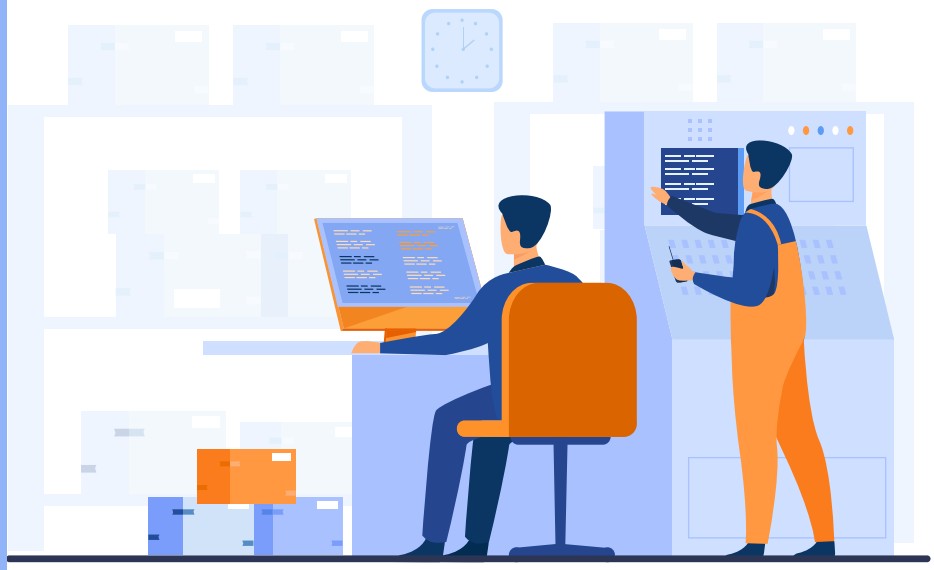
เอกสารเผยแพร่

NECTEC
a member of NSTDA

Learning Factory

โรงงานแห่งการเรียนรู้



ดร.กุลชาติ มีทรัพย์หลาก
ทีมระบบไซเบอร์-กายภาพ (CPS)
เนคเทค-สวทช.

LEARN MORE

Learning Factory โรงงานแห่งการเรียนรู้

ดร.กุลชาติ มีทรัพย์หลาก

ทีมระบบไซเบอร์-กายภาพ (CPS)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายให้ความสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจและการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อต่อยอดการวิจัยพัฒนานำไปสู่เชิงพาณิชย์ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างยั่งยืน ซึ่งการยกระดับอุตสาหกรรมของประเทศให้ทัดเทียมกับต่างประเทศในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ (หรือ Industry 4.0) จำเป็นต้องสร้างแรงงานให้มีทักษะความเชี่ยวชาญที่พร้อมรับกับเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็จำเป็นต้องสร้างความตระหนักแก่ผู้ใช้เทคโนโลยีหรือผู้ประกอบการให้เลือกใช้หรือลงทุนกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการเตรียมความพร้อมสำหรับผู้ประกอบการ หนึ่งในวิธีการต่างๆที่ทำให้เกิดความตระหนักในเทคโนโลยีและการพัฒนาต่อยอดที่ในต่างประเทศใช้ คือการจัดตั้งและให้บริการศูนย์เรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเยอรมนี ที่เป็นต้นแบบและผลักดันให้แนวคิด Industry 4.0 เกิดขึ้นจริงในภาคการผลิต มีศูนย์การเรียนรู้เกี่ยวกับการผลิตในโรงงาน ซึ่งเรียกกันโดยทั่วไปว่า Learning Factory ในบทความนี้ผู้เขียนขออธิบาย Concept ของ Learning Factory ในมิติหรือมุมมองต่างๆ

