ EEC

กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่อยู่ในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษในพื้นที่ EEC อาจได้รับสิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษีอากร¹⁶ เพิ่มเติมจากกิจการในกรณีที่ 1 เช่น

- สิทธิในการถือกรรมสิทธิ์ที่ดินเพื่อประกอบกิจการ หรือห้องชุดเพื่อการประกอบกิจการหรือการอยู่อาศัย โดยได้รับการยกเว้นจากการจำกัดสิทธิของคนต่างด้าวตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
- สิทธิในการเช่าที่ดินเป็นระยะเวลา 50 ปี และอาจต่อสัญญาเช่าได้ไม่เกิน 49 ปี
- สิทธิในการลดหย่อนภาษี สิทธิเกี่ยวกับการเข้าเมืองและการขออนุญาตทำงานของบุคคลผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษที่เข้ามาประกอบกิจการหรือทำงานในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ รวมทั้งคู่สมรส บุพการี และบุตร (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 2.2.1)
- สิทธิในการนำคนต่างด้าว เช่น ผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ ผู้บริหารหรือผู้ชำนาญการ และคู่สมรสและบุคคลซึ่งอยู่ในอุปการะ ในการเข้ามาและอยู่ในประเทศไทย ตลอดจน สิทธิไม่ต้องรับใบอนุญาตทำงานตามกฎหมายว่าด้วยการบริหารจัดการการทำงานของคนต่างด้าว (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 2.2.1)
- สิทธิได้รับยกเว้นไม่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการแลกเปลี่ยนเงินทั้งหมดหรือบางส่วน และสามารถใช้จ่ายเงินตราต่างประเทศเพื่อชำระค่าสินค้าหรือบริการระหว่างผู้ประกอบการในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ
- สิทธิสำหรับผู้ประกอบกิจการในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ หรือผู้ประกอบการวิชาชีพที่เป็นประโยชน์ต่อเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ สามารถประกอบวิชาชีพนั้นเพื่อกิจการในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษได้ แม้ว่า เป็นกรณีที่มีการประกอบวิชานั้นมีกฎหมายกำหนดให้ผู้ประกอบวิชาชีพหรือผู้ขออนุญาตต้องมีสัญชาติไทยหรือต้องได้รับอนุญาต จดทะเบียน หรือรับรองก่อนการประกอบวิชาชีพตามกฎหมาย

¹⁵ พระราชบัญญัติ ส่งเสริมการลงทุน พ.ศ.2520, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 94 ตอนที่ 38 (4 พฤษภาคม 2560). และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ปี พ.ศ. 2534, 2544 และ 2560

¹⁶ พระราชบัญญัติ เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พ.ศ. 2561, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฎหมาย เล่ม 135 ตอนที่ 34 ก (15 พฤษภาคม 2561).

- สิทธิสำหรับผู้ขอรับใบอนุญาตผลิตอากาศยาน ผู้ขอรับใบอนุญาตผลิตส่วนประกอบสำคัญของอากาศยาน และผู้ขอรับใบรับรองหน่วยซ่อมซึ่งประกอบกิจการในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ ได้รับการยกเว้นโดยไม่ต้องปฏิบัติตามข้อบังคับ ได้แก่ การเป็นนิติบุคคล บริษัทจำกัด หรือบริษัทมหาชนจำกัด ที่จดทะเบียนตามกฎหมายไทยและมีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ในประเทศไทย ตลอดจนการมีทุนจดทะเบียนซึ่งเป็นของผู้มีสัญชาติไทยไม่น้อยกว่าร้อยละ 51 ของทุนทั้งหมด และอำนาจการบริหารต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของบุคคลผู้มีสัญชาติไทย
- สิทธิประโยชน์ในการได้รับอนุมัติ อนุญาต และความเห็นชอบในการรับจดทะเบียนจากเลขาธิการคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก หากเกี่ยวข้องกับกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดิน กฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร กฎหมายว่าด้วยการจดทะเบียนเครื่องจักร กฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข กฎหมายว่าด้วยคนเข้าเมือง กฎหมายว่าด้วยทะเบียนพาณิชย์ กฎหมายว่าด้วยโรงงาน และกฎหมายว่าด้วยการจัดสรรที่ดิน

กรณีที่ 3: กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายภายใต้ พ.ร.บ. การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560

กิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายภายใต้ พ.ร.บ. การเพิ่มขีดความสามารถฯ จะได้รับสิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษีอากร¹⁷ เพิ่มเติมจากกิจการในกรณีที่ 1 เช่น สิทธิประโยชน์ในการได้รับเงินสนับสนุนจาก “กองทุนเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย¹⁸” เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุน การวิจัยและพัฒนา การส่งเสริมนวัตกรรม หรือการพัฒนาบุคลากรเฉพาะด้านของกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

2.1.2 มาตรการสนับสนุนรายอุตสาหกรรม

นอกจากการให้สิทธิประโยชน์ในการลงทุนสำหรับทุกอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC แล้ว ภาครัฐยังได้ออกมาตรการสนับสนุนรายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ และอุตสาหกรรมดิจิทัล (ภาพที่ 2.5)

มาตรการดังกล่าวอาจจำแนกเป็น 3 ประเภทหลักคือ

- 1) การจัดตั้งสถาบันหรือศูนย์ทดสอบเพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และการทดสอบของกิจการในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

¹⁷ พระราชบัญญัติ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ.2560, มาตรา 28, 30 และ 38, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 134 ตอนที่ 19 ก (13 กุมภาพันธ์ 2560): 8-10.

¹⁸ ในระยะเริ่มแรก รัฐบาลจัดสรรเงินให้กับกองทุนดังกล่าวจำนวนทั้งสิ้น 10,000 ล้านบาท

- 2) การกระตุ้นอุปสงค์ของสินค้าหรือบริการเพื่อสร้างการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะใน อุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ (new S-curve) เช่น อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ และ อุตสาหกรรมดิจิทัล
- 3) การสนับสนุนทางการเงิน รวมถึงการลดหย่อนอากรขาเข้าวัตถุดิบและวัสดุจำเป็น เช่น อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ

ภาพที่ 2.5 มาตรการสนับสนุนรายอุตสาหกรรม



ที่มา: คณะผู้วิจัย

• อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

โครงการจัดตั้งศูนย์ทดสอบยานยนต์และยางล้อแห่งชาติ ในจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นการดำเนินงานของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) ตามมติของคณะรัฐมนตรี โดยการก่อสร้างในระยะแรก ซึ่งได้แก่ สนามทดสอบยางล้อ R117 ห้องทดสอบและปฏิบัติการมาตรฐานยางล้อ คาดว่าจะแล้วเสร็จภายในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2561¹⁹

¹⁹ “‘อุตสาหกรรม’ ดันการค้าอาหาร-ผลไม้ รับปากเอกชนในที่ประชุม ครม.สั่งจร แก้ปัญหาหนี้ SME ภาคตะวันออก,” ประชาชาติธุรกิจ, 5 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.prachachat.net/economy/news-112498>.

- **อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ**

โครงการจัดตั้งสถาบันไอโอที (IoT Institute)²⁰ ในเขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล (Digital Park Thailand) ในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นศูนย์ทดสอบเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลสำหรับอุปกรณ์และระบบอัจฉริยะ และศูนย์กลางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีดิจิทัลจากนักลงทุนต่างชาติ ทั้งนี้ สถาบันจะดำเนินงานร่วมกับเครือข่ายพันธมิตรไอโอทีแห่งประเทศไทย (ไอโอที อลิอันซ์)

- **อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ**

ภายใต้มาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต²¹ กิจกรรมที่ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตจะได้รับสิทธิประโยชน์ ดังนี้

- ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักร
- ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นระยะเวลา 3 ปี ในอัตราร้อยละ 50 ของเงินลงทุน (ไม่รวมค่าที่ดินและทุนหมุนเวียนในการปรับปรุง) และในอัตราร้อยละ 100 ของเงินลงทุน หากมีการใช้เครื่องจักรที่มีการเชื่อมโยงหรือสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรระบบอัตโนมัติในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของมูลค่าเครื่องจักรที่มีการปรับเปลี่ยน

- **อุตสาหกรรมดิจิทัล**

ภายใต้มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนการเริ่มต้นธุรกิจอุตสาหกรรมดิจิทัล²² วิสาหกิจเริ่มต้นจะได้รับการสนับสนุนในลักษณะของเงินให้เปล่า และ/หรือ เงินสนับสนุนแบบมีเงื่อนไข (โดยให้สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลเข้าถือหุ้นเป็นการแลกเปลี่ยน) เพื่อเริ่มต้นธุรกิจในอุตสาหกรรมดิจิทัล ตั้งแต่การจัดทำแผนของโครงการการจัดตั้งธุรกิจ (DEPA Conceptual Plan, S1) ระหว่างจัดตั้งธุรกิจ (DEPA Startup Fund, S2) ไปจนถึง การขยายธุรกิจให้เติบโต (DEPA Investment for Growth, S3) (ตารางที่ 2.5)

²⁰ “ตีป่าดิงนักลงทุนญี่ปุ่นสร้างนวัตกรรมไอโอที,” เดลินิวส์, 20 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.dailynews.co.th/it/628346>.

²¹ ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 9/2560 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต, ข้อ 3, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 134 ตอนพิเศษ 296 ง (30 พฤศจิกายน 2560): 36-37.

²² สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, “ประกาศสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล เรื่อง การใช้มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนในลักษณะการช่วยเหลือหรือการอุดหนุนของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล,” 31 มกราคม 2561.

ตารางที่ 2.5 การสนับสนุนด้านเงินทุนสำหรับวิสาหกิจเริ่มต้นด้านดิจิทัล

	S1	S2	S3
วงเงิน	ไม่เกิน 5 หมื่นบาท	ไม่เกิน 1 ล้านบาท	ไม่เกิน 5 ล้านบาท
ประเภท	เงินให้เปล่า	เงินให้เปล่า และแบบมีเงื่อนไข	เงินสนับสนุนแบบมีเงื่อนไข
กลุ่มเป้าหมาย	บุคคลธรรมดา นักเรียน นักศึกษา รวมถึงกลุ่มบุคคลที่ยังไม่ได้จดทะเบียนเป็นนิติบุคคล	วิสาหกิจเริ่มต้นที่อยู่ในระหว่างจดทะเบียนเป็นนิติบุคคล หรือ จัดตั้งแล้วแต่ไม่เกิน 3 ปี	วิสาหกิจเริ่มต้นที่จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลแล้วแต่ไม่เกิน 5 ปี
ตัวอย่างประเภทค่าใช้จ่ายที่ให้การสนับสนุน	- ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ - ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง - ค่าจัดทำแผนธุรกิจ ค่าวิจัยการตลาด	- ค่าจัดทำหรือยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา - ค่าใช้จ่ายในการขอรับรองมาตรฐาน - ค่าใช้จ่ายเพื่อศึกษาการพัฒนาอุตสาหกรรมดิจิทัล - ค่าใช้จ่ายสำหรับการทำผลิตภัณฑ์หรือบริการต้นแบบ	- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินธุรกิจ การบริหารโครงการเงินทุนหมุนเวียน - ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องจักร อุปกรณ์ เทคโนโลยี

ที่มา: สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล²³

นอกจากนี้ ภายใต้มาตรการสนับสนุนการเข้าถึงแหล่งเงินทุนสำหรับวิสาหกิจเริ่มต้นด้านดิจิทัล²⁴ วิสาหกิจเริ่มต้นด้านดิจิทัล (digital startup) จะได้รับการสนับสนุนด้านการเข้าถึงแหล่งเงินทุนจากสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ด้วยการให้การค้ำประกันเงินกู้ผ่านความร่วมมือกับบริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม (บสย.) โดยจะแบ่งกลุ่มการให้การค้ำประกันเงินกู้ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- กลุ่มวิสาหกิจเริ่มต้นด้านดิจิทัล โดยจะให้วงเงินไม่เกิน 1 ล้านบาท สำหรับบุคคลธรรมดา และไม่เกิน 5 ล้านบาท สำหรับนิติบุคคล
- กลุ่มนวัตกรรมและเทคโนโลยี โดยจะให้วงเงินไม่เกิน 1 ล้านบาท สำหรับบุคคลธรรมดา และไม่เกิน 20 ล้านบาท สำหรับนิติบุคคล

สำหรับมาตรการเพื่อกระตุ้นการเติบโตของอุตสาหกรรมดิจิทัล รัฐบาลได้ดำเนินมาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์²⁵ โดยกิจการที่มีทุนที่ชำระแล้วไม่เกิน 5 ล้านบาท และมีรายได้จากการขายสินค้าและบริการไม่เกิน 30 ล้านบาท จะได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลในอัตราร้อยละ 100 ของค่าใช้จ่ายด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ชำระให้แก่ผู้ประกอบการด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ผู้ขาย ผู้รับจ้างทำ และผู้ให้บริการโปรแกรมคอมพิวเตอร์) ที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล เฉพาะในส่วนที่ไม่เกินจำนวน 1 แสนบาท

²³ เรื่องเดียวกัน²⁴ “depa เผย 4 มาตรการส่งเสริมและสนับสนุน Digital Startup,” สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.depa.or.th/th/article/depa-เผย-4-มาตรการส่งเสริมและสนับสนุน-digital-startup>.²⁵ พระราชกฤษฎีกา ออกตามความในประมวลรัษฎากร ว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 647), มาตรา 4, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 134 ตอนที่ 113 ก (31 ตุลาคม 2560): 5.

- อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ

ภายใต้มาตรการลดหย่อนอากรขาเข้าสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ²⁶ กิจกรรมจะได้ลดหย่อนอากรขาเข้าสำหรับวัตถุดิบและวัสดุจำเป็นที่นำเข้ามาผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศให้แก่กิจการในอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพและเคมีชีวภาพที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน ในอัตราร้อยละ 90 ของอัตราปกติ เป็นระยะเวลา 3 ปี หรือจนกว่าจะสามารถผลิตได้ในประเทศ

2.2 นโยบายการพัฒนาและส่งเสริมกำลังแรงงานทักษะสูง

การเปลี่ยนผ่านโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่ผลิตโดยใช้แรงงานราคาถูกไปสู่การผลิตที่มีผลิตภาพสูงและมีนวัตกรรมผ่านการสนับสนุนอุตสาหกรรมเป้าหมายจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรที่มีทักษะสูง โดยมาตรการที่ช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านในระยะสั้นก็คือ การดึงดูดบุคลากรที่มีทักษะสูงจากต่างประเทศเข้ามาทำงานในประเทศไทย ขณะเดียวกัน มาตรการเพื่อพัฒนากำลังคนในประเทศให้เป็นแรงงานทักษะสูงควรดำเนินการอย่างจริงจังและสม่ำเสมอควบคู่ไปด้วย

2.2.1 สิทธิประโยชน์เพื่อดึงดูดบุคลากรต่างชาติทักษะสูงและนักลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ที่ผ่านมา นโยบายแรงงานต่างด้าวของไทยไม่เอื้อต่อการดึงดูดบุคลากรทักษะสูงจากต่างประเทศ เช่น การมีใบอนุญาตทำงานเพียงประเภทเดียว และไม่มีมาตรการจูงใจที่ให้สิทธิพิเศษแก่แรงงานต่างชาติที่มีทักษะสูง รวมทั้งกระบวนการอนุมัติให้ชาวต่างชาติทำงานในประเทศยังมีความยุ่งยาก เพราะอำนาจการตัดสินใจกระจายอยู่ในหลายหน่วยงาน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ประเทศไทยได้เริ่มดำเนินนโยบายการให้สิทธิประโยชน์บางประการเพื่อดึงดูดแรงงานทักษะสูงจากต่างประเทศ เช่น การให้วีซ่าแบบพิเศษแก่ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร นักลงทุน และผู้ประกอบการวิสาหกิจเริ่มต้นชาวต่างชาติ และการลดหย่อนภาษีในอัตราร้อยละ 17 สำหรับแรงงานทักษะสูง

- การตรวจลงตราประเภทคนอยู่ชั่วคราวเป็นกรณีพิเศษ (Smart Visa)²⁷

สมาร์ทวีซ่า เป็นวีซ่าประเภทพิเศษที่ใช้สำหรับดึงดูดแรงงานต่างด้าวทักษะสูง ซึ่งเข้ามาทำงานให้กับกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย อันได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทักษะสูง นักลงทุน ผู้บริหารระดับสูง และผู้ประกอบการวิสาหกิจเริ่มต้น (รวมถึงคู่สมรสและบุตรของบุคลากรดังกล่าว) โดยแรงงานเหล่านี้จะได้รับสิทธิจากวีซ่ารูปแบบใหม่ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.6

²⁶ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, “ประกาศสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ป.6/2558 เรื่อง การส่งเสริมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ,” 25 มิถุนายน 2558.

²⁷ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, สมาร์ทวีซ่า (SMART Visa) (กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2561), 2-5, สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.boi.go.th/upload/smart%20visa%20details_Thai_25Jan%202018_51278.pdf.

ตารางที่ 2.6 สิทธิที่ได้รับจากสมาร์ทวิซ่า

สิทธิที่ได้รับ	ผู้เชี่ยวชาญทักษะสูง	นักลงทุน	ผู้บริหารระดับสูง	ผู้ประกอบการ วิสาหกิจเริ่มต้น
อายุการใช้งานวีซ่า	ระยะเวลาตามสัญญา จ้าง แต่ครั้งละไม่เกิน 4 ปี	ครั้งละไม่เกิน 4 ปี	ระยะเวลาตามสัญญา จ้าง แต่ครั้งละไม่เกิน 4 ปี	ครั้งแรก 1 ปี และ ขยายให้ครั้งละไม่ เกิน 2 ปี
การขอใบอนุญาตทำงาน	ไม่ต้องขอใบอนุญาตทำงานสำหรับการทำงานในตำแหน่งและกิจการหรือหน่วยงานของรัฐที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง			
ความถี่ของการรายงานตัว	รายงานตัวทุก 1 ปี (เดิม 90 วัน)			
การเดินทางกลับเข้ามาใน อาณาจักร	สามารถเดินทางกลับเข้ามาในราชอาณาจักรอีกได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง			
อายุการใช้งานวีซ่าของ คู่สมรสและบุตร	เช่นเดียวกับผู้ได้รับสิทธิหลัก			
สิทธิในการทำงานของ คู่สมรสและบุตร	ทำงานได้โดยไม่ต้องขออนุญาตใบทำงาน (ต้องไม่เป็นการทำงานต้องห้ามสำหรับคนต่างด้าว)			

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน²⁸

หากพิจารณาคุณสมบัติของผู้ที่ยื่นขอสมาร์ทวิซ่าจะพบว่า ยังมีการกำหนดเงื่อนไขที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้มีเพียงแรงงานทักษะสูงเท่านั้นที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนด อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังมีความต้องการแรงงานทักษะปานกลางด้วยเช่นกัน ดังนั้น การกำหนดคุณสมบัติที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าจะช่วยส่งเสริมให้มีแรงงานทักษะปานกลางเข้ามาทำงานในไทยมากขึ้น ทั้งนี้ คุณสมบัติของผู้ที่ยื่นขอสมาร์ทวิซ่าประเภทต่างๆ มีรายละเอียด ดังนี้²⁹

1) ผู้เชี่ยวชาญทักษะสูง

- เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการรับรองความเชี่ยวชาญ โดยหน่วยงานในเครือข่ายของศูนย์บุคลากรทักษะสูง (Strategic Talent Center: STC) ยกเว้นกรณีที่เข้ามาทำงานในหน่วยงานของรัฐ จะต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานนั้น
- ทำงานในกิจการที่ได้รับการรับรองว่าเป็นธุรกิจนวัตกรรมเป้าหมาย โดยหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ และสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล กรณีที่เข้ามาทำงานให้กับหน่วยงานของรัฐ จะต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานนั้น
- เงินเดือนไม่น้อยกว่า 2 แสนบาทต่อเดือน หรือเทียบเท่า (ไม่รวมค่าตอบแทนอื่น)
- มีสัญญาจ้างหรือสัญญาบริการ ที่มีระยะเวลาเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ยื่นขอรับรองคุณสมบัติ หรือมีหลักฐานความร่วมมือกับหน่วยงานของรัฐ

²⁸ เรื่องเดียวกัน

²⁹ ประกาศสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ ป.4/2561 เรื่อง คุณสมบัติ หลักเกณฑ์ และเงื่อนไข สำหรับการตรวจลงตราประเภทคนอยู่ชั่วคราวเป็นกรณีพิเศษ (Smart Visa), ข้อ 2, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 57 ง (12 มีนาคม 2561): 19-21.

2) นักลงทุน

- มีการลงทุนโดยตรงในนามของผู้ลงทุนในกิจการที่ใช้เทคโนโลยีเป็นฐานในกระบวนการผลิตหรือการให้บริการ และอยู่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ไม่น้อยกว่า 20 ล้านบาท โดยต้องคงการลงทุนไว้ไม่น้อยกว่าวงเงินดังกล่าว ตลอดระยะเวลาที่ได้รับสิทธิอยู่ชั่วคราวเป็นกรณีพิเศษ
- กิจการที่จะจัดตั้งขึ้น หรือรับการลงทุนจากผู้ขอ จะต้องได้รับการรับรองว่าเป็นกิจการที่ใช้เทคโนโลยีเป็นฐานในกระบวนการผลิตหรือการให้บริการ และอยู่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

3) ผู้บริหารระดับสูง

- เงินเดือนไม่น้อยกว่า 2 แสนบาทต่อเดือน หรือเทียบเท่า (ไม่รวมค่าตอบแทนอื่น)
- มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่าขึ้นไป และมีประสบการณ์ในการทำงานในสายงานที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 10 ปี
- มีสัญญาจ้างกับกิจการในไทย หรือกิจการในต่างประเทศ ซึ่งกำหนดให้ทำงานในไทย โดยสัญญาจ้างต้องมีระยะเวลาเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ยื่นขอรับรองคุณสมบัติ
- ทำงานในตำแหน่งผู้บริหารระดับสูง เช่น ประธานกรรมการ กรรมการผู้จัดการ ในกิจการที่ได้รับการรับรองโดยหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องว่าเป็นกิจการที่ใช้เทคโนโลยีเป็นฐานในการผลิตหรือให้บริการ และอยู่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

4) ผู้ประกอบการวิสาหกิจเริ่มต้น

- มีบัญชีเงินฝากประจำที่เปิดในไทยหรือต่างประเทศที่มีระยะเวลาเหลือไม่น้อยกว่า 1 ปี และไม่น้อยกว่า 6 แสนบาท หรือเทียบเท่า กรณีมีผู้ติดตาม (คู่สมรสและบุตรที่ขอบด้วยกฎหมาย) จะต้องมียอดบัญชีเงินฝากประจำดังกล่าว เพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 1.8 แสนบาทต่อคน หรือเทียบเท่า
- ต้องมีกรรมธรรม์ประกันสุขภาพคุ้มครองตลอดระยะเวลาที่พำนักในประเทศ (รวมถึงผู้ติดตาม ซึ่งเป็นคู่สมรสและบุตรที่ขอบด้วยกฎหมาย)
- ได้รับการรับรองการเข้าร่วมโครงการบ่มเพาะ (Incubation) หรือโครงการเร่งการเติบโต (Accelerator) หรือโครงการอื่นในลักษณะเดียวกัน (โครงการต้องอยู่ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย) จากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ และสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ในกรณีที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการบ่มเพาะ จะต้องมีการร่วมลงทุนจากภาครัฐ หรือได้รับการรับรองจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล
- จัดตั้งกิจการในไทยภายใน 1 ปี นับจากวันที่ได้รับอนุญาตให้อยู่ชั่วคราวในไทย และกิจการจะต้องได้รับการรับรองว่าเป็นกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ และสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล และจะต้องเป็นผู้ถือหุ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของทุนจดทะเบียน หรือเป็นกรรมการของบริษัท

● การลดหย่อนภาษีเพื่อดึงดูดแรงงานทักษะสูง^{30, 31, 32}

แรงงานทักษะสูงอันได้แก่ ผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือนักวิจัย ที่มีเงินได้จากการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมายอย่างน้อย 200,000 บาทต่อเดือน สามารถเสียภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาในอัตราร้อยละ 17 หากเป็นลูกจ้างของนิติบุคคลที่ประกอบกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ EEC และได้รับสิทธิประโยชน์ตามประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 4/2560 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก โดยผู้ที่ใช้สิทธิลดหย่อนภาษีเป็นครั้งแรกจะต้องไม่ได้พำนักรอยู่ในไทย หรือพำนักรในไทยไม่เกิน 180 วัน ก่อนปีภาษีที่ใช้สิทธิ สำหรับตัวอย่างกลุ่มผู้มีสิทธิดังกล่าว เช่น ชาวต่างชาติ คนไทยที่ไปทำงานในต่างประเทศ ทั้งนี้ ผู้มีสิทธิทั้ง 3 ประเภท จะต้องมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขดังนี้

1) ผู้บริหาร

- มีประสบการณ์ทำงานในต่างประเทศในตำแหน่งระดับผู้จัดการฝ่ายหรือเทียบเท่าขึ้นไป และต้องทำงานในต่างประเทศในทุกตำแหน่งรวมกันตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป หรือ
- มีประสบการณ์ทำงานในต่างประเทศในตำแหน่งระดับผู้จัดการฝ่ายหรือเทียบเท่าขึ้นไปตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป และต้องทำงานในต่างประเทศในทุกตำแหน่งรวมกับตำแหน่งระดับผู้จัดการฝ่ายหรือเทียบเท่าขึ้นไปรวมกันแล้วตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

2) ผู้เชี่ยวชาญ

- ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่าขึ้นไป
- ต้องปฏิบัติงานในด้านที่เกี่ยวข้องหรือเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเป้าหมายนั้นๆ
- ต้องมีประสบการณ์การทำงานในต่างประเทศในด้านที่เกี่ยวข้องหรือเป็นประโยชน์แก่การนำมาปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมเป้าหมายของกิจการนั้น ดังนี้
 - กรณีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ต้องมีประสบการณ์ในด้านดังกล่าวไม่น้อยกว่า 10 ปี
 - กรณีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป ต้องมีประสบการณ์ในด้านดังกล่าวไม่น้อยกว่า 8 ปี

3) นักวิจัย

- ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก

³⁰ พระราชกฤษฎีกา ออกตามความในประมวลรัษฎากร ว่าด้วยการลดอัตราภาษี (ฉบับที่ 641), มาตรา 4, 5 และ 6, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฎหมาย เล่ม 134 ตอนที่ 72 ก (1 กรกฎาคม 2560): 19-20.

³¹ ประกาศอธิบดีกรมสรรพากร เกี่ยวกับภาษีเงินได้ (ฉบับที่ 306) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข เพื่อการลดอัตราภาษีเงินได้ สำหรับเงินได้ที่ได้รับตามสัญญาจ้างแรงงานของผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือนักวิจัย จากการเป็นลูกจ้างในบริษัท หรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคลที่ประกอบกิจการอุตสาหกรรมเป้าหมาย, ข้อ 1 และ 2, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 134 ตอนที่ 85 ง (19 ตุลาคม 2560): 103-105.

³² ประกาศอธิบดีกรมสรรพากร เกี่ยวกับภาษีเงินได้ (ฉบับที่ 310) เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข เพื่อการลดอัตราภาษีเงินได้ สำหรับเงินได้ที่ได้รับตามสัญญาจ้างแรงงานของผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือนักวิจัย จากการเป็นลูกจ้างในบริษัท หรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคลที่ประกอบกิจการอุตสาหกรรมเป้าหมาย, ข้อ 1 และ 2, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 134 ตอนที่ 94 ง (23 พฤศจิกายน 2560): 57-58.

- ปฏิบัติงานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมายหรือเป็นประโยชน์ในการนำมาวิจัยแก่อุตสาหกรรมเป้าหมายนั้นๆ
- ต้องมีประสบการณ์ในการทำงานวิจัยในต่างประเทศในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมายหรือเป็นประโยชน์ในการนำมาวิจัยแก่อุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยต้องมีประสบการณ์ในการทำงานวิจัยในบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล สถาบันอุดมศึกษา สถาบันวิจัย หรือหน่วยงานอื่นของรัฐหรือเอกชนในต่างประเทศ ดังนี้
 - ประสบการณ์ในการทำงานวิจัยดังกล่าว ตั้งแต่ 3 ปี แต่ไม่ถึง 5 ปี รวมทั้งมีงานวิจัยที่ได้รับรางวัลระดับนานาชาติ หรือได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ ที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาหรือสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย หรือได้รับการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา หรือ
 - ประสบการณ์ในการทำงานวิจัยดังกล่าว ไม่น้อยกว่า 5 ปี

2.2.2 มาตรการเพื่อพัฒนากำลังคนในประเทศให้เป็นแรงงานทักษะสูง

ในปัจจุบัน ภาครัฐได้ดำเนินมาตรการที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาทักษะแรงงาน เช่น การให้ทุนการศึกษา รวมถึงการสนับสนุนเงินทุนเพื่อพัฒนาทักษะแรงงาน และการนำบุคลากรไปพัฒนาทักษะจากการลงมือปฏิบัติจริง อย่างไรก็ตาม มาตรการส่วนใหญ่ยังไม่สามารถขยายผลไปทั่วทั้งประเทศ และยังไม่มีประสิทธิผลเท่าที่ควร จึงทำให้ประเทศไทยยังคงประสบปัญหาการขาดแคลนกำลังคนแรงงานทักษะสูงที่จะตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

- **การสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพกำลังคนและบุคลากรด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล³³**

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล จะสนับสนุนเงินทุนแบบให้เปล่าแก่หน่วยงานเพื่อใช้ในการพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล ตามค่าใช้จ่ายของโครงการที่ขอรับการส่งเสริม ซึ่งจะมีวงเงินแตกต่างกันออกไปตามประเภทของกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการพัฒนาศักยภาพ ดังนี้

 - จำนวนร้อยละ 100 ของค่าใช้จ่ายรวมโครงการ แต่ไม่เกิน 1 ล้านบาทต่อราย สำหรับนักเรียน นักศึกษา และผู้ว่างงาน
 - จำนวนร้อยละ 70 ของค่าใช้จ่ายรวมโครงการ แต่ไม่เกิน 1 ล้านบาทต่อราย สำหรับบุคคลที่มีสถานะเป็นพนักงานหรือลูกจ้างในหน่วยงานหรือองค์กร
 - จำนวนร้อยละ 100 ของค่าใช้จ่ายรวมโครงการ แต่ไม่เกิน 3 ล้านบาทต่อราย สำหรับบุคลากรระดับบริหาร

³³ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, “ประกาศสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล เรื่อง การใช้มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนในลักษณะการช่วยเหลือหรือการอุดหนุนของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล,” 5 มกราคม 2561.

นอกจากนี้ ผู้เสนอโครงการที่เป็นองค์การเอกชน หน่วยงานภาครัฐ สถาบันเฉพาะทางของรัฐ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษาของรัฐและเอกชน ยังจะได้รับการสนับสนุนค่าบริหารจัดการโครงการเพิ่มเติม เช่น ค่าเอกสาร ค่าบริการทางวิชาการ (สำหรับสถาบันการศึกษา) เป็นจำนวนร้อยละ 15 ของค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ

ทั้งนี้ จำนวนค่าใช้จ่ายที่จะได้รับการสนับสนุน สำหรับนักเรียน นักศึกษา และผู้ว่างงาน รวมถึงบุคคลที่มีสถานะเป็นพนักงานหรือลูกจ้างในหน่วยงานหรือองค์กร จะต้องสอดคล้องตามระดับทักษะที่กำหนดดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.7 ยกเว้นในกรณีที่เป็นโครงการสำหรับบุคลากรระดับบริหาร

ตารางที่ 2.7 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล

ระดับหลักสูตร	ระดับทักษะ	ค่าใช้จ่ายต่อรายสูงสุด	หมายเหตุ
ระดับที่ 1	การใช้งานขั้นพื้นฐาน	ไม่เกิน 5,000 บาท	หลักสูตรสำหรับผู้ใช้งานดิจิทัลพื้นฐาน เช่น การใช้โปรแกรมออฟฟิศ อินเทอร์เน็ต
ระดับที่ 2	การใช้งานสาขาอาชีพ	ไม่เกิน 10,000 บาท	หลักสูตรสำหรับผู้ใช้งานดิจิทัลเพื่อการประกอบอาชีพ
ระดับที่ 3	การใช้งานขั้นผู้เชี่ยวชาญ	ไม่เกิน 15,000 บาท	หลักสูตรสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี เช่น นักพัฒนา นักวิเคราะห์
ระดับที่ 4	ทักษะที่มีความต้องการ	ไม่เกิน 40,000 บาท	หลักสูตรสำหรับเทคโนโลยีดิจิทัลในสาขาที่มีความต้องการเร่งด่วน เช่น ด้าน Data Science, IoT, Cyber Security

ที่มา: สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล³⁴

● การให้ทุนการศึกษาจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปริญญา³⁵

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (สำนักงาน ก.พ.) จะประกาศรับสมัครสอบแข่งขันเพื่อรับทุนรัฐบาลที่จัดสรรให้หน่วยงานต่างๆ เป็นประจำทุกปี สำหรับทุนการศึกษาของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับบุคคลทั่วไประดับปริญญาประจำปี 2561 จะมีจำนวนทั้งสิ้น 106 ทุน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นทุนการศึกษาสำหรับสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ในจำนวนดังกล่าวนี้มีสาขาที่สำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพด้านยาชีววัตถุและวัคซีน หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ วิศวกรรมไฟฟ้าด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) วิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ด้านระบบฝังตัว (Embedded system) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ด้านปัญญาประดิษฐ์และวิทยาการปัญญา (Cognitive science) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ด้านการประมวลผล Big data นอกจากนี้ ยังมีสาขาอื่นๆ เช่น การจัดการด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม เศรษฐศาสตร์เทคโนโลยี นโยบายสาธารณะ

³⁴ เรื่องเดียวกัน

³⁵ สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, “ประกาศสำนักงาน ก.พ. เรื่อง รับสมัครสอบแข่งขันเพื่อรับทุนรัฐบาลที่จัดสรรให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความต้องการของกระทรวง กรม หรือหน่วยงานของรัฐ ประจำปี 2561 (ทุนบุคคลทั่วไประดับปริญญา),” 9 พฤศจิกายน 2560.

- **โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรเพื่อการวิจัยและพัฒนาสำหรับภาคอุตสาหกรรม (STEM Workforce)³⁶**

โครงการดังกล่าวเป็นโครงการที่ดำเนินการโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ด้วยการสนับสนุนด้านค่าใช้จ่ายรายเดือนสำหรับผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโทขึ้นไป ซึ่งสนใจที่จะทำโครงการหรืองานวิจัยร่วมกับภาคอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยโครงการจะให้การสนับสนุนด้านเงินทุนแก่ผู้ที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาโทจำนวน 10,000 บาทต่อเดือน และในระดับปริญญาเอกจำนวน 12,000 บาทต่อเดือน โดยมีระยะเวลาในการสนับสนุนด้านเงินทุนอยู่ระหว่าง 6 ถึง 12 เดือน ทั้งนี้ โครงการหรืองานวิจัยจะต้องเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา การแก้ปัญหาเชิงเทคนิคและวิศวกรรม หรือการวิเคราะห์ทดสอบและระบบมาตรฐาน

- **โครงการบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน (Work-integrated Learning: WiL)³⁷**

โครงการดังกล่าวเป็นความร่วมมือกันระหว่างสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) กับภาคอุตสาหกรรม เช่น มิชลิน โซนี่ และภาคการศึกษาหรือภาครัฐอื่นๆ เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและพัฒนาากำลังคนทางด้านเทคนิคและเทคโนโลยีให้มีทักษะและความรู้ตรงตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ด้วยการนำนักศึกษาจากภาคการศึกษาเข้ามาทำงานในบริษัทหรือโรงงานในระหว่างการศึกษาเพื่อเรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยจะครอบคลุมหลักสูตรตั้งแต่ระดับ ปวส. จนถึงระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษาในหลายอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมบริการ อุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร³⁸

- **โครงการส่งเสริมบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีภาครัฐ ไปปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรม (Talent Mobility)³⁹**

โครงการ Talent Mobility เป็นโครงการที่ช่วยจัดหางานบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมจากมหาวิทยาลัยหรือภาครัฐให้กับภาคอุตสาหกรรม เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานประเภทดังกล่าวในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากโดยส่วนใหญ่บุคลากรเหล่านี้ทำงานอยู่ในมหาวิทยาลัยหรือภาครัฐ การดำเนินการโครงการนี้ นอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหาขาดแคลนแรงงาน ยังทำให้บุคลากรดังกล่าวเกิด

³⁶ “การรับทุน,” สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.nstda.or.th/stemworkforce/2016-11-13-17-25-00.html>.

³⁷ “โครงการ WiL โรงเรียนในโรงงาน,” สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.sti.or.th/wil.php>.

³⁸ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, แผนกลยุทธ์ พ.ศ. 2560-2564 (กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ม.ป.ป.), 21, สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.sti.or.th/uploads/content_file/221_TH.pdf.

³⁹ ““Talent Mobility” ปลดแอกนักวิจัย-เปิดช่องทางภาคเอกชน,” ประชาชาติธุรกิจ, 11 เมษายน 2557, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1397208891.

การเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เช่น อาจารย์มหาวิทยาลัย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของบุคลากร และส่งผลให้การเรียนการสอนเกิดความเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมได้รับองค์ความรู้ และมีการพัฒนาขีดความสามารถมากขึ้น

2.3 นโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกจัดเป็นพื้นที่ที่มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานในระดับหนึ่ง อันเนื่องมาจากการพัฒนาในโครงการอีสเทิร์นซีบอร์ด ซึ่งดำเนินมาอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจไม่เพียงพอที่จะรองรับการเติบโตของธุรกิจในอนาคตได้มากนัก รัฐบาลจึงมีความพยายามเร่งรัดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น

- โครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูง และโครงการรถไฟรางคู่

โครงสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูงเชื่อมต่อสนามบิน 3 แห่ง ระหว่างพื้นที่กรุงเทพฯ และจังหวัดระยอง ได้แก่ สนามบินดอนเมือง สุวรรณภูมิ และอู่ตะเภา จะเป็นการก่อสร้างเชื่อมต่อจากแนวเส้นทางเดิมของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแอร์พอร์ตลิงค์ โดยรถไฟฟ้าความเร็วสูงดังกล่าวจะวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 250 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับเส้นทางระหว่างสถานีสุวรรณภูมิ และอู่ตะเภา และความเร็วสูงสุด 160 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับเส้นทางระหว่างสถานีดอนเมือง และสุวรรณภูมิ รวมระยะทางประมาณ 220 กิโลเมตร ซึ่งจะทำให้สามารถโดยสารจากสนามบินอู่ตะเภามายังกรุงเทพฯ ได้ภายใน 45 นาที (ภาพที่ 2.6) ทั้งนี้ มูลค่าการลงทุนรวมในโครงการดังกล่าวมีประมาณทั้งสิ้น 2.25 แสนล้านบาท และคาดว่าจะก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2566⁴⁰ ส่วนโครงการรถไฟรางคู่เชื่อมต่อท่าเรือ 3 แห่ง ได้แก่ ท่าเรือแหลมฉบัง มาบตาพุด และสัตหีบ จะมีการลงทุนระยะแรกประมาณ 6.8 หมื่นล้านบาท และคาดว่าจะแล้วเสร็จในปี 2566⁴¹

⁴⁰ “โครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูง เชื่อม 3 สนามบิน แบบไร้รอยต่อ,” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก, สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2561, <https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูง-เชื่อม-3-สนามบิน-แบบไร้รอยต่อ>.

⁴¹ “เปิดใหม่ไลน์อีอีซี 6 โครงการยักษ์เร่งตอกหมุดปี 61,” *ฐานเศรษฐกิจ*, 6 มกราคม 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.thansettakij.com/content/246824>.

ภาพที่ 2.6 แนวทางการพัฒนาโครงการรถไฟความเร็วสูงเชื่อมต่อนามบิน 3 แห่ง



ที่มา: สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก⁴²

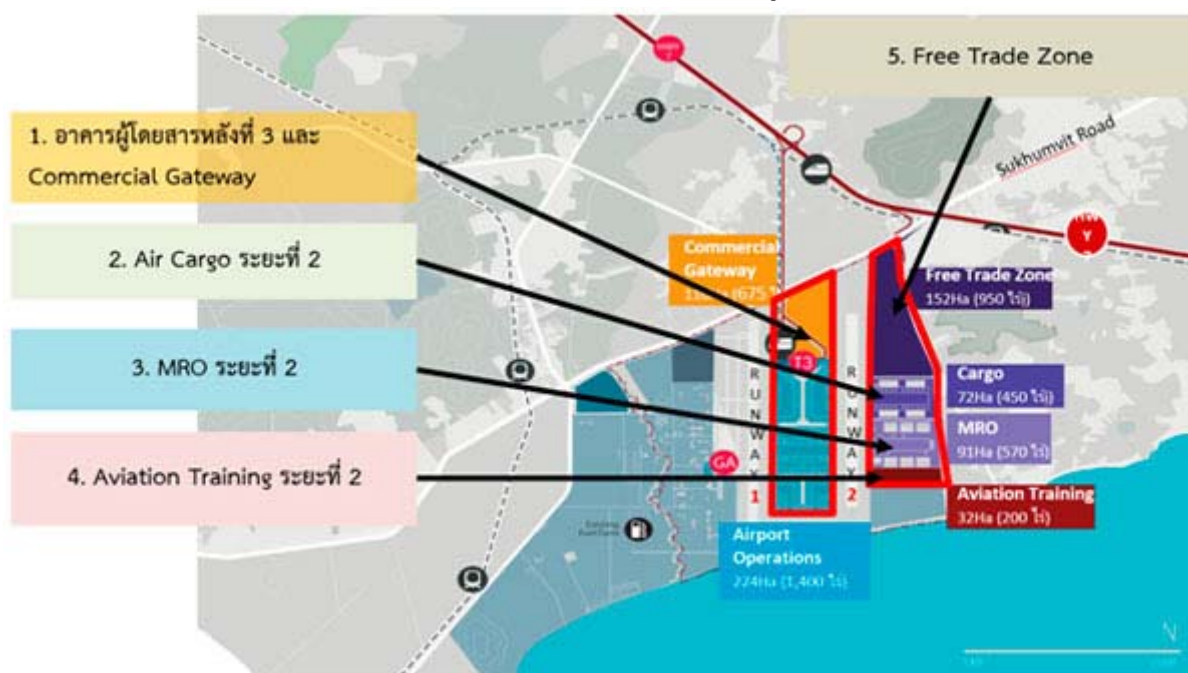
• โครงการพัฒนาศูนย์อู่ตะเภา และเมืองการบินภาคตะวันออก

ตามแผนการพัฒนาพื้นที่ในระยะเร่งด่วน จะมีการก่อสร้างโครงสร้าง ประกอบไปด้วย ทางวิ่งที่ 2 (Runway 2) ศูนย์ฝึกอบรมบุคลากรการบิน ศูนย์ซ่อมบำรุงอากาศยานอู่ตะเภา ระยะที่ 1 (ร่วมกับบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)) ศูนย์ขนส่งสินค้าทางอากาศ ระยะที่ 1 (ร่วมกับบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)) ศูนย์ฝึกอบรมบุคลากรการบิน ระยะที่ 1 (ร่วมกับสถาบันการบินพลเรือน) สำหรับการพัฒนาที่เปิดให้เอกชนร่วมลงทุนในระยะต่อไป ประกอบไปด้วย อาคารผู้โดยสารหลังที่ 3 และศูนย์ธุรกิจการค้า ธุรกิจขนส่งสินค้าทางอากาศและโลจิสติกส์ ระยะที่ 2 ธุรกิจซ่อมเครื่องบิน ระยะที่ 2 ศูนย์ฝึกอบรมบุคลากรการบิน ระยะที่ 2 กลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมอากาศยาน ทั้งนี้ คาดว่าจะเปิดให้บริการเต็มรูปแบบภายในปี 2566 (ภาพที่ 2.7)⁴³

⁴² “โครงการรถไฟความเร็วสูง เชื่อม 3 สนามบิน แบบไร้รอยต่อ”

⁴³ “โครงการพัฒนาศูนย์อู่ตะเภา และเมืองการบินภาคตะวันออก,” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก, สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการพัฒนาศูนย์อู่ตะเภา-และเมืองการบินภาคตะวันออก>.

ภาพที่ 2.7 แผนการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภา



ที่มา: สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก⁴⁴

• โครงการพัฒนาท่าเรือ 3 แห่ง

โครงการพัฒนาท่าเรือทั้ง 3 แห่ง ประกอบด้วย โครงการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง ระยะที่ 3 โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม มาบตาพุด ระยะที่ 3 และโครงการพัฒนาท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) โครงการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง ระยะที่ 3⁴⁵

โครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการขนส่งตู้สินค้าและรถยนต์ รวมถึงสัดส่วนการขนส่งตู้สินค้าผ่านท่าโดยรถไฟ โดยมีมูลค่าการลงทุนเบื้องต้นประมาณ 1.6 แสนล้านบาท และจะมีการก่อสร้างท่าเรือตู้สินค้า 4 ท่า (ท่าเรือ E1 E2 F1 F2) ความจุ 7 ล้านตู้ต่อปี ท่าเรือขนส่งรถยนต์ (RO-RO) ความจุ 1 ล้านคันต่อปี ท่าเรือชายฝั่ง (ความจุ 1 ล้านตู้ต่อปี) สถานีขนส่งตู้สินค้าทางรถไฟระยะที่ 2 (SRTO2) รวมถึงปรับปรุงระบบในการรองรับปริมาณตู้สินค้าผ่านทางรถไฟให้ได้ 4 ล้านตู้ต่อปี โดยใช้ระบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ คาดว่าจะเปิดให้บริการได้ในปี 2568 (ภาพที่ 2.8)

⁴⁴ เรื่องเดียวกัน

⁴⁵ “โครงการพัฒนาท่าเรือ แหลมฉบัง ระยะที่ 3,” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก, สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการพัฒนาท่าเรือ-แหลมฉบัง-ระยะที่-3>.

ภาพที่ 2.8 แผนการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง ระยะที่ 3



ที่มา: สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก⁴⁶

2) โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะที่ 3⁴⁷

โครงการมีมูลค่าการลงทุนเบื้องต้นในงานด้านโครงสร้างพื้นฐานมากกว่า 1 หมื่นล้านบาท โดยจะมีการถมทะเลพื้นที่ 1,000 ไร่ เพื่อรองรับการก่อสร้างท่าเทียบเรือสินค้าเหลว ก๊าซธรรมชาติ เรือบริการ คลังสินค้าและธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับก๊าซธรรมชาติ บ่อเก็บกักตะกอน เชื้อเพลิงคลีน และพื้นที่พัฒนาอุตสาหกรรมด้านพลังงาน รวมถึงมีการขุดลอกร่องน้ำและแอ่งกลับเรือความลึก 16 เมตร พัฒนาระบบสาธารณูปโภค รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมการเดินเรือบริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดระยะที่ 3 ทั้งนี้ คาดว่าจะเปิดให้บริการเต็มรูปแบบในปี 2567 (ภาพที่ 2.9)

⁴⁶ เรืองเดียวกัน

⁴⁷ “โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม มาบตาพุด ระยะที่ 3,” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก, สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม-มาบตาพุด-ระยะที่-3>.

ภาพที่ 2.9 แผนการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะที่ 3



ที่มา: สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก⁴⁸

3) โครงการพัฒนาท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ⁴⁹

สำหรับการพัฒนาท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ จะมีการจัดทำโครงการต่างๆ เช่น โครงการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่นบริเวณเกาะจรเข้ โครงการปรับปรุงร่องน้ำและบริเวณพื้นที่จอดเรือเพื่อรองรับท่าเรือขนาดใหญ่ โครงการปรับปรุงท่าเทียบเรือน้ำมัน โครงการก่อสร้างท่าเรือเฟอร์รี่ และโครงการก่อสร้างอาคารผู้โดยสารเรือเฟอร์รี่ รวมทั้งยังมีแผนในการพัฒนาระบบขนส่งให้เชื่อมโยงกับสนามบินอู่ตะเภา และท่าเรือชายฝั่งอื่นๆ ในประเทศและในภูมิภาค โดยในเบื้องต้นได้เตรียมงบประมาณสำหรับการพัฒนาจำนวน 1,900 ล้านบาท

2.4 สรุป

รัฐบาลมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายดังกล่าวในเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ดังนั้น ในการดำเนินโครงการ EEC รัฐบาลจึงได้ประกาศเสาหลักที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การให้แรงจูงใจเพื่อดึงดูดการลงทุน และการอำนวยความสะดวกในการลงทุน

⁴⁸ เรื่องเดียวกัน

⁴⁹ “13 โปรเจกต์บูม “ท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ,” เดลินิวส์, 9 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.dailynews.co.th/economic/626275>.

เสาแรกคือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่เดิม (เช่น สนามบินอู่ตะเภา ท่าเรือมาบตาพุด ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือสัตหีบ รถไฟรางคู่ และมอเตอร์เวย์) และการวางแผนโครงการใหม่ (เช่น รถไฟความเร็วสูงเชื่อมสนามบิน 3 แห่ง)

เสาที่สองคือ การให้แรงจูงใจทางภาษีและไม่ใช้ภาษี นักลงทุนในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษจะได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีมากอย่างไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน เช่น การยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุด 15 ปี ซึ่งทำให้อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคลที่แท้จริงของไทยต่ำที่สุดในภูมิภาคอาเซียน และการลดหย่อนภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาสูงสุดถึงร้อยละ 17 สำหรับบุคคลที่มีทักษะสูงในระดับนานาชาติ นอกจากนี้แรงจูงใจทางภาษีแล้ว นักลงทุนยังได้รับสิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษี เช่น การเช่าที่ดินได้สูงสุด 99 ปี การได้รับอนุญาตให้ทำธุรกรรมทางการเงินด้วยเงินตราต่างประเทศ ชาวต่างชาติอาจประกอบธุรกิจบริการได้ และนักวิชาชีพต่างชาติทักษะสูงสามารถเข้ามาทำงานเป็นระยะเวลา 4 ปีภายใต้สมาร์ทวีซ่า

เสาสุดท้ายคือ การอำนวยความสะดวกในการลงทุน โดยการจัดตั้งศูนย์บริการเบ็ดเสร็จ ซึ่งดำเนินการโดยสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก เลขาธิการของสำนักงานฯ นี้ สามารถอนุมัติหรือออกใบอนุญาต (เช่น การควบคุมอาคาร การจดทะเบียนพาณิชย์ และการจัดสรรที่ดิน) ซึ่งช่วยแก้ไขปัญหาด้านกฎระเบียบที่เป็นอุปสรรค และการให้บริการของรัฐที่ขาดความเป็นเอกภาพ

การดำเนินการผ่าน 3 เสาหลักดังกล่าวทำให้โครงการ EEC กลายเป็นโครงการที่น่าสนใจของนักลงทุนมากที่สุด หากเทียบกับโครงการดึงดูดการลงทุนต่างๆ ที่ผ่านมาในอดีต โดยในปี 2560 โครงการที่ได้รับการออกบัตรส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานส่งเสริมการลงทุน (BOI) ใน EEC มีมูลค่าเงินลงทุน 3.34 แสนล้านบาท และสร้างงาน 3.3 หมื่นคน โดยเป็นการลงทุนเฉพาะในอุตสาหกรรมเป้าหมาย 1.75 แสนล้านบาท และสร้างงาน 2.2 หมื่นคน

แม้ว่า การพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC เป็นก้าวสำคัญในการยกระดับประเทศไทยสู่ Thailand 4.0 แต่ข้อจำกัดสำคัญในขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ดังกล่าวคือ ประเทศไทยยังขาดกำลังคนทักษะสูงที่มีคุณภาพจำนวนมากทำให้ไทยไม่สามารถก้าวข้ามไปผลิตกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงได้มากพอ กล่าวคือ หากพิจารณาโครงสร้างกำลังคนทำงานใน EEC พบว่า เกือบครึ่งหนึ่งมีระดับการศึกษาต่ำกว่า ม. 6 และที่เหลืออีกครึ่งหนึ่ง 2 ใน 3 จบการศึกษาระดับอาชีวะ และอีก 1 ใน 3 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า นั่นหมายความว่า กำลังคนส่วนใหญ่ใน EEC ยังไม่ได้ทำกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงมากนัก ดังนั้น การดำเนินนโยบายเพื่อพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลที่มีทักษะสูงจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการขับเคลื่อนการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

โดยสรุป นโยบายที่สำคัญของประเทศไทยเกี่ยวกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) (ตารางที่ 2.8) ได้แก่

- นโยบายส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เพื่อกระตุ้นการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งจะส่งผลต่ออุปสงค์หรือความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล
- นโยบายการพัฒนาและส่งเสริมกำลังแรงงานทักษะสูง ซึ่งเพิ่มอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีทักษะสูง เพื่อตอบสนองต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย
- นโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ EEC เพื่อดึงดูดการลงทุนของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ตลอดจน กำลังคนด้านดิจิทัลที่จะเข้ามาทำงานหรืออยู่อาศัยในพื้นที่

ทั้งนี้ มาตรการหลักที่รัฐบาลใช้ส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC คือ การให้สิทธิประโยชน์ต่างๆ แก่กิจการที่เข้ามาลงทุนตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยสิทธิประโยชน์ที่นักลงทุนได้รับจะมีทั้งด้านภาษีอากร และไม่ใช่ภาษีอากร เช่น สิทธิได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุดไม่เกิน 15 ปี และ/หรือ ลดหย่อนภาษีดังกล่าว และยกเว้นอากรขาเข้า สิทธิในการถือกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือห้องชุด สิทธิในการลดหย่อนภาษีของบุคคลธรรมดา สิทธิในการประกอบวิชาชีพ สิทธิในการถือหุ้นข้ามมากของชาวต่างชาติ และสิทธิในการได้รับเงินสนับสนุนในการวิจัย พัฒนา นวัตกรรม และพัฒนาบุคลากร ซึ่งจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ประเภทกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายและที่ตั้งในเขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ

นอกจากการให้สิทธิประโยชน์ในการลงทุนสำหรับทุกอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC แล้ว ภาครัฐยังได้ออกมาตรการสนับสนุนรายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ และอุตสาหกรรมดิจิทัล โดยมาตรการดังกล่าวอาจจำแนกเป็น 3 ประเภทหลักคือ 1) การจัดตั้งสถาบันหรือศูนย์ทดสอบเพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และการทดสอบของกิจการในอุตสาหกรรม (เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ) 2) การกระตุ้นอุปสงค์ของสินค้าหรือบริการเพื่อสร้างการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ (new S-curve) (เช่น อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ และอุตสาหกรรมดิจิทัล) และ 3) การสนับสนุนทางการเงิน รวมถึงการลดหย่อนอากรขาเข้าวัตถุดิบและวัสดุจำเป็นแก่อุตสาหกรรมเป้าหมาย (เช่น อุตสาหกรรมดิจิทัล และ อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ)

นอกเหนือจากนโยบายส่งเสริมการลงทุน ภาครัฐได้เริ่มดำเนินนโยบายการพัฒนาและส่งเสริมกำลังแรงงานทักษะสูงผ่านการให้สิทธิประโยชน์เพื่อดึงดูดบุคลากรต่างชาติทักษะสูง และนักลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ผ่านมาตรการสามารทวิซ่าแก่ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร นักลงทุน และผู้ประกอบการวิสาหกิจเริ่มต้นและมาตรการลดหย่อนภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาเหลือร้อยละ 17 สำหรับผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ และนักวิจัยทักษะสูง ประกอบกับ การดำเนินมาตรการพัฒนากำลังคนในประเทศให้เป็นแรงงานทักษะสูงต่างๆ (เช่น การสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพกำลังคนและบุคลากรด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล การให้ทุนการศึกษาจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรเพื่อการวิจัยและพัฒนาสำหรับ

ภาคอุตสาหกรรม โครงการบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน และโครงการส่งเสริมบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาครัฐไปปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรม) อย่างไรก็ตาม มาตรการส่วนใหญ่ยังไม่สามารถขยายผลไปทั่วทั้งประเทศ และยังไม่มียุทธศาสตร์ที่ควร จึงทำให้ประเทศไทยยังคงประสบปัญหาการขาดแคลนกำลังคนแรงงานทักษะสูงที่จะตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ได้จริง

ตารางที่ 2.8 สรุปมาตรการที่ใช้ดำเนินนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

มาตรการ	หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง	ประเภทมาตรการ
นโยบายส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก		
● พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ. 2520 และประกาศที่เกี่ยวข้อง	บีโอไอ	มาตรการทางการเงินและไม่ใช่ทางการเงิน
● พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560	บีโอไอ	มาตรการทางการเงินและไม่ใช่ทางการเงิน
● พระราชบัญญัติเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พ.ศ. 2561	คณะกรรมการนโยบายฯ	มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● มาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต	บีโอไอ	มาตรการทางการเงิน
● มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนการเริ่มต้นธุรกิจอุตสาหกรรมดิจิทัล	ดีป้า	มาตรการทางการเงิน
● มาตรการสนับสนุนด้านเงินทุนสำหรับวิสาหกิจเริ่มต้นด้านดิจิทัล	ดีป้า	มาตรการทางการเงิน
● มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	ดีป้า	มาตรการทางการเงิน
● มาตรการลดหย่อนอากรขาเข้าสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ	บีโอไอ	มาตรการทางการเงิน
● โครงการจัดตั้งศูนย์ทดสอบยานยนต์และยางล้อแห่งชาติ	สมอ.	มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● โครงการจัดตั้งสถาบันไอโอที	ดีป้า	มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
นโยบายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก		
● โครงการรถไฟความเร็วสูงเชื่อมต่อนานบิน 3 แห่ง	นโยบายจากส่วนกลาง (รัฐบาล)	มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● โครงการรถไฟรางคู่เชื่อมต่อน้ำเรือ 3 แห่ง		มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● โครงการพัฒนาท่าอากาศยานอู่ตะเภา		มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● โครงการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง ระยะที่ 3		มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะที่ 3		มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
● โครงการพัฒนาท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ		มาตรการที่ไม่ใช่ทางการเงิน
นโยบายการพัฒนาและส่งเสริมกำลังแรงงานทักษะสูง		
● มาตรการลดหย่อนภาษีเพื่อดึงดูดแรงงานทักษะสูง	บีโอไอ/กรมสรรพากร	มาตรการทางการเงิน
● สมาร์ทวีซ่า	บีโอไอ/กระทรวงมหาดไทย/กระทรวงแรงงาน	มาตรการที่ไม่ใช่ด้านการเงิน

มาตรการ	หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง	ประเภทมาตรการ
การสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพกำลังคนและบุคลากรด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล	ดีป้า	มาตรการทางการเงิน
การให้ทุนการศึกษาจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับปริญญา	สำนักงาน ก.พ.	มาตรการทางการเงิน
โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรเพื่อการวิจัยและพัฒนาสำหรับภาคอุตสาหกรรม	สวทช.	มาตรการทางการเงิน
โครงการบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน	สวทช.	มาตรการที่ไม่ใช่ด้านการเงิน
โครงการ Talent Mobility	สวทช.	มาตรการที่ไม่ใช่ด้านการเงิน

ที่มา: คณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: บีโอไอ คือ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

คณะกรรมการนโยบายฯ คือ คณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

ดีป้า คือ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล

สมอ. คือ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สำนักงาน ก.พ. คือ สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน

สวทช. คือ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สวทน. คือ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

บทที่ 3 บริบทด้านเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย

แนวโน้มเทคโนโลยีดิจิทัลสำคัญที่เข้าจะมีบทบาทในการสร้างผลกระทบอย่างรุนแรง (Disruption) และก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในห่วงโซ่มูลค่า (value chain) ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) ทั้ง 10 อุตสาหกรรม เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) และ Smart City Technology การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) รถยนต์พลังงานไฟฟ้าและรถยนต์ไร้คนขับ (Electric and Autonomous Cars) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and automation) และเทคโนโลยีภาพพิมพ์สามมิติ (3D Printing)

3.1 แนวโน้มเทคโนโลยีดิจิทัลที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย

3.1.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) และเมืองอัจฉริยะ (Smart City)

- อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

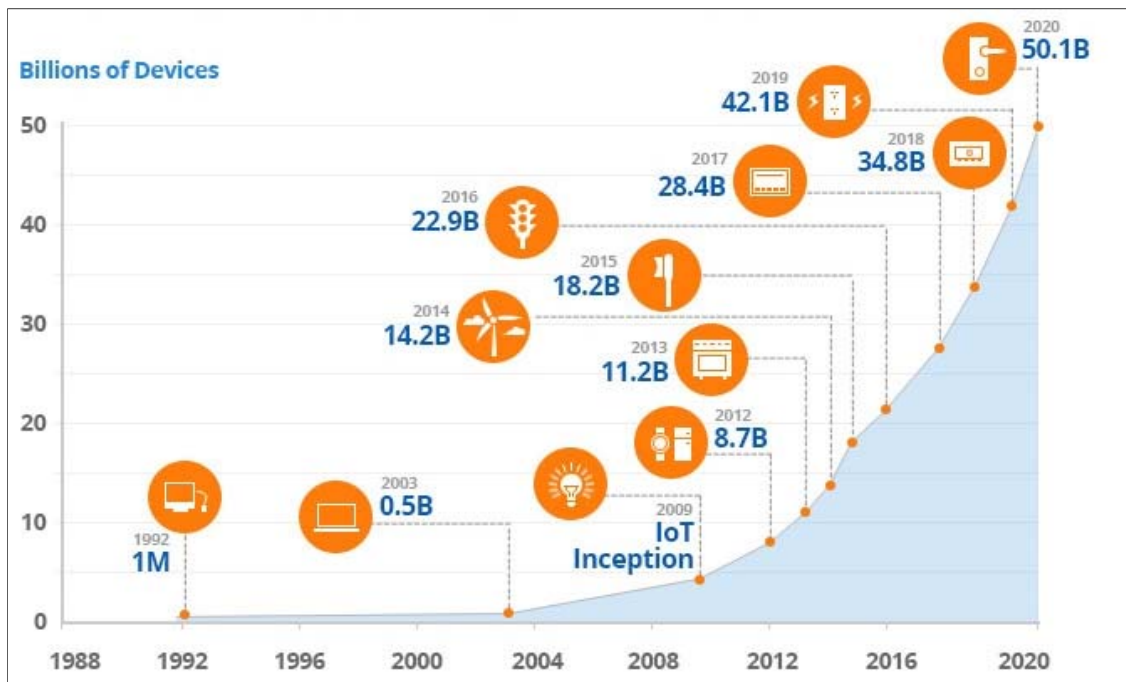
อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ Internet of Things (IoT) นับเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่ก่อให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ เพราะ IoT เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อระหว่างวัตถุสิ่งของ (Thing) หรือ โครงสร้างทางกายภาพ (Physical Infrastructure) เข้ากับโครงสร้างด้านดิจิทัล (Digital Infrastructure) เพื่อให้เกิดการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานและวัตถุ (Thing) ในเครือข่าย

แนวคิดของเทคโนโลยี IoT ได้รับความสนใจอย่างจริงจังครั้งแรกในปี พ.ศ. 2542 โดย Kevin Ashton ซึ่งพัฒนาแนวคิดนี้มาจากเทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วยคลื่นวิทยุ หรือ Radio-frequency identification (RFID) โดยพัฒนาเป็นระบบที่อินเทอร์เน็ตสามารถเชื่อมต่อกับโครงสร้างทางกายภาพหรือวัตถุสิ่งของต่างๆ ผ่านเซ็นเซอร์แล้วทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในระบบ

ในปัจจุบัน วัตถุ (Thing) ที่สามารถเชื่อมต่อกับโครงข่าย IoT ไม่ได้จำกัดเพียงแค่ Smart Phone, Tablet หรือคอมพิวเตอร์ แต่ยังรวมถึงอุปกรณ์ไฮเทคที่ได้รับการติดตั้งสมองกลฝังตัว (Embedded System) เข้าไป เช่น Smart Watch, Smart Glass หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ทั้งนี้ CSCO¹ ซึ่งเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้คาดการณ์ว่า จำนวน Thing ที่ถูกเชื่อมต่อกับระบบ IoT มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะมีจำนวนมากกว่า 50 พันล้านชิ้นภายในปีพ.ศ. 2563 ดังแสดงในภาพที่ 3.1

¹ Dmitry Budko, "5 IoT Trends to Watch for in 2018," DZone, accessed January 12, 2018, <https://dzone.com/articles/5-iot-trends-to-watch-for-in-2018>.

ภาพที่ 3.1 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวน Thing ที่ถูกเชื่อมต่อด้วย IoT



ที่มา: DZone²

ส่วนประกอบของเทคโนโลยี IoT แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้³

- ส่วนที่ช่วยให้อุปกรณ์ IoT รับรู้ข้อมูลจากสภาพแวดล้อมภายนอก (Sensors and Actuators) เช่น เซ็นเซอร์ และ Activators
- ส่วนที่ช่วยให้อุปกรณ์ IoT มีความสามารถในการสื่อสาร (Connectivity) โดยเป็นส่วนที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เช่น Wi-Fi, 3G, 4G เป็นต้น โดยเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมคือ สมอกลฝังตัว (Embedded System) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตที่ติดไว้กับ Thing ต่างๆ มีหน้าที่รับข้อมูลความเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องจากเซ็นเซอร์แล้วส่งข้อมูลนี้ผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบควบคุมและประเมินผลส่วนกลาง ทั้งนี้ จุดเด่นของสมอกลฝังตัว คือ การส่งข้อมูลแบบ Real Time อย่างแม่นยำ
- ส่วนที่ช่วยให้อุปกรณ์ IoT มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ (People and Process) นับเป็นส่วนที่ทำให้เกิดกระบวนการทำงานในเทคโนโลยี IoT เช่น เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing)

² Ibid.

³ “NETPIE: Internet of Things,” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561, <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html>.

เทคโนโลยีสำคัญที่อยู่เบื้องหลังการทำงานของเทคโนโลยี IoT ได้แก่

- Radio Frequency Identification (RFID) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้สมองกลฝังตัวสามารถรับส่งข้อมูลแบบไร้สายได้ โดยทำหน้าที่เหมือนบาร์โค้ดอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยในการระบุตัวตนของ Thing โดย RFID แบ่งเป็น 2 ชนิดหลักคือ Active RFID และ Passive RFID โดย Active RFID มีแหล่งพลังงานติดตั้งอยู่ภายในตัวเอง ทำให้สามารถเริ่มต้นการสื่อสารจากตัวเองได้ ในขณะที่ Passive RFID ไม่มีแหล่งพลังงานติดตั้งอยู่ภายในตัวเอง จึงต้องอาศัยการยิงสัญญาณจากเครื่องอ่านเพื่อเริ่มการใช้งาน
- Wireless Sensor Network (WSN) เป็นเทคโนโลยีระบบเครือข่ายระหว่างเซ็นเซอร์แบบไร้สาย โดยในปัจจุบันเซ็นเซอร์ได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำและใช้พลังงานน้อย โดยแต่ละเซ็นเซอร์จะมี Node ที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล
- Addressing Scheme เป็นเทคโนโลยีในการระบุตัวตนของ Thing ที่ถูกเชื่อมต่ออยู่กับระบบ โดยจะมีการระบุลักษณะสำคัญคือ ตัวตนเฉพาะของ Thing (Uniqueness) ฟังก์ชันการทำงาน (Functionalities) และตำแหน่งที่ตั้ง (Location)

เทคโนโลยี IoT ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายรูปแบบ ทั้งการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ จนถึง การประยุกต์ใช้ในภาครัฐ ภาคเอกชน และอุตสาหกรรมต่างๆ โดยตัวอย่างการนำเทคโนโลยีมาใช้ เช่น

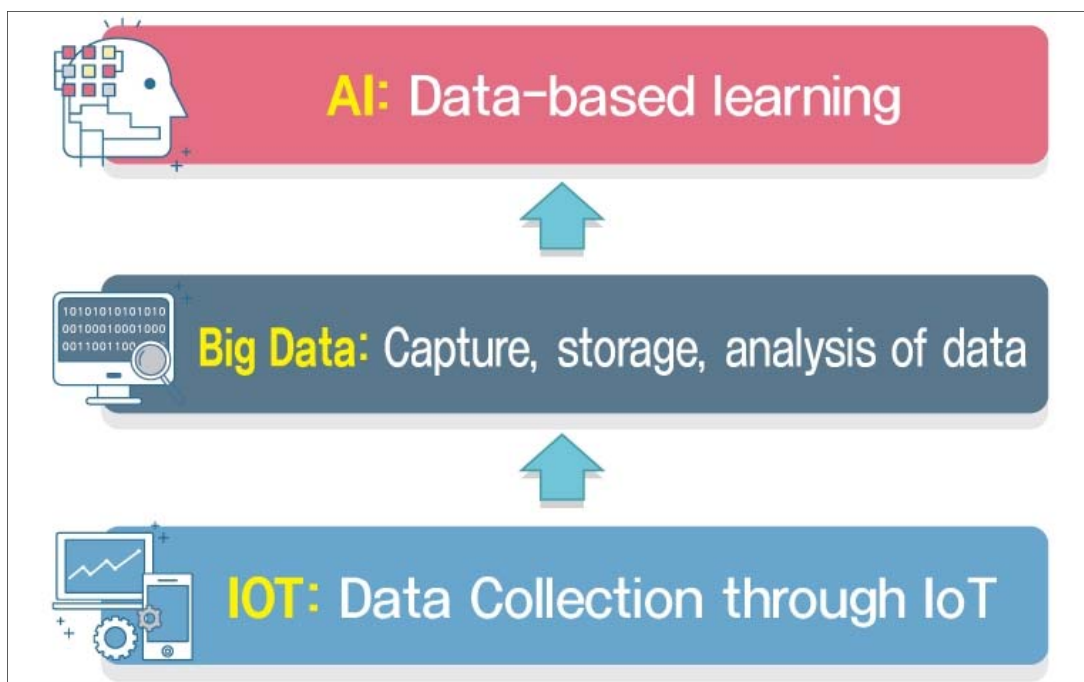
- Smart Home เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในบ้านเข้าด้วยกัน และใช้ระบบสั่งการจากศูนย์ควบคุมกลาง เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือ tablet คอยควบคุมอุปกรณ์เหล่านี้จากระยะไกล
- Wearable เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันเข้าด้วยกัน เช่น Smart Phone และ Smart Watch เป็นต้น
- Smart City เป็นการเชื่อมต่อระบบต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบประปา ระบบจราจร ภายในเมืองเข้าด้วยกัน โดยจะมีศูนย์ควบคุมกลางซึ่งสามารถควบคุมและสั่งการระบบเหล่านี้ได้
- Smart Grid เป็นโครงข่ายไฟฟ้า ที่เชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทางเลือก (Distributed Energy Resource: DER) ระบบการบริหารการใช้สินทรัพย์ และระบบมิเตอร์อัจฉริยะเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถผลิต ส่ง และจ่ายไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- Industrial Internet เป็นการเชื่อมต่อระบบการผลิตในโรงงานเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักรได้จากระบบควบคุมส่วนกลาง

ทั้งนี้ การที่เทคโนโลยี IoT ได้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้เกิดการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้แล้วจัดเก็บเป็นคลังข้อมูลส่วนกลางขนาดใหญ่ของระบบ (Big Data) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลจากคลังส่วนกลางไปใช้ในการทำงานของบุคคลหรือองค์กรต่างๆ ที่อยู่ในระบบได้ต่อไป

นอกจากนี้ แนวโน้มการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี IoT จะมีความหลากหลายมากขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากขึ้น โดย Business Insider⁴ คาดการณ์ว่า ภายในปีพ.ศ. 2564 ภาคธุรกิจจะลงทุนในเทคโนโลยี IoT มากถึง 6 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และ McKinsey⁵ ได้คาดการณ์ว่า ภายในปีพ.ศ. 2564 ร้อยละ 96 ขององค์กรทั่วโลกจะลงทุนในเทคโนโลยี IoT มากขึ้น โดยบางองค์กรอาจลงทุนด้าน IoT มากถึงร้อยละ 25 ของต้นทุนด้าน IT ทั้งหมด

แนวโน้มที่สำคัญอีกประการของเทคโนโลยี IoT คือ การพัฒนาเทคโนโลยีนี้ร่วมกับเทคโนโลยี Cloud Computing และ เทคโนโลยี AI โดยมีหลักการทำงานร่วมกันดังแสดงในภาพที่ 3.2 โดย IoT จะเป็นเครื่องมือช่วยให้เกิดการส่งถ่ายไปมาระหว่างข้อมูลมากขึ้น โดยมีระบบเก็บรวบรวมข้อมูลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า Big Data (เช่น Cloud) เป็นศูนย์กลาง และ AI ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ โดยการเรียนรู้ที่จะสร้างโมเดลที่แตกต่างกันสำหรับข้อมูลแต่ละชุดที่มีความแตกต่างกัน

ภาพที่ 3.2 กลไกการทำงานร่วมกันของเทคโนโลยี IoT, Cloud Computing และ AI



ที่มา: DZone⁶

⁴ John Greenough, "How the 'Internet of Things' will impact consumers, businesses, and governments in 2016 and beyond," Business Insider, accessed January 12, 2018, <http://www.businessinsider.com/how-the-internet-of-things-market-will-grow-2014-10>.

⁵ Arul Elumalai, Kara Sprague, Sid Tandon, and Lareina Yee, "Ten trends redefining enterprise IT infrastructure," McKinsey & Company, accessed January 12, 2018, <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/ten-trends-redefining-enterprise-it-infrastructure>.

⁶ Budko, "5 IoT Trends to Watch for in 2018"

- เทคโนโลยีเมืองอัจฉริยะ (Smart City)

แนวคิดเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ถูกต่อยอดจากการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการเชื่อมโยงโครงสร้างพื้นฐานและระบบต่างๆ ของเมืองเข้าด้วยกันแบบบูรณาการ เช่น การเชื่อมระบบประปา ระบบไฟฟ้า ระบบจัดการขยะ ระบบการคมนาคมขนส่ง ระบบรักษาความปลอดภัย ฯลฯ เพื่อช่วยในการบริหารจัดการเมือง ดังนั้น Smart City จึงหมายถึง เมืองที่มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้เพื่อช่วยให้ระบบต่างๆ ในเมืองเกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด (Efficient) เพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย ลดการใช้ทรัพยากร และพลังงาน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อทำให้เกิดการเติบโตอย่างยั่งยืน⁷

องค์ประกอบของ Smart City ประกอบด้วย 3P⁸ ได้แก่

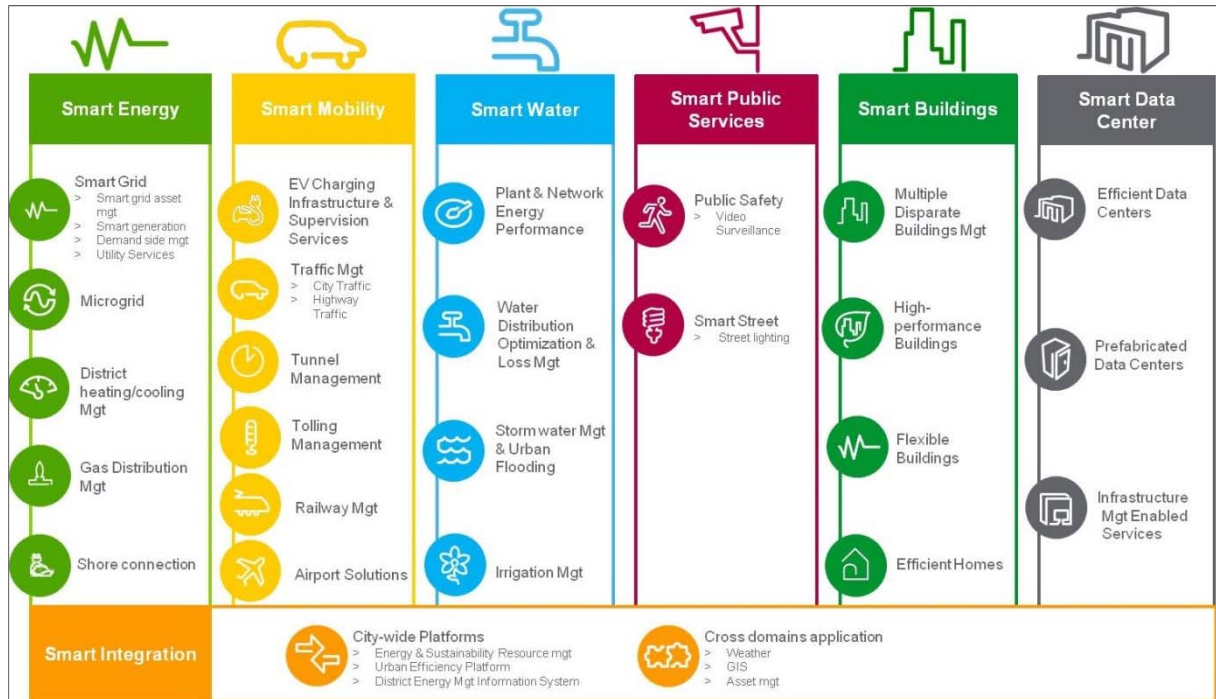
- Planning and Management เป็นการวางแผนและพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัย (Public Safety) การวางผังเมืองและการจัดการกับระบบปฏิบัติการส่วนกลาง (City Planning and Operations) และการจัดการพลังงานภายในอาคาร (Buildings)
- Infrastructure เป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานใน 3 ด้านหลักคือการจัดการพลังงาน การผลิตและการจัดส่งน้ำ และการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
- People เป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในเมือง โดยประกอบด้วย Social Program ที่เป็นการเชื่อมต่อข้อมูลของประชาชนแต่ละคนเข้ากับโปรแกรมการบริการส่วนกลางของภาครัฐ และภาคเอกชน เพื่อให้รับข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้ง Smart Care ที่เป็นการส่งถ่ายข้อมูลด้านสุขภาพ และการศึกษาเป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการบริหารจัดการทรัพยากร การศึกษาและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

ทั้งนี้ ระบบต่างๆ ใน Smart City จะถูกนำเข้ามารวมเป็นระบบเดียวที่เรียกว่า Smart Integration ดังแสดงในภาพที่ 3.3

⁷ เอกชัย สุมาลี และคณะ, โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเสนอแนะแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์และอิเล็กทรอนิกส์ภายใต้กรอบของ Internet of Things และ Smart City, (ม.ป.ท.: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2560).

⁸ IBM Corporation, *IBM Smarter Cities*, (New York: IBM Corporation, 2012), 2-15, accessed January 12, 2018, <http://public.dhe.ibm.com/software/in/downloads/pdf/GVB03014USEN.pdf>.

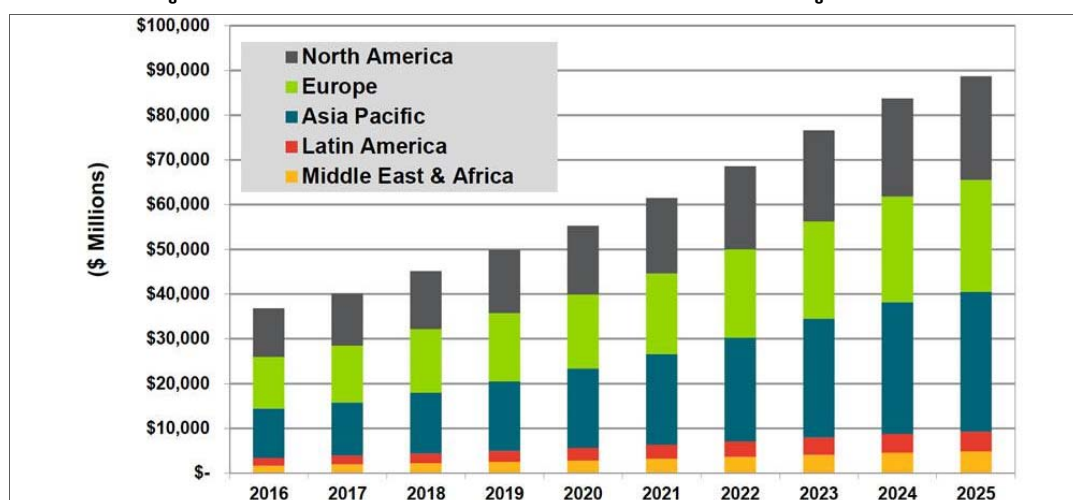
ภาพที่ 3.3 Smart Integration



ที่มา: Schneider Electric⁹

มูลค่าตลาดของ Smart City Technology มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดย Navigant Research¹⁰ คาดการณ์ว่า มูลค่าตลาดจะเพิ่มขึ้นมากกว่าเท่าตัวในช่วงปี 2559-2568 จาก 36.8 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปี พ.ศ.2559 เป็น 88.7 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปี พ.ศ.2568 (ภาพที่ 3.4)

ภาพที่ 3.4 มูลค่าตลาดเทคโนโลยี Smart City ของโลก จำแนกตามภูมิภาค (2559-2568)



ที่มา: Navigant Consulting¹¹

⁹ Tapleigh Niethamer, "Back to School and Smart City Fundamentals," Schneider Electric, accessed January 12, 2018, <https://blog.schneider-electric.com/government/2015/08/26/back-school-smart-city-fundamentals/>.

¹⁰ "Smart Technologies and Infrastructure for Energy, Water, Mobility, Buildings, and Government: Global Market Analysis and Forecasts," Navigant Consulting, accessed January 15, 2018, <https://www.navigantresearch.com/research/smart-cities>.

¹¹ Ibid.

ในประเทศไทย หลายจังหวัดเริ่มมีการนำแนวคิดเรื่อง Smart City Technology มาพัฒนาเพื่อให้จังหวัดมีความทันสมัยและเป็นเมืองต้นแบบในการพัฒนา เช่น จังหวัดนครนายก ที่มีการร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาให้เป็นจังหวัดนำร่องสู่ Smart City ในประเทศไทย โดยพัฒนาระบบไอทีของจังหวัดให้เกิดการเชื่อมโยงอินเทอร์เน็ตไร้สายไปยังสถานที่สำคัญต่างๆ ทั่วจังหวัด และในเขตพื้นที่ EEC เอง แหลมฉบังเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความเหมาะสมที่จะนำเทคโนโลยี IoT มาเปลี่ยนเมืองให้เป็น Smart City เนื่องจาก สภาพทางภูมิศาสตร์และทำเลที่ตั้งที่เป็นเมืองท่าสำหรับรับส่งสินค้าทางทะเลและศูนย์กลางการกระจายสินค้าเพื่อป้อนสินค้าทุนให้กับโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออก และภาคกลาง โดยในส่วนของเทคโนโลยี IoT จะมาช่วยพัฒนาได้นั้นคือ ระบบการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

นอกจากนี้ งานศึกษาของเอกชัย สุมาลี และคณะ¹² ได้วิเคราะห์ข้อมูลความพร้อมของกลุ่มธุรกิจในด้านไอทีของประเทศไทยพบว่า กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพพร้อมที่จะรับเทคโนโลยี IoT เข้ามาใช้ในการพัฒนาระบบหรือกลุ่มกิจกรรมต่างๆ ในเมืองที่จะนำไปสู่ความเป็น Smart City ได้แก่

- กลุ่มการขนส่งและโลจิสติกส์
- กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีการแพทย์
- กลุ่มธุรกิจด้านการค้าและการบริการ เช่น การเงิน การศึกษา และการท่องเที่ยว
- กลุ่มธุรกิจด้านพลังงาน
- กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ

3.1.2 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing)

เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ หรือ Cloud Computing เป็นเทคโนโลยีที่เริ่มเข้ามาเปลี่ยนแปลงการทำงานขององค์กรทั้งในภาครัฐและเอกชนในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา¹³ (The National Institute of Standards and Technology หรือ NIST) ได้นิยาม Cloud Computing ว่าหมายถึง โมเดลที่ทำให้เกิดการเข้าถึงและใช้งานทรัพยากรคอมพิวเตอร์ (เช่น เครือข่าย เซิร์ฟเวอร์ หน่วยเก็บข้อมูล แอปพลิเคชัน และระบบบริการอื่นๆ) บนอินเทอร์เน็ตที่ใช้ร่วมกับผู้อื่น โดยผู้ให้บริการสามารถจัดเตรียมและปรับเปลี่ยนทรัพยากรคอมพิวเตอร์เหล่านี้ให้พร้อมใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ทั้งนี้ โมเดล Cloud ประกอบด้วย คุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

¹² เอกชัย สุมาลี และคณะ, *โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเสนอแนะแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์และอิเล็กทรอนิกส์ภายใต้กรอบของ Internet of Things และ Smart City*.

¹³ Peter Mell and Timothy Grance, *The NIST Definition of Cloud Computing* (Gaithersburg: United National Institute of Standards and Technology, 2011), 1, accessed January 12, 2018, <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.

