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

โรงงานดิจิทัล
การระบุจุดวิกฤติจากโรงงานและการปรับปรุง

โมดูล III: การวิเคราะห์จากโรงงานดิจิทัล: จากการวิเคราะห์ไปสู่วิธีการปรับปรุงโรงงาน

ศาสตราจารย์ ดร.อรรถกร เก่งพล

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

ผลการเรียนรู้

เสนอแพลตฟอร์มโรงงานดิจิทัลของโรงงานกรณีศึกษา ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ (การออกแบบ, โมดูล III)

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

เนื้อหา

กรณีศึกษาทางอุตสาหกรรม

- สมดุลสายการผลิต (Production line balancing)
- คอขวดของการผลิต (Production bottlenecks)
- กระบวนการผลิตและโลจิสติกส์ (Production and logistics processes)
- สถานการณ์การผลิต (Production scenarios)
- ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน (Aircraft engine parts)
- ยางรถยนต์ (Tire Automotive)
- ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ (Automated guided vehicles)
- ปฏิบัติงานของมนุษย์และหุ่นยนต์ (Human and Robot operation)
- การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์ (Human–robot collaboration: HRC)
- การยศาสตร์ในทางปฏิบัติ (Ergonomics in Practice)
- Digital Mock-Up สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องกล (Digital Mock-Up for Mechanical products)
- เทคโนโลยีการออกแบบยานอวกาศ (Spacecraft Collaborative Design Technology)

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

แนวคิดของการผลิตแบบดิจิทัล

การผลิตแบบดิจิตอลสามารถใช้ในด้านดังต่อไปนี้ :

❑ การวางแผนการผลิต

1. กำหนดกระบวนการผลิตระดับสูง
2. การวางแผนกระบวนการ (การประกอบและการติดตั้ง)
3. กำหนดคำแนะนำในการทำงานและขั้นตอนการทำงาน
4. การออกแบบและวิเคราะห์กระบวนการโดยละเอียด

❑ การจำลองและการจำลองทรัพยากรโดยละเอียด

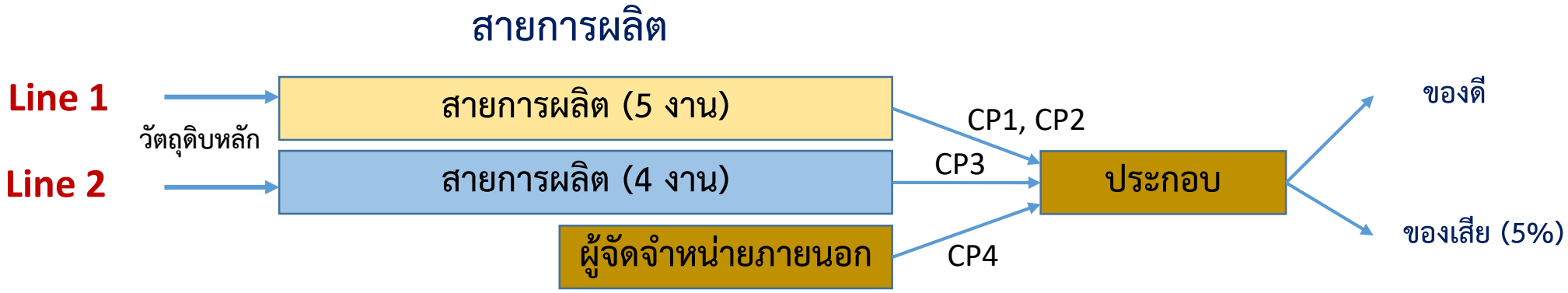
1. นิยามกระบวนการและการตรวจสอบความถูกต้อง
2. แผนผังโรงงานแบบ 3 มิติ
3. การจำลองและอุปกรณ์เครื่องมือ
4. การจำลองตามหลักสรีรศาสตร์

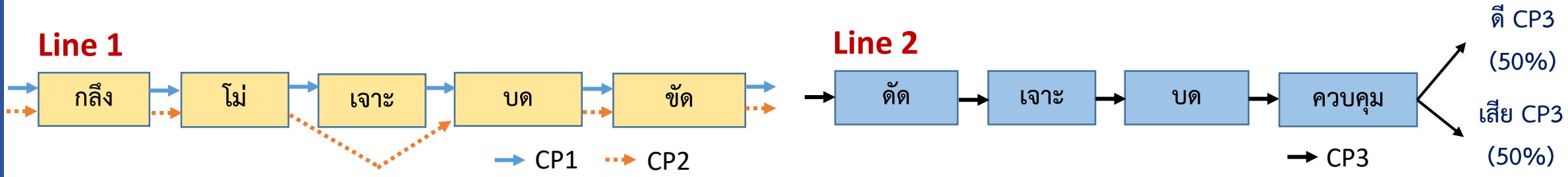
❑ การตรวจสอบและการทดสอบเสมือนจริง

1. การตรวจสอบลอจิกควบคุม
2. การตรวจสอบ Kinematic (หุ่นยนต์)
3. การตรวจสอบการประกันคุณภาพ / การปรับปรุงกระบวนการ
4. การตรวจสอบตำแหน่งเซนเซอร์ / มาตรวิทยา
5. การทดสอบเดินเครื่อง / ตรวจสอบระบบเสมือนจริง
6. รู้ว่าระบบการผลิตใช้งานได้จริงก่อนเริ่มทำงาน

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

สมดุลสายการผลิต





รูปแบบของกระบวนการผลิตที่มีการประกอบ

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

Zupan, 2015

สมดุลสายการผลิต

จุดวิกฤติ

- *เกิดคอขวด (bottlenecks) – การขนส่ง รถยกและช่วงเวลาของวัตถุดิบที่เข้าสู่ทั้งสองสายการผลิต*
- *รถยกไม่สามารถขนส่งชิ้นส่วนใหม่ทั้งหมดจากสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2 ไปยังสถานที่ประกอบ*

การปรับปรุง

- เพิ่มเติมรถยกหนึ่งคันในแต่ละสายการผลิต จะสามารถกำจัดคอขวดแรกออกได้
- ปรับช่วงเวลาของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าไปในแต่ละสายการผลิต สามารถกำจัดคอขวดที่สองได้

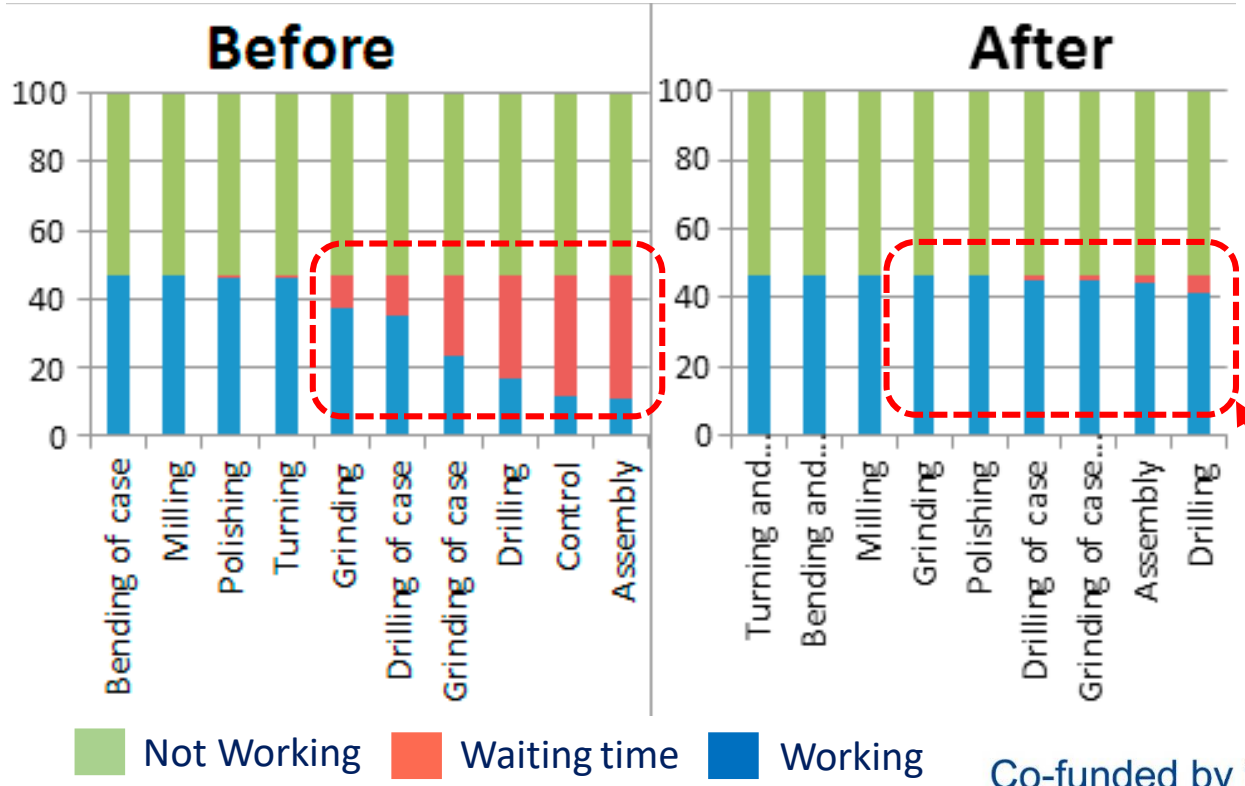
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Zupan, 2015