นิยามของ “Learning Factory” โรงงานแห่งการเรียนรู้

ก่อนอื่นคำว่า Learning Factory (LF) ประกอบด้วยส่วนของ Learning ซึ่งเป็นกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ที่จะนำไปประยุกต์ต่อ กับคำว่า Factory คือโรงงานหรือโรงงานจำลอง มีเครื่องมืออุปกรณ์ และการผลิต (Manufacturing) หรือการประกอบ (Assembly) ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เข้าด้วยกัน ศูนย์ LF ในยุค 4.0 มีการผสมผสานระหว่างเครื่องจักรหรือระบบจริงใน Shop floor กับระบบหรือกระบวนการจำลองที่เป็นตัวแทน (Representative) ของโลกจริงบนโลกเสมือน (หรือ Cyber) ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มาช่วยในเรื่องของงานออกแบบ (Design) วางแผน (Planning), Engineering, หรือ Execution ได้เร็วหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น สามารถลดเวลาในการวางแผนและ Setting Time รวมถึงช่วยในการตรวจสอบ (Monitoring) เครื่องจักรและสภาวะแวดล้อมต่างๆ หรือทำการ Tracking ชิ้นส่วน ผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการ หรือ ช่วยตัดสินใจ (Decision Making) ในกระบวนการผลิตได้ ในโรงงานสมัยใหม่จะมีส่วนของ Virtual มากขึ้น เช่น มีการแสดงการทำงานของเครื่องจักร และกระบวนการผลิตเป็นแบบ Virtual นอกจากนี้บางแห่งยังมีการนำเสนอระบบ Worker Assistance ด้วยเทคโนโลยี Augmented & Virtual Reality หรือโปรแกรม Simulation ในการสอนงานหรือเพิ่มพูนทักษะที่จำเป็นอย่างรวดเร็ว

การออกแบบ Learning Factory

ศูนย์ LF ชั้นนำในต่างประเทศที่เปิดบริการ มีจุดประสงค์หลักอยู่ 3 ประการ [1] คือ 1) เป็นส่วนช่วยผลักดันให้เกิดงานวิจัยจากการได้มาเรียนรู้และทดสอบหรือทดลองกับโรงงานนี้ หรือทำให้เกิดโจทย์งานวิจัย 2) เป็นสถานศึกษาให้กับฝั่งของมหาวิทยาลัย อาชีวะศึกษา หรือผู้ที่สนใจ มาอบรม ลงเรียนในหลักสูตรที่เปิดสอน และ 3) เป็นสถานที่ฝึกอบรม (Training) ให้กับผู้ใช้งานจริงในโรงงาน (Operator) สำหรับทักษะเฉพาะและผู้บริหารหรือหัวหน้างาน เช่น เรื่อง Change Management และอื่นๆ เพื่อเพิ่มพูนทักษะและความเข้าใจให้ไปใช้ได้จริงในโรงงานต่อไป

ดังนั้นในการออกแบบ LF ที่มีผลกระทบสูงนั้น กลุ่มเป้าหมายของผู้ที่เข้ามาเพื่อเรียนรู้ (Learner) กับเนื้อหาที่จะเรียนรู้ (Learning Content) รวมถึงลักษณะบริการ (Service) อุปกรณ์และ เครื่องจักรที่เรียนรู้ต้องสอดรับกันอย่างดี เช่น งานวิจัยและหลักสูตรการสอนที่ออกแบบให้ช่วยกันเสริมสร้างนวัตกรรมตอบโจทย์อุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี [2] จะเห็นได้ว่าการออกแบบ LF ให้ประสบความสำเร็จนั้น ไม่ใช่เป็นสิ่งที่ทำได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีการวางแผนให้สอดรับกับประโยชน์ที่ได้ของ Stakeholders ในหลายภาคส่วน โดยอาจเริ่มจากประเด็นสำคัญดังนี้