- On-demand self-service - ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่าย Cloud ด้วยตัวเองได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องอาศัยการติดต่อกับผู้ให้บริการ
- Broad network access - ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่าย Cloud ได้ด้วยเครื่องมือ หรือ Platform หลากหลายชนิด เช่น โทรศัพท์มือถือ, Tablet, Laptop
- Resource pooling - เครือข่าย Cloud เป็นการรวมกันของทรัพยากรคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการหลายแห่ง ที่เรียกว่า Multi-tenant Model โดยทรัพยากรคอมพิวเตอร์เหล่านี้มีทั้งแบบกายภาพ (Physical) และแบบเสมือนกายภาพ (Virtual) ที่ถูกจัดสรรมาไว้ในเครือข่าย Cloud ซึ่งอาจมาจากผู้ให้บริการหลายแห่งหรือหลายประเทศ โดยที่ผู้ใช้งานไม่สามารถรู้หรือควบคุมได้ว่ากำลังใช้บริการทรัพยากรคอมพิวเตอร์จากแหล่งไหน
- Rapid elasticity - ระบบบริการ Cloud สามารถปรับเปลี่ยนตามรูปแบบที่ผู้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว
- Measured service - ผู้ใช้งานและผู้ให้บริการสามารถที่จะวัดปริมาณการใช้งานระบบบริการ Cloud ตามความเป็นจริงได้

รูปแบบการให้บริการ Cloud Computing จำแนกตามระดับขั้นของการจำลองระบบดิจิทัล (level of abstraction) เป็น 5 ประเภท¹⁴ (ภาพที่ 3.5) ได้แก่

- Infrastructure as a Service (IaaS) เป็นการให้บริการใช้โครงสร้างพื้นฐานของทรัพยากรคอมพิวเตอร์ เช่น หน่วยประมวลผล ระบบจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่าย เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ฯลฯ ตัวอย่างเช่น Dropbox¹⁵ ที่ให้บริการพื้นที่เก็บข้อมูลผ่านระบบ Cloud
- Platform as a Service (PaaS) เหมือนกับ IaaS แต่เพิ่มการให้บริการระบบปฏิบัติการ (Operating System) และชุดคำสั่งผ่านระบบ Cloud เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นแอปพลิเคชันของตัวเองได้ ตัวอย่างเช่น Snap¹⁶ ที่ใช้บริการแบบ PaaS ของ Google เพื่อพัฒนา แอปพลิเคชัน Snapchat ของตัวเอง
- Software as a Service (SaaS) เป็นการให้บริการแอปพลิเคชันผ่านระบบ Cloud โดยประมวลผลผ่านระบบของผู้ให้บริการ ผู้ใช้จะสามารถเข้าใช้บริการแอปพลิเคชัน ผ่านอุปกรณ์ใดก็ได้ที่เชื่อมต่อกับระบบ Cloud โดยไม่ต้องเสียค่าติดตั้งและบำรุงรักษา ตัวอย่างเช่น Gmail, Google Drive, Google Docs
- Information as a service (INaaS) เป็นการให้บริการข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับองค์กร ตัวบุคคลหรือธุรกิจ
- Business process as a service (BPaaS) เป็นการให้บริการ Business Process หรือ Business Function แบบสำเร็จรูป โดยเป็นการนำ SaaS มารวมกับ Business Process Outsourcing

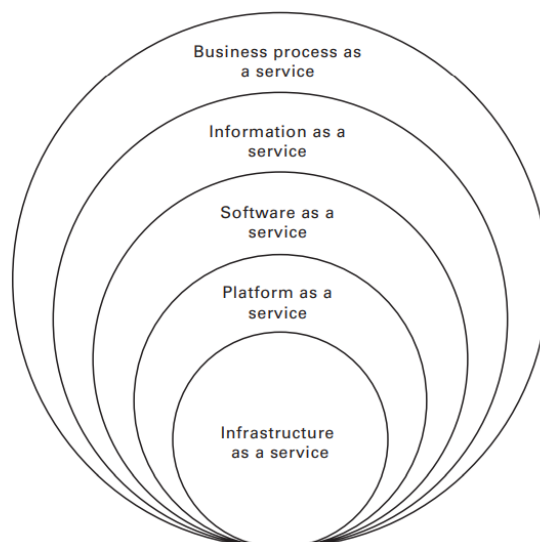
¹⁴ Nayan B. Ruparelia, *Cloud computing*, (Massachusetts: Mit Press, 2016).

¹⁵ "Dropbox," Techopedia, accessed January 16, 2018, <https://www.techopedia.com/definition/26850/dropbox>.

¹⁶ Tess Townsend, "This is what Snap is paying Google \$2 billion for," recode, accessed January 16, 2018, <https://www.recode.net/2017/3/1/14661126/snap-snapchat-ipo-spending-2-billion-google-cloud>.

(BPO) ซึ่งหมายถึง การมอบหมายงานบางส่วนภายในองค์กรให้กับบุคคลภายนอกรับผิดชอบดูแลแทน

ภาพที่ 3.5 Level of Abstraction



ที่มา: MIT Press¹⁷

รูปแบบการใช้งาน (Deployment Model) ของ Cloud จำแนกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- Public Cloud เป็น Cloud ที่เปิดให้มีการใช้บริการแบบสาธารณะผ่านอินเทอร์เน็ต ทำให้ทั้งองค์กรและบุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ ทั้งนี้ Public Cloud สามารถที่จะอยู่ใน Abstraction Level ใดก็ได้ ตัวอย่างของ Public Cloud เช่น Google Print, Google Docs, Microsoft Office 365, Amazon EC2
- Private Cloud เป็น Cloud เฉพาะขององค์กร บริษัท หรือบุคคลหนึ่งๆ ที่มีการให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ตในขอบเขตที่จำกัด หรือที่เรียกว่า Wide Area Network (WAN) โดย Private Cloud จะมีการตั้งระบบรักษาความปลอดภัยเพื่อจำกัดการใช้เฉพาะบุคคลภายในเท่านั้น ซึ่งหลักการจะคล้ายกับ Local Area Network (LAN) ที่มีการใช้กันอยู่ตามบ้านหรือสำนักงานทั่วไป แต่ WAN จะครอบคลุมบริเวณที่กว้างกว่า
- Community Cloud มีลักษณะเหมือน Private Cloud แต่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้างกว่า และเป็นการให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ต โดยพื้นที่บริเวณอาจหมายถึง ภูมิภาค ประเทศ ทวีป หรือ เขตพื้นที่เศรษฐกิจ ตัวอย่างเช่น European Union Community Cloud, North American Cloud และ ASEAN Community Cloud เป็นต้น
- Hybrid Cloud เป็นรูปแบบผสมของ Cloud Deployment Model (Public, Private, Community) ตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป โดยผู้ให้บริการใน Cloud แต่ละรายภายใต้ Hybrid Cloud นี้จะทำงานแบบเป็นอิสระต่อกัน แต่จะถูกเชื่อมกันด้วยเทคโนโลยีเฉพาะที่ทำให้ข้อมูลและ Application สามารถถูกนำมาใช้งานร่วมกันได้

¹⁷ Nayan B. Ruparelia, Cloud computing,

สำหรับแนวโน้มของเทคโนโลยี Cloud Computing นั้น Gartner¹⁸ คาดการณ์ว่า รายได้จากบริการ Public Cloud ทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัวในช่วงปี พ.ศ. 2559-2563 (ภาพที่ 3.6) โดยเพิ่มจาก 220 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปีพ.ศ. 2559 เป็น 411 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปีพ.ศ. 2563 และสัดส่วนของรายได้มากกว่าครึ่งหนึ่งมาจาก รูปแบบการให้บริการแบบ Cloud Advertising และ Cloud Application Services (SaaS)

นอกจากนี้ Gartner ยังคาดการณ์ว่า การให้บริการ Cloud จะมีบทบาทสูงมากต่อธุรกิจเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) โดยในปี พ.ศ. 2564 สัดส่วนของค่าใช้จ่าย IT ร้อยละ 28 จะมาจากอุปกรณ์หรือบริการที่มีความเกี่ยวข้องกับ Cloud เช่น โครงสร้างพื้นฐาน Middleware แอปพลิเคชัน และบริการทางธุรกิจ

ภาพที่ 3.6 รายได้คาดการณ์ของ Public Cloud ทั่วโลก ในปีพ.ศ. 2559 ถึงพ.ศ. 2563

หน่วย: พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ



ที่มา: Gartner¹⁹

สาเหตุที่ทำให้เทคโนโลยี Cloud เติบโตได้อย่างรวดเร็วขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการแพร่หลายของอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มมากขึ้นทั้งที่มีการใช้ตามบ้านและสถานที่ทำงาน และความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ²⁰ ทำให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตสามารถจัดการกับข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วและทำงานกับข้อมูลขนาดใหญ่ได้ดีขึ้น ดังนั้น เทคโนโลยีระบบเก็บรวบรวมข้อมูลแบบ Cloud จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อรองรับกับการจัดการข้อมูล

¹⁸ “Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Services Revenue to Reach \$260 Billion in 2017,” Gartner, accessed January 16, 2018, <https://www.gartner.com/newsroom/id/3815165>.

¹⁹ Louis Columbus, “Cloud Computing Market Projected To Reach \$411B By 2020”, Forbes, accessed January 17, 2018, <https://www.forbes.com/sites/louiscl Columbus/2017/10/18/cloud-computing-market-projected-to-reach-411b-by-2020/#7211b53878f2>.

²⁰ “Cloud Computing เทคโนโลยีที่หมุนอยู่รอบตัวเรา,” เว็บไซต์, สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2561, <https://www.beartai.com/article/tech-article/74536>.

ขนาดมหาศาล ประกอบกับ ประโยชน์ของเทคโนโลยี Cloud ต่อผู้ใช้งาน เช่น การประหยัดต้นทุนในการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์และการจัดการข้อมูล ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลจากทุกอุปกรณ์ ทุกเวลา และทุกสถานที่บนโลก และประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้น เมื่อผู้ใช้งานหลายคนสามารถทำงานบนเอกสารชุดเดียวกันไปพร้อมกันได้ จึงส่งเสริมให้เกิดการแพร่หลายในการใช้เทคโนโลยีนี้ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน²¹

นอกจากนี้ เทคโนโลยี Cloud Computing ยังมีความเกี่ยวข้องและส่งผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น เทคโนโลยี AI²² ที่สามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลจากความสามารถในการเก็บรวบรวมและประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ของ Cloud และเทคโนโลยี IoT ซึ่งล่าสุด Google ได้เปิดตัวบริการแบบใหม่ที่มีชื่อว่า Cloud IoT Core²³ เป็นการนำเทคโนโลยีทั้ง 2 ประเภtenี้มารวมกัน เพื่อให้ระบบสามารถเก็บรวบรวมและประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์หรือวัตถุสิ่งของทุกชนิดที่ถูกเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตมาไว้ที่ศูนย์กลาง และระบบสามารถอัปเดตตัวเองได้ตลอดเวลา รวมทั้ง เทคโนโลยี 5G²⁴ ที่จะถูกพัฒนาไปพร้อมกับเทคโนโลยี Cloud เพื่อให้โทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์สื่อสารรุ่นใหม่ ๆ รองรับกับปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล คือสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีเสถียรภาพ

3.1.3 เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าและไร้คนขับ (Electric and Autonomous Car)

เทคโนโลยีเกี่ยวกับนวัตกรรมทางด้านยานยนต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicle) และ รถยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Car) เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา

- รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า หรือรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle)

รถยนต์ไฟฟ้า หมายถึง รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่สร้างมาจากแบตเตอรี่หรืออุปกรณ์กักเก็บพลังงานไฟฟ้ารูปแบบอื่นๆ โดยเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างรถยนต์ไฟฟ้า และรถยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) หรือรถยนต์ที่ใช้ น้ำมันทั่วไปมีอยู่ 2 ส่วน คือ

1) แบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์กักเก็บพลังงานของรถยนต์ไฟฟ้า จึงเป็นตัวกำหนดว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะมีพลังงานในการนำมาใช้มากน้อยเพียงใด (เช่น ระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้ใน 1 รอบของการชาร์จพลังงาน) และต้องใช้

²¹ Dan, "5 Reasons Why Cloud Computing is Becoming So Popular," Techiestuffs, accessed January 18, 2018, <http://www.techiestuffs.com/5-reasons-why-cloud-computing-is-becoming-so-popular/>.

²² David Lucky, "Five Cloud Computing Trends to Look for in 2018," Rackspace US, accessed January 18, 2018, <https://blog.rackspace.com/five-cloud-computing-trends-to-look-for-in-2018>.

²³ "Cloud IoT Core," Google Cloud, accessed January 18, 2018, <https://cloud.google.com/iot-core/>.

²⁴ "5G and Cloud Computing Technologies, Solutions, Applications, and Services in IoT 2017 - 2022," Research and Markets, accessed January 19, 2018, https://www.researchandmarkets.com/research/3ww97b/5g_and_cloud.

เวลาในการเติมพลังงานนานเท่าใด นอกจากนี้ แบตเตอรี่ยังเป็นส่วนประกอบหลักของต้นทุนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า ดังนั้น เทคโนโลยีแบตเตอรี่จะเป็นตัวตัดสินชี้ขาดว่า รถยนต์ไฟฟ้าจะเกิดความแพร่หลายในตลาดอุตสาหกรรมยานยนต์หรือไม่

ปัจจุบัน แบตเตอรี่ที่นิยมใช้กับรถยนต์ไฟฟ้า คือแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium Ion) ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ชนิดเดียวกับที่ใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ (เช่น iPhone)²⁵ และอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ จุดเด่นของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนคือ แบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา แต่เก็บพลังงานได้มาก เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ประเภทอื่นๆ รวมทั้ง รอบอายุการใช้งานที่นานกว่า และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ (biodegradable)²⁶ และ ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา น้อยกว่าแบตเตอรี่ประเภทกรดตะกั่ว (lead-acid battery)²⁷

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนคือ เรื่องราคาในตลาดที่ยังสูงอยู่เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ประเภทอื่น เช่น แบตเตอรี่นิกเกิล – แคดเมียม (Nickel – Cadmium)²⁸ โดยในปีพ.ศ. 2560 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนของบริษัท Tesla มีราคาอยู่ที่ประมาณ 150 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อ 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง²⁹

2) ชิ้นส่วนในระบบส่งกำลัง (Powertrain)

ชิ้นส่วนในระบบส่งกำลังอื่นๆ (ภาพที่ 3.7) เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าที่นำมาใช้แทนเครื่องยนต์ในรถยนต์ใช้น้ำมัน และ Inverter ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับในขั้นตอนการส่งถ่ายพลังงานจากแหล่งกักเก็บเข้าสู่มอเตอร์ไฟฟ้า

ทั้งนี้ เทคโนโลยีที่สำคัญในการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับการพัฒนาแบตเตอรี่ เนื่องจาก มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้กับรถยนต์ไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาจนสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพแล้ว และชิ้นส่วนในระบบส่งกำลังอื่นๆ ก็ไม่ได้มีผลในการเพิ่มศักยภาพให้กับรถยนต์ไฟฟ้ามากนัก

²⁵ “ทำไมถึงต้องเป็นลิเทียมไอออน,” Apple, สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2561, <https://www.apple.com/th/batteries/why-lithium-ion/>.

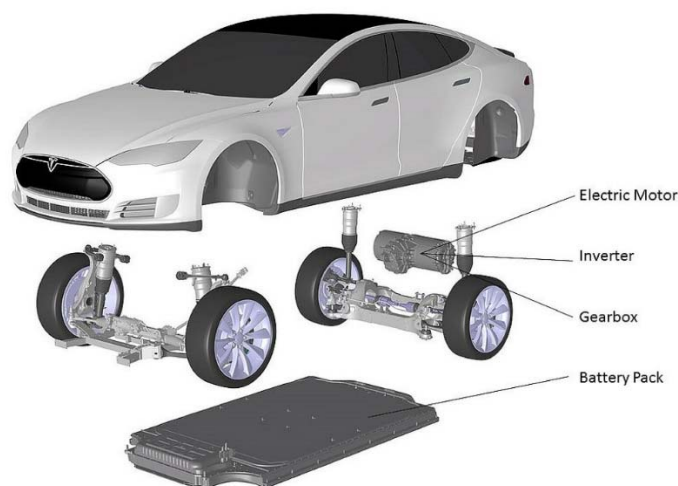
²⁶ “Rechargeable Lithium-ion Batteries Are Fueling A Better Environment,” RELion, accessed January 23, 2018, <http://www.relionbattery.com/blog/rechargeable-lithium-ion-batteries-are-fueling-a-better-environment>.

²⁷ “Are Lithium-ion Batteries “GREENER” than Lead Acid?,” Schneider Electric, accessed January 23, 2018, <https://blog.schneider-electric.com/datacenter/2016/03/03/are-lithium-ion-batteries-greener-than-lead-acid/>.

²⁸ “Li-ion vs. NiCad,” Diffen, accessed January 23, 2018, https://www.diffen.com/difference/Li-ion_vs_NiCad.

²⁹ Gert Berckmans, et. Al, *Cost Projection of State of the Art Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles Up to 2030*, Energies, no.10 (2017), 1314.

ภาพที่ 3.7 ส่วนประกอบของระบบส่งกำลังในรถยนต์ไฟฟ้า



ที่มา: Electrics Cars HK

รถยนต์ไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท³⁰

- รถยนต์ไฮบริดพลังงานไฟฟ้าแบบชาร์จไม่ได้ (Hybrid-electric Vehicles หรือ HEV) เป็นรถยนต์ประเภทที่มีเครื่องยนต์เหมือนกับที่ใช้ในรถยนต์สันดาปภายในทั่วไป แต่มีขนาดเล็กกว่า และใช้การผสมผสานการสร้างพลังงานจากเครื่องยนต์สันดาปและการชาร์จกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ไฟฟ้า
- รถยนต์ไฮบริดพลังงานไฟฟ้าแบบชาร์จได้ (Plug-in Hybrid Electric Vehicles หรือ PHEV) เป็นประเภทของรถยนต์ที่ต่างกับ HEV ทั่วไป เพราะมีการใส่มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับชาร์จกระแสไฟฟ้าเพิ่มเข้ามาทำงานควบคู่ไปกับเครื่องยนต์สันดาป
- รถยนต์พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่โดยสมบูรณ์ (Battery Electric Vehicles หรือ BEV) เป็นรถยนต์ประเภทที่มีแต่มอเตอร์ไฟฟ้า ไม่มีเครื่องยนต์สันดาปภายใน ตัวมอเตอร์จะชาร์จพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไฟฟ้าและสร้างแรงบิดให้รถยนต์ขับเคลื่อน

แม้ว่าจะมีการพูดถึงรถยนต์ไฟฟ้าเป็นระยะเวลามากกว่าสามสิบปีแล้ว แต่ด้วยปัญหาด้านราคาที่ยังค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับรถยนต์สันดาปภายใน หรือรถยนต์ที่ใช้ น้ำมัน ประกอบกับประสิทธิภาพของรถยนต์ไฟฟ้าเองก็ยังต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้ น้ำมัน ทั่วไป ทำให้คนทั่วไปยังไม่ค่อยให้ความสนใจกับรถยนต์ไฟฟ้าและมองว่าเป็นเรื่องของเทคโนโลยีในอนาคตที่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ในเวลาอันใกล้

อย่างไรก็ตาม ในช่วงสองสามปีที่ผ่านมา รถยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้ในท้องตลาดเร็วกว่าที่คาดไว้ ด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการได้แก่

³⁰ Shannon M. Sedgwick and Christine Cooper, *Electric Vehicles: The Market and Its Future Workforce Needs* (Los Angeles: Los Angeles County Economic Development Corporation, 2012), accessed January 23, 2018, http://www.pacificgateway.org/ev_pgwin_final.pdf.

1) การลงทุนวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีแบตเตอรี่

การวิจัยพัฒนาอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีแนวโน้มเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น ระยะเวลาชาร์จพลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มสั้นลง และต้นทุนในการผลิตมีแนวโน้มลดลง โดยในปัจจุบันราคาของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนลดลงเฉลี่ยปีละประมาณร้อยละ 12-14 หากต้นทุนแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนลดลงอีกประมาณร้อยละ 30-40 จะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าถูกกว่าต้นทุนในการผลิตรถยนต์สันดาปภายใน ซึ่งทำให้ราคาขายรถยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะถูกกว่ารถยนต์ใช้น้ำมันทั่วไป ดังนั้นความต้องการรถยนต์ไฟฟ้าในตลาดโลกจึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้ โลกยังคงมีการทำวิจัยแบตเตอรี่ทางเลือกชนิดใหม่ๆ เช่น แบตเตอรี่ลิเทียม-แอร์ และ แบตเตอรี่ลิเทียม-ซิลเฟอร์³¹ ที่ให้ค่าความจุพลังงานต่อน้ำหนักและความจุพลังงานต่อปริมาตรมากกว่า แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน แต่ยังคงมีปัญหาเรื่องความเสถียรของปฏิกิริยาเคมีและอายุการใช้งานที่ต่ำ

2) ความตระหนักในเรื่องการลดมลภาวะที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องทั่วโลก

ทั่วโลกมีความต้องการใช้รถยนต์สันดาปภายในลดลงและพยายามหาเทคโนโลยีทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น³² ทั้งนี้ Americas National Resources Defense Council³³ ระบุว่า ในปัจจุบันรถยนต์ไฟฟ้าประเภท PEV ปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ารถยนต์สันดาปภายในมากถึงร้อยละ 54 และยังมีแนวโน้มที่จะสามารถลดปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นในอนาคต

ในปัจจุบัน รถยนต์พลังงานไฟฟ้าของบริษัท Tesla รุ่น Tesla Roadster ซึ่งเป็นรถยนต์พลังงานไฟฟ้ารุ่นที่เปิดตัวไปเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมา หากชาร์จไฟเต็ม 1 รอบจะทำให้รถขับเคลื่อนไปได้เป็นระยะทางถึง 620 ไมล์³⁴

อย่างไรก็ตาม ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะส่งผลต่อ ความแพร่หลายของการใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้าคือ จำนวนสถานีบริการชาร์จพลังงานไฟฟ้าที่ต้องเพิ่มขึ้นอีกหลายแห่ง เนื่องจาก แม้ว่าผู้ขับขี่รถยนต์พลังงานไฟฟ้าจะสามารถชาร์จพลังงานไฟฟ้าเองได้จากที่บ้าน แต่สถานีบริการชาร์จพลังงานไฟฟ้าก็ยังคงมีความจำเป็นสำหรับรถที่วิ่งในระยะทางไกล และเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่พลังงานไฟฟ้าจะหมดกลางทาง

³¹ ดร. ัญญา แพร้วพิพัฒน์, “รู้จักแบตเตอรี่ตอนที่ 5 แบตเตอรี่สำหรับอนาคตอันใกล้นี้ พลังงานไฟฟ้าเคมีหน่วยวิจัยวัสดุสำหรับพลังงาน,” MTEC, , สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2561, https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/countfavor_column.asp?a=load&fileid=8748&Run_no=dlkebwzbz.

³² ดร.ศุภวุฒิ สายเชื้อ, “ทำไมรถไฟฟ้าจะมาเร็วกว่าที่คิด. คอลัมน์ "เศรษฐศาสตร์จานร้อน," กรุงเทพธุรกิจ, สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2561, <http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/640021>.

³³ Luke Tonachel, “Study: Electric Vehicles Can Dramatically Reduce Carbon Pollution from Transportation, and Improve Air Quality,” Natural Resources Defense Council, accessed January 24, 2018, <https://www.nrdc.org/experts/luke-tonachel/study-electric-vehicles-can-dramatically-reduce-carbon-pollution>.

³⁴ “Tesla Roadster,” Tesla, accessed January 24, 2018, <https://www.tesla.com/roadster>.

- รถยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Car)

รถยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Car หรือ Self-driving Car) หรือรถยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนด้วยตัวเองโดยไม่ต้องอาศัยคนควบคุม เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีด้านยานยนต์ที่มีแนวโน้มจะเข้าสู่ตลาดโลกเร็วกว่าที่คาดการณ์ไว้

รถยนต์ขับเคลื่อนด้วยตัวเองอัตโนมัติเป็นการทำงานร่วมกันของเทคโนโลยีต่างๆ ดังนี้³⁵

- O Navigation หรือระบบแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยระบบการระบุตำแหน่งของรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติจากดาวเทียม (Global Positioning System หรือ GPS) และระบบแผนที่เสมือนจริง (Virtual Track) ที่เก็บรวบรวมข้อมูลในคลังข้อมูลดิจิทัล ทั้งนี้ ข้อมูลที่เก็บคือข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งของรถบนถนน เช่น ตำแหน่งของไฟจราจร ตำแหน่งทางม้าลาย ป้ายสัญญาณห้ามเลี้ยวขวา ความกว้างของเลนถนน รวมถึง ความเร็วสูงสุดที่กฎหมายอนุญาตให้รถวิ่งได้ในถนนแต่ละเส้น รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติจะใช้ระบบแผนที่ซึ่งประมวลผลร่วมกับระบบ Sensor เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการตัดสินใจ
- O Computer Vision หรือระบบที่ทำหน้าที่เป็นตาและหูให้กับรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเมื่อรถวิ่ง ซึ่งประกอบด้วย 3 ระบบย่อย ได้แก่
 - Laser หรือ LIDAR (Light Detection and Ranging) ซึ่งมักจะติดตั้งอยู่ด้านบนตัวรถยนต์ มีหน้าที่ตรวจจับวัตถุรอบตัวรถ และบันทึกเป็นภาพ 3 มิติ (ภาพที่ 3.8)
 - Radar เป็นเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้ารถมีหน้าที่ตรวจจับและประเมินความเร็วของรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า โดยมีระยะทำงานที่สั้นกว่า Laser โดยใช้หลักการส่งคลื่นวิทยุสะท้อนออกไป แล้วดักจับการสะท้อนกลับเมื่อคลื่นวิทยุไปกระทบกับวัตถุ
 - กล้องตรวจจับสภาพรอบตัวรถ

³⁵ Aman Agarwal, "Everything about Self Driving Cars Explained for Non-Engineers," The Startup, accessed January 24, 2018, <https://medium.com/swlh/everything-about-self-driving-cars-explained-for-non-engineers-f73997dcb60c>.

ภาพที่ 3.8 ระบบเซ็นเซอร์ของรถยนต์อัตโนมัติของบริษัท Google



ที่มา: Techcrunch³⁶

- Deep Learning หรือระบบประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ทำหน้าที่เหมือนสมองของรถยนต์ไร้คนขับ เป็นระบบที่ทำให้รถยนต์อัตโนมัติสามารถตัดสินใจได้ด้วยตัวเองจากการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากระบบ Computer Vision หลักการเบื้องหลังของระบบนี้คือการอาศัยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning Algorithm) ซึ่งช่วยให้รถยนต์ไร้คนขับสามารถเรียนรู้และสร้างชุดคำสั่งจากสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น สถานการณ์เมื่อรถยนต์ไร้คนขับเจอไฟแดงแล้วต้องออกคำสั่งหยุดรถ หรือสถานการณ์ที่รถยนต์ไร้คนขับขับตามรถบรรทุกแล้วควรที่จะออกคำสั่งเปลี่ยนเลน
- Robotics หรือระบบที่เชื่อมต่อระบบประมวลผลส่วนกลางเข้ากับระบบเครื่องจักรต่างๆ ในตัวรถ โดยทำหน้าที่เสมือนเส้นประสาทที่เชื่อมต่อสมองของมนุษย์เข้ากับแขนขาและส่วนต่างๆ ของร่างกาย

กระบวนการประมวลผลของรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติเริ่มจากการระบุตำแหน่งของรถจาก GPS และระบบแผนที่เสมือนจริง จากนั้นจะรวบรวม input จากระบบเซ็นเซอร์ต่างๆ รอบตัวรถ และซอฟต์แวร์จะทำการประมวลผลความเป็นไปได้ว่าวัตถุที่อยู่รอบๆ ตัวรถ (เช่น คนหรือสัตว์ที่เดินเท้าอยู่ข้างถนน จักรยานคันที่อยู่ข้างไหล่ทาง ฯลฯ) มีโอกาสที่จะเข้ามาเกียดขวางหรือส่งผลกระทบการวิ่งของรถยนต์ไร้คนขับบนถนนมากน้อยเพียงใด หลังจากนั้น ซอฟต์แวร์จะนำผลที่ประมวลได้มากำหนดทิศทางและความเร็วของรถยนต์ไร้คนขับ โดยตระหนักถึงความปลอดภัยในการวิ่งของรถมากที่สุด

³⁶ Darrell Etherington, "Google's Self-Driving Car Project Is A World's Fair Fantasy Turned City Street Reality," Techcrunch, accessed January 24, 2018, <https://techcrunch.com/2014/05/14/googles-self-driving-car-project-is-a-worlds-fair-fantasy-turned-city-street-reality/>.

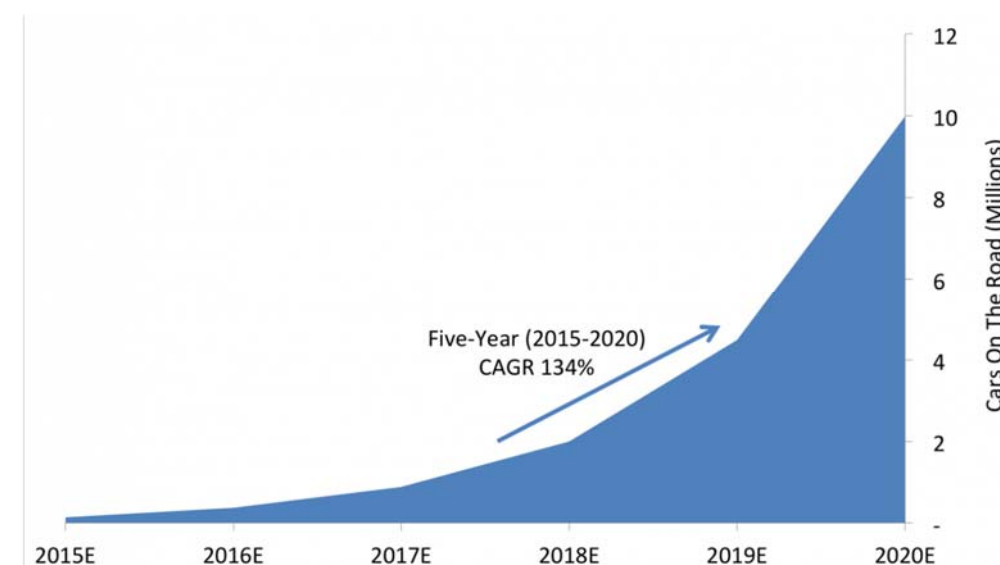
ในด้านระดับความเป็นอัตโนมัติในรถยนต์ไร้คนขับ สมาคมวิศวกรยานยนต์ หรือ Society of Automotive Engineering (SAE) ซึ่งเป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่างๆ เกี่ยวกับรถยนต์ ได้ทำการแบ่งระดับความเป็นอัตโนมัติในรถยนต์ไร้คนขับ จำแนกตามระดับของการเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องของมนุษย์ โดยมีระดับความเป็นอัตโนมัติตั้งแต่ระดับ 0 (No Automation) ซึ่งเป็นระดับที่มนุษย์ควบคุมรถยนต์เองทั้งหมด จนถึงระดับ 5 (Full Automation) ซึ่งเป็นรถยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนบนท้องถนนได้เองในทุกสภาวะและมีประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนเหมือนมนุษย์ทุกประการ ในปัจจุบัน เทคโนโลยีรถยนต์อัตโนมัติที่ทันสมัยที่สุดของบริษัทที่เป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 4 นั้นหมายถึง รถยนต์ที่สามารถขับเคลื่อนได้เองในสภาวะที่จำกัด

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาการอย่างก้าวกระโดดในหลายเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไร้คนขับ เช่น เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องจักรที่เป็นสมองของรถยนต์ไร้คนขับ ทำให้หลายบริษัทยักษ์ใหญ่ทั่วโลก เช่น Google, Mercedes, BMW, GM และ Tesla กำลังเร่งพัฒนาและมีแผนที่จะนำรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติออกสู่ตลาดภายในอีกไม่กี่ปี

รายงานของ Business Insider³⁷ ได้สรุปสถานการณ์ของรถยนต์ไร้คนขับที่สำคัญ ดังนี้

- รถยนต์ไร้คนขับที่ขับเคลื่อนตัวเองได้แบบสมบูรณ์ (Fully Autonomous Car) หรือมีความอัตโนมัติอยู่ในระดับที่ 4 จะเริ่มเปิดตัวในปีพ.ศ. 2562 และจะเริ่มออกสู่ตลาดในเชิงพาณิชย์ภายในปีพ.ศ. 2566 ส่วนรถยนต์ไร้คนขับที่มีความอัตโนมัติในระดับที่ 5 ยังคงอยู่ในขั้นตอนการทดลองและพัฒนาไปอีกระยะหนึ่ง
- ภายในปี พ.ศ. 2563 จะมีรถยนต์ที่มีความเป็นอัตโนมัติตั้งแต่ระดับ 1-4 ออกสู่ตลาดมากเกือบ 10 ล้านคัน

ภาพที่ 3.9 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถยนต์ไร้คนขับบนท้องถนน ในปีพ.ศ. 2558-2563



ที่มา: Business Insider

³⁷ “How to disable an ad blocker on Business Insider,” Business Insider, accessed January 24, 2018, <http://www.businessinsider.com/report-10-million-self-driving-cars-will-be-on-the-road-by-2020-2015-5-6>.

รถยนต์ไร้คนขับมีแนวโน้มเติบโตอย่างรวดเร็วในอนาคต (ภาพที่ 3.9) เนื่องจากรถยนต์ไร้คนขับมีประโยชน์ที่สำคัญ คือ

- การลดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้มากถึงร้อยละ 90-95³⁸
- การเป็นทางเลือกในการเดินทางให้กับกลุ่มคนที่ไม่สามารถขับรถได้ เช่น คนสูงอายุ คนที่ไม่มีรถเป็นของตัวเองที่สามารถใช้บริการรถยนต์โดยสารสาธารณะชนิดไร้คนขับและคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีรถสาธารณะมาให้บริการ³⁹
- การลดเวลาที่ผู้ขับขี่ต้องใช้ในการเดินทาง โดยมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากเวลาที่ประหยัดได้ในสหรัฐอเมริกามากถึง 1.3 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อปี⁴⁰

แม้ว่ารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติเป็นประโยชน์ต่อการคมนาคมขนส่ง ผลวิจัยของ Deloitte⁴¹ เดือนมกราคม ปีพ.ศ. 2561 ชี้ว่า ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งยังคงกังวลในเรื่องความปลอดภัยของเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับ โดยประชากรกว่าร้อยละ 47 ของสหรัฐอเมริกายังไม่ไว้วางใจระบบความปลอดภัยของรถยนต์ไร้คนขับ อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบกับผลสำรวจในปี พ.ศ.2560 พบว่า สัดส่วนของผู้ที่ไม่ไว้วางใจรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังมีการคาดการณ์ว่า สัดส่วนดังกล่าวน่าจะลดลงเมื่อเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับสามารถแสดงให้เห็นถึงประวัติการขับขี่ที่ปลอดภัย

แนวโน้มสำคัญประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไร้คนขับคือ การหลอมรวมของเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ และ Transport as a service (Taas) หรือบริการรถยนต์รับส่งสาธารณะ (เช่น บริการของ Uber) หรือที่เรียกว่า Technological Convergence ซึ่งจะทำให้เกิดการพลิกผันอย่างรุนแรงของอุตสาหกรรมยานยนต์และอุตสาหกรรมน้ำมันทั่วโลก โดยผู้ขับขี่รถยนต์โดยสารทั่วไปจะเลิกซื้อรถของตัวเองและหันมาใช้บริการ Taas มากขึ้น เนื่องด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า และรถที่ให้บริการ Taas จะเป็นรถที่สามารถขับเคลื่อนด้วยตัวเองได้และใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน (Electric-Autonomous Car)⁴²

ผลกระทบที่สำคัญของการหลอมรวมดังกล่าวต่ออุตสาหกรรมคือ จำนวนรถยนต์ที่ผลิตต่อปีจะลดลงอย่างรุนแรง อุตสาหกรรมรถยนต์ต้องปรับตัวครั้งใหญ่ โดยการหันไปผลิตส่วนประกอบของ Electric-

³⁸ Olivia Olarte, "Human error accounts for 90% of road accidents," Khaleej Times, accessed January 25, 2018, <https://www.khaleejtimes.com/article/20110330/ARTICLE/303309824/1002>.

³⁹ KPMG International, *Autonomous Vehicles Readiness Index*, (n.p.: KPMG International, 2018), 2-15, accessed February 12, 2018, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/nl/pdf/2018/sector/automotive/autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>.

⁴⁰ Benjamin Zhang, "Autonomous Cars Could Save The US \$1.3 Trillion Dollars A Year," Business Insider, accessed January 25, 2018, <http://www.businessinsider.com/morgan-stanley-autonomous-cars-trillion-dollars-2014-9>.

⁴¹ "Deloitte Study: Consumer Trust in Autonomous Vehicles on the Rise," Deloitte, accessed January 25, 2018, <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/about-deloitte/articles/press-releases/2018-global-automotive-consumer-survey-press-release.html>.

⁴² James Arbib and Tony Seba, "Rethinking Transportation 2020-2030," RethinkX, accessed January 25, 2018, https://static1.squarespace.com/static/585c3439be65942f022bbf9b/t/591a2e4be6f2e1c13df930c5/1494888038959/RethinkX+Report_051517.pdf.

Autonomous Car แทน และอุตสาหกรรมน้ำมันจะตายลงในที่สุด รวมทั้ง บริการรถแท็กซี่จะหมดไป ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดการหลอมรวมดังกล่าว เช่น การลดลงอย่างมีนัยสำคัญของต้นทุนการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน เซ็นเซอร์ LIDAR และ Super Computer ที่ใช้ประมวลผลในรถยนต์อัตโนมัติ และ ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่จะใช้กักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในบ้าน

โดยสรุป เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน (Disruptive Technology) ต่อการคมนาคมและอุตสาหกรรมรถยนต์ทั่วโลกในอนาคตอย่างแน่นอน แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ ความเร็วในการพัฒนาเทคโนโลยีที่อยู่เบื้องหลัง อัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคจากการซื้อรถเองมาเป็นการใช้บริการ TaaS และนโยบายสนับสนุนจากภาครัฐของแต่ละประเทศ

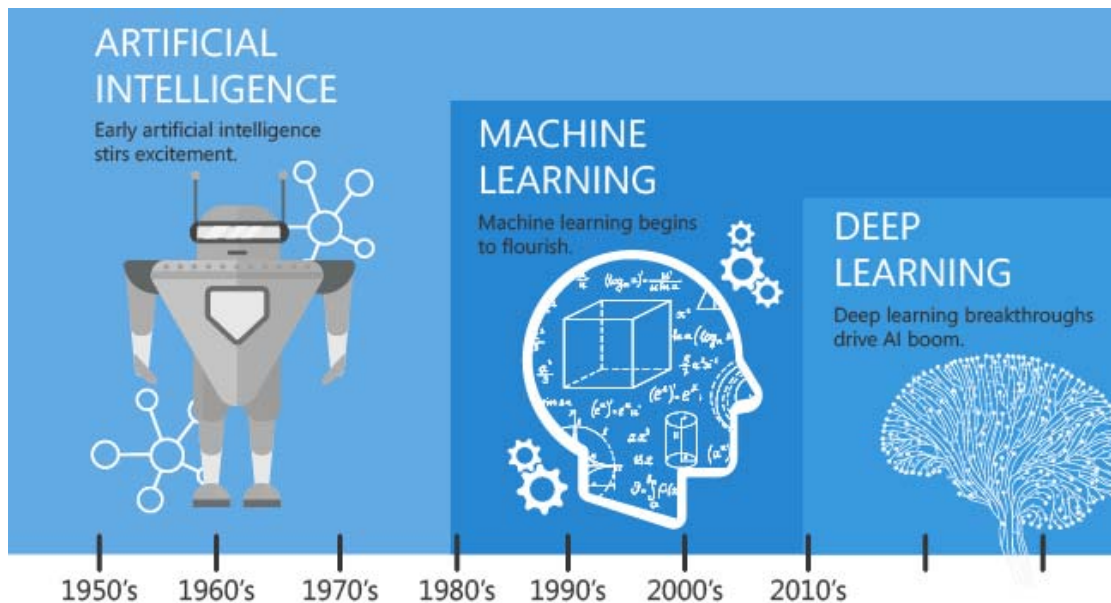
3.1.4 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI)

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) นับเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมมากในยุคนี้⁴³ โดยองค์กรทั้งภาครัฐและภาคเอกชนทั่วโลกกำลังเร่งแข่งขันพัฒนาเทคโนโลยีนี้ เนื่องจากเทคโนโลยี AI ก่อให้เกิดประโยชน์ในงานหลากหลายประเภท และทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขันระหว่างองค์กร ทั้งนี้ จากผลการสำรวจของ Gartner ซึ่งว่า องค์กรกว่าร้อยละ 59 กำลังรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกลยุทธ์ทาง AI ในขณะที่ องค์กรที่เหลือได้เริ่มนำ AI เข้ามาช่วยในการทำงานแล้ว

การพัฒนาเทคโนโลยี AI ต้องอาศัยความรู้ของศาสตร์ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) และ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ดังแสดงในภาพที่ 3.10

⁴³ Kasey Panetta, "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018," Gartner, accessed January 26, 2018, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>.

ภาพที่ 3.10 แนวโน้มการพัฒนาการของเทคโนโลยี AI, Machine Learning และ Deep Learning ระหว่างช่วงปีพ.ศ. 2493 ถึง 2553



ที่มา: LinkedIn⁴⁴

- Artificial Intelligence (AI)

คำว่า “เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์” (Artificial Intelligence : AI) ได้ถือกำเนิดขึ้นครั้งแรกจากการประชุม “Dartmouth Conferences” ในปีพ.ศ. 2499⁴⁵ โดยหมายถึง เทคโนโลยีการสร้างเครื่องจักรให้มีคุณลักษณะทางด้านสติปัญญาและความฉลาดคล้ายคลึงหรือเหนือกว่ามนุษย์ แต่คำว่าคล้ายคลึงนั้นยังค่อนข้างกำกวมและก่อให้เกิดการถกเถียงได้ ต่อมา คุณลักษณะของ AI จึงหมายถึง คุณลักษณะ “เหมือน” ในข้อใดข้อหนึ่งจากสี่ข้อ ดังนี้⁴⁶

- 1) Systems that think like humans (การคิดได้แบบมนุษย์)
- 2) Systems that act like humans (การกระทำได้แบบมนุษย์)
- 3) Systems that think rationally (การคิดอย่างมีเหตุผล)
- 4) Systems that act rationally (การกระทำอย่างมีเหตุผล)

ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ AI มีมากมาย เช่น วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมไฟฟ้า ระบบกลไก และคณิตศาสตร์ขั้นสูง นอกจากนี้ การมีอยู่ของหุ่นยนต์ AI ยังเกี่ยวข้องกับประเด็นด้านปรัชญาซึ่งยังเป็นที่ถกเถียงกันว่าหุ่นยนต์ AI มีจิตใจเป็นของตัวเองหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ศาสตร์ที่เป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยี AI มี

⁴⁴ Chris Ortega, “AI & Machine Learning Impact on FP&A,” Linedin, accessed January 26, 2018, <https://www.linkedin.com/pulse/ai-machine-learning-impact-fpa-chris-ortega-mba/>.

⁴⁵ “the Dartmouth Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years,” Dartmouth College, accessed January 26, 2018, <https://www.dartmouth.edu/~ai50/homepage.html>.

⁴⁶ Stuart Russell and Peter Norvig, “Chapter 1 Introduction,” University of California, Berkeley, accessed January 26, 2018, <http://people.eecs.berkeley.edu/~russell/intro.html>.

ความสามารถทางสติปัญญาและการเรียนรู้เหมือนมนุษย์ คือศาสตร์ที่เรียกว่า การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning : ML)

- Machine Learning

ถ้าเปรียบเทียบ AI เป็นมนุษย์คนหนึ่ง Machine Learning เป็นเสมือนสมองให้กับมนุษย์คนนั้น ในสมองของมนุษย์ ประกอบด้วยระบบทางความคิดหลายระบบ Machine Learning คือระบบความคิดระบบหนึ่ง ที่สามารถแยกแยะและเรียนรู้ข้อมูลที่ถูกป้อนเข้ามา และประมวลผลออกมาเป็นการตอบสนองต่อข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น ระบบความคิดของมนุษย์คนหนึ่งที่เกิดการเรียนรู้จนสามารถแยกแยะการพูดประชดแค้นออกจากการพูดชมเชยอย่างจริงจังได้ แล้วทำให้มนุษย์คนนั้นตอบสนองต่อการพูดทั้งสองแบบด้วยกิริยาและคำพูดที่แตกต่างกัน

ในปีพ.ศ. 2502 Arthur Samuel⁴⁷ ผู้บุกเบิกศาสตร์ความรู้ในด้าน Computer Gaming และ Artificial Intelligence ได้ให้คำจำกัดความของศาสตร์ด้านการเรียนรู้ของเครื่องจักร หรือ Machine Learning ไว้ว่า “Field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed”⁴⁸ ซึ่งหมายถึง ศาสตร์ที่ทำให้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรสามารถเรียนรู้ที่จะทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกป้อนเข้า (Input) และสร้างผลลัพธ์การตอบสนองต่อข้อมูล (Output) ขึ้นมาได้เอง โดยไม่ต้องถูกโปรแกรมหรือได้รับการป้อนคำสั่งเข้าไปใหม่ทุกครั้งที่คอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรได้รับข้อมูลใหม่

Machine Learning นับว่าเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่เป็นการนำศาสตร์ทางด้านคณิตศาสตร์และสถิติขั้นสูง เช่น Linear Algebra, Probability and Statistics, Multi-variable Calculus (Matrix-Vector Calculus) และ Algorithms and Complex Optimization⁴⁹ มาประยุกต์เข้ากับความรู้ด้านการจัดการข้อมูล และการเขียนโปรแกรมจำพวก Python และ R⁵⁰ โดยหลักการสำคัญของ Machine Learning คือ การสร้างองค์ความรู้ในเชิงโมเดลทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลป้อนเข้าด้วยตัวเครื่องจักรเองที่สามารถใช้ทำนายอนาคตได้ โดยโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นมีความยืดหยุ่นและสามารถที่จะปรับตัวเองเข้ากับข้อมูลใหม่ๆ ที่ได้รับป้อนเข้าไป

ในปัจจุบัน โมเดลจำนวนมากที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องจักรนี้ เป็นโมเดลที่มีความซับซ้อน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายประเภท ตัวอย่างที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

⁴⁷ “Arthur Samuel,” Wikipedia, accessed January 26, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Samuel.

⁴⁸ Jean Francois Puget, “What Is Machine Learning?,” IBM, accessed January 26, 2018, https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/jfp/entry/What_Is_Machine_Learning?lang=en.

⁴⁹ Andrew Ng, “Machine Learning Introduction,” OpenStax, accessed January 26, 2018, <http://cnx.org/content/col11500/1.4/>.

⁵⁰ Janakiram MSV, “Why Do Developers Find It Hard To Learn Machine Learning?,” Forbes, accessed January 26, 2018, <https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2018/01/01/why-do-developers-find-it-hard-to-learn-machine-learning/>.

เช่น กระบวนการ SEO (Search Engine Optimization)⁵¹ ในการทำ Marketing หรือ การใช้โปรแกรม Grammarly⁵² ตรวจสอบคำผิดภาษาอังกฤษเวลาเขียนงานวิจัย

หลักการทำงานของ Machine Learning สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ตาม Algorithm ที่ใช้ดังต่อไปนี้

1) Supervised Learning เป็นการสอนเครื่องจักรให้เรียนรู้การแบ่งชุดข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการอนุมาน (Generalization) โดยทำตามแบบ (imitate) จากชุดข้อมูลในอดีตที่มีการระบุ Input และ Output ไว้อย่างชัดเจน (Labeled Data) โดยวิธีการเรียนรู้จำแนกได้เป็น 2 ประการ คือ

1.1) การจัดหมวดหมู่ (Classification) ที่ใช้กับข้อมูลประเภทไม่ต่อเนื่อง (Discrete) และ ข้อมูลประเภท Binary

1.2) การวิเคราะห์ความถดถอย (Regression) ที่ใช้กับข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง (Continuous)

2) Unsupervised Learning เป็นการสอนเครื่องจักรให้เรียนรู้จากชุดข้อมูลที่ไม่มีการแบ่งกลุ่ม หรือ ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลไว้ชัดเจน (Unlabeled Data) เพราะฉะนั้นการเรียนรู้แบบนี้เครื่องจักรมีหน้าที่ต้องหาความสัมพันธ์และแบ่งกลุ่มของข้อมูล (Clustering) ก่อนที่จะสร้างโมเดลการอนุมานขึ้นมา

3) Reinforcement Learning เป็นการสอนให้เครื่องจักรเรียนรู้ที่จะคิดหากลยุทธ์ที่ดีที่สุดจากสภาพแวดล้อม เพื่อที่จะได้รับ “รางวัล” หรือ สิ่งตอบแทนที่กำหนดไว้ ตัวอย่างเช่น AlphaGo ของ Google’s DeepMind ที่สามารถเรียนรู้จากการเล่นเกมโกะแข่งกับผู้เล่นที่เป็นมนุษย์จริงๆ จนสามารถเอาชนะแชมป์โลกเกมสโกะอย่าง Lee Sedol ลงได้ในปี พ.ศ. 2559⁵³

นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนา Algorithm ประเภทใหม่ๆ ของ Machine Learning ขึ้นมาอีก เช่น Semi-supervised Learning ที่เป็นการนำตัวอย่างของข้อมูลประเภท Labeled Data มาช่วยจำแนกข้อมูล Unlabeled Data ขนาดใหญ่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุมาน หรือ Algorithm ประเภท Artificial Neuron Networks (ANN) ที่เป็นการจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทของสมองมนุษย์ (Neural Network) โดยมีการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) จากข้อมูลป้อนเข้าจากหลายแหล่งได้พร้อมกัน เกิดเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใกล้เคียงกับการตัดสินใจของมนุษย์

● Deep Learning

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) นับเป็น Algorithm หนึ่งของศาสตร์ Machine Learning ที่นำหลักการของ ANN มาต่อยอด โดยเป็นการจำลองเครือข่ายประสาทของมนุษย์ให้มีการประมวลผลแบบขนานต่อกันหลายๆ ชั้น ในลักษณะต่อเนื่องกัน ทำให้ Deep Learning สามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากได้

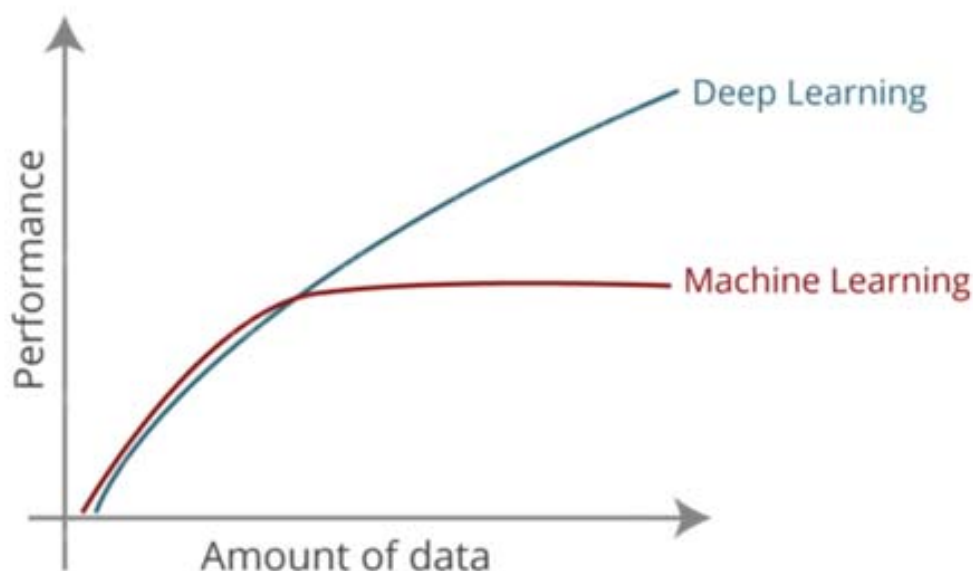
⁵¹ AJ Agrawal, “Artificial Intelligence Is Changing SEO: Get Ahead Or Fall Behind,” Forbes, accessed January 30, 2018, <https://www.forbes.com/sites/ajagrawal/2017/05/23/artificial-intelligence-is-changing-seo-get-ahead-or-fall-behind/#2855000573ae>.

⁵² “Free Grammar Checker Grammarly is powered by AI,” nanalyze, January 30, 2018, <https://www.nanalyze.com/2017/05/free-grammar-checker-grammarly-ai/>.

⁵³ “AlphaGo,” Wikipedia, accessed January 30, 2018, <https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>.

อย่างรวดเร็วด้วยประสิทธิภาพที่ไม่ลดลง⁵⁴ ซึ่งจะต่างกับ Algorithm อื่นๆ ของ Machine Learning ที่ประสิทธิภาพของการประมวลผลจะไม่เพิ่มขึ้นแม้ว่าจะมีข้อมูลจำนวนมากขึ้น (ภาพที่ 3.11)

ภาพที่ 3.11 การเปรียบเทียบศักยภาพในการจัดเก็บข้อมูลของ Deep Learning กับ Algorithm ของ Machine Learning ทั่วไป เมื่อข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น



ที่มา: edureka!⁵⁵

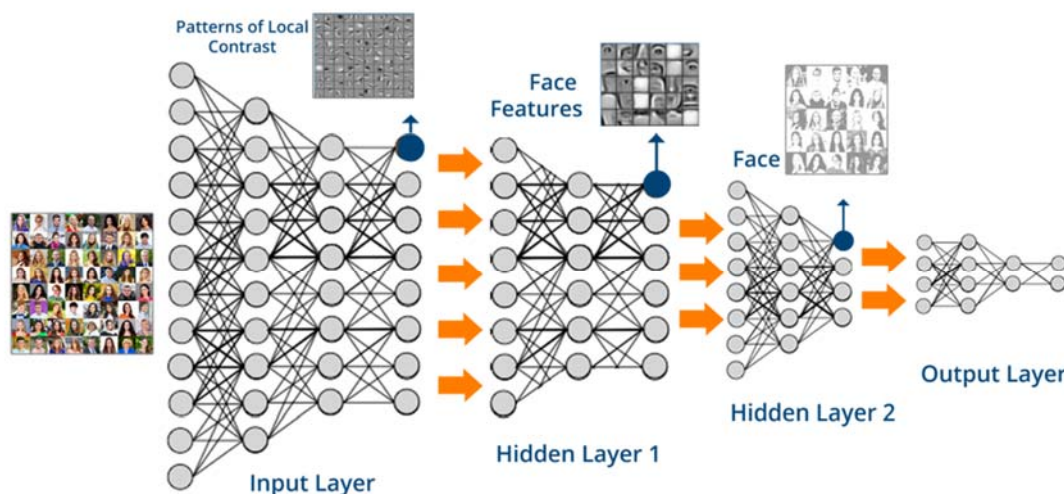
ตัวอย่างการนำ Deep Learning ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี AI เช่น เทคโนโลยี Facial Recognition⁵⁶ ใน Facebook ที่เครื่องจักรสามารถแยกแยะใบหน้าของคนแต่ละคนออกจากกันได้ดังแสดงในภาพที่ 3.12 และ เทคโนโลยี Instant Visual Translation ที่เป็น Feature ใหม่ในโปรแกรม Google Translate ที่ทำให้เครื่องจักรสามารถแปลภาษาจากตัวอักษรในภาพที่เห็นได้ในทันที หรือ นอกจากนี้เทคโนโลยี AI ยังทำหน้าที่เป็นสมองคอยประมวลผลและสั่งการในเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับอีกด้วย

⁵⁴ Ashish Bakshi, "What is Deep Learning? Getting Started With Deep Learning," edureka!, accessed January 30, 2018, <https://www.edureka.co/blog/what-is-deep-learning>.

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Bernard Marr, 4 "Mind-Blowing Ways Facebook Uses Artificial Intelligence," Forbes, accessed January 30, 2018, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/29/4-amazing-ways-facebook-uses-deep-learning-to-learn-everything-about-you/2/#44ed267d3090>.

ภาพที่ 3.12 การทำงานของ Deep Learning ในระบบ Facial Recognition



ที่มา: edureka!⁵⁷

สรุปปัจจัยสำคัญที่ทำให้วิทยาการด้าน Machine Learning และ Deep Learning พัฒนาอย่างก้าวกระโดดในช่วงที่ผ่านมา 3 ประการ (Harvard Business Review, 2017)⁵⁸ คือ

- 1) ปริมาณข้อมูลที่เข้าถึงได้เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ความก้าวหน้าทางวิทยาการดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตทำให้ข้อมูลดิจิทัลมากกว่าร้อยละ 90 ถูกสร้างขึ้นภายในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา และแนวโน้มการมาถึงของ IoT ในอนาคตอันใกล้นี้ยังช่วยเพิ่มความง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลดิจิทัลในอนาคตอีกด้วย
- 2) Algorithm ใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
- 3) Computer Hardware ที่มีความสามารถในการประมวลผลสูงขึ้นมาก และสามารถทำงานกับข้อมูลจำนวนมหาศาลได้

การทำงานผสมผสานของปัจจัยทั้ง 3 ประการนี้ช่วยส่งเสริมให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ เกี่ยวกับ Machine Learning อยู่ตลอดเวลา และส่งผลให้เทคโนโลยี AI ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ Machine Learning ยังมีแนวโน้มที่จะถูกใช้ร่วมกับเทคโนโลยี Cloud Computing ซึ่งทำให้เกิดการส่งถ่ายข้อมูลไปมาระหว่างเครื่องจักรในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อเครื่องจักรหนึ่งสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ จะสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้นี้ไปยังเครื่องจักรอื่นๆ ภายในเวลาอันรวดเร็ว จึงทำให้เกิดการพัฒนาความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากความรู้เดิมอยู่ตลอดเวลา

⁵⁷ Ibid.

⁵⁸ Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, "What's Driving the Machine Learning Explosion?," Harvard Business Review, accessed January 30, 2018, <https://hbr.org/2017/07/whats-driving-the-machine-learning-explosion>.

3.1.5 เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (Robotics and Automation System)

ในปัจจุบัน ภาคอุตสาหกรรมของไทยได้เริ่มมีการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้งานมากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมีประโยชน์ต่อระบบการผลิตสินค้า เช่น ประสิทธิภาพของระบบการผลิตที่เพิ่มขึ้น รอบการผลิตที่ลดลง ต้นทุนการผลิตที่ลดลง ของเสียจากการผลิตที่ลดลง และความน่าเชื่อถือในการรักษาคุณภาพสินค้าที่เพิ่มขึ้น

หากพิจารณาคำจำกัดความของหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติพบว่า หุ่นยนต์ (Robot) หมายถึง เครื่องจักรกลอัตโนมัติทุกชนิดที่ออกแบบให้สามารถทำงานแทนมนุษย์ในงานบางประเภทที่มนุษย์ไม่ต้องการที่จะทำ เช่น งานที่เสี่ยงอันตราย หรือมนุษย์ไม่สามารถทำได้เช่น งานในอวกาศ โดยหุ่นยนต์สามารถทำงานด้วยคำสั่งเดิมซ้ำๆ ในรูปแบบที่ซับซ้อนและมีความยืดหยุ่นได้ดี⁵⁹ ขณะที่ระบบอัตโนมัติ (Automation System) หมายถึง ระบบหรือกลไกที่สามารถเริ่มทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยทำงานตามโปรแกรมที่วางไว้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมีความคล้ายกันในด้านการเป็นเครื่องจักรอัตโนมัติ (Automation Machine)⁶⁰ ซึ่งหุ่นยนต์สามารถเป็นส่วนหนึ่งของระบบอัตโนมัติได้ เนื่องจากมีองค์ประกอบและการทำงานที่คล้ายกัน แต่หุ่นยนต์สามารถถูกปรับเปลี่ยนโปรแกรมให้ทำงานได้หลากหลายกว่า และอาจถูกติดตั้งระบบ AI ทำให้สามารถตัดสินใจเองได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ระบบอัตโนมัติไม่สามารถทำได้

ประเภทของหุ่นยนต์จำแนกตามเทคโนโลยีหลัก (Core Technology) ในตัวหุ่นยนต์ ได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

- 1) หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ถูกนำมาใช้ในระบบผลิต ซึ่งสามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ถูกเขียนไว้ โดยถูกออกแบบให้มีข้อต่อ (joint) และส่วนเชื่อมต่อ (link) เป็นลักษณะคล้ายมนุษย์ ตัวอย่างเช่น แขนกล (Robotic Arm) ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่สามารถขยับแขนไปมาได้ทั้งตามแนวราบและแนวตั้ง
- 2) หุ่นยนต์บริการ (Service Robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ถูกนำมาใช้ในงานอื่นๆ ในโรงงานหรือคลังสินค้า นอกเหนือจากงานผลิตแบบอัตโนมัติ หรือใช้ในงานที่ไม่ใช่ในงานในอุตสาหกรรม เช่น หุ่นยนต์ทางการศึกษา หุ่นยนต์ที่ใช้ทางการแพทย์ และหุ่นยนต์ที่ใช้ในเขตพื้นที่อันตรายต่างๆ ทั้งนี้ โดยทั่วไปหุ่นยนต์บริการต้องเคลื่อนไหวได้ และทำงานร่วมกับมนุษย์มากกว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

นอกจากการแบ่งประเภทหุ่นยนต์ตามเทคโนโลยีหลักข้างต้นแล้ว ยังมีวิธีการแบ่งประเภทของหุ่นยนต์ได้อีกหลายวิธี เช่น การแบ่งประเภทหุ่นยนต์ตามการใช้งาน (หุ่นยนต์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์ทางการทหาร หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา และหุ่นยนต์สำรวจ ฯลฯ) หรือการแบ่งประเภทหุ่นยนต์ตามลักษณะภายนอกของ

⁵⁹ บุญธรรม ภัทราจารกุล, *หุ่นยนต์อุตสาหกรรม* (กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2555).

⁶⁰ ฝ่ายวิจัยนโยบาย สวทช., *สวทช.สรุปข่าว เรื่อง อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทย* (กรุงเทพฯ: สวทช., มปป.), สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2561, <https://waa.inter.nstda.or.th/prs/pub/20171025-Robot-Whitepaper-final%20-%20Cover%20v2.pdf>.

แขนกล (Cartesian Robot, Cylindrical Robot, Spherical Robot, Selective Compliance Assembly Robot Arm เป็นต้น)

เทคโนโลยีที่อยู่เบื้องหลังการทำงานของหุ่นยนต์ สามารถแบ่งได้ตามส่วนประกอบของหุ่นยนต์และ
วิทยาการพัฒนารุ่นยนต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้

- 1) ส่วนการควบคุม (Manipulation) เป็นเทคโนโลยีที่เน้นศึกษาด้านการออกแบบชิ้นส่วนหุ่นยนต์
การประกอบหุ่นยนต์ และการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังนั้น ส่วนใหญ่จึงเกี่ยวข้องกับ
วิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมเครื่องกล ตัวอย่างชิ้นส่วนสำคัญในตัวหุ่นยนต์ เช่น Speed
Reducers
- 2) ส่วนการรับรู้ (Perception) เป็นเทคโนโลยีที่เน้นพัฒนาส่วนของการรับรู้ข้อมูลของหุ่นยนต์จาก
อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ รวมทั้ง ระบบ Computer Vision ที่ทำให้หุ่นยนต์มองเห็น หรือตรวจสอบ
ระยะใกล้ไกลของวัตถุ โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะนำมาประมวลผลและส่งต่อคำสั่งไปที่ตัวขับเคลื่อน
(Actuator) ต่างๆ เช่น มอเตอร์ ไฮดรอลิก และนิวเมตริก ดังนั้น ส่วนใหญ่จึงเกี่ยวข้องกับ
วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 3) ส่วนการเข้าใจ (Cognition) เป็นเทคโนโลยีที่เน้นการพัฒนาระบบการตัดสินใจของหุ่นยนต์เมื่อ
ได้รับข้อมูลจากตัวตรวจจับ ซึ่งเป็นการใช้หลักการของวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และมีความ
เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี AI และศาสตร์ Machine Learning

วิทยาการพัฒนารุ่นยนต์ แบ่งได้เป็น 5 วิทยาการหลัก ดังนี้

- 1) วิทยาการด้านปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ AI ที่เน้นพัฒนาด้านการ
ตีความของหุ่นยนต์ต่อกลุ่มคำหรือสิ่งต่างๆ ที่พบเจอ ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยี Face Recognition,
Gesture Recognition และ Image Processing เป็นต้น
- 2) วิทยาการด้านการเคลื่อนที่ (Locomotion) อาศัยความรู้ด้านพลศาสตร์ พัฒนาตัวขับเคลื่อน
(Actuator) ที่ช่วยในการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์
- 3) วิทยาการด้านการนำทาง (Navigation) ศึกษากระบวนการนำทางอัตโนมัติที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถ
ตรวจจับเส้นทางและวางแผนเส้นทางในการเคลื่อนที่ เพื่อจะไม่ไปชนกับวัตถุสิ่งกีดขวางต่างๆ
เทคโนโลยีในด้านนี้เป็นการทำงานร่วมกันของ ระบบ Computer Vision, LIDAR ที่คอยตรวจจับ
ความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (แบบเดียวกับรถยนต์ขับเคลื่อน
อัตโนมัติ) และ GPS ที่เอาไว้ระบุตำแหน่งจากดาวเทียม
- 4) วิทยาการด้านการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน (Manipulation) ศึกษาการเคลื่อนไหวของแขนหุ่นยนต์
ในลักษณะต่างๆ
- 5) วิทยาการด้านปัญญา (Intelligence) ศึกษาการทำความเข้าใจข้อมูลด้วยตัวเองของหุ่นยนต์

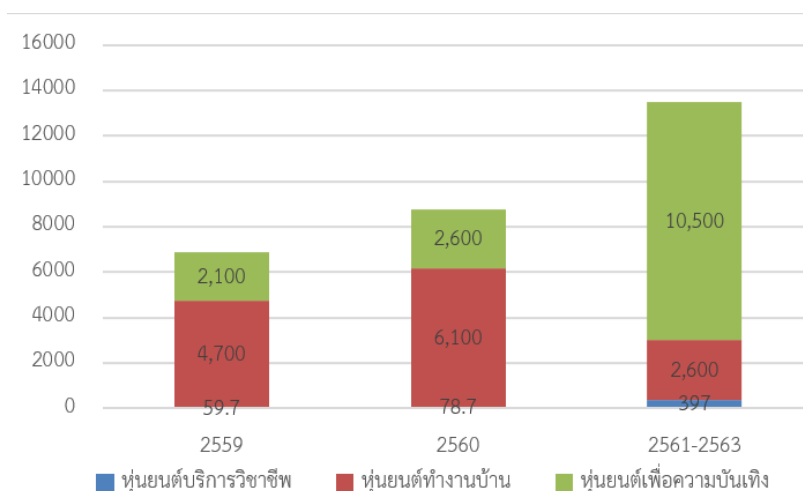
นอกจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหุ่นยนต์โดยตรงดังกล่าวข้างต้นแล้ว เทคโนโลยีอื่นๆ ที่สำคัญต่อการพัฒนาหุ่นยนต์ในอนาคต เช่น เทคโนโลยีด้าน Connectivity ที่เป็นส่วนเชื่อมต่อตัวหุ่นยนต์เข้ากับระบบควบคุมจากศูนย์กลาง เพื่อการรับส่งข้อมูลและควบคุมสั่งการหุ่นยนต์จากระยะไกล ซึ่งเทคโนโลยีนี้อาจจะใช้เทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยได้ หรือเทคโนโลยีด้าน Integration Services ที่เป็นการเชื่อมต่อหุ่นยนต์เข้ากับระบบการผลิตอื่นๆ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ

นอกจากนี้ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ยังมีแนวโน้มที่จะถูกนำไปใช้สร้างโมเดลทางธุรกิจรูปแบบใหม่ ที่เรียกว่า Robot-as-a-service (RaaS) คือเป็นการจ่ายเงินเพื่อซื้อบริการของหุ่นยนต์ โดยจ่ายตามประเภทของงานและระยะเวลาที่ใช้หุ่นยนต์ทำงาน โดยทาง Innova Research ได้คาดการณ์ว่า ภายในปีพ.ศ. 2563 จะมีปริมาณหุ่นยนต์ในตลาดมากถึงร้อยละ 30 ที่ถูกขายใช้ในโมเดลธุรกิจแบบ RaaS

ในด้านตลาดของหุ่นยนต์ มีแนวโน้มเติบโตอย่างรวดเร็วทั่วโลก กล่าวคือในปี พ.ศ. 2559 หุ่นยนต์บริการทั่วโลกมียอดขายประมาณ 6.9 ล้านตัว⁶¹ ขณะที่หุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลกมียอดขายประมาณ 0.29 ล้านตัว⁶² และมีการคาดการณ์ว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2561-2563 ยอดขายหุ่นยนต์บริการจะเพิ่มสูงถึง 43.3 ล้านตัว และหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเพิ่มเป็น 1.3 ล้านตัว ดังแสดงในภาพที่ 3.13 และ 3.14

ภาพที่ 3.13 ยอดขายหุ่นยนต์บริการทั่วโลกในปี พ.ศ. 2559-2563

(หน่วย: พันตัว)



ที่มา: IFR⁶³

หมายเหตุ: 1) ข้อมูลปี พ.ศ. 2561-2563 เป็นตัวเลขคาดการณ์ 2) หุ่นยนต์บริการวิชาชีพ เช่น หุ่นยนต์ใช้ในระบบขนส่ง โลจิสติกส์ หุ่นยนต์เพื่อป้องกันประเทศ หุ่นยนต์ใช้ในฟาร์มปศุสัตว์ หุ่นยนต์ใช้ในการแพทย์ และหุ่นยนต์ใช้ในการก่อสร้าง

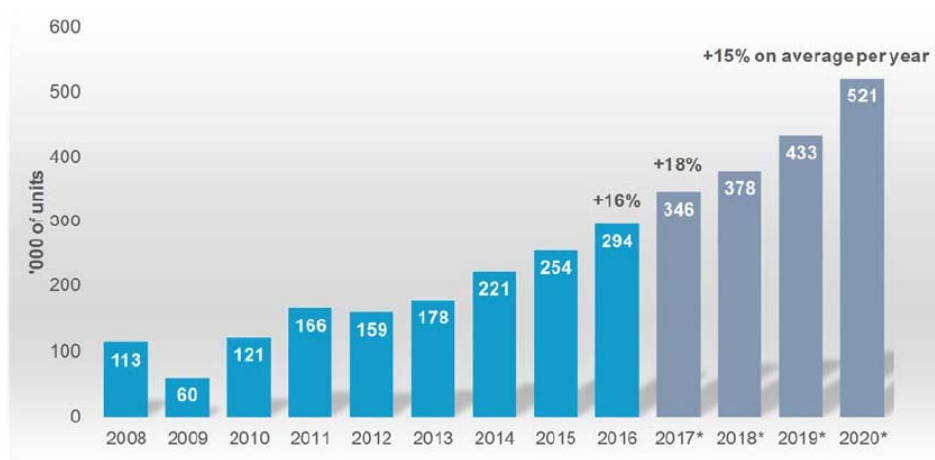
⁶¹ “Executive Summary World Robotics 2017 Service Robots,” IFR, accessed February 7, 2018, https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_Service_Robots_2017_1.pdf.

⁶² “Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots,” IFR, accessed February 7, 2018, https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf.

⁶³ “Executive Summary World Robotics 2017 Service Robots”

ภาพที่ 3.14 ยอดขายหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลกในปี พ.ศ. 2559-2563

(หน่วย: พันตัว)

ที่มา: IFR⁶⁴

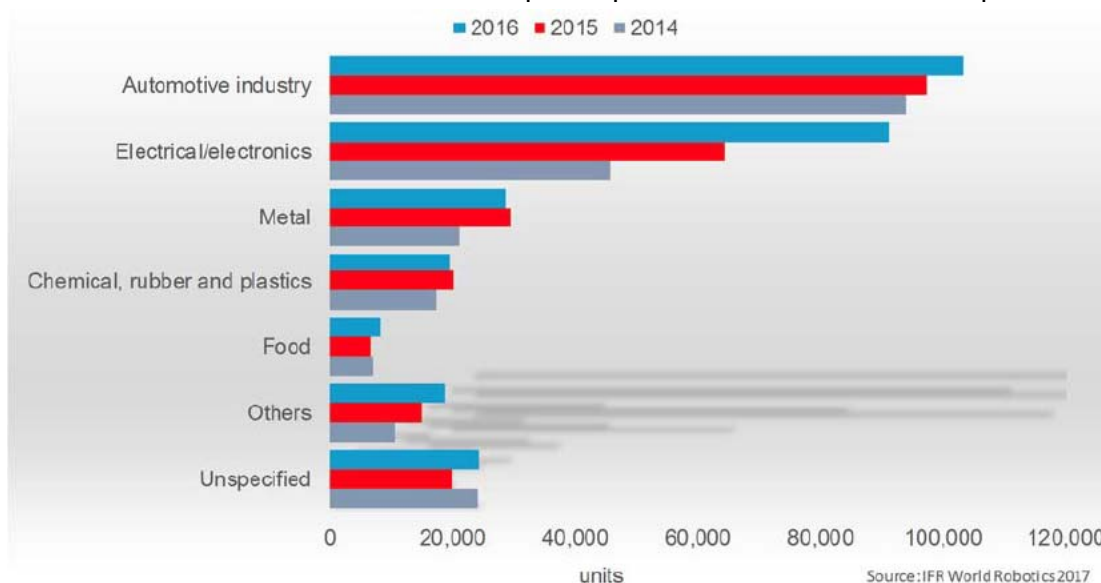
หมายเหตุ: * แสดงข้อมูลคาดการณ์ในปีนั้น

แม้ว่าในปัจจุบัน ตลาดหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยังมีขนาดเล็กกว่าตลาดหุ่นยนต์บริการมาก แต่แนวโน้มความต้องการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความต้องการอัตโนมัติขั้นที่เพิ่มขึ้น และการพัฒนาเทคนิคทางวิศวกรรมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ หุ่นยนต์อุตสาหกรรมมีแนวโน้มที่จะถูกพัฒนาไปเป็น Flexible Automation มากขึ้น และเทคโนโลยีหุ่นยนต์ยังถูกพัฒนาร่วมกับเทคโนโลยี AI และ IoT⁶⁵ ทำให้ตัวหุ่นยนต์มีศักยภาพในการทำงานที่เกินกว่ามนุษย์มาก รวมทั้ง IoT ทำให้หุ่นยนต์สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่ถูกเชื่อมต่อด้วยระบบ IoT และ AI ทำให้หุ่นยนต์สามารถคิดและแก้ปัญหาเองได้ ตลอดจน สามารถเรียนรู้ที่จะทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย

ทั้งนี้ ตลาดหลักของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม คือ จีน เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และเยอรมนี (คิดเป็นร้อยละ 74 ของยอดขายทั้งหมด 13.1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปี พ.ศ. 2559) และอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมเคมี ผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติก และอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (ภาพที่ 3.15)

⁶⁴ “Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots”⁶⁵ “Innova Research Identifies the Top 8 Robotics Trends for 2017,” Newswire, accessed February 7, 2018, <https://www.newswire.com/news/innova-research-identifies-the-top-8-robotics-trends-for-2017-18335292>.

ภาพที่ 3.15 ยอดขายคาดการณ์ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลก จำแนกตามอุตสาหกรรม


 ที่มา: IFR⁶⁶

3.1.6 เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing)

เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing) คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้วยการเติมเนื้อวัสดุเข้าไปทีละชั้น โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการในทุกขั้นตอน⁶⁷ เทคนิคการเติมเนื้อวัสดุเข้าไปทีละชั้นนี้มีชื่อเรียกว่า Additive Manufacturing (AM) ซึ่งมีข้อดีกว่าเทคนิคการขึ้นรูปทั่วไปคือ การสูญเสียวัตถุดิบที่น้อยกว่า

เทคโนโลยี 3D Printing จำแนกตามกระบวนการที่แตกต่างกันได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่⁶⁸

1) Fused Deposition Modeling (FDM) เป็นการนำวัสดุที่จะใช้ขึ้นรูปมาหลอมละลายเป็นเส้น (Filament) แล้วฉีดออกมาเป็นชิ้นงานขึ้นรูปทีละชั้น ข้อดีของเทคนิคนี้คือ ราคาถูก หาซื้อได้ง่าย ใช้งานง่าย และใช้ได้กับวัสดุที่หลากหลาย แต่ความละเอียดในการพิมพ์และระยะเวลาที่ใช้ยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการพิมพ์แบบอื่น

2) Stereolithography (SLA) เป็นเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติชนิดแรกที่เกิดขึ้น เป็นเทคนิคที่ใช้แสงอัลตราไวโอเลตยิงใส่ผิวเรซินของวัสดุให้เกิดการแข็งตัวทีละชั้น ข้อดีของเทคนิคนี้คือ ทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความ

⁶⁶ “Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots”

⁶⁷ “3D Printing Asia’s untapped potential,” Spire Research and Consulting, accessed February 7, 2018, https://www.spiresearch.com/wp-content/uploads/2014/07/SpirE-Journal-Q2-2014_3D-Printing_Asias-untapped-potential.pdf.

⁶⁸ ณัฏฐนิช ตัฒมานะศิริ, “3D Printing: เทคโนโลยีแห่งโอกาส,” ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ, สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.tcdc.or.th/creativethailand/article/Insight/20010>.

ละเอียดสูง ผิวเรียบ ความเร็วในการพิมพ์ไม่ลดลงเมื่อพิมพ์งานที่ละเอียดขึ้น แต่ข้อเสียคือ เรซินเหลวที่ใช้ในการพิมพ์ค่อนข้างเลอะเทอะ เหม็น และเป็นอันตรายถ้าสูดดมเข้าไปในปริมาณมาก

3) Selective Laser Sintering (SLS) เป็นการใช้แสงเลเซอร์ยิงลงบนพื้นผิววัสดุให้วัสดุเกิดการหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะเลือกยิงเฉพาะจุด ข้อดีของเทคนิคนี้คือ ชิ้นงานที่ได้มีความแข็งแรงคงทน แต่ราคาของเครื่องพิมพ์ยังค่อนข้างสูง และวัสดุที่ใช้กับเครื่องพิมพ์แบบนี้ได้มีค่อนข้างจำกัดเมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์แบบอื่นๆ

นอกจากนี้ เทคโนโลยีการพิมพ์แบบอื่นๆ ที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น Laminated Object Manufacturing (LOM) ซึ่งเป็นการใช้แสงเลเซอร์มาตัดวัสดุออกเป็นชั้นๆ ก่อนจะนำมาเชื่อมกันด้วยกาว เป็นเทคนิคที่เหมาะสมที่จะใช้กับวัสดุประเภทโลหะ หรือ Digital Light Processing (DLP) ที่ใช้หลักการเดียวกับเทคนิค SLS แต่เปลี่ยนจากการใช้แสงเลเซอร์เป็นการใช้แสงแอลอีดี

ปัจจุบัน มีการนำเทคโนโลยี 3D Printing ไปใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น ในทางการแพทย์ มีการนำ 3D Printer มาใช้ในการพัฒนาอวัยวะเทียมสำหรับผู้สูญเสียอวัยวะจากอุบัติเหตุ เพราะทำให้สามารถขึ้นรูปอวัยวะเทียมได้ตรงกับส่วนของร่างกายที่ผู้ประสบอุบัติเหตุสูญเสียไป ในทางสถาปัตยกรรม มีการนำเครื่อง 3D Printer มาใช้ในการสร้างแบบจำลองบ้าน ทำให้ได้แบบจำลองที่มีความละเอียดมากกว่าการสร้างแบบจำลองด้วยมือ หรือในอุตสาหกรรมยานยนต์ เทคโนโลยี 3D Printing ถูกนำมาใช้ในการออกแบบ Prototype และชิ้นส่วนที่ใช้ในรถยนต์โดยสาร

ภายในปีพ.ศ. 2566 เทคโนโลยี 3D Printing และเทคนิคการขึ้นรูปแบบ Additive Manufacturing จะมีการนำไปใช้ในงานหลากหลายประเภทมากขึ้น วัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปจะมีหลากหลายมากขึ้น เช่น เหล็กที่มีความเหมาะสมกับการใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์และอุตสาหกรรมยานอวกาศ⁶⁹ หรือ วัสดุประเภท Biocompatible Materials ที่กำลังมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในวงการการแพทย์⁷⁰ มากไปกว่านั้นกระบวนการ 3D Printing จะทำงานได้รวดเร็วขึ้น จากการพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบอัตโนมัติจากภาคเอกชน และราคาของเครื่อง 3D Printer ก็ลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากต้นทุนในการผลิตที่ลดลง

เทคโนโลยีประเภท Automation จะถูกนำมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยี 3D Printing เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง 3D Printer และทำให้การใช้งานเครื่อง 3D Printer ง่ายและสะดวกขึ้น

⁶⁹ Megan Nichols, "8 3D Printing Trends to Keep an Eye on in 2018," Fabbaloo, accessed February 7, 2018, <http://www.fabbaloo.com/blog/2018/1/24/8-3d-printing-trends-to-keep-an-eye-on-in-2018>.

⁷⁰ Sean V Murphy and Anthony Atala, "3D bioprinting of tissues and organs," Springer Nature, accessed February 7, 2018, <https://www.nature.com/articles/nbt.2958>.

นอกจากนี้ ปัจจัยสนับสนุนสำคัญ เช่น ต้นทุนการผลิตที่ลดลง เงินลงทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาจากภาครัฐ การขยายตัวของตลาดที่มีผู้ผลิตรายใหม่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ยังส่งผลให้ตลาด 3D Printer มีแนวโน้มที่จะขยายตัวอย่างต่อเนื่องระหว่างปีพ.ศ. 2560-2566 โดยตลาดอาจมีมูลค่ารวมทั้งสิ้น 32.8 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปีพ.ศ. 2566⁷¹ ทั้งนี้ บริษัทยักษ์ใหญ่ เช่น 3D Systems, ExOne, HP Inc. ยังคงมีส่วนแบ่งตลาดที่สูง เนื่องจากการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง

3.2 ทักษะเชิงเทคนิคที่จำเป็นในการทำงานกับเทคโนโลยีดิจิทัล

ในหัวข้อนี้ คณะผู้วิจัยได้รวบรวมเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้และทักษะสำหรับกำลังคนที่จะจำเป็นในการทำงานกับเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะเชิงเทคนิคที่จำเป็นในการทำงานกับเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยจำแนกทักษะเชิงเทคนิคในการทำงานกับเทคโนโลยีดิจิทัลเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัลที่นำไปใช้ได้กับเทคโนโลยีหลายชนิด และกลุ่มทักษะที่ใช้เฉพาะกับเทคโนโลยีแต่ละชนิด

3.2.1 กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล

- กลุ่มทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์

ทักษะภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น C, C++, Python, Java และ Matlab เป็นทักษะพื้นฐานที่บุคลากรสามารถนำไปใช้ทำงานได้กับหลายเทคโนโลยีดิจิทัล ไม่ว่าจะเป็น Internet of Things, Cloud Computing และ รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ นอกจากนี้ ปัจจุบันยังมีภาษาคอมพิวเตอร์หลายโปรแกรมที่กำลังได้รับความนิยม เช่น Perl, Ruby, .NET รวมถึงการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ในโปรแกรมที่มีอยู่ในคลังโปรแกรม (Library) เช่น การใช้งาน OpenCV ที่มีความจำเป็นอย่างมากในการพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

- กลุ่มทักษะที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ Machine Learning และ Deep Learning

นอกจากศาสตร์ด้าน Machine Learning และ Deep learning แล้ว ยังรวมไปถึงความรู้ในด้าน Neural Networks และทักษะการใช้ซอฟต์แวร์ TensorFlow⁷² ซึ่งศาสตร์ในกลุ่มนี้ไม่เพียงแต่ช่วยพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ แต่ยังทำหน้าที่เป็นรากฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลอื่นๆ เช่น ระบบ IoT และ Cloud จำเป็นที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ไหลไปมาจำนวนมหาศาล และรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติที่อาศัยระบบประมวลผลแบบ Deep Learning มาทำงานร่วมกับระบบอื่นๆ หรือ การพัฒนาการวิทยาการทางด้านปัญญาของหุ่นยนต์

⁷¹ “3D Printing Market by Offering (Printer, Material, Software, Service), Process (Binder Jetting, Direct Energy Deposition, Material Extrusion, Material Jetting, Powder Bed Fusion), Application, Vertical, and Geography - Global Forecast to 2023,” marketsandmarkets, accessed February 7, 2018, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-1276.html>

⁷² Sophie Turol, “Adopting TensorFlow for Manufacturing and Industrial Internet of Thing,” Altoros, accessed February 8, 2018, <https://www.altoros.com/blog/adopting-tensorflow-for-manufacturing-and-industrial-internet-of-things>.

