Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

โรงงานดิจิทัล
การจำลองสายการผลิต

โมดูล II: รูปแบบโรงงานดิจิทัล : วิธีกำหนดโลกเสมือนจริง

ศาสตราจารย์ ดร.อรรถกร เก่งพล

Curriculum Development
of Master's Degree Program in
Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry

เนื้อหาการจำลองสายการผลิต

- วิสัยทัศน์ของโรงงานดิจิทัล (Digital Factory)
- การจำลองในการผลิตดิจิทัล (Digital Manufacturing)
- การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต (Product and production lifecycle simulation)
- การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (Digitalization) ในการจำลองสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4
- วิศวกรรมการผลิตในโรงงานดิจิทัล (Production Engineering in Digital Factory)
- การออกแบบและเพิ่มประสิทธิภาพโรงงานในโรงงานดิจิทัล (Factory design and Optimization in Digital Factory)
- การจำลองของ Robotic Workcells
- การจำลองทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource Simulation)
- Siemens Tecnomatix Software สำหรับการผลิตอุตสาหกรรมดิจิทัล
- ประโยชน์ข้อ จำกัด และความท้าทายในอนาคต

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ผลการเรียนรู้

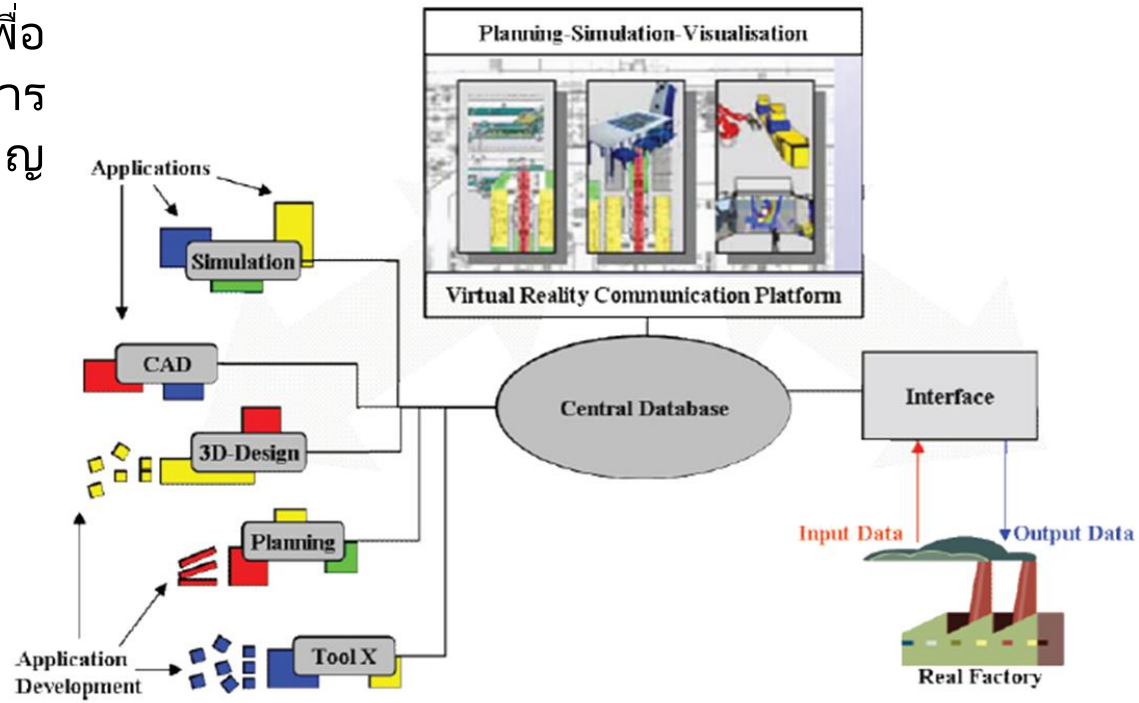
- จำลองพฤติกรรมแบบไดนามิกของสายการผลิตและระบุตำแหน่ง ซึ่งจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างใกล้ชิดเพื่อรักษาประสิทธิภาพในการควบคุมรวมถึงเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในการทำงานและการแยกเครื่องจักร (Analysis, Module II)

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

วิสัยทัศน์ของโรงงานดิจิทัล (Digital Factory)

แนวคิดของโรงงานดิจิทัลเป็นวิธีการแบบบูรณาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และกระบวนการวิศวกรรมการผลิต ซึ่งการจำลองเป็นเทคโนโลยีสำคัญในแนวคิดของโรงงานดิจิทัล

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์การทดสอบและการเพิ่มประสิทธิภาพ
- การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต
- การออกแบบและปรับปรุงโรงงาน
- การวางแผนและควบคุมการผลิต



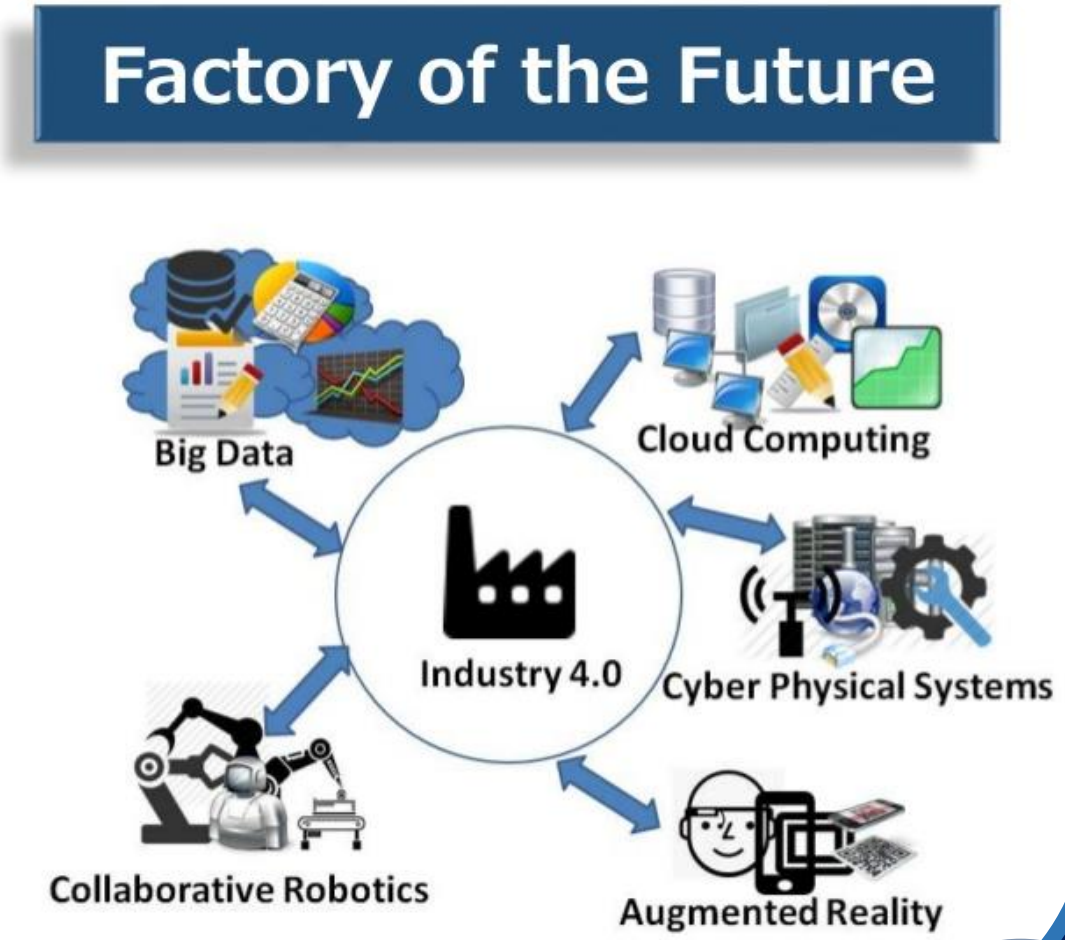
วิสัยทัศน์ของโรงงานดิจิทัล (**Digital Factory**)
(Bracht U., 2005)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

วิสัยทัศน์ของโรงงานดิจิทัล (Digital Factory)

การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิตอลสำหรับการสร้างแบบจำลองและการสื่อสาร

- กำหนดค่า: เพื่อตั้งค่าสำหรับการทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิธีการเฉพาะ
- แบบจำลอง: กระบวนการสร้างและวิเคราะห์ต้นแบบดิจิทัลเพื่อทำนายประสิทธิภาพในโลกแห่งความเป็นจริง
- การจำลอง: การจำลองแบบการทำงานของกระบวนการหรือระบบโดยประมาณ
- การประเมิน: ประเมินผลหรือวิเคราะห์ผลลัพธ์
- การดำเนินการกระบวนการผลิต



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

วิสัยทัศน์ของโรงงานดิจิทัล (Digital Factory)

❑ ทำไมต้องทำการจำลองโรงงานดิจิตอล

Source: https://www.haptic.ro/digital-plug-produce-online-equipment-platform-manufacturing/

- นวัตกรรมการผลิตและประสิทธิภาพ
- ปรับปรุงการมองเห็นและการควบคุม
- สามารถปรับปรุงความเหมาะสมของกระบวนการ
- การจำลองโรงงานมีต้นทุนไม่สูงมากนัก
- เป็นวิธีที่ไม่มีความเสี่ยงในการทดสอบการบวนการโรงงาน
- ช่วยให้การรับข้อมูลเพื่อการตัดสินใจที่ดีขึ้นและปลอดภัยยิ่งขึ้น

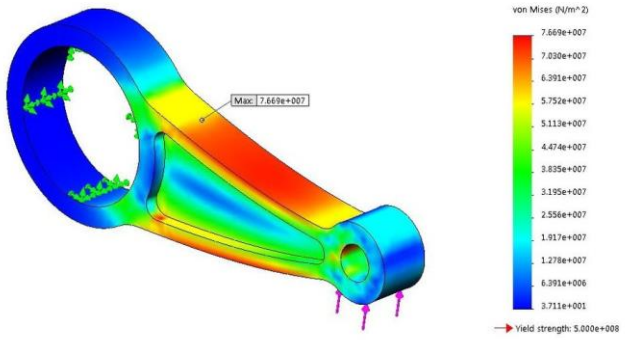
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองในการผลิตดิจิทัล (Digital Manufacturing)

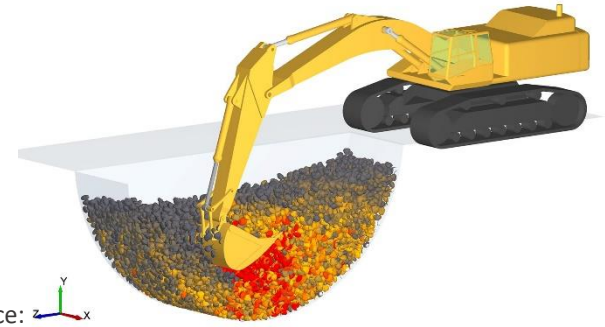
“การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์การจำลองเป็นกระบวนการออกแบบการทดลองด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทำงานของกระบวนการหรือระบบในโลกแห่งความเป็นจริงในช่วงเวลาหนึ่ง” (Chung C., 2004)

การจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญ (Finite Element Method; FEM) เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการวิศวกรรมการผลิตในสภาพแวดล้อมโรงงานดิจิทัล

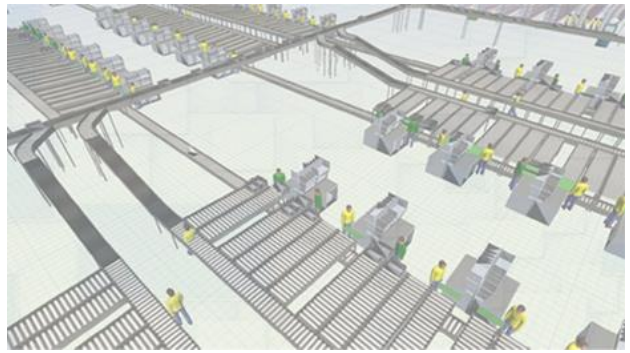
- การจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM-Simulation)
- การจำลองการเคลื่อนไหว (Motion simulation)
- การจำลองเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง (Discrete-event simulation)