1) ผู้ที่เข้ามาเยี่ยมชมหรือมาเรียนรู้ใน LF นี้ได้ประโยชน์อะไร เพิ่มความรู้หรือทักษะของผู้เรียนรู้อย่างไร และในต่างประเทศจะเน้นเรื่องความยั่งยืนหรือ Sustainability เป็นหลัก ซึ่งแน่นอนว่าไม่ได้คาดหวังว่าให้ผู้สนใจมาเยี่ยมชมเหมือนพิพิธภัณฑ์ ที่หลังจากการเยี่ยมชมแล้วกลับไปไม่ได้ทำอะไรต่อ หรือไม่ได้ประโยชน์เท่าที่ควรกับการนำไปประยุกต์จริง

2) การบริหารจัดการศูนย์และการจัดสรรทรัพยากรสำหรับงาน Operation ของ LF โดยต้องมีแผนการจัดสรรทรัพยากรบุคคล และแผนบริการหรือแผนการหารายได้ต่อเนื่องอย่างไรให้ศูนย์ยั่งยืนไปต่อได้ หรือหาแหล่งทุนจากภาครัฐหรือเอกชนมาช่วยเหลือ ซึ่งแน่นอนว่า LF มี Life Cycle ของตัวเองตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป บางส่วนที่ล้าสมัยแล้วหรือต้องปรับเปลี่ยนอาจต้องรื้อทิ้งและแทนที่ด้วยอุปกรณ์เครื่องจักรแบบใหม่ทั้งหมดซึ่งต้องใช้งบประมาณมาก

3) ผู้ให้การสนับสนุนหรือ Sponsor ต่างๆ ที่ให้ทุน หรือสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องจักร รวมถึงการให้ความสนับสนุนผู้เชี่ยวชาญหรือสนับสนุนข้อมูลจริงจากฝั่งอุตสาหกรรมที่นำมาวิจัยต่อยอด โดยข้อสังเกตเบื้องต้นสำหรับ LF คือ ในตัวอย่างศูนย์ทั้งหลายนั้น จะได้รับโจทย์โดยตรงมาจากภาคอุตสาหกรรมหรือมี Requirement เบื้องต้นมาจากผู้ผลิตรายใหญ่ อย่างเช่น ในประเทศเยอรมนี ผู้ผลิตรายใหญ่หรือบริษัทที่เป็น System Integrator ก็จะสนับสนุนกิจกรรม LF โดยมีเครื่องมือและอุปกรณ์จากผู้ผลิตหรือเทคโนโลยีพร้อมใช้ให้นักศึกษาหรือ Operator ใช้กันในศูนย์ ส่วนในฝั่งของสถานศึกษานั้น มหาวิทยาลัยหลายแห่งที่เปิดภาควิชา

ที่เกี่ยวข้องจะเน้น LF ที่อยู่ในส่วนของงานวิจัยที่นำไปใช้งานได้จริง หรือเป็นโจทย์วิจัยที่ได้รับทุนมาจากบริษัทที่เป็นผู้ผลิตเทคโนโลยี

เสริม "ทักษะ" ที่อุตสาหกรรม 4.0 ต้องการ

ในส่วนของความต้องการหรือทักษะที่ตอบโจทย์ Industry 4.0 นั้น หลักสูตรหรือกิจกรรมของ LF ไม่ควรมีเพียงแค่การพัฒนา Technical Skills เพื่อใช้งานอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีใหม่ๆ เท่านั้น แต่ควรครอบคลุมถึง Transformation Skills ที่ตระหนักในการเปลี่ยนแปลงและนำหลักการไปประยุกต์ในโรงงาน และ Social Skills ที่เน้นการทำงานเป็น Team / Collaboration ด้วย [3] ซึ่งทั้งสามทักษะนี้จะเป็นปัจจัยสู่ความสำเร็จได้