- กลุ่มความรู้ทางด้าน Linear Algebra, Calculus และ Probability & Statistics⁷³

ความรู้พื้นฐานในศาสตร์เหล่านี้ แม้อาจไม่ได้ถูกนำมาใช้โดยตรง แต่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีระดับความก้าวหน้ามากขึ้น เช่น ตำแหน่งวิศวกรที่จะมาทำหน้าที่ผลิตรถยนต์ไร้คนขับ จำเป็นต้องรู้มากกว่าการสร้างโมเดลทางสถิติที่ใช้ทำนายพฤติกรรมการวิ่งของรถยนต์มากกว่า 2-3 โมเดล เพราะการวิ่งของรถยนต์บนท้องถนนมีรูปแบบและวิธีการที่ซับซ้อนหลากหลาย

3.2.2 กลุ่มทักษะ Internet of Things

- กลุ่มทักษะ Information Security⁷⁴

คือ ทักษะในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในองค์กร หรือ รักษาความลับของข้อมูลองค์กรไม่ให้รั่วไหลสู่ภายนอก ปัจจุบันบ่อยครั้งที่เทคโนโลยี IoT ประสบปัญหา DDoS (Distributed Denial of Service) Attack หรือ การใช้โปรแกรม Botnet ที่แฮกเกอร์เขียนขึ้นเพื่อล้วงข้อมูลภายในองค์กร ดังนั้น วิศวกรออกแบบหรือนักพัฒนาระบบ IoT ควรคุ้นเคยเกี่ยวกับ Vulnerability Assessment, Cryptography, Encryption, Ciphers, Public Key Infrastructure (PKI) เพื่อออกแบบและรักษาระบบให้ยากที่จะถูกโจมตี

- กลุ่ม Business Intelligence⁷⁵

เป็นทักษะในการวิเคราะห์และนำข้อมูลต่างๆ จากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับระบบ IoT มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการตัดสินใจเชิงธุรกิจ ตัวอย่างทักษะในกลุ่มนี้ เช่น sensor data analysis, data center management, predictive analytics, และการสร้าง platform ที่ใช้จัดเก็บและประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า Hadoop เป็นต้น

- กลุ่ม UX/UI Design

ทักษะด้าน UI (User Interface) เป็นทักษะในการออกแบบ platform ส่วนที่มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน เช่น หน้าจอ website หรือหน้าจอแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ให้ platform เหล่านี้มีความสวยงาม และผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและเข้าใจง่าย (user-friendly) การออกแบบนี้รวมถึงปุ่มกด รูปภาพ ตัวอักษร และทุกๆ องค์ประกอบที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ในขณะที่ UX (User Experience) เป็นงานการออกแบบระบบทดสอบและติดตามผลด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน platform ต่างๆ ขององค์กรที่ผู้ใช้งาน โดยอาจหา feedback จากผู้ใช้งาน และนำปัญหาที่พบมาวิเคราะห์ เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาและปรับปรุงตัว platform ให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น ทักษะในกลุ่มนี้อาจรวมไปถึง front-end design,

⁷³ Miguel Morales, "So, you want to become a Self-Driving Car Engineer?," Medium, accessed February 8, 2018, <https://medium.com/@mimoralea/so-you-want-to-become-a-self-driving-car-engineer-209d4b0b59e2>.

⁷⁴ Naresh Persaud, "2018 prediction: securing IoT-connected devices will be a major cybersecurity challenge," CSO from IDG, accessed February 8, 2018, <https://www.csoonline.com/article/3244467/internet-of-things/2018-prediction-securing-iot-connected-devices-will-be-a-major-cybersecurity-challenge.html>.

⁷⁵ "The top must have skills for an IoT developer," IOTFY, accessed February 8, 2018, <https://iotify.io/top-10-iot-skillsets-for-developer>.

material design, การใช้งาน platform ประเภท Angular 2 เป็นต้น

- กลุ่ม Mobile/ Remote Development⁷⁶

อุปกรณ์ที่มีการติดตั้งระบบ IoT ส่วนใหญ่ถูกควบคุมผ่าน smartphone หรือ smart device ซึ่งเป็นการควบคุมจากระยะไกล ทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถติดต่อสื่อสารกับ external hardware หรือ เซ็นเซอร์ต่างๆ มีความจำเป็นอย่างมาก ตัวอย่างทักษะในกลุ่มนี้เช่น การใช้งาน platform ประเภท Cordova หรือ Meteor การพัฒนาเทคโนโลยี Bluetooth Low Energy (BLE) และการเขียนโค้ดโปรแกรม Java

- กลุ่ม Hardware Engineering หรือ Hardware Interfacing

คือทักษะในการพัฒนา hardware ที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบ IoT โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว (embedded system) เช่น Contiki และระบบปฏิบัติการ (operating system) เช่น Linux นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงการพัฒนาและการใส่โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ IoT ในบอร์ด Raspberry Pi ประเภท General Input/Output Purpose (GIOP) หรือ ประเภท Inter-Integrated Circuit (I2C)

- กลุ่ม IP Networking

เป็นกลุ่มทักษะในการพัฒนาเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ชนิดต่างๆ และศูนย์ควบคุมเข้าด้วยกัน เครือข่ายเหล่านี้ต้องมีความสามารถในการรองรับการส่งถ่ายข้อมูลขนาดใหญ่ มีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยจากการถูกโจมตีจากรม นักพัฒนาเครือข่ายจำเป็นต้องมีความคุ้นชินกับโมเดลชนิด Open Systems Interconnection (OSI) และการทำงานของระบบโปรโตคอลประเภทต่างๆ เช่น Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)⁷⁷ ที่ใช้เชื่อมต่อ machine to machine (M2M) หรือ Constrained Application Protocol (CoAP) ที่เหมาะกับการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันแบบกระจายศูนย์

3.2.3 กลุ่มทักษะ Cloud Computing

- กลุ่มทักษะการจัดการฐานข้อมูล (database)⁷⁸

เป็นทักษะในการจัดเก็บ จัดการ และเข้าถึงฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพราะปัจจุบันข้อมูลจำนวนมากถูกจัดเก็บและเข้าถึงผ่านระบบ Cloud ทักษะพื้นฐานในกลุ่มนี้คือ ทักษะการใช้ภาษาสำหรับการจัดการฐานข้อมูล SQL ด้วยโปรแกรม เช่น MySQL ส่วนทักษะเพิ่มเติมในการจัดการฐานข้อมูล เช่น การใช้ database platform ของ MongoDB หรือการเขียน platform ประมวลผลข้อมูลแบบ Hadoop เป็นต้น

⁷⁶ “6 Skills Needed for the Internet of Things,” Fast Lane, accessed February 8, 2018, <http://www.fastlaneus.com/blog/2015/04/21/6-skills-needed-for-the-internet-of-things>.

⁷⁷ “ทำความเข้าใจกับ MQTT และ CoAP โปรโตคอลสำหรับรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย IoT,” adslthailand, accessed February 8, 2018, <http://www.adslthailand.com/post/mqtt-coap-comparison-iot-protocol>.

⁷⁸ Krishna Kumar Emani, “The Top Cloud Computing Skills You Need To Pick Up This Year,” Simplilearn Solutions, accessed February 9, 2018, <https://www.simplilearn.com/top-cloud-computing-skills-article>.

- กลุ่มทักษะ Information Security⁷⁹

กลุ่มทักษะ Information Security มีความคล้ายคลึงกับทักษะในเทคโนโลยี IoT กล่าวคือ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญที่นักพัฒนาระบบประมวลผล cloud ยุคปัจจุบันควรระลึกไว้เสมอ CISSP (Certified Information Systems Security Professional) กลายเป็นข้อกำหนดขององค์กรที่นักพัฒนาระบบ cloud ที่จะเข้ามาทำงานทุกคนควรมี เนื่องจากการใช้จำนวนองค์กรที่เพิ่มมากขึ้นในการใช้งานระบบประมวลผล cloud พร้อมกับอัตราการโจรกรรมข้อมูลในโลกไซเบอร์ที่เพิ่มมากขึ้น ความระมัดระวังในการออกแบบและนำระบบ cloud มาใช้ในองค์กรจึงต้องเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยมีงานวิจัยที่มีจำนวนแอปพลิเคชัน cloud มากถึง 777 แอปพลิเคชันที่ใช้กันในองค์กรในยุโรป แต่ในจำนวนนี้มีสัดส่วนแอปพลิเคชันที่ยังไม่มีการรับประกันด้านความปลอดภัยมากถึงร้อยละ 94.4

- กลุ่มทักษะที่เกี่ยวข้องกับ DevOps⁸⁰

DevOps เป็นสายงานทางด้านไอทีที่เป็นการรวม การพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ (Development, Dev) หรือที่เรียกว่า software engineering และการบริการระบบซอฟต์แวร์ให้มีความเสถียรกับผู้ใช้งาน (Operations, Ops) หรือที่เรียกว่า software operation โดยทักษะหลักๆ ของผู้ทำงานในสายนี้คือ การใช้เครื่องมือชนิด Amazon Web Services (AWS) OpsWorks เพื่อใช้งาน Java Web Programming

3.2.4 กลุ่มทักษะ Electric Vehicle⁸¹

- กลุ่มทักษะด้านวิศวกรรมเคมี

เนื่องจากรถยนต์พลังงานไฟฟ้าใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าหลัก กระบวนการทางวิศวกรรมที่เป็นการพัฒนาการเก็บประจุไฟฟ้าในแบตเตอรี่ซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีจึงมีความสำคัญอย่างมากที่ทำให้สามารถใช้งานแบตเตอรี่ได้นานขึ้น

- กลุ่มทักษะด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

หน้าที่หลักของงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าคือ การออกแบบและสร้างวงจรไฟฟ้าที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งจ่ายไฟ (แบตเตอรี่) ไปยังมอเตอร์ไฟฟ้าได้ครบวงจร

- กลุ่มทักษะด้านวิศวกรรมเครื่องกลและอิเล็กทรอนิกส์

เป็นทักษะเชิงเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบ พัฒนาและทดสอบตัวชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์พลังงานไฟฟ้า เช่น เซ็นเซอร์ต่างๆ ชิ้นส่วนในระบบส่งถ่ายกำลังไฟฟ้า และชิ้นส่วนระบบบังคับเลี้ยว (steering system) เป็นต้น

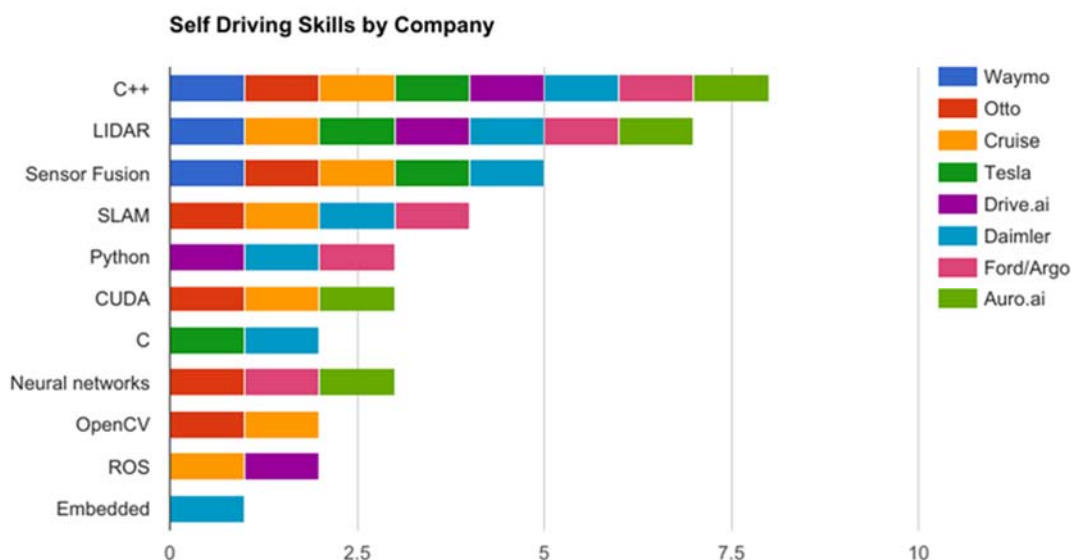
⁷⁹ Alex Bennett, "The top five in-demand cloud skills for 2017," Cloud Tech News, accessed February 9, 2018, <https://www.cloudcomputing-news.net/news/2017/feb/23/top-five-demand-cloud-skills-2017>.

⁸⁰ "What is DevOps?," Amazon Web Services, accessed February 9, 2018, <https://aws.amazon.com/devops/what-is-devops>.

⁸¹ "Electric vehicle careers: On the road to change," United States Department of Labor, accessed February 9, 2018, <https://www.bls.gov/careeroutlook/2012/summer/art02.pdf>.

3.2.5 ทักษะ Autonomous Car

ภาพที่ 3.16 ทักษะเกี่ยวกับรถยนต์ไร้คนขับที่บริษัทต้องการ



ที่มา: Hackernoon⁸²

- กลุ่มทักษะด้านการใช้และพัฒนาระบบปฏิบัติการส่วน Kernel

เป็นทักษะที่เน้นพัฒนา Kernel เป็นส่วนประกอบหลักของระบบปฏิบัติการ โดยแพลตฟอร์มของระบบปฏิบัติการที่เป็นที่นิยมอยู่ ณ ปัจจุบันในการช่วยผู้พัฒนาระบบปฏิบัติการ คือ Linux, ROS (Robot Operating System) และ QNX operating system

- กลุ่มทักษะในด้าน Motion Planning

เป็นกลุ่มทักษะที่ใช้ในการวางแผนการเคลื่อนไหวยานยนต์ไร้คนขับ โดยการแบ่งการเคลื่อนไหวยานยนต์ออกเป็นขั้นตอนเล็กๆ แต่ละแบบ โดยแต่ละการเคลื่อนไหวยานยนต์จะมีคำสั่งควบคุม (control command) โดยเฉพาะ อัลกอริทึมทางคอมพิวเตอร์ที่สำคัญสำหรับทักษะในด้านนี้คือ A*

- กลุ่มทักษะในด้านเทคโนโลยี SLAM

SLAM มีชื่อเต็มๆ ว่า Simultaneous Localization and Mapping หรือ การระบุตำแหน่งพร้อมกับการสร้างแผนที่ในเวลาเดียวกัน เป็นเทคนิคที่คอมพิวเตอร์ทำการเดินทางสำรวจสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จักมาก่อน แล้วสร้างเป็นแผนที่ของสภาพแวดล้อมใหม่นี้ขึ้นมาพร้อมๆ กับระบุตำแหน่งของตัวเองไปด้วย

SLAM เป็นเทคนิคที่ยึดตามหลักการ Bayes Theorem ที่มีการอัปเดตสลับข้อมูลไปมาระหว่างตำแหน่งในแผนที่และการสังเกตการณ์สภาพแวดล้อมรอบๆ

⁸² "Five Skills Self-Driving Companies Need," Hacker Noon, accessed February 9, 2018, <https://hackernoon.com/five-skills-self-driving-companies-need-8546d2aba7c1>.

- กลุ่มทักษะในด้าน Image Processing

เป็นกลุ่มทักษะที่ใช้ในการปรับแต่งภาพโดยอาศัยหลักการทางกระบวนการคณิตศาสตร์ในรูป matrix ตัวอย่างการปรับแต่ง เช่น การทำให้ภาพคมขึ้น (sharpening) การเบลอภาพ (blurring) หรือการหมุนและกลับภาพ

- กลุ่มทักษะ Sensor Fusion

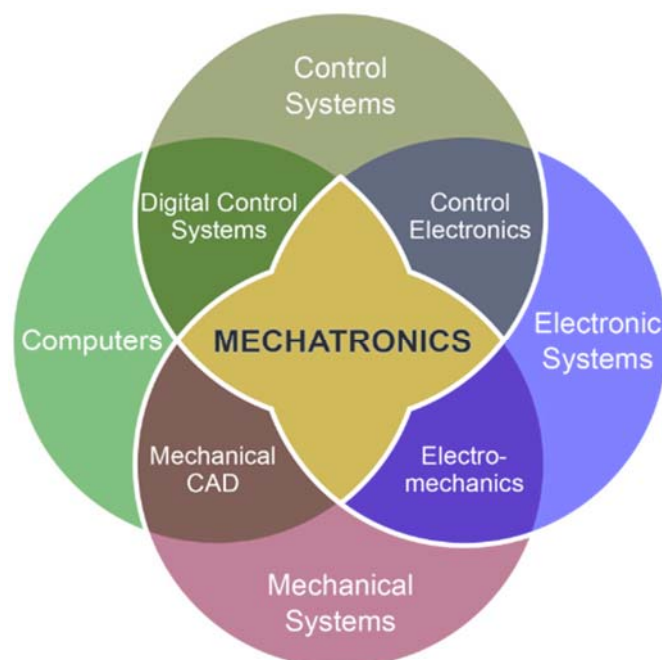
เป็นทักษะที่ใช้สำหรับรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์ของรถยนต์ไร้คนขับ เช่น LIDAR, RADAR และกล้องรอบตัวรถ แล้วนำข้อมูลที่ได้เหล่านั้นมาโดยพยายามเพิ่มความแม่นยำและลดความไม่แน่นอน ตัวอย่างการใช้ข้อมูลในการระบุระยะห่างระหว่างรถยนต์ไร้คนขับและรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า อัลกอริทึมที่ใช้ในกลุ่มทักษะนี้ เช่น Kalman Filters หรือ เทคนิคการปรับค่าที่ได้จากการวัดให้มีความใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงมากที่สุด

- กลุ่มทักษะในด้าน software development, software engineering

การพัฒนาซอฟต์แวร์ใหม่ๆ รวมถึง software architecture คือ การสร้างโครงสร้างของระบบและเชื่อมต่อส่วนประกอบย่อยต่างๆ ของซอฟต์แวร์เข้าด้วยกัน เป็นการพัฒนาระบบของรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยองค์รวม เทคนิคการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโค้ด (Code Optimization) หรือ การเขียนโปรแกรมจำเพาะในบางส่วน (Modular Programming) แพลตฟอร์มที่นิยมใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ณ ปัจจุบัน คือ CUDA (Compute Unified Device Architecture)

3.2.6 กลุ่มทักษะ Robotics and Automation

ภาพที่ 3.17 ส่วนประกอบของศาสตร์ Mechatronics



ที่มา: DesignNews

- กลุ่มทักษะของสาขาวิชา Mechatronics

Mechatronics เป็นสาขาวิชาที่เกิดจากการรวมกันของหลายศาสตร์⁸³ นับตั้งแต่ เครื่องกล (mechanics) ไฟฟ้า (electronics) ระบบ pneumatics และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งล้วนเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่ใช้ในงานในโรงงาน ปัจจุบันสาขา Mechatronics ได้รับความนิยม ทำให้มีสถาบันในประเทศไทยที่เปิดหลักสูตรการศึกษาในด้านนี้โดยตรง เช่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ⁸⁴

- กลุ่มทักษะในด้าน PLC และ PAC

PLC ย่อมาจาก Programmable logic Control และ PAC ย่อมาจาก Programmable Automation Controller ทักษะในสองด้านนี้คือ การใช้งานอุปกรณ์ที่ทำการควบคุมระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิต การใส่โปรแกรมและการติดตามผลระบบควบคุมอัตโนมัติ

- กลุ่มทักษะในด้าน HMI

HMI หรือ Human Machine Interface เป็นกลุ่มทักษะที่ใช้ในส่วนที่เกิดการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักรกับผู้ใช้งาน ตัวอย่างเช่น Operator Control และ Monitoring System ทักษะของบุคลากรที่จะเข้ามาทำงานในกลุ่มนี้จะต้องมีประสบการณ์และความคล่องตัวในการใช้งานปุ่มควบคุม และอ่านข้อมูลเชิงเทคนิคที่แสดงบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องจักรได้

- กลุ่มทักษะด้าน Configuration Management และ Troubleshooting

การจะนำระบบอัตโนมัติมาใช้ให้มีความน่าเชื่อถือ ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการติดตั้ง และการทดสอบระบบอย่างมาก ทักษะในการนำซอฟต์แวร์มาช่วยในการติดตั้งระบบอัตโนมัติจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซอฟต์แวร์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเช่น Puppet หรือ Chef⁸⁵

⁸³ “Mechatronics,” WorldSkills International, accessed February 9, 2018, <https://www.worldskills.org/what/career/skills-explained/manufacturing-and-engineering-technology/mechatronics>.

⁸⁴ “หลักสูตรปริญญาตรี,” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.kmutnb.ac.th/program.php>.

⁸⁵ Alan Sharp-Paul, “Puppet vs Chef - The Battle Wages On,” Upguard, accessed February 9, 2018, https://www.upguard.com/blog/puppet-vs-chef-battle-wages?__hstc=103600479.354af9628b5e87ebc2e7d39d0cdc2bad.1519373508651.1519373508651.1519373508651.1&__hssc=103600479.1.1519373508652&__hsfp=2675994584.

3.2.7 กลุ่มทักษะ 3D Printing

- กลุ่มทักษะการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและผลิต (CAD/CAM)⁸⁶

ทักษะการใช้ซอฟต์แวร์ Computer Aided Design (CAD) หรือ การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3 มิติ ตั้งแต่การปรับแต่งรูปร่าง การกำหนดสี การจำลองแบบทางด้านเรขาคณิต ส่วน Computer Aided Manufacturing (CAM) คือ การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการผลิตในโรงงาน เช่น การควบคุมการบรรจุสินค้า เป็นต้น ตัวอย่างซอฟต์แวร์ CAD/CAM เช่น Solidworks, Maya, Fusion360 และ AutoCAD

- กลุ่มทักษะการใช้งานเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer)⁸⁷

กลุ่มทักษะการใช้งานเครื่อง 3D Printer เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการติดตั้งระบบ การใช้งาน การบำรุงรักษา เทคนิคในการนำผงวัตถุที่เป็นโลหะมาใช้ รวมไปถึง protocol ที่ใช้ในเครื่อง 3D Printer นอกจากนี้แล้ว ทักษะในการใช้งานเครื่องมืออื่นๆ ที่มีความใกล้เคียงกับ 3D Printer เช่น การใช้เครื่องมือ laser cutter, CNC routers/mills เป็นสิ่งที่ช่วยให้บุคลากรมีความคล่องตัวในการทำงานกับเทคโนโลยี 3D Printing มากขึ้น

3.3 สรุป

เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน (disruptive technologies) ที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-curve) และการพัฒนา EEC ได้แก่ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things (IoT)) และเมืองอัจฉริยะ (Smart City) เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า (Electric car) และรถยนต์ไร้คนขับ (Autonomous car) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) (รวมถึง Machine Learning and Deep Learning) เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (robotics and automation system) และเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D printing)

การเข้ามาของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผันจำเป็นต้องสร้างกำลังคนด้านดิจิทัลที่สามารถใช้งานและพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวได้ โดยทักษะและความรู้เชิงเทคนิคที่จำเป็นสำหรับการทำงานแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ประกอบด้วย

⁸⁶ “Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Manufacturing (CAM),” Inc. Southeast Asia, accessed February 9, 2018, <https://www.inc.com/encyclopedia/computer-aided-design-cad-and-computer-aided-cam.html>.

⁸⁷ Michael Petch, “MIT PROFESSORS TELL US ABOUT THE 3D PRINTING AND DESIGN SKILLS NEEDED FOR THE FUTURE,” 3D Printing Industry, accessed February 9, 2018, <https://3dprintingindustry.com/news/mit-professors-tell-us-3d-printing-design-skills-needed-future-111052>.

กลุ่มแรก กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล เป็นกลุ่มทักษะที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกเทคโนโลยี ได้แก่ ทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่ได้รับความนิยม เช่น C++ Python Pearl ทักษะทางด้าน Machine Learning และ Deep Learning เช่น การใช้ซอฟต์แวร์ TensorFlow และการประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก และทักษะด้าน Linear Algebra Calculus และ Probability & Statistics ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีระดับก้าวหน้ามากขึ้น

กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มทักษะความรู้เฉพาะเจาะจงของเทคโนโลยีแต่ละประเภท ได้แก่

- ทักษะสำหรับเทคโนโลยี IoT

ควรมีทักษะความรู้ด้านความปลอดภัยของข้อมูล การประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น Hadoop การออกแบบ user interface การพัฒนาเครือข่ายในการเชื่อมต่ออุปกรณ์

- ทักษะสำหรับเทคโนโลยี Cloud Computing

ควรมีทักษะความรู้การจัดการฐานข้อมูล เช่น MySQL และทักษะด้าน Devops หรือการพัฒนาและให้บริการซอฟต์แวร์ให้มีความเสถียร

- ทักษะสำหรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า

ควรมีทักษะความรู้ด้านวิศวกรรมเคมีสำหรับการผลิตแบตเตอรี่ ทักษะด้านวิศวกรรมไฟฟ้า สำหรับการออกแบบและสร้างวงจรไฟฟ้า ทักษะด้านวิศวกรรมเครื่องกลและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์

- ทักษะสำหรับเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับ

ควรมีทักษะความรู้ด้านการใช้และพัฒนาระบบปฏิบัติการส่วน Kernel เช่น ระบบปฏิบัติการ Linux ROS QNX ทักษะด้าน Motion หรือการวางแผนการเคลื่อนไหว เช่น อัลกอริทึม A* ทักษะด้าน SLAM หรือการระบุตำแหน่งพร้อมกับการสร้างแผนที่ ทักษะด้านการประมวลผลภาพ ทักษะในด้านการรวบรวมข้อมูลจาก sensor เช่น LIDAR กล้องรอบตัวรถ ทักษะด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ผ่าน platform CUDA

- ทักษะสำหรับเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ควรมีทักษะความรู้ของวิชา Mechatronic ซึ่งเป็นการรวมศาสตร์ด้านเครื่องกล ไฟฟ้า และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทักษะด้าน PLC และ PAC ในการควบคุมระบบอัตโนมัติ การใช้ซอฟต์แวร์ในระบบอัตโนมัติ ทักษะการเชื่อมต่อมนุษย์และเครื่องจักร

- ทักษะสำหรับการพิมพ์ 3 มิติ (3D printing)

ควรมีทักษะการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและผลิต (CAD/CAM) มีความเข้าใจ protocol ที่ใช้ในระบบ 3D printing รวมถึงการใช้เครื่องมือ laser cut

บทที่ 4 ความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัล เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรม เป้าหมาย (S-Curve) และการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

ในบทนี้ คณะผู้วิจัยจะนำเสนอผลการศึกษาและประเมินความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย และการพัฒนา EEC

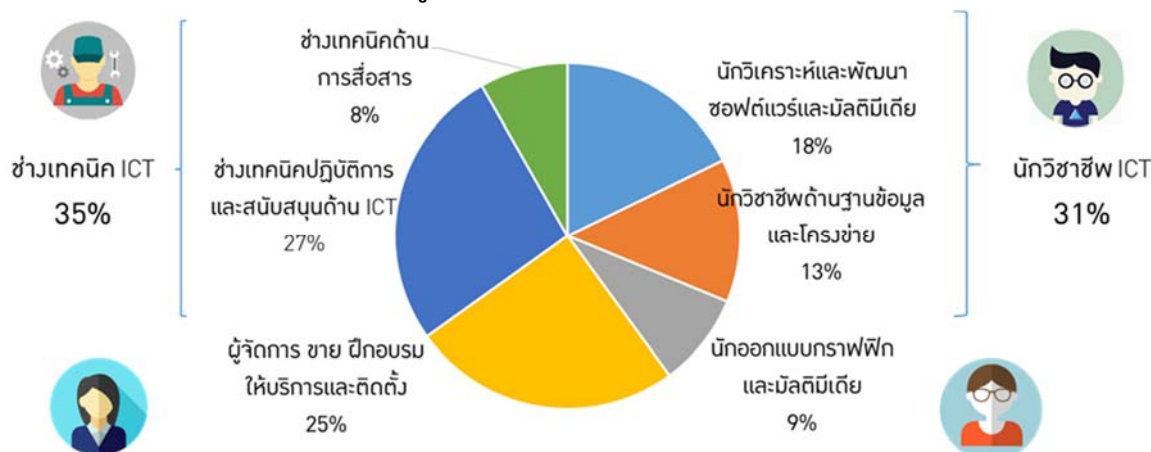
ในการประมาณการความต้องการ (demand) คณะผู้วิจัยได้ประมาณการความต้องการกำลังคนดิจิทัลของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ส่วนการประมาณการอุปทาน (supply) ของกำลังคนด้านดิจิทัลของไทยครอบคลุมจำนวนผู้จบการศึกษาด้านดิจิทัลทั่วประเทศ แต่นับเฉพาะผู้ที่มีแนวโน้มจะเข้าทำงานในสายอาชีพดิจิทัลเท่านั้น โดยไม่นับรวมจำนวนผู้จบการศึกษาด้านดิจิทัลทั่วประเทศทั้งหมด เนื่องจากผู้จบการศึกษาด้านดิจิทัลบางส่วนเท่านั้นที่เข้าทำงานตรงสายอาชีพดิจิทัล

4.1 สถานการณ์การจ้างงานและการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย

ในภาพรวมของไทยปี พ.ศ. 2560 มีการจ้างงานผู้ทำงานด้านดิจิทัลหรือ ICT ทั่วประเทศรวม 268,065 คน¹ (คิดเป็นอัตราการเติบโตประมาณร้อยละ 6) โดยส่วนใหญ่เป็นช่างเทคนิคด้าน ICT (ร้อยละ 35) นักวิชาชีพ ICT (ร้อยละ 31) และผู้จัดการ นักขาย นักฝึกอบรม ผู้ให้บริการและติดตั้ง (ร้อยละ 25) (ภาพที่ 4.1)

¹ ในงานศึกษานี้ นิยามกำลังคนด้าน ICT หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญด้าน ICT (ICT specialists) ซึ่งจำแนกโดย OECD (2015) และ Eurostat ตามการจัดประเภทอาชีพ ISCO-08 (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 1.5 นิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัล) ทั้งนี้ นิยามดังกล่าวแตกต่างจากนิยามที่สำนักงานสถิติแห่งชาติใช้ในรายงานสรุปผลที่สำคัญผู้ทำงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คือ นิยามของสำนักงานสถิติฯ นับรวม 3211-เจ้าหน้าที่เทคนิคด้านการสร้างภาพทางการแพทย์และอุปกรณ์การบำบัดรักษาโรค 4222-พนักงานศูนย์บริการข้อมูลข่าวสาร 5244-พนักงานขายในศูนย์บริการลูกค้า แต่ไม่ได้นับรวม 3114-Electronics engineering technicians และ 7421-Electronics mechanics and services (ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560, สรุปผลที่สำคัญผู้ทำงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พ.ศ. 2560) ดังนั้น จำนวนกำลังคนด้าน ICT ในรายงานสรุปผลฯ ของสำนักงานสถิติฯ จึงมากกว่าจำนวนกำลังคนด้าน ICT ในรายงานนี้ ประมาณ 100,000 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลจากจำนวนพนักงานขายในศูนย์บริการลูกค้า 63,455 คน และพนักงานศูนย์บริการข้อมูลข่าวสาร 29,319 คน

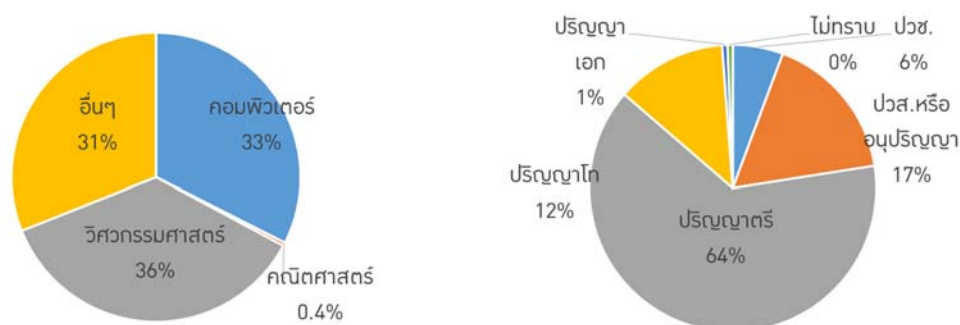
ภาพที่ 4.1 การจ้างงานผู้ทำงานด้าน ICT จำแนกตามอาชีพ ในปี พ.ศ. 2560



ที่มา: คณะผู้วิจัย (คำนวณจากข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี 2560 ไตรมาส 3 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

หากจำแนกตามสาขาและระดับการศึกษา พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 กำลังคนทำงานด้าน ICT ส่วนใหญ่จบการศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ (ร้อยละ 36) รองลงมาคือ คอมพิวเตอร์ (ร้อยละ 33) นอกจากนี้ ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (2 ใน 3) และเกือบ 1 ใน 4 จบปวช. และปวส. (ภาพที่ 4.2)

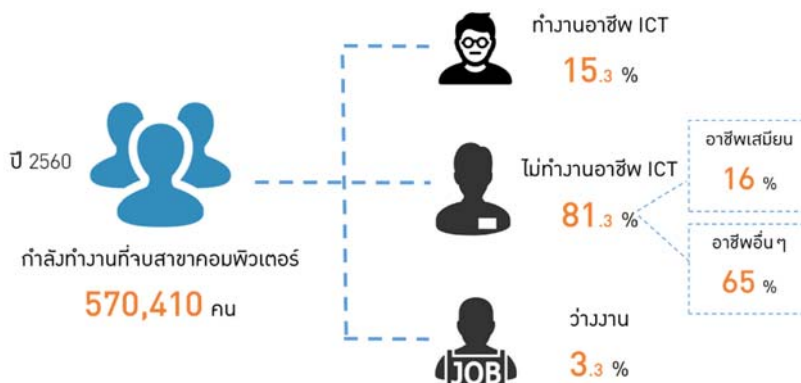
ภาพที่ 4.2 กำลังคนทำงานด้าน ICT จำแนกตามสาขาและระดับการศึกษา



ที่มา: คณะผู้วิจัย (คำนวณจากข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี 2560 ไตรมาส 3 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

แม้ว่าประเทศไทยมีกำลังคนที่จบสาขาคอมพิวเตอร์จำนวนมาก แต่สัดส่วนของผู้จบสาขาคอมพิวเตอร์ที่ทำงานตรงสายอาชีพ ICT อยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทย มีกำลังคนทำงานที่จบสาขาคอมพิวเตอร์จำนวนสะสมมากกว่า 570,000 คน แต่สัดส่วนของผู้ที่ทำงานด้าน ICT มีเพียงร้อยละ 15.3 ขณะที่ ไม่ทำงานด้าน ICT ร้อยละ 81.3 (เช่น ทำงานเสมือนร้อยละ 16) และว่างงานร้อยละ 3.3 (ภาพที่ 4.3)

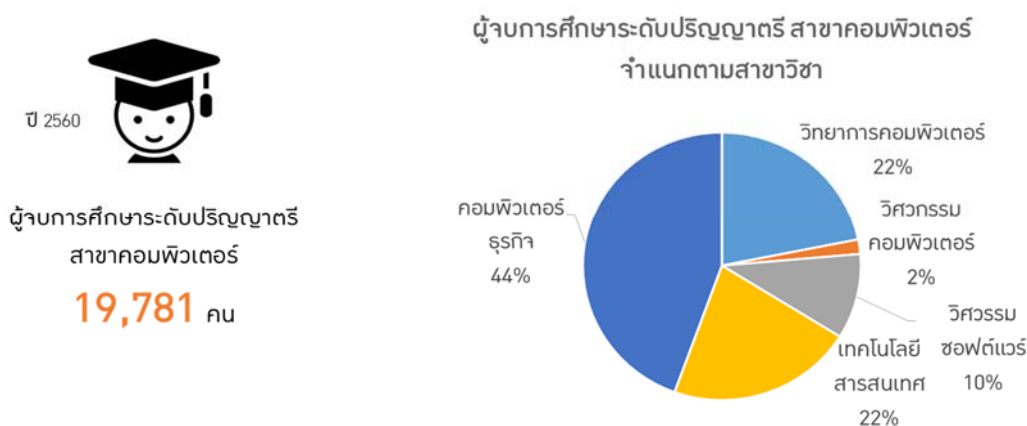
ภาพที่ 4.3 โครงสร้างกำลังคนทำงานที่จบสาขาคอมพิวเตอร์ ในปี พ.ศ. 2560



ที่มา: คณะผู้วิจัย (คำนวณจากข้อมูลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ปี 2560 ไตรมาส 3 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

นอกจากนี้ ผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาคอมพิวเตอร์มีเกือบ 20,000 คน² (ยังไม่นับรวมผู้จบการศึกษาในสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกรรมโทรคมนาคม) และเกือบครึ่งหนึ่งจบสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ภาพที่ 4.4) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มีการสอนในวิชาที่จำเป็นสำหรับการเป็นนักวิชาชีพ ICT ไม่มากพอ

ภาพที่ 4.4 ผู้จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ในปี พ.ศ. 2560



ที่มา: คณะผู้วิจัย (คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.))

² การศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ (Computing) ประกอบด้วย 5 สาขาย่อย ได้แก่ 1) วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer science) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต 2) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (Computer engineering) ซึ่งอยู่ในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และอุตสาหกรรมบัณฑิต 3) วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software engineering) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และวิทยาศาสตรบัณฑิต 4) เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต วิทยาการสารสนเทศบัณฑิต สถิติศาสตรบัณฑิต และอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต และ 5) คอมพิวเตอร์ธุรกิจ (Business computer) และระบบสารสนเทศ (Information systems) ซึ่งอยู่ในหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต บัญชีบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต และวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ที่มา: คณะผู้วิจัย ดัดแปลงจาก Association for Computer Machinery (ACM) and IEEE Computer Society (IEEE-CS), 2017, Information Technology Curricular 2017: Curriculum Guidelines for Baccalaureate Degree Programs in Information Technology และมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ปี 2552 ของไทย) ทั้งนี้ ในอนาคต หลักสูตร ACM และ IEEE อาจปรับเปลี่ยนสาขาย่อยคือ ความปลอดภัยทางไซเบอร์ (Cybersecurity) และวิทยาศาสตร์ข้อมูล (Data science)

4.2 การประมาณการความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลเชิงปริมาณในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC

การประมาณการความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลโดยแบบจำลองมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อฉายภาพสถานการณ์ที่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมต่อการเตรียมกำลังคนด้านดิจิทัลให้มีความพร้อมต่อการพัฒนาเศรษฐกิจให้บรรลุเป้าหมายต่อไป การศึกษานี้จะใช้แนวทางในการพัฒนาแบบจำลองโดยอ้างอิงจาก OECD's Mediterranean Regional Project³ ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกใช้ในการวางแผนกำลังคนในหลากหลายประเทศ เนื่องจากมีระเบียบวิธีที่มีรายละเอียดขั้นตอนการประมาณการชัดเจนและยืดหยุ่นต่อลักษณะข้อมูลที่มีหลากหลายรูปแบบ เหมาะสมในการวางแผนที่มีการกำหนดเป้าหมายทางเศรษฐกิจในระยะยาว สามารถใช้ร่วมกับสมมติฐานที่ได้จากการทบทวนรายงานบทวิเคราะห์หรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ และยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลน้อยกว่าวิธีใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ (Econometric model) หรือ แบบจำลอง Input-Output ที่มีโอกาสให้ผลที่คลาดเคลื่อนได้มากกว่าหากมีข้อมูลอนุกรมเวลาย้อนหลัง (Time-series) ที่ไม่สมบูรณ์เพียงพอ ขาดข้อมูลตาราง Input-Output ที่ทันสมัย หรือมีการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง (structural change) ในระบบเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม หรือเทคโนโลยีอย่างมีนัยสำคัญ

ทั้งนี้แบบจำลองการประมาณการความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลจะทำหน้าที่ระบุช่องว่างของกำลังคนด้านดิจิทัล (Digital Manpower Gap) เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินความพร้อมและออกแบบกลไกการวางแผนกำลังคนเพื่อรองรับการลงทุน โดยการพัฒนาแบบจำลองอาจแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ

- 1) การคาดการณ์ความต้องการกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC
- 2) การคาดการณ์การผลิตกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC
- 3) การระบุช่องว่างของกำลังคนด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC

ในการคาดการณ์ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC อาจสรุปขั้นตอนโดยย่อได้ ดังนี้

- การประเมินการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย ในช่วงเวลาระหว่างปีฐาน และปีเป้าหมาย โดยพิจารณาจากแนวโน้มอัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมรวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในพื้นที่ EEC
- การประเมินสัดส่วนทุนต่อแรงงานของแต่ละอุตสาหกรรม ในช่วงเวลาระหว่างปีฐาน และปีเป้าหมาย โดยอาจพิจารณาจาก ข้อมูลรายงานการสำรวจความต้องการแรงงาน การลงทุน และผลผลิตภาพของแต่ละอุตสาหกรรม

³ R.Vesituluta Youdi and Keith Hinchliffe, *Forecasting skilled-manpower needs: the experience of eleven countries* (Brussels : United Nation ,1985).

- การประเมินโครงสร้างสาขาอาชีพ ระดับทักษะแรงงาน และระดับการศึกษาจำแนกตามรายอุตสาหกรรม ในช่วงเวลาระหว่างปีฐาน และปีเป้าหมาย โดยพิจารณาจาก ฐานข้อมูลการสำรวจภาวะการมีงานทำ

สำหรับการคาดการณ์การผลิตกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC อาจสรุปขั้นตอนโดยย่อได้ดังนี้

- การฉายภาพจำนวนประชากรในอนาคต 10 ปี แยกตามช่วงอายุ ระดับการศึกษา โดยอ้างอิงจากรายงานการคาดการณ์ประชากรของไทย ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.)
- การประเมินจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย
- การประเมินอัตราส่วนของกำลังแรงงานที่จบการศึกษาด้านดิจิทัลเมื่อเทียบกับจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาทั้งหมด

เมื่อได้ผลการคาดการณ์ความต้องการและการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายในแต่ละปีแล้ว ก็จะสามารถระบุช่องว่างของกำลังคนด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายโดยการหาส่วนต่างระหว่างความต้องการและการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลในแต่ละปีได้ตามลำดับ ทั้งนี้ การคาดการณ์เพื่อวางแผนกำลังคนในการศึกษานี้ จำเป็นต้องใช้สมมติฐานและข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญดังแสดงในภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 4.5 สมมติฐานและข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองการวางแผนกำลังคน



ที่มา: คณะผู้วิจัย

นอกจากนั้น เพื่อให้ผลการศึกษาคครอบคลุมสถานการณ์ความผันผวนของบริบททางเศรษฐกิจในอนาคต ในแบบจำลองการประมาณการความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลนี้ ยังกำหนดขอบเขตการพิจารณาภายใต้ 2 สถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ (กรณีอุตสาหกรรมเป้าหมาย 10 S-Curve อาจไม่เกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบตามที่รัฐบาลมุ่งหวัง)

สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง (กรณีอุตสาหกรรมเป้าหมาย 10 S-Curve เกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบตามที่รัฐบาลมุ่งหวัง)

4.2.1 การคาดการณ์ความต้องการกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC

ข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการคาดการณ์ความต้องการกำลังคนทำงานด้านดิจิทัล ได้แก่

สมมติฐานที่ 1 ด้านอัตราการเติบโตของ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) สำหรับสถานการณ์ที่อุตสาหกรรมมีอัตราการเติบโตแบบปกติ พิจารณาจากข้อมูลสถิติอุตสาหกรรมปัจจุบันในองค์ประกอบของรายได้ประชาชาติ ปี พ.ศ. 2559 โดยสำนักบัญชีประชาชาติ สศช. ที่มีกิจกรรมการผลิตใกล้เคียงกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย และสำหรับสถานการณ์ที่อุตสาหกรรมมีอัตราการเติบโตสูง จะพิจารณาร่วมกับผลการศึกษาแนวโน้มการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve จากการสำรวจความเห็นของผู้ประกอบการและผู้เชี่ยวชาญของแต่ละอุตสาหกรรมสำหรับสถานการณ์ที่อุตสาหกรรมมีอัตราการเติบโตสูง ทั้งนี้สมมติฐานด้านอัตราการเติบโตสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายได้ผลการพิจารณาตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สมมติฐานด้านอัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve)

สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ

อุตสาหกรรม	อัตราการเติบโต (ร้อยละ)
ยานยนต์สมัยใหม่	7.1
อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	2.7
การท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	7.9
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ	0.48
การแปรรูปอาหาร	2.8
หุ่นยนต์	15
การบินและโลจิสติกส์	3.9
เชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ	7.7
ดิจิทัล	6.8
การแพทย์ครบวงจร	4.8

ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง

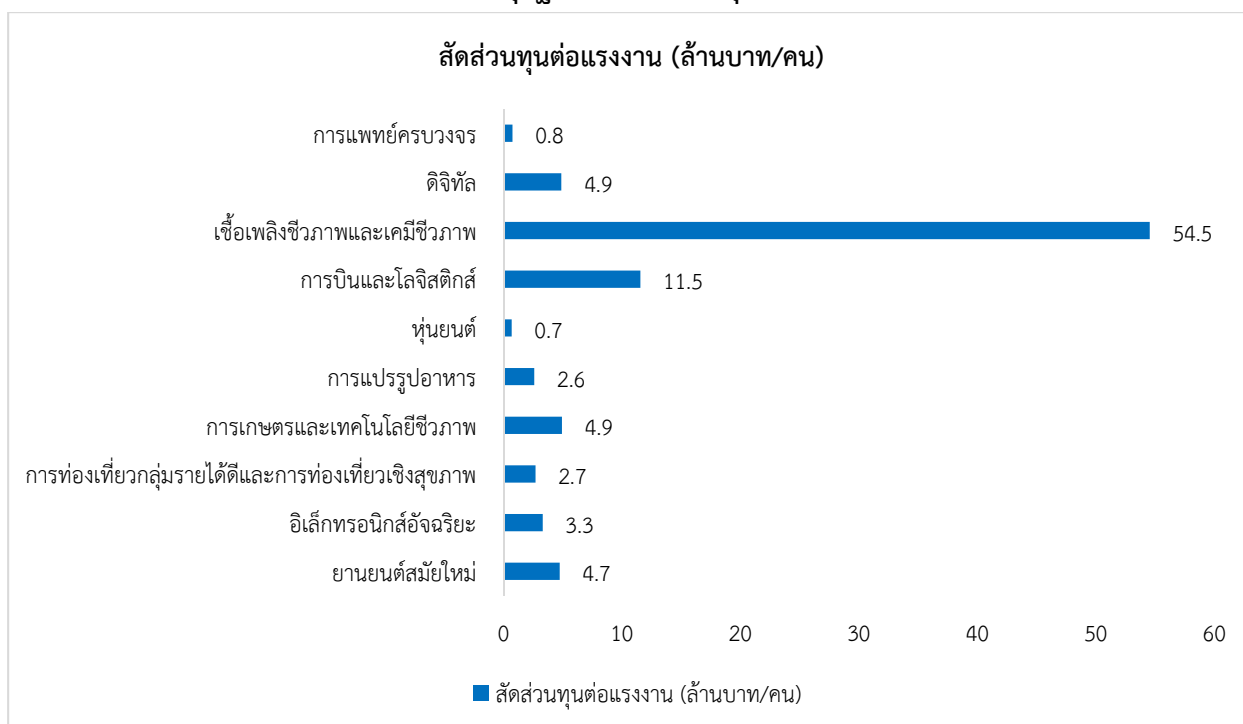
อุตสาหกรรม	อัตราการเติบโต (ร้อยละ)	ปัจจัยต่อโอกาสการลงทุน
ยานยนต์สมัยใหม่	9.4	เทคโนโลยี BEV ยังไม่นิ่ง จึงผลิตในประเทศเจ้าของเทคโนโลยีหรือตลาดใหญ่ เช่น จีน
อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	3.3	มีเฉพาะสิทธิประโยชน์ทางภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น
การท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	11.9	สามารถต่อยอดจุดแข็งจากการขยายสนามบินอู่ตะเภา
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ	0.54	มีเฉพาะสิทธิประโยชน์ทางภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น
การแปรรูปอาหาร	3.1	หลายบริษัทลงทุนใน Food Innopolis แล้ว และมีเฉพาะสิทธิประโยชน์ทางภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น
หุ่นยนต์	18.8	ยังมีความต้องการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมไม่มากพอ แต่จะมีการพัฒนาระบบอัตโนมัติขั้นบ้าง
การบินและโลจิสติกส์	5.9	ไทยเป็นศูนย์กลางแห่งหนึ่งของการขนส่งทางอากาศ และจะได้แรงหนุนจากการขยายสนามบินอู่ตะเภา
เชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ	8.7	พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) ยังมีต้นทุนที่ไม่สามารถแข่งขันได้ หากไม่ได้รับอุดหนุนจากรัฐ
ดิจิทัล	7.7	ธุรกิจดิจิทัล ไม่มีข้อจำกัดเชิงพื้นที่ที่ต้องลงทุนใน EEC เท่านั้น
การแพทย์ครบวงจร	5.4	แม้กฎหมายให้อำนาจในการปลดล็อกข้อจำกัด แต่ในทางปฏิบัติจริงอาจใช้เวลา

ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

หากพิจารณาสถานการณ์ที่ 1 ในกรณีที่อุตสาหกรรม S – Curve มีอัตราการเติบโตปกติ จะพบว่า อุตสาหกรรมที่มีอัตราการเติบโตสูงเป็นอันดับต้นๆ ในปัจจุบัน ได้แก่ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ความพร้อมด้านทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย และการเพิ่มการเชื่อมโยงของระบบเศรษฐกิจในหลายประเทศทั่วโลก ในขณะที่ สถานการณ์ที่ 2 ที่อุตสาหกรรม S – Curve มีอัตราการเติบโตสูง จะพิจารณากรณีที่ มีเงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้นอย่างเต็มที่ในอุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ จากนโยบายส่งเสริมเขตเศรษฐกิจพิเศษ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง เช่น การสร้างทางรถไฟความเร็วสูง และการเชื่อมโยงและขยายสนามบินอู่ตะเภา โดยมีการคาดการณ์ว่า ประเทศไทยจะเป็นศูนย์กลางแห่งหนึ่งของการขนส่งทางอากาศของภูมิภาค

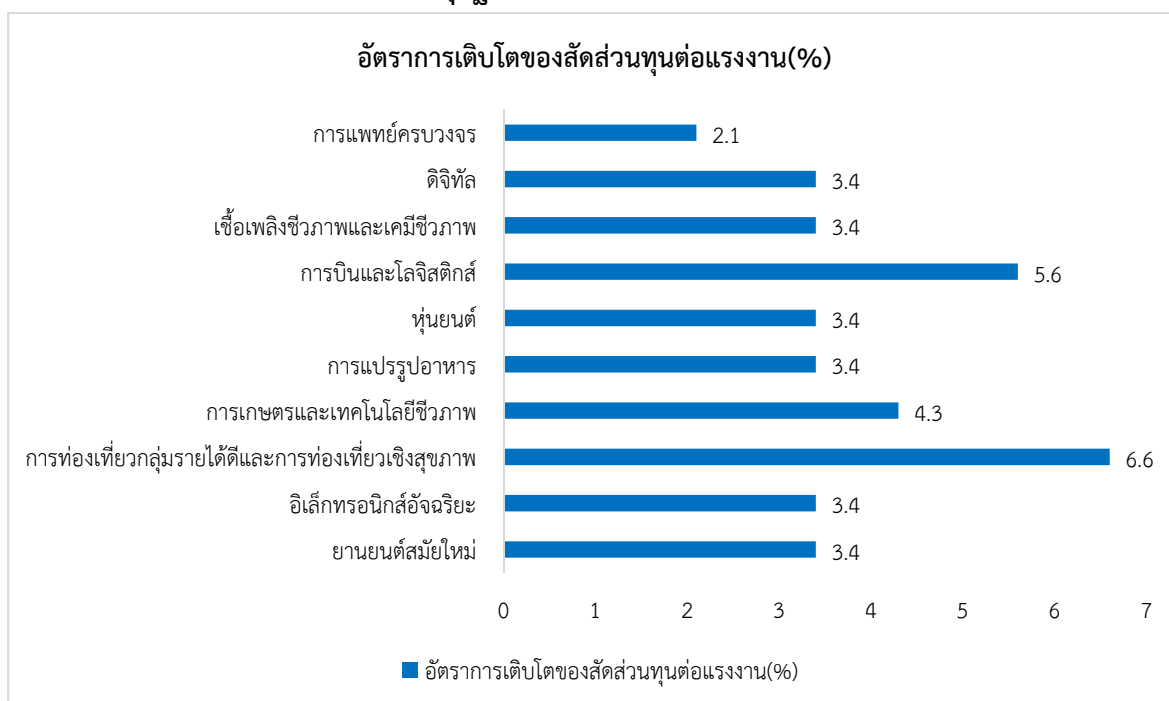
สมมุติฐานที่ 2 ด้านสัดส่วนทุนต่อแรงงาน พิจารณาจากสัดส่วนของมูลค่าการลงทุนต่อความต้องการแรงงานสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC จากการสำรวจโดย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ปี พ.ศ. 2560 และให้อัตราการเติบโตต่อปี เท่ากับค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 5 ปี ของอัตราการเติบโตของผลิตภาพแรงงานซึ่งคำนวณจากมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ต่อผู้มีงานทำ โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่มีกิจกรรมการผลิตใกล้เคียงกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย

ภาพที่ 4.6 สมมุติฐานด้านสัดส่วนทุนต่อแรงงาน



ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

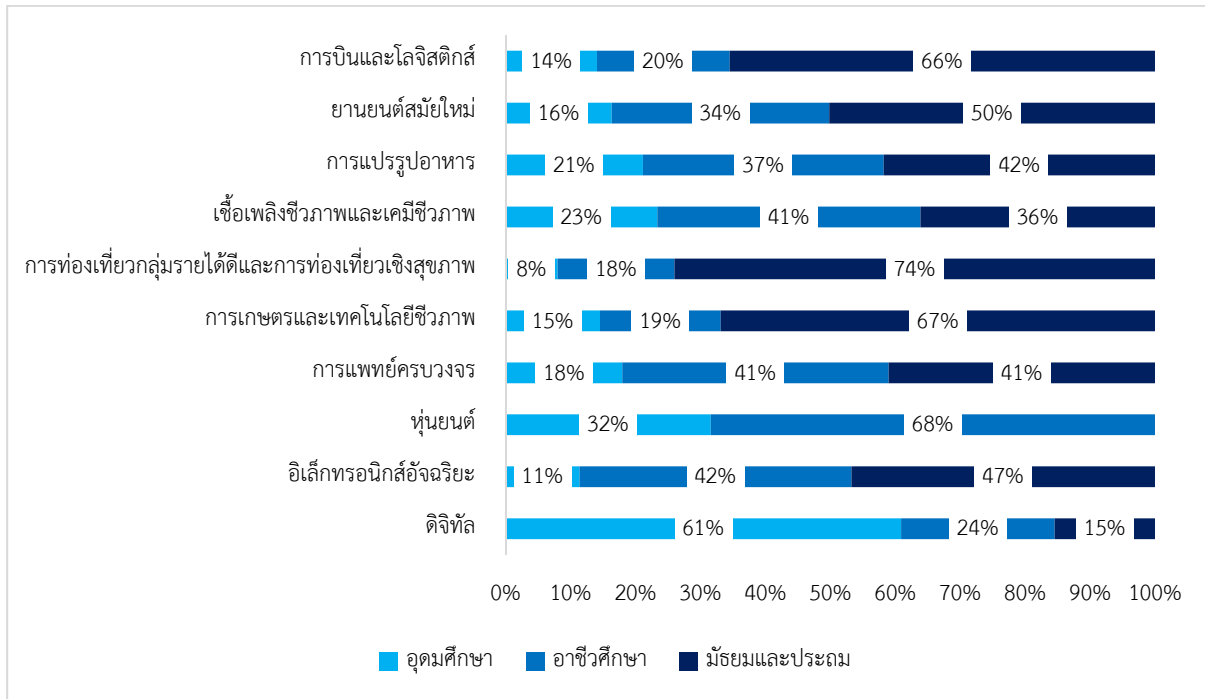
ภาพที่ 4.7 สมมุติฐานอัตราการเติบโตของผลิตภาพแรงงาน



ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

สมมุติฐานที่ 3 ด้านโครงสร้างทักษะแรงงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve พิจารณาจากข้อมูลการสำรวจความต้องการแรงงานและการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

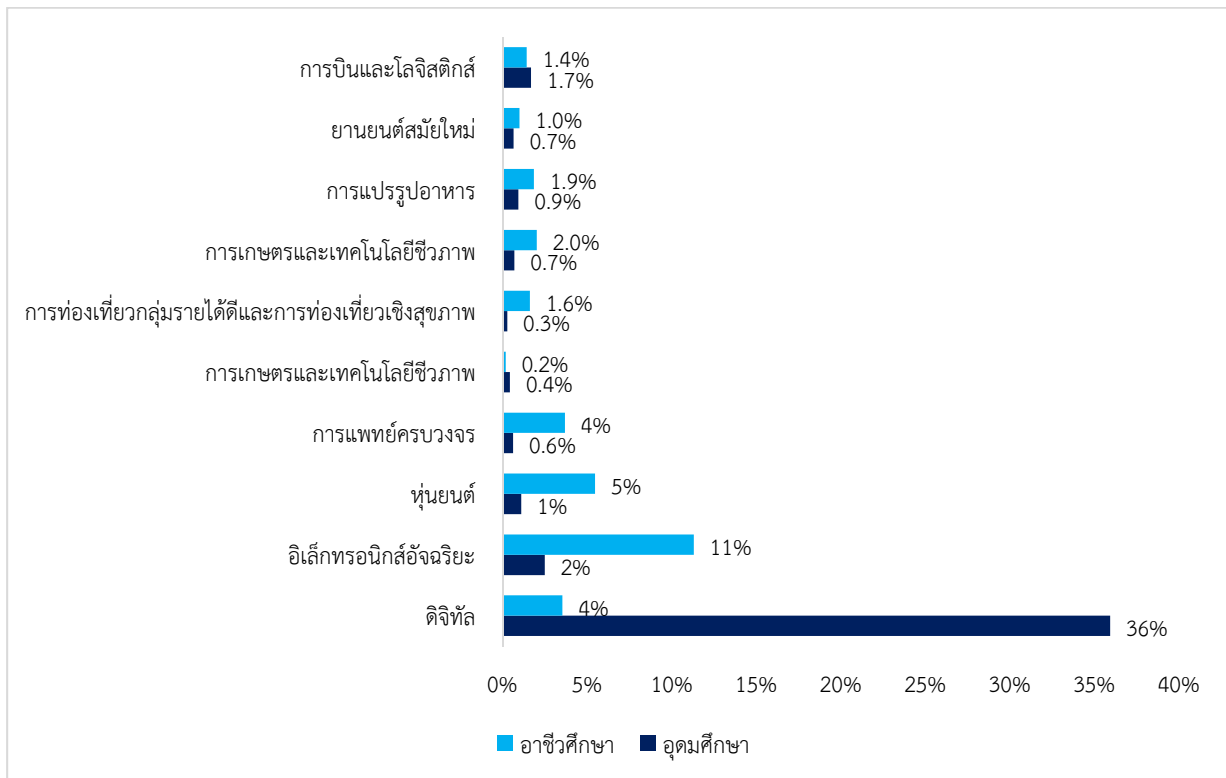
ภาพที่ 4.8 สมมุติฐานด้านโครงสร้างทักษะแรงงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve



ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

สมมุติฐานที่ 4 ด้านโครงสร้างกำลังคนด้านดิจิทัลต่อกำลังคนทั้งหมดในแต่ละอุตสาหกรรมเป้าหมาย พิจารณาจากข้อมูลการสำรวจความต้องการแรงงานและการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนร่วมกับข้อมูลสำรวจภาวะการทำงานของประชากรจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดยพิจารณาประกอบกับการเทียบเคียงนิยามของกลุ่มอาชีพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร รวมถึงกลุ่มอาชีพที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเศรษฐกิจดิจิทัลตามที่ได้นิยามไว้ข้างต้น

ภาพที่ 4.9 สมมุติฐานสัดส่วนจำนวนตำแหน่งกำลังคนด้านดิจิทัลที่ต้องการ จำแนกตามอุตสาหกรรมและระดับทักษะ



ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

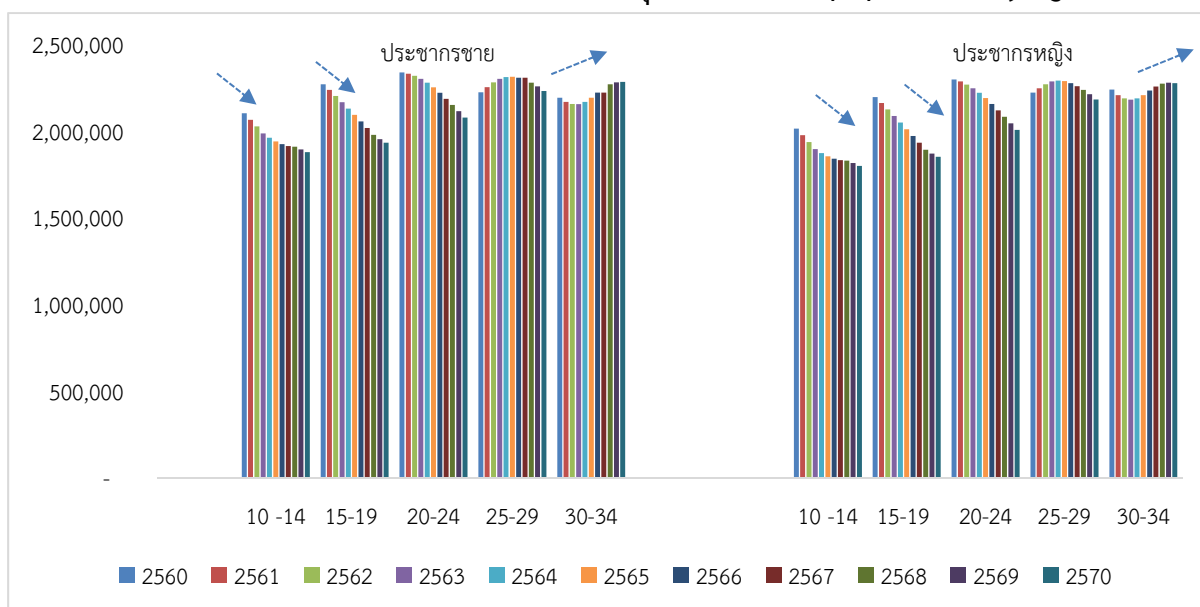
4.2.2 การคาดการณ์การผลิตกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC

ในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์การผลิตกำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำเป็นต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดทางทรัพยากรมนุษย์ภายในประเทศและระดับความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานด้านการศึกษาในปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อเป็นฐานในการทำความเข้าใจสถานการณ์ด้านการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลและการกำหนดนโยบายที่สอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ในอนาคต ดังนั้น ในการศึกษานี้จะใช้สมมุติฐานตั้งต้นและข้อมูลอ้างอิงที่สำคัญดังต่อไปนี้

สมมุติฐานที่ 1 ด้านโครงสร้างประชากรในอนาคตเป็นไปตามการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งในการคาดประมาณนี้ใช้เทคนิควิธีทางประชากรศาสตร์ที่เรียกว่า วิธีส่วนประกอบบรุ่นอายุ (Cohort component method) โดยปรับการคาดประมาณประชากรของประเทศไทยตามข้อมูลล่าสุดที่เกี่ยวข้องกับ จำนวน และโครงสร้างอายุ-เพศ ของประชากรที่ใช้เป็นฐาน และที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงประชากรทั้งการเกิด การตาย การย้ายถิ่น และความเป็นเมือง อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบจำนวนประชากรตามการคาดการณ์ดังกล่าว กับจำนวนตามประกาศสำนักทะเบียน กรมการปกครอง ล่าสุด ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งในแบบจำลองจะใช้วิธีเทียบอัตราส่วน (Ratio Method) ในการปรับโครงสร้าง

ประชากรตามการคาดการณ์ให้สอดคล้องกับข้อมูลของสำนักทะเบียน กรมการปกครอง ประกาศ ณ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560 ทั้งนี้ หากพิจารณาโครงสร้างประชากรในระยะเวลาการประมาณการจะพบว่า สัดส่วนประชากรที่มีช่วงอายุระหว่าง 10-24 ปี หรือประชากรกลุ่มที่อยู่วัยกำลังอยู่ในระบบการศึกษามีแนวโน้มลดลง ในขณะที่สัดส่วนประชากรในวัยกำลังทำงาน เช่น ช่วงอายุ 30-34 นั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นซึ่งสะท้อนให้เห็นแนวโน้มการเกิดภาวะโครงสร้างประชากรที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) และชี้ให้เห็นโอกาสการเกิดปัญหาการขาดแคลนกำลังคนได้ในอนาคต ซึ่งแนวทางรับมือกับปัญหาอาจต้องพิจารณาการปรับปรุงทักษะกำลังคนที่อยู่ในสถานประกอบการปัจจุบันให้มีทักษะใหม่ที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคตร่วมด้วย

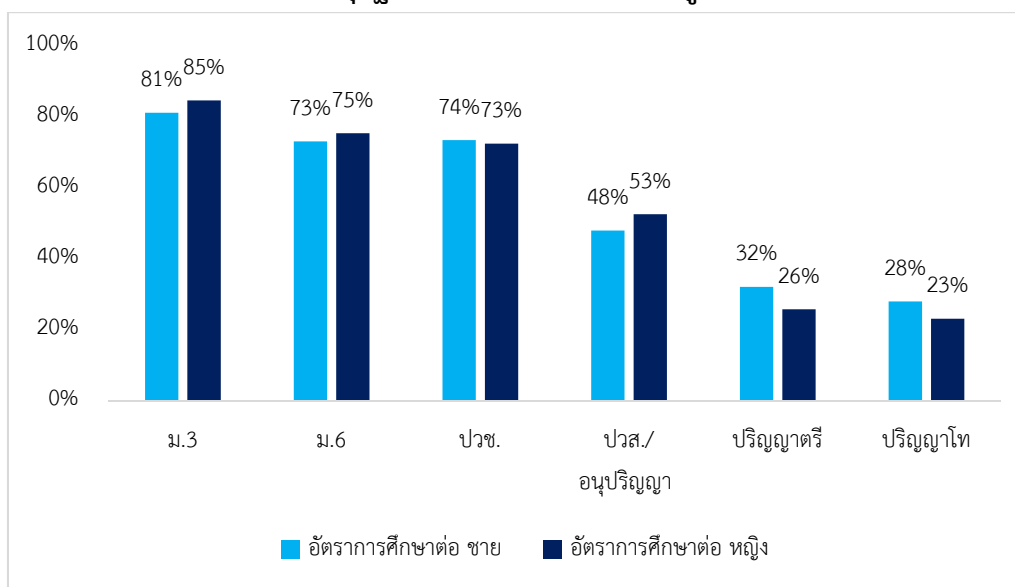
ภาพที่ 4.10 จำนวนประชากรจำแนกตามอายุ (Number of population by age)



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

สมมุติฐานที่ 2 ด้านจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย กำหนดให้ จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสอดคล้องกับอัตราการเปลี่ยนแปลงตามการคาดการณ์ประชากรของของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากนั้นจึงใช้ ข้อมูลสถิติผู้สำเร็จการศึกษา ประจำปี พ.ศ. 2557-2560 จากระบบฐานข้อมูลอุปสงค์และอุปทานกำลังคน (PMANP) สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน ในการประเมินอัตราการศึกษาต่อ ซึ่งจะช่วยให้สามารถประมวลผลการคาดการณ์จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาที่เข้าสู่ตลาดแรงงานในแต่ละระดับชั้นได้

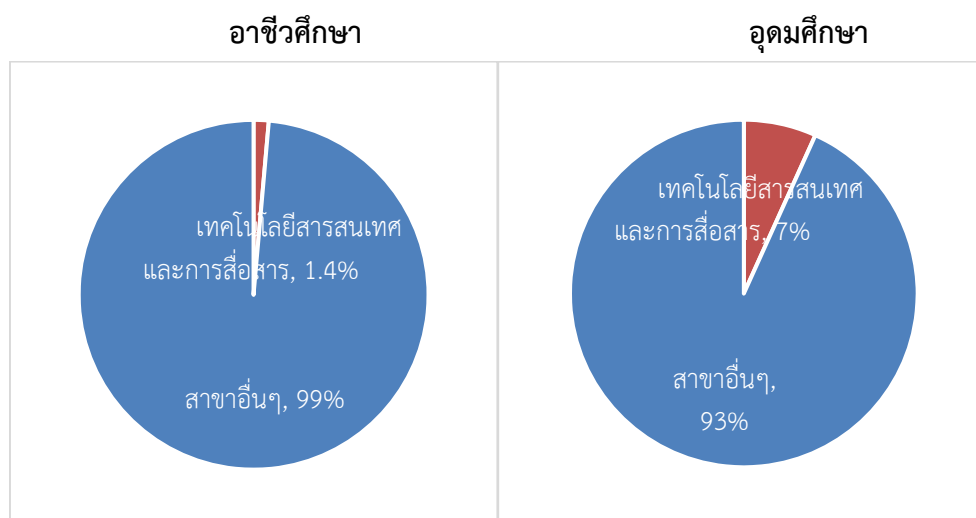
ภาพที่ 4.11 สมมุติฐานอัตราการศึกษาต่อของผู้สำเร็จการศึกษา



ที่มา: สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน

สมมุติฐานที่ 3 ด้านสัดส่วนผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรที่เปิดสอนสาขาวิชาด้านดิจิทัลจากจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาทั้งหมด พิจารณาจากข้อมูลจำนวนนักศึกษาจากสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ และสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนผู้สำเร็จการศึกษาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารยังมีสัดส่วนน้อยในปัจจุบันโดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษา ทั้งนี้ ผลการประมาณการผู้สำเร็จการศึกษาด้านดิจิทัล จะถูกปรับลดด้วยสมมุติฐานตามสถิติอัตราการว่างงานประมาณร้อยละ 0.85 และอัตราการทำงานตรงสาขาด้วยข้อมูลจากการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 15 เพื่อให้ผลประมาณการสะท้อนอัตราากำลังคนที่มีความพร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงานมากขึ้น

ภาพที่ 4.12 สมมุติฐานด้านสัดส่วนผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรที่เปิดสอนสาขาวิชาด้านดิจิทัล



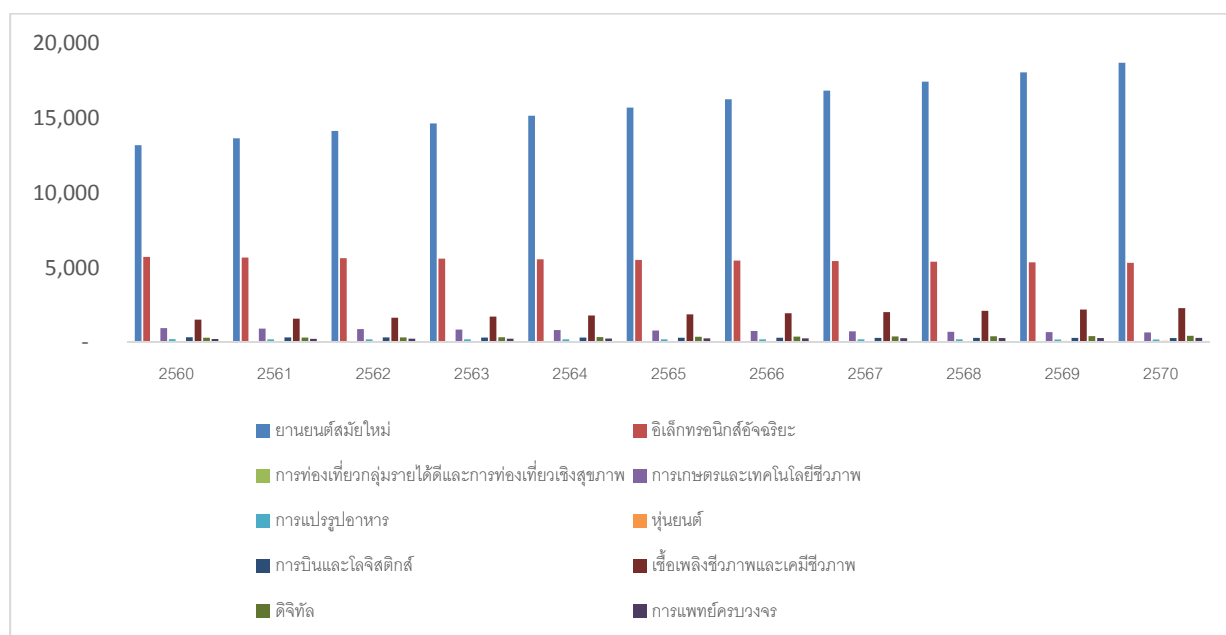
ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

4.2.3 การประมาณการช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC

จากการคาดการณ์ความต้องการและการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลตามกระบวนการข้างต้น ทำให้สามารถประเมินช่องว่างหรือความแตกต่างระหว่างอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลในรอบเวลา 10 ปีข้างหน้าได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลประกอบการกำหนดแนวนโยบายและกลไกในการลดช่องว่างที่เกิดขึ้น เช่น หากอุปสงค์สูงกว่าอุปทานมาก ซึ่งเป็นผลจาก สัดส่วนของกำลังแรงงานที่จบการศึกษาด้านดิจิทัลเข้ามาทำงานในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC น้อยเกินไป ข้อเสนอทางนโยบายที่จำเป็นอาจเกี่ยวข้องกับการเพิ่มการผลิตต้นให้เกิดกลไกการลดการขาดแคลนกำลังคนด้วยเครื่องมือต่างๆ เช่น การปรับเพิ่มจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในระดับทักษะที่ตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรม หรืออาจเสนอให้มีการลดข้อจำกัดและอุปสรรคในการผลิตกำลังคน และหากปัจจุบัน อุปทานมีมากกว่าอุปสงค์ อาจทำให้ได้ข้อเสนอแนะนโยบายที่เน้นเรื่องการพัฒนาคุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษา อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาอุปสงค์หรือความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลได้กำหนดขอบเขตการคาดการณ์ให้ครอบคลุมเพียงอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC เท่านั้น ในขณะที่ การคาดการณ์อุปทาน หรือการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัล ได้กำหนดขอบเขตการพิจารณาให้ครอบคลุมสถานศึกษาจากทั่วประเทศตามลักษณะการจ้างงานปกติที่ไม่มีการจำกัดการรับกำลังคนเฉพาะในพื้นที่ ดังนั้นในการประเมินผลการคาดการณ์ช่องว่างกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อกำหนดนโยบายจึงควรพิจารณาข้อสังเกตเรื่องขอบเขตการศึกษานี้ร่วมด้วย

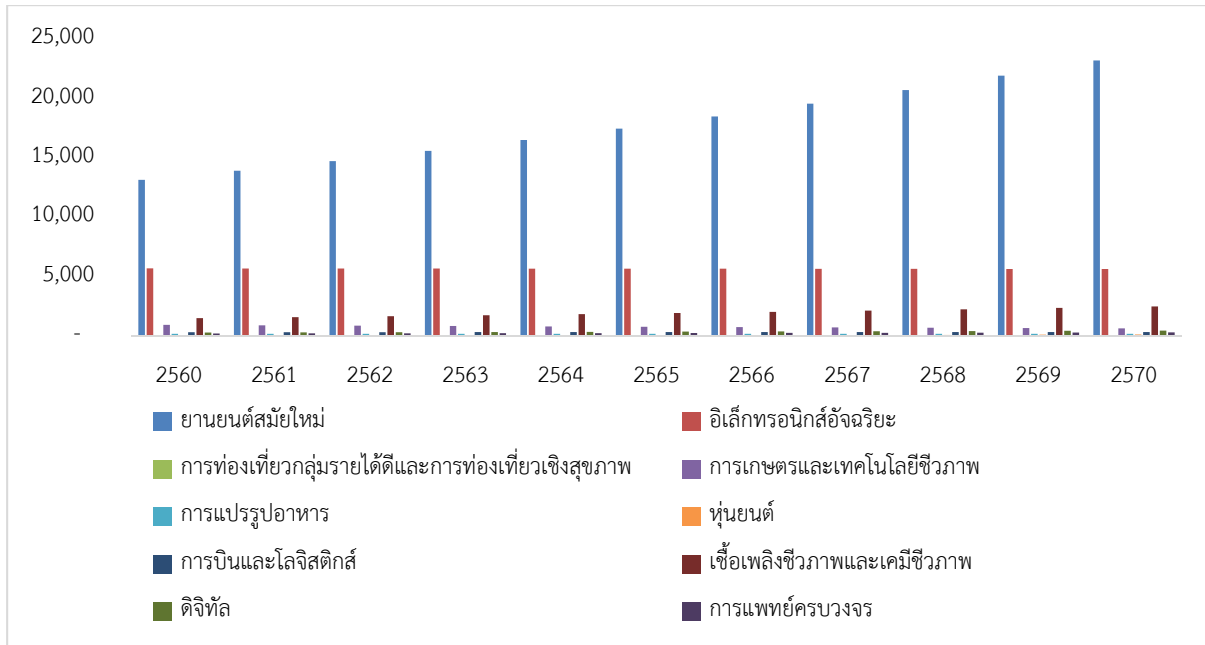
ภาพที่ 4.13 ผลการประมาณอุปสงค์ของกำลังคนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ



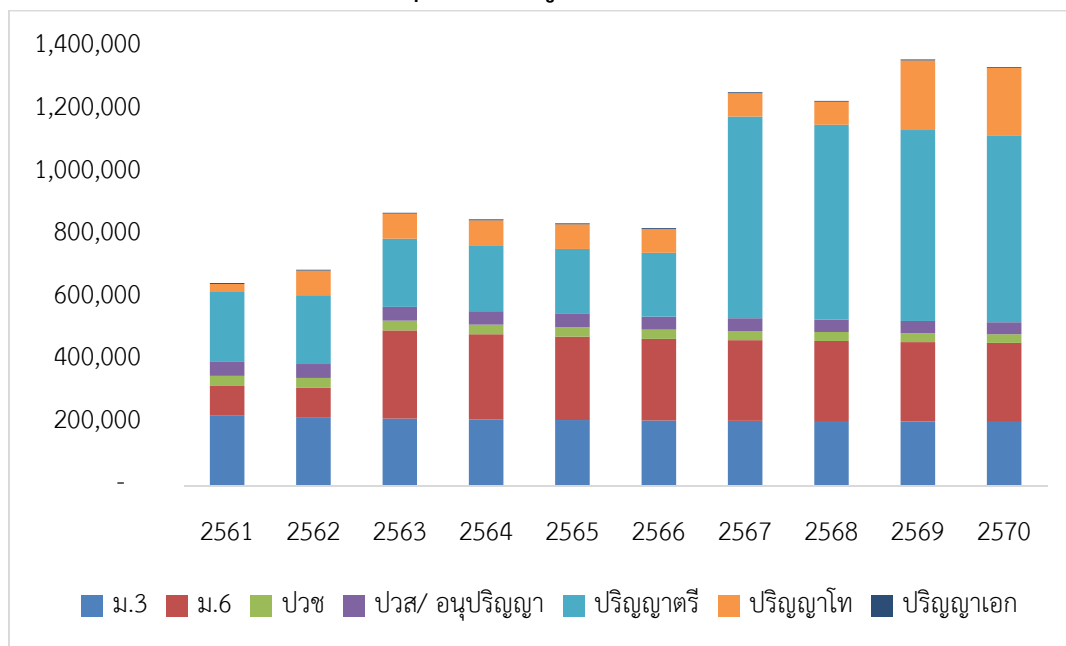
ที่มา: คณะนักวิจัย

สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง



ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

ภาพที่ 4.14 ผลการประมาณอุปทานของผู้สำเร็จการศึกษา สถานการณ์ที่ 1 และ 2



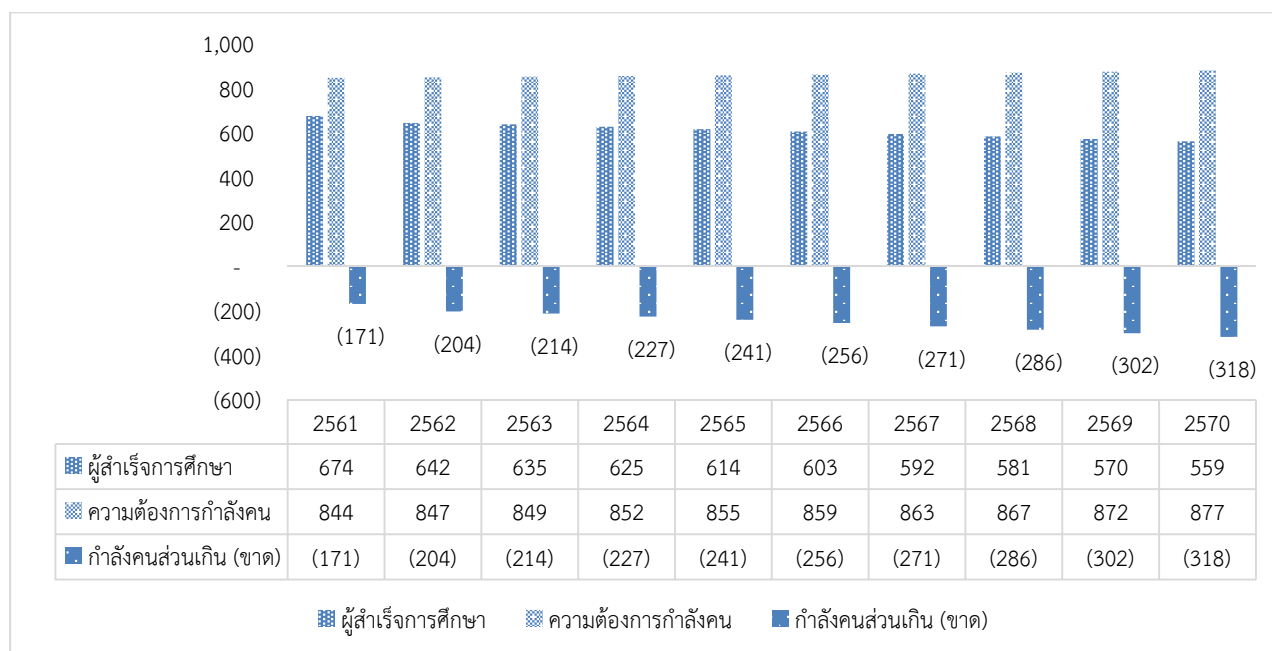
ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

สำหรับผลการประมาณความต้องการกำลังคน พบว่า อุตสาหกรรมที่ต้องการกำลังคนในอุตสาหกรรมเป้าหมายเป็นอันดับต้นๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และเชื้อเพลิงชีวภาพ และเคมีชีวภาพ ตามลำดับ ในขณะที่ สัดส่วนกำลังคนที่จบการศึกษาและเข้าสู่แรงงานส่วนใหญ่จะสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และมีสัดส่วนผู้สำเร็จการศึกษาในระดับอาชีวศึกษาในสัดส่วนน้อย

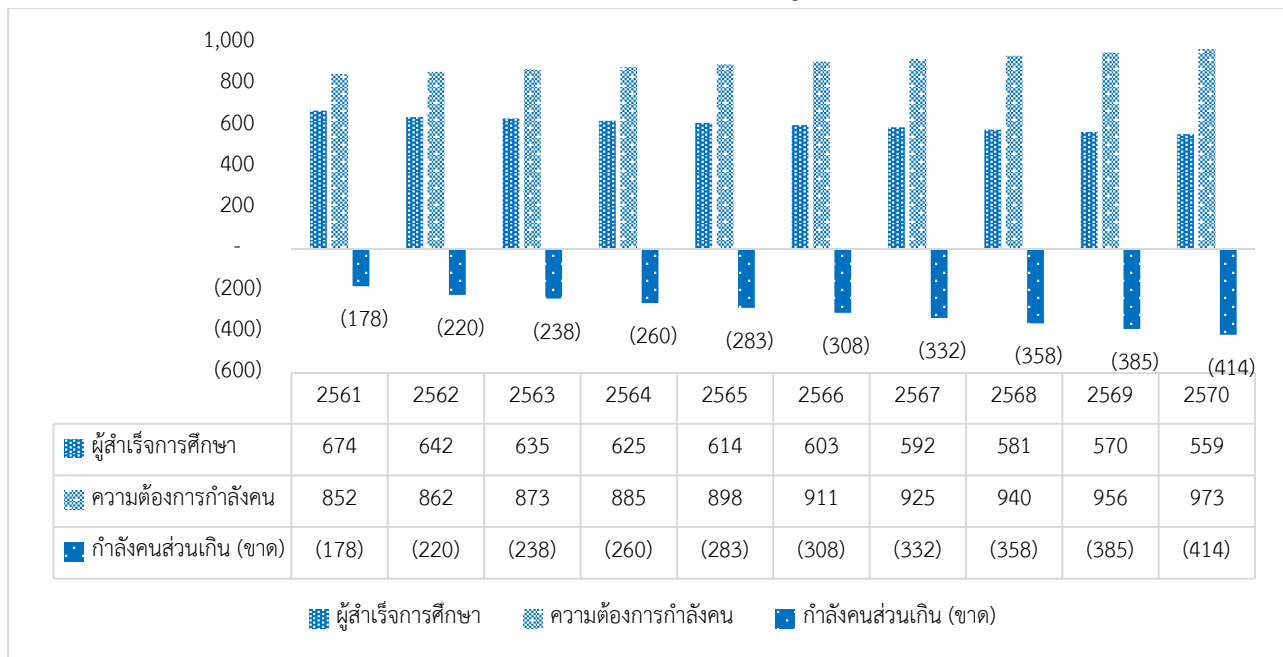
เมื่อแบ่งการพิจารณาผลการประมาณช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลออกเป็น 2 กลุ่มระดับการศึกษา คือ ระดับอาชีวศึกษา และระดับอุดมศึกษา จะพบว่า ในระดับอาชีวศึกษามีโอกาสขาดแคลนกำลังคนด้านดิจิทัลทั้งในกรณีที่ใช้อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมปกติ และอัตราการเติบโตสูง พิจารณาได้จากผลของแบบจำลองที่มีการขาดแคลนกำลังคนด้านดิจิทัลในปี 2570 ประมาณ 318 คน และ 414 คน ตามลำดับ เนื่องจากผู้สำเร็จการศึกษาด้านดิจิทัลระดับอาชีวและทำงานตรงสาขามีจำนวนน้อยมากและยังมีแนวโน้มลดลงตามโครงสร้างประชากร ในขณะที่ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลยังคงเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของอุตสาหกรรม

ขณะเดียวกันในแบบจำลองพบว่า มีกำลังคนด้านดิจิทัลส่วนเกินในระดับอุดมศึกษาสำหรับทั้งสองสถานการณ์การเติบโตของอุตสาหกรรม กล่าวคือ อาจมีการผลิตกำลังคนส่วนเกินด้านดิจิทัลประมาณ 1,300 คนในปี 2561 และ 1,800 คน ในปี 2570 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาด้านดิจิทัลในระดับอุดมศึกษาทั้งประเทศเพียงพอสำหรับความต้องการของแต่ละอุตสาหกรรมในพื้นที่ EEC ดังนั้นนโยบายที่เหมาะสมอาจเป็นการส่งเสริมให้มีการจัดตั้งหน่วยงานด้านการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อกระตุ้นอุปสงค์กำลังคนทำงานด้านดิจิทัลในระดับอุดมศึกษาในพื้นที่ EEC ให้มากขึ้น

ภาพที่ 4.15 ผลการประมาณช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอาชีวศึกษา
สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ



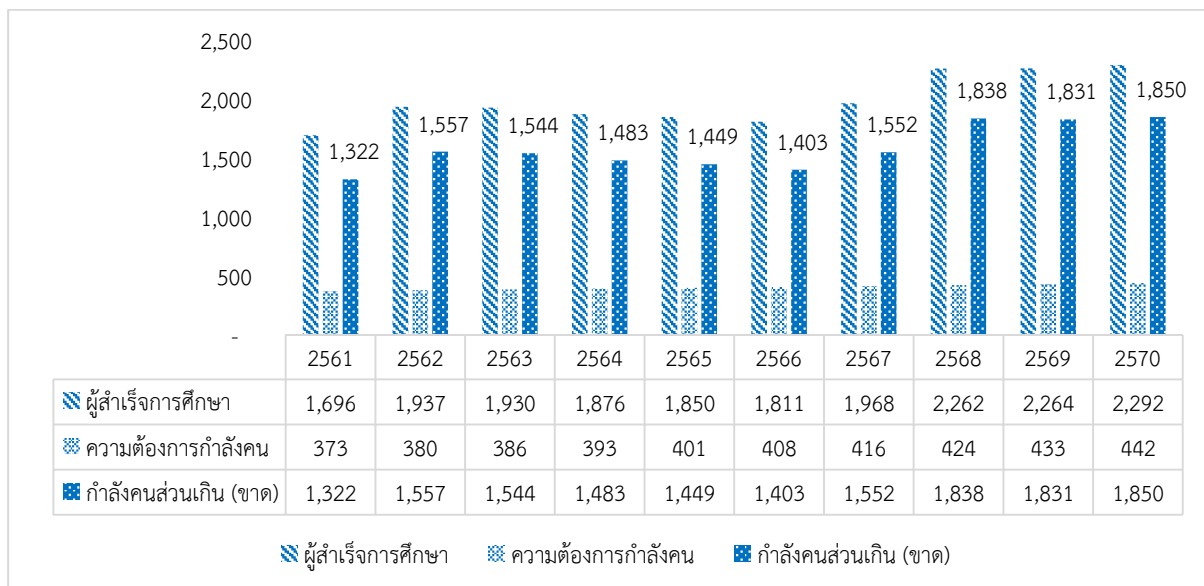
สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง



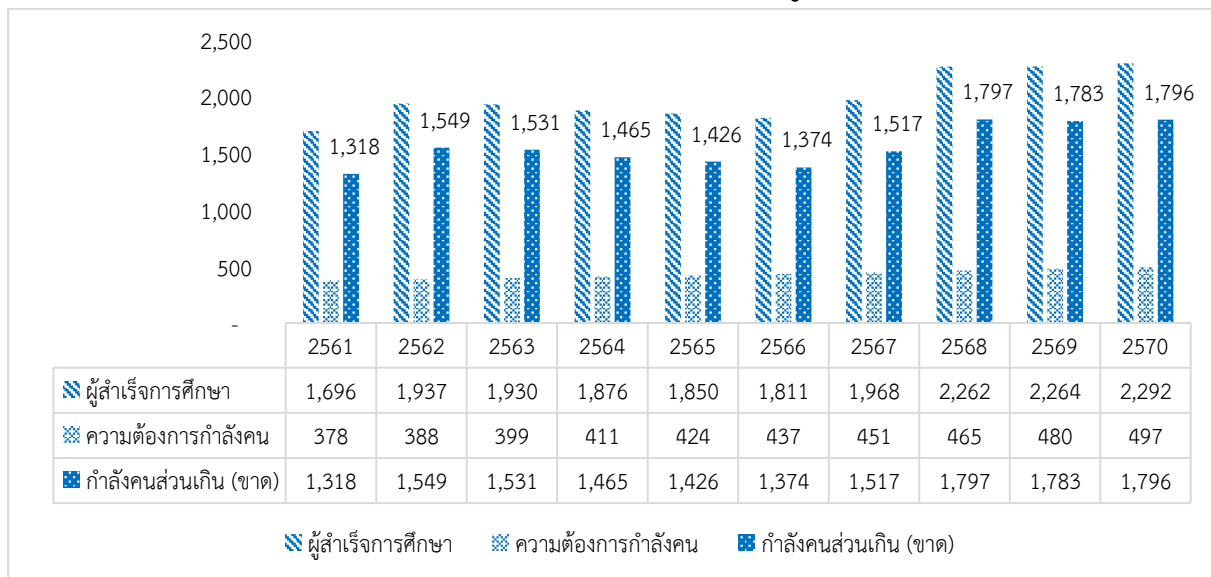
ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

ภาพที่ 4.16 ผลการประมาณช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอุดมศึกษา

สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ



สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง



ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย

ผลการประมาณการจากแบบจำลองสะท้อนให้เห็นความจำเป็นในการทบทวนและพิจารณาข้อเสนอทางนโยบายที่จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาด้านกำลังคนดิจิทัลได้ตรงจุดมากขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า ปัญหาในเชิงปริมาณของกำลังคนด้านดิจิทัลอาจเกิดขึ้นได้สำหรับกำลังคนบางระดับทักษะเท่านั้น ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเกิดจากทักษะที่ได้รับการฝึกฝนไม่ตรงหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรม ดังนั้นแนวทางแก้ปัญหาก็เหมาะสมอาจเป็นการเร่งพัฒนาคุณภาพระบบการศึกษา รวมถึงการส่งเสริมการพัฒนาทักษะให้แก่กำลังคนด้านดิจิทัลทั้งที่อยู่ในอุตสาหกรรมในปัจจุบันและผู้ที่กำลังจะเข้าสู่ตลาดแรงงานในอนาคต

4.2.4 สรุป

ในส่วนที่ได้นำเสนอข้างต้นนี้ ได้แสดงกระบวนการพัฒนาและผลการศึกษาโดยแบบจำลองเชิงปริมาณเพื่อประเมินสถานการณ์ช่องว่างระหว่างความต้องการและการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับนโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมเป้าหมาย S Curve ในพื้นที่ EEC ในระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยแยกพิจารณาสถานการณ์จำลองเป็น 2 กรณี คือ

- 1) กรณีที่อุตสาหกรรมเป้าหมาย 10 S-Curve อาจไม่เกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบตามที่รัฐบาลมุ่งหวัง
- 2) กรณีที่อุตสาหกรรมเป้าหมาย 10 S-Curve เกิดขึ้นอย่างเต็มรูปแบบตามที่รัฐบาลมุ่งหวัง

คณะผู้วิจัยได้แสดงสมมติฐานและข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการประมาณการกำลังคนด้านดิจิทัลผ่านการวิเคราะห์โครงสร้างอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลในพื้นที่ EEC โดยสมมติฐานส่วนใหญ่มาจากการพิจารณาข้อมูลสถิติในอดีตร่วมกับความเห็นและวิสัยทัศน์ของผู้เชี่ยวชาญในกรณีที่ข้อมูลมีจำกัดหรือมีการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างในอุตสาหกรรมที่พิจารณา ผลการศึกษาได้สะท้อนให้เห็นสถานการณ์ความต้องการ

กำลังคนด้านดิจิทัลที่แตกต่างกันใน 2 กลุ่มระดับการศึกษา กล่าวคือ ภายในระยะ 10 ปีข้างหน้าอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC มีแนวโน้มที่จะขาดแคลนกำลังคนด้านดิจิทัลในระดับอาชีวศึกษา ในขณะที่แนวโน้มปริมาณกำลังคนด้านดิจิทัลในระดับอุดมศึกษานั้นมีมากกว่าความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ดังนั้นผลการศึกษาในส่วนการประมาณความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลนี้ จึงได้แสดงให้เห็นว่า แนวนโยบายที่เหมาะสมต่อการเตรียมกำลังคนด้านดิจิทัลจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพทักษะของกำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมายในปัจจุบันและเตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ออุตสาหกรรมในอนาคต

4.3 การประเมินความพร้อมของกำลังคนด้านดิจิทัลในเชิงคุณภาพ

คณะผู้วิจัยจะประเมินความพร้อมของกำลังคนด้านคุณภาพ โดยการวิเคราะห์หลักสูตรการเรียนการสอนกำลังคนด้านดิจิทัลของไทยในปัจจุบัน โดยเน้นหลักสูตรในระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวข้องกับ 5 อุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ ดิจิทัล หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ยานยนต์ไฟฟ้า การผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน และโลจิสติกส์

4.3.1 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมดิจิทัล

การประเมินความพร้อมของกำลังคนในอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะผู้วิจัยจะพิจารณาจากหลักสูตรของคณะหรือสาขาทางด้านดิจิทัล ระดับปริญญาตรี โดยยึดตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ปี พ.ศ. 2552⁴ ประกอบด้วย 5 สาขา ได้แก่ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ทั้งนี้ การเรียนในสาขาดังกล่าวจะสร้างทักษะความรู้ด้านดิจิทัลที่สามารถนำไปต่อยอดสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายอื่นๆ ได้ด้วย

สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนในสาขาคอมพิวเตอร์จะต้องจัดทำโครงสร้างหลักสูตรให้มีหน่วยกิตรวมไม่ต่ำกว่า 120 หน่วยกิต และต้องมีหมวดวิชาเฉพาะไม่ต่ำกว่า 84 หน่วยกิต⁵ รวมถึงกำหนดเนื้อหาให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณวุฒิสถาบันคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2552 ซึ่งมีการอ้างอิงจากมาตรฐานสากลของ Association for Computing Machinery (ACM) และ IEEE แสดงในตารางที่ 4.2

⁴ ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ พ.ศ.2552 ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 126 ตอนพิเศษ 171 ง. (7 เมษายน 2561).