สมดุลสายการผลิต

ผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์

ภาพรวมเกี่ยวกับเวลาการใช้งานของเครื่องจักรในสายการผลิตทั้งสอง ที่สถานะก่อนและหลังการปรับสมดุลสายการผลิตจะแสดงดังนี้



- หลังจากการดำเนินการตามการปรับสมดุลของสายการผลิต พบว่า**แทบจะไม่มีการดำเนินการใด ๆ รอส่วนประกอบ**จากการดำเนินการก่อนหน้านี้
- **รอบเวลาการผลิตลดลง**เกือบสี่เท่าและรอบเวลาการทำงานใกล้เคียงกับเวลาการประกอบ

เวลารอคอยลดลง

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

Zupan, 2015

สมดุลสายการผลิต

การระบุจุดวิกฤต	เกิดคอขวด (bottlenecks) – การขนส่ง รถยกและช่วงเวลาของวัตถุดิบที่เข้าสู่ทั้งสองสายการผลิต รถยกไม่สามารถขนส่งชิ้นส่วนใหม่ทั้งหมดจากสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2 ไปยังสถานที่ประกอบ
ตัวบ่งชี้	สถานะของบัฟเฟอร์, เวลาการใช้งานของเครื่อง
การปรับปรุง	เพิ่มรถยกหนึ่งคันในแต่ละสายการผลิตจะสามารถกำจัดคอขวดแรกออกได้ ปรับช่วงเวลาของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าไปในแต่ละสายการผลิตสามารถกำจัดคอขวดที่สองได้
ผลลัพธ์	ไม่มีการดำเนินการใด ๆ รอ รอบเวลาการผลิตลดลง

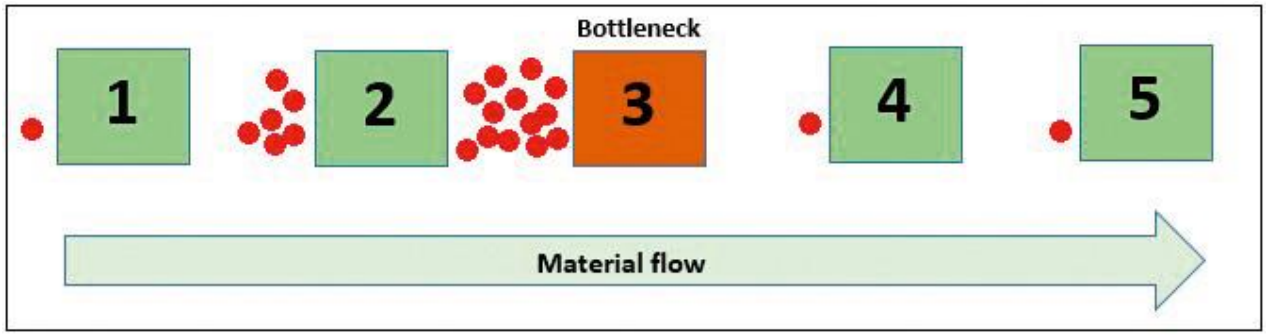
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Zupan, 2015

คอขวดของการผลิต

- **การนำเสนอการวิเคราะห์และการประเมินของสายการผลิตที่เลือกในสองโมเดล การศึกษาช่วยให้การประเมินเบื้องต้นของประสิทธิภาพขององค์ประกอบเฉพาะในกระบวนการและการบ่งชี้ของคอขวด**

- แบบจำลองสถานการณ์ช่วยประเมินความหลากหลายของการผลิตและประสิทธิภาพ นอกจากนี้การจำลองยังช่วยให้ใช้กลยุทธ์และขั้นตอนใหม่ ๆ ในการตรวจสอบการผลิตในระบบที่ได้รับการแก้ไขปัญหาคอขวด และตรวจสอบการไหลของวัสดุ เพื่อเพิ่มผลผลิตในขณะที่สินค้าคงคลังลดลงและลดต้นทุนของการเปลี่ยนแปลงที่ดำเนินการได้



แนวคิดเรื่องคอขวด (bottlenecks)

Kikolski, 2016

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

คอขวดของการผลิต

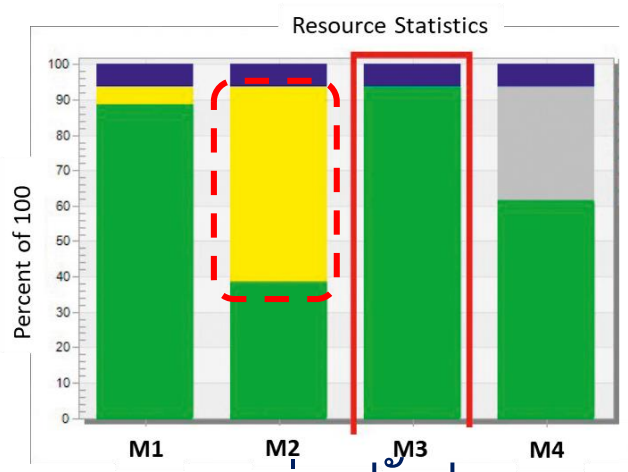
ค่าสถิติโดยละเอียดในโมเดลพื้นฐาน

Workplace	Working time [%]	Waiting time [%]	Blocked time [%]	Paused time [%]
M1	88.75	–	5.00	6.25
M2	38.29	0.18	55.28	6.25
M3	93.58	0.17	–	6.25
M4	61.22	32.53	–	6.25

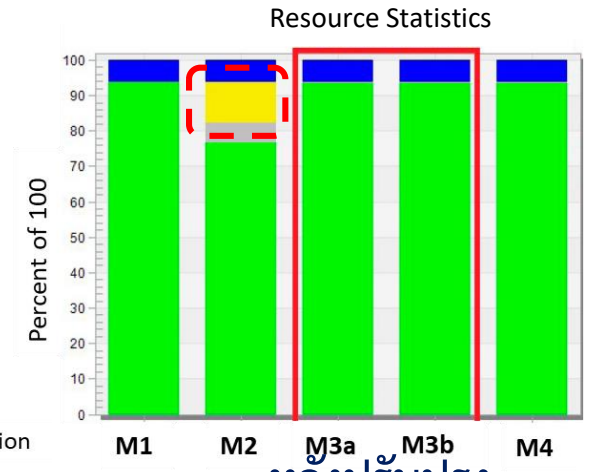
ค่าสถิติโดยละเอียดในการเพิ่มโมเดล

Workplace	Working time (percentage)	Waiting time (percentage)	Blocked time (percentage)	Paused time (percentage)
M1	93.75%	–	–	6.25%
M2	76.58%	5.59%	11.58%	6.25%
M3a	93.58%	0.17%	–	6.25%
M3b	93.49%	0.26%	–	6.25%
M4	61.22%	32.53%	–	6.25%