หากมองศูนย์ LF ในมิติอื่นๆ ก็มีความแตกต่างกันไป ตั้งแต่เป็นโรงงานที่มีขนาดจริง (Life-size) ไปจนถึงโรงงานจำลองที่ย่อส่วนลงมา (Scaled-down) ส่วนในตัวของสินค้า (Product) ที่ผลิตก็มีตั้งแต่ Product จำลองที่นำไปใช้จริงไม่ได้เลยแต่ออกแบบเพื่อสอนเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเพียงเท่านั้น บางแห่งผลิต Product ที่ลดทอนให้การผลิตได้ง่ายลง (Simplified Version) และบางแห่งก็ผลิตสินค้าที่ใช้ได้จริง (ซึ่งนำผลิตขายออกสู่ตลาดด้วย)จุดเน้นของ LF จะต่างกันไป หากเป็นในมิติของการสร้าง Product ก็จะมีขั้นตอนของ Product Creation Process ตั้งแต่ Product Design, Product Development, Product Prototyping ก็ได้ และความซับซ้อนของตัว Product เองซึ่งจะเกี่ยวพันโดยตรงกับกระบวนการ (Process) ที่ต้องมีการปรับให้ทำงานได้หลากหลายและซับซ้อนมากขึ้นซึ่งก็เพิ่มความซับซ้อนให้กับระบบของโรงงาน แต่ LF บางแห่งเน้นไปที่กระบวนการ (Process) โดยตรง ซึ่งในเรื่องของ Process ก็จะเกี่ยวเนื่องกันตั้งแต่เรื่องของ Material Flow (Continuous หรือ Discrete Production), เรื่องของระดับของระบบอัตโนมัติหรือ Automation (Manual, Semi-Automation, Full-Automation), และการนำเสนอการผลิตในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบ Mass Production, Batch Production, การผลิตที่มีวงชีวิต (Product Life Cycle) แบบสั้น [4] เป็นต้น

พื้นที่แห่งการเรียนรู้ ยกระดับอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยี

เนื้อหาที่นำเสนอในศูนย์ LF ในประเทศต่างๆส่วนใหญ่มุ่งหมายให้ผู้เข้าเยี่ยมชมได้เรียนรู้มีตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. **Industry 4.0** Content ทั่วไปที่นำเสนอคือ Automation Technology, Manufacturing Systems, Cyber-Physical Production Systems, Industrial Internet of Things, Product Creation Process, Energy and Resource Efficiency, ระบบช่วยตัดสินใจด้วย AI ตั้งแต่การวางแผนทรัพยากรการผลิต กระบวนการผลิต การตรวจสอบคุณภาพสินค้า เป็นต้น นอกจากนี้ แนวคิดที่เป็นเชิง Management ก็มี

การนำเสนอใน LF หลายแห่ง เช่น แนวคิดแบบ Lean Production, Lean Manufacturing หรือ Lean Management ซึ่งช่วยวางรากฐานของกระบวนการผลิตให้เป็นระบบ Lean ก่อนที่จะต่อยอดเทคโนโลยี Automation หรือส่วนอื่นๆ รวมทั้งการวางแผนให้ทั้งคนและเครื่องจักรทำงานได้แบบ Lean ให้ได้ผลลัพธ์คุ้มค่าที่สุดในบริบทของ Human-Robot Collaboration ส่วนเทคโนโลยีอื่นๆที่ช่วยเสริมหรือปรับปรุงงาน เช่น การใช้ Augmented reality (AR) และ Virtual reality (VR) สำหรับช่วยในการฝึก (Training) ให้ Operator ได้เรียนรู้ทักษะได้เร็วขึ้น และเทคโนโลยี AI ต่างๆที่ช่วยในสายการผลิตตั้งแต่การวางแผนการจัดการทรัพยากรการผลิต การผลิต การตรวจสอบคุณภาพชองชิ้นส่วนสินค้ากับระบบ Machine Vision เป็นต้น