⁵ หมวดวิชาเฉพาะประกอบด้วย 3 กลุ่มย่อยได้แก่ 1) กลุ่มวิชาแกน เป็นวิชาพื้นฐาน 2) กลุ่มวิชาเฉพาะด้านของสาขา 3) กลุ่มวิชาเลือกของสาขา

ตารางที่ 4.2 เนื้อสาระสำคัญที่เรียนในหลักสูตรทางด้าน ICT

สาขาวิชา	เนื้อหาสาระที่สำคัญ
สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์	โครงสร้างดิสครีต (Discrete Structure) พื้นฐานการเขียนโปรแกรม (Programming Fundamentals) ความซับซ้อนและขั้นตอนวิธี (Algorithm and Complexity) โครงสร้างและสถาปัตยกรรม (Architecture and Organization) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) การประมวลผลเครือข่าย (Net-Centric Computer) ภาษาการเขียนโปรแกรม (Programming Languages) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction) กราฟฟิกและการประมวลผล (graphics and Visual Computing) ระบบชาญฉลาด (Intelligent System) การจัดการสารสนเทศ (Information Management) วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) ศาสตร์เพื่อการคำนวณ (Computation Science) ประเด็นทางสังคมและวิชาชีพ (Social and Professional Issues)
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	พื้นฐานการเขียนโปรแกรม (Programming Fundamentals) คณิตศาสตร์ทางคอมพิวเตอร์ (Computer Mathematics) อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) ตรรกศาสตร์ดิจิทัล (Digital Logic) โครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนวิธี (Data Structures and Algorithms) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ระบบฐานข้อมูล (Database System) วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks)
สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	ความจำเป็นของคอมพิวเตอร์ (Computing Essentials) พื้นฐานคณิตศาสตร์และวิศวกรรม (Mathematical and Engineering Fundamental) วิชาชีพภาคปฏิบัติ (Professional Practices) การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองซอฟต์แวร์ (Software Modeling and Analysis) การออกแบบซอฟต์แวร์ (Software Design) การทดสอบและตรวจสอบซอฟต์แวร์ (Software Validation and Verification) วิวัฒนาการของซอฟต์แวร์ (Software Evolution) การบวนการทางซอฟต์แวร์ (Software Process) คุณภาพซอฟต์แวร์ (Software Quality) การจัดการซอฟต์แวร์ (Software Management)
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Fundamentals) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction) ความมั่นคงและการประกันสารสนเทศ (Information Assure and Security) การจัดการสารสนเทศ (Information Management) การบูรณาการการเขียนโปรแกรมและเทคโนโลยี (Integrative Programming and Technologies) คณิตศาสตร์และสถิติสำหรับเทคโนโลยีสารสนเทศ (Mathematics and

สาขาวิชา	เนื้อหาสาระที่สำคัญ
	Statistics for Information Technology) เครือข่าย (Networking) พื้นฐานการเขียนโปรแกรม (Programming Fundamentals) แพลตฟอร์มเทคโนโลยี (Platform Technologies) การบำรุงรักษาและการบริหารระบบ (Systems Administration and Maintenance) สถาปัตยกรรมและการบูรณาการระบบ (System Integration and Architecture) ระบบเว็บและเทคโนโลยี (Web System and Technologies) ประเด็นทางสังคมและวิชาชีพ (Social and Professional Issues)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Fundamentals) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming) โครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนวิธี (Data Structures and Algorithms) การเขียนโปรแกรมบนเว็บ (Web Programming) ระบบฐานข้อมูล (Database System) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Systems Analysis and Design) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks) ความมั่นคงของระบบสารสนเทศ (Information Systems Security) โครงการคอมพิวเตอร์เพื่อธุรกิจ (Business Computer Project)

ที่มา: มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ พ.ศ.2552

ข้อสังเกตสำคัญประการหนึ่งคือ มาตรฐานหลักสูตร ICT ของ ACM และ IEEE⁶ ในปัจจุบัน เป็น มาตรฐานที่ออกในปี พ.ศ. 2560 และได้มีการปรับขอบเขตเนื้อหาสาระสำคัญให้สอดคล้องกับแนวโน้มของ เทคโนโลยีที่จะมีบทบาทมากขึ้น เห็นได้จากการเพิ่มเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เช่น Mobile Systems, Mobile Application, Internet of Things และ Cloud Computing ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ขณะที่ มาตรฐาน วิชาชีพด้านคอมพิวเตอร์ปี พ.ศ. 2552 ของไทยยังไม่มีกล่าวถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ดังกล่าวข้างต้น

⁶ Association for Computing Machinery (ACM) และ IEEE “Information Technology Curricular 2017,” IT Circular, สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2561, <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/it2017.pdf>.

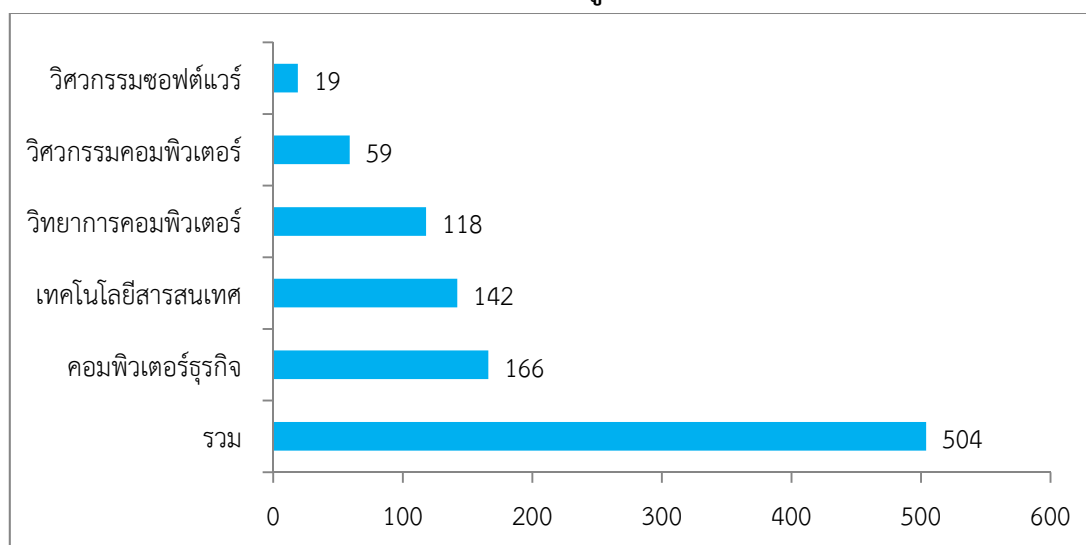
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างขอบเขตของเนื้อหาของหลักสูตรของ ACM และ IEEE

IT Domains
Essential Only (5)
Information Management
Integrated Systems Technology
Platform Technologies
System Paradigms
User Experience Design
Essential + Supplemental (5+5)
Cybersecurity Principles / Cybersecurity Emerging Challenges
Global Professional Practice / Social Responsibility
Networking / Applied Networks
Software Fundamentals / Software Development and Management
Web and Mobile Systems / Mobile Applications
Supplemental Only (4)
Cloud Computing
Data Scalability and Analytics
Internet of Things
Virtual Systems and Services

ที่มา: Information Technology Curricular 2017

สำหรับหลักสูตรด้านดิจิทัล ระดับปริญญาตรี มีจำนวนหลักสูตรที่เปิดสอนในประเทศไทยมากถึง 504 หลักสูตร ใน 170 สถาบันการศึกษา โดยหลักสูตรทางด้านคอมพิวเตอร์ธุรกิจมีการเปิดสอนมากที่สุดถึง 166 หลักสูตร รองลงมาเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศ 142 หลักสูตร และวิทยาการคอมพิวเตอร์ 118 หลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 59 หลักสูตร และวิศวกรรมซอฟต์แวร์ 19 หลักสูตรตามลำดับ (ดังแสดงในภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.17 จำนวนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องด้าน ICT

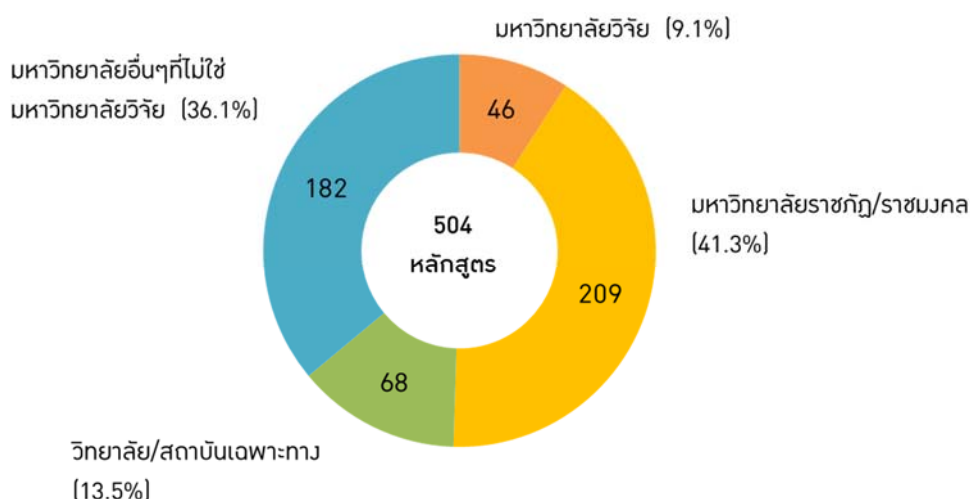


ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจาก สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์และการประชุมระดมความคิดเห็น ข้อเสนอแนะสำคัญประการหนึ่งเกี่ยวกับหลักสูตรทางด้านดิจิทัล คือ แม้ว่าหลักสูตรมีการเปิดสอนอยู่เป็นจำนวนมาก แต่คุณภาพของบัณฑิตที่จบการศึกษา ยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมได้อย่างแท้จริง การพัฒนาหลักสูตรยังไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีปัจจุบัน รวมถึงการจัดทำหลักสูตรควรมีการวางแผนเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วย⁷

หากพิจารณาประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรด้านดิจิทัล โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย (Research University)⁸ กลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย (Non research University) กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏและราชชมงคล กลุ่มวิทยาลัยและสถาบัน พบว่า กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏและราชชมงคลเป็นกลุ่มที่เปิดสอนมากที่สุดถึง 209 หลักสูตร (ร้อยละ 41.3) รองลงมาเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย 182 หลักสูตร (ร้อยละ 36.1) กลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง 68 หลักสูตร (ร้อยละ 13.5) และกลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัยเปิดสอนเพียง 46 หลักสูตร (ร้อยละ 9.1)

ภาพที่ 4.18 สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนสาขาคอมพิวเตอร์



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจาก สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

หากพิจารณาสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนในแต่ละสาขาของหลักสูตรทางด้านคอมพิวเตอร์ พบว่า มีรายละเอียดที่น่าสนใจ ดังนี้

1) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจและระบบสารสนเทศ

⁷ ข้อมูลจากการประชุมระดมความคิดเห็น, วันที่ 26 เมษายน 2561

⁸ ยึดตามรายชื่อมหาวิทยาลัยที่ถูกคัดเลือกจาก สกอ.ให้เป็นมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติจำนวน 9 แห่ง ประกอบด้วย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

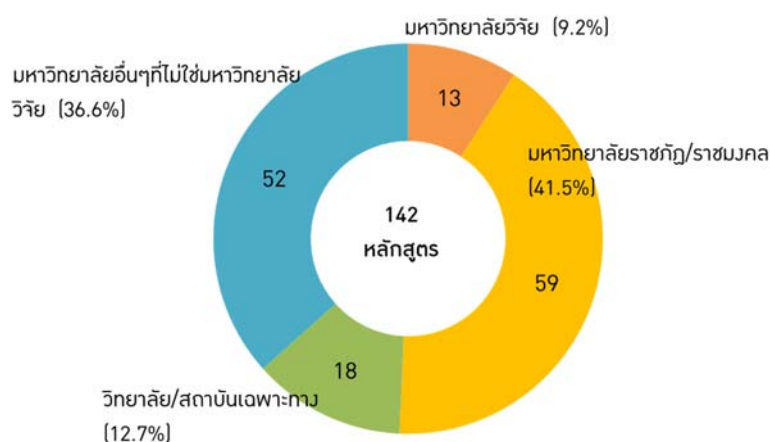
ประเภทมหาวิทยาลัย	จำนวน	ร้อยละ
มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมภอ	61	36.7%
มหาวิทยาลัยอื่นๆที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	61	36.7%
วิทยาลัย/สถาบันเฉพาะทาง	38	22.9%
มหาวิทยาลัยวิจัย	6	3.6%
รวม	166	100%

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจาก สำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

ในระดับปริญญาตรีมีหลักสูตรเปิดสอนทั้งหมด 142 หลักสูตร¹⁰ ในสถาบันการศึกษา 112 แห่ง โดยมหาวิทยาลัยในกลุ่มราชภัฏและราชวมงคลเป็นกลุ่มที่เปิดสอนสาขาดังกล่าวมากที่สุดถึง 59 หลักสูตร (ร้อยละ 41.5) รองลงมาเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย 52 หลักสูตร (ร้อยละ 36.6) กลุ่มวิทยาลัยและสถาบัน 18 หลักสูตร (ร้อยละ 12.7) และมหาวิทยาลัยวิจัย 13 หลักสูตร (ร้อยละ 9.2) ดังแสดงในภาพที่ 4.20 ทั้งนี้ หลักสูตรที่เกี่ยวข้องทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เปิดสอนในพื้นที่ EEC มีจำนวน 4 หลักสูตรในสถาบันการศึกษา 4 แห่ง (ดรายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

¹⁰ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบด้วยหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาพที่ 4.20 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ในระดับปริญญาตรี

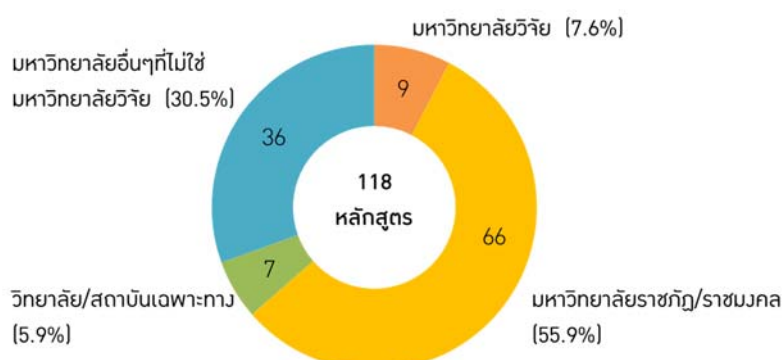


ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

3) สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ในระดับปริญญาตรีมีหลักสูตรเปิดสอนทั้งหมด 118 หลักสูตร¹¹ ในสถาบันการศึกษา 94 แห่ง โดยกลุ่มมหาวิทยาลัยในกลุ่มราชภัฏและราชมนฑลเป็นกลุ่มที่เปิดสอนสาขานี้มากที่สุด 66 หลักสูตร (ร้อยละ 55.9) รองลงมาเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย 36 หลักสูตร (ร้อยละ 30.5) กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย 9 หลักสูตร (ร้อยละ 7.6) ซึ่งในกลุ่มนี้เป็นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตทั้งหมด และกลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทางเปิดสอน 7 หลักสูตร (ร้อยละ 5.9) ทั้งนี้ หลักสูตรที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์เปิดสอนในพื้นที่ EEC มีจำนวน 4 หลักสูตรในสถาบันการศึกษา 4 แห่ง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

ภาพที่ 4.21 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

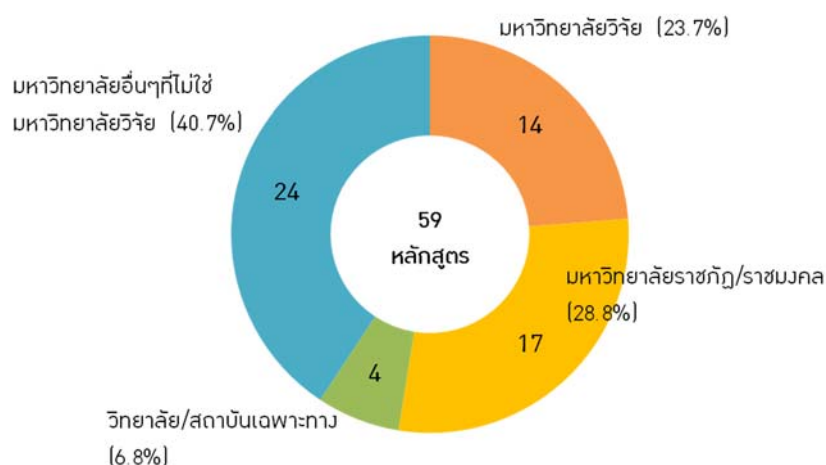
¹¹ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

4) สาขาทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ในระดับปริญญาตรีมีหลักสูตรเปิดสอนทั้งหมด 59 หลักสูตร ในสถาบันการศึกษา 51 แห่ง โดยมหาวิทยาลัยในกลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย เป็นกลุ่มที่เปิดสอนสาขาดังกล่าวมากที่สุด 24 หลักสูตร (ร้อยละ 40.7) รองลงมาเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏและราชวมงคล 17 หลักสูตร (ร้อยละ 28.8) กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย 14 หลักสูตร (ร้อยละ 23.7) กลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทางมีหลักสูตรที่เปิดสอนเพียง 4 หลักสูตร (ร้อยละ 6.8) อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ EEC มีเพียงหลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ศรีราชา) ที่เปิดสอนในสาขาดังกล่าว

ทั้งนี้ มีข้อสังเกตคือ กลุ่มราชภัฏและราชวมงคล มีหลักสูตรทั้งในรูปแบบวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต แตกต่างจากในกลุ่มอื่นๆ ที่เป็นหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตทั้งหมด

ภาพที่ 4.22 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

5) สาขาทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ในระดับปริญญาตรีมีหลักสูตรเปิดสอนทั้งหมด 19 หลักสูตร¹² ในสถาบันการศึกษา 19 แห่ง กลุ่มมหาวิทยาลัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย เป็นกลุ่มที่เปิดสอนสาขาดังกล่าวมากที่สุด 9 หลักสูตร (ร้อยละ 47.4) รองลงมาคือ มหาวิทยาลัยในกลุ่มราชภัฏและราชวมงคล 5 หลักสูตร (ร้อยละ 26.2) กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย 4 หลักสูตร (ร้อยละ 21.1) และกลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง 1 หลักสูตร (ร้อยละ 5.3) คือ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังแสดงในภาพที่ 4.23

¹² สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ประกอบด้วยหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ทั้งนี้ มีข้อสังเกตคือ ในกลุ่มราชภัฏและราชมนคล หลักสูตรที่เปิดสอนจะเป็นหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตทั้งหมด แต่ในกลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัยเป็นหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตทั้งหมด

สำหรับในพื้นที่ EEC มีสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์พัทยา และ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาพที่ 4.23 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

ตัวอย่างหลักสูตรของสถาบันการศึกษาในระดับปริญญาตรีที่เปิดสอนด้านดิจิทัล ได้แก่ หลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (นานาชาติ) มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งจัดอยู่ในประเภทมหาวิทยาลัยวิจัย หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมนคล และหลักสูตรคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

● หลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (นานาชาติ) มหาวิทยาลัยมหิดล¹³

การเรียนในหลักสูตรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ระบบฐานข้อมูลและระบบชาญฉลาด (Intelligent System) ระบบมัลติมีเดีย เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์ ระบบสารสนเทศเพื่อสุขภาพ การจัดการระบบสารสนเทศ และวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยมีการเชิญผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภายนอก เช่น ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

¹³ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล, “หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสาร (นานาชาติ),” หลักสูตรที่เปิดสอน, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561, https://www.ict.mahidol.ac.th/th/?page_id=679.

(National Electronics and Computer Technology Center :NECTEC) มาทำการสอนในบางรายวิชา อย่างไรก็ตาม หลักสูตรที่ใช้ยังคงเป็นหลักสูตรปรับปรุงปี พ.ศ. 2555

แผนการศึกษาในหลักสูตรดังกล่าวจะเริ่มเรียนวิชาพื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์และสถิติขั้นสูงสำหรับคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักพื้นฐานระบบปฏิบัติการ พื้นฐานทางวิศวกรรม และด้าน E-business เป็นต้น เพื่อต่อยอดในการเรียนวิชาด้านดิจิทัลขั้นสูง เช่น ระบบปัญญาประดิษฐ์ การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ การตลาดเชิงดิจิทัล

จากการพิจารณาเนื้อหาของหลักสูตรตามคำอธิบายรายวิชาที่เปิดสอนเปรียบเทียบกับทักษะเชิงเทคนิคที่จำเป็นในการทำงานด้านดิจิทัลตามหัวข้อที่ 3.2 มีข้อสังเกตในเนื้อหาหลักสูตรเกี่ยวกับกลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล และกลุ่มทักษะเฉพาะของแต่ละเทคโนโลยี ดังนี้

1) กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล

- ด้านการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ มีการเรียนด้านดังกล่าวในหลายวิชา เช่น วิชา Fundamentals of Programming ซึ่งศึกษาพื้นฐานโครงสร้าง และการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิชา Computer Programming II ศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแบบ block-structured¹⁴ และวิชา Introduction to Digital Systems ศึกษาการเขียนภาษา VHDL ซึ่งใช้สำหรับการออกแบบฮาร์ดแวร์ในระบบดิจิทัล
- ด้าน Machine Learning และ Deep Learning มีวิชาศึกษาดังกล่าว คือ Machine Learning and Intelligent System และวิชา Artificial Intelligence ที่ศึกษาการเขียนโปรแกรมสำหรับ AI การแก้ปัญหาและสัญลักษณ์ทางคอมพิวเตอร์
- ด้านความรู้ทาง Linear Algebra, Calculus และ Probability & Statistics ในหลักสูตรมีการปูพื้นฐานด้านดังกล่าวในวิชา Calculus วิชา Statistics and Probability Theory และวิชา Vectors and Linear Algebra รวมถึง ยังมีการนำเรื่อง Algebra มาประยุกต์ใช้ในวิชา Introduction to Digital Systems วิชา Discrete Structures และวิชา Logical Design of Digital Systems

2) กลุ่มทักษะ Internet of Things

- ด้าน Information Security มีการเรียนในวิชา Network and Information Security ซึ่งศึกษา ถึงเรื่องการเข้าถึงรหัสข้อมูล (cryptography) รวมถึง Private-key algorithms Public-key algorithms และ Authentication Protocols
- ด้าน Business Intelligence ในหลักสูตรมีสาขาวิชาเลือกกระบบธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีวิชาที่น่าสนใจ เช่น Decision Support and Business Intelligent Systems แต่ยังไม่มีการประยุกต์ในระดับ sensor data analysis รวมถึงยังมีวิชา Internet Technologies and Applications ซึ่งมีการศึกษาเรื่องการทำธุรกิจดิจิทัล

¹⁴ ภาษาแบบ block-structured เช่น ภาษา C ภาษา Java

- ด้าน UI/UX Design มีการเรียนในด้านการออกแบบในหลายวิชา เช่น วิชา Human Computer Interface ที่ศึกษาหลักการพื้นฐานของการออกแบบและการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับ graphical user interfaces (GUIs) และวิชาเชิงประยุกต์ทางด้าน UI/UX เช่น วิชา Virtual Reality
- ด้าน IP Networking มีวิชาทางด้าน Networking หลายวิชาที่ศึกษาในด้านดังกล่าว เช่น วิชา Local Area Networks วิชา Broadband Network วิชา Network Programming และวิชา Computer Data Communication แต่ยังไม่มีการกล่าวถึงการประยุกต์ใช้สำหรับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

3) กลุ่มทักษะ Cloud Computing

- ด้านการจัดการฐานข้อมูล (database) มีวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น Computer Programming II ซึ่งศึกษาพื้นฐานเกี่ยวกับ SQL เบื้องต้น วิชา Database Management Systems ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการฐานข้อมูล วิชา Internet Technologies and Applications ซึ่งศึกษาทางด้าน web database เป็นต้น
- ด้าน Devops (การพัฒนาซอฟต์แวร์) มีวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น Software Design and Development ที่ศึกษาการออกแบบและการพัฒนาซอฟต์แวร์

จะเห็นได้ว่า การเรียนในหลักสูตรดังกล่าวมีการปูพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นในด้านดิจิทัลเป็นอย่างดี แต่รายวิชาที่เกี่ยวข้องที่กล่าวถึงข้างต้นส่วนมากเป็นวิชาเชิงบรรยาย และยังไม่พบรายวิชาเชิงประยุกต์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเทคโนโลยีที่จะมีผลกระทบกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย เช่น IoT หรือ Cloud Computing

● หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี¹⁵

ปัจจุบันการเรียนในหลักสูตรยึดตามแนวหลักสูตรที่ปรับปรุงปี พ.ศ. 2559 โดยมีการออกแบบหลักสูตรให้เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพสาขาคอมพิวเตอร์ปี พ.ศ. 2552 รวมถึงทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังได้มีการสำรวจความต้องการของภาคเอกชน และภาครัฐบาล เพื่อจัดทำหลักสูตรให้ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการ

การเรียนในหลักสูตรจะปูพื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ เช่น แคลคูลัส สถิติ หลักสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีแพลตฟอร์มคอมพิวเตอร์ และการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในชั้นปีที่ 1 และปีที่ 2 เพื่อนำความรู้ไปต่อยอดในวิชาของชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4 โดยรายวิชาเฉพาะในกลุ่มวิชาชีพบังคับและกลุ่มวิชาชีพซึ่งเกือบทั้งหมดวิชาที่สอนทั้งเชิงบรรยายและเชิงปฏิบัติ นอกจากนี้ ยังมีการฝึกงานในรูปแบบสหกิจศึกษาทั้งใน

¹⁵ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, “หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ,” ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พ.ศ.2559, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561 <http://www.sci.rmutt.ac.th/wp-content/uploads/2017/01/IT59.pdf>.

และต่างประเทศในชั้นปีที่ 4 หรือการฝึกงานในภาคฤดูร้อน ที่นักศึกษาต้องนำโจทย์จากสถานประกอบการที่ได้ฝึกงานมาจัดทำโครงการเพื่อนำเสนอต่ออาจารย์

จากพิจารณาเนื้อหาของหลักสูตรตามคำอธิบายรายวิชาที่เปิดสอน พบว่า มีการเพิ่มเติมรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่จะมีผลสำคัญต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย เช่น รายวิชาระบบฝังตัวและเทคโนโลยี IoT เทคโนโลยีคลาวด์และการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่อยู่บ้าง และเมื่อเปรียบเทียบกับทักษะเชิงเทคนิคที่จำเป็นในการทำงานด้านดิจิทัลตามหัวข้อที่ 3.2 มีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล

- ด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในคำอธิบายรายวิชามีการเรียนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Java ,C ,C++,Python ในวิชาการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 และ 2 รายวิชาการโปรแกรมเชิงวัตถุ และวิชาระบบฝังตัวและเทคโนโลยี IoT ซึ่งวิชาที่กล่าวข้างต้นเป็นวิชาเชิงบรรยายและเชิงปฏิบัติทั้งหมด
- ด้านความรู้ทาง Linear Algebra, Calculus และ Probability & Statistics มีรายวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น วิชาแคลคูลัสพื้นฐานสำหรับคอมพิวเตอร์ วิชาสถิติทั่วไป วิชาสถิติสำหรับคอมพิวเตอร์ วิชาการโปรแกรมฐานข้อมูล

อย่างไรก็ตาม ในหลักสูตรยังขาดรายวิชาที่เกี่ยวข้องด้าน Machine Learning และ Deep Learning ซึ่งเป็นรากฐานของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ที่จะนำไปใช้ในการต่อยอดไปสู่เทคโนโลยีอื่นๆ ที่จะมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเป้าหมาย

2) กลุ่มทักษะ Internet of Things (IoT)

- ด้าน Information Security มีการเรียนในวิชาความมั่นคงทางเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งเรียนหลักการเบื้องต้นและการป้องกันในเครือข่ายและระบบสารสนเทศ แต่ยังไม่มีการกล่าวถึงการประยุกต์ใช้สำหรับเทคโนโลยี IoT
- ด้าน Business Intelligence ในวิชาเทคโนโลยีคลาวด์และการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ ศึกษาเครื่องมือการประมวลผลแบบฮาดูป (Hadoop) และเครื่องมืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงการนำเครื่องมือดังกล่าวมาประยุกต์ใช้สำหรับการตัดสินใจในเชิงธุรกิจ
- ด้าน UI/UX Design มีวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น วิชาการจัดการโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศ และวิชาการโปรแกรมบนเว็บ วิชาการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ที่มีการเรียนเกี่ยวกับการออกแบบ user interface
- ด้านทักษะ Mobile/ Remote Development มีวิชาการสื่อสารแบบไร้สายและระบบเคลื่อนที่สมัยใหม่ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการทำงานอุปกรณ์สมัยใหม่ เช่น smartphone notebook เพื่อออกแบบทำงานร่วมกับเครือข่าย รวมถึงศึกษาเทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย และ protocol แบบไร้สาย

- ด้าน Hardware Interfacing มีวิชาวาระบบฝังตัวและเทคโนโลยี Internet of Things ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เนตออฟทิงส์ การกำหนดค่าการรับและส่งผ่านข้อมูลกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ รวมถึงระบบปฏิบัติการ Linux แต่ในคำอธิบายรายวิชาไม่ได้กล่าวถึง การใส่โปรแกรมควบคุมในพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT
 - ด้าน IP Networking มีการเรียนในหลายวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชาการเขียนโปรแกรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชาระบบปฏิบัติการเครือข่าย แต่ยังไม่มีการกล่าวถึงการเชื่อมต่อเครือข่ายในลักษณะ Machine to Machine (M2M) ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT
- 3) กลุ่มทักษะ Cloud Computing
- ด้านการจัดการฐานข้อมูล (database) มีวิชาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการฐานข้อมูล เช่น วิชาการจัดการสารสนเทศ มีการศึกษาภาษาสำหรับเข้าถึงข้อมูล เช่น ภาษาเอสคิวแอลและเอกซ์เอ็มแอล และวิชาเทคโนโลยีคลาวด์และการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งศึกษาฮาดูป (Hadoop) และเครื่องมืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่
 - ด้าน Devops (การพัฒนาซอฟต์แวร์) มีการเรียนวิชากระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ศึกษากระบวนการและเทคนิคที่ใช้การพัฒนาซอฟต์แวร์การออกแบบรายละเอียดซอฟต์แวร์ โดยใช้วิธีการที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

● หลักสูตรคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี¹⁶

การเรียนในสาขาดังกล่าวเป็นหลักสูตรปรับปรุงปี พ.ศ. 2555 ตามโครงสร้างหลักสูตรมีการเรียนทั้งหมด 136 หน่วยกิต โดยหากพิจารณาในหมวดวิชาเฉพาะด้านของสาขาจำนวน 100 หน่วยกิต พบว่าจะเป็นการเรียนที่ประกอบด้วย 4 กลุ่มวิชา ได้แก่

- 1) กลุ่มวิชาแกน (39 หน่วยกิต) จะเน้นปูพื้นฐานความรู้ทางด้านธุรกิจ เช่น วิชาหลักการบัญชี การเงิน การตลาด สถิติธุรกิจ การจัดการปฏิบัติการ หลักเศรษฐศาสตร์ 39 หน่วยกิต
- 2) กลุ่มวิชาชีพบังคับ (42 หน่วยกิต) มี 4 ด้านหลัก คือ ประเด็นองค์การและสารสนเทศ เทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์ เช่น การจัดการเว็บไซต์ เทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์ โครงสร้างพื้นฐานและระบบปฏิบัติการ ซึ่งผู้เรียนอาจไม่มีความรู้เชิงลึกในแต่ละด้าน เห็นได้จากการเรียนเพียง 2 ถึง 4 วิชาเท่านั้นในแต่ละด้าน
- 3) กลุ่มวิชาชีพเลือกทางคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (12 หน่วยกิต) ซึ่งในกลุ่มวิชานี้ยังไม่มีวิชาเชิงประยุกต์กับเทคโนโลยีใหม่ๆ ให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนอยู่เลย
- 4) วิชาฝึกงานหรือสหกิจศึกษา (7 หน่วยกิต) เป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาเข้าไปฝึกงานในสถานประกอบการเป็นเวลา 4 เดือน

¹⁶ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, “หลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (หลักสูตรปรับปรุงปี 2555),” ข้อมูลหลักสูตรในคณะวิทยาการจัดการ, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561 https://manage.dru.ac.th/page/curri_download.php.

จากพิจารณาเนื้อหาการเรียนของหลักสูตรตามคำอธิบายรายวิชาที่เปิดสอน¹⁷ เปรียบเทียบกับทักษะเชิงเทคนิคพื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานด้านดิจิทัล พบว่า

1) กลุ่มทักษะพื้นฐานด้านดิจิทัล

- ด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพียง 3 วิชาเท่านั้น ได้แก่ วิชาหลักการเขียนโปรแกรมเชิงธุรกิจ (วิชาเชิงบรรยาย) วิชาการเขียนโปรแกรมเชิงธุรกิจ (วิชาเชิงบรรยายและปฏิบัติ) วิชาหลักการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ (วิชาเชิงบรรยายและปฏิบัติ)
- ด้าน Linear Algebra, Calculus และ Probability & Statistics ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญ แต่มีวิชาเกี่ยวข้องเพียงวิชาสถิติธุรกิจ เท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ในส่วนของความรู้ที่นำไปต่อยอดหรือใช้งานด้าน Machine Learning และ Deep Learning ไม่มีวิชาที่เกี่ยวข้องในหลักสูตร

2) กลุ่มทักษะ Internet of Things (IoT)

- ด้านทักษะ Information Security มีวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดการความเสี่ยงและควบคุมความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ ซึ่งเป็นวิชาการควบคุมความปลอดภัยในระบบสารสนเทศในเบื้องต้น และการตรวจสอบระบบภายในคอมพิวเตอร์
- ด้าน Business Intelligence มีวิชาที่เกี่ยวข้องที่เป็นพื้นฐานอยู่บ้าง เช่น ระบบจัดการฐานข้อมูลทางธุรกิจ แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงการมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยี IoT
- ด้าน Mobile Network Development มีวิชาที่เกี่ยวข้อง คือ ที่ศึกษามาตรฐานและการพัฒนาเครือข่ายไร้สายแบบต่างๆ เช่น การส่งข้อมูลผ่าน IrDA ระบบ Bluetooth

จะเห็นว่า วิชาที่เกี่ยวข้องยังไม่มีมีการประยุกต์เข้ากับเทคโนโลยี IoT และยังมีทักษะที่ไม่มีการสอนในหลักสูตร เช่น ด้าน UI/UX design ด้าน Hardware Interfacing ด้าน IP Networking

3) กลุ่มทักษะ Cloud computing

- ด้านจัดการฐานข้อมูล (database) วิชาในหลักสูตรจะเน้นศึกษาการจัดการข้อมูลทางธุรกิจ เช่น ระบบการจัดการฐานข้อมูลทางธุรกิจ ซึ่งศึกษาการพัฒนาฐานข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในองค์กรธุรกิจรวมถึงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลทางธุรกิจ

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีวิชาที่เกี่ยวข้องด้าน Devops (การพัฒนาซอฟต์แวร์) ปรากฏอยู่ในหลักสูตร

โดยสรุป ปัจจุบันหลักสูตรด้านดิจิทัล มีเปิดสอนอยู่ในไทยเป็นจำนวนมาก แต่ส่วนมากยังไม่สามารถผลิตกำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมได้ ซึ่งเกิดจากการเรียนการสอนในบางหลักสูตรยังไม่ปรับปรุงให้ทันสมัย และแม้หลักสูตรส่วนหนึ่งจะเริ่มมีการเพิ่มรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี

¹⁷ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, “หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ,” ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2559, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561 <http://www.sci.rmutt.ac.th/wp-content/uploads/2017/01/IT59.pdf>.

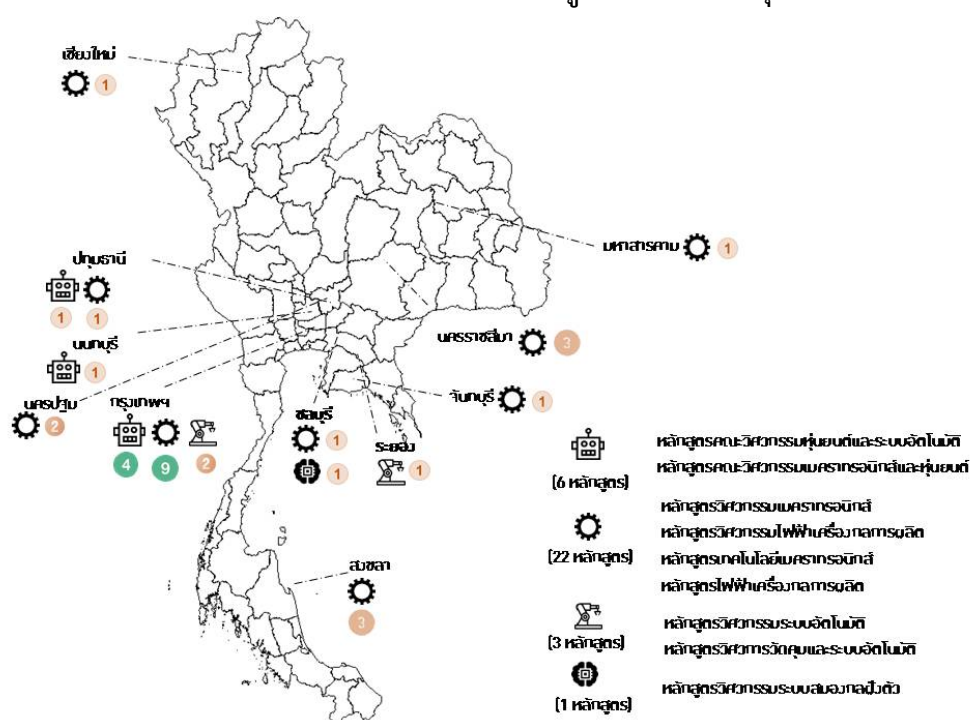
ใหม่ๆ แต่ยังไม่สามารถครอบคลุมทักษะความรู้ทางเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ทั้งหมด นอกจากนี้ บางหลักสูตรยังไม่ได้บรรจุวิชาที่จำเป็นสำหรับการเป็นนักวิชาชีพด้าน ICT มากพอ จึงทำให้ผู้ที่จบการศึกษาไม่สามารถทำงานในสายอาชีพ ICT ได้จริง

4.3.2 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ในการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะหรือสาขาวิชาที่เปิดสอนวิชาที่เกี่ยวข้องและสามารถนำทักษะความรู้ไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สาขาการวัดและการควบคุม สาขาระบบการผลิต อัตโนมัติ สาขาระบบซอฟต์แวร์ฝังตัว

สถาบันการศึกษาในประเทศไทยที่เปิดสอนวิชาที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้นมีหลายแห่ง รวมทั้งสถาบันการศึกษาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ EEC ดังแสดงในภาพที่ 4.24 (ดูรายชื่อเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ฉ). แต่สถาบันการศึกษาที่มีหลักสูตรสำหรับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเฉพาะทางมีเพียง 6 แห่ง ได้แก่ หลักสูตรภาษาไทย 5 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยธุรกิจ บัณฑิตย มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ และหลักสูตรภาษาอังกฤษ 1 แห่ง ได้แก่ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และ ระบบอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ EEC ยังไม่มี สถาบันการศึกษาที่เปิดการสอนเฉพาะทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ในภาคผนวก ฉ)

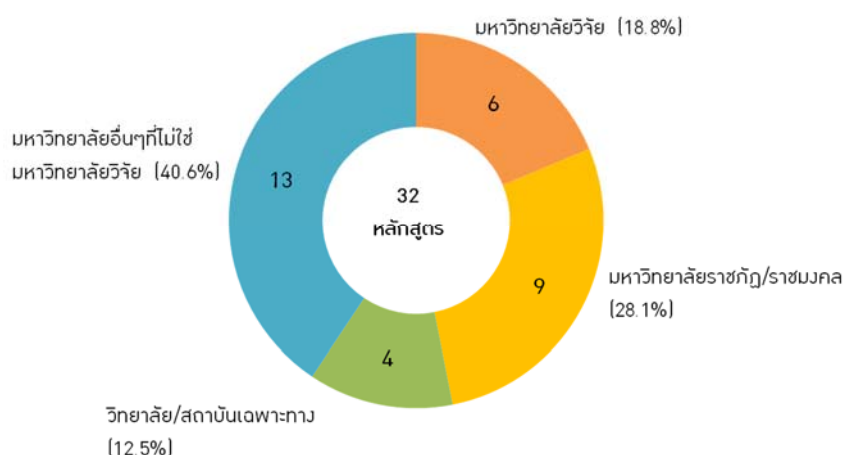
ภาพที่ 4.24 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

ทั้งนี้ หากพิจารณาประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ พบว่า กลุ่มมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย เป็นกลุ่มที่เปิดสอนมากที่สุดที่ 13 หลักสูตร (ร้อยละ 40.6) รองลงมาเป็นกลุ่มราชภัฏและราชชมกล 9 หลักสูตร (ร้อยละ 28.1) กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย 6 หลักสูตร (ร้อยละ 18.8) และกลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง 4 หลักสูตร (ร้อยละ 12.5)

ภาพที่ 4.25 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญ แต่ยังมีสถาบันการศึกษาเปิดสอนเฉพาะด้านไม่มากนัก ทำให้สถาบันการศึกษาในประเทศสร้างความร่วมมือในการผลิตหลักสูตรทั้งกับสถาบันการศึกษาภายในประเทศ และสถาบันการศึกษาที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ เช่น ความร่วมมือระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยซีเอ็มเคแอล (CMKL)¹⁸ ผ่านการจัดตั้งคณะกรรมการโครงการความร่วมมือสามฝ่ายผลิตหลักสูตร 2 หลักสูตร ได้แก่ 1) หลักสูตรปริญญาตรีด้านวิศวกรรมหุ่นยนต์ 2 สถาบัน (double degree) ระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คาดว่าจะเปิดรับนักเรียนรุ่นแรกในปีการศึกษา 2561 จำนวนประมาณ 40 คน 2) หลักสูตรปริญญาตรีด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ (Electrical & Computer Engineering : ECE) ซึ่งผู้ที่จบการศึกษาจะได้รับปริญญาจากมหาวิทยาลัยซีเอ็มเคแอล¹⁹

ในด้านการพัฒนาหลักสูตร จากการสำรวจข้อมูลหลักสูตรหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ มีกระบวนการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของผู้ประกอบโดยติดตามการ

¹⁸ มหาวิทยาลัยซีเอ็มเคแอล เป็นมหาวิทยาลัยที่จัดตั้งขึ้นโดยความร่วมมือระหว่าง สจล. และมหาวิทยาลัยคาร์เนกีเมลลอน ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีขั้นสูงระดับโลก

¹⁹ ดร.แพง ชินพงศ์, “จุฬาร่วมสจล.เปิดหลักสูตรร่วมวิศวะหุ่นยนต์ เรียนจบรับปริญญาสองสถาบัน” MGR Online, สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2561, <https://mgronline.com/qol/detail/9610000009708>.

เปลี่ยนแปลงด้านความต้องการของผู้ประกอบการและนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงหลักสูตร จากรายงาน
ผลการประเมินความพึงพอใจบัณฑิตของผู้ประกอบการ และมีการสนับสนุนให้อาจารย์ได้นำประสบการณ์จาก
การนำความรู้ทางวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในการให้บริการวิชาการมาบูรณาการในการสอน^{20, 21}

สำหรับทักษะความรู้ที่จำเป็นเกี่ยวกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องกล ไฟฟ้าและ
อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และการบูรณาการระบบ ที่ควรมีทักษะตั้งแต่ความรู้พื้นฐานไปจนถึงการออกแบบ
รวมถึงทักษะทางด้านสังคม (soft skill)²² ดังแสดงในตารางที่ 4.4

²⁰ สถาบันหุ่นยนต์วิทยาการภาคสนาม, “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและระบบอัตโนมัติ,” หลักสูตร, สืบค้นเมื่อวันที่ 2
กุมภาพันธ์ 2561, [http://www2.kmutt.ac.th/วศ.บ.\(วิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ\)-ฟิโม่.pdf](http://www2.kmutt.ac.th/วศ.บ.(วิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ)-ฟิโม่.pdf).

²¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ฯ, หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และ
หุ่นยนต์, (มีนาคม 2560), 62.

²² สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, โครงการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนา
บุคลากรรองรับ EEC, (29 พฤศจิกายน 2560), 2-41.

ตารางที่ 4.4 สรุปทักษะหรือความรู้ที่จำเป็นในด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ทักษะ/ความรู้	เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
ด้านเครื่องกล	CAD (คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ) 3D Printing (เทคโนโลยีการพิมพ์ภาพ 3 มิติ) Machine Design (การออกแบบเครื่องจักร) Material Science and Selection (วัสดุศาสตร์และการเลือกใช้วัสดุ) CAE (คอมพิวเตอร์ช่วยงานวิศวกรรม) Simulation (การจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติ)
ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	Basic Circuit: Digital, Analog (แผงวงจรเบื้องต้น: ดิจิทัลและอนาล็อก) Power Electronics, Power Diagram (อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ไดอะแกรมกำลัง) Embed Programing (โปรแกรมเกี่ยวกับระบบฝังตัว) FPGA (แผงวงจรที่สามารถออกแบบโปรแกรมได้) Digital Signal Processing (การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล) Electric Drive, Software Drive MCU Sensor Actuator Technology (เทคโนโลยีเซ็นเซอร์และตัวตรวจจับ) P&ID Control (การควบคุมแบบพีไอดี)
ด้านคอมพิวเตอร์	Basic Programming (การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น) Algorithms (อัลกอริทึม) Database (ฐานข้อมูล) Software Engineering, Software Development (ซอฟต์แวร์ทางด้านวิศวกรรม การพัฒนาซอฟต์แวร์) Network Communication, Cloud Computing, IOT (เครือข่ายและการสื่อสาร คลาวด์คอมพิวติ้ง และ Internet of Things) Robotics Operating System (ROS) ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ Machine Vision (ระบบตรวจสอบอัตโนมัติของเครื่องจักร) Artificial Intelligence (ปัญญาประดิษฐ์)
ด้านบูรณาการระบบ	PLC, SCADA, HMI (โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระบบการควบคุมกำกับดูแลและเก็บข้อมูล และระบบแสดงผลแกมมนุษย์) Soft Skill ทักษะทางสังคม เช่น สามารถทำงานกับผู้อื่นได้ดี ยินดีรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น สามารถสื่อเชิงนำเสนอได้

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาและจัดทำมาตรการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาบุคลากรรองรับ EEC

ตัวอย่างหลักสูตรของสถาบันการศึกษาในระดับปริญญาตรีที่เปิดสอนด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในประเทศไทย เช่น หลักสูตรของสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และหลักสูตรเทคโนโลยีวิศวกรรมการควบคุมและระบบอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง

- หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและระบบอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม)²³

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนามเปิดการเรียนการสอนเฉพาะด้านวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ ในระดับปริญญาตรีถึงปริญญาเอกเป็นแห่งแรกในประเทศไทย โดยเปิดสอนในระดับปริญญาตรีเมื่อ พ.ศ. 2557 ซึ่งมีเนื้อหาโดยยึดตามแนวหลักสูตร พ.ศ. 2556 ซึ่งทางสถาบันฯ มีความร่วมมือกับสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูง (Thailand Advanced Institute of Science & Technology, THAIST) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการจัดทำหลักสูตรและให้ทุนการศึกษา โดยมีแผนการรับนักศึกษา 80 คนต่อปี จากทั้งผู้ที่จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ในสาขาเครื่องกล ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์หรือช่างอุตสาหกรรมหรือเทียบเท่า ทั้งนี้ อาชีพที่สามารถทำงานได้หลังสำเร็จการศึกษา เช่น วิศวกรโรงงานอุตสาหกรรม นักวิจัยฝ่ายวิจัยและพัฒนา ผู้ประกอบกิจการธุรกิจ อาจารย์สาขาที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ความน่าสนใจในหลักสูตรของสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม คือ การประยุกต์ใช้หลักสูตรจากสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) ซึ่งจะทำให้ นักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีที่ดี และสถาบันฯ มีความร่วมมือกับภาคเอกชน เช่น การออกแบบ platform หุ่นยนต์ ซึ่งช่วยทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระหว่างเรียน

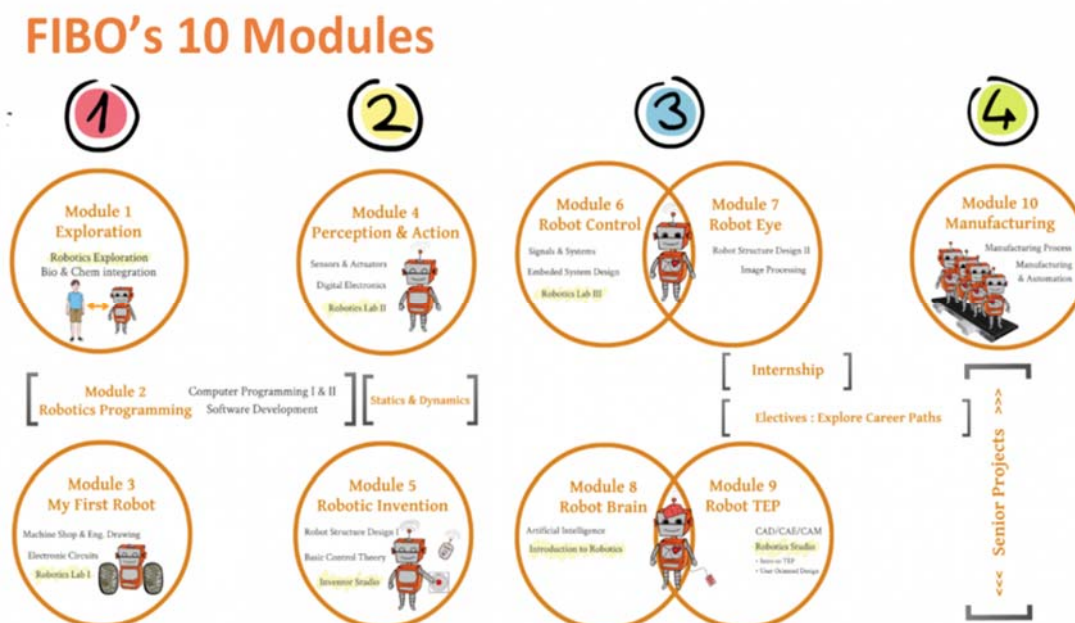
การเรียนในหลักสูตรจะแบ่งเป็นรูปแบบโมดูล (Module) จำนวน 10 โมดูล ใน 8 ภาคการศึกษา ซึ่งดำเนินการเรียนจบไปทีละรายวิชา และแต่ละวิชาจะมีความต่อเนื่องกัน โดยใช้เวลาในแต่ละวิชาประมาณ 2 สัปดาห์ นอกจากนี้ ในแต่ละโมดูลจะมีรายวิชาที่ให้นักศึกษาทำโครงการ ซึ่งจะทำให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจตั้งแต่พื้นฐานจนถึงการประยุกต์ใช้ในแต่ละประเด็น เช่น ประเด็นเรื่องปัญญาประดิษฐ์หรือระบบอัตโนมัติ กระบวนการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติ²⁴

นอกจากทักษะทางด้านทักษะอาชีพ (hard skills) สถาบันฯ ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะทางสังคม (soft skills) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็น โดยในชั้นปีที่ 4 มีรายวิชาการพัฒนาความเป็นมืออาชีพ เพื่อพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม กระบวนการคิด และทักษะการนำเสนอเพื่อการทำงานในอนาคต

²³ สถาบันหุ่นยนต์วิทยาการภาคสนาม, “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและระบบอัตโนมัติ,” หลักสูตร, สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561, [http://www2.kmutt.ac.th/วศ.บ.\(วิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ\)-ไฟล์.pdf](http://www2.kmutt.ac.th/วศ.บ.(วิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ)-ไฟล์.pdf).

²⁴ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ดร.ชิต เหล่าวัฒนา ผู้อำนวยการสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม, วันที่ 18 มกราคม 2561

ภาพที่ 4.26 โครงสร้างหลักสูตร 10 โมดูลตลอด 4 ปีการศึกษา



ที่มา: สถาบันหุ่นยนต์ภาคสนาม²⁵

จากการเปรียบเทียบทักษะความรู้ที่จำเป็นกับวิชาที่เรียนในสถาบันฯ (ภาคผนวก ข) พบว่า เนื้อหาหลักสูตรสามารถครอบคลุมทักษะความรู้ได้เกือบทั้งหมด แต่ยังมีบางหัวข้อที่ยังไม่มีวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านเครื่องกลเกี่ยวกับ 3D Printing (เทคโนโลยีการพิมพ์ภาพ 3 มิติ) ด้านคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับ Database (ฐานข้อมูล) ซึ่งในหลักสูตรปรากฏเพียงรายวิชาที่เกี่ยวกับการจัดการฐานข้อมูลสำหรับ CAD/CAM เท่านั้น ยังไม่มีการเรียนที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น การจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data), Network Communication, Cloud Computing และ IOT

- หลักสูตรเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง²⁶

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและอัตโนมัติ (Instrumentation and Automation Engineering Technology) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง เป็นตัวอย่างหลักสูตรที่มีการเรียนในพื้นที่ EEC ที่ผู้จบการศึกษาจากสาขาดังกล่าวสามารถนำทักษะความรู้ไปใช้ในอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติได้ ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวเปิดให้ผู้เรียนสามารถเลือกแขนงวิชาเจาะลึกด้านวิศวกรรมการวัดคุมหรือวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติตามความสนใจของผู้เรียน โดยการเรียนรู้จะยึดตามแนว

²⁵ “แนะนำไฟโบ้และหลักสูตร,” <http://www.fibo.kmutt.ac.th/fiboweb2015/courseundergrad/>.

²⁶ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง, “หลักสูตรเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและระบบอัตโนมัติ,” สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, <http://eat.kmutnb.ac.th/about/>.

หลักสูตรปี พ.ศ. 2557

การเรียนในหลักสูตรจะเริ่มจากเน้นพื้นฐานทางวิศวกรรม ซึ่งครอบคลุมด้านการโปรแกรม การเขียนแบบพิกเซล ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ วัสดุศาสตร์ จากนั้นจะเริ่มเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติทั้งในภาคทฤษฎี ปฏิบัติและการฝึกทำโครงการงาน เช่น เครื่องจักรกลไฟฟ้า เซนเซอร์และระบบควบคุม ไมโครโปรเซสเซอร์ ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม ระบบควบคุมดิจิทัล รวมถึงระบบสกาตา (SCADA) และ การศึกษาการซ่อมบำรุงและการติดตั้งระบบอัตโนมัติในรายวิชาปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีวิศวกรรมอัตโนมัติซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะพื้นฐานที่สำคัญ

นอกจากการเรียนในมหาวิทยาลัยแล้ว นักศึกษายังได้รับการฝึกงานในระบบสหกิจ ซึ่งเป็นวิชาฝึกงานร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยและภาคอุตสาหกรรมหรือหน่วยงานวิจัยในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยนักศึกษาจะเข้าไปทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการจริงไม่น้อยกว่า 1 ภาคการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้ได้ฝึกประสบการณ์และเพิ่มพูนทักษะก่อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน

หากเปรียบเทียบรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรดังกล่าวกับทักษะความรู้ที่จำเป็นในอุตสาหกรรมพบว่า ยังมีช่องว่างระหว่างกันอยู่ ตัวอย่างเช่น ความรู้ที่จำเป็น (เช่น AI และ Machine vision) เป็นเพียงหัวข้อหนึ่งในวิชาเลือก ซึ่งทำให้นักศึกษาที่ไม่ได้เลือกเรียนวิชาดังกล่าวอาจขาดทักษะความรู้ในด้านนั้น และทักษะความรู้ด้านคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับ Network Communication, Cloud Computing, IoT มีวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับระบบการสื่อสารภายในโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น ไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบอินเทอร์เน็ตในรูปแบบการสื่อสารขนาดใหญ่ (ภาคผนวก ข)

โดยสรุป หลักสูตรด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเฉพาะทางมีสถาบันการศึกษาที่เปิดทำการเรียนอยู่น้อย และในสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติยังไม่สามารถผลิตกำลังคนให้มีทักษะความรู้ที่จำเป็นในทุกด้าน ซึ่งควรมีทักษะความรู้ตั้งแต่ระดับพื้นฐาน ไปจนถึงการออกแบบระบบ นอกจากนี้ แม้หลักสูตรจะมีรายวิชาที่ทำการเรียนครอบคลุมทักษะความรู้ด้านต่างๆ แต่ปัญหาสำคัญที่พบคือ การเรียนรู้ไม่เกิดผลสัมฤทธิ์เท่าที่ควร ผู้เรียนมองไม่เห็นภาพรวมและไม่สามารถนำความรู้ด้านต่างๆ มาใช้เชิงบูรณาการระบบได้^{27, 28} ทำให้ผู้ประกอบการบางส่วนใช้วิธีรับนักศึกษาจบใหม่เข้ามาฝึกอบรมการทำงานด้วยตนเอง

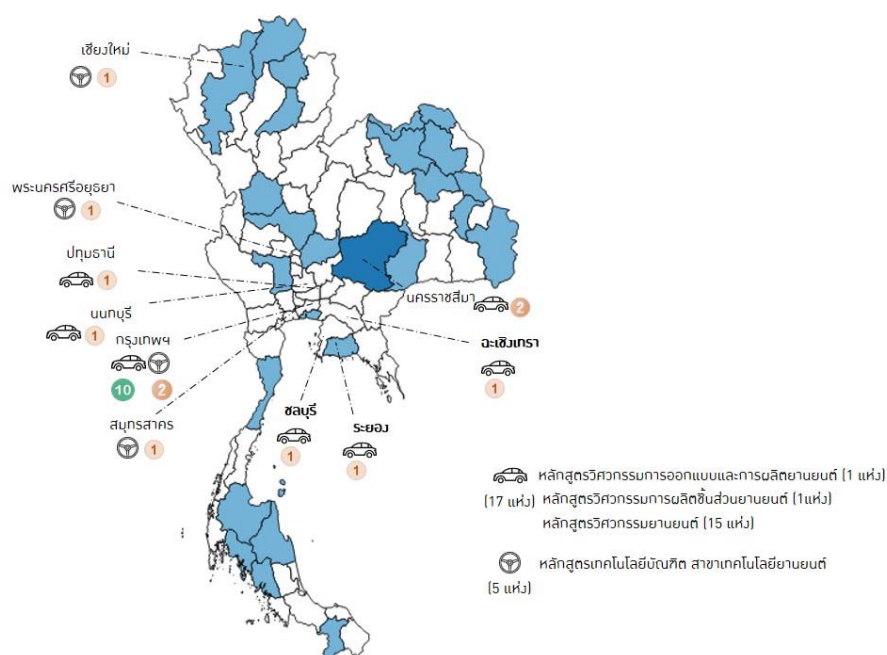
²⁷ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หลักสูตรหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (29 พฤศจิกายน 2560), 5

²⁸ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ, 13 มีนาคม 2561

4.3.3 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

ในการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะหรือสาขาวิชาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับยานยนต์ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขายานยนต์ สาขาการออกแบบและผลิตรายยนต์ คณะอุตสาหกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยียานยนต์ รวมถึง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกล ที่มีวิชาด้านวิศวกรรมยานยนต์เป็นวิชาเลือก นอกจากนี้ ยังมีหลักสูตรปริญญาตรีในรูปแบบหลักสูตรต่อเนื่องจากการเรียนในระดับอาชีวศึกษาเปิดสอนอยู่เป็นจำนวนมากกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ ดังแสดงในภาพที่ 4.27 (ในภาคผนวก ฉ)

ภาพที่ 4.27 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์

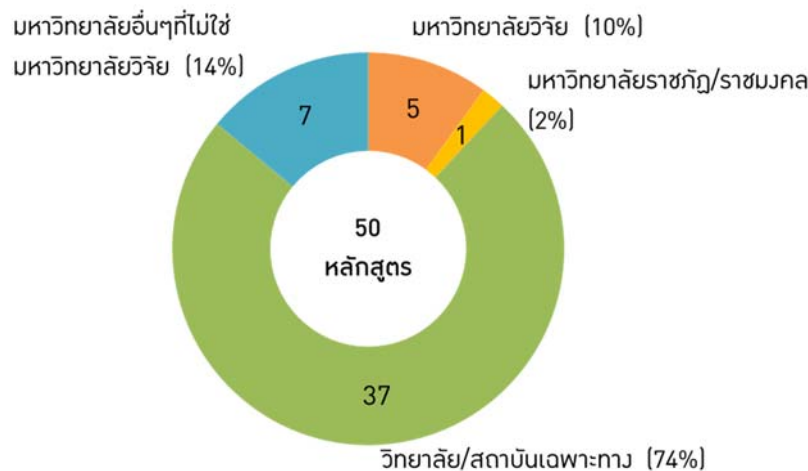


ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

หมายเหตุ: พื้นที่แรเงาคือพื้นที่จังหวัดที่มีการเรียนระดับปริญญาตรีในรูปแบบหลักสูตรต่อเนื่องจากการเรียนในระดับอาชีวศึกษา ซึ่งมีทั้งหมดจำนวน 32 หลักสูตร

หากพิจารณาประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ เทคโนโลยียานยนต์ในระดับปริญญาตรี พบว่า กลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทางเป็นกลุ่มที่เปิดสอนหลักสูตรดังกล่าวมากที่สุด 37 หลักสูตร (ร้อยละ 74) ซึ่งในจำนวนดังกล่าวเป็นหลักสูตรรูปแบบต่อเนื่องจากการเรียนในระดับอาชีวศึกษาถึง 32 หลักสูตร รองลงมาเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย 7 หลักสูตร (ร้อยละ 14) กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย 5 หลักสูตร (ร้อยละ 10) ซึ่งเป็นหลักสูตรด้านวิศวกรรมทั้งหมด และกลุ่มราชภัฏและราชชมคลมี 1 หลักสูตร (ร้อยละ 2) คือหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกลยานยนต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

ภาพที่ 4.28 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ เทคโนโลยียานยนต์ ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)

ในปัจจุบัน สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนสาขายานยนต์ไฟฟ้าเฉพาะทางยังไม่มีในประเทศไทย แต่มีสถาบันการศึกษาที่มีหลักสูตรของคณะหรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องด้านยานยนต์ ซึ่งบางแห่งอยู่ในพื้นที่ EEC แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับยานยนต์ไฟฟ้า และมักเน้นด้านการออกแบบและผลิตชิ้นส่วนยานยนต์สำหรับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาป หรือเพื่อการทำงานในโรงงานในอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นหลัก

อย่างไรก็ตาม มีภาคเอกชนได้ร่วมกับสถาบันการศึกษา ในการสร้างความร่วมมือการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตรเพื่อรองรับอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า เช่น ความร่วมมือระหว่างบริษัท อินฟินิออน เทคโนโลยีส์ เอเชียแปซิฟิก และคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เปิดศูนย์ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และรถไฟฟ้า KMITL-Infineon Automotive Electronics Cooperation (KIAEC) เป็นแห่งแรกในอาเซียน ซึ่งจะช่วยในการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้นักศึกษาและผู้ประกอบการ และยังมีความร่วมมือในการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรี ซึ่งคาดว่าจะสามารถเปิดรับนักศึกษาได้ในปี พ.ศ. 2562²⁹

ในส่วนของทักษะความรู้ที่จำเป็นในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ควรมีความรู้ทางด้านชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ มอเตอร์ ระบบไฟฟ้า โครงสร้างรถยนต์ ไปจนถึง สถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งต้องบูรณาการความรู้พื้นฐานด้านไฟฟ้า เครื่องกล และวิศวกรรมด้านยานยนต์ไว้ด้วยกัน

ตัวอย่างของสถาบันการศึกษาที่เปิดหลักสูตรด้านวิศวกรรมยานยนต์ ในระดับปริญญาตรี เช่น หลักสูตรวิศวกรรมการออกแบบและการผลิตรถยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (หลักสูตรนานาชาติ) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

²⁹ สถาบันยานยนต์, “วิศวะ สจล.เปิดหลักสูตรรถยนต์ไฟฟ้า EV รองรับเปลี่ยนฐานการผลิตในอนาคต,” ข่าวสารสถาบันยานยนต์ สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.thaiauto.or.th/2012/th/news/news-detail.asp?news_id=4058.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและหลักสูตรของสาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ)

- หลักสูตรวิศวกรรมการออกแบบและการผลิตยานยนต์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (หลักสูตรนานาชาติ)³⁰

หลักสูตรนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในด้านการออกแบบและผลิตยานยนต์ โดยเรียนในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล รวมถึงพื้นฐานการเขียนโปรแกรมเพื่อประยุกต์กับการออกแบบและผลิตยานยนต์ แต่เป้าหมายของหลักสูตรยังไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม ในหลักสูตรมีวิชาที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าและการต่อยอดสำหรับยานยนต์อนาคตอยู่บ้าง ได้แก่

- วิชา Electronics and Instrument for Automobile เป็นวิชาเชิงบรรยายที่ศึกษาเกี่ยวกับแผงวงจรดิจิทัล Microprocessor และการประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าวในยานยนต์ประเภทต่างๆ
- วิชา Embedded Systems in Automotive Engineering เป็นวิชาเชิงบรรยายที่ศึกษาเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของ Microprocessor การเขียนโปรแกรมภาษา C การเชื่อมต่ออุปกรณ์และไดรฟ์เวอร์ การออกแบบร่วม (co-design) สำหรับซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์
- วิชา Electrical Circuit Laboratory เป็นวิชาเชิงบรรยายที่ศึกษาเกี่ยวกับ แผงวงจรไฟฟ้า กระแสตรง (DC circuit) มอเตอร์กระแสตรง (DC motor) แผงวงจร Op-amp ซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

- หลักสูตรวิชาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ)³¹

หลักสูตรการเรียนในปัจจุบัน ยังเป็นหลักสูตรที่สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2556 และเริ่มใช้หลักสูตรดังกล่าวมาตั้งแต่ปี 2558 โดยการเรียนการสอนใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลัก และสถานที่เรียนอยู่ที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และศูนย์พัทยา ทั้งนี้ บริษัทสยามกลการได้ร่วมมือกับทางมหาวิทยาลัยเปิดอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมยานยนต์เป็นอาคารปฏิบัติการด้านวิศวกรรมยานยนต์ทันสมัยที่สุดในประเทศไทย ในการพัฒนาศูนย์ทดลองวิจัยเพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ในพื้นที่³² และยังได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์

³⁰ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Automotive Design and Manufacturing Engineering, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.ise.eng.chula.ac.th/academics/adme/info>.

³¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, หลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมยานยนต์ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ ฉบับปรับปรุงปี พ.ศ. 2556 สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.tep.engr.tu.ac.th/download/course_description_auto_tu.pdf.

³² “มธ.ผนัก สยามกลการ เปิดศูนย์วิจัยยานยนต์แห่งอนาคต,” ประชาชาติออนไลน์, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561 https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1464673325.

ทางด้านยานยนต์จากบริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

จากการพิจารณารายวิชาในหลักสูตรดังกล่าว พบว่า ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น การออกแบบชิ้นส่วนยานยนต์ตั้งแต่ตัวถัง ระบบเบรก การบริหารและการควบคุมการผลิต รถยนต์ กลไกการบังคับเลี้ยว ระบบขับเคลื่อน รวมไปถึงการใช้หุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาพื้นฐานความรู้ด้านวิศวกรรมเครื่องกล และประมาณ 1 ใน 4 ของรายวิชาในหลักสูตร เรียนวิชาเฉพาะทางวิศวกรรมยานยนต์ที่ครอบคลุมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ แต่หลักสูตรดังกล่าว ยังไม่มีการเรียนการสอนด้านรถยนต์ไฟฟ้าโดยตรง

อย่างไรก็ตาม มีเพียงวิชาเทคโนโลยีเครื่องต้นกำลังสำหรับยานยนต์ (Automotive Power Plant Technology) ที่มีการเรียนเรื่องเทคโนโลยีต้นแบบกำลังไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง เช่น มอเตอร์ เซลล์เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ รถยนต์ไฮบริด รวมถึงการศึกษาแนวโน้มของเครื่องต้นกำลังในอนาคต ซึ่งเป็นเพียงวิชาเชิงบรรยายเท่านั้น และในหลักสูตรมีวิชาหัวข้อพิเศษทางวิศวกรรมยานยนต์ 1 ถึง 4 โดยเป็นวิชาที่ศึกษาหัวข้อที่น่าสนใจด้านวิศวกรรมยานยนต์จำนวน 4 วิชา ซึ่งทางหลักสูตรอาจเลือกหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้ามาเรียนในกลุ่มรายวิชาดังกล่าวเพื่อให้มีทักษะความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น

- หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี³³

การเรียนในหลักสูตรของสาขาดังกล่าวเป็นหลักสูตรปี พ.ศ. 2559 มีการรับนักศึกษาประมาณ 40 คน ต่อปี โดยได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และมีการลงนามความร่วมมือเพื่อผลิตบุคลากรให้ตรงกับเป้าหมายของอุตสาหกรรม รวมถึงการสนับสนุนสถานที่ฝึกงาน โดยการเรียนในหลักสูตรมุ่งเน้นเพื่อผลิตกำลังคนให้มีความรู้ทางวิศวกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ รวมถึงการวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์ ตลอดจนการกำหนดให้นักศึกษาต้องออกไปฝึกงานในรูปแบบสหกิจศึกษาเป็นเวลาอย่างน้อย 6 สัปดาห์ ซึ่งจะช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้และได้รับความรู้ ประสบการณ์ และการฝึกทักษะจากการทำงานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม

จากการพิจารณารายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรพบว่า วิชาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้ามีอยู่น้อยมาก โดยวิชาส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบและผลิตตัวถังรถยนต์ การเขียนแบบทางวิศวกรรมยานยนต์ การเลือกวัสดุสำหรับผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ทั้งนี้ รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้ามีเพียง 2 วิชาเท่านั้น ได้แก่

³³ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ หลักสูตรใหม่ พ.ศ.2559 , สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, eds.kmutt.ac.th/files/th_267.pdf.

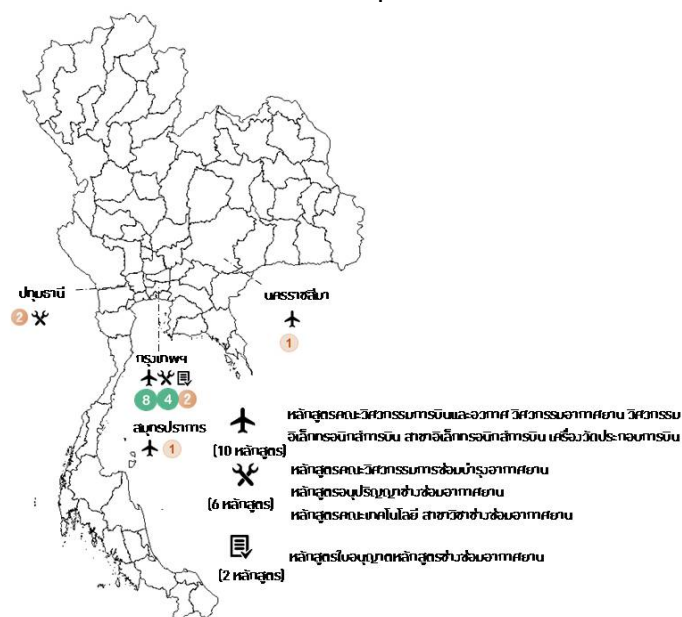
- วิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า 1 (ไฟฟ้ากำลัง) มีการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง กระแสสลับ เครื่องกลไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์ และการนำไปใช้งาน หลักการระบบไฟฟ้า 3 เฟส และวิธีการส่งกำลังไฟฟ้า
- วิชาวิศวกรรมระบบยานยนต์เบื้องต้น (Introduction to Automotive System Engineering) มีการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และตัวกำเนิดไฟฟ้าสลับ ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ และรถยนต์ไฮบริดจ์

โดยสรุป ในปัจจุบัน ยังไม่มีสถาบันการศึกษาเปิดสอนด้านยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ การเรียนในหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์หรือวิศวกรรมเครื่องกลที่มีอยู่ แม้จะสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการประกอบรถยนต์หรือชิ้นส่วนที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนเฉพาะทางของรถยนต์ไฟฟ้าได้ แต่จะไม่มีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงการขาดความรู้วิศวกรรมระบบที่สามารถเชื่อมโยงทั้งระบบซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ

4.3.4 หลักสูตรที่เกี่ยวกับการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานและการซ่อมบำรุงอากาศยาน

ปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีสถาบันการศึกษาที่เปิดหลักสูตรด้านการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานโดยตรง อย่างไรก็ตาม มีสถาบันการศึกษาที่เปิดหลักสูตรวิศวกรรมอากาศยานซึ่งเป็นสาขาทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งเน้นการวางแผนและซ่อมบำรุงอากาศยานโดยเฉพาะจำนวน 7 แห่ง ทั้งนี้ ยังไม่มีอยู่ในพื้นที่ EEC ดังแสดงในภาพที่ 4.29 (ในภาคผนวก ฉ)

ภาพที่ 4.29 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานและซ่อมบำรุงอากาศยาน



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.).

แม้ว่ารัฐบาลได้เห็นความสำคัญของการพัฒนากำลังคนด้านดังกล่าว เห็นได้จากการออกแผนพัฒนา ศูนย์ซ่อมบำรุงและอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน ระยะ 15 ปี (พ.ศ.2560-2575) ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2560-2561) โดยกระทรวงคมนาคม ที่ให้ความสำคัญในเรื่องสร้างกำลังคน รวมทั้งปรับปรุงหลักสูตรการผลิตช่างและวิศวกรอากาศยานเพื่อรองรับการจัดตั้งศูนย์ซ่อมบำรุงอากาศยานในประเทศไทย³⁴ อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังขาดแคลนช่างซ่อมอากาศยานทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ กล่าวคือ ยังมีคุณสมบัติที่ไม่ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการ³⁵ ทำให้ผู้ประกอบการสายการบินร่วมมือกับสถาบันการศึกษาในการเปิดหลักสูตรการผลิตกำลังคน เช่น หลักสูตรการซ่อมบำรุงอากาศยานระยะเวลา 1 ปีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และโรงเรียนการบินกรุงเทพ ทั้งนี้ ในการทำงานด้านการซ่อมบำรุงอากาศยาน ผู้ประกอบการมักจะพิจารณารับเข้าทำงานจากการมีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพด้านการซ่อมอากาศยาน

ทั้งนี้ หากพิจารณาสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องแยกตามประเภทของสถาบันการศึกษาพบว่า กลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทางเป็นกลุ่มที่เปิดสอนมากที่สุด 7 หลักสูตร (ร้อยละ 38.9) ซึ่งในจำนวนนี้คือ สถาบันการบินพลเรือน ที่อยู่ในฐานะสถาบันสมทบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เปิดสอนมากถึง 6 หลักสูตร รองลงมาคือกลุ่มมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย 6 หลักสูตร (ร้อยละ 33.3) กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย 3 หลักสูตร (ร้อยละ 16.7) กลุ่มราชภัฏและราชวมงคล 2 หลักสูตร (ร้อยละ 11.1) ซึ่งเป็นหลักสูตรในรูปแบบที่ผู้สำเร็จการศึกษาจะได้รับประกาศนียบัตรทางวิชาชีพ (Certificate) ของสถาบันการบิน มหาวิทยาลัยราชวมงคลกรุงเทพ

ภาพที่ 4.30 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางการผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน และซ่อมบำรุงอากาศยาน ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัย

³⁴ “ตั้งอุตะภา อธิการบินฯ บัณฑิตอาเซียนไทยหมื่นล้าน,” สยามธุรกิจ, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561 <http://www.siamturakij.com/news/8076...B8%B2%E0%B8%99>.