การเพิ่มโมเดลไม่ได้แก้ปัญหาคอขวดที่สถานี M3 อย่างเต็มที่ แต่เป็นการปรับปรุงการทำงานของสายการผลิตให้ทำงานอย่างราบลื่นและสมดุลมากขึ้น



ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง

Kikolski, 2016

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

คอขวดของการผลิต

การระบุจุดวิกฤต	M3 เป็นคอขวดของกระบวนการวิเคราะห์ สถานี M3 ทำให้เกิดการหยุดชะงักอย่างมากที่สถานี M2 เกิดเวลารอคอยผลิตภัณฑ์ที่สถานี M4
ตัวบ่งชี้	ค่าสถิติทรัพยากร, เวลาทำงาน, เวลาหยุดทำงาน, เวลารอคอย
การปรับปรุง	ขยายสถานีขนานของโหนดงาน M3 ซึ่งเป็นคอขวดของกระบวนการส่งออก
ผลลัพธ์	เพิ่มกำลังการผลิตของกระบวนการ, ลดการหยุดชะงักที่สถานี M2 และลดการรอคอยของส่วนประกอบที่สถานี M4 สายการผลิตที่วิเคราะห์เริ่มทำงานได้อย่างราบรื่นและสมดุลมากขึ้น

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

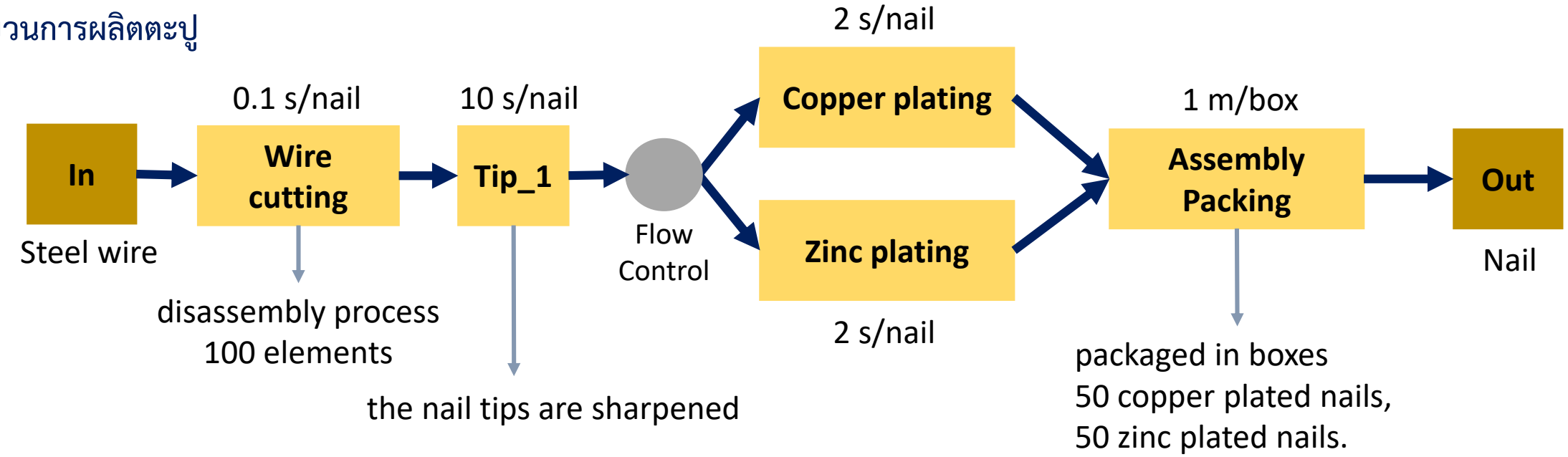
Kikolski, 2016

กระบวนการผลิตและโลจิสติกส์

❑ การผลิตตะปู

จำลองเหตุการณ์ที่ไม่ต่อเนื่องและสร้างแบบจำลองดิจิตอลของระบบโลจิสติกส์ (เช่น การผลิต) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสายการผลิตตลอดจนกระบวนการโลจิสติกส์แต่ละรายการ

กระบวนการผลิตตะปู



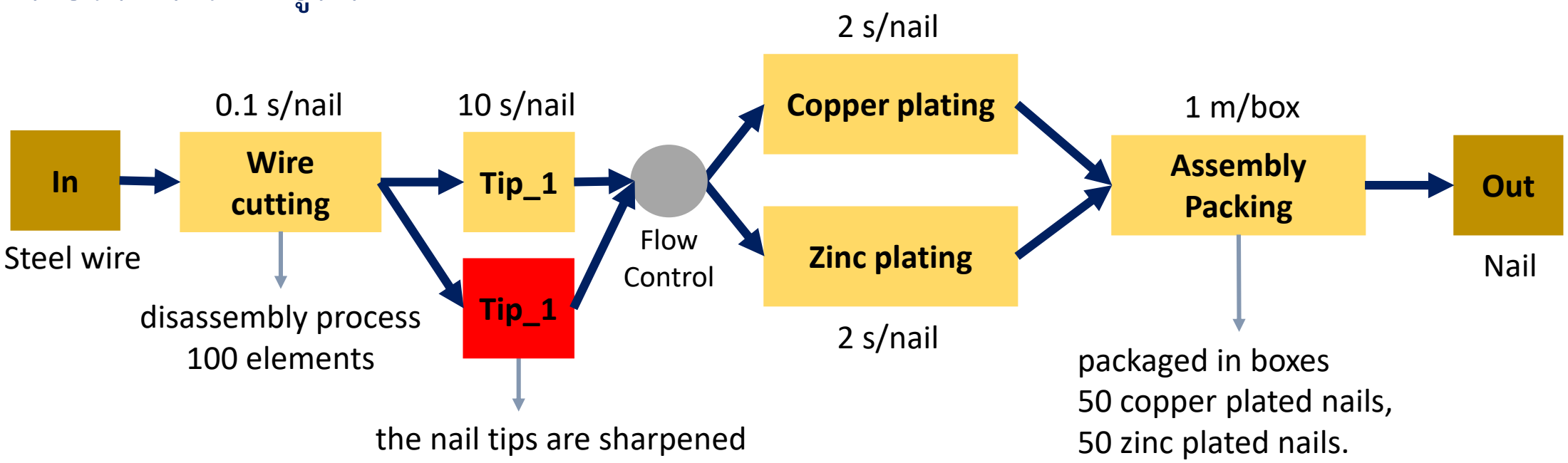
Siderska, 2016

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

กระบวนการผลิตและโลจิสติกส์

เพิ่มสถานีงานขนานกับสถานี “Tip” อีก 1 สถานี
การตั้งค่าของสถานีนั้นเหมือนกับสถานีของเครื่องหลัก

กระบวนการผลิตตะปูใหม่



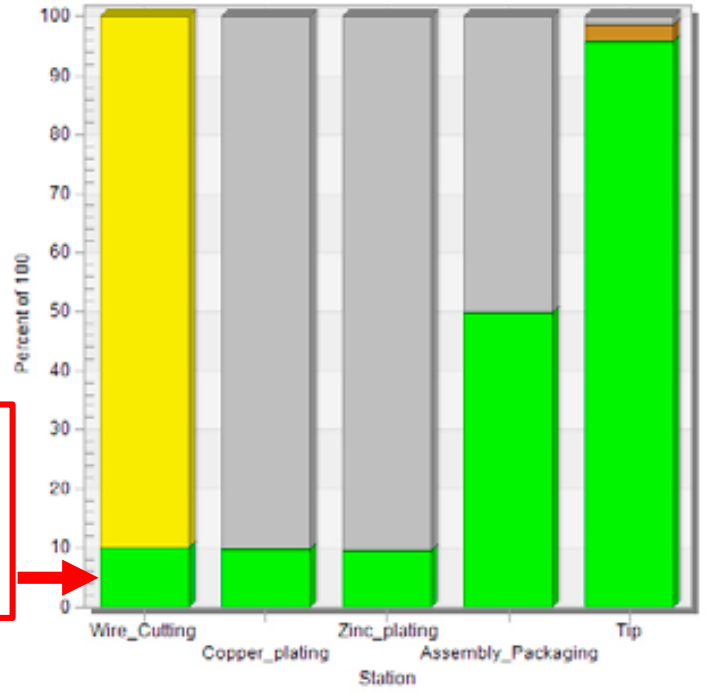
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Siderska, 2016