Source: https://www.thirteendesignconsultancy.com/finite-element-analysis-fea



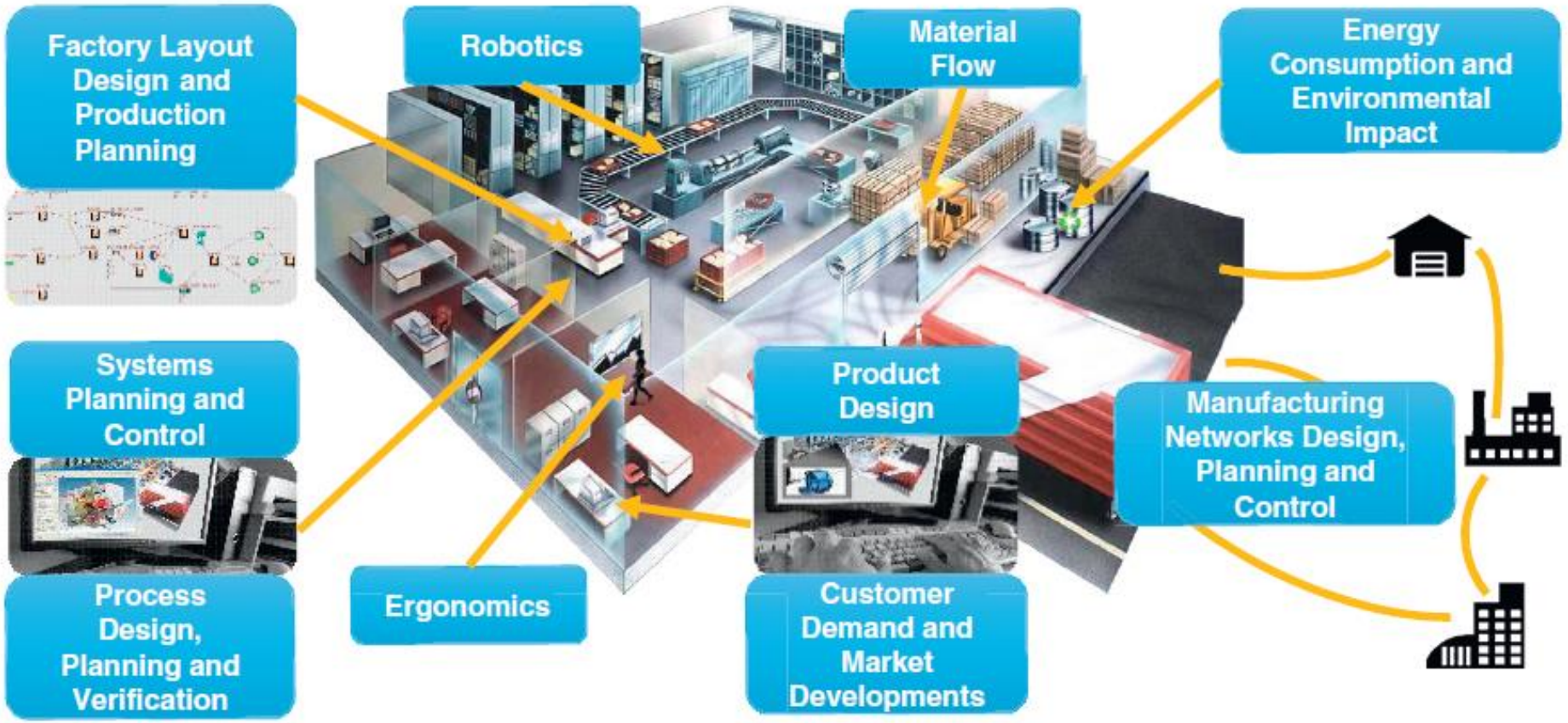
Source: https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/simulation-test/motion-simulation.html



Source: http://bestirtech.com/blog/2019/07/what-is-discrete-event-simulation/

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

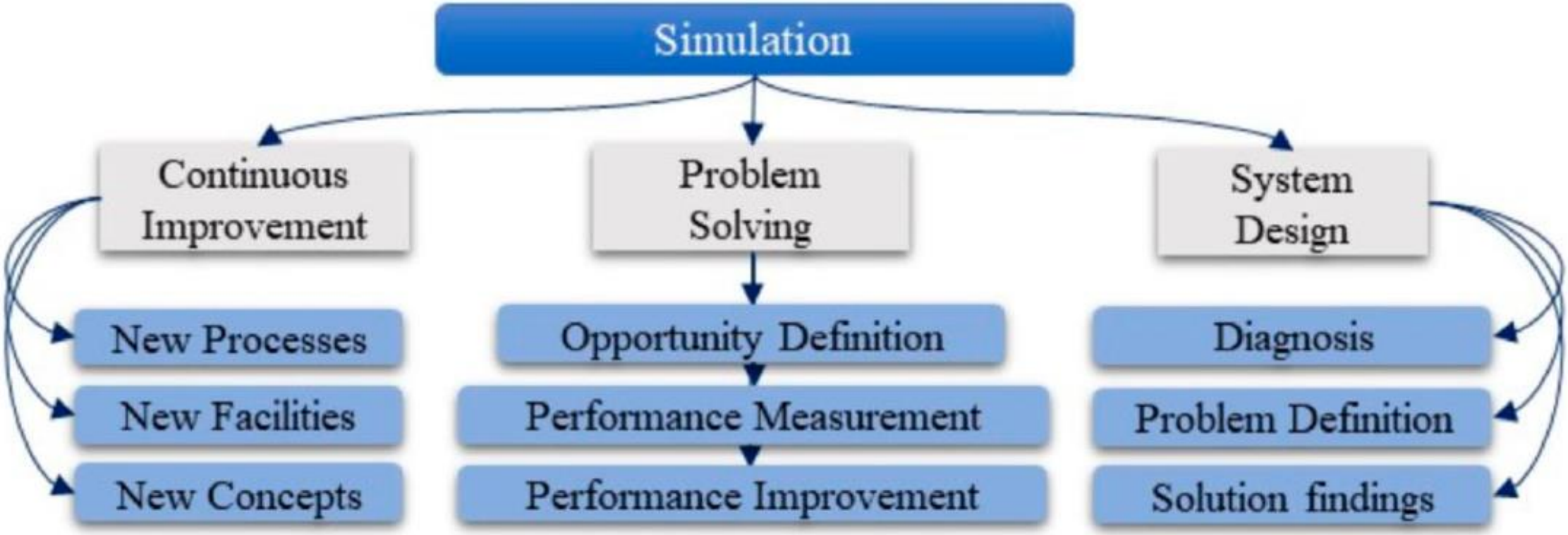
การจำลองในการผลิตดิจิทัล (Digital Manufacturing)



การตรวจสอบโดเมนของการผลิตร่วมสมัย **(Mourtzis,2014)**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

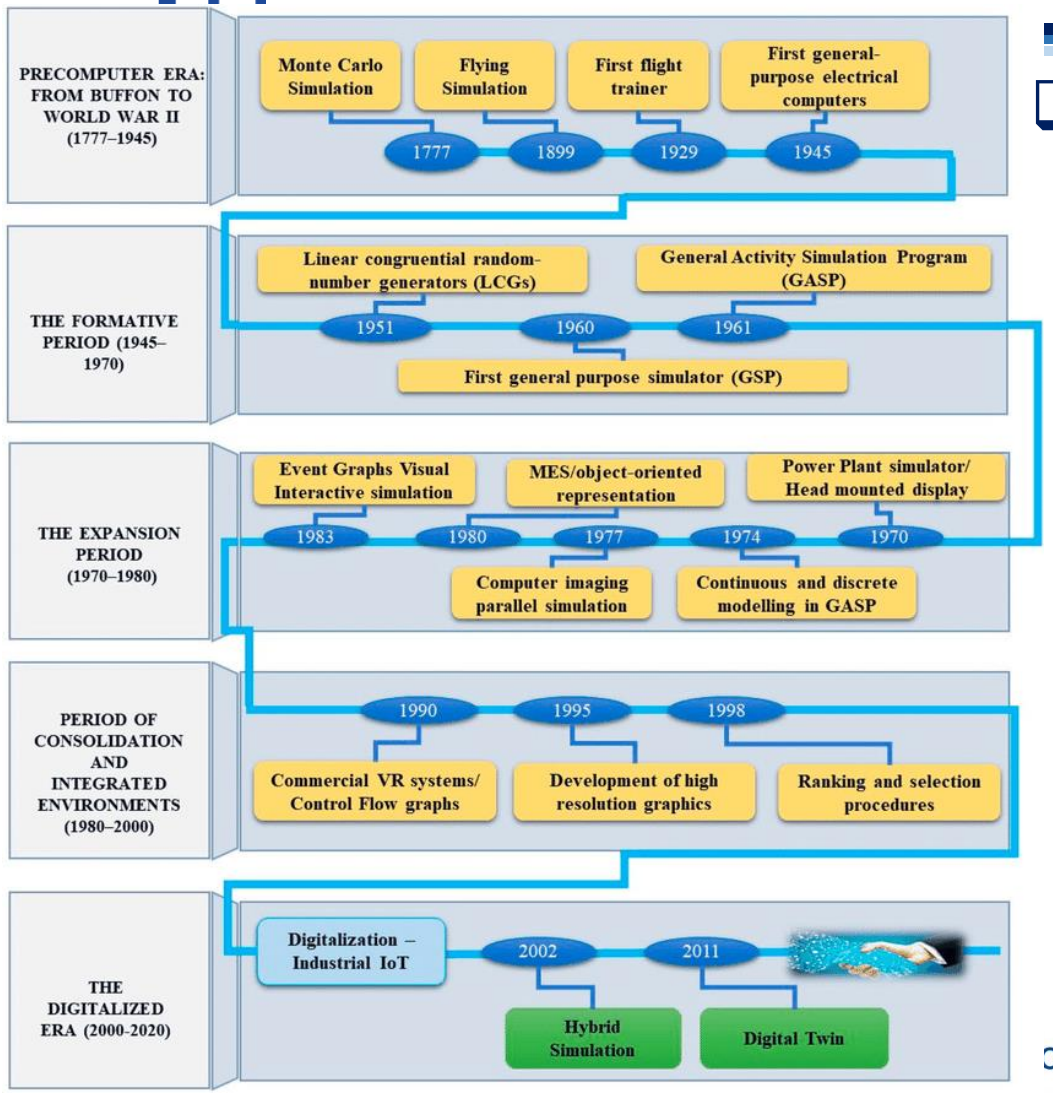
การจำลองในการผลิตดิจิทัล (Digital Manufacturing)