³⁵ “ช่างอากาศยานขาดนัก ใครสนใจเรียนเลย จบแล้วทำงานทันทีกับสายการบินไทยแอร์เอเชีย,” ข่าวสด, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561 https://www.khaosod.co.th/economics/news_429624.

ทักษะความรู้เชิงเทคนิคที่จำเป็นในการผลิตชิ้นส่วนและซ่อมบำรุงอากาศยาน เช่น เทคโนโลยีการผลิตเครื่องกล การออกแบบแม่พิมพ์ จิ๊กและฟิกเจอร์³⁶ (Jig and Fixture) การอ่านและเขียนแบบชิ้นส่วนโดย CAD วัสดุศาสตร์และวัสดุประกอบ (composite material) การใช้เครื่องมือเครื่องจักรกลในการผลิต การใช้โปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์การผลิต (CAM/CAE) มาประยุกต์ใช้ รวมถึงทักษะด้านภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ ทักษะทางด้านดิจิทัลที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมนี้ที่มีความต้องการมาก คือ การใช้งานโปรแกรม ERP (Enterprise Resource Planning) ในการวางแผนวัตถุดิบ การจัดส่งสินค้า³⁷³⁸

อย่างไรก็ตาม กำลังคนที่จบทางด้านวิศวกรรมการบินส่วนใหญ่ ยังขาดทักษะการผลิตเชิงเทคนิค การอ่านแบบในการผลิตตามคำสั่งของผู้ผลิตเครื่องบิน รวมถึง ขาดความเข้าใจ code สัญลักษณ์ที่ใช้ในการผลิต ซึ่งในหลักสูตรยังไม่มีการสอน แต่ทักษะดังกล่าวสามารถปรับให้อยู่ในหลักสูตรได้

ตัวอย่างของสถาบันการศึกษาที่เปิดหลักสูตรเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและซ่อมบำรุงอากาศยาน ในระดับปริญญาตรี เช่น สาขาวิศวกรรมการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (certificate) ซึ่งสามารถนำไปประกอบอาชีพและต่อยอดเป็นใบอนุญาต (license) ได้ เช่น หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ³⁹

- **หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์⁴⁰**

การเรียนการสอนในปัจจุบันใช้หลักสูตรปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ในหลักสูตรช่วงปีที่ 1 จะเริ่มเรียนพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม ตั้งแต่คอมพิวเตอร์ ฟิสิกส์ เคมี การเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม โดยเน้นด้านวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมไฟฟ้า จากนั้นในช่วงปีที่ 2 จะเริ่มเรียนวิชาเอกเฉพาะทางด้านวิศวกรรมการบิน ซึ่งเริ่มตั้งแต่วิศวกรรมการบินและอวกาศเบื้องต้น การเขียนแบบทางด้านอากาศยาน ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวเน้นการวิเคราะห์การออกแบบอากาศยาน

³⁶ เป็นชิ้นส่วนที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่ง การจับยึดชิ้นงาน

³⁷ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, *หลักสูตรหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ* (29 พฤศจิกายน 2560), 4-29.

³⁸ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในพื้นที่ EEC, 2 เมษายน 2561

³⁹ “สถาบันการบินแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ,” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2561 <http://bpm.rmuth.ac.th/index.php/2014-05-24-06-43-49/2014-05-25-09-03-25/2016-06-30-07-45-52>.

⁴⁰ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการบิน (ภาคปกติ),” หลักสูตรที่เปิดสอน สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://ase.eng.ku.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=360&lang=th.

ในหลักสูตรดังกล่าว วิชาเฉพาะด้านการผลิตส่วนประกอบอากาศยาน ได้แก่

- วิชาการผลิตส่วนประกอบอากาศยาน (Aircraft Component Manufacture Practice) เป็นวิชาเชิงบรรยายและปฏิบัติ ซึ่งศึกษาในเรื่องส่วนประกอบของอากาศยาน การวัดและการผลิตชิ้นใหม่ การใช้เครื่องมือกลและการขึ้นรูปส่วนประกอบ การทดสอบส่วนประกอบอากาศยาน วัสดุประกอบและการผลิตโครงสร้างที่เป็นวัสดุประกอบ
- การออกแบบส่วนประกอบอากาศยาน (Aircraft Component Design) เป็นวิชาเชิงบรรยายและปฏิบัติ ที่ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร ไปจนถึงการเขียนแบบเพื่อการผลิต

อย่างไรก็ตาม ในหลักสูตรไม่มีวิชาที่เกี่ยวข้องในพื้นฐานการผลิตและซ่อมบำรุงอากาศยาน เช่น ด้านการออกแบบแม่พิมพ์ ด้านจิ๊กและฟิกเจอร์ ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน และยังไม่มีวิชาในรูปแบบปฏิบัติการ (laboratory) ที่เกี่ยวกับการผลิตชิ้นส่วนหรือซ่อมบำรุงอากาศยาน

- **หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอากาศยาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี⁴¹**

ในแต่ละปี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร สาขาวิชาวิศวกรรมอากาศยาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เปิดรับนักศึกษาเข้าเรียนประมาณปีละ 60 คน และการเรียนในปัจจุบันใช้หลักสูตรปี พ.ศ. 2559 โดยทางมหาวิทยาลัยร่วมมือกับสถาบันการบินพลเรือน และโรงเรียนนายเรืออากาศในการร่างหลักสูตร โดยหลักสูตรดังกล่าวเน้นด้านการวางแผนและซ่อมบำรุงอากาศยานโดยเฉพาะ ซึ่งจะแตกต่างจากหลักสูตรของสถาบันอื่นที่เน้นด้านการวิเคราะห์และออกแบบอากาศยาน ทั้งนี้ หลักสูตรจะมีการปรับปรุงในทุกๆ 5 ปี และในวิชาเฉพาะด้านวิศวกรรมศาสตร์อากาศยาน จะมีการเชิญวิทยากรจากทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางเป็นผู้สอน และมีบุคลากรจำนวนหนึ่งสำเร็จการศึกษา เข้าทำงานเป็นทั้งนักบินและวิศวกรด้านการบำรุงรักษาอากาศยานให้กับบริษัทเอกชน เช่น ฝ่ายการช่าง บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)

ตัวอย่างรายวิชาที่ช่วยพัฒนาทักษะการผลิตและซ่อมบำรุงอากาศยาน เช่น

- วิชาการออกแบบอุปกรณ์ช่วยผลิตและจับยึดชิ้นงาน (Jig and Fixture Design) เป็นวิชาที่ศึกษาพื้นฐานการออกแบบอุปกรณ์ช่วยผลิตและจับยึดชิ้นงาน หลักการกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน เพื่อออกแบบเครื่องมือช่วยทำงาน เช่น การผลิต ประกอบ และตรวจสอบคุณภาพได้
- วิชาวัสดุอากาศยาน (Aircraft Materials) เป็นวิชาที่เน้นการปฏิบัติ ศึกษาการเลือกใช้วัสดุอากาศยาน คุณสมบัติและกระบวนการผลิตวัสดุอากาศยาน
- วิชาการซ่อมบำรุงอากาศยาน (Aircraft Maintenance) เป็นวิชาเชิงบรรยาย ซึ่งแนะนำแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงอากาศยาน การใช้เครื่องมือในการซ่อมบำรุงอากาศยาน

⁴¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, “ปริญญาตรีวิศวกรรมอากาศยาน (หลักสูตรปกติ),” หลักสูตร สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://eng.sut.ac.th/me/2014/program_aeronautical-blue.php.

○ วิชาปฏิบัติการทักษะซ่อมบำรุงอากาศยาน (Aircraft Maintenance Practice) ซึ่งเป็นรายวิชาเชิงปฏิบัติการในการซ่อมบำรุงการซ่อมเครื่องบินเล็ก

● หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ⁴²

ปัจจุบันสถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพเปิดสอนหลักสูตรที่เกี่ยวกับช่างซ่อมอากาศยาน 2 หลักสูตร ซึ่งเป็นหลักสูตรระยะสั้น โดยเป็นการเรียนการสอนด้วยภาษาอังกฤษ ทั้งนี้ หลักสูตรดังกล่าวเป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การมาตรฐานการบินแห่งสหภาพยุโรป (European Aviation Safety Agency : EASA) ซึ่งผู้สำเร็จการศึกษาจะได้รับประกาศนียบัตรทางวิชาชีพ (Certificate) สามารถนำไปประกอบอาชีพและต่อยอดเป็นใบอนุญาต (License) ตามมาตรฐาน EASA ได้

หลักสูตรช่างซ่อมบำรุงอากาศยานตามมาตรฐาน EASA ดังกล่าวจะดำเนินการจัดอบรมตลอดหลักสูตรจำนวน 17 โมดูล โดยใช้ระยะเวลาการฝึกอบรม ประมาณ 18 – 24 เดือน ประกอบด้วย

1) หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยานของสถาบันฯ EASA Part 66 B1

หลักสูตรมีระยะเวลาการเรียน 2 ปี ได้เริ่มทำการเปิดสอนเมื่อปี 2559 ใช้เนื้อหาตามหลักสูตร EASA Part 66 B1 ที่มุ่งเน้นการซ่อมบำรุงด้านแมคคานิกส์และเครื่องยนต์ โดยเปิดรับสมัครบุคคลที่จบการศึกษาทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับปวส. การจัดการเรียนการสอนจะเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยของสหภาพยุโรป (EASA) และ EASA จะมีการตรวจประเมินมาตรฐานของหลักสูตรทุก 6 เดือน

ในหลักสูตรดังกล่าว นักศึกษาจะเรียนพื้นฐานทางทฤษฎีจำนวน 1,200 ชั่วโมง เพื่อปูพื้นฐานความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ วัสดุศาสตร์สำหรับเครื่องบิน หลักอากาศพลศาสตร์ การซ่อมบำรุง ชิ้นส่วนของเครื่องบิน เช่น เครื่องยนต์แบบต่างๆ ของเครื่องบิน ใบพัด (propeller) และการเรียนภาคปฏิบัติ 1,200 ชั่วโมง ครอบคลุมตั้งแต่ทักษะด้านโลหะแผ่น (sheet metal) การเชื่อมโลหะ (welding) ไปจนถึงทักษะการซ่อมบำรุงที่เกี่ยวกับ Electronic Flight Instrument System ตามรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 4.31 และ 4.32

⁴² สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, “หลักสูตรที่เปิดสอน,” สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2561
<http://www.ascar.rmutk.ac.th/ascar/course.php>.

ภาพที่ 4.31 หัวข้อการเรียนรู้ภาคทฤษฎีของหลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน

Module 1	Mathematics
Module 2	Physics
Module 3	Electrical Fundamentals
Module 4	Electronic Fundamentals
Module 5	Digital Techniques
Module 6	Materials and Hardware
Module 7	Maintenance Practices
Module 8	Basic Aerodynamics
Module 9	Human Factors
Module 10	Aviation Legislation
Module 11	Aircraft systems (B1)
Module 12	Helicopters (B1.3)
Module 13	Aircraft systems (B2)
Module 14	Propulsion
Module 15	Gas Turbine Engines
Module 16	Piston Engine (B1.2)
Module 17	Propellers

ที่มา : สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ⁴³

ภาพที่ 4.32 หัวข้อการเรียนรู้ภาคทฤษฎีของหลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน

Practical Training (1,200 hours)

Sheet Metal	Electrics
Riveting	Electronics
Welding	Digital Techniques
NDT	EWIS
Composite	Machines
Battery Lab	Fiber Optic
Hydraulics	Safety
Wind tunnel	Avionic
Engines	Nav. Sim
Aircraft	AFCSSim
Propellers	TCASSim
GSE	EFISSim

ที่มา: สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ⁴⁴

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน การเรียนการสอนในหลักสูตรยังขาดแคลนห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการเรียน รวมถึงอาจารย์ผู้สอนที่ผ่านมาตรฐานการอบรมจาก EASA มีเพียง 8 คน เท่านั้น ซึ่งความท้าทายของสถาบันฯ คือ การขยายความพร้อมทั้งด้านอุปกรณ์การเรียนและความพร้อมทางด้านบุคลากร

⁴³ “หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน” <http://www.aviation.rmutk.ac.th/index.php/course/7-art-design>.

⁴⁴ “หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยาน” <http://www.aviation.rmutk.ac.th/index.php/course/7-art-design>.

2) หลักสูตรช่างซ่อมอากาศยานโดยความร่วมมือกับสายการบินไทยแอร์เอเชียและโรงเรียนการบิน
กรุงเทพ

หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรระยะสั้นเวลา 1 ปี เริ่มเปิดสอนเมื่อปี พ.ศ. 2560 ภายใต้ความร่วมมือระหว่างสถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ สายการบินไทยแอร์เอเชีย และโรงเรียนการบินกรุงเทพ โดยรับสมัครผู้ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรม และระดับปวส. ในสาขาช่างยนต์ ช่างไฟฟ้า หรือช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในกระบวนการคัดเลือกทางสายการบินจะเป็นผู้คัดเลือกบุคคลที่เข้าศึกษา และทำงานกับการสายการบินทันทีเมื่อจบการศึกษา

ในการเรียน 1 เดือนแรก (60 ชั่วโมง) จะเริ่มการปูพื้นฐานทักษะความรู้พื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ ภาษาอังกฤษ การเขียนรายงานเชิงเทคนิค และคณิตศาสตร์สำหรับการบิน จากนั้นจะเรียนวิชาฝึกอบรมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเป็นจำนวน 10 รายวิชา ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่พื้นฐานด้านไฟฟ้าของเครื่องบิน การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับการซ่อม โครงสร้าง หน่วยกำเนิดพลังงานไฟฟ้า (power plant) รวมถึงการซ่อมบำรุงอากาศยานให้เป็นไปตามกฎข้อบังคับทางการบิน และยังมีการฝึกงานเป็นเวลา 3 เดือนกับทางสายการบินไทยแอร์เอเชียก่อนปฏิบัติงานจริงกับทางสายการบิน

จากการสอบถามข้อมูลจากสถาบันการบินฯ พบว่า ผู้ที่สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรของสถาบันเองนั้น จะได้รับการยอมรับจากผู้ประกอบการสายการบินมากกว่า เนื่องจาก การเรียนเป็นไปตามมาตรฐานของ EASA ซึ่งได้รับการยอมรับจากสายการบินในระดับสากลมากกว่าร้อยละ 80⁴⁵

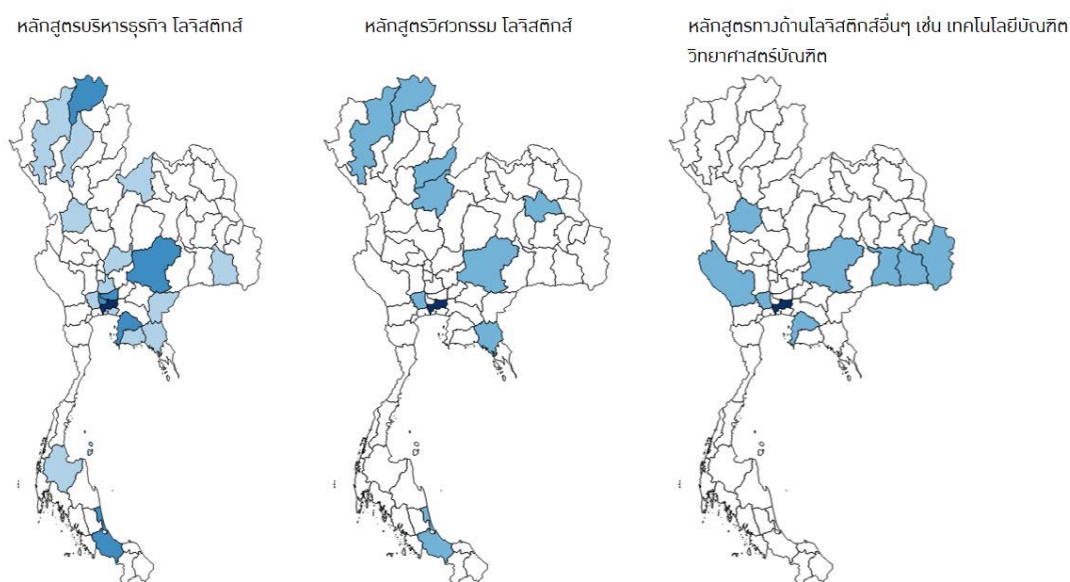
โดยสรุป ปัจจุบัน ประเทศไทยเริ่มมีหลักสูตรการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับช่างซ่อมอากาศยานที่เป็นหลักสูตรระยะสั้น ซึ่งจบแล้วสามารถทำงานได้ทันที เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนกำลังคน แต่หลักสูตรดังกล่าวยังขาดแคลนอาจารย์และเครื่องมืออุปกรณ์ในการเรียนการสอน ขณะที่ การเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ยังไม่มีหลักสูตรเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและซ่อมอากาศยานโดยตรง แต่มีสาขาที่ใกล้เคียงซึ่งสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้คือ หลักสูตรวิศวกรรมอากาศยาน ซึ่งสถาบันการศึกษาส่วนมากเน้นการออกแบบอากาศยานเป็นหลัก และยังไม่มีการปฏิบัติการเกี่ยวกับการผลิตชิ้นส่วนรวมถึง รวมถึงในหลักสูตรควรเพิ่มรายวิชาการอ่านคำสั่ง คู่มือ และแบบการผลิตตามมาตรฐานผู้ผลิตเครื่องบิน ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการทำงานในอุตสาหกรรม

⁴⁵ UTKSITEWP, “เรียนช่างซ่อมมาตรฐาน EASA ในไทย,” สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2561 <http://www.rmutk.ac.th/?p=439>.

4.3.5 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์

คณะหรือสาขาวิชาที่เปิดสอนด้านโลจิสติกส์ในระดับปริญญาตรีมีจำนวนมาก เช่น คณะโลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการโลจิสติกส์ และคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น ทั้งนี้ ในพื้นที่ EEC มหาวิทยาลัยที่เปิดสอนเกี่ยวกับด้านโลจิสติกส์ ได้แก่ มหาวิทยาลัยบูรพา คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา คณะวิทยาลัยการจัดการ สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะพาณิชยศาสตร์บริหารธุรกิจ สาขาวิทยาการสารสนเทศ การเดินทางเรือ และสาขาการขนส่งทางทะเล มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง คณะบริหารธุรกิจและศึกษาทั่วไป สาขาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ ดังแสดงใน ภาพที่ 4.33 (ภาคผนวก ฉ)

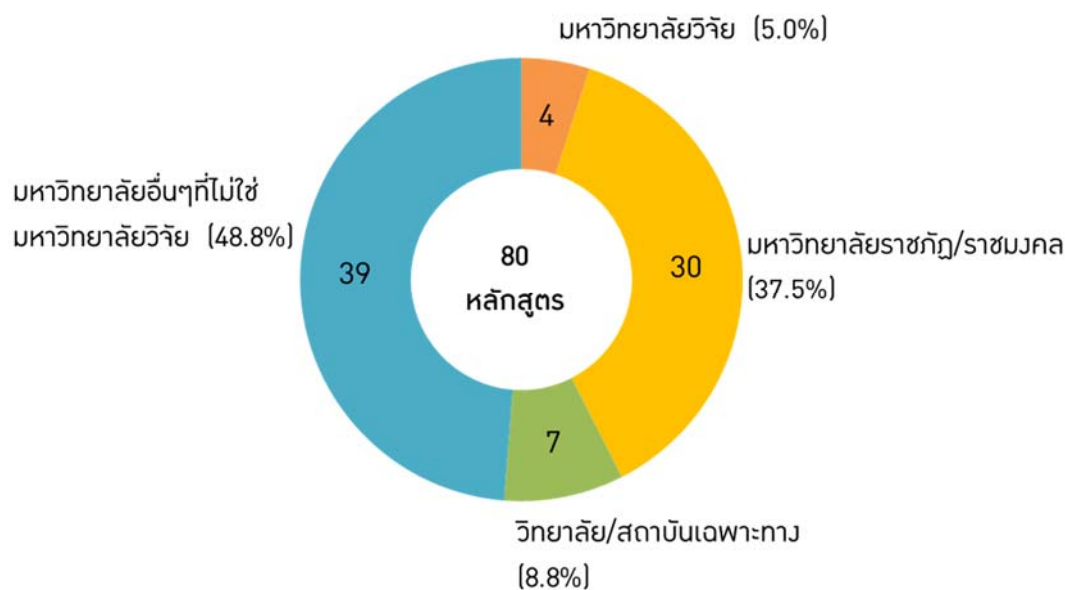
ภาพที่ 4.33 ที่ตั้งของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านโลจิสติกส์



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านโลจิสติกส์ พบว่า กลุ่มมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย เป็นกลุ่มที่เปิดสอนมากที่สุด 39 หลักสูตร (ร้อยละ 48.8) รองลงมาเป็น กลุ่มราชภัฏและราชชมคล 30 หลักสูตร (ร้อยละ 37.5) กลุ่มวิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง 7 หลักสูตร (ร้อยละ 8.8) ขณะที่กลุ่มมหาวิทยาลัยวิจัย มีการเปิดสอนเพียงแค่ 4 หลักสูตร (ร้อยละ 5) เท่านั้น

ภาพที่ 4.34 ประเภทของสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านโลจิสติกส์ ในระดับปริญญาตรี



ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

ทักษะความรู้ที่จำเป็นด้านโลจิสติกส์ (ทั้งในการปฏิบัติตาม การวางแผนและการพยากรณ์ การประยุกต์ใช้ การออกแบบและการจำลอง) จำแนกเป็น 8 ด้านหลัก⁴⁶ ดังนี้

- 1) คำสั่งซื้อและสินค้าคงคลัง (Order & Inventory)
- 2) การจัดซื้อ จัดหา และจัดจ้าง (Procurement)
- 3) คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า (Warehouse & Distribution Center)
- 4) การขนส่งทางถนน (Road Transport)
- 5) การขนส่งทางราง (Rail Transport)
- 6) การขนส่งทางน้ำ (Port & Maritime)
- 7) การขนส่งทางอากาศ (Air Transport)
- 8) การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transport)

แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาโลจิสติกส์ที่มีการกำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาโลจิสติกส์ พ.ศ. 2552⁴⁷ อาจไม่สอดคล้องกับทักษะความรู้ที่จำเป็นในปัจจุบันโดยกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวเริ่มบังคับใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553

⁴⁶ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, *หลักสูตรหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ* (29 พฤศจิกายน 2560), 4-29.

⁴⁷ ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาโลจิสติกส์ พ.ศ.2552 ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 55 ง. (7 เมษายน 2561).

ตัวอย่างของสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนด้านโลจิสติกส์ ในระดับปริญญาตรี เช่น หลักสูตรสาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี และหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรสาขาโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา นับเป็นคณะโลจิสติกส์แห่งแรกในประเทศไทย ปัจจุบันการเรียนสาขาการจัดการโลจิสติกส์ใช้หลักสูตรปรับปรุงปี พ.ศ. 2559 โดยมีแผนรับนักศึกษาจำนวน 100 คนต่อปี⁴⁸ ทั้งนี้ คณะฯ จะสอบถามกับผู้ประกอบการเกี่ยวกับคุณภาพ และทักษะความรู้ของบัณฑิตที่ต้องการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและการร่างหลักสูตร และนักศึกษาจะต้องฝึกงานในรูปแบบสหกิจเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษาในสถานประกอบการ

ในสาขาการจัดการโลจิสติกส์ จะมีการเรียนวิชาพื้นฐานที่เกี่ยวกับการจัดการธุรกิจ ทั้งด้านการตลาด การบริหารธุรกิจและการจัดการองค์กร การบัญชี การเงิน ภาษี คณิตศาสตร์สำหรับธุรกิจ (แคลคูลัส และสถิติ รวมถึงกฎหมายพาณิชย์และธุรกิจ (Commercial and Business Law) เพื่อการต่อยอดในการวางแผน ประสานงาน และแก้ปัญหาในกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน จากนั้นจึงเริ่มเรียนในวิชาเอกที่เกี่ยวข้องด้านโลจิสติกส์ไม่ต่ำกว่า 65 หน่วยกิต โดยมีการเชิญอาจารย์พิเศษที่เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านโลจิสติกส์มาสอนในบางรายวิชา

หากพิจารณาทักษะความรู้ที่จำเป็นและวิชาที่เรียนในหลักสูตร (ภาคผนวก ข) พบว่า แม้หลักสูตรจะมีรายวิชาที่ศึกษาด้านการจัดซื้อ จัดหา และจัดจ้าง (Procurement) แต่เนื้อหายังไม่ครอบคลุมทักษะความรู้ระดับสูงของแต่ละด้าน⁴⁹ เช่น ด้านคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้ายังขาดแนวทางในการเพิ่มคุณค่าของคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้า ในภาพรวมของหลักสูตรยังขาดทักษะทางด้านดิจิทัลและการประยุกต์ใช้โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับด้านโลจิสติกส์ เช่น โปรแกรม Enterprise Resource Planning (ERP) การประยุกต์ใช้ Big data และ Cloud Computing และการวิเคราะห์ผลของเทคโนโลยีมาช่วยประโยชน์ในการจัดการด้านโลจิสติกส์

นอกจากนี้ วิชาเอกในสาขาการจัดการโลจิสติกส์ ส่วนใหญ่ยังคงเป็นวิชาแนวบรรยาย มีเพียง 3 รายวิชาเท่านั้นที่เน้นภาคปฏิบัติ ซึ่งเป็นรูปแบบที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ 1) เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับโลจิสติกส์ (Information Technology for Logistics) 2) การจำลองรูปแบบทางด้านโลจิสติกส์เพื่อการตัดสินใจ (Logistics Simulation Modeling

⁴⁸ “ประกาศการรับบุคคลเข้าศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา 2561,” 20 กุมภาพันธ์ 2561, <http://regservice.buu.ac.th/text/tcasall.pdf>.

⁴⁹ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, *หลักสูตรหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ* (29 พฤศจิกายน 2560), 4-29

for Decision Making) และ 3) สัมมนาทางโลจิสติกส์ (Seminar in Logistics)

อีกทั้ง หลักสูตรยังมีรายวิชาเชิงปฏิบัติการที่ครอบคลุมทักษะความรู้ด้านการปฏิบัติการขนส่งทางถนน ทางน้ำ ทางอากาศ ทางราง และทางท่อ รวมถึงทักษะความรู้เกี่ยวกับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ซึ่งผู้เรียนควรเข้าใจและมีทักษะเกี่ยวกับประเภทสินค้า อุปกรณ์ การขนถ่าย กฎระเบียบ ความปลอดภัย การออกแบบเส้นทางในด้านการวางแผนกลยุทธ์ในการวางแผนปฏิบัติการและวางแผนทางด้านการพยากรณ์⁵⁰ แต่ในหลักสูตรมีเพียงวิชาเศรษฐศาสตร์การขนส่ง (Transport Economics) ซึ่งเป็นวิชาเชิงบรรยายศึกษาด้านทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์การขนส่งทางถนน ทางน้ำ ทางอากาศ และวิชาการจัดการโซ่อุปทานเชิงกลยุทธ์ (Strategic Supply Chain Management) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การขนส่ง และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจัดการการขนส่งแบบต่อเนื่องเท่านั้น

ในด้านทักษะทางสังคม (Soft Skill) หลักสูตรมีการเรียนการสอนในรายวิชาการเตรียมความพร้อมการปฏิบัติงาน (Preparation for Careers) ซึ่งเป็นวิชาเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทักษะอื่นที่จำเป็น รวมถึงการจัดการทางอารมณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน และวิชาภาษาอังกฤษเพื่อโลจิสติกส์ ซึ่งเน้นการฟัง พูด อ่าน เขียนภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในงานด้านโลจิสติกส์

● หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เปิดการเรียนการสอนตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีแผนการรับนักศึกษาประมาณ 50 คนต่อปี ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มีการเรียนการสอนแบบสองภาษา (ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ) และต้องเรียนวิชาเอกด้านวิศวกรรมโลจิสติกส์ไม่น้อยกว่า 72 หน่วยกิต ทั้งนี้ หลักสูตรดังกล่าวได้รับความร่วมมือในการร่างโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากทั้ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ และภาคเอกชนคือบริษัท เฟรนลี่กรุ๊ป โลจิสติกส์ จำกัด

ในการเรียนชั้นปีที่ 1 จะเริ่มเรียนในวิชาที่เกี่ยวกับพื้นฐานวิศวกรรม เช่น ฟิสิกส์ เคมี การเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมไฟฟ้า หลักกลศาสตร์ทางด้านวัสดุ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งแตกต่างจากการเรียนการสอนในสาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เน้นการปูพื้นฐานด้วยวิชาการบริหารธุรกิจ และเริ่มเรียนวิชาเอกด้านวิศวกรรมโลจิสติกส์ ในชั้นปีที่ 2 นอกจากนี้ หลักสูตรของสาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ มศว. มีการเรียนการสอนรายวิชาเชิงปฏิบัติที่มากกว่า ประกอบกับ การเรียนวิชาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ด้านวิศวกรรมมา

⁵⁰ เรื่องเดียวกัน

ประยุกต์ใช้ในด้านโลจิสติกส์การจัดการและการออกแบบระบบโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทานเชิงวิศวกรรมได้ เช่น วิชาการระบบอัตโนมัติและการขนถ่ายวัสดุ ซึ่งศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติขั้นในการขนส่งวัสดุและโลจิสติกส์

แนวทางการปรับปรุงพัฒนาของหลักสูตร จะพัฒนาให้สอดคล้องกับมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติสาขาวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งกำหนดโดย สกอ.และมีการวิพากษ์หลักสูตร โดยผ่านการประชุมความร่วมมือระหว่างสถาบันและการสำรวจความต้องการแรงงาน ซึ่งจะมีการปรับปรุงหลักสูตรในทุก 5 ปี เพื่อให้ทันสมัย และตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการ นอกจากนี้ หลักสูตรยังสนับสนุนให้คณาจารย์ทำงานวิจัยหรือร่วมฝึกอบรมกับสถานประกอบการ และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสถาบันที่มีความร่วมมือ เพื่อให้คณาจารย์นำความรู้ที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้ในการเรียน⁵¹

หลักสูตรดังกล่าว ยังมีวิชาที่นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการโลจิสติกส์ เช่น วิชาการระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีทางโลจิสติกส์ (Information Systems and Technology for Logistics) ซึ่งศึกษาการนำระบบอิเล็กทรอนิกส์และอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการจัดการโลจิสติกส์ วิชาการจำลองแบบโซ่อุปทาน (Supply Chain Simulation) ซึ่งศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรมสเปรดชีต และโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ เพื่อจำลองกระบวนการด้านโลจิสติกส์ และวิชาการดำเนินงานและกลยุทธ์โซ่อุปทาน (Logistics Operations and Strategy Management) ซึ่งศึกษาการจัดทำแผนกลยุทธ์เพื่อสร้างกลยุทธ์ทางโลจิสติกส์

จากการพิจารณาวิชาในหลักสูตรกับทักษะความรู้ที่จำเป็นทางด้านโลจิสติกส์พบว่า หลักสูตรครอบคลุมทักษะความรู้ในด้านคำสั่งซื้อและสินค้าคงคลัง (Order & Inventory) การจัดซื้อ จัดหา และจัดจ้าง (Procurement) คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า (Warehouse & Distribution Center) รวมถึง ยังมีวิชา ระบบการวางแผนทรัพยากรขององค์กร (Enterprise Resources Planning Systems) ที่เน้นศึกษาการใช้งานโมดูลต่างๆ ของระบบการวางแผนทรัพยากรขององค์กร (ERP) วิชาการออกแบบโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

อย่างไรก็ตาม หลักสูตรยังขาดวิชาเชิงปฏิบัติการเฉพาะทางที่เกี่ยวกับการขนส่งถนน ทางน้ำ ทางอากาศ ทางราง และทางท่อเฉพาะทาง และยังไม่มีความเชี่ยวชาญด้านดิจิทัลเพื่อนำไปสู่ทักษะความรู้ด้าน Big data, Cloud Computing และการวิเคราะห์ผลของเทคโนโลยีเพื่อใช้ประโยชน์ในทางด้านการจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งเป็นทักษะความรู้ระดับสูงและเทคโนโลยีที่สำคัญในอนาคต

โดยสรุป ปัจจุบันมีคณะหรือสาขาที่เปิดสอนทางด้านโลจิสติกส์อยู่แล้วเป็นจำนวนมาก มีตั้งแต่การเรียนที่ปูพื้นฐานทางการบริหารธุรกิจ ทางด้านวิทยาศาสตร์ และทางด้านวิศวกรรม แต่หลักสูตรที่เปิดสอนอยู่ในปัจจุบันยังขาดการเรียนที่นำเทคโนโลยีที่ดิจิทัลที่จะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมเป้าหมาย เช่น Big Data

⁵¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. “หลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต สาขาโลจิสติกส์ ฉบับปรับปรุงปี 2557.” สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2561. ,eng.swu.ac.th/academic/TQF2/T2_BENG%20(Logistics%20Engineering).pdf

และ Cloud Computing มาประยุกต์ในด้านการจัดการโลจิสติกส์

4.3.6 สรุป

คณะผู้วิจัยมีข้อสังเกตในหลักสูตรที่เกี่ยวกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของไทยเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ดังนี้

ประการแรก หลักสูตรที่เปิดสอนด้านดิจิทัลมีอยู่จำนวนมาก แต่ยังไม่สามารถทำให้ผู้ที่จบการศึกษานำความรู้ไปปฏิบัติงานได้จริง และยังไม่สามารถประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีดิจิทัลที่จะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมเป้าหมายได้เท่าที่ควร

ประการที่สอง จำนวนสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนเฉพาะด้าน ในอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ และอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนและซ่อมบำรุงอากาศยาน ยังมีไม่มากนัก ขณะที่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่มีสถาบันการศึกษาที่เปิดสอนเฉพาะทางอยู่เลย

ประการที่สาม หลักสูตรที่มีอยู่ในปัจจุบันบางส่วน ยังไม่มีความร่วมมือกับภาคเอกชนในการร่างและการพัฒนาหลักสูตร และภาครัฐบาลยังขาดมาตรการที่ชัดเจนสำหรับการสนับสนุนให้ภาคเอกชนและสถาบันการศึกษามีความร่วมมือในการพัฒนาหลักสูตรให้ตอบโจทย์กับภาคอุตสาหกรรม

ประการสุดท้าย มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ ที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการยังไม่สอดคล้องกับแนวโน้มของเทคโนโลยี รวมถึงการพัฒนาหลักสูตรระดับปริญญาตรีตามแนวทางของประกาศกระทรวงศึกษาธิการ⁵² ที่กำหนดให้ต้องปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยอย่างน้อยทุก 5 ปี อาจล่าช้าเกินไป และทำให้หลักสูตรไม่ทันสมัย หากเป็นหลักสูตรที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

⁵² ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ.2558 ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 132 ตอนพิเศษ 295 ง. (13 พฤศจิกายน 2558).

บทที่ 5 นโยบายการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดี

จากการทบทวนนโยบายการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศหรือเขตเศรษฐกิจที่มีแนวปฏิบัติที่ดี (Good Practice) ได้แก่ สิงคโปร์ เกาหลีใต้ ไต้หวัน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย คณะผู้วิจัยพบว่า นโยบายหลักในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศเหล่านี้ ได้แก่ นโยบายการส่งเสริมการจ้างแรงงานต่างด้าวทักษะสูงจากต่างประเทศ และนโยบายการพัฒนากำลังคนในประเทศด้วยระบบการศึกษาและฝึกอบรมที่มีคุณภาพ

5.1 นโยบายการส่งเสริมการจ้างแรงงานทักษะสูงจากต่างประเทศ

5.1.1 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของสิงคโปร์¹

สิงคโปร์เป็นประเทศขนาดเล็กที่มีความสามารถในการแข่งขันเป็นอันดับต้นๆ ของโลก ความสำเร็จของสิงคโปร์นั้นเกิดจากปัจจัยสำคัญหลายประการ รวมทั้งนโยบายด้านกำลังคนของประเทศ ซึ่งมุ่งดึงดูดแรงงานทักษะสูงให้เข้ามาทำงานหรือนักธุรกิจให้เข้ามาประกอบกิจการในสิงคโปร์ นอกเหนือจากการมุ่งพัฒนากำลังคนในประเทศให้มีคุณภาพสูง

รัฐบาลสิงคโปร์ได้กำหนดยุทธศาสตร์ด้านแรงงานต่างด้าว ในปี พ.ศ. 2528 โดยกำหนดเป้าหมายสำคัญ 2 ประการคือ

- 1) นำเข้าแรงงานทักษะต่ำเพื่อแก้ไขความขาดแคลน แต่ไม่ส่งเสริมให้อาศัยในประเทศเป็นเวลานาน
- 2) ดึงดูดแรงงานทักษะสูงเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยส่งเสริมให้แรงงานกลุ่มนี้อยู่ในประเทศเป็นการถาวร

มาตรการสำคัญที่รัฐบาลสิงคโปร์ใช้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ประการคือ ระบบการออกใบอนุญาตทำงานที่แบ่งเป็น 5 ประเภทดังต่อไปนี้

1) Work Permit

Work Permit เป็นใบอนุญาตทำงานระดับต่ำสุดที่ออกให้แก่แรงงานทักษะต่ำหรือแรงงานกึ่งฝีมือ ซึ่งมีประมาณ 980,800 คน ในปีพ.ศ.2555 หรือประมาณร้อยละ 73.4 ของแรงงานต่างชาติทั้งหมด โดยมีข้อกำหนดที่สะท้อนความไม่ต้องการให้แรงงานกลุ่มนี้อยู่ถาวรในประเทศ 2 ประการคือ

¹ Kaori Iwasaki. "Singapore's Strategies for Attracting Highly-Skilled Foreign Human Resources – How does Singapore Recruit Foreign Talent?." *RIM Pacific Business and Industries*. Vol. XV (2015). No. 56.

ประการแรก รัฐบาลเก็บ “ภาษีแรงงานต่างชาติ” (Foreign Worker Levy) จากนายจ้างต่อหัวแรงงานที่จ้าง โดยอัตราภาษีขึ้นอยู่กับอาชีพและระดับทักษะของลูกจ้าง ทั้งนี้ รัฐบาลอาจปรับอัตราภาษีฯ เพื่อบริหารอุปสงค์แรงงานต่างชาติ เช่น หากต้องการให้จำนวนแรงงานต่างชาติลดลง ก็จะเพิ่มอัตราภาษีฯ

ประการที่สอง รัฐบาลห้ามไม่ให้ผู้ถือ Work Permit แต่งงานหรือคลอดบุตรในประเทศ ยกเว้นได้รับอนุญาตจากกระทรวงแรงงาน และไม่อนุญาตให้ผู้ถือ Work Permit นำผู้ติดตามเข้าประเทศ

2) S Pass

S Pass เป็นใบอนุญาตทำงานที่ออกให้แก่แรงงานทักษะระดับปานกลาง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.3 ของแรงงานต่างชาติในสิงคโปร์ทั้งหมด

คุณสมบัติของผู้ขอรับ S Pass คือ 1) มีรายได้ไม่น้อยกว่า 2,200 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อเดือน 2) มีวุฒิการศึกษาระดับอนุปริญญาขึ้นไป และ 3) มีประสบการณ์การทำงานมาระยะหนึ่ง

แม้ว่ามาตรการภาษีแรงงานต่างชาติจะถูกนำมาใช้กับผู้ถือ S Pass เช่นเดียวกับผู้ถือ Work Permit แต่ผู้ถือ S Pass นั้นมีสิทธิเหนือกว่าผู้ถือ Work Permit ที่สำคัญ 2 ประการคือ 1) ผู้ถือ S Pass สามารถแต่งงานและมีลูก หรือสามารถนำครอบครัวมาอาศัยในสิงคโปร์ได้ และ 2) ผู้ถือใบอนุญาตระดับ S Pass ขึ้นไปมีสิทธิขอรับสถานะ Permanent Resident

3) Employment Pass

Employment Pass เป็นใบอนุญาตทำงานที่ออกให้แก่แรงงานทักษะสูงที่ทำงานเป็นผู้จัดการผู้บริหาร หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 13.2 ของแรงงานต่างด้าวในสิงคโปร์ โดยคุณสมบัติของผู้ขอรับ Employment Pass คือ 1) ต้องมีรายได้ขั้นต่ำ 3,300 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อเดือน และ 2) ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่าขึ้นไป

เนื่องจากรัฐบาลสิงคโปร์มีเป้าหมายเพิ่มจำนวนแรงงานต่างชาติทักษะสูง มาตรการภาษีแรงงานต่างชาติจึงไม่ถูกนำมาใช้กับผู้ถือใบอนุญาตระดับ Employment Pass ขึ้นไป

4) Personalized Employment Pass

Personalized Employment Pass เป็นใบอนุญาตทำงานที่ออกให้แก่แรงงานทักษะสูง เช่นเดียวกับ Employment Pass แต่ให้สิทธิประโยชน์มากกว่า กล่าวคือ ในขณะที่ใบอนุญาตทำงานประเภทอื่นนั้นผูกติดอยู่กับตำแหน่งงาน ซึ่งหมายความว่าแรงงานต่างด้าวจะต้องขอรับใบอนุญาตทำงานใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนงาน แต่ผู้ถือ Personalized Employment Pass จะสามารถทำงานตำแหน่งใดๆ ก็ได้ตราบดีที่มีการรายงานต่อทางการ

ผู้ขอรับ Personalized Employment Pass จะต้องมียกได้ขั้นต่ำ 18,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อเดือน ยกเว้นในกรณีที่เป็นผู้ถือ Employment Pass อยู่แล้ว จะต้องมียกได้ขั้นต่ำ 12,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อเดือน

ใบอนุญาตทำงานประเภท Personalized Employment Pass นั้นไม่สามารถต่ออายุได้ ในกรณีที่ใบอนุญาตทำงานดังกล่าวหมดอายุลง ผู้ถือใบอนุญาตฯ จะต้องขอรับ S Pass หรือ Employment Pass

5) EntrePass²

EntrePass เป็นใบอนุญาตทำงานสำหรับผู้ประสงค์จะประกอบธุรกิจในประเทศสิงคโปร์ โดยผู้ขอรับ EntrePass จะต้องมีส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ในธุรกิจที่มีทุนจดทะเบียนอย่างน้อย 50,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ และเป็นธุรกิจที่ตรงตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 ใน 4 ข้อ ดังนี้

- ได้รับการร่วมลงทุนจาก Venture Capital หรือ Angel Capital ที่รัฐบาลรับรอง
- เป็นเจ้าของทรัพย์สินทางปัญญา
- มีโครงการวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัยในสิงคโปร์ หรือสถาบันด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัย (Agency for Science, Technology and Research: A*STAR)
- เป็นบริษัทที่อยู่โครงการบ่มเพาะกิจการใหม่ของรัฐบาล (Government Supported Incubator)

กล่าวโดยสรุป ระบบบริหารแรงงานต่างด้าวของสิงคโปร์มีจุดเด่นคือ หนึ่ง มีการแยกแยะประเภทใบอนุญาตทำงานของแรงงานทักษะระดับต่างๆ ชัดเจน สอง มีมาตรการควบคุมปริมาณและจำกัดสิทธิการอยู่อาศัยถาวรของแรงงานทักษะต่ำ สาม ให้สิทธิพิเศษแก่แรงงานทักษะสูง

5.1.2 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของออสเตรเลีย

การอนุญาตการทำงานของชาวต่างด้าวทักษะสูงของประเทศออสเตรเลียนั้นใช้ระบบวีซ่าแทนการให้ใบอนุญาตทำงาน โดยวีซ่าที่อนุญาตให้ผู้ถือสามารถทำงานได้นั้นแบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

● วีซ่าสำหรับผู้ที่ได้รับการรับรองจากนายจ้าง (Employer Sponsored VISA)

ชาวต่างชาติทักษะสูงที่ได้รับการรับรองโดยนายจ้างสามารถขอวีซ่าประเภทนี้ได้ โดยสถานประกอบการที่สามารถเสนอชื่อรับรองได้นั้นจะต้องผ่านหลักเกณฑ์ขั้นต่ำว่าด้วยการจัดฝึกอบรมทักษะแรงงาน และต้องจ่ายค่าจ้างให้แก่แรงงานต่างชาติไม่น้อยไปกว่าแรงงานภายในประเทศ และมีเงื่อนไขอื่นๆ คือ

1. ผู้ขอรับวีซ่าจะต้องประกอบอาชีพที่อยู่ใน “รายการอาชีพที่ได้รับการรับรอง” (Consolidated

² Government of Singapore. “EntrePass.” Ministry of Manpower. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2561.
<http://www.mom.gov.sg/passes-and-permits/entrepass>.

Sponsored Occupation List)

2. ผู้ขอรับวีซ่าจะต้องมีใบรับรองคุณวุฒิวิชาชีพที่ออกโดยหน่วยงานที่ประกาศอยู่ในบัญชี รายการอาชีพที่ได้รับการรับรอง หรือมีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ
3. ผู้ขอรับวีซ่าจะต้องสามารถใช้ภาษาอังกฤษได้

● วีซ่าสำหรับผู้ที่ได้รับการเชื้อเชิญให้ขอรับ³

ชาวต่างชาติอาจได้รับการเชื้อเชิญให้ขอรับวีซ่ากลุ่มนี้ หากมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. มีทักษะผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ซึ่งวัดโดยใช้ระบบคะแนนทักษะ (Point Test) ที่ประกอบไปด้วย องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น อาชีพ ระดับการศึกษา ใบประกาศรับรองคุณวุฒิวิชาชีพ ประสบการณ์ทำงาน และการได้รับการรับรองจากรัฐบาลหรือญาติใกล้ชิด เป็นต้น
2. ผู้ที่ประกอบอาชีพใน รายการอาชีพทักษะสูง (Skilled Occupation List) สามารถขอรับวีซ่า ได้โดยไม่ต้องมีผู้รับรอง
3. ผู้ที่ประกอบอาชีพใน รายการอาชีพที่ได้รับการรับรอง จะต้องได้รับการรับรองจากรัฐบาลจึง จะสามารถขอวีซ่าได้
4. ผู้ขอรับวีซ่าจะต้องมีใบรับรองคุณวุฒิวิชาชีพที่ออกโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามบัญชี รายการอาชีพทักษะสูง หรือ รายการอาชีพที่ได้รับการรับรอง หรือมีใบอนุญาตประกอบ วิชาชีพ
5. แสดงความประสงค์ต่อทางการว่าต้องการทำงานในประเทศออสเตรเลีย

● วีซ่าทำงานชั่วคราว (Temporary Work VISA)

วีซ่าทำงานชั่วคราวเป็นวีซ่าสำหรับผู้ 1) อยู่ในโครงการแลกเปลี่ยนบุคลากรหรืออยู่ในโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ⁴ 2) เป็นตัวแทนรัฐบาลต่างประเทศหรือทำงานสอนภาษาต่างประเทศ 3) เป็นผู้จัดการ แข่งขันกีฬา ผู้ฝึกสอนนักกีฬา หรือเป็นนักกีฬาอาชีพ 4) เป็นผู้ประกอบพิธีการทางศาสนา (religious worker) และ 4) เป็นผู้รับใช้ของเจ้าหน้าที่ทางการทูตของต่างประเทศ หรือเป็นผู้รับใช้ของผู้บริหารระดับสูงจาก ต่างประเทศ⁵

³ Australian Government. "Visa Options Comparison Charts 1". Department of Immigration and Border Protection. <http://www.border.gov.au/Trav/Work/Empl/Visa-options-comparison-charts>. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561

⁴ Australian Government. "Temporary Work (Long Stay Activity) visa (subclass 401)." Department of Immigration and Border Protection. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.border.gov.au/Trav/Visa-1/401>.

⁵ Australian Government. "Temporary Work (International Relations) visa (subclass 403)." Department of Immigration and Border Protection. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.border.gov.au/Trav/Visa-1/403>.

- ตัวอย่างการขอวีซ่าทำงาน: กรณีอาชีพผู้จัดการโครงการก่อสร้าง (Construction Project Manager)

เนื่องจากอาชีพผู้จัดการโครงการก่อสร้างอยู่ทั้งในบัญชี รายการอาชีพทักษะสูง และรายการอาชีพที่ได้รับการรับรอง ผู้ประสงค์จะทำงานสามารถขอรับวีซ่าได้ ทั้งประเภทวีซ่าสำหรับผู้ที่ได้รับการรับรองจากนายจ้างและวีซ่าสำหรับผู้ที่ได้รับการเชื้อเชิญให้ขอรับ

ในกรณีแรก นายจ้างที่เป็นผู้รับรองผู้ประสงค์จะทำงานจะต้องยื่นคำร้องต่อสำนักงานตรวจคนเข้าเมือง โดยข้อมูลสำคัญในใบคำร้องประกอบไปด้วย 1) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับธุรกิจ 2) ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดฝึกอบรมทักษะแรงงานของนายจ้าง และ 3) รายละเอียดสัญญาจ้างงานระหว่างนายจ้างและผู้ประสงค์จะทำงาน ผู้ประสงค์จะทำงานจะต้องยื่นคำร้องสำนักงานตรวจคนเข้าเมือง โดยในใบคำร้องจะต้องแนบด้วยเอกสารสำคัญคือ ใบรับรองคุณวุฒิวิชาชีพ ซึ่งในกรณีอาชีพผู้จัดการโครงการก่อสร้างนั้น รัฐบาลให้อำนาจสถาบันจัดทดสอบมาตรฐานทักษะวิชาชีพ VETASSESS เป็นผู้ออกเอกสารรับรอง

ในกรณีที่สอง ผู้ประสงค์จะทำงานจะต้องลงทะเบียนและแสดงความประสงค์ต่อสำนักงานตรวจคนเข้าเมืองผ่านระบบ Skill Select โดยสำนักงานตรวจคนเข้าเมืองจะส่งคำเชิญให้ผู้ที่ได้แสดงความประสงค์ไว้เข้าสู่กระบวนการขอรับวีซ่า ทั้งนี้การส่งคำเชิญนั้นจัดขึ้นเป็นรอบๆ เดือนละสองครั้ง และในแต่ละปีจะมีการกำหนดโควตาคำเชิญสำหรับแต่ละสาขาอาชีพ⁶ การคัดเลือกผู้ที่จะได้รับคำเชิญนั้นใช้หลักเกณฑ์พิจารณาจากผู้ได้คะแนนทักษะสูงสุดไล่ลงมาจนครบโควตา หรือจนกว่าจะไม่มีผู้แสดงความประสงค์ที่มีคะแนนทักษะผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำเหลือ⁷

5.1.3 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของสหรัฐอเมริกา

ชาวต่างชาติที่ประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ทำงานได้นั้นแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ 1) ผู้ถือวีซ่าทำงานถาวร หรือ Green Card 2) วีซ่าทำงานชั่วคราว และ 3) ผู้ถือวีซ่าประเภทอื่น แต่ได้รับเอกสารอนุญาตการทำงาน (Employment Authorization Document - EAD) จากกระทรวงแรงงาน

⁶ ในปีปัจจุบันมีการกำหนดโควตาของทุกสาขาอาชีพรวมกันประมาณ 160,000 คำเชิญ โดยในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาได้มีการส่งคำเชิญไปแล้วประมาณ 28,000 คำเชิญ

⁷ Australian Government, "SkillSelect," Department of Immigration and Border Protection, สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561, <https://www.homeaffairs.gov.au/trav/work/skil>

● วีซ่าทำงานถาวร⁸

วีซ่าทำงานถาวร (Green Card) อนุญาตให้ผู้ถือสามารถทำงานและอาศัยในประเทศได้โดยไม่กำหนดระยะเวลา และสามารถยื่นขอเป็นพลเมืองได้เมื่อครบกำหนด 5 ปี รัฐบาลได้กำหนดโควตาการออกวีซ่าทำงานถาวรไว้ที่ 140,000 คนต่อปี โดยได้จำแนกประเภทชาวต่างชาติ ตามลำดับความสำคัญ และกำหนดจำนวนโควตาต่อปีสำหรับแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การจัดประเภทกลุ่มแรงงานชาวต่างชาติ ตามลำดับความสำคัญ

ลำดับ	ประเภทของแรงงาน	โควตาต่อปี (คน)
1	แรงงานที่มีความสำคัญสูง (Priority Worker) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถยอดเยี่ยมด้านวิทยาศาสตร์ ด้านศิลปะ ด้านการศึกษา หรือด้านธุรกิจ หรือเป็นนักวิชาการ หรือผู้บริหารระดับสูงที่มีความโดดเด่นในวิชาชีพ	40,000
2	ผู้ประกอบการวิชาชีพที่มีวุฒิการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรีหรือมีความสามารถในเชิงวิชาชีพยอดเยี่ยม	40,000
3	แรงงานทักษะที่มีประสบการณ์การฝึกอบรมหรือประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 2 ปี หรือแรงงานวิชาชีพที่มีการศึกษาอย่างน้อยระดับปริญญาตรี	40,000
4	นักลงทุนที่ได้ลงทุนในกิจการภายในประเทศเป็นจำนวนเงินอย่างน้อย 500,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ และทำให้เกิดการจ้างงานอย่างน้อย 10 คน	10,000
5	ผู้เข้าเมืองกลุ่มพิเศษ เช่น ผู้ประกอบพิธีทางศาสนา ลูกจ้างของการไปรษณีย์สหรัฐอเมริกาในต่างประเทศ ล่ามแปลภาษา และอดีตลูกจ้างของรัฐบาลอเมริกัน	
6	แรงงานไร้ทักษะ	5,000

ที่มา: Immigration Policy Center, Employment-Based Immigration to the United States⁹

หมายเหตุ: หากจำนวนวีซ่าสำหรับกลุ่มประเภทที่ 1 ไม่ครบตามโควตาที่กำหนด ส่วนที่เหลือจะถูกโอนไปให้ชาวต่างชาติกลุ่มที่มีความสำคัญรองลงมาคือ กลุ่มประเภทที่ 2 และหากจำนวนวีซ่าสำหรับกลุ่มประเภทที่ 2 ไม่ครบตามโควตาที่กำหนด ส่วนที่เหลือจะถูกโอนไปให้กลุ่มประเภทที่ 3

● วีซ่าทำงานชั่วคราว

วีซ่าทำงานชั่วคราวแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ แรงงานวิชาชีพขั้นสูง แรงงานชั่วคราวในภาคเกษตรกรรม แรงงานชั่วคราวตามฤดูกาล และผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5.2

⁸ American Immigration Council. "Employment-Based Immigration to the United States." Immigration Policy Center. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. http://www.immigrationpolicy.org/sites/default/files/docs/Employment_Facts_032911.pdf.

⁹ Ibid.

ตารางที่ 5.2 ประเภทวิชาทำงานชั่วคราวในประเทศสหรัฐอเมริกา¹⁰

ประเภทวิชา	โควตา	อายุวิชา	การรับรองจาก กระทรวงแรงงาน	การขอวีซ่าทำงาน ถาวร
H-1B: แรงงานวิชาชีพขั้นสูง	85,000 คน โดย 20,000 คนสำหรับผู้มี การศึกษาระดับ ปริญญาโทขึ้นไป	3 ปี และต่อได้สูงสุด 6 ปี	ไม่จำเป็น	นายจ้างสามารถเสนอ ชื่อรับรองเพื่อให้ผู้ถือฯ สามารถขอวีซ่าทำงาน ถาวรได้
H-2A: แรงงานชั่วคราวใน ภาคเกษตรกรรม	ไม่มีการกำหนด โควตา แต่โดยทั่วไป แล้วจะมีการออกวีซ่า 4 – 5 หมื่นใบต่อปี	1 ปี และต่อได้สูงสุด 3 ปี	นายจ้างต้องได้รับการ รับรองจากกระทรวง แรงงานว่าแรงงานที่ ต้องการนั้นเป็น ตำแหน่งที่ขาดแคลน	ไม่ได้
H-2B: แรงงานชั่วคราวตาม ฤดูกาล	66,000 คนต่อปี	1 ปี และต่อได้สูงสุด 3 ปี	นายจ้างต้องได้รับการ รับรองจากกระทรวง แรงงานว่าแรงงานที่ ต้องการนั้นเป็น ตำแหน่งที่ขาดแคลน	ไม่ได้
L-1A และ L-1B: ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่นาย จ้างปัจจุบันเป็นสถาน ประกอบการในเครือ/ สถานประกอบการ เดียวกับที่เคยว่าจ้างผู้ ถือวีซ่าฯ ในอดีต	ไม่มีกำหนด	3 ปีในกรณีทั่วไป และ 1 ปีในกรณีที่ เป็นการตั้งสำนักงาน ใหม่ วีซ่า L-1A สามารถ ต่ออายุได้ถึง 7 ปี และ L-1B ถึง 5 ปี	ไม่จำเป็น	นายจ้างสามารถเสนอ ชื่อรับรองเพื่อให้ผู้ถือฯ สามารถขอวีซ่าทำงาน ถาวรได้

ที่มา: Immigration Policy Center, Employment-Based Immigration to the United States¹¹

● ผู้ถือเอกสารอนุญาตทำงาน¹²

นายจ้างไม่มีสิทธิว่าจ้างผู้ที่ไม่ได้มีวีซ่าทำงาน นอกจากผู้ทำงานนั้นได้รับเอกสารอนุญาตทำงาน (Employment Authorization Document: EAD) จากกระทรวงแรงงานก่อน โดยผู้ที่สามารถยื่นขอ EAD จำแนกเป็น 5 กลุ่มหลัก คือ

1. ผู้ลี้ภัยทางการเมืองหรือผู้ลี้ภัยอื่นๆ
2. พลเมืองประเทศในความคุ้มครองของสหรัฐอเมริกา
3. ผู้ที่อยู่ในการอุปการะดูแล (dependents) ของเจ้าหน้าที่ทางการทูตหรือเจ้าหน้าที่องค์กร

¹⁰ Ibid.

¹¹ Ibid.

¹² Federal government of the United States. “Instructions for I-765. Application for Employment Authorization.” Department of Homeland Security. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.uscis.gov/sites/default/files/files/form/i-765instr.pdf>.

ระหว่างประเทศ

4. ผู้รับใช้ที่ติดตามนายจ้างมาจากต่างประเทศ
5. คู่ครองและผู้ที่อยู่ในการอุปการะดูแลของพลเมืองอเมริกันหรือชาวต่างชาติที่มีวีซ่าทำงาน

5.1.4 ระบบการอนุญาตทำงานสำหรับชาวต่างชาติของไต้หวัน

รัฐบาลไต้หวันต้องการดึงดูดให้ชาวต่างชาติเข้ามาทำงานในประเทศให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และความสามารถด้านนวัตกรรม การวิจัย และการพัฒนาของประเทศ¹³ ในวันที่ 31 ตุลาคม 2560 สภานิติบัญญัติไต้หวันจึงได้ผ่านกฎหมาย พระราชบัญญัติว่าด้วยการรับสมัครและจ้างงานนักวิชาชีพต่างชาติ หรือ Act for the Recruitment and Employment of Foreign Professionals เพื่อเพิ่มจำนวนแรงงานต่างชาติที่มีทักษะสูงในไต้หวันโดยการลดข้อจำกัดด้านต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้นักวิชาชีพต่างชาติ สามารถสมัครเป็นผู้มีถิ่นที่อยู่ถาวรในไต้หวัน (Permanent Residence) ได้สะดวกขึ้นและได้รับอนุญาตให้สามารถทำงานในสาขาวิชาชีพอื่นๆ ซึ่งต้องได้รับใบอนุญาตก่อนได้ เช่น อาชีพผู้สอน (lecturer)

ภายใต้กฎหมายดังกล่าว วีซ่าสำหรับนักวิชาชีพต่างชาติจำแนกเป็น 3 กลุ่ม¹⁴ ได้แก่ (1) นักวิชาชีพต่างชาติ (Foreign Professional) (2) นักวิชาชีพพิเศษต่างชาติ (Foreign Special Professional) และนักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติ (Foreign Senior Professional) และ (3) ผู้ประกอบการ (Entrepreneur) (ภาพที่ 5.1)

ภาพที่ 5.1 ระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติของไต้หวัน

วีซ่าสำหรับนักวิชาชีพชาวต่างชาติจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- 1 นักวิชาชีพต่างชาติ (Foreign Professional)
 - กำหนดให้ 10 วิชาชีพ เช่น ครูในระดับมหาวิทยาลัย คนงานในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ของประเทศสามารถเข้ามาทำงานได้
- 2 นักวิชาชีพพิเศษต่างชาติ (Foreign Special Professional) นักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติ (Foreign Senior Professional)
 - เป็นบุคลากรที่มีทักษะสูงซึ่งมีความเชี่ยวชาญในด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจ การศึกษา วัฒนธรรม
 - ได้รับใบอนุญาตทำงาน 5 ปีและต่ออายุได้
 - ได้รับสิทธิบัตร 4-in-1 Employment Gold Pass ซึ่งประกอบไปด้วย ใบสำคัญถิ่นที่อยู่ (Alien Resident Certificate) ใบอนุญาตเข้าออกประเทศ (Re-entry Permit) ใบอนุญาตทำงาน (Work Permit) และ วีซ่าสำหรับพำนักระยะยาว
- 3 วีซ่าผู้ประกอบการ (Entrepreneur Visa)
 - รัฐบาลต้องการดึงดูดการลงทุนเข้ามาในประเทศให้มากขึ้น ซึ่งเดิม นักลงทุนจะต้องเข้ามาตั้งบริษัทในประเทศก่อน
 - นักลงทุนต่างชาติที่ต้องการเริ่มกิจการสามารถสมัครวีซ่าสำหรับผู้ประกอบการ (Entrepreneur Visa) สำหรับตนเองหรือสมัครพร้อมกับหุ้นส่วนไม่เกิน 3 คน
 - นักลงทุนเข้าออกประเทศโดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง โดยมีอายุการใช้งาน 1 ปี และต่ออายุได้อีก 2 ปี

ที่มา: Taiwan enacts foreign professional recruitment act¹⁵

¹³ National Development Council, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561, https://www.ndc.gov.tw/en/Content_List.aspx?n=90BEB862317E93FC.

¹⁴ Republic of China, “Taiwan enacts foreign professional recruitment act,” Executive Yuan, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561, https://english.ey.gov.tw/News_Hot_Topic.aspx?n=A5F2391CB84379C0& sms=027DD 9EAD0330027.

¹⁵ Ibid.

- **นักวิชาชีพต่างชาติ (Foreign Professionals)**

นักวิชาชีพต่างชาติที่จะเข้ามาทำงานในไต้หวันจะต้องยื่นหนังสือเพื่อขอวีซ่าสำหรับพำนักระยะสั้น (Visiting Visa) หรือวีซ่าสำหรับพำนักระยะยาว (Residence Visa) ที่สำนักงานเศรษฐกิจและวัฒนธรรมไทเป โดยจะมีเวลา 16 วันในการยื่นขอใบอนุญาตทำงาน (Work Permit) ใบอนุญาตเข้าออกประเทศ (Re-entry Permit) และใบรับรองถิ่นที่อยู่สำหรับคนต่างด้าวในไต้หวัน (Alien Resident Certificate)

สำหรับใบอนุญาตทำงานนั้น นายจ้างของนักวิชาชีพต่างชาติจะต้องเป็นผู้ยื่นขอใบอนุญาตดังกล่าว ให้แก่นักวิชาชีพต่างชาติโดยตรง โดยเมื่อได้รับใบอนุญาตแล้ว คู่สมรสและบุตรจึงจะสามารถยื่นขอวีซ่า ผู้ติดตาม (Dependent Visa) ได้ และบุตรในวัยทำงานยังได้รับอนุญาตให้ทำงานได้ด้วย

ภายใต้พระราชบัญญัติบริการจัดหางาน พ.ศ. 2535 (Employment Service Act of 1992) ฉบับที่ 46 ของไต้หวัน นักวิชาชีพต่างชาติสามารถขอรับใบอนุญาตทำงานในอาชีพดังต่อไปนี้¹⁶:

- 1) งานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญ หรืองานด้านเทคนิค (Specialized or Technical Work)
- 2) กรรมการ หรือ ผู้บริหารของบริษัทต่างชาติที่ลงทุนในไต้หวัน (Director or Manager of an Approved Business Invested or Established by Foreigners)
- 3) ครูที่สอนในมหาวิทยาลัยรัฐ เอกชน และโรงเรียนสอนภาษา (School Teacher)
- 4) ครูสอนภาษาแบบเต็มเวลา (Full-time Foreign Teachers in Cram School)
- 5) ผู้ฝึกสอนกีฬา และนักกีฬา (Sports Coaching or Athlete)
- 6) นักบวช ศิลปิน และงานธุรกิจการแสดง (Religious, artistic, and show business Work)
- 7) ลูกเรือของเรือพาณิชย์ (Crew member of a merchant vessel)
- 8) งานประมงด้วยเบ็ดหรือแห (Marine fishing/netting work)
- 9) คนงานในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ของประเทศ หรือตามความต้องการในการพัฒนาทาง เศรษฐกิจและสังคม (Workers in response to national major construction project(s) or economic/social development needs)
- 10) งานผู้ช่วยแม่บ้านและพยาบาล (household assistant and nursing work)

- **นักวิชาชีพพิเศษต่างชาติ (Foreign Special Professionals) และนักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติ (Foreign Senior Professionals)**

แรงงานต่างชาติในกลุ่มนักวิชาชีพพิเศษต่างชาติ และนักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติ เป็นบุคคลากรที่มีทักษะสูงซึ่งมีความเชี่ยวชาญในด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจ การศึกษา วัฒนธรรม กีฬา และอื่นๆ บุคคลเหล่านี้จะได้รับใบอนุญาตทำงาน 5 ปี และต่ออายุได้ นอกจากนี้ นักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติมีสิทธิ

¹⁶ Republic of China, "Employment Services Act, Article 46," Laws and Regulation database สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2561, <http://law.moj.gov.tw/Eng/LawClass/LawAll.aspx?PCode=N0090001>.

ประโยชน์มากกว่านักวิชาชีพพิเศษต่างชาติ โดยที่คู่สมรส และบุตรสามารถสมัครที่อยู่อาศัยถาวรพร้อมกับนักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติได้¹⁷

ทั้งนี้ นักวิชาชีพในกลุ่มนี้จะได้รับสิทธิสมัคร 4-in-1 Employment ‘Gold’ Pass ซึ่งประกอบไปด้วย ใบสำคัญถิ่นที่อยู่ (Alien Resident Certificate) ใบอนุญาตเข้าออกประเทศ (Re-entry Permit) ใบอนุญาตทำงาน (Work Permit) และ วีซ่าสำหรับพำนักระยะยาวซึ่งมีอายุ 3 ปี ซึ่งช่วยให้นักวิชาชีพพิเศษต่างชาติและนักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติมีความยืดหยุ่น และอิสระในการประกอบอาชีพ

นอกจากนี้ นักวิชาชีพดังกล่าวสามารถสมัครใบสำคัญถิ่นที่อยู่ถาวร (Alien Permanent Resident Certificate: APRC) หลังจากที่ได้พำนักรอยู่ในประเทศมา 5 ปี (อย่างน้อย 183 วันต่อปี) ซึ่งจะได้สถานะผู้อยู่อาศัยถาวร (Permanent Residence) ทั้งนี้ สิทธิพิเศษจากการมีที่อยู่อาศัยถาวรคือ การได้รับเงินบำนาญหลังเกษียณ และประกันสุขภาพสำหรับทุกคนในครอบครัวที่อาศัยอยู่ในประเทศด้วย¹⁸

นักวิชาชีพพิเศษต่างชาติ และนักวิชาชีพอาวุโสต่างชาติที่มาทำงานครั้งแรกในประเทศจะได้รับสิทธิลดหย่อนภาษี หากมีรายได้ 3 ล้านดอลลาร์ไต้หวันหรือมากกว่า โดยรายได้เพียงครึ่งหนึ่งจะถูกนำมาคำนวณเพื่อหักภาษี สิทธินี้จะไม่รวมถึงแรงงานต่างชาติที่อาศัยอยู่ในประเทศแล้ว¹⁹

• ผู้ประกอบการ (Entrepreneur)

นักลงทุนต่างชาติที่อยากจะเริ่มกิจการในไต้หวันสามารถสมัครวีซ่าสำหรับผู้ประกอบการ (Entrepreneur Visa) สำหรับตนเองหรือสมัครพร้อมกับหุ้นส่วนไม่เกิน 3 คนที่มีส่วนร่วมในกิจการ วีซ่านี้เริ่มมีผลบังคับใช้ในปี พ.ศ. 2558 และอนุญาตให้นักลงทุนเข้าออกประเทศโดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง โดยวีซ่านี้มีอายุการใช้งาน 1 ปี และต่ออายุได้อีก 2 ปี

เป้าหมายของวีซ่าประเภทนี้คือ ความต้องการดึงดูดการลงทุนเข้ามาในประเทศให้มากขึ้น เนื่องจากเดิม นักลงทุนจะต้องเข้ามาตั้งบริษัทในประเทศก่อน จึงจะสามารถขอใบอนุญาตทำงานในประเทศได้ซึ่งเป็นอุปสรรคสำหรับนักลงทุน

คุณสมบัติของผู้สมัครวีซ่าผู้ประกอบการ มีดังนี้²⁰

- กรณีสมัครคนเดียว (ต้องผ่านเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้):

¹⁷ Republic of China, “Taiwan enacts foreign professional recruitment act,” Executive Yuan, 14.

¹⁸ Information For Foreigners In Taiwan, “Operation Directions for Foreign Professionals Applying for the Employment Pass Card,” National Immigration Agency, สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561,

¹⁹ PWC Taiwan, “Taiwan Tax Update,” *Newsletter - Taiwan Tax Update*, สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561, <https://www.pwc.tw/en/publications/taiwan-tax-updates/assets/taiwan-tax-update-20171120.pdf>.

²⁰ Ministry of Economic Affairs, “Entrepreneur Visa,” Contact Taiwan สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561, <https://www.contacttaiwan.tw/main/docdetail.aspx?uid=634&pid=632&docid=258>.

- 1) ต้องมีเงินร่วมลงทุนอย่างน้อย 63,600 ดอลลาร์สหรัฐฯ
- 2) เคยดำเนินธุรกิจในกลุ่มสตาร์ทอัพ (start-up) แล้ว
- 3) เคยจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว
- 4) เคยชนะการแข่งขันใหญ่ในด้านสตาร์ทอัพที่มีชื่อเสียงในระดับโลก
- 5) ได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐบาลได้วัน

- กรณีสมัครหลายคน (ไม่เกิน 3 คน)

- 1) บริษัทที่จดทะเบียนในได้วันแล้ว: ผู้สมัครควรเป็นบุคคลที่อยู่ในตำแหน่งบริหาร (เช่น ผู้บริหาร ผู้ควบคุมดูแล และผู้จัดการ) และต้องมีเงินลงทุนอย่างน้อย 32,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ
- 2) บริษัทที่ไม่ได้จดทะเบียนในได้วัน: ผู้สมัครต้องผ่านเงื่อนไข 1 ใน 5 ของเงื่อนไขสำหรับผู้สมัครคนเดียว

5.2 นโยบายการพัฒนากำลังคนในประเทศ ด้วยระบบการศึกษาและฝึกอบรมที่มีคุณภาพ

5.2.1 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีแผนการพัฒนากำลังคนด้านอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มาอย่างต่อเนื่องและยาวนานนับตั้งแต่สมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยในช่วงปี พ.ศ. 2493 รัฐบาลได้กำหนดแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ และนำเข้าเทคโนโลยีอุตสาหกรรมจากต่างประเทศ เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับแรงงานในประเทศ โดยประมาณร้อยละ 80 ของเทคโนโลยีที่นำเข้าเป็นเทคโนโลยีเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุตสาหกรรมเคมี จนทำให้ในปี พ.ศ. 2513 ญี่ปุ่นมีเทคโนโลยีเทียบเคียงกับสหรัฐอเมริกา และในปี พ.ศ. 2515 ญี่ปุ่นกลายเป็นประเทศที่ส่งออกเทคโนโลยีมากกว่านำเข้าเทคโนโลยี ต่อมา รัฐบาลญี่ปุ่นเปลี่ยนนโยบายในการพัฒนาเทคโนโลยีโดยเน้นการวิจัย พัฒนา นวัตกรรม แทนการลอกเลียนแบบเทคโนโลยี โดยเพิ่มเงินลงทุนด้านวิจัยและพัฒนามากขึ้น และปรับปรุงระบบการศึกษาเพื่อให้ตอบสนองต่อการพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์²¹

● ระบบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา: Super Science High Schools (SSHs)

ในปี พ.ศ.2545 กระทรวงศึกษาธิการ วัฒนธรรม กีฬา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: MEXT) ได้ออกแบบระบบ Super Science High Schools (SSHs) สำหรับการศึกษาในระดับมัธยมปลายที่เน้นการศึกษาด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Science Literacy Enhancement Initiative โดย SSH จะได้รับเงินสนับสนุนจากรัฐบาลเพิ่มเติม และสนับสนุนให้มีการพัฒนาควบคู่กับสถาบันอุดมศึกษา ทั้งนี้ ในปีพ.ศ.

²¹ Shishido, Toshio, Japanese industrial development and policies for science and technology, Science 219(1983): 259-264.

2553 จำนวนโรงเรียน SSH ทั้งหมด 125 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.4 ของโรงเรียนมัธยมปลายทั้งหมด²²

ตัวอย่างโรงเรียน SSH ต้นแบบของญี่ปุ่น²³ คือ Tokyo Tech High School of Science and Technology ซึ่งถูกกำหนดให้เป็น SSH ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 จึงมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรให้เป็น SSH โดยมีแผนการเรียนที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการปฏิบัติ เช่น มีวิชาออกแบบหุ่นยนต์ในหลักสูตร และมีการจัดโครงการในวิชา เช่น การผลิตหุ่นยนต์ หรือการประกวดหุ่นยนต์ เป็นต้น เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนต่อด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีในระดับอุดมศึกษา

- ระบบการศึกษาระดับอนุปริญญา: KOSEN (College of Technology)

ญี่ปุ่นมีระบบการศึกษา KOSEN (College of Technology)²⁴ ซึ่งมีชื่อเสียงมากในการผลิตวิศวกรที่เก่งด้านปฏิบัติ (practical engineers) โดยเปิดสอนหลักสูตรอนุปริญญาด้านวิศวกรรมศาสตร์ 5 ปีสำหรับนักเรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมต้น เพื่อตอบสนองความต้องการแรงงานคุณภาพในช่วงที่อุตสาหกรรมของญี่ปุ่นเติบโตอย่างรวดเร็ว หลักการของ KOSEN คือการนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีสมัยใหม่กับอุตสาหกรรมท้องถิ่นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในสถานที่จริง และทำให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรม

ระบบ KOSEN เกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ.2505 โดยการจัดตั้งวิทยาลัยแห่งชาติ 12 แห่ง และเพิ่มจำนวนเป็น 43 แห่งในปี พ.ศ.2508 ต่อมา ในปี พ.ศ. 2508 ได้มีการจัดตั้งระบบหลักสูตรขั้นสูงสำหรับปริญญาตรีซึ่งเรียนเพิ่มอีก 2 ปี ทั้งนี้ สาขาวิชาหลักที่เปิดสอนในสถาบัน KOSEN จะเน้นด้านวิศวกรรมศาสตร์ สาขาต่างๆ เช่น วิศวกรรมวัสดุศาสตร์และเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมเคมีและชีวภาพ วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสถาปัตยกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยีทางทะเล เป็นต้น

ในปี พ.ศ. 2559 สถาบัน KOSEN มีทั้งหมด 51 วิทยาลัย (55 วิทยาเขต) ซึ่งส่วนใหญ่จัดตั้งโดยรัฐบาลกลาง และกระจายอยู่ทั่วประเทศญี่ปุ่น โดยมีอาจารย์รวม 3,793 คน และพนักงานอื่นๆ รวม 2,461 คน ทั้งนี้ สัดส่วนของอาจารย์มากกว่าร้อยละ 80 จบการศึกษาในระดับปริญญาเอก (ส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ที่จบด้านวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์) ขณะที่ร้อยละ 20 จบการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาเอก (ส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ที่จบด้านศิลปศาสตร์)

รัฐบาลช่วยสนับสนุนค่าเรียนในสถาบัน KOSEN จึงทำให้อัตราค่าเรียนถูกกว่าการเรียนในระดับมหาวิทยาลัยมากกว่าครึ่งหนึ่ง (ตารางที่ 5.3) โดยในปี พ.ศ. 2559 งบประมาณที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ

²² Taiji, Hasegawa, “Super Science High School (SSH),” Japan Science and Technology Agency, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.jstec.go.jp/ia800205.us.archive.org/2/items/Fab11Paper3/Fab11_paper_3.pdf.

²³ Kazuo, Kadota, “STEM Education in Japanese Technical High School: Through Curriculum Development of the Robot Education,” สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2561, https://ia800205.us.archive.org/2/items/Fab11Paper3/Fab11_paper_3.pdf.

²⁴ “KOSEN,” National Institute of Technology, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.kosen-k.go.jp/english/kosen_general_brochure.pdf.

ทั้งสิ้น 80 พันล้านบาท (หรือประมาณ 23.5 พันล้านบาท) และค่าเล่าเรียนประมาณ 234,600 บาทต่อปี (หรือประมาณ 69,000 บาทต่อปี)

ตารางที่ 5.3 ความแตกต่างของค่าธรรมเนียมแรกเข้าและค่าเทอมประจำปีของ KOSEN และมหาวิทยาลัยแห่งชาติ

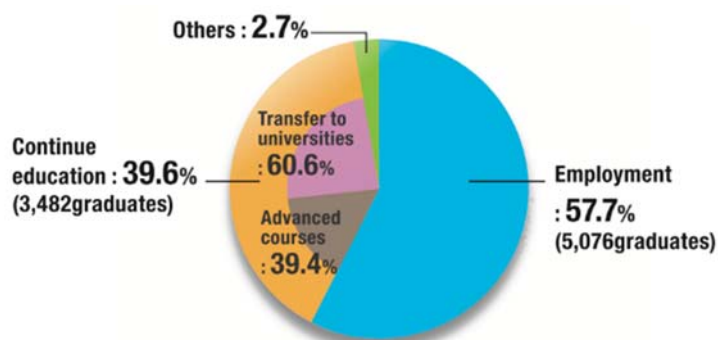
	ค่าธรรมเนียมแรกเข้า (เยน)	ค่าเทอมประจำปี (เยน)
KOSEN	84,600	234,600
มหาวิทยาลัยแห่งชาติ	282,000	535,800

ที่มา: KOSEN Fee & Scholarship²⁵

ระบบการศึกษาของ KOSEN แตกต่างจากจากระบบการศึกษาปกติของนักเรียนในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งจะเป็นระดับชั้นประถม 6 ปี มัธยมต้น 3 ปี มัธยมปลาย 3 ปี และปริญญาตรี 4 ปี (6-3-3-4) ในขณะที่ นักเรียนที่เข้าเรียนในสถาบัน KOSEN จะเริ่มตั้งแต่อายุ 15 ปีคือ หลังจากจบการศึกษาระดับชั้นประถม 6 ปี และมัธยมต้น 3 ปี จากนั้น จึงเข้าเรียนหลักสูตรปกติ (regular course) ที่สถาบัน KOSEN 5 ปี (6-3-5) และจะได้วุฒิการศึกษาระดับอนุปริญญา ทั้งนี้ หากศึกษาต่อในหลักสูตรขั้นสูง (advanced course) ที่สถาบัน KOSEN หรือศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยอีก 2 ปี จะได้รับวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมศาสตร์

ในปีการศึกษา พ.ศ.2559 นักเรียนที่สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรปกติ (5 ปี) หรืออนุปริญญาของระบบ KOSEN มีจำนวนทั้งสิ้น 8,798 คน โดยประมาณเกือบร้อยละ 60 เข้าทำงาน และเกือบร้อยละ 40 ศึกษาต่อ (ในจำนวนนี้ ประมาณร้อยละ 60 เข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย และประมาณร้อยละ 40 ศึกษาต่อหลักสูตรขั้นสูงของ KOSEN) (ภาพที่ 5.2)

ภาพที่ 5.2 นักเรียนที่จบการศึกษาในหลักสูตรปกติของ KOSEN ในปีการศึกษา 2559



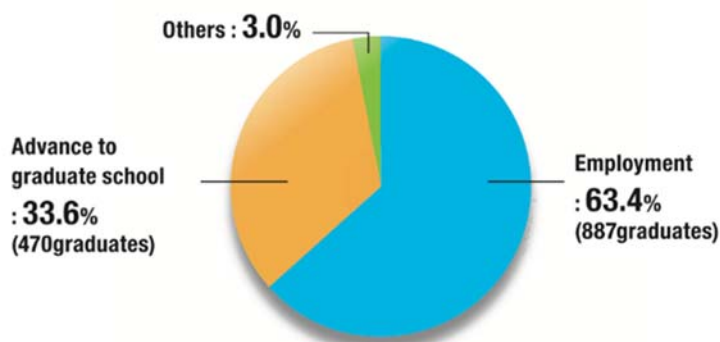
ที่มา: KOSEN, National Institute of Technology²⁶

²⁵ National Institute of Technology, "Fee & Scholarship," KOSEN, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.kosen-k.go.jp/english/fees-scholarships.html>.

²⁶ "KOSEN," National Institute of Technology, 24.

ขณะที่ นักเรียนที่สำเร็จหลักสูตรขั้นสูงหรือปริญญาตรีทั้งหมดมีจำนวนทั้งหมด 1,399 คน และ
สัดส่วนประมาณ 2/3 เข้าทำงาน และ 1/3 เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตวิทยาลัย (ภาพที่ 5.3)

ภาพที่ 5.3 นักเรียนที่จบการศึกษาในหลักสูตรขั้นสูงของ KOSEN ในปีการศึกษา 2559



ที่มา: KOSEN, National Institute of Technology²⁷

จุดเด่นของบัณฑิตที่จบการศึกษาจาก KOSEN คือ การได้รับการฝึกฝนให้เป็นวิศวกรหรือนักวิจัยที่เน้น
การปฏิบัติ (practical) และมีความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากสถาบัน KOSEN มีความร่วมมือกับ
ภาคอุตสาหกรรมเพื่อผลิตกำลังคนให้ตรงความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และภาคอุตสาหกรรมทำหน้าที่
คล้ายพี่เลี้ยงโดยการสนับสนุนผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำแก่นักเรียน ในระหว่างปีการศึกษาที่ 4 นักเรียน
ในสถาบัน KOSEN จะต้องออกไปฝึกงานที่บริษัทท้องถิ่นเพื่อเรียนรู้ ประสบการณ์จริง

วิชาที่เรียนในสถาบัน KOSEN ประกอบด้วย 2 ประเภทหลัก ได้แก่ วิชาด้านศิลปศาสตร์ (เช่น ภาษา
และวรรณกรรมญี่ปุ่น คณิตศาสตร์ ประวัติศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ภาษาอังกฤษ เคมี ฟิสิกส์ ปรัชญา เป็นต้น)
และวิชาเอก (major subjects) (เช่น ความรู้และทักษะอาชีพ การทดลอง และการวิจัย เป็นต้น) โดยในช่วงปี
1-2 จะเน้นการเรียนด้านศิลปศาสตร์มากกว่า ขณะที่ในช่วงปีที่ 3 เป็นต้นไป การเรียนในสาขาวิชาเอกจะมี
สัดส่วนมากกว่าครึ่งหนึ่ง (ภาพที่ 5.4)

ภาพที่ 5.4 วิชาที่เรียนในระบบการศึกษาแบบ KOSEN



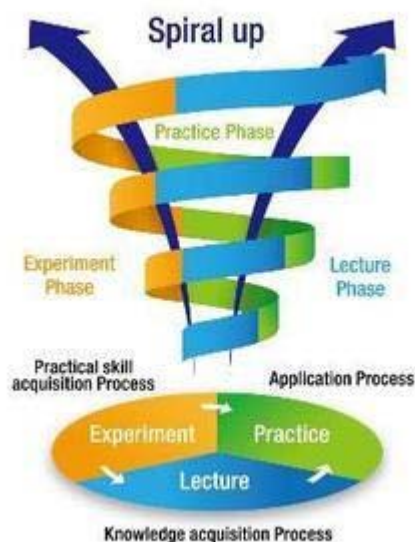
ที่มา: KOSEN, National Institute of Technology²⁸

²⁷ Ibid.

²⁸ Ibid.

หลักสูตรการเรียนการสอนของ KOSEN เน้นให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น (Spiral curriculum) โดยผ่านทาง 3 ขั้นตอนหลักคือ การบรรยาย การทดลอง และการปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความชำนาญ (ภาพที่ 5.5)²⁹ โดยตัวอย่างของคอร์สวงจรดิจิทัลหรืออิเล็กทรอนิกส์ดังภาพที่ 5.6

ภาพที่ 5.5 หลักสูตรการเรียนการสอนแบบ Spiral curriculum ของ KOSEN



ที่มา: KOSEN, National Institute of Technology³⁰

ภาพที่ 5.6 ตัวอย่างของคอร์สวงจรดิจิทัลหรืออิเล็กทรอนิกส์

Lecture Phase		Experiment Phase		Practice Phase	
3-1	Combinatorial logical circuit	3-2	Simplified method	3-3	Basic logic circuit making
2-1	Logic circuit	2-2	Truth table creation	2-3	AND/OR circuit
1-1	Elements (diode, Tr)	1-2	Current-voltage calculation	1-3	Circuit structure and measurement

ที่มา: KOSEN, National Institute of Technology³¹

จนกระทั่งถึงปัจจุบัน ผู้ที่จบการศึกษาหลักสูตร KOSEN มีจำนวนทั้งสิ้นมากกว่า 300,000 คน และในแต่ละปี มีจำนวนผู้จบการศึกษาประมาณ 10,000 คน อย่างไรก็ตาม จำนวนดังกล่าวยังคงไม่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม โดยนักศึกษาที่สำเร็จหลักสูตรปกติ (5 ปี) และหลักสูตรขั้นสูง (5 ปี + 2 ปี) จะมี

²⁹ Ibid.