กระบวนการผลิตและโลจิสติกส์

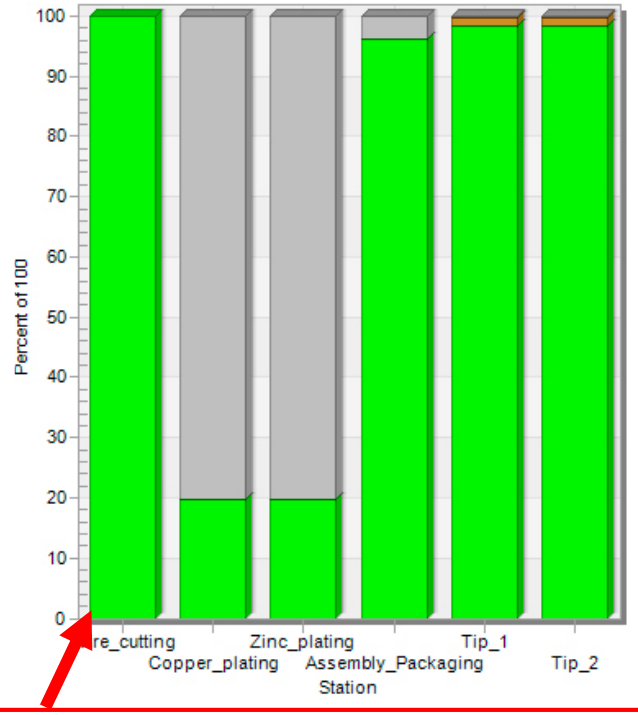
Before

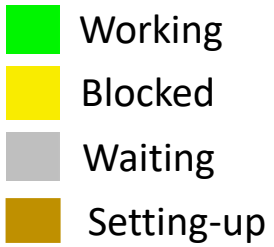
Resource Statistics



After

Resource Statistics





กำลังการผลิตเครื่องตัดลวดใช้เพียง 10% สถานีนี้ถูกบล็อกโดยเครื่อง “Tip” ซึ่งเป็นคอขวดในกระบวนการนี้

เครื่องตัดลวดทำงานตลอดเวลาในขณะนี้และกำลังการผลิต 100% ถูกใช้งานจริง เครื่องนี้ไม่ได้ถูกบล็อกโดยสถานีงาน “Tip” อีกต่อไป

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

Siderska, 2016

กระบวนการผลิตและโลจิสติกส์

การระบุจุดวิกฤต	เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสายการผลิตรวมถึงกระบวนการโลจิสติกส์ สถานีนี้หยุดชะงักโดยเครื่อง “Tip” ซึ่งเป็นคอขวดในกระบวนการนี้
ตัวบ่งชี้	ค่าสถิติทรัพยากร
การปรับปรุง	เพิ่มสถานีงานขนานกับสถานี “Tip” อีก 1 สถานี การตั้งค่าของสถานีนั้นเหมือนกับสถานีของเครื่องหลัก
ผลลัพธ์	เครื่องตัดลวดทำงานตลอดเวลาในขณะนี้และกำลังการผลิต 100% ถูกใช้งานจริง เครื่องนี้ไม่ได้หยุดชะงักโดยสถานีงาน “Tip” อีกต่อไป นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ผลของการลดเวลาในการประกอบของกล่องหนึ่งจาก 60 เป็น 30 วินาที ทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากถึง 1,726 ชิ้นภายใน 24 ชั่วโมง

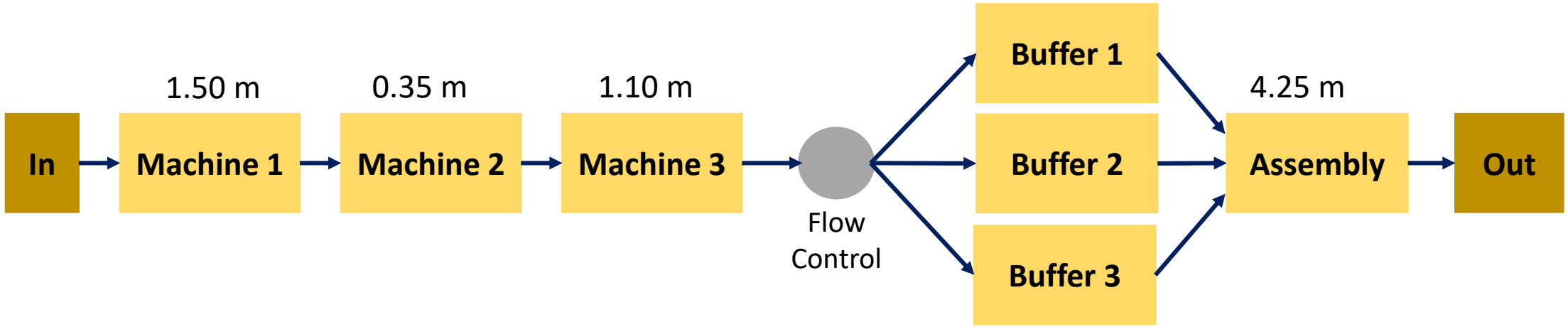
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Siderska, 2016

สถานการณ์การผลิต

- นำเสนอความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ในการศึกษาสถานการณ์การผลิตที่เลือก

รูปแบบของกระบวนการวิเคราะห์

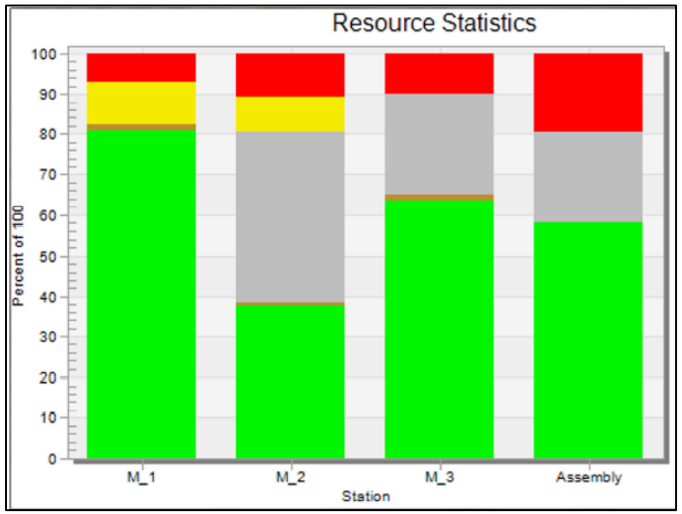


Kikolski, 2017

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

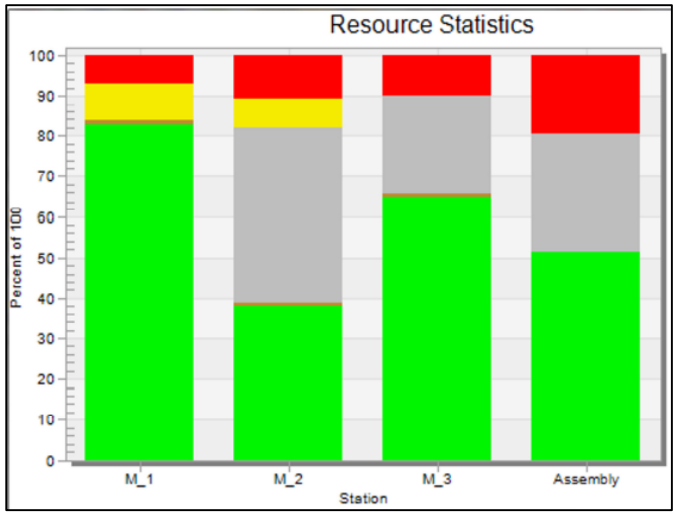
สถานการณ์การผลิต

สถานการณ์ 1 (ปัจจุบัน), *30 รายการ*



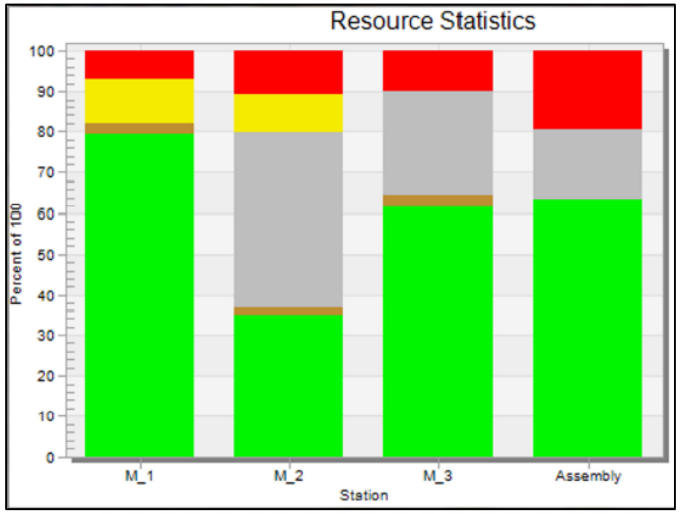
ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย = 63 รายการ