2. Flexibility และ Changeability ของระบบการผลิต คือความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่มีความเปลี่ยนแปลงของ Demand หรือปัจจัยต่างๆที่คาดการณ์ได้ยากหรือยังมองไม่เห็น เช่น การทำงานแบบ Modularity ที่ระบบสามารถแบ่งเป็นโมดูลที่แยกกันทำงานได้และนำมาเชื่อมต่อกันได้, เคลื่อนย้ายได้ (Mobility), สามารถหดหรือขยายตัวได้เมื่อ Demand เปลี่ยนแปลง (Scalability), หรือสามารถปรับเปลี่ยนได้ (Reconfigurable) ตามความต้องการในการผลิต เช่น เปลี่ยน Configuration หรือ Relocate Module ต่างๆ

3. Dynamic หรือพลวัตของระบบและสิ่งแวดล้อม และ Human-Machine Communication เนื่องจากในอนาคตมีความไม่แน่นอน (Uncertainty) ไม่ว่าจะตัวระบบเอง ที่มีการผลิตที่แตกต่าง มี Part ที่หลากหลายในสายการผลิต และกระบวนการมีความซับซ้อนมากขึ้น ข้อมูลทั้งของ Product, Machine, และ Process จะต้องเชื่อมโยงกันไปเห็น “Real-time Digital Image” บน Shop floor [6] โดยที่ผู้เรียนรู้ใน LF สามารถเห็น Interaction ของระบบต่างๆได้ (ทั้ง Cyber และ Physical) ในมุมของ Visualization เพื่อช่วยในการทำงาน แก้ปัญหา หรือปรับปรุงพัฒนา

4. Interoperability คือความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์หรือระบบจากหลาย Vendor หรือ Manufacturer เนื่องจากเป้าหมายถัดไปของความสำเร็จในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรหรือระหว่างระบบ (Machine-to-Machine Communication) คือ การทำงานร่วมกันได้ ซึ่งโรงงานอาจใช้เครื่องจักรที่มี Interface หรือโพรโทคอล (Protocol) ที่สื่อสารได้ตามมาตรฐานสากล ในระดับของ Interoperability ในระดับที่สูงขึ้นจะเกี่ยวข้องกับ Syntactic และ Semantic (ความหมายของข้อมูล) ซึ่งต้องอาศัยมาตรฐานให้สื่อสารกันได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น SmartFactory-KL ในประเทศเยอรมนี [1] มีการจัดแสดงแพลตฟอร์มที่เป็น “Manufacturer-Independent” ทั้งโรงงาน และศูนย์ Smart Manufacturing Innovation Center (SMIC) [5] ในประเทศสาธารณรัฐเกาหลีใต้ที่ใช้ OPC UA เป็นโพรโทคอลกลางสำหรับ

เชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายและสามารถดึงข้อมูลทางวิศวกรรมของโรงงานและชิ้นส่วนจากมาตรฐานอื่น เช่น AutomationML ได้อีกด้วย

การนำเสนอในแง่มุมต่างๆของศูนย์ LF สามารถโน้มน้าวให้ผู้ประกอบการเกิดความตระหนักในเทคโนโลยีจนนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโรงงานหรือระบบเดิมที่มีอยู่หรือไม่ ล้วนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความพร้อมของผู้ประกอบการ นอกจากนี้ในการพัฒนาจริง หากเป็นการลงทุนสร้างระบบใหม่ทั้งหมด (หรือ Greenfield) ผู้ประกอบการจะต้องลงทุนมาก แต่หากเป็นการพัฒนาแบบต่อยอดจากระบบเดิมที่มีอยู่ (หรือ Brownfield) แล้ว จะเป็นอีกโจทย์หนึ่งที่เอื้อแก่ผู้ประกอบการประเภท SMEs หรือผู้ที่ไม่ต้องการลงทุนใหม่ทั้งหมดแต่อาจต้องการเปลี่ยนแปลงแค่บางส่วนเพื่อให้เห็นผลลัพธ์ก่อนการปรับเปลี่ยนทั้งโรงงานก็เป็นได้ ทำให้ศูนย์ LF บางแห่งก็เน้นความสำคัญของการต่อยอดจากระบบเดิมของ SMEs เช่น การ Retrofit หรือปรับปรุงระบบเดิมให้รองรับเทคโนโลยีใหม่ และ Demand แบบใหม่ที่ Dynamic มากขึ้น ด้วยการออกแบบปรับปรุงระบบให้เป็น Reconfigurable Manufacturing System [4] นอกจากนี้ในมิติของ Human-Machine Communications ขั้นตอนที่เกี่ยวกับข้อมูลตั้งแต่เรื่องของ Data Preparation, Data Capturing (Acquisition), Data Processing และการ Visualization นับเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาโรงงานในกลุ่ม SMEs [6] ซึ่งแน่นอนว่ากระบวนการทั้งหลายควรจะปรับให้เป็นอัตโนมัติ