³⁰ Ibid.

³¹ Ibid.

งานจากภาคอุตสาหกรรมเสนอให้เลือกประมาณ 20 ตำแหน่ง และ 30 ตำแหน่ง ตามลำดับ³²

โดยสรุป ระบบ KOSEN ประสบผลสำเร็จในญี่ปุ่น เนื่องจากการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากภาครัฐ ความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับภาคอุตสาหกรรม และระบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพโดยบุคลากรที่มีคุณภาพ จึงทำให้สามารถผลิตแรงงานคุณภาพที่ตรงความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และมีตำแหน่งงานรองรับ

5.2.2 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของสิงคโปร์

โครงการฝึกอบรมของประเทศสิงคโปร์ที่สำคัญคือ SkillsFuture ซึ่งเริ่มขึ้นในปี 2557 โดยมีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการเติบโตทางเศรษฐกิจ และการเป็นสังคมที่ทั่วถึง (inclusive society)³³ ดังนั้น SkillsFuture จึงมุ่งส่งเสริมศักยภาพของชาวสิงคโปร์ทุกคนในทุกช่วงวัย ตั้งแต่วัยเรียน วัยทำงาน จนถึงวัยเกษียณ เพื่อให้สามารถปรับตัวให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเน้นการฝึกฝนพัฒนาทักษะ (รวมถึง ความรู้ การประยุกต์ใช้ ประสบการณ์) และและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learning)

โครงการสำคัญภายใต้ SkillsFuture เช่น

- SkillsFuture Credit เป็นโครงการที่สนับสนุนให้ชาวสิงคโปร์ที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ได้เริ่มการพัฒนาทักษะและการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยให้เงินสนับสนุน 500 ดอลลาร์สิงคโปร์แก่ชาวสิงคโปร์ที่มีอายุ 25 ปีขึ้นไปเพื่อนำไปใช้ในการเรียนในหลักสูตรที่ SkillsFuture กำหนด ทั้งนี้ เงินสนับสนุนจะจ่ายตรงไปที่สถานฝึกอบรมที่ได้รับการรับรองจาก SkillsFuture³⁴
- SkillsFuture Earn and Learn³⁵ เป็นโครงการฝึกอบรมระยะเวลา 12-18 เดือน สำหรับนักศึกษาที่จบใหม่ในสายวิชาชีพจากโพลีเทคนิค (Polytechnic) หรือสถาบันการศึกษาด้านเทคนิค (Institute of Technical Education: ITE) เพื่อพัฒนาทักษะที่เรียนจากสถาบันการศึกษา ให้เข้มข้นมากขึ้นโดยผ่านการทำงานจริง ในช่วงการฝึกอบรมระหว่างทำงาน (on the job training) โดยโครงการนี้ร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมมากถึง 25 สาขา โดยเฉพาะสาขาที่มีการเติบโตสูง เช่น อุตสาหกรรมการบิน วิทยาศาสตร์การแพทย์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นต้น

³² Blain Harden, "With workplace training, Japan's Kosen colleges bridge 'skills gap'," The Hechinger Report สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561, <http://hechingerreport.org/with-workplace-training-japans-kosen-colleges-bridge-skills-gap/>.

³³ Yorozu, Rika, 2017, "Lifelong Learning in Transformation: Promising Practices in Southeast Asia", UIL PUBLICATIONS SERIES ON LIFELONG LEARNING POLICIES AND STRATEGIES. No.4-UNESCO, สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2561, <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002536/253603e.pdf>.

³⁴ SkillsFuture, "SkillsFuture Earn and Learn Program, SkillsFuture," สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2561, <http://www.skillsfuture.sg>.

³⁵ SkillsFuture, "SkillsFuture Earn and Learn Program, SkillsFuture," สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2561, <http://www.skillsfuture.sg/earnandlearn>.

นอกจากจะได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นในสายวิชาชีพกับผู้ประกอบการโดยตรงแล้ว ผู้ที่สมัครและผ่านการคัดเลือกเข้าโครงการยังจะได้รับเงินจูงใจจำนวน 5,000 ดอลลาร์สิงคโปร์ รวมทั้งเงินเดือน ในขณะที่เดียวกันผู้ประกอบการที่ร่วมโครงการจะได้รับเงินสนับสนุน 15,000 ดอลลาร์สิงคโปร์ต่อผู้ที่เข้าร่วมโครงการ 1 คน ในสถานประกอบการของตน เพื่อสนับสนุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในช่วงการฝึกอบรมระหว่างทำงาน

ทั้งนี้ SkillsFuture มีโครงการที่แตกต่างกันสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน เช่น นักเรียน ผู้ใหญ่นายจ้าง และสถานฝึกอบรม ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างโครงการภายใต้ SkillsFuture สำหรับแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย	โครงการ
นักเรียน	Education and Career Guidance Enhanced Internships SkillsFuture Earn and Learn MySkillsFuture
ผู้ใหญ่	SkillsFuture Credit SkillsFuture Study Awards SkillsFuture Fellowships SkillsFuture Mid-Career Enhanced Subsidy SkillsFuture Engage
นายจ้าง	Industry Manpower Plan Skills Frameworks SkillsFuture Mentors SkillsFuture Leadership Development Initiative
สถานฝึกอบรม	IN.LEARN 2020 Training and Adult Education Sector Transformation Plan

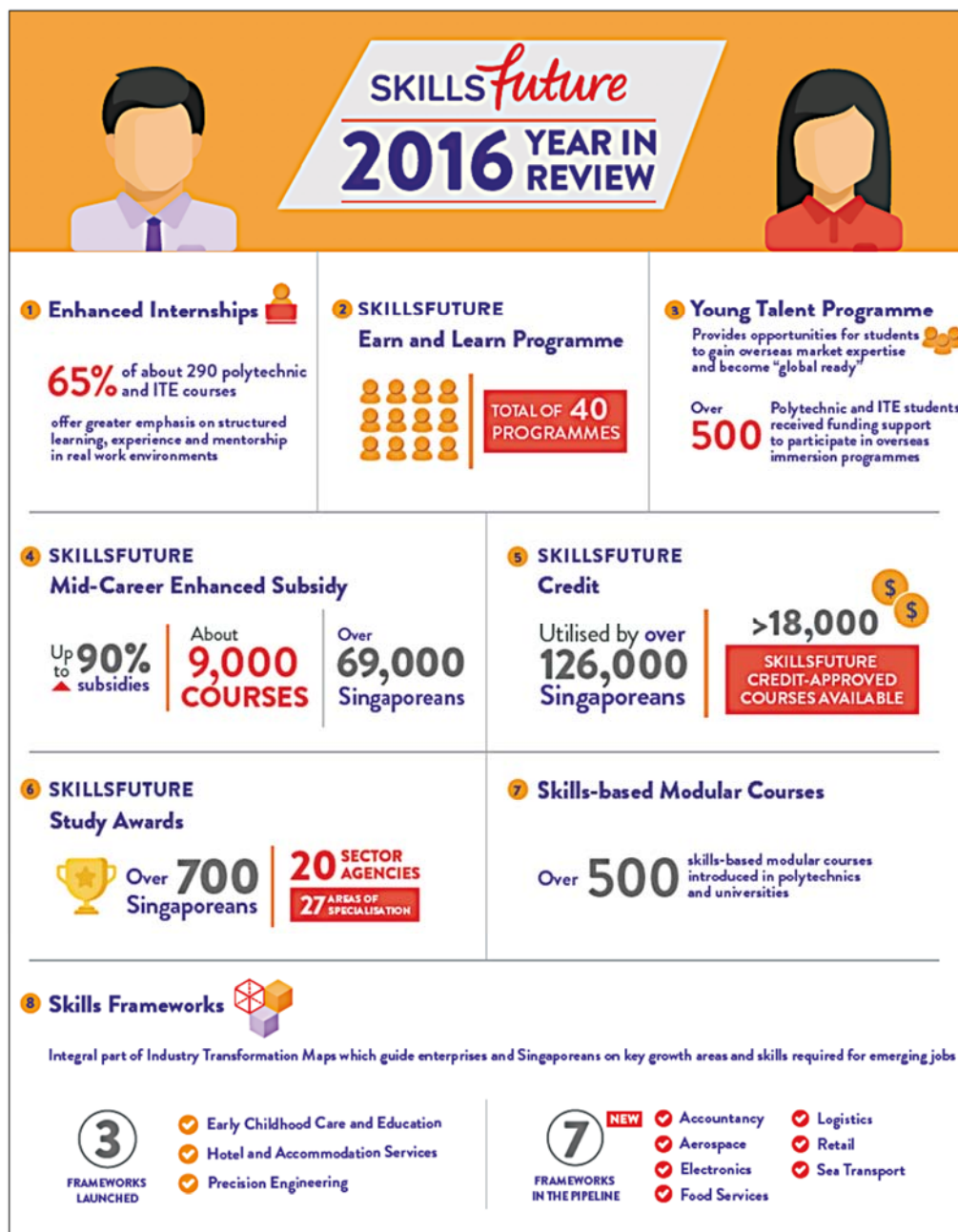
ที่มา: Yorozu, Rika, 2017, "Lifelong Learning in Transformation: Promising Practices in Southeast Asia". UIL PUBLICATIONS SERIES ON LIFELONG LEARNING POLICIES AND STRATEGIES. No.4-UNESCO (<http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002536/253603e.pdf>)

การดำเนินงานของโครงการ SkillsFuture อยู่ภายใต้การดูแลของสภาไตรภาคีเศรษฐกิจอนาคต (tripartite Future Economy Council) ซึ่งเป็นสภาระดับชาติ โดยมีรัฐมนตรีกระทรวงการคลังเป็นประธาน และประกอบด้วยสมาชิกจากภาครัฐ อุตสาหกรรม สหภาพ และสถาบันการศึกษาและฝึกอบรม

โครงการนี้ได้รับการยอมรับว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยจะเห็นได้จาก สัดส่วนของกำลังแรงงานชาวสิงคโปร์ (อายุ 15-64 ปี) ที่เข้าร่วมฝึกอบรมเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 32 เป็นร้อยละ 42 ในช่วงเวลา 10 ปี และชาวสิงคโปร์จำนวนประมาณ 380,000 คนได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ ในปี 2559 (คิดเป็นอัตราการเติบโตร้อยละ 8) ตลอดจน จำนวนของสถาบันฝึกอบรมที่ได้รับเงินสนับสนุนจากโครงการนี้เพิ่มขึ้น

มากถึงร้อยละ 11 จากเดิมในปี 2558³⁶ และสำหรับโครงการ SkillsFuture Credit จำนวนชาวสิงคโปร์ที่ใช้ประโยชน์จากโครงการนี้มีมากกว่า 126,000 คน และจำนวนหลักสูตรที่ผ่านการรับรองจาก SkillsFuture มีมากกว่า 18,000 หลักสูตร (ภาพที่ 5.7)

ภาพที่ 5.7 ผลการดำเนินงานของ SkillsFuture ในปี 2559



ที่มา: www.skillsfuture.sg

³⁶ ที่มา: Yoroazu, Rika, 2017, "Lifelong Learning in Transformation: Promising Practices in Southeast Asia", UIL PUBLICATIONS SERIES ON LIFELONG LEARNING POLICIES AND STRATEGIES. No.4-UNESCO, 33.

- TechSkills Accelerator (TeSA)³⁷

สำหรับการฝึกอบรมทักษะด้าน ICT โครงการ TechSkills Accelerator (TeSA) เป็นโครงการหนึ่งภายใต้โครงการ SkillsFuture ซึ่งขับเคลื่อนโดย Infocomm Media Development Authority (IMDA) ร่วมกับหน่วยงานสำคัญ เช่น Workforce Singapore (WSG) และ SkillsFuture Singapore (SSG) ตลอดจนร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการ โดยมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อส่งเสริมโอกาสในการฝึกอบรมและการทำงานด้าน ICT โดยการอำนวยความสะดวกในการฝึกฝนและพัฒนาทักษะบุคลากรให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม

กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย

- บุคคล ได้แก่ บัณฑิตใหม่ด้าน ICT นักวิชาชีพด้าน ICT ผู้สนใจทำงานเป็นนักวิชาชีพด้าน ICT ทั้งที่มีพื้นฐานด้าน ICT และไม่มีพื้นฐานด้าน ICT
 - ทั้งนี้ ประโยชน์ที่จะได้รับการเข้าร่วมโปรแกรมคือ
 - ได้เรียนรู้ทักษะที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด
 - มีโอกาสได้ทำงานด้าน ICT ซึ่งอาจเป็นตำแหน่งงานที่เป็นสัญญาจ้างในช่วงระยะเวลาหนึ่งหรือตำแหน่งงานถาวร
 - ได้รับใบรับรองที่ได้รับการยอมรับจากภาคอุตสาหกรรม
 - ได้พัฒนาทักษะเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
- นายจ้าง ได้แก่ นายจ้างในบริษัทด้าน ICT และไม่ใช่ ICT ซึ่งต้องการใช้โปรแกรมของ TeSA เพื่อดึงดูดนักวิชาชีพด้าน ICT ทั้งในระดับเริ่มต้นหรือระดับกลางให้เข้ามาทำงานในบริษัท หรือเพื่อพัฒนาทักษะด้าน ICT ของพนักงานในบริษัท
 - ทั้งนี้ ประโยชน์ที่จะได้รับการเข้าร่วมโปรแกรมคือ
 - ได้รับเงินสนับสนุนจาก IMDA, WSG หรือ SSG ในการดำเนินโปรแกรมฝึกอบรม
 - สามารถจ้างนักวิชาชีพด้าน ICT ที่ได้รับการฝึกอบรมและมีทักษะและความสามารถที่สอดคล้องกับความต้องการของบริษัท
 - สามารถพัฒนาและยกระดับทักษะของพนักงานที่เป็นนักวิชาชีพด้าน ICT ระดับกลางของบริษัท

ตัวอย่างโปรแกรมของ TeSA เช่น

- Company-Led Training (CLT) Programme เป็นโปรแกรมพัฒนาโครงสร้าง ซึ่งมุ่งให้นักวิชาชีพในระดับต้นและกลาง ได้มีความสามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญในงานซึ่งเป็นที่ต้องการของภาคอุตสาหกรรมและโครงการ Smart Nation เช่น ความปลอดภัยทางไซเบอร์ (cyber security) การวิเคราะห์ข้อมูล (data analytics) การพัฒนาซอฟต์แวร์ (software development)

³⁷ SkillsFuture. "Techskills accelerator (TESA)." SkillsFuture. สืบค้นเมื่อ 7 มิถุนายน 2561.
<http://www.skillsfuture.sg/studyawards/infocomm>.

อินเทอร์เน็ตของทุกสิ่ง (Internet of Things) และแพลตฟอร์มด้านการสื่อสารและโครงข่าย (network and communications platforms)

- Critical Infocomm Technology Resource Programme Plus (CITREP+) เป็นโปรแกรมที่สนับสนุนนักวิชาชีพ ICT ให้พัฒนาเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีโดยการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง
- National Infocomm Competency Framework (NICF) เป็นโปรแกรมซึ่งพัฒนาโดย IMDA และ SSG ซึ่งร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับภาคอุตสาหกรรม ในการจัดทำแผนที่นำทาง (roadmap) ด้าน ICT ของชาติ เพื่อกำหนดสมรรถนะ (competency requirements) ของนักวิชาชีพด้าน ICT ซึ่งทำให้นักวิชาชีพและนายจ้างด้าน ICT สามารถใช้ NICF ในการอ้างอิงประเภทของทักษะและสมรรถนะที่ต้องการสำหรับงานด้าน ICT และในการพัฒนากลยุทธ์ด้านการฝึกอบรมทักษะสำหรับนักวิชาชีพ ผ่านสถาบันฝึกอบรมที่ได้รับการรับรอง
- Professional Conversion Programme (PCP) for the ICT Sector เป็นโปรแกรมเพื่อช่วยเหลือผู้ที่กำลังหางานด้าน ICT ในการปรับทักษะและการเรียนรู้ความรู้และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับงานใหม่ บางโปรแกรมจะเป็นการฝึกอบรมและทำงานไปด้วยเพื่อให้ได้ประสบการณ์จริง
- SkillsFuture Earn and Learn Programme (ELP) เป็นโปรแกรมเพื่อมุ่งฝึกอบรม และหางานที่เหมาะสมให้กับคนที่จบใหม่จากสถาบันการศึกษาด้านเทคนิค (ITE) และโพลีเทคนิค โดยการจัดให้มีการฝึกอบรมในงาน (on-the-job training) เพื่อให้มีทักษะในการทำงาน ผู้ที่จบจากโปรแกรมนี้อาจได้ใบรับรองที่ได้รับการยอมรับจากภาคอุตสาหกรรม และได้เงินพิเศษเพิ่มเติม (sign-on bonus) สำหรับการเป็นพนักงานใหม่ที่เข้าทำงาน
- Skills Framework for Infocomm Technology (ICT) เป็นแนวทางสำหรับบุคคล นายจ้าง และสถาบันฝึกอบรม เพื่อส่งเสริมความชำนาญด้านทักษะ ICT และการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยบุคคลสามารถใช้เป็นแนวทางในการระบุทักษะหรือสมรรถนะด้าน ICT ของตนเองและพัฒนาทักษะให้ทันสมัย นายจ้างสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเส้นทางอาชีพ และข้อกำหนดเกี่ยวกับงานด้าน ICT ที่ต้องการ และสถาบันฝึกอบรมใช้ในการปรับปรุงหลักสูตร
- SkillsFuture Study Award for the ICT Sector³⁸ เป็นโปรแกรมสำหรับชาวสิงคโปร์ในวัยทำงานระดับต้นและกลาง เพื่อพัฒนาทักษะที่เป็นที่ต้องการด้าน ICT โดยรางวัลจะจ่ายให้เป็น 2 งวดคือ งวดแรกเป็นเงิน 1,000 ดอลลาร์สิงคโปร์เมื่อเริ่มเรียน และงวดที่สองเป็นเงิน 4,000 ดอลลาร์สิงคโปร์เมื่อจบหลักสูตร

ตัวอย่างของหลักสูตรที่อยู่ภายใต้โปรแกรมนี้อย่างไรก็ตาม เช่น ปริญญาโท วิทยาศาสตร์บัณฑิต ด้านการวิเคราะห์ธุรกิจ (Business Analytics) ปริญญาโท คอมพิวเตอร์บัณฑิต ด้านความปลอดภัยด้าน ICT ปริญญาโท เทคโนโลยีบัณฑิต ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ และปริญญาตรีด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

³⁸ SkillsFuture. "SkillsFuture Studyaward." SkillsFuture. สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2561.
<http://www.skillsfuture.sg/studyawards/infocomm>.

- Tech Immersion and Placement Programme (TIPP) เป็นโปรแกรมที่มุ่งปรับเปลี่ยนนักวิชาชีพที่ไม่ใช่ด้าน ICT โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในสายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) หรือด้านอื่นๆ ให้สามารถทำงานเป็นนักวิชาชีพด้าน ICT ที่ทำงานได้จริง โดยการเข้าฝึกอบรมในหลักสูตรระยะสั้นแบบเข้มข้นและเน้นการทำงานได้จริงโดยผู้เชี่ยวชาญจากภาคอุตสาหกรรม
- TeSA pilot immersive เป็นโปรแกรมซึ่ง IMDA ร่วมกับบริษัทด้านเทคโนโลยีที่เติบโตสูง เพื่อให้ให้นักวิชาชีพ ผู้จัดการ ผู้บริหาร และช่างเทคนิค (PMETs) ระดับกลางได้มีประสบการณ์กับบริษัทดังกล่าว โดยผู้ที่ได้รับการคัดเลือกเข้าอบรมจะได้ร่วมทำงานในโครงการกับบริษัทเป็นระยะเวลา 3-6 เดือน

● SkillsFuture Series³⁹

ภายใต้โครงการ SkillsFuture ได้มีการจัดทำ SkillsFuture Series⁴⁰ ซึ่งเป็นรายการเกี่ยวกับโปรแกรมฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม โดยเน้นทักษะใหม่ๆ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล (data analytics) ความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (cyber security) บริการด้านเทคโนโลยี (tech-enabled services) อุตสาหกรรมขั้นสูง (advanced manufacturing) โดยหลักสูตรฝึกอบรมแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ขั้นพื้นฐาน ขั้นกลาง และขั้นสูง เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน

ตัวอย่างหนึ่งของหลักสูตรฝึกอบรมด้านความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (Cyber Security) ของ Temasek Polytechnic ซึ่งแบ่งตามสายอาชีพ และระดับของการฝึกอบรม ดังตารางที่ 5.5

³⁹ SkillsFuture, “SkillsFuture Earn and Learn Program, SkillsFuture,” สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2561, <http://www.skillsfuture.sg/series#whoisitfor>

⁴⁰ Temasek Polytechnic, “SkillsFuture series,” Temasek Polytechnic, สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561, <http://www.tp.edu.sg/courses/part-time-courses/skillsfuture/SkillsFuture-Series>.

ตารางที่ 5.5 แผนการสอนวิชาด้านความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (Cyber Security)
ของ Temasek Polytechnic

Beginners Track	Management Track		Technical Track			
Introduction to Cybersecurity	Security Management & Audit	Security Awareness	Application Security	Digital Forensics	Infrastructure Security	
Basics	Basics	Basics	Basics	Basics	Basics	Advanced
Fundamentals of Cyber Security	Introduction to Malware and Mitigation	Fundamentals of Cyber Security	Introduction to Malware and Mitigation	Introduction to IT Law & Ethics	Introduction to IT Law & Ethics	Information & System Security Audit
Introduction to Malware and Mitigation	Introduction to IT Law & Ethics	Introduction to Malware and Mitigation	Introduction to IT Law & Ethics	Understanding Cyber Risk Assessment and Management	Introduction to Security Policies and Standards	Security Vulnerability Assessment & Testing
Basics of Computer Functions & Networking (for Security)	Introduction to Security Policies and Standards	Introduction to IT Law & Ethics	Introduction to Security Policies and Standards	Intermediate	Understanding Cyber Risk Assessment and Management	Cloud Computing & Security
Introduction to IT Law & Ethics	Introduction to Cryptography	Introduction to Security Policies and Standards	Introduction to Cryptography	IT System Security Essentials	Intermediate	Cyber Incident Response & Threat Analysis
Introduction to Cryptography	Understanding Cyber Risk Assessment and Management	Introduction to Cryptography	Understanding Cyber Risk Assessment and Management	Server Administration, Security & Scripting	IT System Security Essentials	
	Intermediate	Understanding Cyber Risk Assessment and Management	Intermediate	Network Security Fundamentals	Server Administration, Security & Scripting	
	IT System Security Essentials		IT System Security Essentials	Network Forensics & Analysis	Securing Server Services	
	Big Data Security Fundamentals		Big Data Security Fundamentals	Web Application Security Design	Network Security Fundamentals	
	Data Security Governance		Data Security Governance	Introduction to IoT	Network Forensics & Analysis	
	Introduction to IoT		Introduction to IoT	Advanced	Introduction to IoT	
	Advanced		Advanced	Digital Forensics Techniques	Securing IoT Devices	
	Information & System Security Audit		Information & System Security Audit	Cyber Incident Response & Threat Analysis		
				Malware Analysis		

ที่มา: SkillsFuture series⁴¹

5.2.3 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของไต้หวัน⁴²

- กลยุทธ์การพัฒนากำลังคนด้าน STEM ศึกษาในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาของไต้หวัน⁴³

การศึกษาในไต้หวันสำหรับสายสามัญกำหนดให้นักเรียนต้องเรียนวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์เข้ากับวิชาอื่นๆ ดังนี้

⁴¹ Ibid.

⁴² Magaziner, Jessica, "Education in Taiwan," World Education and Review, สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2561, <https://wenr.wes.org/2016/06/education-in-taiwan>.

⁴³ Gao, Yuan, "Report of Taiwan: STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)," Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons, สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2561, www.acola.org.au.

- ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 2 วิชาสังคมศึกษา ศิลปะ วิทยาศาสตร์และการดำรงชีวิตถูกรวมและประยุกต์เป็นวิชาเดียวเรียกว่า วิชาชีววิทยาศาสตร์ (Life Science)
- ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยาศาสตร์ถูกสอนในวิชาที่ชื่อ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการดำรงชีวิต (Science and Living technology) ที่รวมเอาวิชา ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยามาสอนรวมเป็นวิชาเดียวกัน ซึ่งต่างจากแผนการศึกษาของประเทศไทยที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์แยกออกเป็น 3 วิชาคือ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา
- ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 วิชาบังคับที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ภูมิศาสตร์ และธรณีวิทยา
- เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนจะต้องเลือกเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมตัวเรียนต่อในมหาวิทยาลัยว่าจะเรียนต่อในสายสังคมศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ (ตารางที่ 5.6)

ตารางที่ 5.6 แผนการเรียนระดับชั้นมัธยมปลายปีที่ 4 - 6 ในรายวิชาและหน่วยกิต

Compulsory Subject		1 st term of Grade10 th	2 nd term of Grade10 th	1 st term of Grade11 th	2 nd term of Grade11 th	1 st term of Grade12 th	2 nd term of Grade12 th
	Comprehensive activities	2	2	2	2	2	2
	Literature	Chinese	4	4	4	4	4
		English	4	4	4	4	4
	Social Science	History	2	2	2		
		Geography	2	2	2		
		Citizen and Society	2	2	2		
	Mathematics	4	4	4	4		
	Natural Science	Physics	4	4	4		
		Chemistry					
		Biology					
		Earth Science					
	Arts	Music	2	2	2	2	(2)
		Painting					
		Life Arts					
	Living	Housework	2	2	2	(2)	2
		Living Technology					
		Information					
	Health and P.E.	Health and Nursing					
		P.E.	2	2	2	2	2
	National Defense	1	1				

 ที่มา: Senior Secondary School Curriculum Outline. Taipei: Ministry of Education.⁴⁴
⁴⁴ MoE, "Senior Secondary School Curriculum Outline," Taipei: Ministry of Education (2008).

กำลังคนของไต้หวันมีการปูพื้นฐานทางด้าน STEM อย่างเข้มข้นและบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา และมีกำลังคนที่เรียนต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาวิชาที่เกี่ยวกับ STEM ศึกษาจำนวนมาก ในปี พ.ศ. 2554 จำนวนนักศึกษาที่เข้าสมัครเรียนในระดับมหาวิทยาลัยมีทั้งหมด 1,250,784 คน ในจำนวนนี้เข้าเรียนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM เป็นจำนวน 532,418 คน คิดเป็นร้อยละ 52.57 ของจำนวนที่เข้าเรียนในระดับมหาวิทยาลัย ทำให้กำลังคนในไต้หวันมีความพร้อมและความสามารถอย่างมากสำหรับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

● กลยุทธ์ในการพัฒนากำลังคนด้าน STEM ศึกษาในสถาบันการศึกษาระดับสูง

การขยายตัวของสถาบันการศึกษาระดับสูง เป็นผลจากความต้องการที่จะผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม เมื่อมีจำนวนสถานศึกษาเกิดขึ้นมาก ส่งผลทำให้จำนวนกำลังคนที่สามารถผลิตได้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น แต่ปัญหาที่ตามมาคือคุณภาพของกำลังคนลดลง เนื่องจากจำนวนมหาวิทยาลัยที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนทรัพยากรที่จำเป็นต่อการเรียนการสอนและการทำวิจัย ส่งผลให้คุณภาพของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยลดลง

รัฐบาลได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้กำหนดกลยุทธ์การพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และการยกระดับสถาบันการศึกษาขั้นสูงผ่านแผนการพัฒนาชื่อว่า Development Plan for World Class University and Research Centers of Excellence โดยมุ่งเน้นการใช้งบประมาณเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและยกระดับคุณภาพของนักศึกษา ความสามารถในการทำวิจัยของมหาวิทยาลัย และการสร้างความร่วมมือกับต่างประเทศในด้านการศึกษาวิจัย โดยโครงการหนึ่งที่สำคัญคือ โครงการ The Aim of Top University

o The Aim of Top University Plan (ATUP)⁴⁵

The Aim of Top University Plan (ATUP) เริ่มในปี พ.ศ. 2547 เป็นโครงการที่สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในไต้หวันไปสู่ระดับสากล โดยใช้งบจากกระทรวงศึกษาธิการประมาณ 5 หมื่นล้านดอลลาร์ไต้หวัน ในระยะเวลา 5 ปีแรก เพื่อสร้างจุดเด่นและความสามารถในการแข่งขันของมหาวิทยาลัยในไต้หวันให้ไปสู่ระดับสากล โดยงบประมาณในโครงการสามารถนำไปใช้ในการพัฒนามาตรฐาน และโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัย⁴⁶ และได้ตั้งเป้าว่าจะต้องมียอดนักศึกษาจากต่างประเทศเข้ามาเรียนในไต้หวันอย่างน้อยร้อยละ 5 จากนักเรียนทั้งหมดเพื่อกระตุ้นให้มหาวิทยาลัยมีหลักสูตรที่สอนเป็นภาษาอังกฤษเพิ่มมากขึ้น

⁴⁵ Christopher Lawson, "Taiwan's Aim for the Top University Program Innovation, internationalisation and opportunity," สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2561,

⁴⁶ 1.) การพัฒนาการจัดการ และระบบภายในมหาวิทยาลัย 2.) โครงสร้างพื้นฐาน 3.) การเรียนการสอน 4.) การวิจัยและพัฒนา 5.) การร่วมมือกับทางภาคอุตสาหกรรม 6.) การทำให้เป็นสากล

มหาวิทยาลัยที่สมัครเข้าร่วมโครงการมีทั้งหมด 29 แห่ง แต่ผ่านการคัดเลือกโดยกระทรวงศึกษาธิการ เพียงแค่ 12 แห่ง โดยมหาวิทยาลัยแห่งชาติไต้หวัน (National Taiwan University: NTU) ได้รับงบประมาณจากโครงการมากที่สุดคือ 3 พันล้านดอลลาร์ไต้หวันต่อปี ผลจากการดำเนินโครงการดังกล่าวทำให้มหาวิทยาลัยแห่งชาติไต้หวัน (NTU) กลายเป็นมหาวิทยาลัยอันดับที่ 102 ของโลกโดยการจัดลำดับของ THES-QS World University Ranking ในปี พ.ศ. 2550⁴⁷

5.2.4 ระบบการศึกษาและฝึกอบรมของเกาหลีใต้⁴⁸

ประเทศเกาหลีใต้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาอุตสาหกรรม และกำลังคนทางด้าน ICT เนื่องจากรัฐบาลมีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาอย่างชัดเจน ต่อเนื่องและให้งบประมาณสนับสนุนเป็นจำนวนมากโดยการพัฒนาอุตสาหกรรม และกำลังคนทางด้าน ICT ของประเทศเกาหลีใต้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงหลัก คือ

ช่วงแรก (พ.ศ. 2536-2543): การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางด้าน ICT สำหรับภาคอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษา

ในช่วงแรกของการพัฒนาเป็นช่วงที่อุตสาหกรรมทางด้าน ICT ของประเทศเกาหลีใต้เติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความต้องการกำลังคนเข้าสู่อุตสาหกรรม ICT จำนวนมาก ดังนั้น นโยบายในช่วงแรกจึงสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อตอบสนองต่อการเติบโตของอุตสาหกรรม และเพิ่มจำนวนกำลังคนที่มีทักษะทางด้าน ICT ให้มีจำนวนมาก ช่วงปีพ.ศ. 2536-2539 กระทรวงสารสนเทศและการสื่อสาร (Ministry of Information and Communication: MIC) ได้จัดตั้งกองทุนส่งเสริม ICT (ICT promotion fund) โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ คือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้าน ICT และการพัฒนากำลังคน ควบคู่ไปกับการวิจัยและพัฒนาด้าน ICT

1. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้าน ICT ที่จำเป็น เช่น

- การติดตั้งอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง หรือสนับสนุนการพัฒนาสารสนเทศให้กับภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการติดตั้งคอมพิวเตอร์ให้กับโรงเรียนต่างๆ ทั่วประเทศ และมอบคอมพิวเตอร์ส่วนตัวให้กับครูผู้สอน เพื่อเป็นการปูพื้นฐานให้กับกำลังคนภายในประเทศให้คุ้นชินกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในช่วงเริ่มแรก
- การมอบอุปกรณ์ และเครื่องมือทางด้าน ICT ที่ทันสมัยให้กับมหาวิทยาลัยโดยมีข้อกำหนดว่า จำเป็นจะต้องเพิ่มจำนวนโควตาการลงทะเบียนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องทางด้าน ICT ของมหาวิทยาลัยเพื่อเพิ่มจำนวนกำลังคนทางด้าน ICT และกระตุ้นการจ้างงานอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้องให้เพิ่มขึ้นตามจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้น

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸ Sang Wo and Hayun Kung, "ICT Human Resource Development Policy," 2013 Modularization of Korea's Development Experience, สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561.

- การจัดตั้งมหาวิทยาลัยด้าน ICT ชื่อว่า มหาวิทยาลัยสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and communication University: ICU) ขึ้นในปีพ.ศ. 2541 โดยใช้งบประมาณการก่อสร้างประมาณกว่า 1 แสนล้านบาท ซึ่งงบประมาณที่ใช้ในการจัดตั้งมาจากความร่วมมือของรัฐบาลและบริษัทเอกชนในประเทศที่ดำเนินธุรกิจด้าน ICT จุดประสงค์ของการจัดตั้ง ICU คือการผลิตกำลังคนที่มีทักษะสูง ในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก และมีความสามารถเฉพาะทางด้าน ICT เข้าสู่ตลาดแรงงาน ในช่วงแรกที่เปิดรับสมัครมีโควต้าสำหรับการสมัครเรียนจำนวน 210 คน ประกอบด้วย ระดับปริญญาโท 130 คนและปริญญาเอก 50 คน ในสาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร และวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และปริญญาโท 30 คน ในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

2. การพัฒนากำลังคนด้าน ICT และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยและพัฒนาด้าน ICT เช่น

• โครงการ ICT Model Schools

งบประมาณในโครงการทั้งหมดประมาณ 58,000 ล้านบาท กลุ่มเป้าหมายของโครงการ ICT Model Schools คือวิทยาลัย หรือมหาวิทยาลัยที่มีศักยภาพด้านวิจัย มีมาตรฐานเพียงพอที่จะพัฒนาไปสู่มาตรฐานระดับสากล และมีการเรียนการสอนและการทำวิจัยร่วมกับภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ มีเพียง 30 มหาวิทยาลัยที่ผ่านการคัดเลือก จากมหาวิทยาลัยทั่วประเทศที่สมัครเข้าร่วมโครงการ มหาลัยที่ได้รับการคัดเลือกจะได้รับเงินทุนสนับสนุนเป็นระยะเวลา 4 ปี โดยแต่ละมหาวิทยาลัยจะได้รับเงินสนับสนุนประมาณ 1.5 ถึง 3 พันล้านบาทต่อปี และในทุกๆ ปีจะมีการประเมินผลการดำเนินงานของแต่ละมหาวิทยาลัยในโครงการ โดยมหาวิทยาลัยที่มีผลการประเมินไม่เป็นที่พึงพอใจจะถูกงดเงินสนับสนุน หรือคัดออกจากโครงการและให้มหาวิทยาลัยที่อยู่ในลำดับถัดไปเข้ามาในโครงการแทน

• โครงการศูนย์วิจัยเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Research Center: ITRC)

ITRC เป็นโครงการพัฒนานักวิจัยที่มีทักษะสูงด้าน ICT ในระดับบัณฑิตศึกษาขึ้นไป เน้นการสร้างบุคลากรที่มีความสามารถทางการวิจัยร่วมกับภาคเอกชน ค่าใช้จ่ายในการจัดตั้งศูนย์วิจัยของมหาวิทยาลัยในโครงการ รัฐบาลจะช่วยสนับสนุนในช่วงต้นร้อยละ 70 และอีกร้อยละ 30 จะต้องมาจากการลงทุนร่วมของมหาวิทยาลัยและภาคเอกชน นักศึกษาในโครงการจะได้รับทุนการศึกษาสำหรับสนับสนุนการทำวิจัยซึ่งรัฐบาลให้การสนับสนุนร้อยละ 90 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดและอีกร้อยละ 10 มาจากมหาวิทยาลัย สาขาวิจัยทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นสามารถเลือกทำได้ในสาขาที่รัฐบาลกำหนด หรือเลือกสาขาวิจัยตามอิสระ ซึ่งกรอบระยะเวลาการสนับสนุนและวงเงินก็แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 สาขาวิจัย คุณสมบัติงบประมาณและระยะเวลาในการสนับสนุนของ ITRC

	สาขาด้าน ICT กำหนดโดยรัฐบาล	สาขาด้าน ICT กำหนดโดยมหาวิทยาลัยเอง
สาขา	ICT และ ICT convergence	ICT, ICT convergence, อุตสาหกรรมท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับ ICT
คุณสมบัติในการสมัคร	มหาวิทยาลัยที่มี สาขา ICT ในระดับบัณฑิตวิทยาลัยและมีศาสตราจารย์ในสาขามากกว่า 8 คน ขึ้นไป และมีนักศึกษาในสาขาระดับปริญญาโท และปริญญาเอก รวมกันมากกว่า 40 คน	มหาวิทยาลัยที่มี สาขา ICT ในระดับบัณฑิตวิทยาลัย มีศาสตราจารย์ในสาขามากกว่า 5 คน ขึ้นไป และมีนักศึกษาในสาขาระดับปริญญาโท และปริญญาเอก รวมกันมากกว่า 20 คน
งบประมาณและระยะเวลา	800 ล้านบาทต่อปี นานสูงสุด 8 ปี	500 ล้านบาทต่อปี นานสูงสุด 6 ปี

ที่มา: Information Technology Research Center Website <http://itrc.or.kr>⁴⁹

การประเมินผลการทำงานของศูนย์วิจัยภายในโครงการ ITRC ดำเนินการทุกๆ 2 ปี และศูนย์วิจัยที่ได้คะแนนประเมินร้อยละ 10-20 ในระดับล่างจะถูกตัดออกจากโปรแกรม รวมถึงเงินทุนสนับสนุนจะแปรผันตามผลการประเมินด้วยเช่นกัน ในปีพ.ศ. 2543 มีจำนวนศูนย์วิจัยในโครงการจำนวน 16 แห่ง และถูกคัดออกทั้งหมด 6 แห่งในปีพ.ศ. 2548

ช่วงที่สอง (พ.ศ. 2547- 2550): การพัฒนากำลังคนด้าน ICT โดยเน้นการพัฒนาคุณภาพ

ผลจากนโยบายการเร่งผลิตกำลังคนด้าน ICT จำนวนมากในช่วงแรกที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมด้าน ICT และเทคโนโลยีที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาอุปทานส่วนเกินของกำลังคนด้าน ICT ในระดับปริญญาตรีหรือต่ำกว่า แต่ในขณะเดียวกันขาดแคลนกำลังคนทักษะสูงในระดับปริญญาโทหรือสูงกว่า นโยบายในช่วงที่สอง จึงเปลี่ยนจากเดิมที่เน้นการเพิ่มจำนวนกำลังคน ไปสู่การพัฒนาคุณภาพของกำลังคนด้าน ICT ให้ตรงต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และมีคุณภาพสูงสามารถแข่งขันได้ในระดับสากล

โครงการที่น่าสนใจและประสบความสำเร็จในการพัฒนากำลังคนให้ตอบโจทย์ต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม มีดังนี้

- โครงการ Supply Chain Management (SCM)

โครงการ SCM เกิดขึ้นจากความต้องการแก้ไขปัญหาที่ภาคการศึกษาและภาคเอกชน ไม่ได้มีความร่วมมือกันเพียงพอทำให้การผลิตกำลังคนไม่ตรงต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และภาคเอกชนจำเป็นต้องฝึกทักษะใหม่ให้กับนักศึกษาที่จบใหม่ หลายบริษัทต้องใช้งบลงทุนในการฝึกพนักงานที่เข้ามาทำงานมากกว่า 10 ล้านบาทต่อคน และใช้ระยะเวลานานถึง 2 ปี โดย SCM model เน้นสร้างกระบวนการ

⁴⁹ Ibid.

อย่างเป็นระบบที่ทำให้ภาคอุตสาหกรรมให้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะที่ต้องการ จากนั้นข้อมูลในส่วนนี้จะถูกส่งไปให้สถานศึกษา แล้วสถานศึกษาทำการปรับปรุงหลักสูตรให้มีทักษะที่ตรงต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

- โครงการ Nurturing Excellent Engineers in Information Technology (NEXT)

โครงการ NEXT เป็นอีกหนึ่งโครงการของรัฐบาลในการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของประเทศเกาหลีใต้ โดยการส่งผู้เชี่ยวชาญเข้าไปช่วยมหาวิทยาลัยวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันของตนเอง จัดทำแผนปรับปรุงคุณภาพการศึกษา ปรับปรุงหลักสูตร ขยายจำนวนนักศึกษาฝึกงาน และเพิ่มจำนวนอาจารย์ที่มีคุณภาพ

- โครงการ Blue Ocean ICT Professional Project

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีด้านดิจิทัลทำให้ กำลังคนที่อยู่ในภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่เสมอ แต่ภายในบริษัทไม่มีศักยภาพเพียงพอที่จะพัฒนาทักษะสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้กับพนักงานของตนเอง ดังนั้นรัฐบาลจึงดำเนินโครงการที่ชื่อว่า Blue Ocean ICT Professional Project โดยใช้ความพร้อมของเครื่องมือและบุคลากรจากศูนย์วิจัยในมหาวิทยาลัยที่อยู่ในโครงการ ITRC เพื่อพัฒนาทักษะของกำลังคนที่ทันต่อเทคโนโลยีสมัยใหม่

กลุ่มเป้าหมายคือ กำลังคนที่มีประสบการณ์ทำงานด้าน ICT โดยมุ่งพัฒนาทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้กับกำลังคนเหล่านี้ โดยต้องเข้าศึกษาในสถาบันการศึกษาระยะสั้น (re-education) ใช้เวลาทั้งหมด 18 เดือน (3 เทอม) เป็นการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นระยะเวลา 1 ปี และทำโครงการวิจัยอีก 6 เดือน โดยโครงการวิจัยจะเป็นการร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและสถาบันศึกษามีจำนวนพนักงานเข้าร่วมโครงการ 1,200 คนในปีพ.ศ. 2548

5.3 บทเรียนจากประสบการณ์ต่างประเทศ

คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์บทเรียนที่สำคัญในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาอุตสาหกรรมดิจิทัล เช่น สิงคโปร์ เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และไต้หวัน ซึ่งประเทศไทยสามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ของประเทศเหล่านี้ และอาจนำมาปรับใช้ได้

- นโยบายการพัฒนากำลังคนควรสอดคล้องกับนโยบายอุตสาหกรรม

รัฐบาลเกาหลีใต้ส่งเสริมอุตสาหกรรม ICT ให้เป็นเครื่องจักรสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ จึงลงทุนสูงมากในการพัฒนากำลังคนด้าน ICT เพื่อให้สนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยรัฐบาลได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินงาน และดำเนินการตรวจสอบประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ กล่าวคือ ในช่วงปีพ.ศ. 2540 เกาหลีใต้ประสบปัญหาวิกฤติการณ์ทางการเงิน หนึ่งในแผนการฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศคือ การพัฒนาอุตสาหกรรม ICT ดังนั้นรัฐบาลจึงทุ่มงบประมาณสูงมากในการพัฒนากำลังคนด้าน ICT

ยกตัวอย่างเช่น เฉพาะงบประมาณของกระทรวงสารสนเทศและการสื่อสาร (Ministry of Information and Communication) ในการพัฒนากำลังคนด้าน ICT ในปีพ.ศ. 2540 เพิ่มขึ้นเกือบ 10 เท่าเป็น 59.4 พันล้านวอน จากเดิมเพียง 6.5 พันล้านวอน ในปีพ.ศ. 2539 (ตารางที่ 5.8)

ตารางที่ 5.8 งบประมาณของกระทรวงสารสนเทศและการสื่อสาร (MIC) ในการพัฒนากำลังคนด้าน ICT ของเกาหลีใต้

ปี พ.ศ.	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543
งบประมาณ (พันล้านวอน)	4.5	4.0	6.5	59.4	116.0	105.0	79.5

ที่มา: ICT 2013 Modularization of Korea's Development Experience: Human Resource Development Policy, Ministry of Science, ICT and Future Planning ⁵⁰

• การจัดทำตัวชี้วัดทางสถิติ และฐานข้อมูลตลาดแรงงานด้าน ICT

ตัวชี้วัดทางสถิติและฐานข้อมูลตลาดแรงงานด้าน ICT เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับผู้กำหนดนโยบายในการออกแบบและดำเนินนโยบายในการส่งเสริมการเติบโตของอุตสาหกรรม ICT และสถาบันการศึกษาในการผลิตบุคลากรให้มีปริมาณและคุณภาพที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันผู้เรียนที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงานในอนาคตจะได้ทราบว่า แนวโน้มของการจ้างงานในอุตสาหกรรมเป็นอย่างไร และสาขาใดที่เป็นที่ต้องการของตลาด

ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาอุตสาหกรรม ICT เช่น เกาหลีใต้ และสิงคโปร์ ได้ให้ความสำคัญกับการจัดทำและเผยแพร่ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับตลาดแรงงานและการศึกษาด้าน ICT ทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต เช่น

- o จำนวนผู้จบการศึกษาด้าน ICT (ในแต่ละสาขาวิชา): อัตราการจ้างงานทั่วไป และอัตราการจ้างงานในอุตสาหกรรม ICT
- o จำนวนผู้ทำงานในอุตสาหกรรม ICT (ในแต่ละสาขา): สัดส่วนผู้ทำงานด้าน ICT โดยตรง ดังตัวอย่างของเกาหลีใต้ในตารางที่ 5.9
- o จำนวนและคุณสมบัติ/ทักษะทางเทคนิค/ระดับการศึกษาของแรงงานด้าน ICT ที่ตลาดต้องการ ดังตัวอย่างของสิงคโปร์ในภาพที่ 5.8 ซึ่งแสดงให้เห็นถึง จำนวนและสัดส่วนของนักวิชาชีพ ICT รายสาขาในปัจจุบัน และภาพที่ 5.9 ซึ่งแสดงให้เห็นถึง ช่องว่างของความต้องการและการจ้างงานที่แท้จริง และการประมาณการความต้องการในอนาคต กล่าวคือ ในปีพ.ศ. 2559 สิงคโปร์มีการจ้างงานนักวิชาชีพด้าน ICT 180,000 คน ขณะที่มีความต้องการสูงถึง 198,200 คน ดังนั้น จึงมีตำแหน่งว่างอีก 18,200 ตำแหน่ง นอกจากนี้ ในอีก 3 ปีข้างหน้า ความต้องการนักวิชาชีพด้าน IT Development จะมากที่สุด (27,400 คน) รองลงมาคือ ด้าน Network and Infrastructure (3,400 คน) และด้าน Critical Emerging Tech (เช่น IT security specialist และ Data analyst/scientist) (2,700 คน)

⁵⁰ Ibid.

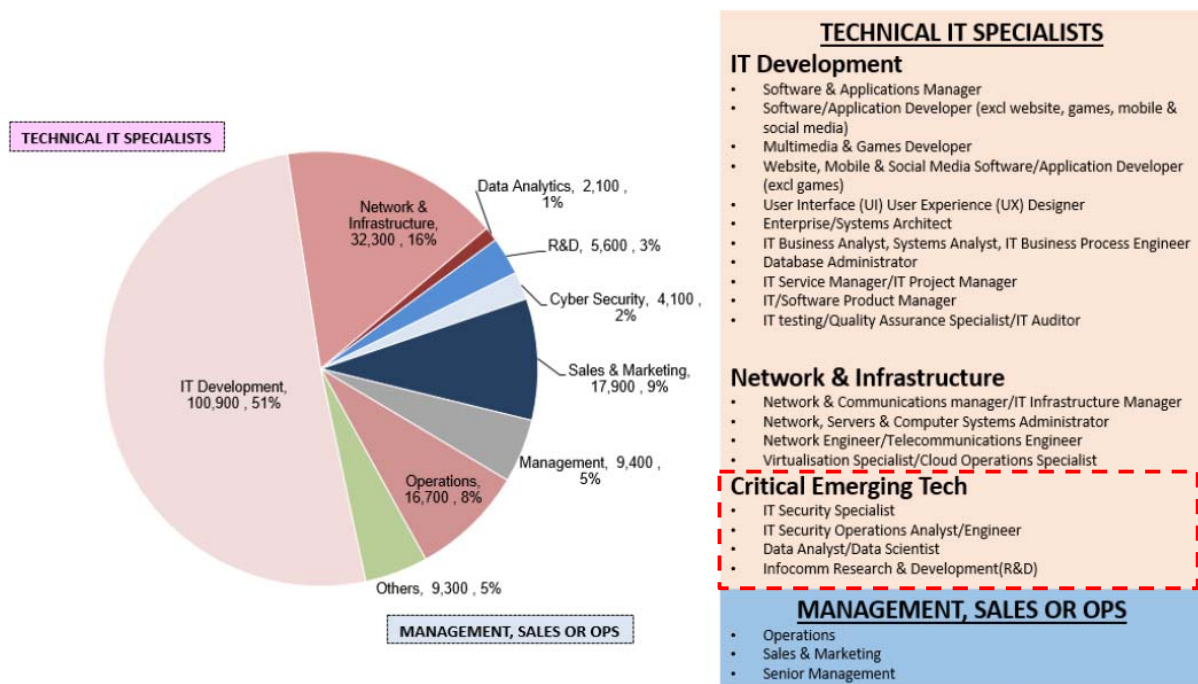
ตารางที่ 5.9 แนวโน้มการจ้างงานในอุตสาหกรรม ICT ของเกาหลีใต้

หน่วย (คน)

สาขา	2541	2542	2543	2544	2545	2546
อุปกรณ์สารสนเทศและการสื่อสาร	240,621	266,816	332,812	265,976	283,625	284,048
บริการสื่อสาร	99,270	90,753	98,286	100,614	102,999	97,171
บริการซอฟต์แวร์และคอมพิวเตอร์	46,171	55,289	89,716	112,309	114,064	114,251
รวมทั้งหมด	386,062	412,858	520,814	478,899	500,688	495,470

ที่มา: Korea Association for ICT Promotion (2004)⁵¹

ภาพที่ 5.8 ความต้องการนักวิชาชีพ ICT จำแนกรายสาขา ในปีพ.ศ. 2559 ของสิงคโปร์

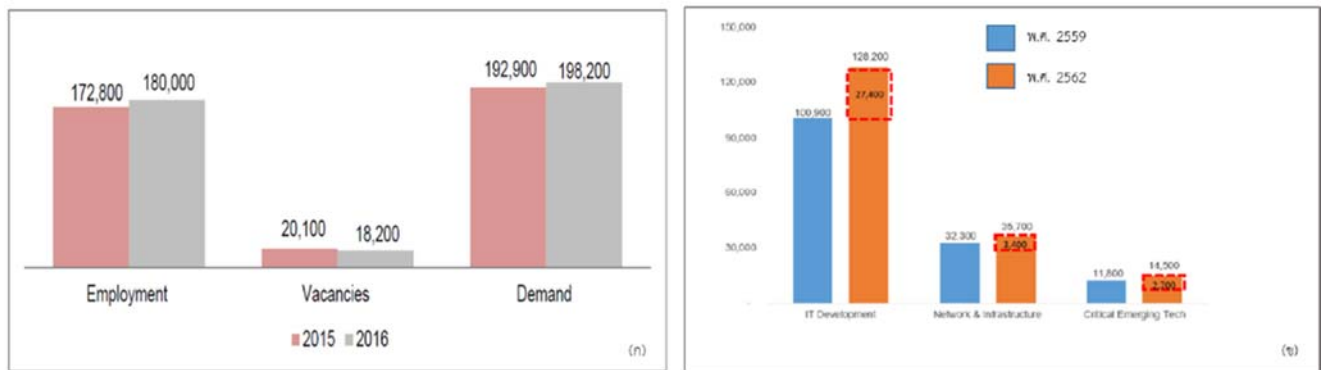


ที่มา: Annual Survey on Infocomm Media Manpower in 2016 (2017)⁵²

⁵¹ Ibid.

⁵² Infocomm Media Development Authority, "Annual Survey on Infocomm Media Manpower for 2016," สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2561, <https://www.imda.gov.sg/>.

ภาพที่ 5.9 การจ้างงานและความต้องการในปี พ.ศ. 2558 และ 2559 การประมาณความต้องการในอีก 3 ปีของนักวิชาชีพด้าน ICT ประเทศสิงคโปร์



ที่มา: Annual Survey on Infocomm Media Manpower in 2016 (2017)⁵³

• การออกแบบและดำเนินนโยบายระยะสั้น และระยะยาว

การออกแบบและดำเนินนโยบายระยะสั้นและระยะยาวเพื่อแก้ปัญหาความไม่สอดคล้อง (mismatch) ของอุปสงค์และอุปทานของนักวิชาชีพด้าน ICT ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ กล่าวคือ อุปสงค์ของแรงงานด้าน ICT มักเปลี่ยนแปลงเร็ว ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงเร็ว และธุรกิจต้องปรับตัวให้รวดเร็วเพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป ขณะที่ อุปทานของแรงงานด้าน ICT ไม่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ของแรงงานด้าน ICT ได้อย่างทันท่วงที

ดังนั้น บทบาทที่สำคัญของผู้กำหนดนโยบายคือ ต้องออกแบบกลไกด้านอุปทานที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ของแรงงานด้าน ICT ตลอดจน ดำเนินนโยบายการพัฒนากำลังคนด้าน ICT ที่มีความต่อเนื่อง และปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

• ปัจจัยความสำเร็จ

บทเรียนจากประสบการณ์ต่างประเทศที่กล่าวมาสะท้อนให้เห็นว่า ปัจจัยความสำเร็จในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลประกอบด้วย 4 ประการคือ

ประการแรก เน้นการพัฒนาคุณภาพมากกว่าปริมาณ

ประการที่สอง เน้นความร่วมมือกับภาคเอกชนในการดำเนินการ

ประการที่สาม มีกลไกการตรวจสอบและประเมินผลที่เข้มแข็ง เพื่อสร้างความรับผิดชอบ (accountability) และ

ประการสุดท้าย มีกลไกที่สนับสนุนความเข้มแข็งของสถาบันการศึกษา ตลอดจนจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมในการดำเนินการ การตรวจสอบ และการประเมินผล

⁵³ Ibid.

5.4 สรุป

นโยบายที่เกี่ยวข้องในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศหรือเขตเศรษฐกิจที่มีแนวปฏิบัติที่ดี จำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1. นโยบายการส่งเสริมการจ้างแรงงานต่างด้าวทักษะสูงจากต่างประเทศ โดยประเทศหรือเขตเศรษฐกิจที่มีแนวปฏิบัติที่ดี เช่น สิงคโปร์ ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และไต้หวัน ซึ่งมีระบบการอนุญาตทำงานชาวต่างชาติ โดยจำแนกประเภทของใบอนุญาตทำงานตามระดับทักษะของแรงงาน และให้สิทธิพิเศษที่มากกว่าแก่แรงงานทักษะสูง ขณะที่จำกัดการนำเข้าแรงงานทักษะต่ำ
2. นโยบายการพัฒนากำลังคนในประเทศด้วยระบบการศึกษาและฝึกอบรมที่คุณภาพ ตัวอย่างของประเทศหรือเขตเศรษฐกิจที่มีแนวปฏิบัติที่ดี เช่น ญี่ปุ่น สิงคโปร์ ไต้หวัน และเกาหลีใต้ ซึ่งมีจุดเด่นคือ การสอนและฝึกอบรมที่เน้นการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมและสามารถทำงานได้จริง ตลอดจน เพื่อตอบสนองต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยกลไกที่สำคัญคือ การเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดระหว่างภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน โดยรัฐบาลให้เงินสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง และมีการประเมินผล การดำเนินงานอย่างเข้มข้น

ทั้งนี้ หากจำแนกประเภทของนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดีข้างต้น ตามลักษณะของเงินสนับสนุนเพื่อใช้กระตุ้นด้านอุปสงค์ (demand) และอุปทาน (supply) พบว่า ต่างประเทศใช้ทั้งมาตรการกระตุ้นอุปสงค์และอุปทาน ดังแสดงในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 มาตรการเงินสนับสนุนเพื่อพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล

มาตรการกระตุ้นอุปสงค์	มาตรการกระตุ้นอุปทาน
• SkillsFuture Earn and Learn Programme: ให้เงินจูงใจผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ • ICT Promotion Fund: พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้สนับสนุนอุตสาหกรรม ICT	• สนับสนุนค่าเรียนในสถาบันการศึกษา เช่น KOSEN ในประเทศญี่ปุ่น • SkillsFuture Earn and Learn Programme: ให้เงินจูงใจนักศึกษาจบใหม่เข้าร่วมระบบการฝึกอบรมระหว่างทำงาน • โครงการ ICT Model Schools และ Information Technology Research Center (ITRC) • โครงการ Nurturing Excellent Engineers in Information Technology (NEXT) • SkillsFuture: สนับสนุนค่าเรียนและฝึกอบรม และ ระบบ SkillsFuture Credit • ICT Promotion Fund: พัฒนากำลังคนด้าน ICT

นอกจากนี้ บทเรียนสำคัญในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลของต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาอุตสาหกรรมดิจิทัล เช่น ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ และไต้หวัน ได้แก่

1. นโยบายการพัฒนากำลังคนด้าน ICT ควรสอดคล้องกับนโยบายอุตสาหกรรม เช่น รัฐบาลเกาหลีใต้ส่งเสริมอุตสาหกรรม ICT ให้เป็นเครื่องจักรสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ จึงลงทุนสูงมากในการพัฒนากำลังคนด้าน ICT เพื่อให้สนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยรัฐบาลได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินงาน และดำเนินการตรวจสอบประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ
2. การจัดทำตัวชี้วัดทางสถิติ และฐานข้อมูลตลาดแรงงานด้าน ICT เช่น เกาหลีใต้ และสิงคโปร์ ได้ให้ความสำคัญกับการจัดทำและเผยแพร่ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้าน ICT ทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะด้านเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและพลิกผัน
3. การออกแบบและดำเนินนโยบายระยะสั้นและระยะยาว เพื่อแก้ปัญหาความไม่สอดคล้อง (mismatch) ของอุปสงค์และอุปทานของนักวิชาชีพด้าน ICT ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ และไต้หวัน ซึ่งให้ความสำคัญต่อการปรับเปลี่ยนนโยบายเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ของแรงงานด้าน ICT ตลอดจน ดำเนินนโยบายการพัฒนากำลังคนด้าน ICT ที่มีความต่อเนื่อง และปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป
4. ปัจจัยความสำเร็จในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล ได้แก่ การเน้นการพัฒนาคุณภาพมากกว่าปริมาณ การเน้นความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชนในการดำเนินการ กลไกการตรวจสอบและประเมินผลที่เข้มแข็งเพื่อสร้างความรับผิดชอบ (accountability) และการสนับสนุนความเข้มแข็งของสถาบันการศึกษา ตลอดจนจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมในการดำเนินการ

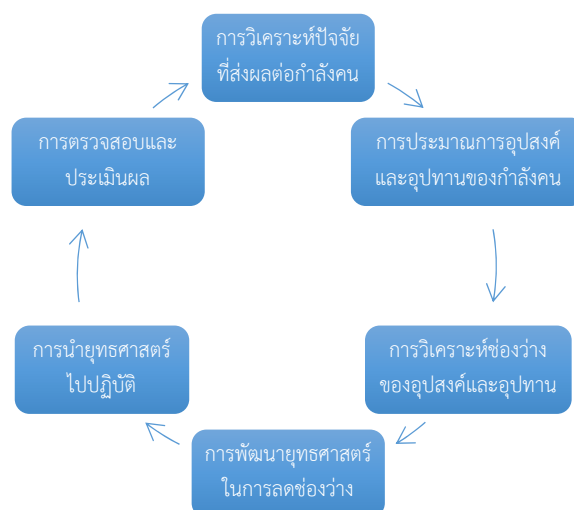
บทที่ 6 กลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนา ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

จุดประสงค์ของการจัดทำกลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) คือ เพื่อวางแผนแนวทางการดำเนินการแก้ไขปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการลดช่องว่างของอุปสงค์ (demand) หรือความต้องการ และอุปทาน (supply) หรือการผลิตของกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย

กลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัลควรเป็นการดำเนินการแบบครบวงจร ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ (ภาพที่ 6.1) ได้แก่

- 1) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกำลังคนด้านดิจิทัล
- 2) การประมาณการอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล
- 3) การวิเคราะห์ช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล
- 4) การพัฒนายุทธศาสตร์ในการลดช่องว่าง
- 5) การนำยุทธศาสตร์ไปปฏิบัติ
- 6) การตรวจสอบและประเมินผล

ภาพที่ 6.1 กลไกการวางแผนกำลังคน



ที่มา: คณะผู้วิจัย

6.1 การวิเคราะห์ปัจจัยและแนวโน้มของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อกำลังคนด้านดิจิทัล

การวิเคราะห์ปัจจัยและแนวโน้มที่สำคัญของสภาพแวดล้อมที่อาจส่งผลกระทบต่ออุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลในอนาคต เช่น

- บริบทด้านนโยบายที่เกี่ยวข้อง เช่น นโยบายอุตสาหกรรม (ทั้งในภาพรวมและรายสาขา อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง) นโยบายส่งเสริมการลงทุน นโยบายด้านแรงงาน และนโยบายด้านการศึกษา เป็นต้น (ดูรายละเอียดในบทที่ 2)
- บริบทด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย และ เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน (disruptive technologies) เช่น IoT, ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และ Cloud computing ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล (ดูรายละเอียดในบทที่ 3)

6.2 การประมาณการกำลังคนด้านดิจิทัลในปัจจุบันและอนาคต

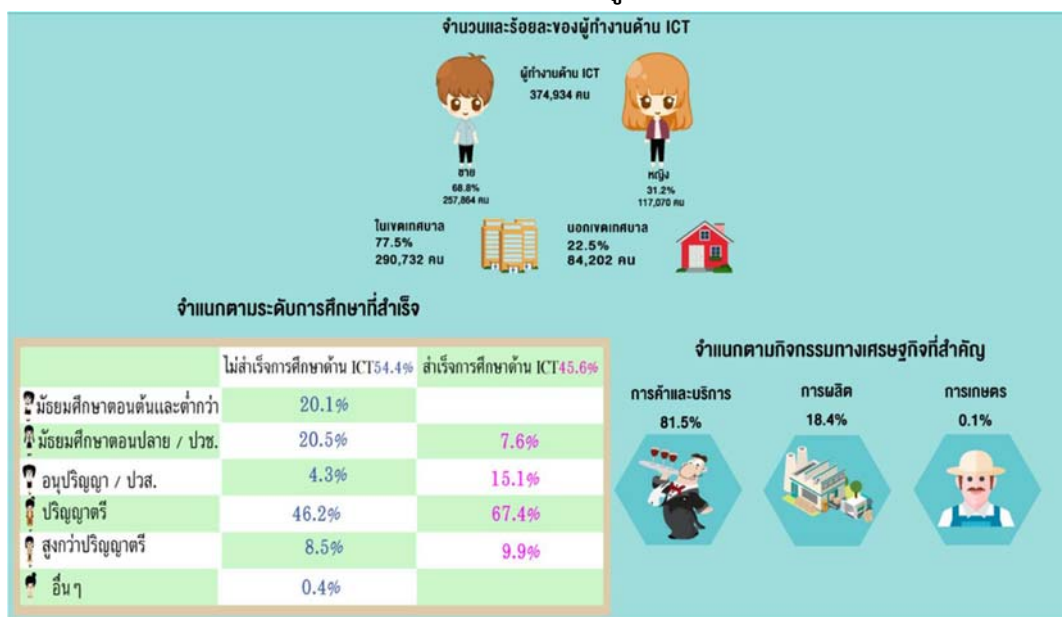
การประมาณการกำลังคนด้านดิจิทัลในปัจจุบันและอนาคต ทั้งด้านอุปสงค์และอุปทาน (ดูรายละเอียดในบทที่ 4) มีรายละเอียดดังนี้

- อุปสงค์ของกำลังคนด้านดิจิทัล

ข้อมูลอุปสงค์ของกำลังคนด้านดิจิทัล อาจรวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลสำคัญ เช่น

- ภาวะการทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ (ดูตัวอย่างผลการสำรวจปีล่าสุด พ.ศ. 2559 ในภาพที่ 6.2) ซึ่งทำให้ทราบข้อมูลผู้ทำงานด้าน ICT ทั่วประเทศ ในอดีต
- ระบบฐานข้อมูลอุปสงค์และอุปทานกำลังคน (PMANP) สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลการสำรวจความต้องการและการขาดแคลนแรงงานของสถานประกอบการที่มีลูกจ้างตั้งแต่ 1 คนขึ้นไป จากสำนักงานสถิติจังหวัด และข้อมูลผู้สำเร็จการศึกษาจากสำนักเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัด ซึ่งจำแนกตามสาขาอาชีพ ทั้งนี้ ข้อมูลล่าสุดคือ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
- ข้อมูลการสำรวจความต้องการแรงงานและการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ซึ่งข้อมูลล่าสุดคือ ปี พ.ศ. 2560

ภาพที่ 6.2 ผลการสำรวจภาวะการทำงานของผู้ทำงานด้าน ICT ในปี พ.ศ. 2559



ที่มา: สํารวจภาวะการทำงานของประชากร สํานักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
หมายเหตุ: ประชาชาติธุรกิจ¹

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ยังไม่มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล รายทักษะหรืออาชีพ เช่น ซอฟต์แวร์โปรแกรมเมอร์ และนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล (data scientist) ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

สมมติฐานที่สำคัญในการประมาณการความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC เช่น

- สมมติฐานด้านอัตราการเติบโตของ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย (S- Curve)
- สมมติฐานด้านสัดส่วนทุนต่อแรงงาน
- สมมติฐานด้านโครงสร้างทักษะแรงงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve
- สมมติฐานด้านโครงสร้างกำลังคนด้านดิจิทัลต่อกำลังคนทั้งหมดในแต่ละอุตสาหกรรมเป้าหมาย

- อุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล

ข้อมูลอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล อาจรวบรวมได้จากแหล่งข้อมูลสำคัญ เช่น

- ข้อมูลผู้จบการศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ซึ่งข้อมูลล่าสุดคือ ปี พ.ศ. 2560

¹ “สำนักงานสถิติเผยปี’59 มีผู้ทำงานด้าน ICT ในไทย 3.74 แสนคน กว่า 54.4% เรียนจบสายอื่น,” ประชาชาติธุรกิจ, 7 พฤศจิกายน 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2561, <https://www.prachachat.net/ict/news-67153>.

- ระบบฐานข้อมูลอุปสงค์และอุปทานกำลังคน (PMANP) สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลการสำรวจความต้องการและการขาดแคลนแรงงานของสถานประกอบการที่มีลูกจ้างตั้งแต่ 1 คนขึ้นไป จากสำนักงานสถิติจังหวัด และข้อมูลผู้สำเร็จการศึกษาจากสำนักเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัด ซึ่งจำแนกตามสาขาอาชีพ ทั้งนี้ ข้อมูลล่าสุดคือ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

สมมติฐานที่สำคัญในการประมาณการการผลิตกำลังคนด้านดิจิทัล เช่น

- สมมติฐานด้านโครงสร้างประชากรในอนาคต ซึ่งเป็นไปตามการประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
- สมมติฐานด้านสัดส่วนการเข้าสู่ตลาดแรงงานด้าน ICT ของผู้จบการศึกษาด้าน ICT และสัดส่วนของผู้ที่ไม่ได้จบการศึกษาด้าน ICT แต่เข้าสู่ตลาดแรงงานด้าน ICT

6.3 การวิเคราะห์ช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

การวิเคราะห์ช่องว่าง ประกอบด้วยกิจกรรมสำคัญ ได้แก่

- 1) การระบุและวิเคราะห์ความแตกต่างของอุปสงค์และอุปทาน เช่น ความไม่สอดคล้องกันของอุปสงค์และอุปทานในด้านปริมาณ (การขาดแคลน หรือการผลิตเกินความต้องการ) และความไม่สอดคล้องกันของอุปสงค์และอุปทานในด้านคุณภาพ
- 2) การประเมินความเสี่ยงของแต่ละช่องว่างที่จะเกิดขึ้น เช่น ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหากไม่สามารถผลิตนักวิทยาศาสตร์ข้อมูลได้เพียงพอกับความต้องการของตลาด และความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหากไม่สามารถยกระดับคุณภาพของซอฟต์แวร์โปรแกรมเมอร์
- 3) การลำดับความสำคัญของงานที่จำเป็นเพื่อลดช่องว่าง โดยตั้งคำถามสำคัญ เช่น ช่องว่างที่สำคัญที่สุดต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมดิจิทัลในพื้นที่ EEC คืออะไร และช่องว่างที่สามารถจัดการได้ด้วยการดำเนินการระยะสั้นคืออะไร
- 4) การระบุทิศทางในการดำเนินการ โดยพิจารณาสาเหตุที่ทำให้เกิดช่องว่าง เช่น ช่องว่างด้านทักษะเนื่องจากยังไม่มีกำลังคนที่มีทักษะดังกล่าว ช่องว่างด้านทักษะเนื่องจากกำลังคนไม่มีคุณภาพ หรือช่องว่างในการดึงดูดกำลังคนที่มีคุณภาพเข้าสู่ตลาดแรงงาน

6.4 การพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อลดช่องว่าง

การพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อลดช่องว่าง ประกอบด้วยกิจกรรมสำคัญ ได้แก่

- การกำหนดยุทธศาสตร์ เช่น การลดจำนวนผู้จบการศึกษาด้าน ICT ที่มีคุณภาพต่ำ การพัฒนาคุณภาพของนักวิชาชีพด้าน ICT และการผลิตนักเทคโนโลยีในสาขาใหม่ๆ (เช่น IoT

และ AI) ที่มีคุณภาพ

- การจัดทำรายงานเพื่อกระตุ้นความรู้สึกของความเร่งด่วนในการแก้ปัญหา และสร้างการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสำคัญ โดยมีประเด็นสำคัญที่ต้องระบุ เช่น ปัญหาคืออะไร อะไรต้องดำเนินการและทำไม ความเสี่ยงหากไม่แก้ไขปัญหาดังกล่าว โครงร่างเกี่ยวกับยุทธศาสตร์และการดำเนินการ ทางเลือกในการแก้ปัญหา (ข้อดีและข้อเสียของแต่ละแนวทาง) แนวทางแก้ไขปัญหามีความเกี่ยวข้องกับนโยบายหรือโครงการอื่นหรือไม่ แนวทางดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานเอง ค่าใช้จ่ายและบุคลากรที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการ แผนการดำเนินการและระยะเวลา ปัจจัยความสำเร็จและอุปสรรคในการดำเนินการ
- การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ โดยตั้งคำถามสำคัญ เช่น อะไรคือสิ่งที่ต้องการในการดำเนินยุทธศาสตร์ อะไรคือความสำเร็จในระยะสั้นและระยะยาว อะไรคือการเปลี่ยนแปลงหากดำเนินการสำเร็จ และข้อมูลหรือกระบวนการอะไรในปัจจุบันที่สามารถใช้ติดตามความสำเร็จของยุทธศาสตร์ได้

6.5 การดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์

การดำเนินการในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยการจัดการที่สำคัญ เช่น

- ความมั่นใจว่าได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหาร
- การระบุบทบาทและความรับผิดชอบในการดำเนินการ (ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร)
- การจัดทำแผนงานในการดำเนินการ รวมทั้ง งบประมาณและบุคลากรที่จำเป็น ระยะเวลา และสิ่งสำคัญที่ต้องบรรลุภายในระยะเวลาที่กำหนด
- การจัดสรรงบประมาณและบุคลากรที่จำเป็นในการดำเนินการ
- การกำหนดกลไกการติดตามและประเมินผล ตัวชี้วัดความสำเร็จ และระบบการรายงานผลการดำเนินงาน
- การพัฒนาแผนการสื่อสารแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เช่น อะไรคือสิ่งที่ต้องดำเนินการ ทำไม อย่างไร และเมื่อไร

ทั้งนี้ คำถามสำคัญในการดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ เช่น

- หนทางที่ดีที่สุดในการดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์คืออะไร
- ยุทธศาสตร์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับหน่วยงานใดบ้าง ในรูปแบบใด
- อะไรคือจุดประสงค์หลักของยุทธศาสตร์ และอะไรคือสิ่งที่ต้องการบรรลุสุดท้าย
- อะไรคือผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการ และแนวทางแก้ไขผลกระทบทางลบดังกล่าวคืออะไร

6.6 การติดตามและประเมินผล

การติดตามและประเมินผลจำเป็นต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยควรติดตามข้อมูลทั้งด้านอุปสงค์และอุปทานที่สำคัญ เช่น

- โครงสร้างอายุของกำลังคนด้านดิจิทัล
- อัตราการเข้า-ออกงานของกำลังคนด้านดิจิทัล โดยเฉพาะในสาขาสำคัญ
- อัตราการรับเข้าทำงาน เช่น สัดส่วนของผู้สมัครต่อผู้รับเข้าทำงาน
- ทักษะที่เป็นที่ต้องการสูงของตลาดแรงงานด้านดิจิทัล

การประเมินผลมีความสำคัญในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการดำเนินการของกระบวนการ รวมทั้งช่วยปรับปรุงการดำเนินการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และบรรลุผลสำเร็จ ดังนั้น กระบวนการประเมินผลควรอยู่ในแผนการดำเนินการนับตั้งแต่แรก

วิธีการในการได้ข้อคิดเห็นหรือข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิผลของการดำเนินการ เช่น

- การจัดทำแบบสอบถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น บริษัทเอกชน และกำลังคนด้านดิจิทัล
- การวิเคราะห์ข้อมูลกำลังคน
- การวิเคราะห์จากรายงานความคืบหน้าในการดำเนินการ

6.7 สรุป

กลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) มีความสำคัญในฐานะเป็นเครื่องมือในการวางแผนทางการดำเนินการแก้ไขปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการลดช่องว่างของอุปสงค์ (demand) หรือความต้องการ และอุปทาน (supply) หรือการผลิตของกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย

กลไกการวางแผนกำลังคนด้านดิจิทัลควรเป็นการดำเนินการแบบครบวงจร ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ ได้แก่ การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกำลังคนด้านดิจิทัล การประมาณการอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล การวิเคราะห์ช่องว่างของอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนด้านดิจิทัล การพัฒนายุทธศาสตร์ในการลดช่องว่าง การนำยุทธศาสตร์ไปปฏิบัติ และการตรวจสอบและประเมินผล

บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะในการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

ในปัจจุบัน ประเทศไทยสามารถผลิตกำลังคนด้านดิจิทัลได้จำนวนมากพอสมควร เพราะมีการเปิดหลักสูตรระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์¹ มากกว่า 500 หลักสูตร ในสถาบันการศึกษาเกือบ 170 แห่งทั่วประเทศ และสามารถผลิตบัณฑิตที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์เกือบ 20,000 คนในปีพ.ศ. 2560 แต่มีจำนวนผู้จบสาขาคอมพิวเตอร์ในระดับปริญญาตรีที่ว่างงานประมาณ 7,000 คนในตลาดแรงงาน ขณะที่มีการจ้างงานด้านดิจิทัลเพิ่มขึ้นประมาณ 14,000 คนในปีเดียวกัน ดังนั้น ประเทศไทยจึงไม่ได้มีปัญหาด้านปริมาณของกำลังคนด้านดิจิทัลที่ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม ภาคธุรกิจมักสะท้อนปัญหาว่าขาดแคลนกำลังคนด้านดิจิทัล ซึ่งนั่นหมายความว่า บุคลากรที่ผลิตออกมาจำนวนไม่น้อยมีปัญหาด้านคุณภาพที่ไม่ตอบโจทย์ของภาคธุรกิจ หรือมีทักษะที่ไม่ตรงกับความต้องการของภาคธุรกิจ

สาเหตุหนึ่งของปัญหาดังกล่าวเป็นเพราะหลักสูตรที่ใช้ล้าสมัย เพราะไม่ได้ปรับให้ทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ บางหลักสูตรไม่ได้บรรจุวิชาที่จำเป็นต่อการเป็นนักวิชาชีพด้านดิจิทัลมากเพียงพอ

ปัญหาด้านคุณภาพของกำลังคนด้านดิจิทัลของไทย จะทำให้บริษัทต่างๆ ที่มาลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เลือกที่จะไม่ทำกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มสูงในประเทศไทย ซึ่งทำให้ประเทศไทยได้ประโยชน์จากการลงทุนไม่มาก ยกตัวอย่างเช่น อาลีบาบากรุ๊ปเลือกที่จะตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ประเทศไทย เพื่อกระจายสินค้าไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เช่น กัมพูชา ลาว เมียนมาร์ และเวียดนาม ขณะที่ เข้าไปตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาด้าน AI applications ในสิงคโปร์

นอกจากนี้ ปัญหาการขาดแคลนกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพ จะเป็นอุปสรรคต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่มีความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในสัดส่วนที่สูง เช่น อุตสาหกรรมดิจิทัล อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และอุตสาหกรรมหุ่นยนต์

ดังนั้น หากประเทศไทยต้องการจะได้ประโยชน์จากการลงทุนอย่างเต็มที่ และสามารถสร้างเสน่ห์ในการดึงดูดการลงทุนด้านดิจิทัล เหมือนหลายประเทศ เช่น สิงคโปร์ เกาหลีใต้ ไต้หวันและญี่ปุ่น ตลอดจนสร้างการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ได้จริง สิ่งที่ภาครัฐต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนคือ การพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพสูง และใช้งานได้จริง โดยภาครัฐควรดำเนินโครงการนำร่อง (pilot

¹ สาขาคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 5 สาขาย่อย ได้แก่ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ธุรกิจหรือระบบสารสนเทศ

project) เพิ่มกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพสำหรับกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC และขยายผลไปทั่วประเทศ โดยมีแนวทางดำเนินการทั้งในระยะสั้น กลาง และยาว

7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC

ประเทศไทยควรดำเนินนโยบายระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว (ดังแสดงในภาพที่ 7.1) ควบคู่กันไปอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เพื่อพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพสูง และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของภาคธุรกิจได้จริง ซึ่งจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก (ภาพที่ 7.2) โดยภาครัฐควรเริ่มจากการดำเนินโครงการนำร่อง (pilot project) เพิ่มกำลังคนด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพสำหรับกิจการในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC จากนั้น ถอดบทเรียนจากการดำเนินการในพื้นที่ EEC ไปสู่การขยายผลไปทั่วประเทศ

ภาพที่ 7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการพัฒนากำลังคนดิจิทัลของไทย



นโยบายระยะสั้น:

- ปรับปรุงโปรแกรมหรือหลักสูตรเข้มข้นระยะสั้นด้าน ICT
- เพิ่มการเชื่อมโยงระหว่างสถาบันการศึกษาหรือฝึกอบรมทักษะด้าน ICT และภาคธุรกิจ
- ให้เงินสนับสนุนผู้เข้าฝึกอบรมด้าน ICT ในสาขาที่มีความต้องการสูง ในสถาบันที่ได้รับการรับรอง
- ส่งเสริมการสอบวัดระดับมาตรฐานวิชาชีพ ICT ตามมาตรฐานสากล
- อำนวยความสะดวกการเข้ามาทำงานของนักวิชาชีพทักษะสูงจากต่างประเทศ



นโยบายระยะยาว

- ปรับปรุงหลักสูตรหรือโปรแกรมการศึกษาด้าน ICT
- ส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาและ การพัฒนาบุคลากรด้าน ICT

การพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัล: จากปริมาณสู่คุณภาพ



ภาพที่ 7.2 กำลังคนด้านดิจิทัล 3 กลุ่มที่จำเป็นต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC



ที่มา: คณะผู้วิจัย

ในระยะสั้นและระยะกลาง ประเทศไทยควรมีนโยบายเพื่อให้เกิดกำลังคนด้านดิจิทัล 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

กลุ่มแรกคือ กลุ่มคนด้านดิจิทัลที่สามารถพัฒนาและใช้เทคโนโลยีหลักที่เปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน (disruptive technologies) เช่น เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) การจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ “นักเทคโนโลยีป่วนโลก”

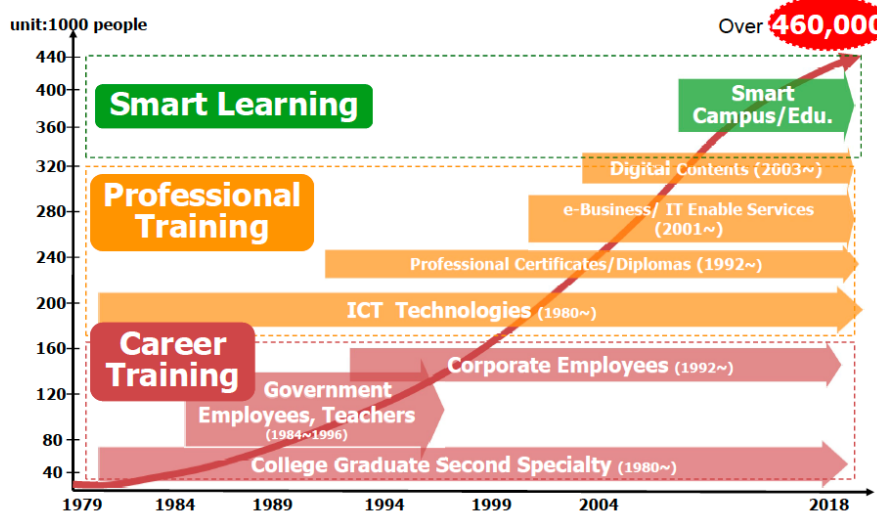
ในหลายประเทศ การพัฒนาคนกลุ่มนี้ มักทำโดยการจัดหลักสูตรเข้มข้นระยะประมาณ 6 เดือน โดยเน้นการพัฒนาทักษะจากโจทย์จริง ข้อมูลจริงเพื่อใช้งานจริงและแก้ปัญหาจริงได้ เช่น ไต้หวัน จัดหลักสูตรในลักษณะดังกล่าวโดยสถาบันอุตสาหกรรมสารสนเทศ หรือ Institute for Information Industry (III) ซึ่งเป็นสถาบันที่ดำเนินการฝึกอบรมบุคลากรด้าน ICT เป็นแห่งแรกและใหญ่ที่สุดของไต้หวัน นับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2523 และจนกระทั่งถึงปัจจุบัน ได้ทำการฝึกอบรมบุคลากรด้าน ICT มากกว่า 460,000 คน ซึ่งหลักสูตรส่วนมากใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรมเต็มเวลา 6 เดือน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริง (ภาพที่ 7.2) ส่วนสิงคโปร์ดำเนินการโดยผ่านหน่วยงานหลักคือ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อ (Infocomm Media Development Agency: IMDA) ซึ่งอยู่ภายใต้กระทรวงการสื่อสารและสารสนเทศ และ Workforce Singapore ซึ่งโครงการ Skills Framework for Infocomm Technology ซึ่งเน้นการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมทักษะและการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยตัวอย่างของหลักสูตรการฝึกอบรมทักษะที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ และสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตัวอย่างของการดำเนินการฝึกอบรมของสิงคโปร์ เช่น โครงการพัฒนาบุคลากรภายใต้ Workforce Singapore ที่มุ่งเพิ่มทักษะให้แก่บุคลากรที่ทำงานแล้วในสาขาเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน เช่น Attach and Train Program for Artificial Intelligence Software Developers ซึ่งใช้เวลาฝึกอบรมเต็มเวลา 6 เดือน (เรียนในชั้นเรียน 4 เดือนและฝึกในบริษัทเอกชน 2 เดือน) และหลักสูตรเป็นการออกแบบร่วมกันระหว่าง มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญด้านดังกล่าวคือ DigiPen (SG) และบริษัทเอกชนที่เข้าร่วม

โครงการ นอกจากนี้ หลังจากจบหลักสูตร ผู้เข้าอบรมจะได้รับใบประกาศวิชาชีพ Specialist Diploma in Artificial Intelligence Software Developer และอาจได้รับเข้าทำงานในบริษัทที่ร่วมโครงการ ในแต่ละปี มีการจัดฝึกอบรมประมาณ 2 ครั้ง และในแต่ละครั้ง รับผู้เข้าฝึกอบรมประมาณ 15-25 คน และอีกตัวอย่างหนึ่งคือ โครงการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลภายใต้สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อ (Infocomm Media Development Agency: IMDA) ซึ่งมุ่งพัฒนานักวิชาชีพด้าน ICT ให้มีทักษะความสามารถที่สูงขึ้น

โดยสรุป หัวใจของการฝึกอบรมในทั้ง 2 ประเทศคือ ไม่มุ่งเน้นปริมาณมาก แต่เน้นฝึกอย่างเข้มข้น เพื่อให้ได้คุณภาพระดับสามารถใช้งานได้จริง

ภาพที่ 7.2 การฝึกอบรมบุคลากรด้าน ICT ของสถาบันอุตสาหกรรมสารสนเทศ (III) ของไต้หวัน



ที่มา: Institute for Information Industry (III)

ตารางที่ 7.1 ตัวอย่างการฝึกอบรมทักษะเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ ของสิงคโปร์

Emerging Trends	Examples of Relevant Skills	
Artificial Intelligence and Data Science	- Analytics and Computational Modelling - Business Innovation - Business Needs Analysis - Business Process Re-engineering	- Cyber Forensics - Data Strategy - Data Governance - Data Design - Data Engineering - Data Visualisation
Cyber Security	- Business Needs Analysis - Cyber Forensics - Cyber Incident Management - Cyber Risk Management - Security Assessment and Testing - Security Governance	- Security Programme Management - Stakeholder Management - Threat Intelligence and Detection
Immersive Media	- Analytics and Computational Modelling - Application Development - Business Innovation - Business Needs Analysis - Data Design	- Infrastructure Design - Embedded Systems Programming - Product Management - User Experience Design - User Interface Design
Internet of Things	- Analytics and Computational Modelling - Data Strategy - Data Engineering - Embedded Systems Interface Design	- Embedded Systems Programming - Security Architecture - Security Administration

ที่มา: Skills Framework for Infocomm Technology, Singapore²

² Infocomm Media Development Authority. "Annual Survey on Infocomm Media Manpower for 2016." สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2561. <https://www.imda.gov.sg/>.