สถานการณ์สมมติ 2, *45 รายการ*



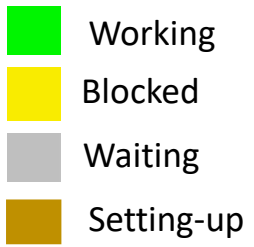
ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย = 56 รายการ

สถานการณ์สมมติ 3, *15 รายการ*



ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย = 69 รายการ

(องค์ประกอบ)



- ระยะเวลาการจำลองสันนิษฐานว่าหนึ่งกะ 8 ชั่วโมง
- การวิเคราะห์แบบจำลองสรุปว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในระบบที่มีองค์ประกอบในแบทช์ 15 รายการ
- ปรากฏว่าการเพิ่มแบทช์ของส่วนประกอบที่ป้อนลดประสิทธิภาพการผลิตลง

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

Kikolski, 2017

สถานการณ์การผลิต

การระบุจุดวิกฤต	ปริมาณสต็อคลดลงและสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง
ตัวบ่งชี้	ค่าสถิติทรัพยากร, จำนวนผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย
การปรับปรุง	การวิเคราะห์ภาพจำลองสำหรับจำนวนรายการของแต่ละองค์ประกอบในระบบสุดท้ายเลือกสถานการณ์การผลิตที่ดีที่สุดคือ จำนวนผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายสูงสุด
ผลลัพธ์	การลดแบทช์ที่เข้าสู่ระบบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและการไหลของการถ่ายโอนได้

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

Kikolski, 2017

ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน

- ภาพจำลองอุตสาหกรรมกรณีศึกษา 2 กรณี ได้แก่ การผลิตจำนวนมากและการผลิตแบบกลุ่มเล็ก ถูกจำลองโดยมีจุดประสงค์ในการปรับปรุงมาตรการด้านประสิทธิภาพที่ระบุเกี่ยวกับการผลิตเซลล์การผลิต เช่น ปริมาณงานหรือการใช้ทรัพยากร
  - การผลิตแบบกลุ่มเล็ก ในภาคการบินและอวกาศ

แบบจำลองสถานการณ์มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและเวลาในการรับแบทช์ คือเวลาที่ใช้ในการผลิตส่วนประกอบทั้งหมด

การขัดมักจะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงาน แต่สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการใช้ระบบอัตโนมัติระดับสูงขึ้น เช่น หุ่นยนต์

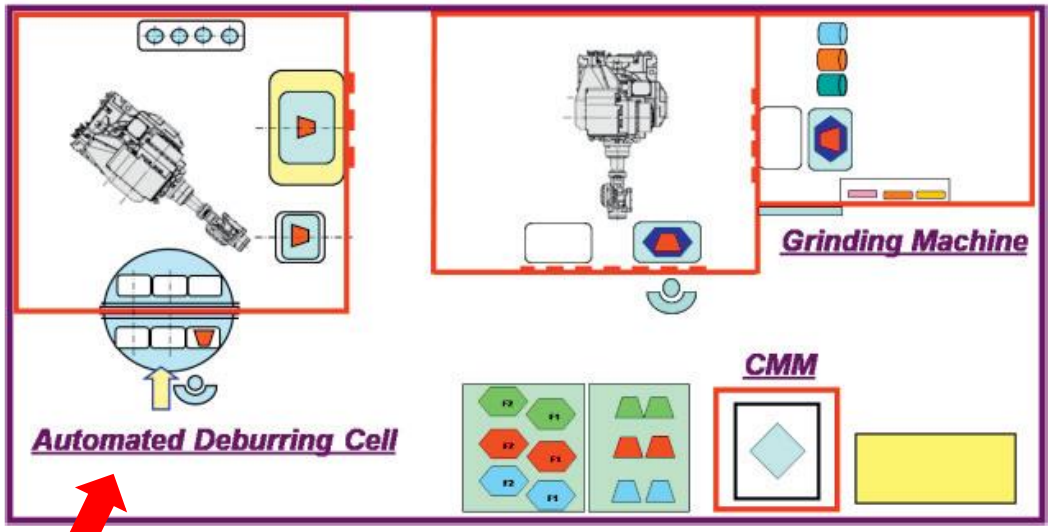
การขัด

Caggiano, 2013

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

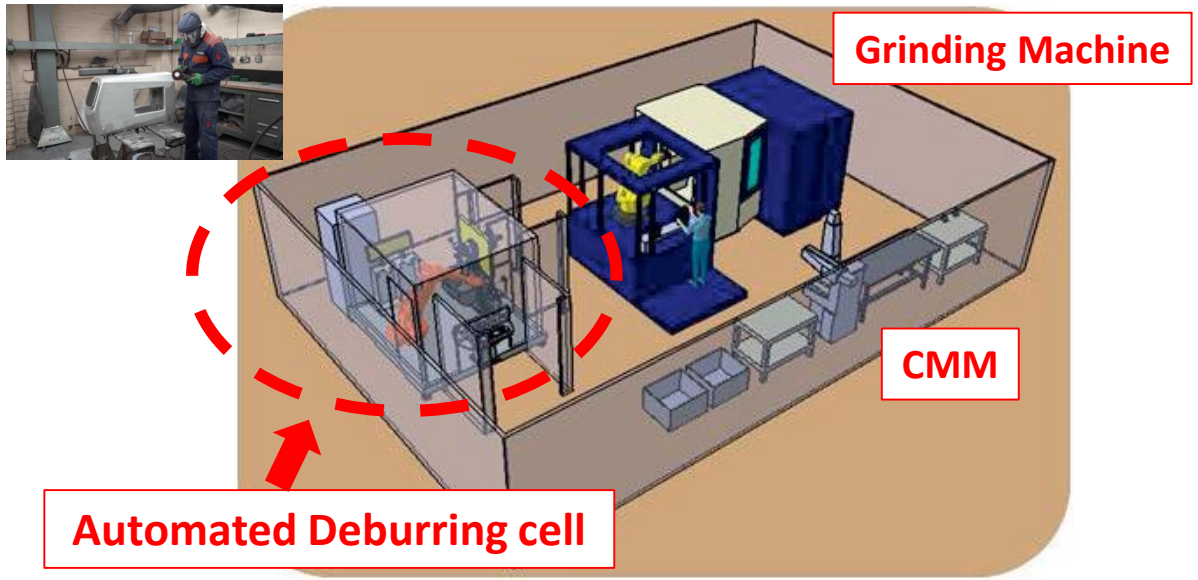
ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน

เพื่อลดความเสี่ยงและปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์การผลิต ที่กำหนดค่าใหม่จะมีการออกแบบเซลล์แบบหักล้างอัตโนมัติ ที่มาพร้อมกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม



โครงร่างของเซลล์การผลิตที่กำหนดค่าใหม่

โมเดลการจำลองการเคลื่อนไหว 3 มิติของเซลล์การผลิตที่ กำหนดค่าใหม่รวมถึงเครื่องมือ เครื่องจักร, เครื่องวัดพิกัด (CMM) และเซลล์ลบคมอัตโนมัติ