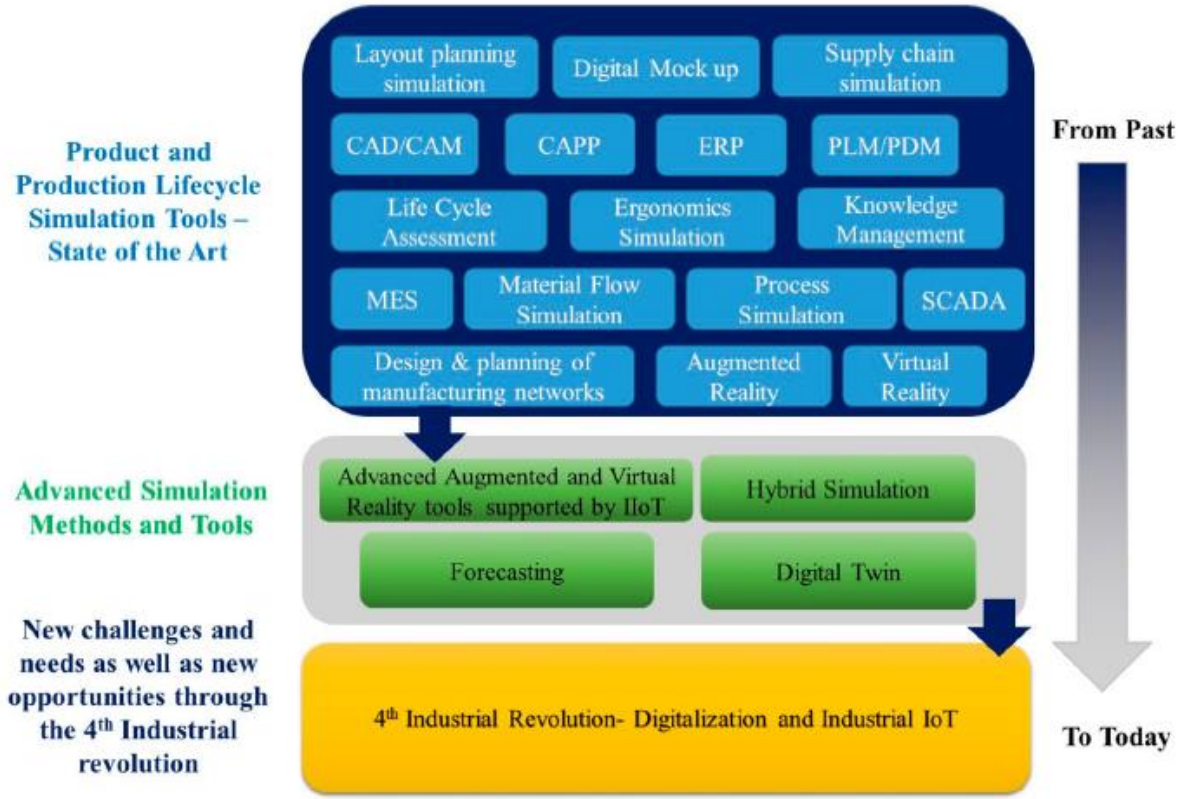
การจำลองสำหรับการออกแบบและการทำงานของระบบการผลิต **(Mourtzis,2019)**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองในการผลิตดิจิทัล (Digital Manufacturing)



- วิวัฒนาการของวิธีการจำลอง



วิวัฒนาการของการจำลอง **(Mourtzis,2019)**

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

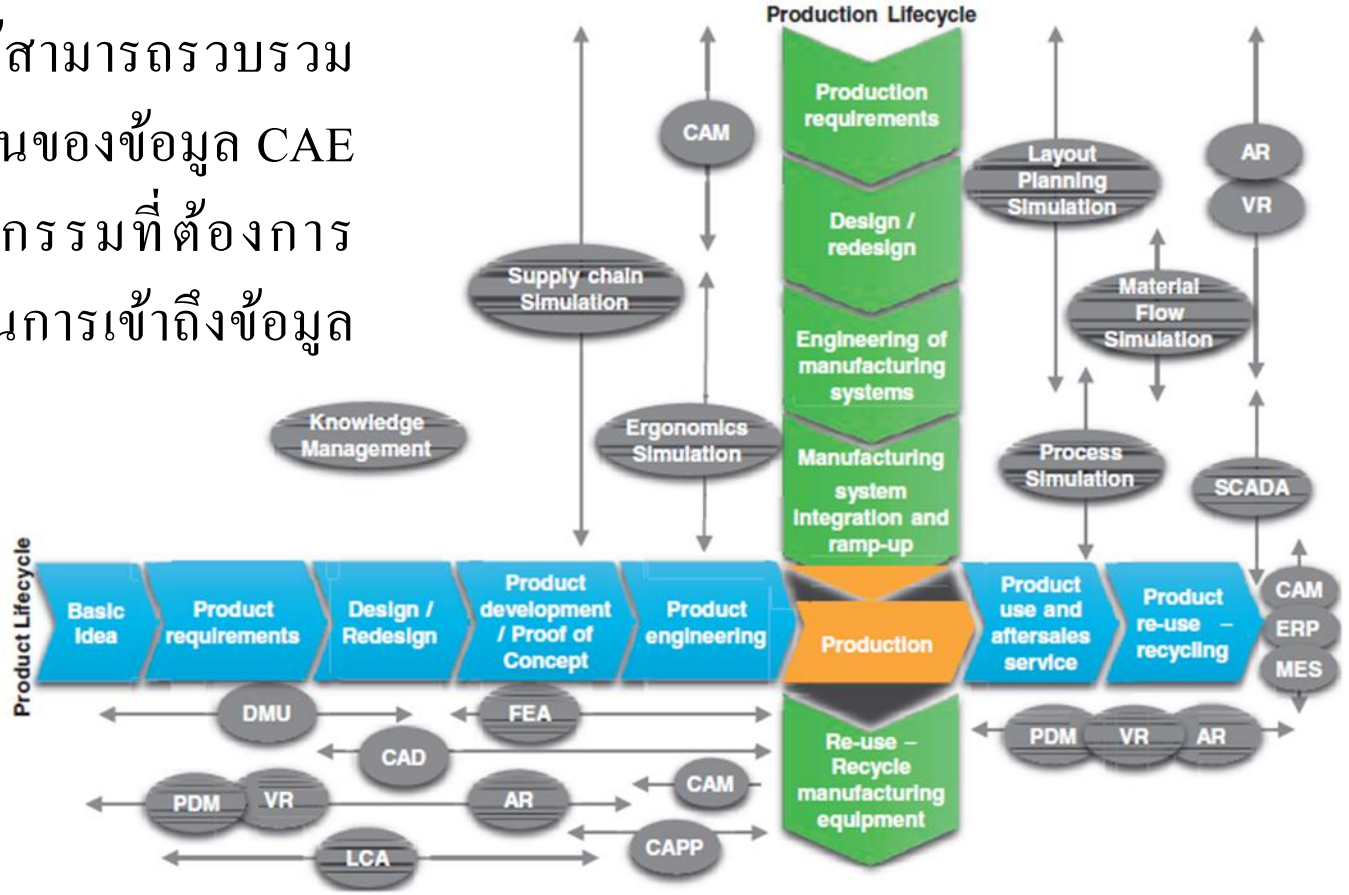
การจำลองในการผลิตดิจิทัล (Digital Manufacturing)

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

แนวคิดของโรงงานดิจิทัลช่วยให้สามารถรวบรวมการออกแบบของข้อมูล CAD และในส่วนของข้อมูล CAE และการประสานกระบวนการทางวิศวกรรมที่ต้องการการมีส่วนร่วมของห่วงโซ่คุณค่าทั้งหมดในการเข้าถึงข้อมูลผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่จำเป็น

Source: https://getfreepoint.com/digital-manufacturing-future-factory-now/



Mapping of Key-Enabling Technologies on Product and Production lifecycle [lifecycle phases adapted from EFFRA FoF 2020 Consultation Document]

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ Computer-aided design

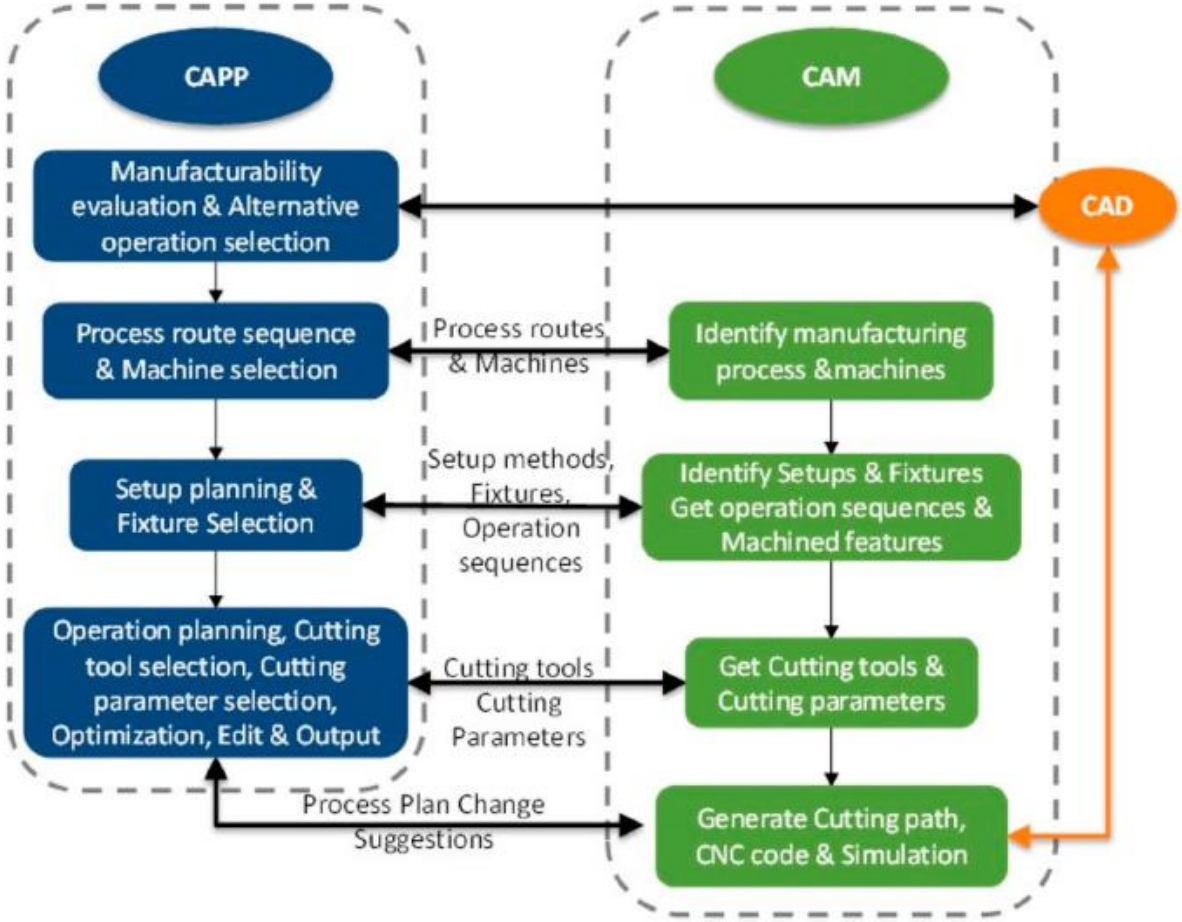
Computer-Aided Design (CAD) is the technology related to the use of computer systems to assist in the creation, modification, analysis, and optimization of a design.

❑ Computer aided process planning

Process planning deals with the selection of necessary manufacturing processes and the determination of their sequences to 'transform' the ideas of designers into a physical component.

❑ Computer aided manufacturing

Computer Aided Manufacturing (CAM) can be perceived as the use of computer systems to plan, manage, and control the operations of a manufacturing plant



Source: Relations between CAM, CAPP, and CAD systems (Ming et al. 2008).