ในกรณีของประเทศไทย สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA) อาจจัดให้มีโปรแกรมฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีที่มีความต้องการสูงในปัจจุบัน เช่น AI และ Data Science เป็นการฝึกอบรมเต็มเวลาเข้มข้นระยะสั้นอย่างน้อย 6 เดือน โดยสนับสนุนให้สถาบันการศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีดังกล่าวและบริษัทเอกชนที่เข้าร่วมโครงการ ร่วมกันออกแบบหลักสูตร ซึ่งมีทั้งการเรียนในชั้นเรียน และฝึกในบริษัทเอกชน โดยอาจกำหนดเป้าหมายเบื้องต้นคือ มีผู้เข้าร่วมประมาณ 20-30 คนต่อชั้นเรียน ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วมอบรมต้องทำการทดสอบหลังจากจบหลักสูตร และหากสอบผ่าน จะได้รับใบประกาศนียบัตรรับรอง นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมอบรมอาจได้รับเงินค่าเบี้ยเลี้ยงระหว่างการฝึกอบรม และอาจได้รับเข้าทำงานในบริษัทที่เข้าร่วมโครงการหลังจากจบหลักสูตร

กลุ่มที่สองคือ กลุ่มคนด้านดิจิทัลที่ต้องการจำนวนมากพอสมควร เช่น นักพัฒนาซอฟต์แวร์ (software developer) และโปรแกรมเมอร์ **ซึ่งต้องมีคุณภาพที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคธุรกิจ** เช่นกัน หรือ “**นักพัฒนาคุณภาพ**” กลุ่มนี้สามารถสร้างได้โดยสร้างความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสถาบันการศึกษากับภาคธุรกิจ

ตัวอย่างที่ดีในต่างประเทศคือ เกาหลีใต้ ซึ่งมี ICT Model Schools ซึ่งเปิดให้สถาบันการศึกษาสมัครเข้าร่วมโครงการ โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ การมีหลักสูตรการสอนที่เหมาะสมและความพร้อมด้านสถานที่และอุปกรณ์วิจัย ที่สำคัญ ต้องสามารถดึงดูดการลงทุนร่วมด้านการศึกษาและวิจัยจากภาคธุรกิจ โดยสถาบันฯ ที่สนใจต้องส่งข้อเสนอการพัฒนาสู่ความเป็นสถาบันที่เชี่ยวชาญด้าน ICT มาให้คณะกรรมการพิจารณา สุดท้าย มีสถาบันฯ ที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมด 30 แห่ง ซึ่งกระจายในแต่ละภูมิภาค แต่ละแห่งได้รับเงินสนับสนุนประมาณ 45-90 ล้านบาทสำหรับโครงการ 4 ปี อย่างไรก็ตาม หากการประเมินผลประจำปีไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ สถาบันฯ นั้น ก็จะถูกคัดออกจากโครงการ โดยสถาบันฯ ที่อยู่ในระดับรองลงไปจะได้รับการคัดเลือกแทน

นอกจากการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสถาบันการศึกษาและภาคธุรกิจแล้ว เพื่อส่งเสริมการสร้างความรับผิดชอบ (accountability) ให้แก่สถาบันการศึกษา และยกระดับทักษะของนักวิชาชีพ ICT ของไทย หน่วยงานภาครัฐของไทย เช่น สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลควรส่งเสริมให้มีการสอบวัดระดับมาตรฐานวิชาชีพ ICT ภายใต้มาตรฐานสากล เช่น Information Technology Professional Examination (ITPE) ให้แพร่หลายมากขึ้น โดยร่วมมือกับสถานศึกษาและภาคเอกชน ตลอดจนการให้เงินสนับสนุนการสอบบางส่วนแก่ผู้สมัครสอบที่สอบผ่าน

ตัวอย่างที่ดีในต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ได้จัดให้มีการสอบมาตรฐานวิชาชีพ IT (Information Technology Engineers Examination: ITEE) ในระดับประเทศเพื่อวัดความรู้และทักษะของนักวิชาชีพ IT ดำเนินการโดยสำนักงานส่งเสริมเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Promotion Agency: IPA) ในแต่ละปี มีผู้สมัครสอบประมาณ 6 แสนคน และอัตราการสอบผ่านเพียงประมาณร้อยละ 11 โดย

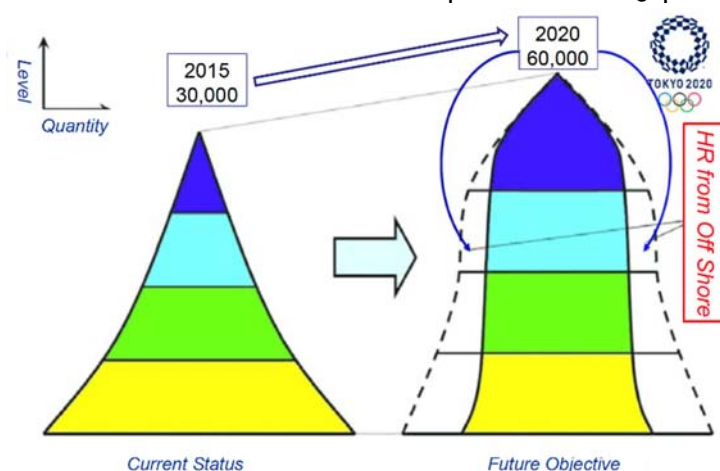
สาเหตุหนึ่งที่ทำให้การสอบ ITEE แพร่หลายคือ มหาวิทยาลัยในญี่ปุ่นมีการนำ ITEE ไปใช้ในหลายรูปแบบ (ตารางที่ 7.2) ทั้งนี้ ญี่ปุ่นได้กำหนดเป้าหมายเพิ่มบุคลากรด้าน IT ที่มีทักษะระดับสูงสุด จากเดิม 3 หมื่นคนในปี 2558 เป็น 6 หมื่นคนในปี 2563 (ภาพที่ 7.3)

ตารางที่ 7.2 รูปแบบการใช้ ITEE ในมหาวิทยาลัยของญี่ปุ่น

รูปแบบการใช้ ITEE ในมหาวิทยาลัย	จำนวน (แห่ง)
กำหนดหลักสูตรการสอนที่เกี่ยวกับ ITEE	111
รับรองหน่วยกิต	119
จัดคอร์สเพื่อเตรียมสอบ ITEE	167
สนับสนุนการสอบ (เช่น ให้เงินสนับสนุนการสอบ ยกย่องผู้สอบผ่าน และให้แรงจูงใจ)	131
ให้สิทธิพิเศษในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย	158

ที่มา: IPA³

ภาพที่ 7.3 การกระจายตัวของบุคลากร ICT ในญี่ปุ่น



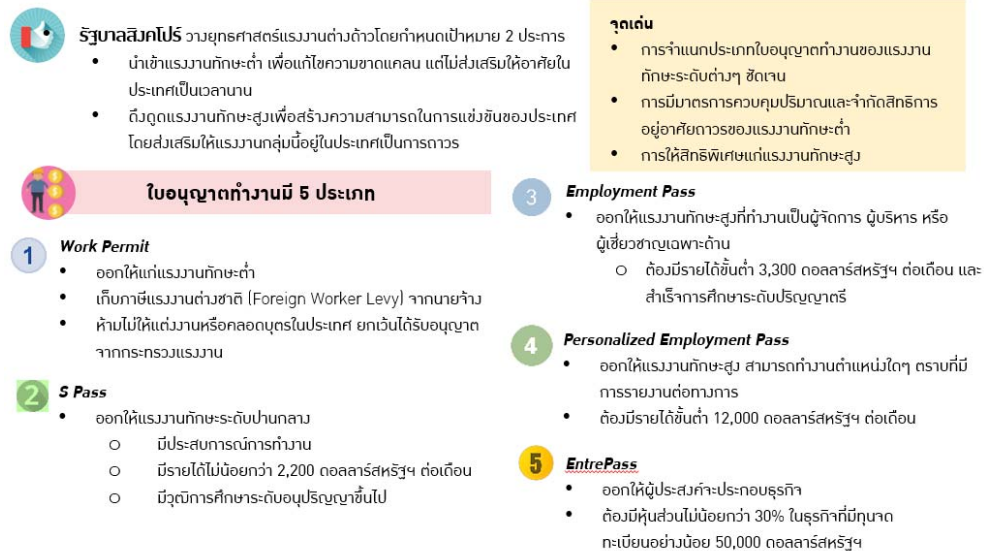
ที่มา: IPA⁴

กลุ่มที่สามคือ กลุ่มคนด้านดิจิทัลทักษะสูงจากต่างประเทศ หรือ “จอมยุทธ์ต่างแดน” โดยกลุ่มนี้จะช่วยบรรเทาปัญหาความขาดแคลนเฉพาะหน้า ประเทศไทยสามารถดึงดูดกลุ่มนี้ได้จากการอำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจในการเข้ามาทำงานของแรงงานต่างชาติทักษะสูง ที่ผ่านมา สิงคโปร์ ออสเตรเลีย และสหรัฐ ได้ใช้มาตรการนี้ดึงดูดกำลังคนจากต่างประเทศมาเป็นระยะเวลานานและประสบความสำเร็จ ดูตัวอย่างของสิงคโปร์ในภาพที่ 7.4

³ Information-technology Promotion Agency, “Realize a reliable IT society,” IPA Better life with IT, สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2561, <https://www.ipa.go.jp/files/000058630.pdf>.

⁴ Ibid.

ภาพที่ 7.4 การดึงดูดแรงงานต่างชาติทักษะสูงของสิงคโปร์



ที่มา: Singapore's Strategies for Attracting Highly-Skilled Foreign Human Resources – How does Singapore Recruit Foreign Talent? RIM Pacific Business and Industries, Vol. XV, No. 56⁵

สำหรับประเทศไทย มาตรการดังกล่าวได้เพิ่งเริ่มขึ้นเมื่อต้นปี 2561 เมื่อรัฐบาลออกมาตรการ Smart Visa ซึ่งเป็นวีซ่าพิเศษ เพื่อดึงดูดผู้เชี่ยวชาญทักษะสูงเข้ามาทำงานในประเทศไทย โดยให้สิทธิพิเศษต่างๆ เช่น การให้วีซ่าถึง 4 ปี และไม่ต้องขอใบอนุญาตทำงาน

อย่างไรก็ตาม มาตรการดังกล่าวของไทยยังมีเงื่อนไขไม่ดึงดูดพอ เพราะกำหนดเงินเดือนขั้นต่ำไว้สูงมากถึง 200,000 บาทต่อเดือน ทำให้ผู้ที่เข้าเงื่อนไขดังกล่าวและสนใจเข้ามาทำงานในไทยน้อยเกินไป ดังนั้น รัฐบาลควรพิจารณาปรับเงินเดือนขั้นต่ำ และเงื่อนไขให้เหมาะสมกัน เช่น ผู้ที่มีเงินเดือนอย่างน้อย 2 แสนบาท จะได้วีซ่านาน 4 ปี ส่วนผู้ที่มีเงินเดือนเกิน 1 แสนบาท แต่ไม่ถึง 2 แสนบาท จะได้วีซ่า 2 ปี เป็นต้น

ในระยะยาว ประเทศไทยควรดำเนินนโยบายพัฒนากำลังคนดิจิทัล โดย

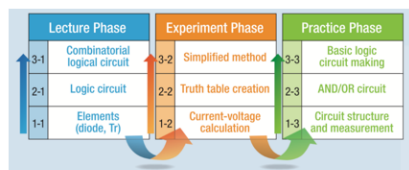
ประการแรก **มุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา** โดยสร้างกลไกให้ภาคธุรกิจให้ข้อมูลทักษะกำลังคนที่ต้องการแก่สถาบันการศึกษา และให้สถาบันการศึกษาปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคธุรกิจ รวมทั้งหาผู้เชี่ยวชาญเข้าไปช่วยสถาบันการศึกษาวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของตน จัดทำแผนปรับปรุงคุณภาพการศึกษา ขยายจำนวนนักศึกษาฝึกงาน และเพิ่มอาจารย์ที่มีคุณภาพ

ตัวอย่างของประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดีคือ เกาหลีใต้ ซึ่งมีโครงการ Nurturing Excellent Engineers in Information Technology (NEXT) และ ญี่ปุ่นซึ่งมีระบบ KOSEN (College of Technology) ที่มีชื่อเสียง (ภาพที่ 7.5)

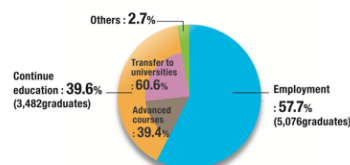
⁵ Kaori Iwasaki. "Singapore's Strategies for Attracting Highly-Skilled Foreign Human Resources – How does Singapore Recruit Foreign Talent?." RIM Pacific Business and Industries. Vol. XV (2015). No. 56.

ภาพที่ 7.5 ระบบ KOSEN ของญี่ปุ่น

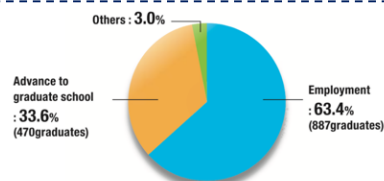
- หลักสูตรอนุปริญญาด้านวิศวกรรมศาสตร์ 5 ปี หลังจากจบมัธยมต้น
- KOSEN มีทั้งหมด 51 วิทยาลัย (55 วิทยาเขต)
 - อาจารย์รวม 3,793 คน (PhD ร้อยละ 80 ของอาจารย์ทั้งหมด)
- รัฐบาลช่วยสนับสนุนค่าเรียนในสถาบัน KOSEN
- หลักสูตรของ KOSEN เป็นแบบ Spiral curriculum เน้นการเรียนรู้ที่มากขึ้น
 - ผ่านการ บรรยาย ทดลอง ปฏิบัติจริง 3 ขั้นตอน
- ระบบการศึกษาปกติคือ 6-3-3-4 ในขณะที่ KOSEN เป็น 6-3-5
 - Advance course อีก 2 ปี: วุฒิ ปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมศาสตร์



นักเรียนกับการศึกษาหลักสูตรปกติ KOSEN ในปี 2559



นักเรียนกับการศึกษาหลักสูตรขั้นสูง KOSEN ในปี 2559



ที่มา: KOSEN⁶

ประการที่สอง ประเทศไทยควรมุ่งเน้นส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างการพัฒนา และการพัฒนาบุคลากรด้าน ICT

ตัวอย่างของต่างประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดี เช่น ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ Information Technology Research Center (ITRC) ของเกาหลีใต้ ได้ดำเนินโครงการที่มุ่งพัฒนาเทคโนโลยีหลัก (core technology) และบุคลากรด้าน ICT ไปพร้อมกัน โดยสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในมหาวิทยาลัย และมีกลไกการประเมินผลที่มีคุณภาพ โดยมีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 16 แห่งซึ่งผ่านการคัดเลือกอย่างเข้มงวด แต่ละมหาวิทยาลัยต้องส่งแผนงานวิจัยและมีสาขาวิจัยหลักซึ่งอาจเกิดจากรัฐเป็นผู้กำหนดหรือมหาวิทยาลัยกำหนดเอง (ดูรายละเอียดในตารางที่ 5.6) รวมทั้ง ต้องมีเงินทุนตั้งต้นประมาณร้อยละ 30 ซึ่งเป็นทุนร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยและภาคเอกชน ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยที่ได้รับการคัดเลือกจะต้องผ่านการประเมินซึ่งจัดทำขึ้นทุก 2 ปี หากผลการประเมินอยู่ในระดับล่างสุด (bottom 10-20%) จะถูกตัดจากโครงการ และขนาดของเงินวิจัยที่สนับสนุนรายปี จะปรับเปลี่ยนตามผลการประเมิน

บทเรียนจากประสบการณ์ต่างประเทศที่กล่าวมาสะท้อนให้เห็นว่า ปัจจัยความสำเร็จในการพัฒนา กำลังคนด้านดิจิทัลประกอบด้วย 4 ประการคือ หนึ่ง เน้นการพัฒนาคุณภาพมากกว่าปริมาณ สอง เน้นความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน สาม มีกลไกการตรวจสอบและประเมินผลที่เข้มแข็ง เพื่อสร้างความรับผิดชอบ (accountability) และสี่ มีกลไกที่สนับสนุนความเข้มแข็งของสถาบันการศึกษา

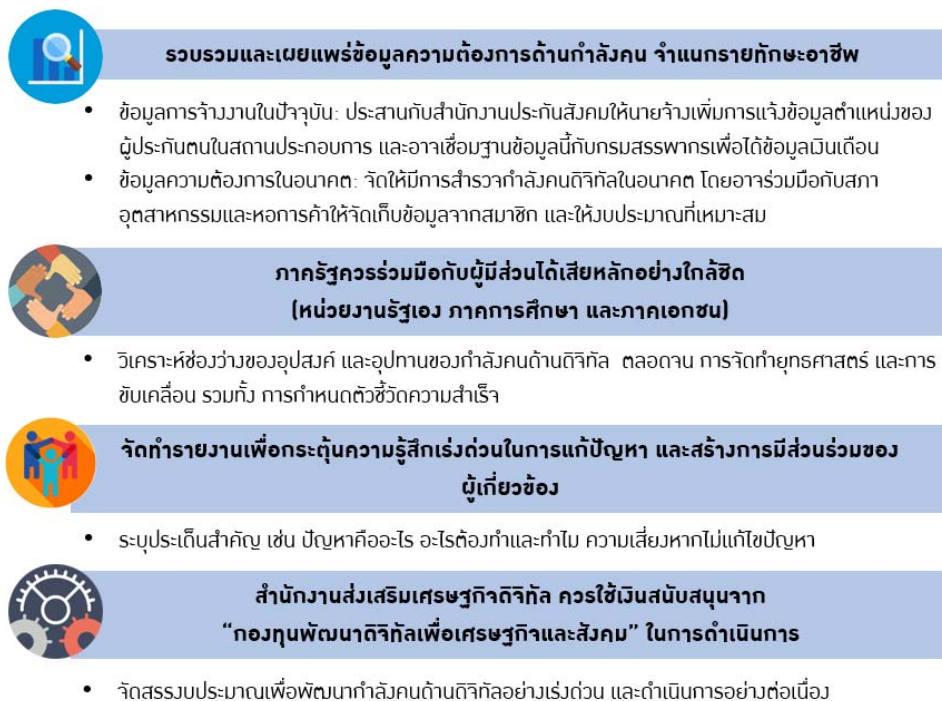
⁶ “KOSEN.” National Institute of Technology .สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561.
http://www.kosen-k.go.jp/english/kosen_general_brochure.pdf.

ในปัจจุบัน การสร้างกำลังคนด้านดิจิทัลในประเทศไทย ในสถาบันต่างๆ ยังไม่มีองค์ประกอบแห่งคุณภาพครบทั้ง 4 ประการ แต่ก็น่าจะสามารสรสร้างขึ้นได้ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์จากการเข้ามาลงทุนของบริษัทต่างๆ ในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC ในอนาคต

7.2 ข้อเสนอแนะด้านกลไกในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC

คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนากลไกกำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC (ภาพที่ 7.6) ดังนี้

ภาพที่ 7.6 ข้อเสนอแนะด้านกลไกในการพัฒนากำลังคนดิจิทัล



ประการแรก ภาครัฐควรรวบรวมข้อมูลความต้องการกำลังคนดิจิทัล จำแนกรายทักษะหรืออาชีพ เพื่อให้สถาบันการศึกษามีข้อมูลในการปรับหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคธุรกิจ ผู้เรียนมีข้อมูลในการตัดสินใจในการศึกษาต่อและเตรียมพร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน และภาครัฐมีข้อมูลในการดำเนินนโยบายเพื่อลดช่องว่างด้านทักษะของกำลังคน

แนวทางในการรวบรวมข้อมูลความต้องการกำลังคนดิจิทัล จำแนกรายทักษะหรืออาชีพ ได้แก่

1. การให้นายจ้างรายงานเกี่ยวกับตำแหน่งของลูกจ้าง เมื่อต้องรายงานข้อมูลให้แก่สำนักงานประกันสังคม เพิ่มเติมจากการแจ้งจำนวนแรงงานให้แก่สำนักงานประกันสังคมซึ่งดำเนินการอยู่แล้วในปัจจุบัน และหากฐานข้อมูลดังกล่าว สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลผู้เสียภาษีของกรมสรรพากร จะทำให้ได้ฐานข้อมูลขนาดใหญ่เกี่ยวกับความต้องการกำลังคนดิจิทัล จำแนกตาม

ทักษะอาชีพและเงินเดือนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน นอกจากนี้ ข้อมูลดังกล่าวควรนำมาวิเคราะห์ให้เห็นถึงแนวโน้มที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และเผยแพร่ข้อมูลต่อสาธารณะ

2. สำหรับข้อมูลความต้องการกำลังคนดิจิทัลในอนาคต หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องคือ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ควรพิจารณาให้มีการสำรวจข้อมูลความต้องการกำลังคนดิจิทัลในอนาคต (โดยอ้างอิงจากนิยามและประเภทกำลังคนด้านดิจิทัลของไทยดังแสดงในตารางที่ 1.4 บทที่ 1) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ทันสมัย และใช้ได้จริง เพื่อสามารถนำไปใช้ในการกำหนดนโยบายและแนวทางในการเตรียมความพร้อมกำลังคนดิจิทัลได้จริง ทั้งนี้ แนวทางหนึ่งในการดำเนินการสำรวจคือ การร่วมมือกับสภาอุตสาหกรรมและหอการค้าเพื่อจัดเก็บข้อมูลจากสมาชิก โดยการให้งบประมาณที่เหมาะสมในการดำเนินการ นอกจากนี้ การสำรวจดังกล่าวควรมีความต่อเนื่องและดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้ง ควรเผยแพร่ข้อมูลต่อสาธารณะเป็นประจำสม่ำเสมอ

ตัวอย่างของหน่วยงานต่างประเทศที่มีแนวปฏิบัติที่ดี เช่น Infocomm Media Development Authority ของสิงคโปร์ และ Institute for Information Industry (III) ของไต้หวัน

ประการที่สอง ภาครัฐควรร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก (ทั้งหน่วยงานภาครัฐเอง ภาคเอกชน และภาคการศึกษาและฝึกอบรม) ในการวิเคราะห์ช่องว่างด้านอุปสงค์และอุปทานของกำลังคนดิจิทัล การจัดทำยุทธศาสตร์ และการดำเนินการเพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ รวมทั้ง การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ

ประการที่สาม การจัดทำรายงานเพื่อกระตุ้นความรู้สึกร่วมกันของความเร่งด่วนในการแก้ปัญหา และสร้างการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสำคัญ โดยมีประเด็นสำคัญที่ต้องระบุ เช่น ปัญหาคืออะไร อะไรต้องดำเนินการและทำไม ความเสี่ยงหากไม่แก้ไขปัญหาดังกล่าว โครงสร้างเกี่ยวกับยุทธศาสตร์และการดำเนินการทางเลือกในการแก้ปัญหา (ข้อดีและข้อเสียของแต่ละแนวทาง) แนวทางแก้ไขปัญหามีความเกี่ยวข้องกับนโยบายหรือโครงการอื่นหรือไม่ แนวทางการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานเอง ค่าใช้จ่ายและบุคลากรที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการ แผนการดำเนินการและระยะเวลา ปัจจัยความสำเร็จและอุปสรรคในการดำเนินการ

ประการสุดท้าย สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลควรใช้เงินสนับสนุนจาก “กองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม” ในการดำเนินการยกระดับคุณภาพของกำลังคนดิจิทัลเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC อย่างเร่งด่วน โดยควรดำเนินการอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี

7.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับดัชนีชี้วัดในการประเมินผลสำเร็จของการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC

คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับดัชนีชี้วัดความสำเร็จในการพัฒนากำลังคนด้านดิจิทัลเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการพัฒนาพื้นที่ EEC ในระยะสั้นและระยะยาว (ภาพที่ 7.7) ดังนี้

ภาพที่ 7.7 ข้อเสนอแนะด้านดัชนีชี้วัดความสำเร็จ



ดัชนีชี้วัดความสำเร็จในระยะสั้น เช่น

- จำนวนผู้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรเข้มข้นระยะสั้น เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผัน (disruptive technologies) ซึ่งมีความรู้ที่นำไปทำงานได้จริง มีจำนวน X คนในแต่ละปี
- จำนวนนักศึกษาที่ผ่านการศึกษาในรูปแบบทวิศึกษาหรือทวิภาคีที่เพิ่มขึ้น X คนในแต่ละปี

- จำนวนมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยที่ผ่านการคัดเลือกเข้าร่วมในโครงการยกระดับคุณภาพการศึกษา ดังเช่น โครงการ ICT Model Schools ของเกาหลีใต้ และมีผลการประเมินเป็นที่น่าพอใจในแต่ละปี
- จำนวนกำลังคนดิจิทัลที่มีทักษะสูงจากต่างประเทศเข้ามาทำงานในประเทศไทยเพิ่มขึ้น X คนในแต่ละปี

ดัชนีชี้วัดความสำเร็จในระยะยาว เช่น

- จำนวนผู้จบการศึกษาด้านดิจิทัลที่มีคุณภาพต่ำลดลง โดยวัดจากสัดส่วนของผู้สมัครเข้าทำงาน และจำนวนกำลังคนที่รับเข้าทำงานของภาคเอกชน โดยข้อมูลอาจจัดเก็บเพิ่มเติมได้จากการสำรวจความต้องการกำลังคนจำแนกตามทักษะอาชีพดังกล่าวข้างต้น
- การลงทุนของภาคเอกชนในอุตสาหกรรมดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น โดยข้อมูลส่วนนี้อาจรวบรวมได้จากข้อมูลการลงทุนของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)
- สัดส่วนการจ้างงานกำลังคนดิจิทัลที่มีทักษะสูงเพิ่มสูงขึ้น โดยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความต้องการกำลังคนจำแนกตามทักษะอาชีพดังกล่าวข้างต้น
- จำนวนบุคลากรวิจัยและพัฒนาด้านดิจิทัลในภาคเอกชนที่เพิ่มขึ้น โดยใช้ข้อมูลจำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (สวทน.)

บทที่ 1

- Hunter, David (2015). The status of implementation and plans for future revision of the International Standard Classification of Occupations, 2008 (ISCO-08), Report prepared for the Expert Group on International Statistical Classifications, 19-22 May 2015, ESA/STAT/AC.289/34.
- International Labour Organization (2008). International Standard Classification of Occupations: Structure, group definitions and correspondence tables เข้าถึงเมื่อ 20 ธันวาคม 2560 , (http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_172572.pdf).
- Media Development Authority. “Annual Survey on Infocomm Media Manpower 2016.” Infocomm. สืบค้นเมื่อ 12 เมษายน 2561, https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/industry-development/fact-and-figures/infocomm-survey-reports/infocomm-media-manpower-survey-2016_public-report.pdf?la=en.
- “Working Party On the Information Economy.” OECD. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 เมษายน 2561, <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/34769393.pdf>.

บทที่ 2

- “13 โปรเจกต์บูม "ท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ," เดลินิวส์, 9 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561. <https://www.dailynews.co.th/economic/626275>.
- “depa เผย 4 มาตรการส่งเสริมและสนับสนุน Digital Startup.” สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.depa.or.th/th/article/depa-เผย-4-มาตรการส่งเสริมและสนับสนุน-digital-startup>.
- “Talent Mobility” ปลดแอกนักวิจัย-เปิดช่องทางภาคเอกชน.” ประชาชาติธุรกิจ, 11 เมษายน 2557. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561. https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1397208891.
- “เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EECi).” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.eeco.or.th/การจัดตั้งเขตส่งเสริม/EECd-EECi>.

“โครงการ WiL โรงเรียนในโรงงาน.” สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.sti.or.th/wil.php>.

“โครงการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง ระยะที่ 3.” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการพัฒนาท่าเรือ-แหลมฉบัง-ระยะที่-3>.

“โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม มาบตาพุด ระยะที่ 3.” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม-มาบตาพุด-ระยะที่-3>.

“โครงการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภา และเมืองการบินภาคตะวันออก.” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภา-และเมืองการบินภาคตะวันออก>.

“โครงการรถไฟความเร็วสูง เชื่อม 3 สนามบิน แบบไร้รอยต่อ.” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2561, <https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน/โครงการรถไฟความเร็วสูง-เชื่อม-3-สนามบิน-แบบไร้รอยต่อ>.

“ดีป้าดึงนักลงทุนญี่ปุ่นสร้างนวัตกรรมไอโอที.” *เดลินิวส์*, 20 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561. <https://www.dailynews.co.th/it/628346>.

“เปิดใหม่ไลน์อีอีซี 6 โครงการยักษ์เร่งต่อกมดปี 61.” *ฐานเศรษฐกิจ*, 6 มกราคม 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561. <http://www.thansettakij.com/content/246824>.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. “ประกาศสำนักงาน ก.พ. เรื่อง รับสมัครสอบแข่งขันเพื่อรับทุนรัฐบาลที่จัดสรรให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความต้องการของกระทรวง กรม หรือหน่วยงานของรัฐ ประจำปี 2561 (ทุนบุคคลทั่วไประดับปริญญา).” 9 พฤศจิกายน 2560.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. *แผนกลยุทธ์ พ.ศ. 2560-2564*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, ม.ป.ป. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561. http://www.sti.or.th/uploads/content_file/221_TH.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. *คู่มือการขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2561*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2561. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 เมษายน 2561. http://www.boigo.th/newboi/upload/content/BOI_A_Guide_2018_TH_5ae963f9f13e7.pdf.

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. *สมาร์ทวิซ่า (SMART Visa)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2561. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561. http://www.boigo.th/upload/smart%20visa%20details_Thai_25Jan%202018_51278.pdf.

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. “ประกาศสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล เรื่อง การใช้มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนในลักษณะการช่วยเหลือหรือการอุดหนุนของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล.” 5 มกราคม 2561.

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. “ประกาศสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล เรื่อง การใช้มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนในลักษณะการช่วยเหลือหรือการอุดหนุนของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล.” 31 มกราคม 2561.

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, “ประกาศสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ป.6/2558 เรื่อง การส่งเสริมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ.” 25 มิถุนายน 2558.

“‘อุตสาหกรรม’ ดันการค้าอาหาร-ผลไม้ รับปากเอกชนในที่ประชุม ครม.สัญจร แก้ปัญหาหนี้ SME ภาคตะวันออก.” *ประชาชาติธุรกิจ*, 5 กุมภาพันธ์ 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561.
<https://www.prachachat.net/economy/news-112498>.

บทที่ 3

“3D Printing Asia’s untapped potential.” Spire Research and Consulting. accessed February 7, 2018, https://www.spireresearch.com/wp-content/uploads/2014/07/SpirE-Journal-Q2-2014_3D-Printing_Aσίας-untapped-potential.pdf.

“3D Printing Market by Offering (Printer, Material, Software, Service), Process (Binder Jetting, Direct Energy Deposition, Material Extrusion, Material Jetting, Powder Bed Fusion), Application, Vertical, and Geography - Global Forecast to 2023.” Marketsandmarkets. accessed February 7, 2018, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-1276.html>.

“5G and Cloud Computing Technologies, Solutions, Applications, and Services in IoT 2017 – 2022.” Research and Markets. accessed January 19, 2018, https://www.researchandmarkets.com/research/3wv97b/5g_and_cloud.

“6 Skills Needed for the Internet of Things.” Fast Lane. accessed February 8, 2018, <http://www.fastlaneus.com/blog/2015/04/21/6-skills-needed-for-the-internet-of-things>.

“AlphaGo.” Wikipedia. accessed January 30, 2018, <https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>.

Agarwal, Aman. “Everything about Self Driving Cars Explained for Non-Engineers.” The Startup. accessed January 24, 2018, <https://medium.com/swlh/everything-about-self-driving-cars-explained-for-non-engineers-f73997dcb60c>.

- Agrawal, AJ. "Artificial Intelligence Is Changing SEO: Get Ahead Or Fall Behind." *Forbes*. accessed January 30, 2018, <https://www.forbes.com/sites/ajagrawal/2017/05/23/artificial-intelligence-is-changing-seo-get-ahead-or-fall-behind/#2855000573ae>.
- Arbib, James and Tony Seba. "Rethinking Transportation 2020-2030." *RethinkX*. accessed January 25, 2018, https://static1.squarespace.com/static/585c3439be65942f022bbf9b/t/591a2e4be6f2e1c13df930c5/1494888038959/RethinkX+Report_051517.pdf.
- "Are Lithium-ion Batteries "GREENER" than Lead Acid?." *Schneider Electric*. accessed January 23, 2018, <https://blog.schneider-electric.com/datacenter/2016/03/03/are-lithium-ion-batteries-greener-than-lead-acid/>.
- "Arthur Samuel." *Wikipedia*. accessed January 26, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Samuel.
- Bakshi, Ashish. "What is Deep Learning? Getting Started With Deep Learning." *edureka!*. accessed January 30, 2018, <https://www.edureka.co/blog/what-is-deep-learning>.
- Bennett, Alex. "The top five in-demand cloud skills for 2017." *Cloud Tech News*. accessed February 9, 2018, <https://www.cloudcomputing-news.net/news/2017/feb/23/top-five-demand-cloud-skills-2017>.
- Berckmans, Gert. et. Al, *Cost Projection of State of the Art Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles Up to 2030*. *Energies*. no.10 (2017), 1314.
- Brynjolfsson, Erik and Andrew McAfee, "What's Driving the Machine Learning Explosion?." *Havard Business Review*. accessed January 30, 2018, <https://hbr.org/2017/07/whats-driving-the-machine-learning-explosion>.
- Budko, Dmitry. "5 IoT Trends to Watch for in 2018." *DZone*, accessed January 12, 2018. <https://dzone.com/articles/5-iot-trends-to-watch-for-in-2018>.
- "Cloud Computing เทคโนโลยีที่หมุนอยู่รอบตัวเรา." *เว็บแบไต๋*. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2561, <https://www.beartai.com/article/tech-article/74536>.
- "Cloud IoT Core." *Google Cloud*. accessed January 18, 2018. <https://cloud.google.com/iot-core/>.
- Columbus, Louis. "Cloud Computing Market Projected To Reach \$411B By 2020." *Forbes*. accessed January 17, 2018, <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/10/18/cloud-computing-market-projected-to-reach-411b-by-2020/#7211b53878f2>.
- "Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Manufacturing (CAM)." *Inc. Southeast Asia*. accessed February 9, 2018, <https://www.inc.com/encyclopedia/computer-aided-design-cad-and-computer-aided-cam.html>.

- Dan. "5 Reasons Why Cloud Computing is Becoming So Popular." Techiestuffs. accessed January 18, 2018, <http://www.techiestuffs.com/5-reasons-why-cloud-computing-is-becoming-so-popular>.
- "Deloitte Study: Consumer Trust in Autonomous Vehicles on the Rise." Deloitte. accessed January 25, 2018, <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/about-deloitte/articles/press-releases/2018-global-automotive-consumer-survey-press-release.html>.
- "Dropbox." Techopedia. accessed January 16, 2018, <https://www.techopedia.com/definition/26850/dropbox>.
- "Electric vehicle careers: On the road to change." United States Department of Labor. accessed February 9, 2018, <https://www.bls.gov/careeroutlook/2012/summer/art02.pdf>.
- Elumalai, Arul, Kara Sprague, Sid Tandon, and Lareina Yee. "Ten trends redefining enterprise IT Infrastructure." McKinsey & Company. accessed January 12, 2018, <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/ten-trends-redefining-enterprise-it-infrastructure>.
- Emani, Krishna Kumar. "The Top Cloud Computing Skills You Need To Pick Up This Year." Simplilearn Solutions. accessed February 9, 2018, <https://www.simplilearn.com/top-cloud-computing-skills-article>.
- Etherington, Darrell. "Google's Self-Driving Car Project Is A World's Fair Fantasy Turned City Street Reality." Techcrunch. accessed January 24, 2018, <https://techcrunch.com/2014/05/14/googles-self-driving-car-project-is-a-worlds-fair-fantasy-turned-city-street-reality>.
- "Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots." IFR. accessed February 7, 2018, https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf.
- "Executive Summary World Robotics 2017 Service Robots." IFR. accessed February 7, 2018, https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_Service_Robots_2017_1.pdf.
- "Five Skills Self-Driving Companies Need." Hacker Noon. accessed February 9, 2018, <https://hackernoon.com/five-skills-self-driving-companies-need-8546d2aba7c1>.
- "Free Grammar Checker Grammarly is powered by AI." nanalyze. accessed January 30, 2018, <https://www.nanalyze.com/2017/05/free-grammar-checker-grammarly-ai/>.
- "Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Services Revenue to Reach \$260 Billion in 2017." Gartner. accessed January 16, 2018, <https://www.gartner.com/newsroom/id/3815165>.

- Greenough, John. "How the 'Internet of Things' will impact consumers, businesses, and governments in 2016 and beyond." *Business Insider*, accessed January 12, 2018. <http://www.businessinsider.com/how-the-internet-of-things-market-will-grow-2014-10>.
- "How to disable an ad blocker on Business Insider." *Business Insider*. accessed January 24, 2018, <http://www.businessinsider.com/report-10-million-self-driving-cars-will-be-on-the-road-by-2020-2015-5-6>.
- IBM Corporation. *IBM Smarter Cities*. New York: IBM Corporation, 2012. accessed January 12, 2018. <http://public.dhe.ibm.com/software/in/downloads/pdf/GVB03014USEN.pdf>.
- KPMG International, *Autonomous Vehicles Readiness Index*. n.p.: KPMG International, 2018. accessed February 12, 2018, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/nl/pdf/2018/sector/automotive/autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>.
- "Innova Research Identifies the Top 8 Robotics Trends for 2017." *Newsire*. accessed February 7, 2018, <https://www.newsire.com/news/innova-research-identifies-the-top-8-robotics-trends-for-2017-18335292>.
- "Li-ion vs. NiCad." *Diffen*. accessed January 23, 2018, https://www.diffen.com/difference/Li-ion_vs_NiCad.
- Lucky, David. "Five Cloud Computing Trends to Look for in 2018." *Rackspace US*. accessed January 18, 2018, <https://blog.rackspace.com/five-cloud-computing-trends-to-look-for-in-2018>.
- Marr, Bernard. 4 "Mind-Blowing Ways Facebook Uses Artificial Intelligence." *Forbes*. accessed January 30, 2018, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/29/4-amazing-ways-facebook-uses-deep-learning-to-learn-everything-about-you/2/#44ed267d3090>.
- "Mechatronics." *WorldSkills International*. accessed February 9, 2018, <https://www.worldskills.org/what/career/skills-explained/manufacturing-and-engineering-technology/mechatronics>.
- Megan Nichols. "8 3D Printing Trends to Keep an Eye on in 2018." *Fabbaloo*. accessed February 7, 2018, <http://www.fabbaloo.com/blog/2018/1/24/8-3d-printing-trends-to-keep-an-eye-on-in-2018>.
- Mell, Peter and Timothy Grance. *The NIST Definition of Cloud Computing*. Gaithersburg: United National Institute of Standards and Technology, 2011. accessed January 12, 2018. <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.
- Michael Petch. "MIT PROFESSORS TELL US ABOUT THE 3D PRINTING AND DESIGN SKILLS NEEDED FOR THE FUTURE." *3D Printing Industry*. accessed February 9, 2018,

<https://3dprintingindustry.com/news/mit-professors-tell-us-3d-printing-design-skills-needed-future-111052>.

Morales, Miguel. "So, you want to become a Self-Driving Car Engineer?." Medium. accessed February 8, 2018, <https://medium.com/@mimoralea/so-you-want-to-become-a-self-driving-car-engineer-209d4b0b59e2>.

MSV, Janakiram. "Why Do Developers Find It Hard To Learn Machine Learning?." Forbes. accessed January 26, 2018, <https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2018/01/01/why-do-developers-find-it-hard-to-learn-machine-learning/>.

Murphy, Sean V and Anthony Atala, "3D bioprinting of tissues and organs." Springer Nature. accessed February 7, 2018, <https://www.nature.com/articles/nbt.2958>.

Ng, Andrew. "Machine Learning Introduction." OpenStax. accessed January 26, 2018, <http://cnx.org/content/col11500/1.4/>.

Niethamer, Tapleigh. "Back to School... and Smart City Fundamentals." Schneider Electric. accessed January 12, 2018. <https://blog.schneider-electric.com/government/2015/08/26/back-school-smart-city-fundamentals>.

Olarte, Olivia. "Human error accounts for 90% of road accidents." Khaleej Times. accessed January 25, 2018, <https://www.khaleejtimes.com/article/20110330/ARTICLE/303309824/1002>.

Ortega, Chris. "AI & Machine Learning Impact on FP&A." Linedin. accessed January 26, 2018, <https://www.linkedin.com/pulse/ai-machine-learning-impact-fpa-chris-ortega-mba/>.

Panetta, Kasey. "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018." Gartner, accessed January 26, 2018, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>.

Persaud, Naresh. "2018 prediction: securing IoT-connected devices will be a major cybersecurity challenge." CSO from IDG. accessed February 8, 2018, <https://www.csoonline.com/article/3244467/internet-of-things/2018-prediction-securing-iot-connected-devices-will-be-a-major-cybersecurity-challenge.html>.

Puget, Jean Francois. "What Is Machine Learning?." IBM. accessed January 26, 2018, https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/jfp/entry/What_Is_Machine_Learning?lang=en.

"Rechargeable Lithium-ion Batteries Are Fueling A Better Environment." RELion. accessed January 23, 2018, <http://www.relionbattery.com/blog/rechargeable-lithium-ion-batteries-are-fueling-a-better-environment>.

- Ruparelia, Nayan B.. *Cloud computing*. Massachusetts: Mit Press, 2016.
- Russell, Stuart and Peter Norvig, “Chapter 1 Introduction.” University of California, Berkeley. accessed January 26, 2018, <http://people.eecs.berkeley.edu/~russell/intro.html>.
- Shannon M. Sedgwick and Christine Cooper. *Electric Vehicles: The Market and Its Future Workforce Needs*. Los Angeles: Los Angeles County Economic Development Corporation, 2012. accessed January 23, 2018. http://www.pacific-gateway.org/ev_pgwin_final.pdf.
- Sharp-Paul, Alan. “Puppet vs Chef - The Battle Wages On.” Upguard. accessed February 9, 2018, https://www.upguard.com/blog/puppet-vs-chef-battle-wages?hstc=103600479.354af9628b5e87ebc2e7d39d0cdc2bad.1519373508651.1519373508651.1519373508651.1&__hssc=103600479.1.1519373508652&__hsfp=2675994584.
- “Smart Technologies and Infrastructure for Energy, Water, Mobility, Buildings, and Government: Global Market Analysis and Forecasts.” Navigant Consulting. accessed January 15, 2018. <https://www.navigantresearch.com/research/smart-cities>.
- “Tesla Roadster.” Tesla. accessed January 24, 2018, <https://www.tesla.com/roadster>.
- “the Dartmouth Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years.” Dartmouth College. accessed January 26, 2018, <https://www.dartmouth.edu/~ai50/homepage.html>.
- “The top must have skills for an IoT developer.” IOTFY. accessed February 8, 2018, <https://iotify.io/top-10-iot-skillsets-for-developer>.
- Tonachel, Luke. “Study: Electric Vehicles Can Dramatically Reduce Carbon Pollution from Transportation, and Improve Air Quality.” Natural Resources Defense Council. accessed January 24, 2018, <https://www.nrdc.org/experts/luke-tonachel/study-electric-vehicles-can-dramatically-reduce-carbon-pollution>.
- Townsend, Tess, “This is what Snap is paying Google \$2 billion for,” recode, accessed January 16, 2018, <https://www.recode.net/2017/3/1/14661126/snap-snapchat-ipo-spending-2-billion-google-cloud>.
- Turol, Sophie. “Adopting TensorFlow for Manufacturing and Industrial Internet of Thing.” Altoros. accessed February 8, 2018, <https://www.altoros.com/blog/adopting-tensorflow-for-manufacturing-and-industrial-internet-of-things>.
- “What is DevOps?.” Amazon Web Services. accessed February 9, 2018, <https://aws.amazon.com/devops/what-is-devops>.

Zhang, Benjamin. "Autonomous Cars Could Save The US \$1.3 Trillion Dollars A Year." Business Insider. accessed January 25, 2018, <http://www.businessinsider.com/morgan-stanley-autonomous-cars-trillion-dollars-2014-9>.

"NETPIE: Internet of Things." ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561, <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html>.

ณัฐฐนิช ตัณมานะศิริ. "3D Printing: เทคโนโลยีแห่งโอกาส." ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.tcdc.or.th/creativethailand/article/Insight/20010>.

ดร.ธัญญา แพร้วพิพัฒน์. "รู้จักแบตเตอรี่ตอนที่ 5 แบตเตอรี่สำหรับอนาคตอันใกล้นี้ พลังงานไฟฟ้าเคมีหน่วยวิจัยวัสดุสำหรับพลังงาน." MTEC. สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2561, https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/countfavor_column.asp?a=load&fileid=874&Run_no=dlkebzbwbz.

ดร.ศุภวุฒิ สายเชื้อ. "ทำไมรถไฟไฟฟ้าจะมาเร็วกว่าที่คิด. คอลัมน์ "เศรษฐศาสตร์จานร้อน." กรุงเทพธุรกิจ. สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2561, <http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/640021>.

"ทำความเข้าใจกับ MQTT และ CoAP โพรโทคอลสำหรับรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย IoT." Adslthailand. accessed February 8, 2018, <http://www.adslthailand.com/post/mqtt-coap-comparison-iot-protocol>.

"ทำไมถึงต้องเป็นลิเทียมไอออน." Apple. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2561, <https://www.apple.com/th/batteries/why-lithium-ion>.

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. *หุ่นยนต์อุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2555.

ฝ่ายวิจัยนโยบาย สวทช. *สวทช.สมุดปกขาว เรื่อง "อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สวทช., มปป. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2561, <https://waa.inter.nstda.or.th/prs/pub/20171025-Robot-Whitepaper-final%20-%20Cover%20v2.pdf>.

"หลักสูตรปริญญาตรี." มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.kmutnb.ac.th/program.php>.

เอกชัย สุมาลี และคณะ. *โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเสนอแนะแนวทางการยกระดับอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์และอิเล็กทรอนิกส์ภายใต้กรอบของ Internet of Things และ Smart City*. ม.ป.ท.: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2560.

บทที่ 4

Association for Computing Machinery (ACM) และ IEEE "Information Technology Curricular 2017.", IT Circular. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2561, <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/it2017.pdf>.

UTKSITEWP. "เรียนช่างซ่อมมาตรฐาน EASA ในไทย." สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2561 <http://www.rmutk.ac.th/?p=439>.

Youdi R.Vesituluta and Hinchliffe Keith, Forecasting skilled-manpower needs: the experience of eleven countries (Brussels : United Nation,1985).

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหิดล. “หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการสื่อสาร (นานาชาติ).” หลักสูตรที่เปิดสอน. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561, https://www.ict.mahidol.ac.th/th/?page_id=679.

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. “หลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (หลักสูตรปรับปรุงปี 2555).” ข้อมูลหลักสูตรในคณะวิทยาการจัดการ, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561, https://manage.dru.ac.th/page/curri_download.php.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. “หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ.” ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2559. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561 <http://www.sci.rmutt.ac.th/wp-content/uploads/2017/01/IT59.pdf>.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Automotive Design and Manufacturing Engineering. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561. <http://www.ise.eng.chula.ac.th/academics/adme/info>.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการบิน (ภาคปกติ).” หลักสูตรที่เปิดสอน สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://ase.eng.ku.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=360&lang=th.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. “ปริญญาตรีวิศวกรรมอากาศยาน (หลักสูตรปกติ).” หลักสูตร สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://eng.sut.ac.th/me/2014/program_aeronautical-blue.php.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. “หลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมยานยนต์ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ ฉบับปรับปรุงปี 2556).” หลักสูตร สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.tep.engr.tu.ac.th/download/course_description_auto_tu.pdf.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. “หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ หลักสูตรใหม่ พ.ศ.2559”. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561. eds.kmutt.ac.th/files/th_267.pdf.

“ช่างอากาศยานขาดนัก ใครสนใจเรียนเลย จบแล้วทำงานทันทีกับสายการบินไทยแอร์เอเชีย.” ข่าวสด, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561 https://www.khaosod.co.th/economics/news_429624.

ดร.แพง ชินพงศ์, “จุฬาร่วมสจล.เปิดหลักสูตรร่วมวิศวะหุ่นยนต์ เรียนจบรับปริญญาสองสถาบัน.” MGR Online, สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2561. <https://mgronline.com/qol/detail/9610000009708>.

“ประกาศการรับบุคคลเข้าศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา 2561.” สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2561, <http://regservice.buu.ac.th/text/tcasall.pdf>.

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. “หลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต สาขาโลจิสติกส์ ฉบับปรับปรุงปี 2557.” สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2561. , [http://eng.swu.ac.th/academic/TQF2/T2_BENG%20\(Logistics%20Engineering\).pdf](http://eng.swu.ac.th/academic/TQF2/T2_BENG%20(Logistics%20Engineering).pdf).

“มธ.พนัก สยามกลการ เปิดศูนย์วิจัยยานยนต์แห่งอนาคต.” *ประชาชาติออนไลน์*, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561. https://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1464673325.

สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. “หลักสูตรที่เปิดสอน.” สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2561, <http://www.ascar.rmutk.ac.th/ascar/course.php>.

สถาบันยานยนต์. “วิศวะ สจล.เปิดหลักสูตรรถยนต์ไฟฟ้า EV รองรับเปลี่ยนฐานการผลิตในอนาคต.” ข่าวสารสถาบันยานยนต์ สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2561, http://www.thaiauto.or.th/2012/th/news/news-detail.asp?news_id=4058.

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. *โครงการศึกษาและจัดทำมาตรฐานสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาบุคลากรรองรับ EEC.*(กรุงเทพฯ: 2560).

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. “หลักสูตรที่ผ่านการรับรองจากสกอ.” สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561, <http://www.info.mua.go.th/UProfile/searchCurriculum.php?lang=th>.

บทที่ 5

American Immigration Council. “Employment-Based Immigration to the United States.” Immigration Policy Center. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. http://www.immigrationpolicy.org/sites/default/files/docs/Employment_Facts_032911.pdf.

Asin. Alejandro. “Teaching STEM with Real World Relevance in Singapore.” สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2561. <http://www.astc.org/astc-dimensions/teaching-stem-real-world-relevance-singapore>.

Australian Government. “SkillSelect.” Department of Immigration and Border Protection. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <https://www.homeaffairs.gov.au/trav/work/skil>.

Australian Government. “Temporary Work (International Relations) visa (subclass 403).” Department of Immigration and Border Protection. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.border.gov.au/Trav/Visa-1/403>.

Australian Government. “Temporary Work (Long Stay Activity) visa (subclass 401).” Department of Immigration and Border Protection. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.border.gov.au/Trav/Visa-1/401>.

Australian Government. “Visa Options Comparison Charts 1.”. Department of Immigration and Border Protection. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.border.gov.au/Trav/Work/Empl/Visa-options-comparison-charts>.

- Blain Harden. “With workplace training. Japan’s Kosen colleges bridge ‘skills gap’.” The Hechinger Report. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561. <http://hechingerreport.org/with-workplace-training-japans-kosen-colleges-bridge-skills-gap/>.
- Christopher Lawson. “Taiwan’s Aim for the Top University Program Innovation. internationalisation and opportunity.” สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2561. https://internationaleducation.gov.au/research/Publications/Documents/Taiwans_Aim_Top.pdf.
- Federal government of the United States. “Instructions for I-765. Application for Employment Authorization.” Department of Homeland Security. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2561. <http://www.uscis.gov/sites/default/files/files/form/i-765instr.pdf>.
- Gao. Yuan. “Report of Taiwan: STEM (Science. Technology. Engineering and Mathematics).” Consultant Report. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2561. www.acola.org.au.
- Government of Singapore. “EntrePass.” Ministry of Manpower. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2561. <http://www.mom.gov.sg/passes-and-permits/entrepass>.
- Kazuo. Kadota. “STEM Education in Japanese Technical High School: Through Curriculum Development of the Robot Education.” สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2561. https://ia800205.us.archive.org/2/items/Fab11Paper3/Fab11_paper_3.pdf.
- Magaziner. Jessica. “Education in Taiwan.” World Education and Review. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2561. <https://wenr.wes.org/2016/06/education-in-taiwan>.
- Ministry of Economic Affairs. “Entrepreneur Visa.” Contact Taiwan สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561. <https://www.contacttaiwan.tw/main/docdetail.aspx?uid=634&pid=632&docid=258>.
- Ministry of Manpower. “Refreshed Continuing Education and Training (CET) Masterplan.” สืบค้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2561. <http://www.mom.gov.sg/employment-practices/skills-training-and-development/refreshed-cet-masterplan>.
- National Development Council. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561. https://www.ndc.gov.tw/en/Content_List.aspx?n=90BEB862317E93FC.
- National Institute of Technology. “Fee & Scholarship.” KOSEN. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561. <http://www.kosen-k.go.jp/english/fees-scholarships.html>.
- PWC Taiwan. “Taiwan Tax Update.” *Newsletter - Taiwan Tax Update*. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561. <https://www.pwc.tw/en/publications/taiwan-tax-updates/assets/taiwan-tax-update-20171120.pdf>.
- Republic of China. “Employment Services Act. Article 46.” Laws and Regulation database. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2561. <http://law.moj.gov.tw/Eng/LawClass/LawAll.aspx?PCode=N0090001>.
- Republic of China. “Taiwan enacts foreign professional recruitment act.” Executive Yuan. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561. https://english.ey.gov.tw/News_Hot_Topic.aspx?n=A5F2391CB84379C0&sms=027DD9EAD0330027.

- Sang Wo and Hayun Kung. "ICT Human Resource Development Policy." 2013 Modularization of Korea's Development Experience. สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561. <http://www.ksp.go.kr/common/attdown.jsp?fidx=411&pag=0000700003&pid=133>.
- Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2561. www.acola.org.au.
- Shishido. Toshio. Japanese industrial development and policies for science and technology. Science 219(1983): 259-264.
- Singapore Government. "CET Centres." SkillsFuture Singapore. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2561. <http://www.ssg.gov.sg/wsqa/cet-centres.html>
- Singapore Government. "Education System." Ministry of Education Singapore. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2561. <https://www.moe.gov.sg/education/education-system>.
- Singapore Government. "Flexibility Between Courses." Ministry of Education Singapore. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2561. <https://www.moe.gov.sg/education/secondary/secondary-school-courses>.
- SkillsFuture, "SkillsFuture, SkillsFuture," สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2561, <http://www.skillsfuture.sg>.
- SkillsFuture. "SkillsFuture Earn and Learn Program." SkillsFuture. สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2561. <http://www.skillsfuture.sg/earnandlearn>.
- SkillsFuture, "How will I benefit, SkillsFuture," สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2561, <http://www.skillsfuture.sg/series#whoisitfor>
- SkillsFuture. "SkillsFuture Studyaward." SkillsFuture. สืบค้นเมื่อ 17 พฤษภาคม 2561. <http://www.skillsfuture.sg/studyawards/infocomm>.
- SkillsFuture. "Techskills accelerator (TESA)." SkillsFuture. สืบค้นเมื่อ 7 มิถุนายน 2561. <http://www.skillsfuture.sg/studyawards/infocomm>.
- Sung. Johnny. "The Singapore Continuing Education and Training (CET) system." Skill Development Scotland. Spotlight article Labour Market Focus. February (2011). สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561. <https://www.researchgate.net/publication/258831168>.
- Taiji. Hasegawa. "Super Science High School (SSH)." Japan Science and Technology Agency. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561. <http://www.jdzb.de/fileadmin/archiv/media/p1335ppt-hasegawa.pdf>.
- Temasek Polytechnic. "SkillsFuture series." Temasek Polytechnic. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561. <http://www.tp.edu.sg/courses/part-time-courses/skillsfuture/SkillsFuture-Series>.
- The world Bank. "Singapore Workforce Development." System Approach for Better Educational Results (SABER) Multiyear Country Report 2012. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561. http://wbfiles.worldbank.org/documents/hdn/ed/saber/supporting_doc/CountryReports/WFD/SABER_WfD_Singapore_Multiyear_CR_2012.pdf.
- Yorozu, Rika, 2017, "Lifelong Learning in Transformation: Promising Practices in Southeast Asia",

UIL PUBLICATIONS SERIES ON LIFELONG LEARNING POLICIES AND STRATEGIES. No.4–
UNESCO, สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2561,
<http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002536/253603e.pdf>.

บทที่ 6

“สำนักงานสถิติเผยปี” 59 มีผู้ทำงานด้านICT ในไทย 3.74 แสนคน กว่า 54.4% เรียนจบสายอื่น.”
ประชาชาติธุรกิจ, 7 พฤศจิกายน 2561, สืบค้นเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2561. <https://www.prachachat.net/ict/news-67153>.

บทที่ 7

Infocomm Media Development Authority. “Annual Survey on Infocomm Media Manpower for 2016.” สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2561. <https://www.imda.gov.sg/>.

Information for Foreigners In Taiwan. “Operation Directions for Foreign Professionals Applying for the Employment Pass Card.” National Immigration Agency. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2561. <https://www.immigration.gov.tw/ct.asp?xItem=1090288&ctNode=30085&mp=2>.

Kaori Iwasaki. “Singapore’s Strategies for Attracting Highly-Skilled Foreign Human Resources – How does Singapore Recruit Foreign Talent?.” *RIM Pacific Business and Industries*. Vol. XV (2015). No. 56.

“KOSEN.” National Institute of Technology .สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561.
http://www.kosen-k.go.jp/english/kosen_general_brochure.pdf.

ภาคผนวก ก สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ (merit-based incentives)

กิจการสามารถขอยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติมอีก 1-3 ปี ตามคุณค่าของโครงการ (merit-based incentives) จากสิทธิประโยชน์ตามประเภทกิจการ (ไม่เกิน 10 ปี) โดยรวมแล้วไม่เกิน 13 ปี (ยกเว้นกิจการกลุ่ม B2) ทั้งนี้ สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท¹ ดังนี้

1) สิทธิและประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขัน

กิจการที่มีการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายในกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศหรืออุตสาหกรรมโดยรวมมากขึ้นจะได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล โดยวงเงินในการยกเว้นภาษีจะคิดเป็นสัดส่วนของค่าใช้จ่ายประเภทต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 วงเงินในการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย

ประเภทค่าใช้จ่าย	วงเงินในการยกเว้นภาษีสำหรับกิจการทั่วไป	วงเงินในการยกเว้นภาษีสำหรับ SMEs
การวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีและนวัตกรรม ทั้งการดำเนินการเอง หรือว่าจ้างผู้อื่นในประเทศหรือร่วมวิจัยกับองค์กรในต่างประเทศ	ร้อยละ 300	
การสนับสนุนกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีและบุคลากรสถาบันการศึกษา ศูนย์ฝึกอบรมเฉพาะทาง สถาบันวิจัย หน่วยงานรัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ร้อยละ 100	
ค่าธรรมเนียมการใช้สิทธิเทคโนโลยีที่พัฒนาจากแหล่งในประเทศ	ร้อยละ 200	
การฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีขั้นสูง	ร้อยละ 200	
การพัฒนาผู้ผลิตวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนในประเทศ ที่มีผู้มีสัญชาติไทยถือหุ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 51 ของทุนจดทะเบียน ในส่วนที่เกี่ยวกับการฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีขั้นสูง และการให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิค	ร้อยละ 200	ไม่ได้รับบุในประกาศ กกท. ที่ 2/2561
การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ทั้งการดำเนินการเอง หรือการว่าจ้างผู้อื่นในประเทศ	ร้อยละ 200	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน²

ทั้งนี้ ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเพิ่มเติมจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของค่าใช้จ่ายดังกล่าวต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรก ซึ่งมีรายละเอียดตามที่แสดงไว้ในตารางที่ ก.2

¹ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, คู่มือการขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2561 (กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2561), 16-25, สืบค้นเมื่อวันที่ 26 เมษายน 2561, http://www.boi.go.th/newboi/upload/content/BOI_A_Guide_2018_TH_5ae963f9f13e7.pdf.

² สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, คู่มือการขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2561, 17.

ตารางที่ ก.2 ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม

จำแนกตามสัดส่วนค่าใช้จ่ายต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรก

ระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม	สัดส่วนของค่าใช้จ่ายต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรกสำหรับกิจการทั่วไป	สัดส่วนของค่าใช้จ่ายต่อยอดขายรวมใน 3 ปีแรกสำหรับ SMEs
1 ปี	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 หรือ 200 ล้านบาท	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
2 ปี	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 หรือ 400 ล้านบาท	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1
3 ปี	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 หรือ 600 ล้านบาท	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน³

2) สิทธิและประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อกระจายความเจริญสู่ภูมิภาค

กิจการที่มีการลงทุนในพื้นที่ 20 จังหวัดที่มีรายได้ต่อหัวต่ำ (ภาพที่ ก.3) ได้แก่ กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ นครพนม น่าน บึงกาฬ บุรีรัมย์ แพร่ มหาสารคาม มุกดาหาร แม่ฮ่องสอน ยโสธร ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ สกลนคร สระแก้ว สุโขทัย สุรินทร์ หนองบัวลำภู อุบลราชธานี และอำนาจเจริญ จะได้รับสิทธิประโยชน์เพิ่มเติมดังนี้

○ ยกเว้นหรือลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติม

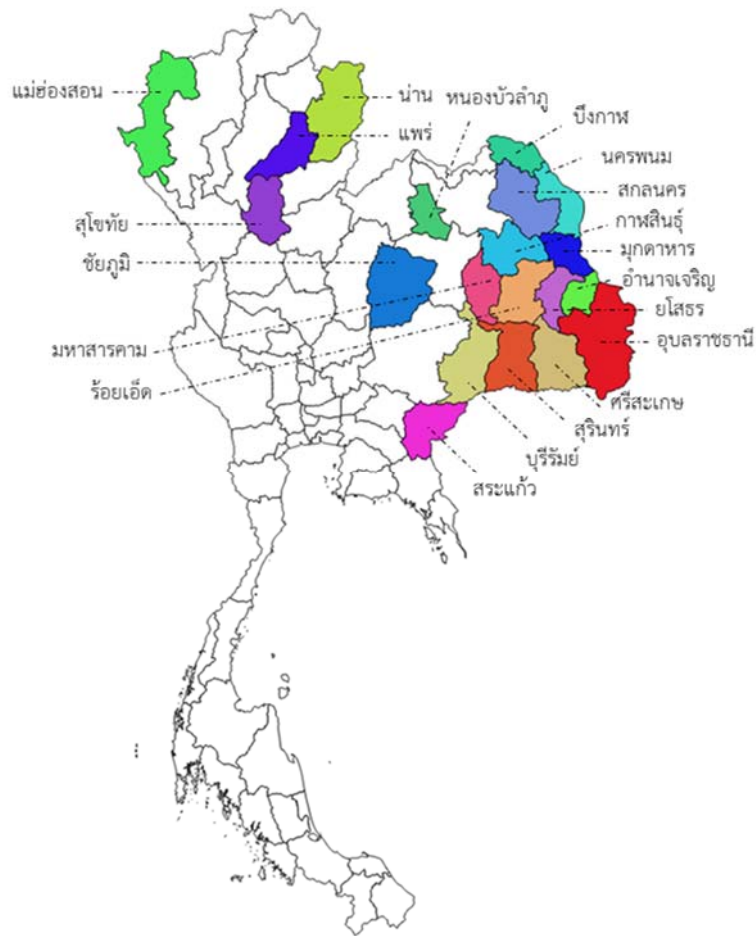
- ยกเว้นภาษีเพิ่มเติมอีก 3 ปี สำหรับกิจการกลุ่ม A3 A4 B1 กิจการในหมวด 8 และ กิจการบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูงที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย
- ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลในอัตราร้อยละ 50 เป็นระยะเวลา 5 ปี สำหรับกิจการกลุ่ม A1 และ A2

○ สามารถหักค่าขนส่ง ค่าไฟฟ้า และค่าประปา ในอัตรา 2 เท่า เป็นระยะเวลา 10 ปี

○ หักค่าติดตั้งหรือค่าก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกได้ในอัตราร้อยละ 25 ของเงินลงทุน

³ เรื่องเดียวกัน

ภาพที่ ก.3 จังหวัดที่มีรายได้ต่อหัวต่ำ ซึ่งได้รับการสนับสนุนด้านสิทธิประโยชน์ในการลงทุน



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน⁴

- 3) สิทธิและประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรม
 กิจกรรมที่ลงทุนในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมหรือเขตอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริม (ยกเว้นกิจกรรมกลุ่ม B1 และ B2) จะได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มเติมอีก 1 ปี

⁴ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, คู่มือการขอรับการส่งเสริมการลงทุน 2561, 23.

ภาคผนวก ข สิทธิประโยชน์ที่ได้รับจากการส่งเสริมการลงทุนตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน

ตารางที่ ข.1 สิทธิประโยชน์สำหรับการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย จำแนกตามกลุ่มกิจการ

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่	
4.8 กิจการผลิตชิ้นส่วนยานพาหนะ 4.8.3 กิจการผลิตอุปกรณ์สำหรับรถยนต์ Hybrid, Battery Electric Vehicles (BEV) และ Plug-In Hybrid Electric Vehicles (PHEV) เช่น กิจการผลิตแบตเตอรี่	A2
4.16 กิจการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าแบบผสม (Hybrid Electric Vehicles – HEV) และชิ้นส่วน	B1
4.17 กิจการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าแบบผสมเสียบปลั๊ก (Plug-In Hybrid Electric Vehicles – PHEV) และชิ้นส่วน	A4
4.18 กิจการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicles – BEV) และชิ้นส่วน	A3
4.19 กิจการผลิตรถโดยสารไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ (Battery Electric Bus) และชิ้นส่วน	A4
7.27 กิจการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า	A3
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	
5.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า 5.1.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง (Advanced Technology) 5.1.1.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง ที่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ 5.1.1.2 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง ที่ไม่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์	A2 A3
5.3 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ 5.3.1 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ในกลุ่ม Organics and Printed Electronics (OPE) 5.3.2 กิจการผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคม 5.3.2.1 กิจการผลิตอุปกรณ์ส่ง (Emission) แพร่ (Transmission) รับ (Reception) สัญญาณสำหรับระบบใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) และระบบไร้สาย (Wireless) 5.3.2.2 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์สำหรับโทรคมนาคมอื่นๆ 5.3.3 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ Electronic Control and Measurement สำหรับอุตสาหกรรม และเกษตร 5.3.4 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ Security Control Equipment 5.3.5 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์กลุ่มภาพและเสียง (Audio Visual Product) 5.3.6 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสำนักงาน	A2 A2 A3 A2 A2 A4 A4
5.4 กิจการผลิตชิ้นส่วนและ/หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือชิ้นส่วนและ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ 5.4.1 กิจการผลิตชิ้นส่วนในกลุ่ม Organics and Printed Electronics (OPE) 5.4.2 กิจการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และ/หรือวัตถุดิบสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ 5.4.3 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับโทรคมนาคม 5.4.3.1 กิจการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ส่ง (Emission) แพร่ (Transmission) รับ (Reception)	A2 A2 A2

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
สัญญาณสำหรับระบบใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) และระบบไร้สาย (Wireless) 5.4.3.2 กิจการผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์สำหรับโทรคมนาคมอื่นๆ 5.4.4 กิจการผลิตชิ้นส่วน Electronic Control and Measurement สำหรับอุตสาหกรรม/เกษตร/เครื่องมือแพทย์/ยานพาหนะ/เครื่องมือวิทยาศาสตร์ 5.4.5 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์ Security Control Equipment 5.4.6 กิจการผลิต Hard Disk Drive และ/หรือ ชิ้นส่วนสำหรับ Hard Disk Drive 5.4.6.1 กิจการผลิต Advanced Technology Hard Disk Drive และ/หรือชิ้นส่วน (ยกเว้น Top Cover หรือ Base Plate หรือ Peripheral) 5.4.6.2 กิจการผลิต Hard Disk Drive ทั่วไป และ/หรือ ชิ้นส่วน (ยกเว้น Top Cover, Base Plate, Peripheral) 5.4.6.3 กิจการผลิต Top cover, Base Plate, Peripheral สำหรับ Hard Disk Drive 5.4.7 กิจการผลิต Solid State Drive และ/หรือ ชิ้นส่วนสำหรับ Solid State Drive 5.4.8 กิจการผลิตชิ้นส่วน และ/หรือ อุปกรณ์สำหรับระบบที่ใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ 5.4.9 กิจการผลิตอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และ/หรือ ชิ้นส่วนสำหรับอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 5.4.10 กิจการผลิตชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์โฟโตนิกส์ (Photonics) และ/หรือ ระบบที่ใช้โฟโตนิกส์ 5.4.11 กิจการผลิต Flat Panel Display 5.4.12 กิจการผลิต Flexible Printed Circuit และ/หรือ Multi Layer Printed Circuit Board และ/หรือ ชิ้นส่วน 5.4.12.1 กิจการผลิต Flexible Printed Circuit และ/หรือ Multi Layer Printed Circuit Board และ/หรือ ชิ้นส่วนที่มีขั้นตอนการออกแบบลายวงจร 5.4.12.2 กิจการผลิต Flexible Printed Circuit และ/หรือ Multi Layer Printed Circuit Board และ/หรือ ชิ้นส่วนที่ไม่มีขั้นตอนการออกแบบลายวงจร 5.4.13 กิจการผลิตอุปกรณ์หน่วยความจำอื่นๆ 5.4.14 กิจการผลิต Printed Circuit Board Assembly (PCBA) ทั่วไป 5.4.15 กิจการผลิต Electro-Magnetic Product 5.4.16 กิจการผลิต Passive Component 5.4.17 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์กลุ่มภาพและเสียง (Audio Visual Product) 5.4.18 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสำนักงาน 5.4.19 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ	A3 A2 A2 A2 A3 A4 A2 A3 A3 A3 A3 A2 A3 A4 A4 A4 A4 A4 A4 A4 B1
5.5 กิจการผลิตสารหรือแผ่นสำหรับไมโครอิเล็กทรอนิกส์ 5.5.1 กิจการผลิต Wafer 5.5.2 กิจการผลิตสารหรือแผ่นที่ใช้ Thin Film Technology	A2 A3
5.6 กิจการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ 5.6.1 กิจการ Microelectronics Design 5.6.2 กิจการ Embedded System Design	A1 A1
อุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
7.22 กิจการเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว ได้แก่ กิจการเรือเฟอร์รี่ หรือเดินเรือท่องเที่ยว หรือให้เช่าเรือท่องเที่ยว กิจการบริการที่จอดรถท่องเที่ยว กิจการสวนสนุก กิจการศูนย์แสดงศิลปวัฒนธรรม หรือศูนย์ศิลปหัตถกรรม กิจการสวนสัตว์เปิด กิจการพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กิจการสนามแข่งขันยานยนต์ และกิจการกระเช้าไฟฟ้า	A3
7.23 กิจการเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยว	
7.23.1 กิจการโรงแรม	
○ กรณีตั้งอยู่ในเขตส่งเสริมการลงทุน เฉพาะพื้นที่ 20 จังหวัด	A4
○ กรณีตั้งอยู่ในพื้นที่อื่นๆ	B2
7.23.2 กิจการหอประชุมขนาดใหญ่	A3
7.23.3 กิจการศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ	A3
7.23.4 กิจการศูนย์ฟื้นฟูสุขภาพ	B1
7.29 กิจการศูนย์กลางการค้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบครบวงจร	
○ กรณีตั้งในเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ	A2
○ กรณีตั้งนอกเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ	A3
อุตสาหกรรมเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ	
1.2 กิจการปรับปรุงพันธุ์พืช หรือสัตว์ (ที่ไม่เข้าข่ายกิจการเทคโนโลยีชีวภาพ) (ต้องมีการวิจัยและพัฒนา)	A3
1.3 กิจการปลูกไม้เศรษฐกิจ (ยกเว้นยูคาลิปตัส) (ต้องมีการวิจัยและพัฒนา)	A1
1.5 กิจการขยายพันธุ์สัตว์หรือสัตว์น้ำ (ต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย)	
1.5.1 กิจการขยายพันธุ์สุสุสัตว์หรือสัตว์น้ำ	A4
1.5.2 กิจการเลี้ยงปลาสัตว์หรือสัตว์น้ำ (ยกเว้นกุ้ง)	A4
1.6 กิจการฆ่าและชำแหละสัตว์ (ต้องมีการควบคุมการผลิตที่ทันสมัย)	A4
1.7 กิจการประมงน้ำลึก	A3
1.8 กิจการคัดคุณภาพ บรรจุ และเก็บรักษา พืช ผัก ผลไม้ หรือดอกไม้	
○ กรณีใช้เทคโนโลยีขั้นสูง	A2
○ กรณีใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย	A3
1.15 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จากผลพลอยได้หรือเศษวัสดุทางการเกษตร (ยกเว้นที่มีขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อน เช่น อบแห้ง ตากแห้ง)	A4
1.19 กิจการห้องเย็น หรือกิจการห้องเย็นและขนส่งห้องเย็น	B1
1.20 กิจการศูนย์กลางการค้าสินค้าเกษตร	A3
1.23 การผลิตหรือให้บริการระบบเกษตรสมัยใหม่ เช่น ระบบตรวจจับหรือติดตามสภาพต่างๆ ระบบควบคุมการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำ ปุ๋ย เวชภัณฑ์ และระบบโรงเรือนอัจฉริยะ	A3 (ไม่กำหนดวงเงิน)
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม	
7.9.1 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม	
7.9.1.6 กิจการนิคมหรืออุตสาหกรรมยาง	A3
7.12 กิจการเทคโนโลยีชีวภาพ	

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
7.12.1 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรือ อุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์หรือการปรับปรุงพันธุ์พืช สัตว์และจุลินทรีย์ ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ	A1
7.12.2 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรือ อุตสาหกรรมการผลิตสารเวชภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ	A1
7.12.3 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรือ อุตสาหกรรมการผลิตชุดตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ การเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม	A1
7.12.4 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรือ อุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เซลล์จุลินทรีย์ เซลล์พืช และเซลล์ สัตว์ ในการผลิตสารชีวโมเลกุลและสารออกฤทธิ์ชีวภาพ	A1
7.12.5 กิจการผลิตวัตถุดิบ และ/หรือ วัสดุจำเป็นที่ใช้เพื่อการวิจัยและพัฒนา การทดลอง การ ทดสอบ การควบคุมคุณภาพ และ/หรือ การผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ	A1
7.12.6 กิจการบริการด้านการตรวจ วิเคราะห์ และ/หรือ สังเคราะห์สารชีวภาพ และ/หรือ ควบคุม คุณภาพ และ/หรือ ตรวจสอบยืนยันความถูกต้อง	A1
8.1 กิจการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย 8.1.1 กิจการพัฒนา Biotechnology	ยกเว้น ภาษีเงินได้นิติ บุคคล 10 ปี (ไม่จำกัดวงเงิน)
อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร	
1.9 กิจการผลิตแปรรูป (ไมติไฟด์สตาร์ช) หรือแป้งจากพืชที่มีคุณสมบัติพิเศษ	A3
1.10 กิจการผลิตน้ำมันหรือไขมันจากพืชหรือสัตว์ (ยกเว้นน้ำมันจากถั่วเหลือง)	A3
1.11 กิจการผลิตสารสกัดจากวัตถุดิบทางธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์จากสารสกัดจากวัตถุดิบทางธรรมชาติ (ยกเว้นยา สมุนไพร ยาสมุนไพร ยาสีฟัน และเครื่องสำอาง)	A4
1.17 กิจการผลิตหรือถนอมอาหาร เครื่องดื่ม วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive) หรือสิ่งปรุงแต่งอาหาร (Food Ingredient) โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย (ยกเว้นน้ำตาล ไอศกรีม ลูกอม ช็อคโกแลต หมากฝรั่ง น้ำตาล น้ำอัดลม เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน แป้งจากพืช เบเกอรี่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ชุปไก่สีกัด และรังนก)	A3
1.18 กิจการผลิตอาหารทางการแพทย์ (Medical Food) หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Food Supplement)	A2
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม 7.9.1 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม 7.9.1.6 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมอาหาร	A1
อุตสาหกรรมหุ่นยนต์	
4.5 กิจการผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์ และชิ้นส่วน 4.5.1 กิจการผลิตรองจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทาง วิศวกรรม 4.5.1.1 กิจการผลิตรองจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบ ทางวิศวกรรมและมีขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบอัตโนมัติ 4.5.1.2 กิจการผลิตรองจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบ ทางวิศวกรรมและมีขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมการปฏิบัติงานด้วยระบบสมองกลเอง 4.5.4 กิจการประกอบหุ่นยนต์ หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ และ/หรือชิ้นส่วน	A1 A2 A3

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
7.13 กิจการบริการออกแบบทางวิศวกรรม	A1
อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์	
4.11 กิจการผลิตหรือซ่อมอากาศยานหรืออุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ	
4.11.1 กิจการผลิตอากาศยานหรือชิ้นส่วน เช่น ลำตัวอากาศยานชิ้นส่วนประกอบสำคัญของอากาศยาน บริภัณฑ์และชิ้นส่วนอื่นๆ เป็นต้น	A1
4.11.2 กิจการผลิตเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ภายในอากาศยาน (ยกเว้นเครื่องใช้หรือวัสดุสิ้นเปลืองและหมุนเวียน) เช่น แก้ว ชูชีพ รถเข็น หรืออุปกรณ์ประกอบอาหาร เป็นต้น	A3
4.11.3 กิจการซ่อมอากาศยาน หรือชิ้นส่วน	A2
4.11.4 กิจการซ่อมเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ภายในอากาศยาน (ยกเว้นเครื่องใช้หรือวัสดุสิ้นเปลืองและหมุนเวียน)	A4
4.11.5 กิจการผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ เช่น ชิ้นส่วนยานอวกาศดาวเทียม ระบบขับเคลื่อนจรวด นำส่ง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สื่อสารในอวกาศ เครื่องมือสำหรับการค้นหา การตรวจวัด และการนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
4.11.6 กิจการระบบปฏิบัติการเกี่ยวกับอวกาศ เช่น ระบบค้นหา ระบบสถานีภาคพื้น ระบบตรวจวัด ระบบประเมินผล และระบบนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
7.1 กิจการสาธารณูปโภคและบริการพื้นฐาน	
7.1.3 กิจการสถานที่ตรวจปล่อย และบรรจุสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการส่งออก หรือโรงพักสินค้า เพื่อตรวจปล่อยของขาเข้า และบรรจุของขาออกที่ขนส่ง โดยระบบคอนเทนเนอร์นอกเขตท่าเทียบเรือ (รพท.) (Inland Container Depot: ICD)	A3
7.1.4 กิจการขนถ่ายสินค้าสำหรับเรือบรรทุกสินค้า	A3
7.1.5 กิจการขนถ่ายสินค้า	A2
7.3 กิจการขนส่งมวลชน และสินค้าขนาดใหญ่	
7.3.1 กิจการขนส่งทางราง	A2
7.3.3 กิจการขนส่งทางเรือ	A2
7.3.4 กิจการขนส่งทางอากาศ	A3
7.4 กิจการศูนย์บริการโลจิสติกส์	
7.4.1 กิจการศูนย์กระจายสินค้าด้วยระบบที่ทันสมัย	B1
7.4.2 กิจการศูนย์กระจายสินค้านระหว่างประเทศด้วยระบบที่ทันสมัย	A3
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม	
7.9.1 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม	
7.9.1.3 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ (Logistics Park)	A3
7.9.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี	
7.9.2.7 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมอากาศยานหรืออวกาศ	A3
อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ	
1.16 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากผลผลิตการเกษตร รวมทั้งเศษวัสดุ หรือขยะหรือของเสียที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร	
1.16.1 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากผลผลิตการเกษตร	A2

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
1.16.2 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุ หรือขยะ หรือของเสียที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร (เช่น Biomass to Liquid (BTL) ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย)	A2
1.16.3 กิจการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัด	A3
6.2 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	
6.2.1 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นรูปต่อเนื่องจากการผลิตพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในโครงการเดียวกัน	A2
6.2.2 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	A3
อุตสาหกรรมดิจิทัล	
5.7 กิจการซอฟต์แวร์	
5.7.1 กิจการพัฒนา Embedded Software	A1
5.7.2 กิจการพัฒนา Enterprise Software และ/หรือ Digital Content	A3
5.7.3 กิจการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูง	(ไม่กำหนดวงเงิน) A1
5.9 กิจการให้บริการเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Services) ได้แก่ บริการระบบซอฟต์แวร์ฐาน บริการบริหารจัดการทางดิจิทัล บริการออกแบบระบบสถาปัตยกรรมทางดิจิทัล บริการทางดิจิทัล (Fintech DigiTech MedTech AgriTech)	A3
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม	
7.9.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี	
7.9.2.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ (Software Park)	A1
7.9.2.7 กิจการนิคมหรือเขต Data Center	A1
7.10 กิจการ Cloud Service	A1
8.1 กิจการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย	ยกเว้น
8.1.4 กิจการพัฒนา Digital Technology	ภาษีเงินได้นิติบุคคล 10 ปี (ไม่จำกัดวงเงิน)
อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร	
1.12 กิจการผลิตสารออกฤทธิ์ (Active Ingredient) จากวัตถุดิบทางธรรมชาติ	A2
3.11 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์หรือชิ้นส่วน	
3.11.1 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่จัดอยู่ในประเภทความเสี่ยงสูงหรือเทคโนโลยีสูง (เช่น เครื่อง X-Ray เครื่อง MRI เครื่อง CT Scan และวัสดุฝังในร่างกาย) หรือเครื่องมือแพทย์ที่มีการนำผลงานวิจัยภาครัฐ หรือที่ดำเนินการร่วมกับภาครัฐไปผลิตเชิงพาณิชย์	
○ กรณีที่มีการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรม	A1
○ กรณีที่ไม่มีการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรม	A2
3.11.2 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์ชนิดอื่นๆ (ยกเว้นการผลิตเครื่องมือแพทย์จากผ้าหรือเส้นใยชนิดต่างๆ)	A3

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
3.11.3 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์จากผ้า หรือเส้นใยชนิดต่างๆ เช่น เสื้อกาวน์ ผ้าคลุม หมวก ผ้าปิดปากและจมูก ผ้าก๊อซ และสำลี	A4
6.9 กิจการผลิตสารออกฤทธิ์สำคัญในยา	A2
6.10 กิจการผลิตยา	A3
7.28 กิจการบริการทางการแพทย์	
7.28.1 กิจการบริการสาธารณสุขด้านแพทย์แผนไทย	A3
7.28.2 กิจการศุนย์แพทย์เฉพาะทาง	A4
7.28.3 กิจการสถานพยาบาล	A2
7.28.4 กิจการบริการขนส่งผู้ป่วย แพทย์ หรืออุปกรณ์การแพทย์ (ทางอากาศ ทางบก ทางเรือ)	A3

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมจากบัญชีประเภทกิจการที่ให้การส่งเสริมการลงทุน

หมายเหตุ: ข้อมูลที่ปรากฏในตารางข้างต้นนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต หากมีการประกาศประเภทกิจการตาม
อุตสาหกรรมเป้าหมายจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ ข.2 กิจกรรมเป้าหมายสำหรับเขตส่งเสริมพิเศษเฉพาะทาง

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
เขตส่งเสริมเมืองการบินภาคตะวันออก	
4.11 กิจการผลิตหรือซ่อมอากาศยานหรืออุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ	
4.11.1 กิจการผลิตอากาศยานหรือชิ้นส่วน เช่น ลำตัวอากาศยานชิ้นส่วนประกอบสำคัญของอากาศยาน บริภัณฑ์และชิ้นส่วนอื่นๆ เป็นต้น	A1
4.11.2 กิจการผลิตเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ภายในอากาศยาน (ยกเว้นเครื่องใช้หรือวัสดุสิ้นเปลืองและหมุนเวียน) เช่น แก้ว ชูชีพ รถเข็น หรืออุปกรณ์ประกอบอาหาร เป็นต้น	A3
4.11.3 กิจการซ่อมอากาศยาน หรือชิ้นส่วน	A2
4.11.5 กิจการผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ เช่น ชิ้นส่วนยานอวกาศดาวเทียม ระบบขับเคลื่อนจรวด นำส่ง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สื่อสารในอวกาศ เครื่องมือสำหรับการค้นหา การตรวจวัด และการนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
4.11.6 กิจการระบบปฏิบัติการเกี่ยวกับอวกาศ เช่น ระบบค้นหา ระบบสถานีภาคพื้น ระบบตรวจวัด ระบบประเมินผล และระบบนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
7.3 กิจการขนส่งมวลชน และสินค้าขนาดใหญ่	
7.3.4 กิจการขนส่งทางอากาศ	A3
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม	
7.9.1 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม	
7.9.1.7 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมอากาศยานหรืออวกาศ	A3
เขตนวัตกรรมระเบียงเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก	
1.2 กิจการปรับปรุงพันธุ์พืช หรือสัตว์ (ที่ไม่เข้าข่ายกิจการเทคโนโลยีชีวภาพ)	A3
1.9 กิจการผลิตแปรรูปจากพืชที่มีคุณสมบัติพิเศษ	A3
1.12 กิจการผลิตสารออกฤทธิ์ (Active Ingredient) จากวัตถุดิบทางธรรมชาติ	A2
1.16 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากผลผลิตการเกษตร รวมทั้งเศษวัสดุ หรือขยะ หรือของเสียที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร	
1.16.2 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุ หรือขยะ หรือของเสียที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร (เช่น Biomass to Liquid (BTL) ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย)	A2
1.18 กิจการผลิตอาหารทางการแพทย์ (Medical Food) หรือ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Food Supplement)	A2
1.23 การผลิตหรือให้บริการระบบเกษตรสมัยใหม่ เช่น ระบบตรวจจับหรือติดตามสภาพต่างๆ ระบบควบคุมการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำ ปุ๋ย เวชภัณฑ์ และระบบโรงเรือนอัจฉริยะ เป็นต้น	A3 (ไม่จำกัด วงเงิน)
4.5 กิจการผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์ และชิ้นส่วน	
4.5.1 กิจการผลิตเครื่องจักร และ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทางวิศวกรรม	
4.5.1.1 กิจการผลิตเครื่องจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทางวิศวกรรมและมีขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบอัตโนมัติ	A1

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
4.5.1.2 กิจการผลิตเครื่องจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทางวิศวกรรมและมีขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมการปฏิบัติงานด้วยระบบสมองกลเอง	A2
4.5.2 กิจการผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์อัตโนมัติ หรือชิ้นส่วน และ/หรือการซ่อมแซมแม่พิมพ์	A3
4.5.4 กิจการประกอบหุ่นยนต์ หรือ อุปกรณ์อัตโนมัติ และ/หรือชิ้นส่วน	A3
4.11 กิจการผลิตหรือซ่อมอากาศยาน หรืออุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ	
4.11.5 กิจการผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ เช่น ชิ้นส่วนยานอวกาศดาวเทียม ระบบขับเคลื่อนจรวด นำส่ง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สื่อสารในอวกาศ เครื่องมือสำหรับการค้นหาการตรวจวัด และการนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
4.11.6 กิจการระบบปฏิบัติการเกี่ยวกับอวกาศ เช่น ระบบค้นหา ระบบสถานีภาคพื้น ระบบตรวจวัด ระบบประเมินผล และ ระบบนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
5.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า	
5.1.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง (Advanced Technology)	
5.1.1.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง ที่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์	A2
5.1.1.2 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง ที่ไม่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์	A3
5.3 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์	
5.3.2 กิจการผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคม	
5.3.2.1 กิจการผลิตอุปกรณ์ส่ง (Emission) แพร่ (Transmission) รับ (Reception) สัญญาณสำหรับระบบใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) และระบบไร้สาย (Wireless)	A2
5.3.3 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ Electronic Control and Measurement สำหรับงานอุตสาหกรรม/เกษตร	A2
5.4 กิจการผลิตชิ้นส่วนและ/หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือชิ้นส่วนและ/หรือ อุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์	
5.4.3 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับโทรคมนาคม	
5.4.3.1 กิจการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ส่ง (Emission) แพร่ (Transmission) รับ (Reception) สัญญาณสำหรับระบบใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) และระบบไร้สาย (Wireless)	A2
5.4.4 กิจการผลิตชิ้นส่วน Electronic Control and Measurement สำหรับงานอุตสาหกรรม/เกษตร/เครื่องมือแพทย์/ยานพาหนะ/เครื่องมือวิทยาศาสตร์	A2
5.6 กิจการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์	
5.6.1 กิจการ Microelectronics Design	A1
5.6.2 กิจการ Embedded System Design	A1
5.7 กิจการซอฟต์แวร์	
5.7.1 กิจการพัฒนา Embedded Software	A1
5.7.3 กิจการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูง (High Value-added Software)	A1
5.9 กิจการให้บริการเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Services)	A3
6.2 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
6.2.1 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นรูป ต่อเนื่องจากการผลิตพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในโครงการเดียวกัน	A2
6.2.2 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	A3
7.1 กิจการสาธารณูปโภคและบริการพื้นฐาน 7.1.1 กิจการผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานไฟฟ้าและไอน้ำ 7.1.1.2 กิจการผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานไฟฟ้าและไอน้ำจากพลังงานหมุนเวียน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น ยกเว้นขยะ หรือ เชื้อเพลิงจากขยะ	A2
7.11 กิจการวิจัยและพัฒนา	A1
7.12 กิจการเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)	A1
7.13 กิจการบริการออกแบบทางวิศวกรรม	A1
7.14 กิจการบริการทดสอบทางวิทยาศาสตร์	A1
7.15 กิจการบริการสอบเทียบมาตรฐาน	A1
7.19 กิจการพัฒนารัพยากรณ์มนุษย์ (เฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)	A1
8.1 กิจการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย 8.1.1 กิจการพัฒนา Biotechnology 8.1.2 กิจการพัฒนา Nanotechnology 8.1.3 กิจการพัฒนา Advanced Material Technology 8.1.4 กิจการพัฒนา Digital Technology	ยกเว้น ภาษีเงินได้ นิติบุคคล 10 ปี (ไม่ จำกัด วงเงิน)
เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล	
5.6 กิจการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์	A1
5.7 กิจการซอฟต์แวร์ 5.7.1 กิจการพัฒนา Embedded Software 5.7.2 กิจการพัฒนา Enterprise Software และ/หรือ Digital Content 5.7.3 กิจการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูง	A1 A3 (ไม่กำหนด วงเงิน) A1
5.9 กิจการให้บริการเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Services) ได้แก่ บริการระบบซอฟต์แวร์ฐาน บริการบริหาร จัดการทางด้านดิจิทัล บริการออกแบบระบบสถาปัตยกรรมทางด้านดิจิทัล บริการทางด้านดิจิทัล (Fintech DigiTech MedTech AgriTech)	A3
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม 7.9.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี 7.9.2.3 กิจการนิคมหรือเขต Data Center	A1
7.10 กิจการ Cloud Service	A1
7.11 กิจการวิจัยและพัฒนา	A1
7.13 กิจการบริการออกแบบทางวิศวกรรม	A1

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
7.14 กิจการบริการทดสอบทางวิทยาศาสตร์	A1
7.15 กิจการบริการสอบเทียบมาตรฐาน	A1
7.19 กิจการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (เฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)	A1
8.1 กิจการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย 8.1.4 กิจการพัฒนา Digital Technology	ยกเว้น ภาษีเงินได้ นิติบุคคล 10 ปี (ไม่ จำกัด วงเงิน)

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน¹

¹ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, “ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนที่ 3/2561 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก,” 31 มกราคม 2561.