โดยสรุปแล้ว Learning Factory มิใช่เป็นเพียงแค่พื้นที่สำหรับการจัดแสดงเทคโนโลยี แต่เป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ ที่เพิ่มพูนทักษะหรือจุดประกายความคิดให้แก่ผู้เรียนรู้ให้กลับไปประยุกต์กับโรงงานหรือบริษัทของตน องค์ความรู้หรือ Best Practice เหล่านี้ ล้วนสั่งสมมาจากประสบการณ์การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในสภาวะแวดล้อมและความต้องการที่แตกต่างกันไป โรงงานแห่งการเรียนรู้เหล่านี้จึงเสมือนเป็นฟันเฟืองหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการนำเทคโนโลยีไปใช้และเสริมความแข็งแกร่งให้กับอุตสาหกรรมของประเทศ บทเรียนและตัวอย่างจากศูนย์เรียนรู้ในต่างประเทศสามารถนำมาประยุกต์กับศูนย์การเรียนรู้ใหม่ๆที่กำลังจะเกิดขึ้นในประเทศไทยได้เพียงใด ยังต้องรอคำตอบและผลการวิเคราะห์หลังจากที่บริการประเภทใหม่นี้เปิดให้บริการในประเทศไทยสักระยะหนึ่ง แต่ทั้งนี้คาดว่าศูนย์การเรียนรู้จะสร้างความตระหนักในความสำคัญของการ Upgrade หรือปรับปรุงเทคโนโลยีที่มีอยู่ของผู้ประกอบการไทยเพื่อให้มีโรงงานที่ทันสมัย แข่งขันได้ และคุ้มค่ากับการลงทุน

เอกสารอ้างอิง

[1] E. Abele, J. Metternich, and M. Tisch, “Learning Factories: Concepts, Guidelines, Best-Practice Examples”, Springer, 2019.

[2] E. Abele, G. Chryssolouris, W. Sihn, J. Metternich, H. ElMaraghy, G. Seliger, G. Sivard, W. ElMaraghy, V. Hummel, M. Tisch, and S. Seifermann, “Learning factories for future oriented research and education in manufacturing”, CIRP Annals, Volume 66, Issue 2, 2017, pp. 803-826.

[3] B. Schallock, C. Rybski, R. Jochem, H. Kohl, “Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training", Procedia Manufacturing, Volume 23, 2018, pp. 27-32.

[4] D.-Y. Kim, J.-W. Park, S. Baek, K.-B. Park, H.-R. Kim, J.-I Park, H.-S. Kim, B.-B. Kim, H.-Y. Oh, K. Namgung, W. Baek, “A modular factory testbed for the rapid reconfiguration of manufacturing systems”, Journal of Intelligent Manufacturing, Volume 31, 2020, pp. 661-680.

[5] Smart Manufacturing Innovation Center (SMIC), Accessed on May 15 2020 [Online]. Available: https://www.demo-factory.kr/SMIC_ENG_index.php

[6] A. Wank, S. Adolph, O. Anokhin, A. Arndt, R. Anderl, J. Metternich,

“Using a Learning Factory Approach to Transfer Industrie 4.0 Approaches to Small- and Medium-sized Enterprises”, Procedia CIRP, Volume 54, 2016, pp. 89-94.