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ Digital mock up; DMU

Digital mock-up (DMU) ประกอบด้วยโมเดล 3 มิติในสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรมและครอบคลุมวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมด: การออกแบบ การทดสอบ การผลิต การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ การติดตั้ง การบำรุงรักษา เป็นต้น

- ลดเวลาในการทำตลาดลงอย่างมีนัยสำคัญ
- การเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบและการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์
- การลดต้นทุนในทุกกระบวนการตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์

Source: SIEMENS

Source: https://fliphtml5.com/lcuh/xbfj/basic

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

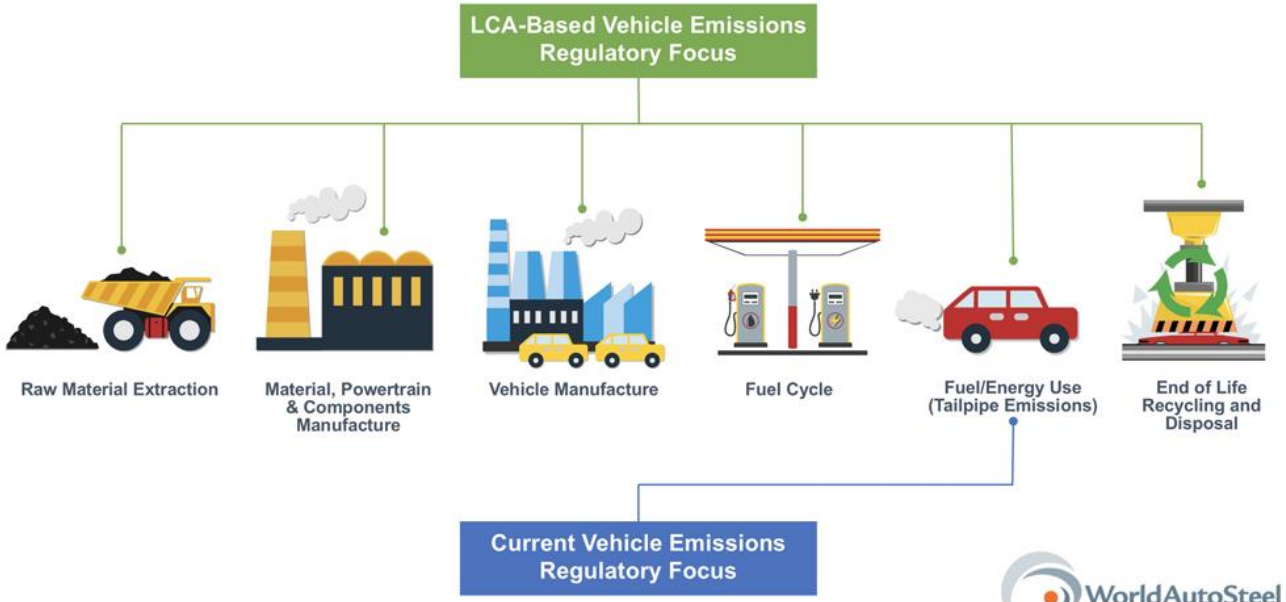
❑ Product Design Suite Test Drive -- Large Scale Digital Mockup

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment; LCA)

- รวบรวมเครื่องมือจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่องสำหรับกระบวนการผลิต
- เปิดใช้งานคุณลักษณะของการทำงานของเครื่องเดียว
- การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม
- การจัดการการปฏิบัติงานก่อนกำหนดจริงของสายการผลิต

Source: http://www.danbach.net/robot/factory/8.html



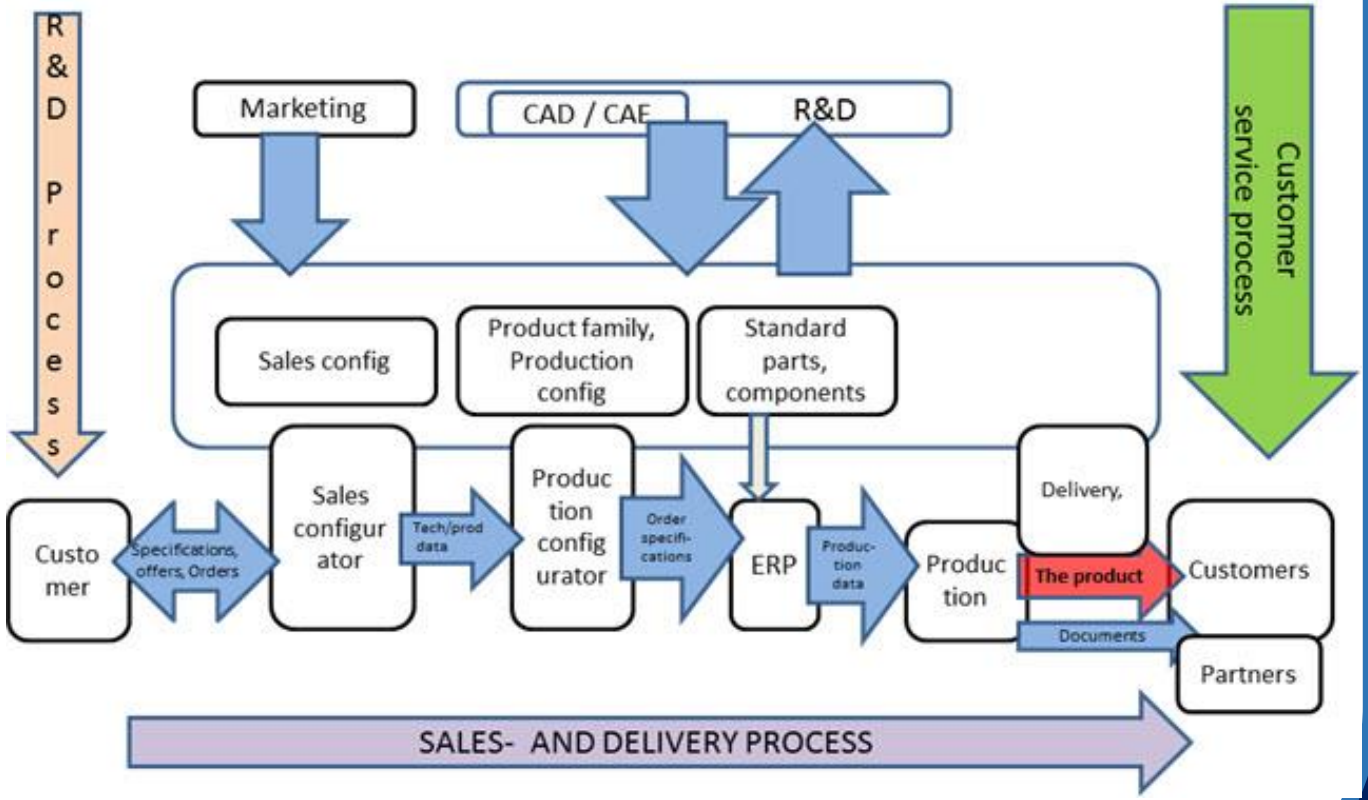
WorldAutoSteel

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การจัดการข้อมูลผลิตภัณฑ์ Product Data Management (PDM)

การจัดการข้อมูลผลิตภัณฑ์รวมและจัดการข้อมูลทั้งหมดที่กำหนดผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การออกแบบการผลิตและการสนับสนุนผู้ใช้

Source: http://blog.myigetit.com/2017/12/07/digital-twins-feedback-loops-and-plm-challenge/



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ เทคโนโลยีโลกเสมือน Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)

Virtual Reality (VR) การใช้คอมพิวเตอร์ดิจิทัลแบบเรียลไทม์และฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์พิเศษอื่น ๆ เพื่อสร้างแบบจำลองของโลกทางเลือกหรือสภาพแวดล้อมทางเลือกที่เชื่อได้ว่าเป็นจริงโดยผู้ใช้

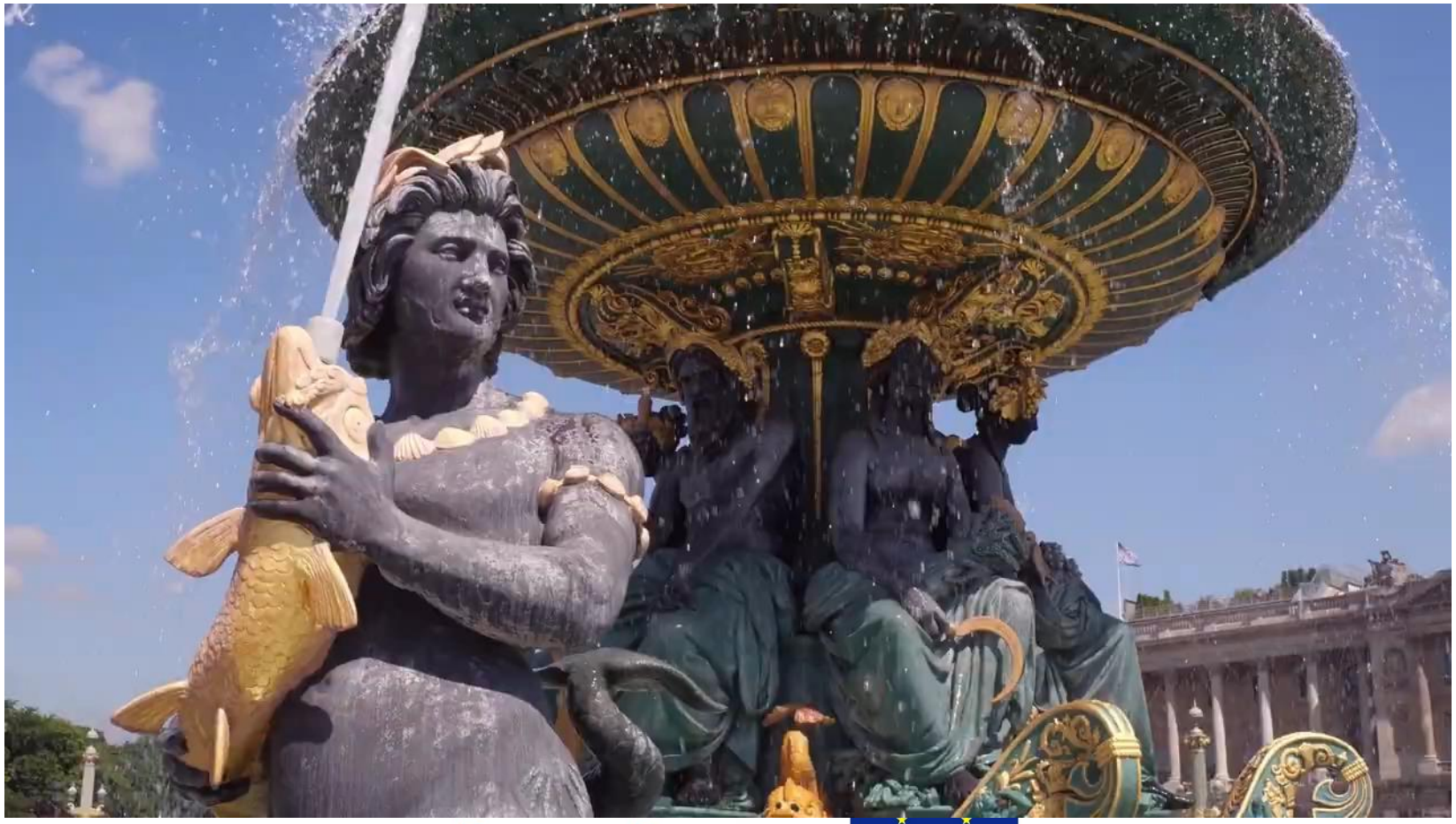
Augmented Reality (AR) ถูกกำหนดให้เป็นมุมมองแบบเรียลไทม์หรือทางอ้อมของสภาพแวดล้อมทางกายภาพจริงที่ได้รับการปรับปรุง / เพิ่มโดยการเพิ่มข้อมูลเสมือนจริงที่คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

Source: https://realworld-one.com/virtual-and-augmented-reality-set-for-success-in-the-manufacturing-industry-of-the-future/

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

- The Merging of Augmented Reality AR, Virtual Reality VR and Mixed Reality in 2020

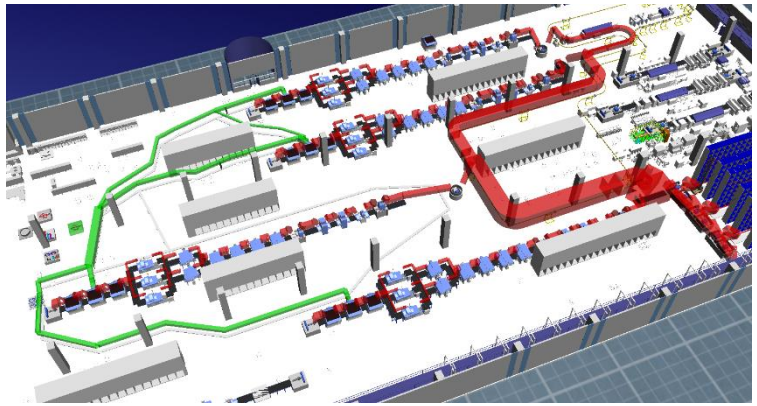


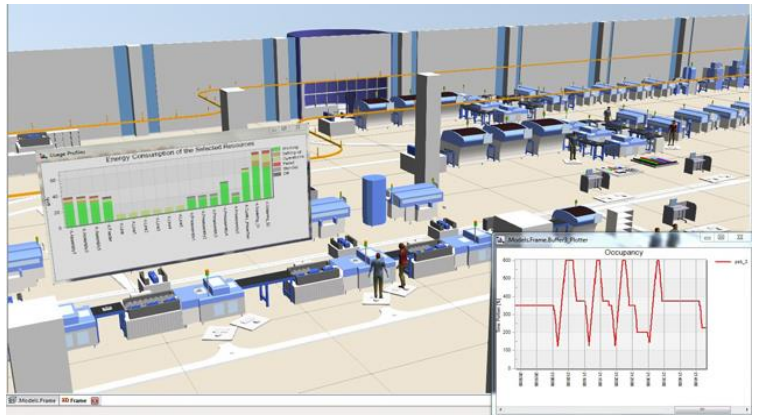
การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การจำลองการไหลของวัสดุ Material flow simulation