การจำลองการเคลื่อนไหว 3 มิติ

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

ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน

การระบุจุดวิกฤต	การปฏิบัติการขัดจะดำเนินการด้วยตนเองโดยผู้ปฏิบัติงานมนุษย์ ซึ่งทำตามขั้นตอนที่ต้องใช้ประสบการณ์มาก ความสามารถของตนเอง การดำเนินการที่ไม่ถูกต้องหรือการไม่ตั้งใจของมนุษย์สามารถสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อการประกอบได้ การขัดมักจะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงาน
ตัวบ่งชี้	การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเซลล์การผลิต
การปรับปรุง	ใช้ระบบอัตโนมัติระดับสูงขึ้น เช่น หุ่นยนต์
ผลลัพธ์	เพิ่มปริมาณงานของเซลล์การผลิตโดยรวมหมายเลขชิ้นส่วนภายนอกและเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ของเซลล์แบบลบคมจาก 9% เป็น 44%

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

Caggiano, 2013

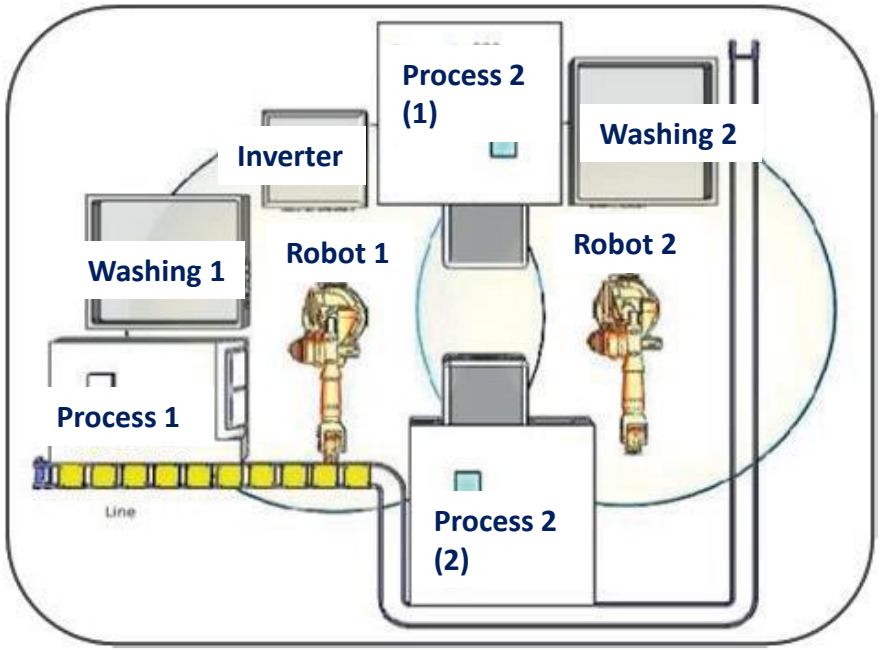
ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน

- **การผลิตจำนวนมาก**

ปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์การผลิตโดยแสดงระดับปริมาณงานที่ต้องการ เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของเซลล์การผลิตและตรวจสอบวิธีการบรรลุเป้าหมาย

การดำเนินการจำลองครั้งแรกจะดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตัวเลขเกี่ยวกับปริมาณงานของเซลล์การผลิตในปัจจุบันและการใช้ทรัพยากร และเพื่อทำการวิเคราะห์คอขวดเพื่อระบุองค์ประกอบที่สำคัญ

หนึ่งในองค์ประกอบเหล่านี้แต่ละตัวมีสองตัวแปรหลักคือ:
รอบเวลาการทำงานและ**ความพร้อมของเครื่อง**

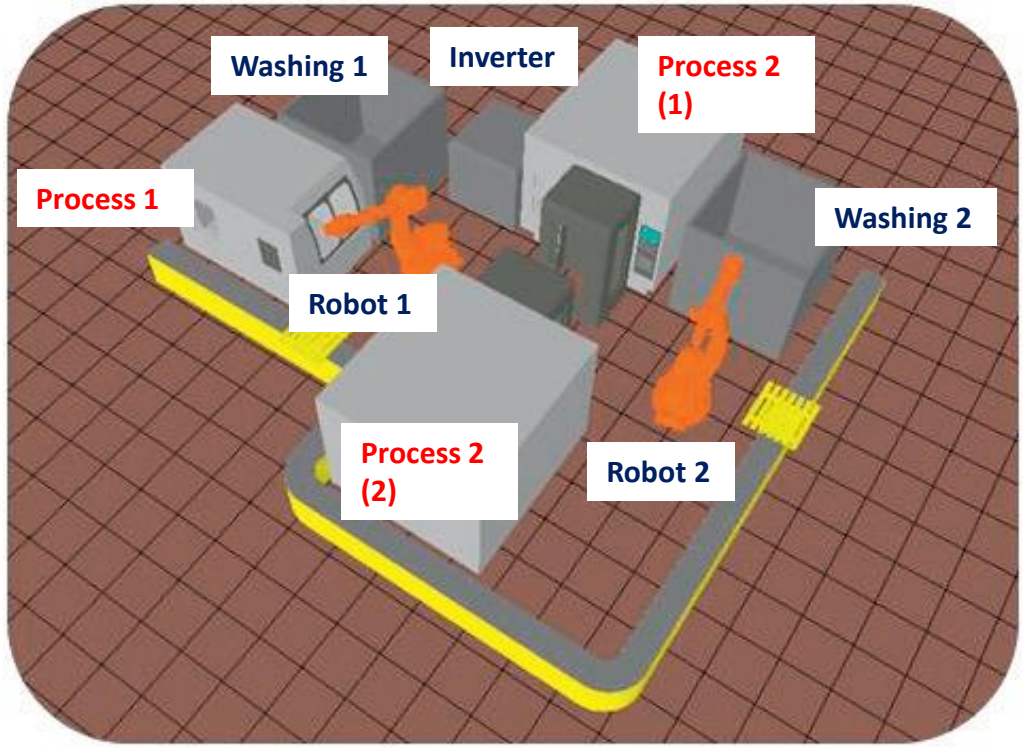


แผนผังของโมเดลการผลิตเซลล์ DES (Tecnomatix)

Caggiano, 2013

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

ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน



แผนผังของโมเดลการผลิตเซลล์ DES

- แบบจำลองสถานการณ์ใหม่ถูกตั้งค่าด้วยพารามิเตอร์ 6 ตัว (เวลาดำเนินการและความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรสำหรับเครื่องมือเครื่องจักรทั้งสาม) อัลกอริทึมที่ระบุจะให้ผลลัพธ์ใหม่ในแง่ของปริมาณงาน และการใช้ทรัพยากร
- การออกแบบการทดสอบหลายระดับที่มีการรวมกันของพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ 6 ชุด มีการทดลองจำนวนมาก

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

Caggiano, 2013

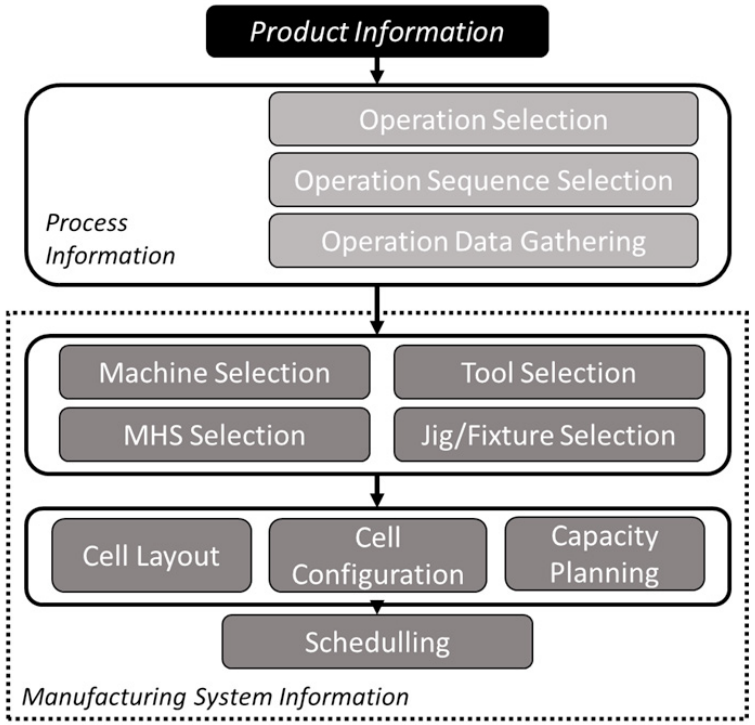
ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน

การระบุจุดวิกฤต	ปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์การผลิตโดยการบรรลุระดับปริมาณงานที่ต้องการซึ่งแสดงเป็นจำนวนหน่วยที่ผลิตต่อวันให้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการทำงานที่ระบบสามารถจัดการได้
ตัวบ่งชี้	รอบเวลาการทำงานและความพร้อมของเครื่อง
การปรับปรุง	ตั้งค่าด้วยพารามิเตอร์ 6 พารามิเตอร์: เวลาดำเนินการและความพร้อมใช้งานของเครื่องสำหรับเครื่องมือทั้งสามเครื่อง
ผลลัพธ์	ผลลัพธ์ใหม่ในแง่ของปริมาณงาน (เพิ่มขึ้นประมาณ 4%) และลดการใช้ทรัพยากร

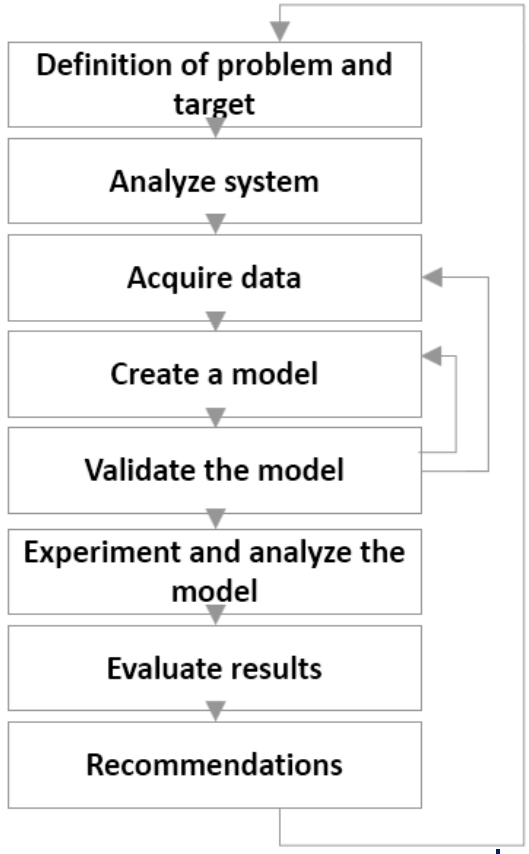
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ยางรถยนต์

- วิธีการพัฒนา แนะนำและปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจเพื่อช่วยในการออกแบบโรงงานและการดำเนินงานโดยใช้แบบจำลอง



กิจกรรมการวางแผนองค์กร

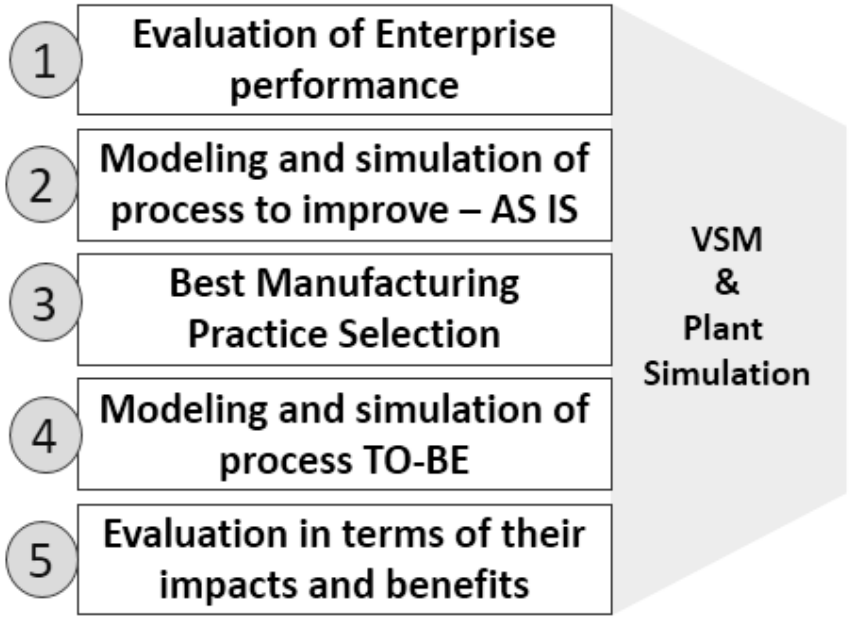


ขั้นตอนสำหรับการใช้แบบจำลองตามที่ระบุไว้

Chavarria , 2018

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

ยางรถยนต์



วิธีการประเมินผลการปฏิบัติที่ดีที่สุดในการผลิต

[Molina and Medina 2000]

ดังนั้นกิจกรรมที่ทำในแต่ละรอบการวิจัยเชิงปฏิบัติมีดังนี้:

- **การวางแผน (Plan):** (1) กำหนดปัญหาและเป้าหมายตามชุดกิจกรรมการวางแผนขององค์กร (2) กำหนดชุดวัตถุประสงค์ (3) กำหนดเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับการวิเคราะห์ทางเลือก (มาตรการเชิงวัตถุประสงค์) และ (4) เสนอข้อเสนอหนึ่งข้อขึ้นไป ทางเลือกของระบบการผลิต
- **การปฏิบัติ (Act):** (1) กำหนดประเภทของแบบจำลอง (2) พัฒนาแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้อง ทำการทดลอง(ถ้าจำเป็น)
- **การสังเกต (Observe):** (1) จำลองตามแบบจำลองและ (2) ประเมินผลตามวัตถุประสงค์
- **สิ่งที่ได้ (Reflect):** (1) ระบุหนึ่งหรือหลายแนวทางในการปฏิบัติตามผลลัพธ์ของขั้นตอนการสังเกตและเริ่มรอบใหม่หากจำเป็น

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

Chavarria , 2018

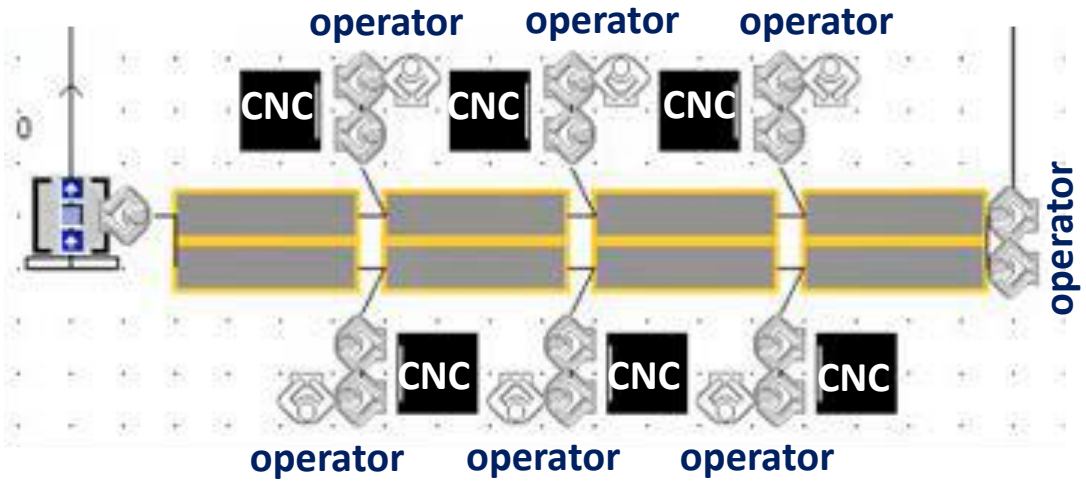
ยางรถยนต์

กรณีศึกษา ผู้จัดจำหน่ายรถยนต์

ระบบการผลิตได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นส่วนได้ถึง 500,000 ชิ้นต่อปี