ตารางที่ ข.3 กิจกรรมเป้าหมายสำหรับนิคมอุตสาหกรรมหรือเขตอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริม

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
หมวด 1 เกษตรกรรมและผลิตผลจากการเกษตร	
1.1 กิจการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เคมีนาโน และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชชีวภัณฑ์	A3
1.2 กิจการปรับปรุงพันธุ์พืช หรือสัตว์ (ที่ไม่เข้าข่ายกิจการเทคโนโลยีชีวภาพ)	A3
1.8 กิจการคัดคุณภาพ บรรจุ และเก็บรักษาพืช ผัก ผลไม้ หรือดอกไม้	A2
O กรณีที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง	A3
O กรณีใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย	A3
1.9 กิจการผลิตแปงจากพืชที่มีคุณสมบัติพิเศษ	A3
1.12 กิจการผลิตสารออกฤทธิ์ (Active Ingredient) จากวัตถุดิบทางธรรมชาติ	A2
1.16 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากผลผลิตการเกษตรรวมทั้งเศษวัสดุหรือขยะ หรือของเสียที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร	A2
1.16.1 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากผลผลิตการเกษตร	A2
1.16.2 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุหรือขยะ หรือของเสียที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร (เช่น Biomass to Liquid (BTL) ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย)	A2
1.17 กิจการผลิตหรือถนอมอาหาร เครื่องดื่ม วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive) หรือสิ่งปรุงแต่งอาหาร (Food Ingredient) โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย (ยกเว้นน้ำตาล ไขมัน ไอศกรีม ลูกอม ช็อคโกแลต หมากฝรั่ง น้ำตาล น้ำอัดลม เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน แป้งจากพืช เบเกอรี่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ชุปไก่สกัด และรังนก)	A3
1.18 กิจการผลิตอาหารทางการแพทย์ (Medical Food) หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Food Supplement)	A2
1.23 การผลิตหรือให้บริการระบบเกษตรสมัยใหม่ เช่น ระบบตรวจจับหรือติดตามสภาพต่างๆ ระบบควบคุมการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำ ปุ๋ย เวชภัณฑ์ และระบบโรงเรือนอัจฉริยะ เป็นต้น	A3 (ไม่จำกัดวงเงิน)
หมวด 2 แร่ เซรามิกส์ และโลหะขั้นมูลฐาน	
2.3 กิจการผลิต Advanced หรือ Nano Materials หรือผลิตภัณฑ์จาก Advanced หรือ Nano Materials	A2
2.3.1 กิจการผลิต Advanced หรือ Nano Materials หรือการผลิตผลิตภัณฑ์จาก Advanced หรือ Nano Materials ที่มีขั้นตอนการผลิตต่อเนื่องจากการผลิต Advanced หรือ Nano Materials ในโครงการเดียวกัน	A3
2.3.2 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จาก Advanced หรือ Nano Materials	A3
2.4 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์แก้วหรือเซรามิกส์	A3
2.4.1 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์แก้วที่มีคุณสมบัติพิเศษ	A3
หมวด 3 อุตสาหกรรมเบา	
3.1 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์สิ่งทอหรือชิ้นส่วน	A2
3.1.1 กิจการผลิตเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยประดิษฐ์	A3
3.1.1.1 กิจการผลิตเส้นใยที่มีคุณสมบัติพิเศษ (Technical Fiber หรือ Functional Fiber)	A2
3.1.2 กิจการผลิตด้ายหรือผ้า	A3
3.1.2.1 กิจการผลิตด้ายหรือผ้าที่มีคุณสมบัติพิเศษ (Functional Yarn หรือ Functional	A3

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
Fabric) 3.11 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์หรือชิ้นส่วน 3.11.1 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่จัดอยู่ในประเภทความเสี่ยงสูงหรือเทคโนโลยีสูง (เช่น เครื่อง X-Ray เครื่อง MRI เครื่อง CT Scan และวัสดุฝังในร่างกาย เป็นต้น) หรือเครื่องมือแพทย์ที่มีการนำผลงานวิจัยภาครัฐหรือที่ดำเนินการร่วมกับภาครัฐไปผลิตเชิงพาณิชย์) ○ กรณีที่มีการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรม ○ กรณีที่ไม่มีการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรม 3.11.2 กิจการผลิตเครื่องมือแพทย์ชนิดอื่นๆ (ยกเว้นการผลิตเครื่องมือแพทย์จากผ้าหรือเส้นใยชนิดต่างๆ)	A1 A2 A3
หมวด 4 ผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ขนส่ง	
4.1 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะรวมทั้งชิ้นส่วนโลหะ 4.1.1 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จากผงโลหะหรือผงโลหะผสม	A3
4.5 กิจการผลิตเครื่องจักรอุปกรณ์และชิ้นส่วน 4.5.1 กิจการผลิตเครื่องจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทางวิศวกรรม 4.5.1.1 กิจการผลิตเครื่องจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทางวิศวกรรมและมีขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบระบบอัตโนมัติ (Automation System Integration) รวมถึงมีขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมการปฏิบัติงานด้วยระบบสมองกล 4.5.1.2 กิจการผลิตเครื่องจักรและ/หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ (Automation) ที่มีการออกแบบทางวิศวกรรมและมีขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมการปฏิบัติงานด้วยระบบสมองกลเอง 4.5.2 กิจการผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์หรือชิ้นส่วน และ/หรือการซ่อมแซมแม่พิมพ์ 4.5.4 กิจการประกอบหุ่นยนต์ หรืออุปกรณ์อัตโนมัติ และ/หรือชิ้นส่วน	A1 A2 A3 A3
4.7 กิจการผลิตเครื่องยนต์ 4.7.1 กิจการผลิตเครื่องยนต์สำหรับรถยนต์ (ยกเว้น กรณีการประกอบเครื่องยนต์) ○ ต้องมีการขึ้นรูปชิ้นส่วนไม่น้อยกว่า 4 ใน 5 ชิ้น ดังนี้ Cylinder Head, Cylinder Block, Crankshaft, Camshaft และ Connecting Rod ○ กรณีการประกอบเครื่องยนต์ 4.7.2 กิจการผลิตเครื่องยนต์สำหรับรถจักรยานยนต์ (ยกเว้น กรณีการประกอบเครื่องยนต์) ○ ต้องมีการขึ้นรูปชิ้นส่วนไม่น้อยกว่า 4 ใน 5 ชิ้น ดังนี้ Cylinder Head, Cylinder Block, Crankshaft, Camshaft และ Connecting Rod ○ กรณีการประกอบเครื่องยนต์	A3 A4 A3 A4
4.8 กิจการผลิตชิ้นส่วนยานพาหนะ 4.8.1 กิจการผลิตชิ้นส่วนยานพาหนะที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ได้แก่ 4.8.1.1 กิจการผลิต Substrate สำหรับ Catalytic Converter 4.8.1.2 กิจการผลิต Electronic Fuel Injection System 4.8.1.3 กิจการผลิต Transmission สำหรับรถยนต์ 4.8.1.4 กิจการผลิต Electronic Control Unit (ECU)	A2 A2 A2 A2

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
4.8.2 กิจการผลิตชิ้นส่วนความปลอดภัยและประหยัดพลังงาน ได้แก่	
4.8.2.1 กิจการผลิตระบบเบรก ABS (Anti-Lock Brake System) หรือ Electronic Brake Force Distribution (EBD)	A2
4.8.2.2 กิจการผลิต Electronic Stability Control (ESC)	A2
4.8.2.3 กิจการผลิต Regenerative Braking System	A2
4.8.2.4 กิจการผลิต Idling Stop System	A2
4.8.2.5 กิจการผลิต Autonomous Emergency Braking System	A2
4.8.3 กิจการผลิตอุปกรณ์สำหรับรถยนต์ Hybrid, Battery Electric Vehicles (BEV) และ Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV) ได้แก่	
4.8.3.1 กิจการผลิตแบตเตอรี่	A2
4.8.3.2 กิจการผลิต Traction Motor	A2
4.8.3.3 กิจการผลิตระบบปรับอากาศด้วยไฟฟ้าหรือชิ้นส่วน	A2
4.8.3.4 กิจการผลิตระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ (BMS)	A2
4.8.3.5 กิจการผลิตระบบควบคุมการขับเคลื่อน (DCU)	A2
4.8.3.6 กิจการผลิต On-Board Charger	A2
4.8.3.7 กิจการผลิตสายชาร์จแบตเตอรี่พร้อมตัวรับ-ตัวเสียบ	A2
4.8.3.8 กิจการผลิต DC/DC Converter	A2
4.8.3.9 กิจการผลิต Inverter	A2
4.8.3.10 กิจการผลิต Portable Electric Vehicle Charger	A2
4.8.3.11 กิจการผลิต Electrical Circuit Breaker	A2
4.8.3.12 กิจการพัฒนาระบบอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (EV Smart Charging System)	A2
4.8.3.13 กิจการผลิตคานหน้า/คานหลังสำหรับรถโดยสารไฟฟ้า	A2
4.8.4 กิจการผลิตยางล้อสำหรับยานพาหนะ	A2
4.8.5 กิจการผลิตชิ้นส่วนระบบเชื้อเพลิง (Fuel System Parts) ได้แก่	
4.8.5.1 Fuel Pump	A3
4.8.5.2 Injection Pump	A3
4.8.5.3 Injector	A3
4.8.6 กิจการผลิตชิ้นส่วนระบบส่งกำลัง (Transmission System Parts) ได้แก่	
4.8.6.1 Sun Gear	A3
4.8.6.2 Ring Gear	A3
4.8.6.3 Shift Gear	A3
4.8.6.4 Transfer Case	A3
4.8.6.5 Torque Converter	A3
4.8.6.6 Carrier	A3
4.8.6.7 Propeller Shaft	A3
4.8.6.8 Drive Shaft	A3
4.8.6.9 Universal Joint	A3

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
4.8.6.10 Differential	A3
4.8.6.11 Transmission Case	A3
4.8.7 กิจการผลิตชิ้นส่วนระบบเครื่องยนต์ (Engine System Parts) ได้แก่	
4.8.7.1 Turbocharger	A3
4.8.8 กิจการผลิตชิ้นส่วนความปลอดภัย (Safety Parts) ได้แก่	
4.8.8.2 Airbag Inflator, Gas Generator, Gas Generant	A3
4.9 กิจการต่อเรือหรือซ่อมเรือ	
4.9.1 กิจการต่อเรือหรือซ่อมเรือ ขนาดตั้งแต่ 500 ตันกรอส	A2
4.9.2 กิจการต่อเรือหรือซ่อมเรือ ขนาดต่ำกว่า 500 ตันกรอส (เฉพาะเรือโลหะ หรือไฟเบอร์กลาสที่มีการติดตั้งเครื่องยนต์และอุปกรณ์)	A2
4.10 กิจการผลิตหรือซ่อมรถไฟฟ้าหรือรถไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ หรือชิ้นส่วน (เฉพาะระบบราง)	
4.10.1 กิจการผลิตรถไฟฟ้าหรือรถไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ หรือชิ้นส่วน (เฉพาะระบบราง)	A2
4.10.2 กิจการซ่อมรถไฟฟ้าหรือรถไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ หรือชิ้นส่วน (เฉพาะระบบราง)	A3
4.11 กิจการผลิตหรือซ่อมอากาศยานหรืออุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ	
4.11.1 กิจการผลิตอากาศยานหรือชิ้นส่วน เช่น ลำตัวอากาศยาน ชิ้นส่วนประกอบสำคัญของอากาศยาน บริภัณฑ์และชิ้นส่วนอื่นๆ เป็นต้น	A1
4.11.2 กิจการผลิตเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ภายในอากาศยาน (ยกเว้นเครื่องใช้หรือวัสดุสิ้นเปลืองและหมุนเวียน) เช่น แก้ว ชูชีพ รถเข็น หรืออุปกรณ์ประกอบอาหาร เป็นต้น	A3
4.11.3 กิจการซ่อมอากาศยาน หรือชิ้นส่วน	A2
4.11.5 กิจการผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับอวกาศ เช่น ชิ้นส่วนยานอวกาศดาวเทียม ระบบขับเคลื่อนจรวด นำส่ง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์สื่อสารในอวกาศ เครื่องมือสำหรับการค้นหา การตรวจวัด และการนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
4.11.6 กิจการระบบปฏิบัติการเกี่ยวกับอวกาศ เช่น ระบบค้นหา ระบบสถานีภาคพื้น ระบบตรวจวัดระบบประเมินผล และระบบนำทางในอวกาศ เป็นต้น	A1
4.12 กิจการผลิตรถจักรยานยนต์ที่มีความจุกระบอกสูบตั้งแต่ 500 ซีซี ขึ้นไป	
1) ต้องมีการขึ้นรูปชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ดังนี้ Cylinder Head, Cylinder Block, Crankshaft, Camshaft และ Connecting Rod	A3 (ครอบคลุมทั้ง 3 ข้อ)
2) ต้องมีขั้นตอนการเชื่อมประกอบโครงรถและพ่นสี	B1 (ครอบคลุมไขข้อ 2-3)
3) ต้องเสนอแผนการลงทุนผลิตชิ้นส่วน และการใช้ชิ้นส่วน และต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการ	
4.13 กิจการผลิตเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell)	A2
4.14 กิจการผลิตโครงสร้างโลหะสำหรับงานก่อสร้างหรืองานอุตสาหกรรม (Fabrication Industry)	
4.14.1 กิจการผลิตโครงสร้างโลหะสำหรับงานก่อสร้างหรืองานอุตสาหกรรม (Fabrication Industry) ที่มีขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรม	A3
4.15 กิจการผลิตเครื่องมือวิทยาศาสตร์	
4.15.1 กิจการผลิตเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง	A2

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
4.15.2 กิจการผลิตเครื่องมือวิทยาศาสตร์อื่นๆ	A3
หมวด 5 อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	
5.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า	
5.1.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง (Advanced Technology)	
5.1.1.1 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง ที่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์	A2
5.1.1.2 กิจการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในระดับเทคโนโลยีขั้นสูง ที่ไม่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์	A3
5.2 กิจการผลิตชิ้นส่วน และ/หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า	
5.2.1 กิจการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม ได้แก่ Power Inverter, Distribution Transformer, Main Circuit Breaker	
5.2.1.1 กิจการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม ได้แก่ Power Inverter, Distribution Transformer, Main Circuit Breaker ที่มีขั้นตอนการออกแบบ	A3
5.2.6 กิจการผลิตอุปกรณ์จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่มีความจุสูง (High Density Energy Storage)	
5.2.6.1 แบตเตอรี่ (High Density Battery)	A2
5.2.6.2 Supercapacitor	A2
5.3 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์	
5.3.1 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ในกลุ่ม Organics and Printed Electronics (OPE)	A2
5.3.2 กิจการผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคม	
5.3.2.1 กิจการผลิตอุปกรณ์ส่ง (Emission) แพร่ (Transmission) รับ (Reception) สัญญาณสำหรับระบบใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) และระบบไร้สาย (Wireless)	A2
5.3.3 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ Electronic Control and Measurement สำหรับงานอุตสาหกรรม/เกษตร	A2
5.3.4 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ Security Control Equipment	A2
5.4 กิจการผลิตชิ้นส่วนและ/หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือชิ้นส่วนและ/หรือ อุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์	
5.4.3 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับโทรคมนาคม	
5.4.3.1 กิจการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ส่ง (Emission) แพร่ (Transmission) รับ (Reception) สัญญาณสำหรับระบบใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) และระบบไร้สาย (Wireless)	A2
5.4.3.2 กิจการผลิตชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์สำหรับโทรคมนาคมอื่นๆ	A3
5.4.4 กิจการผลิตชิ้นส่วน Electronic Control and Measurement สำหรับงานอุตสาหกรรม/เกษตร/เครื่องมือแพทย์/ยานพาหนะ/เครื่องมือวิทยาศาสตร์	A2
5.4.5 กิจการผลิตชิ้นส่วนสำหรับผลิตภัณฑ์ Security Control Equipment	A2
5.4.6 กิจการผลิต Hard Disk Drive และ/หรือ ชิ้นส่วนสำหรับ Hard Disk Drive	
5.4.6.1 กิจการผลิต Advanced Technology Hard Disk Drive และ/หรือชิ้นส่วน (ยกเว้น Top Cover หรือ Base Plate หรือ Peripheral)	A2
5.4.6.2 กิจการผลิต Hard Disk Drive ทั่วไป และ/หรือ ชิ้นส่วน (ยกเว้น Top Cover หรือ Base Plate หรือ Peripheral)	A3

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
5.4.7 กิจการผลิต Solid State Drive และ/หรือ ชิ้นส่วนสำหรับ Solid State Drive	A2
5.4.8 กิจการผลิตชิ้นส่วนและ/หรืออุปกรณ์สำหรับระบบที่ใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์	A3
5.4.9 กิจการผลิตอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และ/หรือชิ้นส่วนสำหรับอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	A3
5.4.10 กิจการผลิตชิ้นส่วน และ/หรืออุปกรณ์โฟโตนิกส์ (Photonics) และ/หรือ ระบบที่ใช้โฟโตนิกส์	A3
5.4.11 กิจการผลิต Flat Panel Display	A3
5.4.12 กิจการผลิต Flexible Printed Circuit และ/หรือ Multi Layer Printed Circuit Board และ/หรือชิ้นส่วน	
5.4.12.1 กิจการผลิต Flexible Printed Circuit และ/หรือ Multi Layer Printed Circuit Board และ/หรือชิ้นส่วนที่มีขั้นตอนการออกแบบลายวงจร	A2
5.4.12.2 กิจการผลิต Flexible Printed Circuit และ/หรือ Multi Layer Printed Circuit Board และ/หรือชิ้นส่วนที่ไม่มีขั้นตอนการออกแบบลายวงจร	A3
5.5 กิจการผลิตสารหรือแผ่นสำหรับไมโครอิเล็กทรอนิกส์	
5.5.1 กิจการผลิต Wafer	A2
5.5.2 กิจการผลิตสารหรือแผ่นที่ใช้ Thin Film Technology	A3
5.6 กิจการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์	
5.6.1 กิจการ Microelectronics Design	A1
5.6.2 กิจการ Embedded System Design	A1
5.7 กิจการซอฟต์แวร์	
5.7.1 กิจการพัฒนา Embedded Software	A1
5.7.2 กิจการพัฒนา Enterprise Software และ/หรือ Digital Content	A3
5.7.3 กิจการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูง (High Value-added Software)	(ไม่จำกัด วงเงิน) A1
5.9 กิจการให้บริการเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Services)	A3
หมวด 6 เคมีภัณฑ์ พลาสติก และกระดาษ	
6.2 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	
6.2.1 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือการผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปต่อเนื่องจากการผลิตพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในโครงการเดียวกัน	A2
6.2.2 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	A3
6.4 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี	A3
6.5 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ชนิดพิเศษ หรือเคมีภัณฑ์ชนิดพิเศษ (Specialty Polymers หรือ Specialty Chemicals)	A2
6.7 กิจการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษ	
6.7.1 กิจการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดหลายชั้น (Multilayer Plastics Packaging)	A3
6.7.2 กิจการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดปลอดเชื้อ (Aseptic Plastics Packaging)	A3
6.7.3 กิจการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดป้องกันไฟฟ้าสถิต (Antistatic Plastics Packaging)	A3

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
6.9 กิจการผลิตสารออกฤทธิ์สำคัญในยา (Active Pharmaceutical Ingredients)	A2
6.10 กิจการผลิตยา (เฉพาะกรณีลงทุนใหม่)	A3
6.12 กิจการผลิตเยื่อกระดาษหรือกระดาษ	
6.12.1 กิจการผลิตเยื่อกระดาษชนิดปลอดเชื้อหรือกระดาษชนิดปลอดเชื้อ (Hygienic Pulp หรือ Hygienic Paper)	A2
6.12.2 กิจการผลิตเยื่อกระดาษชนิดพิเศษหรือกระดาษชนิดพิเศษ (Specialty Pulp หรือ Specialty Paper)	A3
6.14 กิจการผลิตสิ่งพิมพ์	
6.14.1 กิจการผลิตสิ่งพิมพ์ดิจิทัล	A3
หมวด 7 กิจการบริการและสาธารณูปโภค	
7.1 กิจการสาธารณูปโภคและบริการพื้นฐาน	
7.1.1 กิจการผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานไฟฟ้าและไอน้ำ	
7.1.1.1 กิจการผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานไฟฟ้าและไอน้ำจากขยะ หรือเชื้อเพลิงจากขยะ (Refuse Derived Fuel)	A1
7.1.1.2 กิจการผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานไฟฟ้าและไอน้ำจากพลังงานหมุนเวียน เช่น แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น ยกเว้นขยะ หรือ เชื้อเพลิงจากขยะ	A2
7.1.2 กิจการผลิตน้ำประปา น้ำเพื่ออุตสาหกรรม หรือไอน้ำ	A3
7.1.3 กิจการสถานที่ตรวจสอบและบรรจุสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการส่งออก หรือโรงพักสินค้า เพื่อตรวจสอบของขาเข้าและบรรจุของขาออกที่ขนส่งโดยระบบคอนเทนเนอร์นอกเขตท่าเทียบเรือ (รพท.) (Inland Container Depot: ICD)	A3
7.1.4 กิจการขนถ่ายสินค้าสำหรับเรือบรรทุกสินค้า	A3
7.1.5 กิจการขนถ่ายสินค้า	A2
7.3 กิจการขนส่งมวลชน และสินค้าขนาดใหญ่	
7.3.4 กิจการขนส่งทางอากาศ (ไม่รวมถึงการให้บริการสายการบิน)	A3
7.4 กิจการศูนย์บริการโลจิสติกส์	
7.4.2 กิจการศูนย์กระจายสินค้าระหว่างประเทศด้วยระบบที่ทันสมัย (International Distribution Center: IDC)	A3
7.8 กิจการบริการด้านการจัดการพลังงาน (Energy Service Company: ESCO)	A1
7.9 กิจการพัฒนาพื้นที่สำหรับกิจการอุตสาหกรรม	
7.9.1 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม	
7.9.1.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมอัญมณี และเครื่องประดับ	A3
7.9.1.3 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ (Logistics Park)	A3
7.9.1.4 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมภาพยนตร์ (Movie Town)	A3
7.9.1.5 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	A3
7.9.1.6 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมยาง	A3
7.9.1.7 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมอากาศยานหรืออวกาศ	A3
7.9.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี	

ประเภทกิจการ	กลุ่มกิจการ
7.9.2.1 กิจการนิคมหรือเขตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and Technology Park)	A1
7.9.2.2 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ (Software Park)	A1
7.9.2.3 กิจการนิคมหรือเขต Data Center	A1
7.9.2.4 ศูนย์บ่มเพาะด้านนวัตกรรม (Innovation Incubation Center)	A1
7.10 กิจการ Cloud Service	A1
7.11 กิจการวิจัยและพัฒนา	A1
7.12 กิจการเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)	A1
7.13 กิจการบริการออกแบบทางวิศวกรรม	A1
7.14 กิจการบริการทดสอบทางวิทยาศาสตร์	A1
7.15 กิจการบริการสอบเทียบมาตรฐาน	A1
7.16 กิจการบริการฆ่าเชื้อแก๊พผลิตภัณฑ์	A2
7.17 กิจการนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่	
○ กรณีคัดแยก	A3
○ กรณีคัดแยกที่มีกระบวนการแปรรูปเพิ่มเติมหรือนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Recycle) หรือนำกลับคืนมาใหม่ (Recovery)	A2
7.18 กิจการบำบัดหรือกำจัดของเสีย	A2
7.19 กิจการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (เฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)	A1
หมวด 8 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม	
8.1 กิจการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย	ยกเว้น ภาษีเงินได้ นิติบุคคล 10 ปี (ไม่จำกัด วงเงิน)
8.1.1 กิจการพัฒนา Biotechnology	
8.1.2 กิจการพัฒนา Nanotechnology	
8.1.3 กิจการพัฒนา Advanced Material Technology	
8.1.4 กิจการพัฒนา Digital Technology	

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน²² เรื่องเดียวกัน

**ภาคผนวก ค เขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษที่ผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการนโยบาย
เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก**

ตารางที่ ค.1 เขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษที่ผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการนโยบายฯ

เขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ	เป้าหมาย
1. เขตส่งเสริมเมืองการบินภาคตะวันออก ¹	รองรับอุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์
2. เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ²	ส่งเสริมให้เกิดการทำวิจัยร่วมกันระหว่างภาครัฐ เอกชน มหาวิทยาลัย รวมถึงชุมชนในพื้นที่ โดยต้องการผลักดันให้เป็น ³ - ศูนย์กลางการวิจัยและนวัตกรรมด้านระบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์ และระบบอัจฉริยะ - ศูนย์กลางการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เศรษฐกิจฐานชีวภาพ - ศูนย์กลางและฐานในการรังสรรค์นวัตกรรมจากเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ
3. เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล ⁴	มุ่งเน้นการสร้างอุตสาหกรรมดิจิทัล โดยแบ่งผู้ประกอบการออกเป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และชิ้นส่วน กลุ่มผู้ผลิต/ให้บริการซอฟต์แวร์ กลุ่มผู้ให้บริการข้อมูลดิจิทัล กลุ่มผู้ผลิตอุปกรณ์สื่อสาร/บริการสื่อสาร และกลุ่มผู้ให้บริการดิจิทัล
4. นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด แห่งที่ 4 ⁵	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ และอุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์
5. นิคมอุตสาหกรรม Smart Park ⁶	รองรับอุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมดิจิทัล อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ
6. นิคมอุตสาหกรรม ซี.พี. ระยอง ⁷	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร และอุตสาหกรรมดิจิทัล

¹ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: เมืองการบินภาคตะวันออก, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 41 ง (23 กุมภาพันธ์ 2561): 27.

² ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 41 ง (23 กุมภาพันธ์ 2561): 29.

³ “เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EECI),” สำนักงานเพื่อการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก, สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561, <https://www.eeco.or.th/การจัดตั้งเขตส่งเสริม/EECd-EECI>.

⁴ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 41 ง (23 กุมภาพันธ์ 2561): 28.

⁵ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมเหมราช อีสเทิร์นซีบอร์ด แห่งที่ 4, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 41 ง (23 กุมภาพันธ์ 2561): 25.

⁶ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรม Smart Park, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 41 ง (23 กุมภาพันธ์ 2561): 26.

⁷ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรม ซี.พี. ระยอง, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 13.

เขตส่งเสริมเศรษฐกิจพิเศษ	เป้าหมาย
7. นิคมอุตสาหกรรม ที่ เอฟ ดี 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา ⁸	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ และอุตสาหกรรมเป้าหมายอื่นๆ
8. นิคมอุตสาหกรรมยามาโตะ อินดัสทรีส์ จังหวัดชลบุรี ⁹	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และ อุตสาหกรรมเป้าหมายอื่นๆ
9. นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง ¹⁰	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต และอุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์
10. นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (แหลมฉบัง) จังหวัดชลบุรี ¹¹	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต
11. นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 3) จังหวัดชลบุรี ¹²	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต
12. นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 4) จังหวัดชลบุรี ¹³	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ
13. นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 5) จังหวัดชลบุรี ¹⁴	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ
14. นิคมอุตสาหกรรม อมตะนคร ¹⁵	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและเชิงสุขภาพ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ และอุตสาหกรรมดิจิทัล
15. นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร (โครงการ 2) ¹⁶	รองรับอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและเชิงสุขภาพ อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ อุตสาหกรรมดิจิทัล และอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร

⁸ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียบเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรม ที เอฟ ที 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 14.

⁹ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนากระเป๋างานเย็บเสร็จธุรกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมยามาโตะอินดัสทรีส์ จังหวัดชลบุรี, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 15.

¹⁰ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียบเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง, *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป* เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 16.

¹¹ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (แหลมฉบัง) จังหวัดชลบุรี, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 17.

¹² ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนากระเป๋านะเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 3) จังหวัดชลบุรี, *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป* เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 18.

¹³ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนากระเป๋างานเย็บเสร็จธุรกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 4) จังหวัดชลบุรี, *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป* เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 19.

¹⁴ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนากระเป๋านักเรียนกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 5) จังหวัดชลบุรี. *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป* เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 20.

¹⁵ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 21.

¹⁶ ประกาศคณะกรรมการนโยบายการพัฒนาระเบียบเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เรื่อง กำหนดเขตส่งเสริม: นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร (โครงการ 2), ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 104 ง (7 พฤษภาคม 2561): 22.

**ภาคผนวก ง ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลในระดับ อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา ในอัตรา
เดิบโตปกติ และเดิบโตสูง**

ตารางที่ ง.1 ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลระดับอาชีวศึกษาในอัตราเดิบโตปกติ

สถานการณ์ 1: อัตราการเดิบโตปกติ											หน่วย: คน
ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอาชีวศึกษา	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next – Generation Automotive)	105	108	112	116	120	125	129	134	138	143	148
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)	1,081	1,073	1,065	1,058	1,050	1,042	1,035	1,027	1,020	1,012	1,005
อุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for the Future)	32	32	32	31	31	31	31	31	30	30	30
อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)	56	63	70	78	86	96	107	119	132	147	163
อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมี ชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)	140	144	148	152	156	160	164	168	173	177	182
Total	1,430	1,436	1,443	1,451	1,460	1,471	1,483	1,496	1,511	1,528	1,547

ตารางที่ ง.2 ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลระดับอุดมศึกษาในอัตราเติบโตปกติ

สถานการณ์ 1: อัตราการเติบโตปกติ											หน่วย: คน
ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอุดมศึกษา	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next – Generation Automotive)	68	70	73	76	78	81	84	87	90	93	96
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)	239	237	235	234	232	230	229	227	225	224	222
อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
อุตสาหกรรมอาหารแปรรูปอาหาร (Food for the Future)	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)	11	13	14	16	17	19	22	24	27	30	33
อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)	44	46	47	49	51	52	54	56	58	60	62
อุตสาหกรรมทางการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)	24	25	25	26	26	27	28	29	29	30	31
Total	1,430	1,436	1,443	1,451	1,460	1,471	1,483	1,496	1,511	1,528	1,547

ตารางที่ ง.3 ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลระดับอาชีวศึกษาในอัตราเติบโตสูง

สถานการณ์ 2: อัตราการเติบโตสูง											หน่วย: คน
ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัล ระดับอาชีวศึกษา	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next – Generation Automotive)	105	111	117	124	131	139	147	156	165	174	185
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)	1,081	1,080	1,079	1,078	1,077	1,076	1,076	1,075	1,074	1,073	1,072
อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
อุตสาหกรรมอาหารแปรรูปอาหาร (Food for the Future)	32	32	32	32	32	32	31	31	31	31	31
อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)	56	65	75	86	99	114	131	151	174	200	231
อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4
อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7
อุตสาหกรรมทางการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)	140	145	149	154	159	164	170	175	181	187	193
Total	1,430	1,449	1,469	1,491	1,516	1,543	1,574	1,607	1,645	1,686	1,733

ตารางที่ ง.4 ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลระดับอุดมศึกษาในอัตราเติบโตสูง

สถานการณ์ 2: อัตราการเติบโตสูง											หน่วย: คน
ความต้องการกำลังคนด้านดิจิทัลระดับอุดมศึกษา	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next – Generation Automotive)	68	72	76	81	85	90	96	101	107	113	120
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)	239	239	238	238	238	238	238	237	237	237	237
อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)	13	14	14	15	16	17	18	18	19	20	21
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for the Future)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)	11	13	15	17	20	23	26	30	35	40	47
อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)	44	46	48	50	52	54	57	59	62	64	67
อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)	24	25	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Total	425	434	443	453	464	475	487	501	515	531	548

ตารางที่ ง.5 การประมาณอุปสงค์ของกำลังคนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

สถานการณ์ที่ 1: อัตราการเติบโตปกติ

สถานการณ์ 1: อัตราการเติบโตปกติ											หน่วย: คน
	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
ยานยนต์สมัยใหม่	13,167	13,635	14,120	14,621	15,141	15,679	16,236	16,813	17,411	18,030	18,670
อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	5,713	5,672	5,631	5,590	5,549	5,509	5,469	5,429	5,390	5,351	5,312
การท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	28	28	29	29	29	30	30	31	31	31	32
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ	960	925	891	859	827	797	768	740	713	687	662
การแปรรูปอาหาร	213	212	210	209	208	207	206	204	203	202	201
หุ่นยนต์	38	42	47	52	58	65	72	80	89	99	110
การบินและโลจิสติกส์	346	340	335	329	324	319	314	309	304	299	294
เชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ	1,525	1,588	1,654	1,723	1,795	1,870	1,947	2,028	2,113	2,201	2,292
ดิจิทัล	317	328	339	350	361	373	386	399	412	426	440
การแพทย์ครบวงจร	234	240	246	253	260	266	273	281	288	296	303
รวม	22,541	23,011	23,502	24,016	24,553	25,115	25,701	26,314	26,953	27,620	28,316

ตารางที่ ง.6 การประมาณอุปสงค์ของกำลังคนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในพื้นที่ EEC

สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง

สถานการณ์ที่ 2: อัตราการเติบโตสูง											หน่วย: คน
	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
ยานยนต์สมัยใหม่	13,167	13,935	14,748	15,609	16,520	17,483	18,503	19,583	20,726	21,935	23,215
อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	5,713	5,708	5,704	5,699	5,694	5,689	5,684	5,680	5,675	5,670	5,665
การท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการ ท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ	28	29	31	32	34	36	37	39	41	43	45
การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ	960	926	893	860	829	800	771	743	716	690	666
การแปรรูปอาหาร	213	212	212	211	211	210	210	209	209	208	208
หุ่นยนต์	38	44	50	58	66	76	88	101	117	135	155
การบินและโลจิสติกส์	346	346	347	348	349	350	351	351	352	353	354
เชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ	1,525	1,603	1,684	1,770	1,860	1,955	2,054	2,159	2,269	2,384	2,505
ดิจิทัล	317	330	344	358	373	389	405	422	439	457	476
การแพทย์ครบวงจร	234	242	249	257	266	274	283	292	301	311	321
รวม	22,541	23,376	24,262	25,203	26,202	27,262	28,386	29,579	30,845	32,187	33,611

ตารางที่ ง.7 ผลการประมาณอุปทานของผู้สำเร็จการศึกษา สถานการณ์ที่ 1 และ 2

	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
ม.3	208,958	224,365	219,950	215,399	212,759	210,642	209,003	208,023	207,659	206,043	204,222
ม.6	96,423	94,946	93,356	81,647	271,963	266,545	260,955	257,955	255,681	253,822	252,790
ปวช	33,213	32,502	31,967	31,424	30,874	30,324	29,766	29,193	28,605	28,252	27,967
ปวส/ อนุปริญญา	52,531	46,453	44,201	43,755	43,027	42,290	41,542	40,793	40,036	39,259	38,462
ปริญญาตรี	225,162	221,670	220,117	218,205	210,901	207,644	204,152	645,007	622,687	610,273	597,473
ปริญญาโท	25,591	25,529	78,747	80,091	79,540	78,855	75,864	74,745	73,493	222,886	215,216
ปริญญาเอก	2,867	2,902	2,935	2,959	2,968	2,968	2,956	2,944	2,913	2,882	2,845

ภาคผนวก จ ฐานข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดสมมติฐาน

ตารางที่ จ.1 ฐานข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดสมมติฐาน

สมมติฐาน	ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	แหล่งข้อมูล
การคาดการณ์ความต้องการคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC		
สมมติฐานด้านอัตราการเติบโตของ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve)	สถิติอุตสาหกรรมในองค์ประกอบของรายได้ประชาชาติ	สำนักบัญชีประชาชาติ สศช.
สมมติฐานด้านสัดส่วนทุนต่อแรงงาน	ฐานข้อมูลความต้องการแรงงานสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายและการลงทุนในเขตพื้นที่ EEC	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
สมมติฐานด้านโครงสร้างทักษะแรงงานของอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve	ฐานข้อมูลความต้องการแรงงานและการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในเขตพื้นที่ EEC	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
สมมติฐานด้านโครงสร้างกำลังคนด้านดิจิทัลต่อกำลังคนทั้งหมดในแต่ละอุตสาหกรรมเป้าหมาย	ฐานข้อมูลความต้องการแรงงานและการลงทุนสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในเขตพื้นที่ EEC	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
	ฐานข้อมูลอุปสงค์และอุปทานกำลังคน (PMANP)	สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน (http://manpower.mol.go.th/pmanp_2017/index.php/home)
การคาดการณ์การผลิตคนทำงานด้านดิจิทัลในอุตสาหกรรมเป้าหมายใน EEC		
สมมติฐานด้านโครงสร้างประชากรในอนาคตเป็นไปตามการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย	การคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583	สภาพัฒน์
	ประกาศแจ้งข้อมูลทางการปกครอง	กรมการปกครอง
สมมติฐานด้านจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเป้าหมาย	ฐานข้อมูลอุปสงค์และอุปทานกำลังคน (PMANP)	สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน (http://manpower.mol.go.th/pmanp_2017/index.php/home)
สมมติฐานด้านสัดส่วนผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรที่เปิดสอนสาขาวิชาด้านดิจิทัลจากจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาทั้งหมด	ฐานข้อมูลอุปสงค์และอุปทานกำลังคน (PMANP)	สำนักเศรษฐกิจการแรงงาน กระทรวงแรงงาน (http://manpower.mol.go.th/pmanp_2017/index.php/home)
	ฐานข้อมูลจำนวนผู้สำเร็จการศึกษา	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ที่มา: คณะผู้วิจัย

[illegible]

[illegible]

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
73	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครสวรรค์
74	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุราษฎร์ธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	สุราษฎร์ธานี
75	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
76	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	สกลนคร
77	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	บุรีรัมย์
78	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทระเกษม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
79	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เพชรบุรี
80	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
81	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยสยาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
82	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ปทุมธานี
83	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
84	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลตะวันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ชลบุรี
85	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์วนารักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
86	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
87	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เชียงใหม่
88	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลสุวรรณภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	พระนครศรีอยุธยา
89	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลอีสาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครราชสีมา
90	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
91	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยมหิดล	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
92	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
93	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยชินวัตร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
94	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเว็บสเตอร์(ประเทศ ไทย)	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เพชรบุรี
95	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
96	หลักสูตรครุศาสตร อุตสาหกรรมบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
97	หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร บัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยนครพนม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครพนม

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
123	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	มหาวิทยาลัยวิจัย	ขอนแก่น
124	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
125	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
126	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยมหิดล	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
127	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
128	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครนายก
129	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
130	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
131	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
132	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
133	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครราชสีมา
134	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	พิษณุโลก
135	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครศรีธรรมราช
136	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
137	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยนครพนม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครพนม
138	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยพะเยา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	พะเยา
139	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
140	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
141	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และมัลติมีเดีย	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
142	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
143	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
144	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
145	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ขอนแก่น
146	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
147	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
173	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	นนทบุรี
174	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
175	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยมหิดล	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
176	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
177	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
178	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
179	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ภูเก็ต
180	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
181	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครศรีธรรมราช
182	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงราย
183	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยพะเยา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	พะเยา
184	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
185	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยพายัพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
186	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
187	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
188	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
189	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	นครปฐม
190	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	มหาสารคาม
191	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ลำปาง
192	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ศรีสะเกษ
193	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	อุบลราชธานี
194	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์และความรู้ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
195	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์และความรู้ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
196	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์และความรู้ (หลักสูตรนานาชาติ)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
197	หลักสูตรสถิติศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อธุรกิจ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
198	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ

[illegible]

[illegible]

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
299	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยสยาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
300	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยพิษณุโลก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	พิษณุโลก
301	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
302	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ปทุมธานี
303	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
304	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลตะวันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ชลบุรี
305	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลรัตนโกสินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครปฐม
306	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เชียงใหม่
307	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	สงขลา
308	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลสุวรรณภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	พระนครศรี อยุธยา
309	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ	มหาวิทยาลัยอื่นๆที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
310	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นนทบุรี
311	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นนทบุรี
312	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
313	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	นนทบุรี
314	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	สมุทรสาคร
315	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยอาชีวศึกษาภูเก็ต	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ภูเก็ต
316	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	หนองคาย
317	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยเทคนิคบึงกาฬ	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	บึงกาฬ
318	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	เชียงใหม่
319	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยเทคนิคแพร่	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	แพร่
320	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลก	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	พิษณุโลก
321	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรต่อเนื่อง)	วิทยาลัยอาชีวศึกษาธนบุรี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
322	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
323	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยมหิดล	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
324	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์น (ประเทศไทย)	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เพชรบุรี
325	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ และ ประจวบคีรีขันธ์
326	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	มหาสารคาม
327	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
328	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	มหาสารคาม
329	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	อุบลราชธานี
330	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
331	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
332	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	ชุมพร
333	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
334	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร	มหาวิทยาลัยพะเยา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	พะเยา
335	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับเศรษฐกิจดิจิทัล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
336	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ลพบุรี
337	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	เพชรบุรี
338	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	สงขลา
339	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ และ ระยอง
340	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	สระแก้ว
341	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	พิษณุโลก
342	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	มหาสารคาม
343	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยนครพนม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครพนม
344	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยพะเยา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	พะเยา
345	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
346	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจหลักสูตรต่อเนื่อง	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ

[illegible]

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
372	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
373	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	วิทยาลัยลุ่มน้ำปิง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ตาก
374	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กาญจนบุรี
375	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กาฬสินธุ์
376	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กำแพงเพชร
377	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ชัยภูมิ
378	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เชียงราย
379	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เชียงใหม่
380	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ลพบุรี
381	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
382	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครปฐม
383	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครราชสีมา
384	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครศรีธรรม ราช
385	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนครศรีอยุธยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	พระนครศรีอ ยุทยา
386	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	พิษณุโลก
387	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ปทุมธานี
388	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เพชรบูรณ์
389	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ภูเก็ต
390	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	มหาสารคาม
391	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ยะลา
392	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ร้อยเอ็ด
393	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ ราชนครินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ฉะเชิงเทรา
394	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ รำไพพรรณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	จันทบุรี
395	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ลำปาง
396	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เลย

[illegible]

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
422	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	สถาบันเทคโนโลยีแห่งโยธยา	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	พระนครศรีอยุธยา
423	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	วิทยาลัยเฉลิมกาญจนาระยอง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ระยอง
424	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	วิทยาลัยพิษณุบัณฑิต	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	เชียงราย
425	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
426	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	สถาบันวิทยาการจัดการ แห่งแปซิฟิก	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	พะเยา
427	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ	วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	สุพรรณบุรี
428	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษา นครศรีธรรมราช	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	นครศรีธรรมราช
429	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคกระบี่	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กระบี่
430	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษาเลย	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	เลย
431	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคโนโลยีและ อุตสาหกรรมการต่อเรือหนองคาย	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	หนองคาย
432	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	อุดรธานี
433	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษาหนองคาย	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	หนองคาย
434	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคบ้านแพง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	นครพนม
435	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ขอนแก่น
436	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	มหาสารคาม
437	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ร้อยเอ็ด
438	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคอำนาจเจริญ	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	อำนาจเจริญ
439	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ศรีสะเกษ
440	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	สุรินทร์
441	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	ชัยภูมิ
442	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	สุโขทัย
443	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	นครสวรรค์
444	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยพาณิชยการบางนา	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
445	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชชมงคล	เชียงราย
446	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชชมงคล	นครปฐม

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
447	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ลำปาง
448	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และสารสนเทศอุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ เจ้าพระยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
449	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สำนักงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เพชรบุรี
450	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (หลักสูตรนานาชาติ)	วิทยาลัยนานาชาติเซนต์เทเรซา	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	นครนายก
451	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
452	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ปทุมธานี
453	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมระบบ สารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
454	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อ การจัดการ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
455	หลักสูตรบัญชีบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ ทางการบัญชี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
456	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
457	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทาง ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
458	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อ การจัดการ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	อุบลราชธานี
459	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
460	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
461	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทาง ธุรกิจ	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขต สารสนเทศ จันทบุรี	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	จันทบุรี
462	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยพายัพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
463	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศธุรกิจ	มหาวิทยาลัยคริสเตียน	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
464	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
465	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเอ็น เทอร์ไพรส์	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
466	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ วิสาหกิจ	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
467	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
468	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
469	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร บัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมระบบ สารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเอเชียน	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
470	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อ การจัดการ	มหาวิทยาลัยเอเชียน	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
471	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบ สารสนเทศทางธุรกิจ	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
472	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์	วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	นครศรีธรรมราช
473	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
474	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ควบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคกาฬสินธุ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กาฬสินธุ์
475	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	นครราชสีมา
476	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	มหาสารคาม
477	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการระบบสารสนเทศเพื่อธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	กรุงเทพฯ
478	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุบลราชธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	อุบลราชธานี
479	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ	วิทยาลัยเชียงราย	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	เชียงราย
480	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	กรุงเทพฯ
481	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	จันทบุรี
482	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	กรุงเทพฯ
483	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	กรุงเทพฯ
484	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	เชียงใหม่
485	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	สงขลา
486	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	นครราชสีมา
487	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	ลำปาง
488	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์	วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	นครราชสีมา
489	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยมหิดล	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
490	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
491	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยพายัพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
492	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
493	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	กรุงเทพฯ
494	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชมงคล	กรุงเทพฯ
495	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ	มหาวิทยาลัยศิลปากร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เพชรบุรี

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
496	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
497	หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อโลจิสติกส์อุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
498	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชชมงคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
499	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
500	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นราธิวาส
501	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการระบบสารสนเทศเพื่อธุรกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
502	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชชมงคลศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	สงขลา
503	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
504	หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชาความมั่นคงคอมพิวเตอร์และไซเบอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	เพชรบุรี

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา¹

¹ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, “หลักสูตรที่ผ่านการรับรองจากสกอ.,” สืบค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2561, <http://www.info.mua.go.th/UProfile/searchCurriculum.php?lang=th>.

ตารางที่ จ.2 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
1	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าธนบุรี	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
2	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
3	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ	สถาบันการจัดการ ปัญญาภิวัฒน์	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	นนทบุรี
4	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ (หลักสูตรภาษาอังกฤษ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
5	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคา ทรอนิกส์และหุ่นยนต์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
6	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ และหุ่นยนต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ปทุมธานี
7	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
8	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
9	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครราชสีมา
10	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	มหาสารคาม
11	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
12	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
13	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลอีสาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครราชสีมา
14	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครราชสีมา
15	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ รำไพพรรณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	จันทบุรี
16	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ปทุมธานี
17	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	กรุงเทพฯ
18	หลักสูตรครุศาสตร อุตสาหกรรมบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	สงขลา
19	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยทักษิณ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
20	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลตะวันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	ชลบุรี
21	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลรัตนโกสินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	นครปฐม
22	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมงคล	เชียงใหม่
23	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม เมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
24	หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม อัตโนมัติ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
25	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
26	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
27	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
28	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและอัตโนมัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ระยอง
29	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมระบบสมองกลฝังตัว (หลักสูตรภาษาอังกฤษ)	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
30	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
31	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาเครื่องจักรกลและแมคคาทรอนิกส์เกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
32	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา²

² เรื่องเดียวกัน

ตารางที่ ๓.3 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอากาศยานและซ่อมบำรุงอากาศยาน

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
1	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการ บินและอวกาศ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพ
2	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการ บิน (หลักสูตรนานาชาติ)	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ มหาวิทยาลัยวิจัย	สมุทรปราการ
3	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการ บินและอวกาศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพ
4	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการ บินและนักบินพาณิชย์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
5	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม อากาศยาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครราชสีมา
6	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์การบิน	สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
7	หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ การบิน	สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
8	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยี วิศวกรรมซ่อมบำรุง อากาศยาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพ
9	หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการซ่อม บำรุงอากาศยาน	มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพ
10	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการ ซ่อมบำรุงอากาศยาน	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
11	หลักสูตร เทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาซ่อมบำรุง อากาศยาน	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
12	หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรม อากาศยาน (หลักสูตร นานาชาติ)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพ
หลักสูตรอนุปริญญาที่ผ่านมาตรฐานของสกอ.ของสถาบันการบินพลเรือน					
13	หลักสูตรอนุปริญญาการ บำรุงรักษาอากาศยาน	สาขานายช่างบำรุงรักษา อากาศยาน	สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
14	หลักสูตรอนุปริญญา เทคโนโลยีอากาศยาน	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ การบิน	สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
15	หลักสูตรอนุปริญญา เทคโนโลยีอากาศยาน	สาขาวิชาเครื่องวัด ประกอบการบิน	สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
16	หลักสูตรอนุปริญญา	สาขาวิชาบำรุงรักษา เครื่องสื่อสารการบิน	สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กรุงเทพ
หลักสูตรใบอนุญาต					
17	EASA Part 66 CAT B1.1	สาขาช่างซ่อมอากาศยาน	สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมนคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมนคล	กรุงเทพ
18	หลักสูตรความร่วมมือกับ สายการบินไทยแอร์เอเชีย	สาขาช่างซ่อมอากาศยาน	สถาบันการบินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมนคลกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ ราชมนคล	กรุงเทพ

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา³

³ เรืองเดียวกัน

ตารางที่ ฉ.4 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
1	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการออกแบบและการผลิตรายยนต์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
2	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
3	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ (ภาคภาษาอังกฤษ)	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
4	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
5	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมยานยนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
6	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกลและยานยนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ระยอง
7	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครราชสีมา
8	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
9	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	มหาวิทยาลัยรังสิต	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ปทุมธานี
10	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงใหม่
11	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลยานยนต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ฉะเชิงเทรา
12	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	มหาวิทยาลัยสยาม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
13	หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	มหาวิทยาลัยสยาม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
14	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
15	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
16	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
17	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	นนทบุรี
18	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์	วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	นครราชสีมา
19	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์	สถาบันเทคโนโลยียานยนต์มหาชัย	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	สมุทรสาคร
20	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	สถาบันเทคโนโลยียานยนต์มหาชัย	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	สมุทรสาคร
21	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคอุตสาหกรรมยานยนต์	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	พระนครศรีอยุธยา
22	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	ลพบุรี
23	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	สมุทรปราการ
24	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี	วิทยาลัยและสถาบันเฉพาะทาง	สุพรรณบุรี

[illegible]

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
50	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ หลักสูตรต่อเนื่อง	วิทยาลัยเทคนิค กำแพงเพชร	วิทยาลัยและสถาบัน เฉพาะทาง	กำแพงเพชร

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา⁴

ตารางที่ ฉ.5 หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมโลจิสติกส์

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
1	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ-โลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
2	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
3	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการและโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยศิลปากร	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นครปฐม
4	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
5	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยวิจัย	สงขลา
6	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
7	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
8	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ระยอง
9	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ระยอง
10	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งและโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	มหาวิทยาลัยวิจัย	นครราชสีมา
11	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และการค้าชายแดน	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	จันทบุรี
12	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
13	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และการค้าชายแดน	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	สระแก้ว
14	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการค้าระหว่างประเทศและการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยบูรพา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี
15	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	เชียงราย
16	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
17	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
18	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
19	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ชลบุรี

⁴ เรืองเดียวกัน

[illegible]

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
45	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	นครปฐม
46	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	พระนครศรีอยุธยา
47	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	พิษณุโลก
48	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ปทุมธานี
49	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	จันทบุรี
50	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	เลย
51	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ศรีสะเกษ
52	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ศรีสะเกษ
53	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	สงขลา
54	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
55	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	สุรินทร์
56	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	อุดรดิตถ์
57	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	อุบลราชธานี
58	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	สุราษฎร์ธานี
59	หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อโลจิสติกส์อุตสาหกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
60	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	กรุงเทพฯ
61	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	วิทยาลัยนครราชสีมา	วิทยาลัยหรือสถาบันเฉพาะทาง	นครราชสีมา
62	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ชลบุรี
63	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	ชลบุรี
64	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	เชียงใหม่
65	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	สงขลา
66	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	นครราชสีมา
67	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏ/ราชชมงคล	นครราชสีมา
68	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	ศรีสะเกษ

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ประเภทมหาวิทยาลัย	จังหวัด
69	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
70	หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	กรุงเทพฯ
71	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์	มหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยวิจัย	นนทบุรี
72	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	วิทยาลัยหรือสถาบันเฉพาะทาง	กรุงเทพฯ
73	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์พาณิชย์นาวี	วิทยาลัยเฉลิมกาญจนาระยอง	วิทยาลัยหรือสถาบันเฉพาะทาง	ระยอง
74	หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และการคมนาคมขนส่ง	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	วิทยาลัยหรือสถาบันเฉพาะทาง	นนทบุรี
75	หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม	วิทยาลัยหรือสถาบันเฉพาะทาง	นครปฐม

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา⁵

⁵ เรื่องเดียวกัน

ภาคผนวก ข การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของหลักสูตรที่เปิดสอนในปัจจุบัน

ตารางที่ ข.1 การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรสาขาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

ทักษะความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวนหน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
ด้านเครื่องกล			
CAD	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วย (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับสถาปัตยกรรม ฐานข้อมูล การแลกเปลี่ยนระหว่าง CAD/CAM การโปรแกรมเครื่อง CNC แนวโน้มในปัจจุบันของระบบ CNC
3D Printing	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Machine Design	การประลองเครื่องจักรกลหุ่นยนต์ (ชั้นปี 1)	1 (ปฏิบัติ)	พื้นฐานการเขียนแบบวิศวกรรม การทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมหุ่นยนต์ โดยเน้นเทคนิคการออกแบบและสร้างชิ้นงาน การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงานทางวิศวกรรมศาสตร์
	การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ 1 (ชั้นปี 2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับหลักการออกแบบเกี่ยวกับการออกแบบหุ่นยนต์และเครื่องจักรกล
	การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ 2 (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับกรรมวิธีและการออกแบบเกี่ยวกับแขนกล กลไกข้อต่อ การส่งกำลัง การวางแผนการเคลื่อนที่และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ
	สตูดิโอวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี 3)	3 (ปฏิบัติ)	ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการสำรวจโลก กระบวนการอันสร้างสรรค์ในการออกแบบหุ่นยนต์ การใช้อุปกรณ์ตรวจจับและขับเคลื่อนระบบไฟฟ้าและการเขียนโปรแกรมบนระบบฝังตัวและ การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ
Material Science and Selection	การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ 1 (ชั้นปี 2)	3 (บรรยาย)	มีการเรียนเกี่ยวกับคุณสมบัติ ความแข็งแรงและการเลือกใช้วัสดุในรายวิชาดังกล่าว
CAE	มีการศึกษาทักษะความรู้ดังกล่าวในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วย		
Simulation	การผลิตและระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี 4)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการประกอบ การจำลอง การควบคุมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในรายวิชาดังกล่าว
ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			
Basic Circuitry :Digital, Analog	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี 1)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
	ปฏิบัติการวิศวะหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี 1)	1 (ปฏิบัติ)	ปฏิบัติการ ทดลองเกี่ยวกับการพัฒนางจรไฟฟ้าและการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบหุ่นยนต์การออกแบบและพัฒนาแผ่นวงจรไฟฟ้า
Power Electronics,Power Diagram	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี 1)	3 (บรรยาย)	ศึกษาความรู้พื้นฐานต่างๆ เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แรงดันไฟฟ้า
Embed Programing	การออกแบบระบบฝังตัว (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ของระบบฝังตัว การออกแบบระบบฝังตัวโดยใช้อุปกรณ์เอฟพีจีเอ (FPGA)

ทักษะความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวนหน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
	สตูดิโอวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี 3)	3 (ปฏิบัติ)	มีการเขียนโปรแกรมสำหรับระบบฝังตัวในรายวิชาดังกล่าว
FPGA	อิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัล (ชั้นปี2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาความรู้พื้นฐานของอุปกรณ์ เอฟพีจีเอและการออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้ภาษาวีเอชดีแอลในรายวิชาดังกล่าว
	สตูดิโอวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี3)	3 (ปฏิบัติ)	มีการศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยอุปกรณ์เอฟพีจีเอในรายวิชาดังกล่าว
Digital Signal Processing	เปิดโลกสัญญาณและระบบ (ชั้นปี2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาการสร้างแบบจำลองเชิงเวลาและความถี่ของระบบต่อเนื่องและระบบดิสครีตและผลตอบสนองของระบบ การประยุกต์ใช้ระบบสื่อสารและระบบควบคุม
Electric Drive, Software Drive MCU	การออกแบบระบบฝังตัว (ชั้นปี3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาสถาปัตยกรรมและการเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์
Sensor Actuator Technology	เปิดโลกวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ในรายวิชาดังกล่าว
	อุปกรณ์ตรวจจับและขับเคลื่อนในอุตสาหกรรม (ชั้นปี2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับในอุตสาหกรรม เช่น การวัดระยะ วัดแรงกดและแรงดันและศึกษาอุปกรณ์ขับเคลื่อนในอุตสาหกรรม เช่น มอเตอร์ รวมถึงการประยุกต์ใช้
	ปฏิบัติการวิศวะหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ 2 (ชั้นปี2)	1 (ปฏิบัติ)	มีการทดลอง ปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ตรวจจับในรายวิชาดังกล่าว
	สตูดิโอวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี3)	3 (ปฏิบัติ)	มีการทดลอง ปฏิบัติ ออกแบบเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ตรวจจับในรายวิชาดังกล่าว
P&ID Control	ทฤษฎีการควบคุมเบื้องต้น (ชั้นปี3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาการออกแบบระบบควบคุมแบบป้อนกลับ พีไอดี (P&ID) และระบบการชดเชยแบบลีดแล็ก (Lead-lag Compensators)
ด้านคอมพิวเตอร์			
Basic Programming	การเขียนโปรแกรมสำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ 1 (ชั้นปี 1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างการเขียนโปรแกรม ชนิดของข้อมูลและตัวแปร การรับข้อมูลและแสดงผล การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ
	การเขียนโปรแกรมสำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ 2 (ชั้นปี 1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาการเขียนโปรแกรมในการเรียงลำดับ การค้นหา การแฮชชิง (Hashing) การออกแบบขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
	เปิดโลกวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น (Basic Programming) ผ่านทางตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
	การออกแบบระบบฝังตัว (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)
	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วย (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมสำหรับเครื่อง CNC
	สตูดิโอวิทยาการหุ่นยนต์ (ชั้นปี3)	3 (ปฏิบัติ)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในระบบฝังตัว
Algorithms	การเขียนโปรแกรมสำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ 2 (ชั้นปี 1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาเกี่ยวกับ Algorithms เช่น การเรียงลำดับ (sorting) การค้นหา (searching) การแฮชชิง (hashing) การประมวลผลสตริง (string processing) การเรียกวนซ้ำตัวเอง (recursion)

ทักษะความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวนหน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
Database	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วย (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับฐานข้อมูลCAD/CAM
Software Engineering, Software Development	การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาวิธีการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาระบบโปรแกรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ วิศวกรรมซอฟต์แวร์เบื้องต้น กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์
Network Communication, Cloudcomputing, IOT	เปิดโลกสัญญาณและระบบ (ชั้นปี2)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับใช้สัญญาณระบบและการสื่อสารในระบบอัตโนมัติ
Robotics Operating System (ROS)	การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาวิธีการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาระบบโปรแกรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ วิศวกรรมซอฟต์แวร์เบื้องต้น กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ (น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาระบบปฏิบัติการ)
Machine Vision	การประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ภาพ (ชั้นปี3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์วิชั่น (computer vision) การประมวลผลภาพและระบบวิชั่นของหุ่นยนต์ (robot vision system)
Artificial Intelligence	ปัญญาประดิษฐ์สำหรับวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี 3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับบทนำและพื้นฐานความรู้ของปัญญาประดิษฐ์ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ในระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์
	การประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ภาพ (ชั้นปี3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการความสัมพันธ์ของการประมวลผลภาพระบบปัญญาประดิษฐ์ของหุ่นยนต์
ด้านบูรณาการระบบ			
PLC,SCADA,HMI	การผลิตและระบบอัตโนมัติ (ชั้นปี 4)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับการผลิตขั้นสูงและระบบอัตโนมัติบนพื้นฐานของระบบควบคุมหุ่นยนต์ แนวความคิดของระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นและการประกอบ การจำลอง การควบคุมหุ่นยนต์ระบบพีแอลซี (Programmable Logic Control)
	สตูดิโอหุ่นยนต์วิทยาการ	3 (ปฏิบัติ)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
Soft Skill (สามารถทำงานกับผู้อื่นได้ดี ยินดีรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น สามารถสื่อสารเชิงนำเสนอได้)	การพัฒนาความเป็นมืออาชีพ (ชั้นปี 4)	3 (บรรยาย)	การสื่อสารภายในทีมงาน การพูดในที่สาธารณะและความมีสติ ระดับขั้นการพัฒนาทีม การสร้างทีมงาน การตัดสินใจของกลุ่ม และการแก้ไขปัญหาความขัดแย้งรวมถึงการอภิปรายภายในกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาศูนย์รองรับ EEC และข้อมูลหลักสูตรของสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนามมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เข้าถึงได้จาก http://media.wix.com/ugd/9821cb_ff0d679573e142ef9620ae3c3a931850.pdf

ตารางที่ ข.2 การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและ
อัตโนมัติคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วิทยาเขตรยอง

ทักษะ/ความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวน หน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
ด้านเครื่องกล			
CAD	การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) (ปี1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนแบบในรายวิชา
3D Printing	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Machine Design	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Material Science and Selection	วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) (ปี1)	3 (บรรยาย)	คุณสมบัติของวัสดุ กระบวนการผลิตและการประยุกต์ใช้งานของวัสดุประเภทต่างๆ เหล็ก วัสดุเซรามิกส์, พอลิเมอร์ และวัสดุผสม คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ และการเสื่อมสภาพของวัสดุ
CAE	การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) (ปี1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนแบบในรายวิชา
Simulation	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์			
Basic Circuitry: Digital, Analog	การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า (Electric Circuit Analysis) (ปี1)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี ส่วนประกอบของวงจร ไดโอดแตรม
	การออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกะ (Digital Circuit and Logic Design) (ปี2)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาหลักการและทฤษฎีเบื้องต้นของระบบดิจิทัล การออกแบบวงจรคอมบินชันด้วยวงจรตรรก การออกแบบวงจรซีควเอนเชียล
	ปฏิบัติการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and Electronic Laboratory) (ปี1)	1 (ปฏิบัติ)	เป็นรายวิชาปฏิบัติที่สอดคล้องกับเนื้อหาของวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า
Power Electronics, Power Diagram	การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electric Power System Analysis) (ปี2)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง การคำนวณการดำเนินการด้านไฟฟ้ากำลังเชิงเศรษฐศาสตร์
Embed Programing	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
FPGA	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Digital Signal Processing	ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (ปี3)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาการปรับแต่งสภาพสัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล การเชื่อมต่อสัญญาณกับคอนโทรลเลอร์
	ระบบควบคุมดิจิทัล (Digital Control System) (ปี3)	3(บรรยาย)	มีการศึกษากระบวนการสร้างและเปลี่ยนรูปสัญญาณจากแอนะล็อกเป็นดิจิทัลและดิจิทัลเป็นอนาล็อก
Electric Drive, Software Drive MCU	ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) (ปี2)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาเกี่ยวกับไมโครโปรเซสเซอร์เบื้องต้น โครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ การเขียนโปรแกรมแอสเซมบลีการประยุกต์ใช้งาน ไมโครโปรเซสเซอร์ในระบบอัตโนมัติ
Sensor Actuator Technology	เซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมอุตสาหกรรม(Industrial Sensors and Control Devices)	3 (บรรยาย)	ศึกษาหลักการและประยุกต์ของเซนเซอร์ทางแสง แบบไม่สัมผัส อัลตราโซนิก อุณหภูมิ ความดัน การไหล

ทักษะ/ความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวนหน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
	ปฏิบัติการเซนเซอร์อุตสาหกรรม (Industrial Sensor Laboratory)	1 (ปฏิบัติ)	เป็นรายวิชาปฏิบัติที่สอดคล้องกับเนื้อหาของวิชาเซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมอุตสาหกรรม
	ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial Automation System) (ปี3)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาเกี่ยวกับเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ และการเชื่อมต่อสัญญาณกับคอนโทรลเลอร์
	ปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีวิศวกรรมอัตโนมัติ (Automation Engineering Technology Practice)	2 (ปฏิบัติ)	ศึกษาเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ตัวตรวจจับและตัวขับ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ
P&ID Control	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
ด้านคอมพิวเตอร์			
Basic Programming	การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming) (ปี1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การประมวลผลข้อมูล การออกแบบและขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม ระดับของภาษาคอมพิวเตอร์ ตัวแปลภาษา การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง
Algorithms	การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming) (ปี1)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงองค์ประกอบของประโยคคำสั่ง เช่น คำสั่งที่ ตัวแปร เครื่องหมายกระทำ การนิพจน์ ชนิดของข้อมูลแบบต่างๆ คำสั่งแบบตามลำดับ แบบกำหนดเงื่อนไข และแบบวนซ้ำ
Database	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Software Engineering, Software Development	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Network Communication, Cloudcomputing, IOT	การสื่อสารข้อมูลทางอุตสาหกรรม (Industrial Data Communication) (ปี 3)	3 (บรรยาย)	ศึกษาหลักการพื้นฐานของสายส่งสัญญาณที่ใช้ในระบบบัสในอุตสาหกรรม การเข้ารหัสในสายส่ง หลักการพื้นฐานของระบบบัส โปรโตคอลของระบบบัสแบบต่างๆ ในทางอุตสาหกรรม การประยุกต์ใช้งานระบบบัสในงานอุตสาหกรรม
Robotics Operating System (ROS)	ไม่ปรากฏรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
Machine Vision	การประมวลผลภาพเชิงอุตสาหกรรม (Industrial Image Processing) (เป็นเพียงวิชาเลือก)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาการประมวลผลภาพทางอุตสาหกรรม รูปแบบของการตรวจสอบคุณภาพด้วยการมองเห็น และด้วยภาพ องค์ประกอบของระบบการประมวลผลภาพและการจัดการสัญญาณในระบบ การวิเคราะห์ทางของวัตถุด้วยภาพ การประมวลผลภาพสี
Artificial Intelligence	เป็นเพียงแค่หัวข้อการศึกษาหนึ่งในรายวิชาวิทยาการหุ่นยนต์เบื้องต้น ซึ่งไม่ใช่วิชาบังคับ		
ด้านการบูรณาการระบบ			
PLC,SCADA,HMI	ระบบสกาตา (SCADA System) (ปี3)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาการควบคุมแบบกระจายและระบบสกาตา หลักการและองค์ประกอบของระบบสกาตา ส่วนประกอบของสถานีควบคุมหลักและสถานีย่อย การเชื่อมต่อระหว่างสถานีควบคุมหลักกับสถานีย่อย ชนิดของโหนดสื่อสารที่ใช้ในระบบสกาตา ซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับผู้ปฏิบัติงาน ฟังก์ชันการทำงานของซอฟต์แวร์สำหรับระบบสกาตา

ทักษะ/ความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวน หน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
	ระบบอัตโนมัติทาง อุตสาหกรรม (Industrial Automation System)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเครื่องควบคุมตรรกะแบบโปรแกรม ได้ การเขียนโปรแกรมพีแอลซี การเชื่อมต่อ อุปกรณ์ต่างๆ กับพีแอลซี การประยุกต์ใช้งานพี แอลซีในระบบอัตโนมัติต่างๆ
Soft Skill (สามารถทำงานกับผู้อื่นได้ดี ยินดีรับฟัง ความคิดเห็นผู้อื่น สามารถสื่อสารเชิง นำเสนอได้)	ไม่ปรากฏรายวิชาบังคับที่ปูพื้นฐานทักษะด้านดังกล่าว		

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาศักยภาพรองรับ EEC และ
ข้อมูลคำอธิบายของหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและอัตโนมัติ เข้าถึงได้จาก [http://klogic.
kmutnb.ac.th:8080/kris/curri/index.jsp](http://klogic.kmutnb.ac.th:8080/kris/curri/index.jsp)

ตารางที่ ข.3 การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของสาขาวิชาวิศวกรรมอากาศยาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทักษะความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวน หน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
การเขียนและอ่านแบบ	การเขียนแบบวิศวกรรม 1 (Engineering Graphics I)	2 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาการเขียนภาพร่างด้วยมือเปล่า การอ่านและเขียนภาพออร์โทกราฟฟิกส์ การกำหนดมิติในการเขียนแบบเบื้องต้น
	การเขียนแบบเครื่องกล (Mechanical Drawing)	2 (บรรยายและปฏิบัติ)	การเขียนและอ่านแบบทางกลตามระบบการเขียนแบบมาตรฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรม การเขียนแบบเฟืองและเครื่องจักรกล
วัสดุศาสตร์ทางด้านโลหะ	วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials)	4 (บรรยาย)	กระบวนการผลิตและการใช้ งานของวัสดุวิศวกรรม เช่น โลหะ เซรามิก พอลิเมอร์ และคอมโพสิตโครงสร้างหลักของโลหะ
	วัสดุอากาศยาน (Aircraft Materials)	2 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุอากาศยานประเภทโลหะ พอลิเมอร์ เทคโนโลยีวัสดุผสม มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับวัสดุอากาศยาน เพื่อให้สามารถเลือกใช้วัสดุอากาศยานได้อย่างเหมาะสม
วัสดุศาสตร์ทางด้านวัสดุประกอบ (Composite materials)	มีการศึกษาส่วนหนึ่งอยู่ในวิชา วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) และ วัสดุอากาศยาน (Aircraft Materials)		
การวัด (Metrology)	ยังไม่มีวิชาที่ศึกษาเรื่องดังกล่าวอย่างชัดเจน		
การควบคุมคุณภาพ	ยังไม่มีวิชาที่ศึกษาเรื่องดังกล่าวอย่างชัดเจน		
การใช้เครื่องมือและเครื่องจักรกล ในการผลิต	กรรมวิธีการผลิต (Manufacturing Processes)	4 (บรรยาย)	มีการศึกษาการใช้เครื่องมือกลเบื้องต้น การใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ เช่น เครื่อง CNC EDM Wire cut การวิเคราะห์และออกแบบผลิตภัณฑ์
	ปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต (Manufacturing Processes laboratory)	1 (ปฏิบัติ)	เป็นวิชาปฏิบัติการการกลึง การเชื่อม การหล่อ และการปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน ฝึกสร้างผลิตภัณฑ์พื้นฐาน ฝึกหัดการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ เช่น เครื่อง CNC EDM Wire cut
การใช้โปรแกรมช่วยในการเขียน แบบ (CAD)	โปรแกรมออโตแคด สำหรับวิศวกรรม (AutoCAD for Engineering)	1 (บรรยายและปฏิบัติ)	การเขียนแบบสองมิติและสามมิติ การเขียนแบบหลายชั้นเพื่อประยุกต์ในงานเขียนแบบโครงสร้าง การเขียนแบบเชิงกลไฟฟ้า
การใช้โปรแกรมช่วยในการ วิเคราะห์การผลิต (CAM/CAE)	พื้นฐานการใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยในการ วิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Fundamental of Computer Aided Engineering)	2 (บรรยายและปฏิบัติ)	การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบและวิเคราะห์ปัญหาวิศวกรรมเครื่องกล การสร้างแบบจำลองเชิงกายภาพและการจำลอง
ภาษาอังกฤษ	มีการกำหนดให้เรียนภาษาอังกฤษเป็นจำนวน 5 รายวิชา หรือคิดเป็น 15 หน่วยกิต		

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาบุคลากรรองรับ EEC และ

หลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอากาศยาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เข้าถึงได้จาก

eng.sut.ac.th/me/2014/document/curriculum/MKO2-Aero-59.pdf

ตารางที่ ข.4 การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของสาขาการจัดการโลจิสติกส์

คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ทักษะ/ความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวน หน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
คำสั่งซื้อและสินค้าคงคลัง (Order & Inventory)	การวางแผนอุปสงค์และ สินค้าคงคลัง (Demand and Inventory Planning)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง ลักษณะปัญหา การวางแผน การพยากรณ์ และการจัดเก็บ สินค้าคงคลัง รวมทั้งปริมาณคำสั่งซื้อที่ เหมาะสมในรายวิชา
	การจัดการด้านการ ปฏิบัติการ (Operations Management)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการระบบการ จัดซื้อ และสินค้าคงคลัง
การจัดซื้อ จัดหา และจัดจ้าง (Procurement)	การจัดการการจัดหา (Procurement Management)	3 (บรรยาย)	ศึกษาระบบการจัดซื้อของอุตสาหกรรมและ การค้า การพัฒนาการจัดซื้ออย่างมี ประสิทธิภาพการพัฒนากลยุทธ์การจัดซื้อ
คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า (Warehouse & Distribution Center)	การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารคลังสินค้าและศูนย์ กระจายสินค้า การออกแบบ การปฏิบัติการ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการ คลังสินค้า
	การขนส่งและกระจายสินค้า (Freight Transport and Distribution)	3 (บรรยาย)	ศึกษาการขนส่งและการกระจายสินค้า การ เปรียบเทียบช่องทางการกระจายและขนส่ง สินค้าที่มีประสิทธิภาพ
	การจัดการโซ่อุปทานเชิงกล ยุทธ์ (Strategic Supply Chain Management)	3 (บรรยาย)	ศึกษาการไหลเวียนของวัสดุและสต็อก คลังสินค้าและการกระจายสินค้า กลยุทธ์การ ขนส่ง เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการ ห่วงโซ่อุปทาน
การขนส่งทางถนน (Road Transport)	ไม่มีรายวิชาที่เป็นวิชาปฏิบัติการเกี่ยวข้องเป็นการเฉพาะ		
การขนส่งทางราง (Rail Transport)	ไม่มีรายวิชาที่เป็นวิชาปฏิบัติการเกี่ยวข้องเป็นการเฉพาะ		
การขนส่งทางน้ำ (Port & Maritime)	ธุรกิจพาณิชย์นาวีขั้นแนะนำ (Introduction to Maritime Business)	3 (บรรยาย)	ศึกษาการจัดการและองค์ประกอบพื้นฐาน ของธุรกิจพาณิชย์นาวี การจัดโครงสร้าง บริษัทขนส่งสินค้าทางเรือ หลักความ ปลอดภัยบนเรือ
	หมายเหตุ: มีสาขาการจัดการอุตสาหกรรมพาณิชย์นาวี ซึ่งศึกษาอุตสาหกรรมการเดินเรือ โดยเฉพาะ		
การขนส่งทางอากาศ	ไม่มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องเป็นการเฉพาะ		
การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transport)	ไม่มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องเป็นการเฉพาะ		
ทักษะทางสังคม (Soft skill)	การเตรียมความพร้อมการ ปฏิบัติงาน (Preparation for Careers)	1 (ปฏิบัติ)	บุคลิกภาพ การจัดการด้านอารมณ์ การเขียน ประวัติย่อ การสมัครงานการสัมภาษณ์งาน การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อื่นๆ ที่เป็น ประโยชน์ต่อการปฏิบัติงาน

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาและจัดทำมาตราการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาบุคลากรรองรับ EEC และ
ข้อมูลหลักสูตรของคณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา เข้าถึงได้จาก <http://www.buu.ac.th/course/>

ตารางที่ ข.5 การเปรียบเทียบทักษะความรู้กับวิชาที่เรียนของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์โลจิสติกส์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ทักษะ/ความรู้	รายวิชาที่เกี่ยวข้อง	จำนวนหน่วยกิต	คำอธิบายรายวิชา
คำสั่งซื้อและสินค้าคงคลัง (Order & Inventory)	ระบบการวางแผนทรัพยากรขององค์กร (Enterprise Resources Planning Systems)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาควบคุมสินค้าคงคลังในรายวิชา
	การวางแผนและการควบคุมการผลิต (Production Planning and Control) (ปี 3)	3 (บรรยาย)	มีการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคพยากรณ์และการจัดการสินค้าคงคลัง
การจัดซื้อ จัดหา และจัดจ้าง (Procurement)	การบริหารการจัดซื้อ (Purchasing Management) (ปี2)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาเกี่ยวกับนโยบายการจัดหาวัตถุดิบ การคัดเลือกประเมินผู้ส่งสินค้า การพยากรณ์วัตถุดิบ และการวางแผนความต้องการสินค้า
คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า (Warehouse & Distribution Center)	การจัดการสินค้าคงคลังและคลังสินค้า (Inventory and Warehouse Management) (ปี 3)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารคลังสินค้า การออกแบบและวางแผนคลังสินค้า แบบจำลองสถานการณ์ทางโลจิสติกส์ การจัดการสารสนเทศทางคลังสินค้า บทบาทคลังสินค้าทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ การจัดการความปลอดภัยในคลังสินค้า
	หลักการจัดการขนส่งและกระจายสินค้า (Principles of Transportation and Distribution) (ปี3)	3 (บรรยายและปฏิบัติ)	มีการศึกษาลักษณะและการควบคุมศูนย์กระจายสินค้า การเลือกระบบการขนส่งเพื่อการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ
การขนส่งทางถนน (Road Transport)	ไม่มีการเรียนการสอนเป็นรายวิชาเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องในแต่ละด้านเป็นการเฉพาะ		
การขนส่งทางราง (Rail Transport)			
การขนส่งทางน้ำ (Port & Maritime)			
การขนส่งทางอากาศ (Air Transport)			
การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transport)	ไม่มีรายวิชาที่เกี่ยวข้อง		
ทักษะทางสังคม (Soft skill)	การวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ (Systems Thinking) (เป็นเพียงวิชาเลือก)	3 (บรรยาย)	ศึกษาเกี่ยวกับหลักการ แนวคิดของการคิดอย่างเป็นระบบ การประยุกต์ใช้แนวคิดอย่างเป็นระบบมาแก้ปัญหาต่างๆ

ที่มา: คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการสำคัญภาครัฐเพื่อพัฒนาบุคลากรรองรับ EEC และข้อมูลหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์โลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเข้าถึงได้จาก [eng.swu.ac.th/academic/TQF2/T2_BENG%20\(Logistics%20Engineering\).pdf](http://eng.swu.ac.th/academic/TQF2/T2_BENG%20(Logistics%20Engineering).pdf)

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA)

120 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐
ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

โทรศัพท์: 02-141-7100

โทรสาร: 02-143-8059

Website: <http://www.depa.or.th>

มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ)

565 ซอยรามคำแหง 39 เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์: 02-718-5460

โทรสาร: 02-718-5461-2

Website: <http://tdri.or.th>