การไหลของวัสดุภายในสภาพแวดล้อมการผลิต คือการเคลื่อนย้ายวัสดุผ่านกระบวนการที่กำหนดไว้หรือการไหลของมูลค่าภายในโรงงานหรือหน่วยอุตสาหกรรมเพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

- การสนับสนุนจากการประเมินความต้องการเพื่อผลลัพธ์สุดท้าย
- การแสดงลำดับกระบวนการและเอฟเฟกต์ที่ซับซ้อน
- การเลือกระบบใหม่เพื่อขยายสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่หรือวางแผนระบบใหม่
- การวัดขนาดของความจุบัฟเฟอร์





Source: SIEMENS_Tecnomatix

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การจำลองกระบวนการผลิต (Process simulation)

การจำลองกระบวนการผลิต เป็นการจำลองการใช้กลไกทางกายภาพตั้งแต่หนึ่งกลไกขึ้นไปเพื่อเปลี่ยนรูปร่างของรูปร่างหรือรูปแบบและคุณสมบัติของวัสดุ

- ลดต้นทุนเงินทุนด้วยการออกแบบที่ดีขึ้น
- ลดเวลาในการออกแบบการทดสอบและเริ่มทำงาน
- การลดต้นทุนโรงงานขนาดและความซับซ้อนของโรงงานต้นแบบ
- ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและประสิทธิภาพโดยการเพิ่มประสิทธิภาพวัสดุและพลังงาน
- เพิ่มความรู้และความมั่นใจในกระบวนการในการตัดสินใจครั้งใหม่
- ช่วยฝึกอบรมบุคลากรใหม่
- ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์
- ปรับปรุงการจัดการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

Source: https://www.youtube.com/watch?v=CN6ZtIlujj4

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การจำลองการวางผังโรงงาน Layout Planning Simulation

การวางแผนในส่วนของผังโรงงานและสิ่งอำนวยความสะดวก หมายถึง การออกแบบแผนการจัดสรรทรัพยากร / อุปกรณ์ใหม่ในพื้นที่การผลิตที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานเป็นส่วนใหญ่

- การใช้วัตถุที่กำหนดไว้ล่วงหน้าสามารถใช้แบบจำลองในรูปแบบ 3 มิติ (3D)
- มอบความสามารถในการเคลื่อนย้ายผู้ใช้ไปยังโรงงานจำลอง
- เกมส์ตรวจสอบและทำให้เคลื่อนไหวในแบบจำลองโรงงานที่แสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ (3D)

Source: https://www.youtube.com/watch?v=caoNxVPwO74

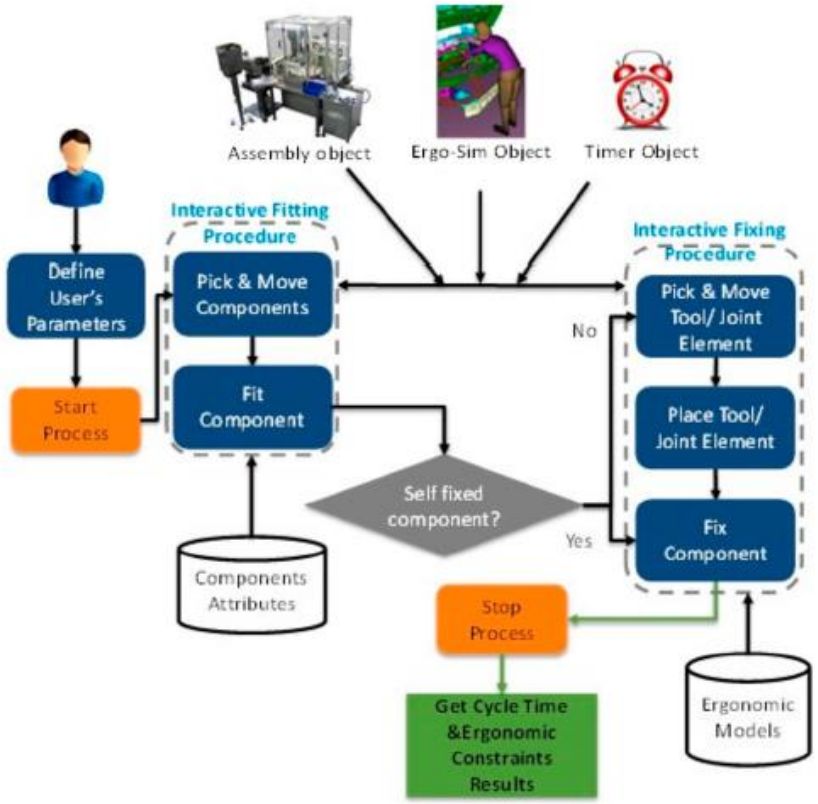
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การจำลองด้านการยศาสตร์ (Ergonomics simulation)

'ความเข้าใจทางทฤษฎีและพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์และประสิทธิภาพการทำงานในระบบสังคม เทคนิคการโต้ตอบ และการประยุกต์ใช้ความเข้าใจเพื่อการออกแบบการโต้ตอบในบริบทของการตั้งค่าจริง'

Source: https://www.youtube.com/watch?v=mb43UqVpqOw



Source: The concept of the user workflow in the virtual environment (Chryssolouris et al. 2004).

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ ระบบดำเนินการผลิต (Manufacturing Execution Systems)

“ ระบบการดำเนินการผลิต (MES) เป็นระบบที่สนับสนุนผู้ผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคงที่ สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านกฎระเบียบ ลดเวลาในการออกสู่ตลาดและลดต้นทุนการผลิต”

Source: https://www.youtube.com/watch?v=YctPWZ4kr_s

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ ระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time

“ การควบคุมดูแลและการเก็บข้อมูล (SCADA) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้การรวบรวมข้อมูลจากสิ่งอำนวยความสะดวกที่ห่างไกลหนึ่งแห่งหรือมากกว่าในขณะที่ส่งคำแนะนำการควบคุมที่ จำกัดไปยังสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านั้น”

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองวงจรผลิตภัณฑ์และการผลิต

❑ การจำลองห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain simulation)

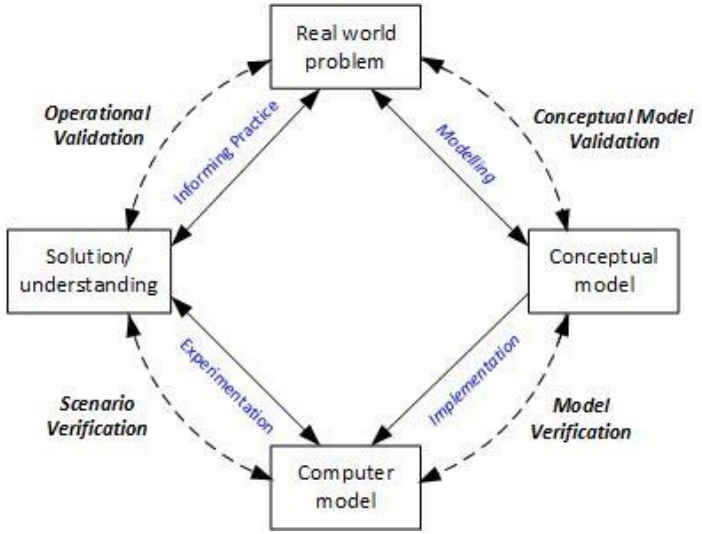
“ ห่วงโซ่อุปทานเป็นห่วงโซ่การเพิ่มมูลค่าของกระบวนการตั้งแต่วัตถุดิบเริ่มต้นไปจนถึงการบริโภคขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปซึ่งครอบคลุมไปถึงการเชื่อมโยงกับลูกค้าซัพพลายเออร์หลายราย”

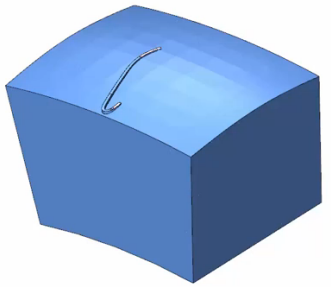
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การจำลองแบบดิจิทัลในแบบจำลองเพื่อการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4

❑ การจำลองด้วยวิธีการแบบผสมผสาน (Hybrid simulation)

“ วิธีการสำคัญในการจำลองระบบที่ซับซ้อนทั้งเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่องและพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นการใช้ประโยชน์จากการจำลองด้วยวิธีการแบบผสมผสาน ”





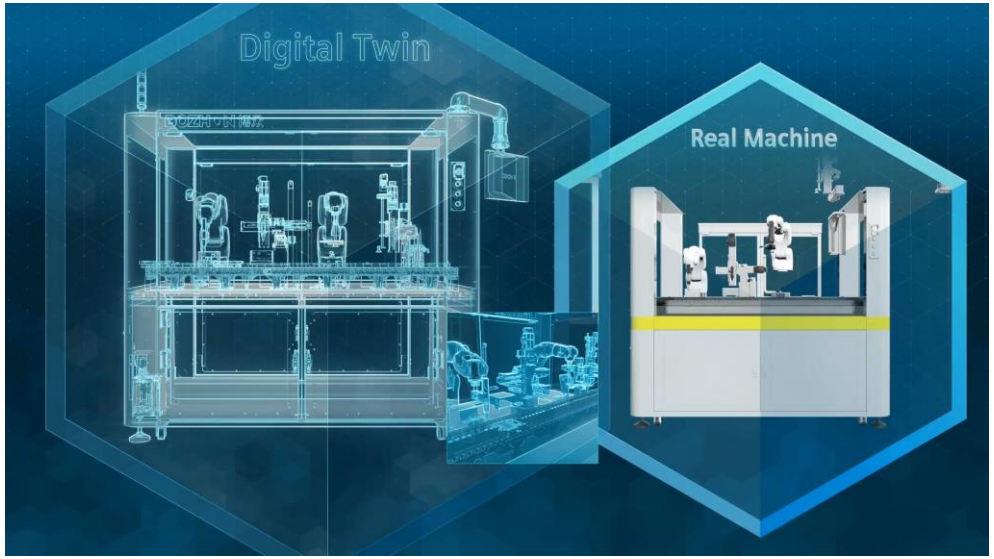
Source: https://www.anylogic.com/resources/articles/hybrid-simulation-challenges-and-opportunities-a-life-cycle-approach/

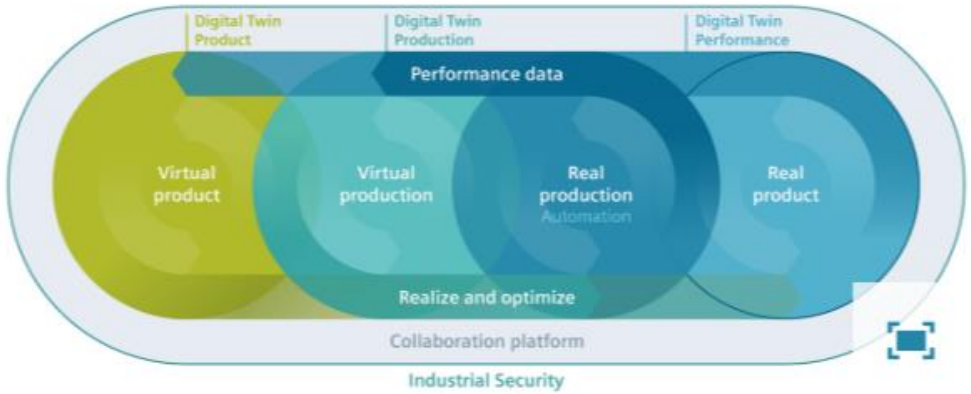
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองแบบดิจิทัลในแบบจำลองเพื่อการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4

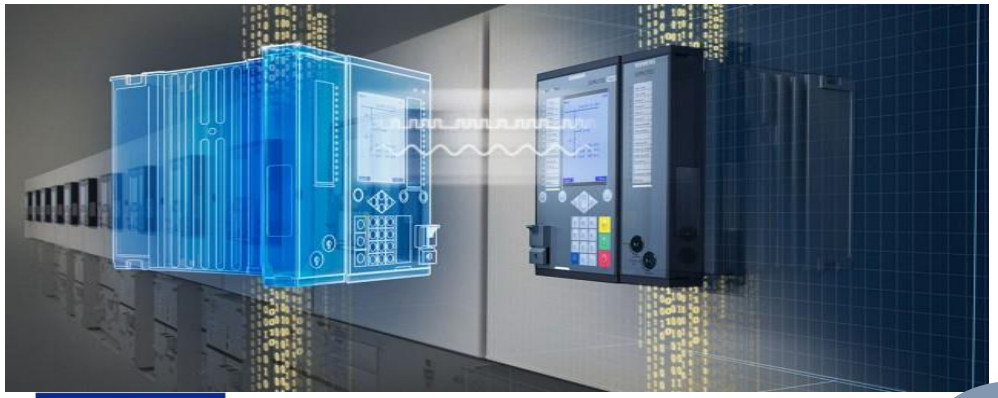
❑ Digital twin

“ Digital Twin เป็นการจำลองแบบรวมหลายแบบหลายระดับความน่าจะเป็นของยานพาหนะหรือระบบที่สร้างขึ้นซึ่งใช้แบบจำลองทางกายภาพที่ดีที่สุด การปรับปรุง sensor และ fleet history เป็นต้น เพื่อสะท้อนชีวิตของคู่แนวทางที่สอดคล้องกัน”





Source: SIEMENS



Source: SIEMENS

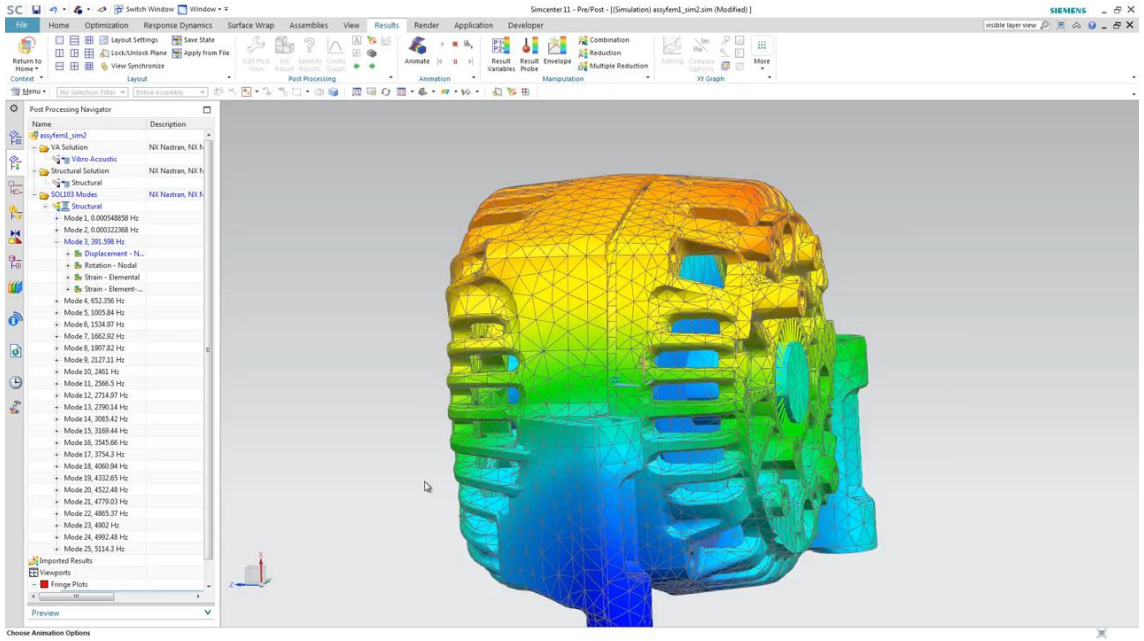
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองแบบดิจิทัลในแบบจำลองเพื่อการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4

❑ Digital twin

Why digital twins will be the backbone of industry in the future

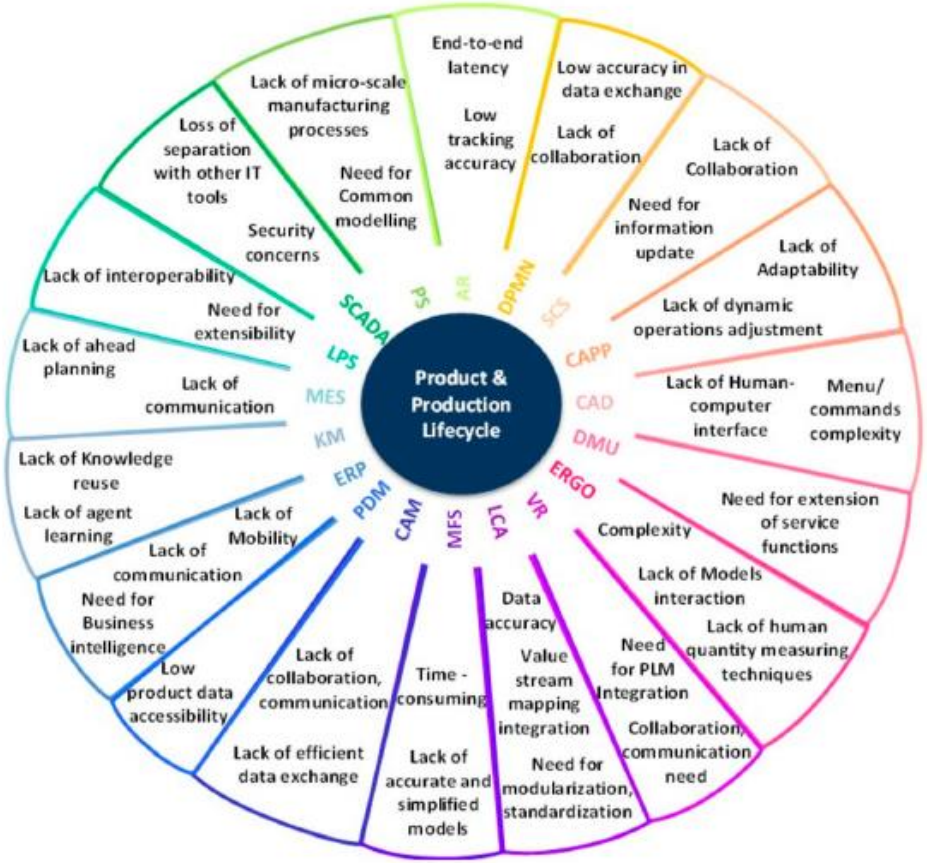
Simcenter 3D - 3D CAE for the digital Twin



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

สถานะของตลาดเครื่องมือจำลองสถานการณ์ในการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4

- เทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าสู่ยุคใหม่ของการบูรณาการ Internet of Things ในการผลิต
- แนวทางของซอฟต์แวร์ที่มุ่งสนับสนุนการออกแบบและการทำงานของระบบดังกล่าว
- ยุคใหม่โดดเด่นด้วยจำนวนข้อมูลที่เพิ่มขึ้นที่จะจัดการในแบบจำลองเรียลไทม์และการจำลอง
- ตรวจสอบสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและให้การสนับสนุนการตัดสินใจการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของระบบ

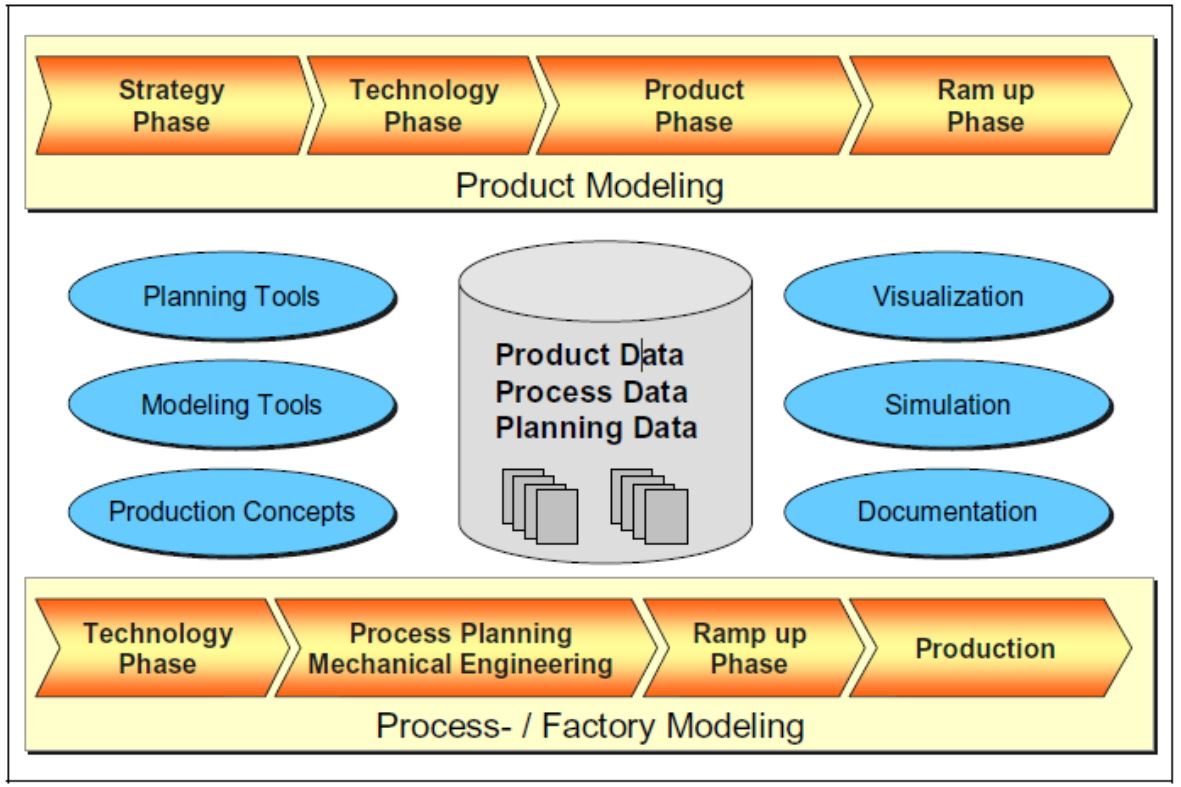


Major identified gaps for each product and production lifecycle sector.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

วิศวกรรมการผลิตในโรงงานดิจิทัล

- การรวมการออกแบบ CAD และข้อมูล CAE
- ประสานกระบวนการทางวิศวกรรมที่ต้องการการมีส่วนร่วมของห่วงโซ่คุณค่าทั้งหมดและการเข้าถึงข้อมูลผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ต้องการ
- เปิดใช้งานรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเพื่อทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งทางกายภาพ
- เร่งการส่งมอบผลิตภัณฑ์โดยทำให้ทีมออกแบบสามารถประสานงานกับทีมงานผลิตได้อย่างราบรื่น
- สร้างการกำหนดค่าผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ซ้ำได้ทั้งวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลายรายการ



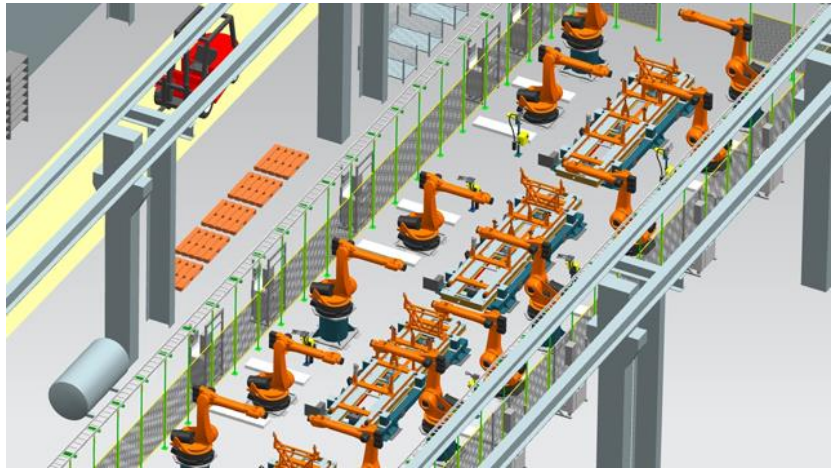
Digital Factory Concept

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

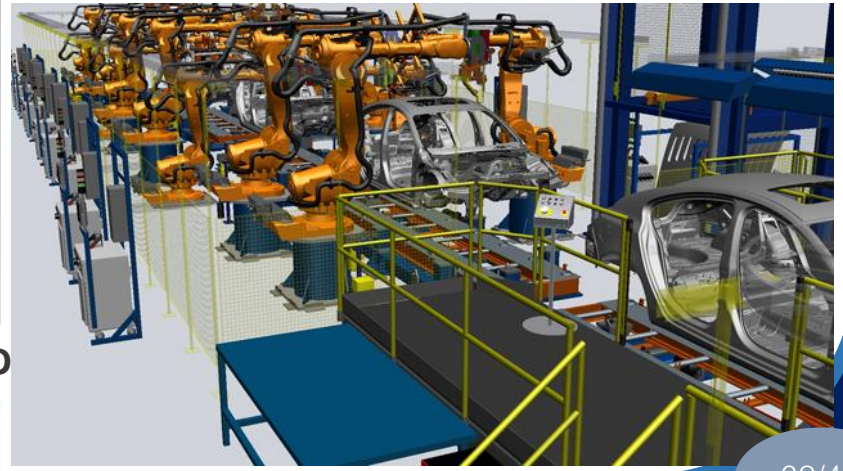
การออกแบบและเพิ่มประสิทธิภาพโรงงานในโรงงานดิจิทัล

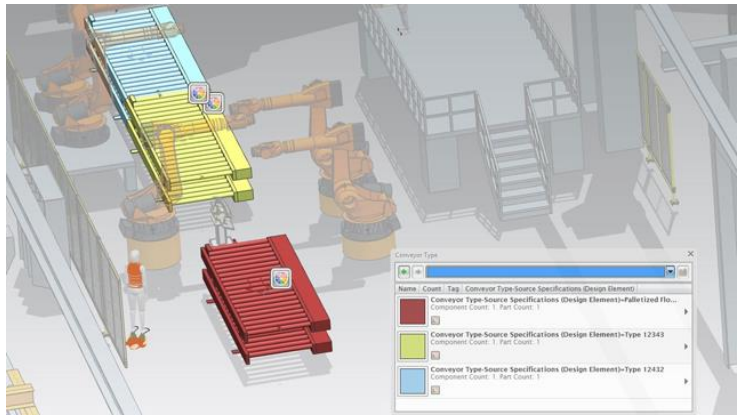
- ลดระยะเวลาการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดและเวลาต่อปริมาณ
- ปรับปรุงรูปแบบการผลิตและลดการลงทุน
- เครื่องจักรและอุปกรณ์อยู่ในสถานที่ที่เหมาะสม
- มีอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุที่เพียงพอ
- ขนาดบัฟเฟอร์ที่ปรับให้เหมาะสม
- การจัดการผลิตภัณฑ์ให้น้อยที่สุด

Factory & Line Design

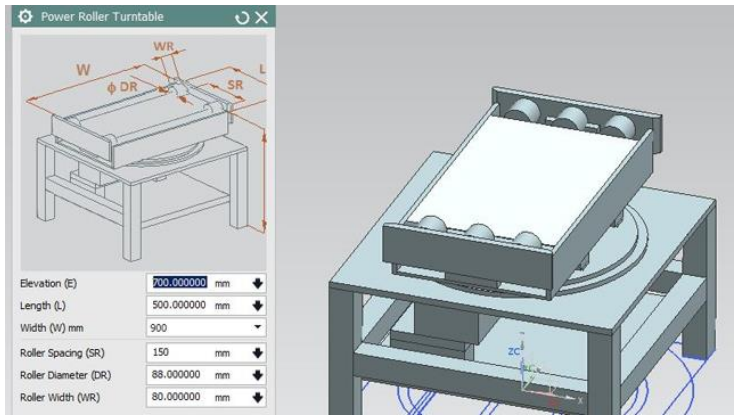


Integrate Layouts with Production Processes





Visually Report and Document Factory and Line Designs



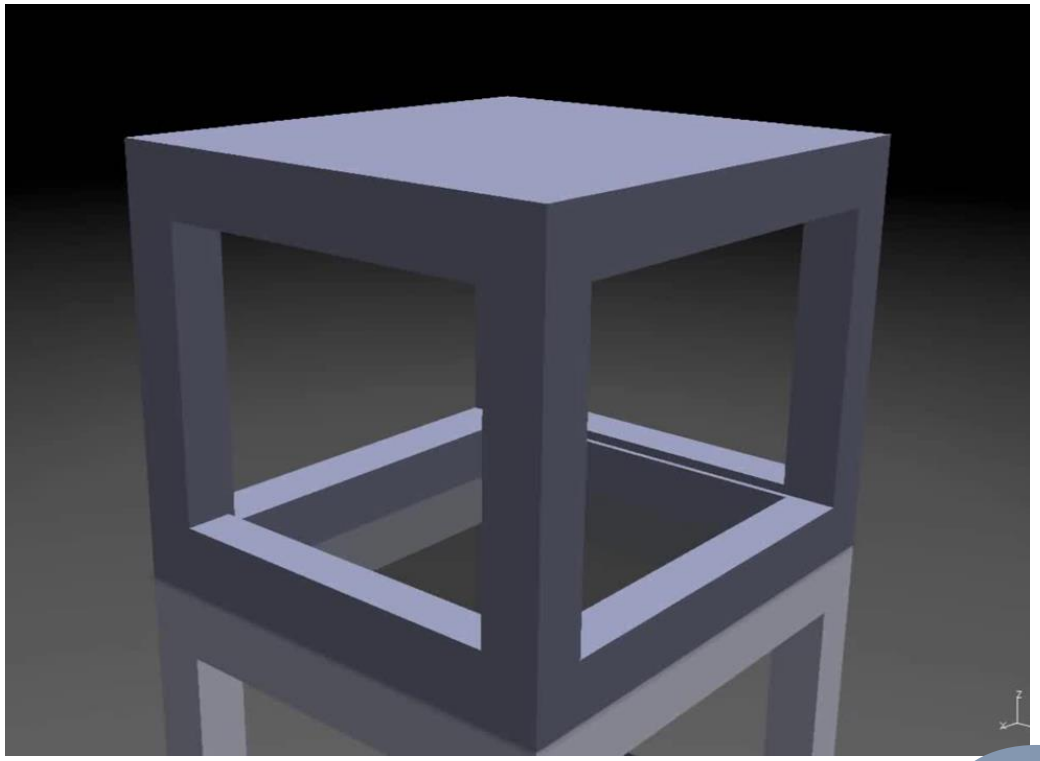
Conceptualize Production Layouts Using 3D

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองของ Robotic Workcells

การผลิตและการจำลองแบบดิจิตอลของเวิร์กเซลล์หุ่นยนต์มุ่งเน้นไปที่การออกแบบการจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์และการเขียนโปรแกรมออฟไลน์ของเวิร์กเซลล์หุ่นยนต์และกระบวนการผลิตอัตโนมัติในบริบทของข้อมูลผลิตภัณฑ์และทรัพยากรการผลิต

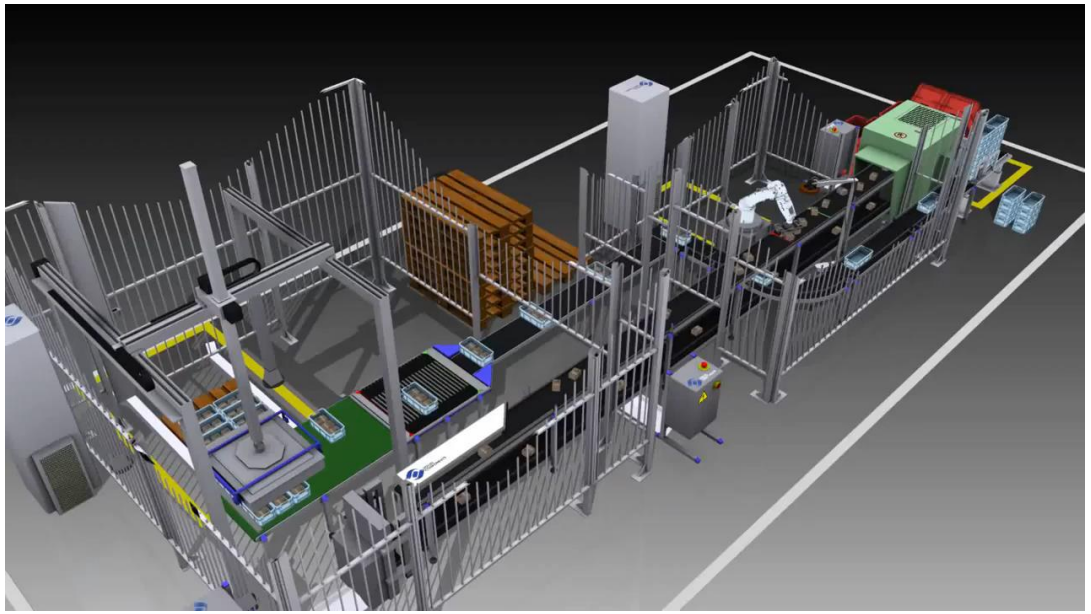
- ลดระยะเวลาการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด time-to-market, time-to-volume
- ปรับปรุงรูปแบบการผลิตและลดการลงทุน
- เครื่องจักรและอุปกรณ์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- มีอุปกรณ์ช่วยในการลำลียงที่เพียงพอ
- ขนาดบัฟเฟอร์ที่ปรับให้เหมาะสม
- การจัดการผลิตภัณฑ์ให้น้อยที่สุด



Robot offline programming (Delmia)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การจำลองของ Robotic Workcells



https://www.youtube.com/watch?v=JWPM_9bOMgU

https://www.youtube.com/watch?v=orUsJV31H3o

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

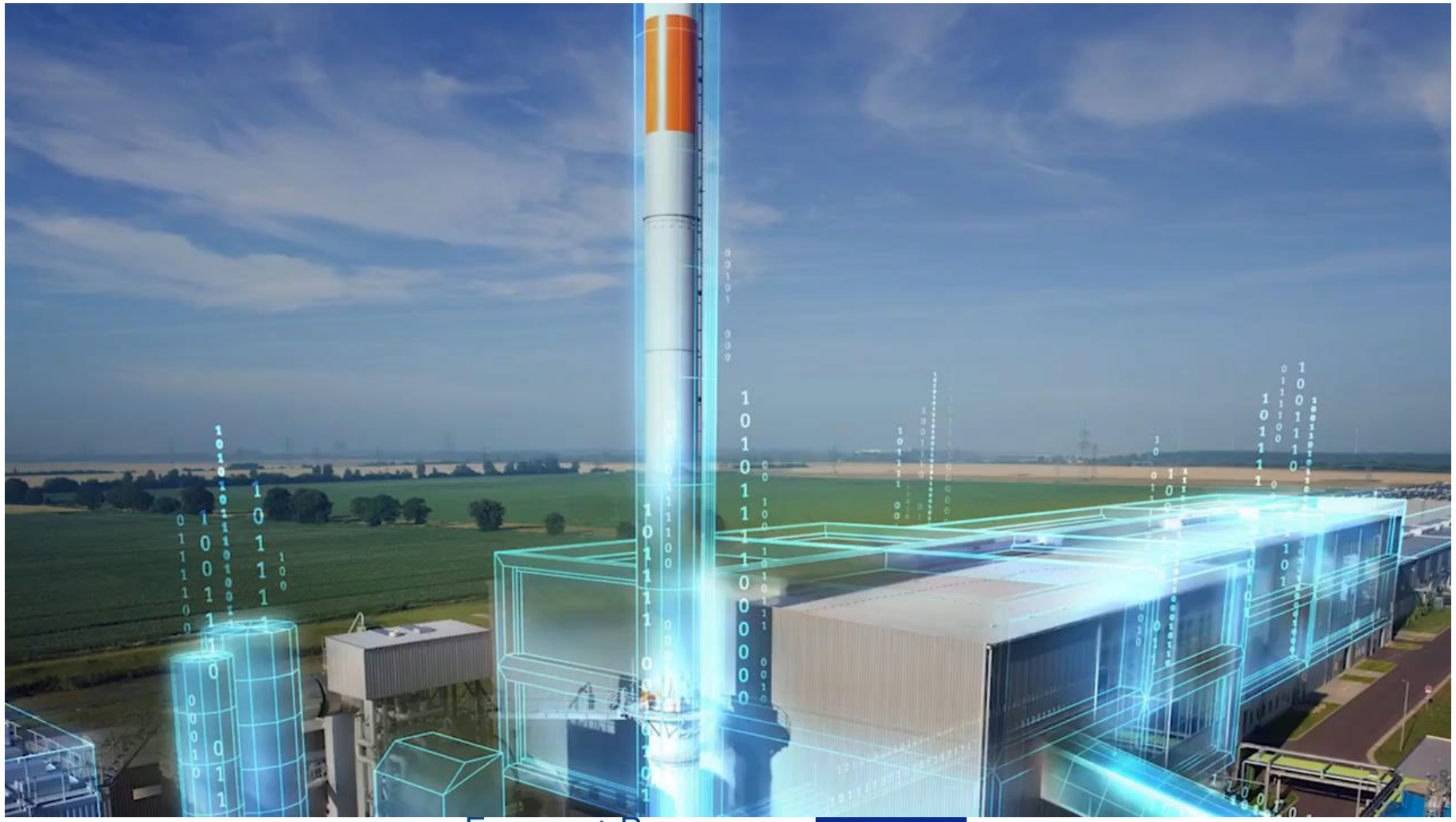
การจำลองทรัพยากรมนุษย์

การสร้างแบบจำลองที่ถูกต้อง สามารถจำลองและวิเคราะห์การออกแบบ การประกอบด้วยตนเอง สถานที่ทำงานด้วยตนเองและการดำเนินงานของมนุษย์ด้วยแบบจำลองเสมือนจริงแบบ 3 มิติ โดยมนุษย์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเวลาการดำเนินการและป้องกันปัญหาสุขภาพ การจำลองทรัพยากรมนุษย์มุ่งเน้นไปที่:

- การออกแบบรายละเอียดของการดำเนินงานด้วยตนเอง
- การตรวจสอบความเป็นไปได้ของงาน
- การวิเคราะห์ตามหลักสรีรศาสตร์
- การวิเคราะห์เวลา
- การสร้างคำแนะนำการทำงาน

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Plant Simulation software enables digitalization for the glass industry



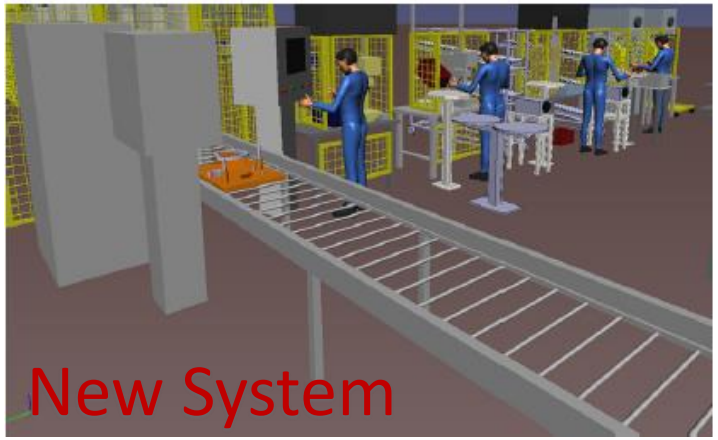
Siemens Tecnomatix Software สำหรับการผลิตอุตสาหกรรมดิจิทัล

- วิเคราะห์ระบบการผลิตด้วยการจำลองเชิงสถิติในรูปแบบ 2 มิติ (2D) และ 3 มิติ (3D)
- ช่วยกำจัดปัญหาคอขวดและเพิ่มปริมาณงาน
- ปรับการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ
- ทดสอบระบบการผลิตก่อนเริ่มต้นจริง

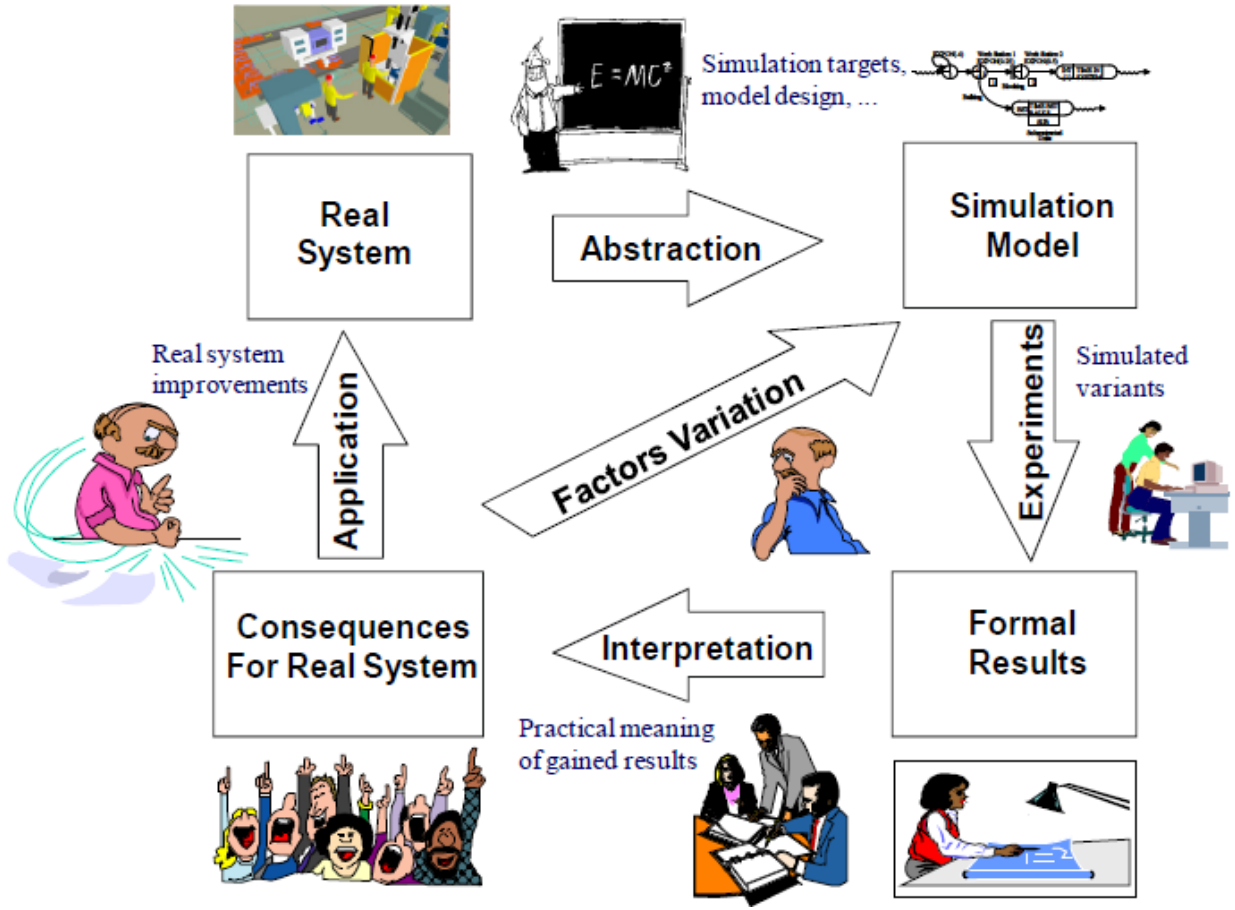
Source: https://www.dtm-thailand.com/content/5302/tecnomatix

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Siemens Tecnomatix Software สำหรับการผลิตอุตสาหกรรมดิจิทัล



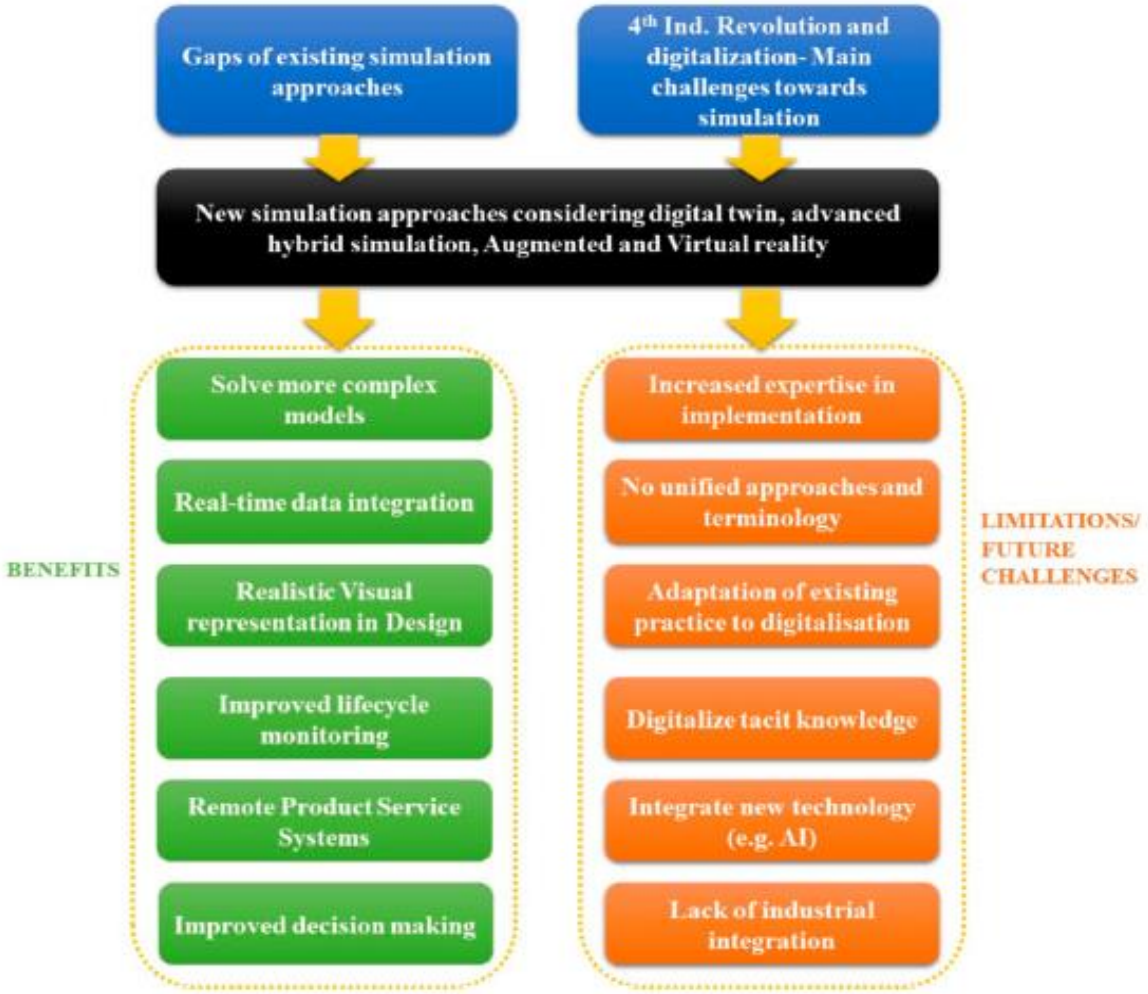
DMUs of Assembly Workplace (Gregor,M.&Medvecky,S.,2010)



Principle of Computer Simulation (Milan Gregor and Stefan Medvecky, 2010)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ประโยชน์ข้อ จำกัด และความท้าทายในอนาคต



d by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Thank you

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union