ตัวอย่างที่ 1: กลยุทธ์ของผู้ปฏิบัติงาน

- กำหนดกลยุทธ์การโหลดและการขนถ่ายผู้ปฏิบัติงานที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มเครื่อง CNC หกเครื่อง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสองคนโหลดและขนถ่ายชิ้นส่วน
- ผู้ปฏิบัติงานหนึ่งรายมีหน้าที่รับผิดชอบในการขนถ่ายวัสดุสามเครื่อง
- ระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ในทางเดินและระยะทางระหว่างเครื่องได้จากการจัดวางเครื่องจักร



แบบจำลองการทำงานสำหรับการขนถ่ายวัสดุในการควบคุมเชิงตัวเลข

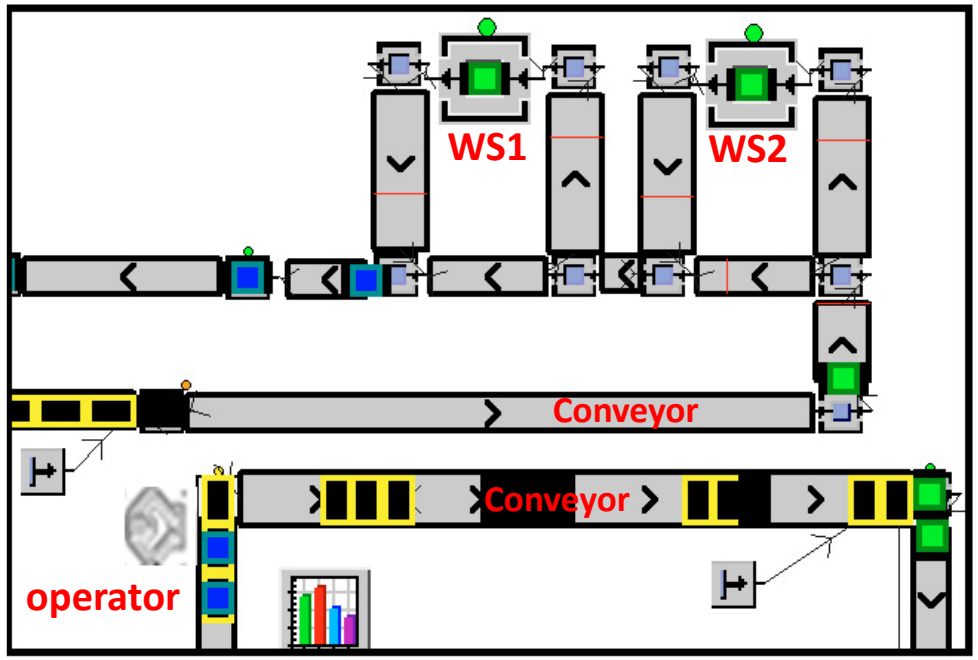
Chavarria , 2018

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

ยางรถยนต์

กรณีศึกษา ผู้จัดจำหน่ายรถยนต์

ตัวอย่างที่ 2: จำนวนพาเลทที่เหมาะสม



Integrated Model สำหรับการทำงานอัตโนมัติสองแบบ

- การขนถ่ายวัสดุในโรงงานใหม่จะดำเนินการโดยผู้ปฏิบัติงานและผ่านระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ
- ระบบประกอบด้วยเวิร์กสเตชันสองเครื่อง แต่ละเครื่องมีสายพานลำเลียงอัตโนมัติ
- ผู้ประกอบการถ่ายโอนแต่ละพาเลทจากเวิร์กสเตชัน WS1 ไปยังเวิร์กสเตชัน WS2

- วัตถุประสงค์คือเพื่อ**คำนวณจำนวนพาเลทในแต่ละเวิร์กสเตชัน**
- การวัดค่าแบบมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มผลผลิตของจำนวนชิ้นส่วนที่ผลิตต่อสัปดาห์

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

Chavarria , 2018

ยางรถยนต์

การระบุจุดวิกฤต	สร้างมุมมองเทคโนโลยีจาก Sensing, Smart and Sustainable Enterprise Reference Model (S3E-RM) ซึ่งช่วยให้การออกแบบองค์กรการผลิตแบบบูรณาการปรับปรุงกระบวนการออกแบบผังโรงงานโดยสร้างการคาดการณ์ที่แม่นยำทำให้สามารถประเมินทางเลือกที่แตกต่างกัน
ตัวบ่งชี้	ผลผลิต, จำนวนพาเลทที่เหมาะสม
การปรับปรุง	หากลยุทธ์ของผู้ปฏิบัติงานและจำนวนพาเลทที่เหมาะสม
ผลลัพธ์	กลยุทธ์ผู้ปฏิบัติงาน: กลยุทธ์ที่ดีที่สุดคือกลยุทธ์ 3 ข้อมูลที่ได้จากโรงงานจริงจะถูกใช้เพื่อปรับโมเดลและทำการปรับปรุงหากจำเป็น จำนวนพาเลท: เมื่อเปรียบเทียบกับการประมาณการเบื้องต้นจำนวนพาเลทที่เหมาะสมแสดงถึงการเพิ่มขึ้น 40 ส่วนต่อสัปดาห์

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

Chavarria , 2018

ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ

- **แนะนำวิธีการกำหนดจำนวนรถยนต์นำทางอัตโนมัติและการเลือกเส้นทางการขนส่งภายในบริษัทที่ดีที่สุด**
  - ระบบโลจิสติกส์ภายในโรงงานซึ่งมุ่งเน้นการเติบโตของปริมาณการผลิต การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะต้องมีเส้นทางการขนส่งภายในใหม่

การคำนวณแบบคงที่ของจำนวนยานพาหนะและการรวบรวมข้อมูล

- ต้องทำการคำนวณก่อนการรวบรวมข้อมูล
- บริษัทดำเนินการในโหมดการทำงานแบบสามกะ ซึ่งคาดว่าจะใช้เวลาทำงานของยานพาหนะต่อกะเป็น 7.5 ชั่วโมง ยานพาหนะจะชาร์จที่สถานีชาร์จอย่างรวดเร็วในช่วงพักครึ่งชั่วโมงของคนงาน
- ข้อมูลอื่นที่ต้องคำนวณคือพารามิเตอร์**ความเร็วของยานพาหนะ** และ**เวลาในการโหลดและขนถ่าย**

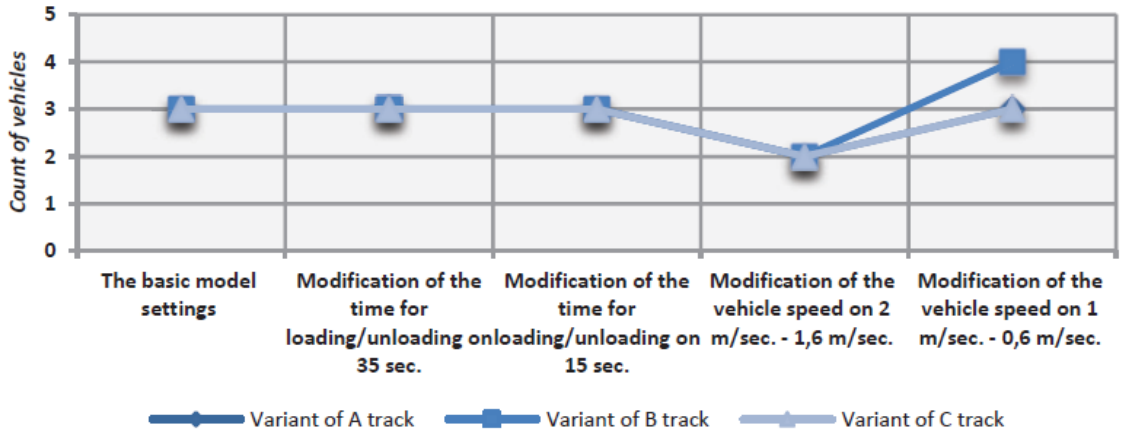
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ

การปรับพารามิเตอร์**ความเร็ว**สองรายการดำเนินการดังนี้:

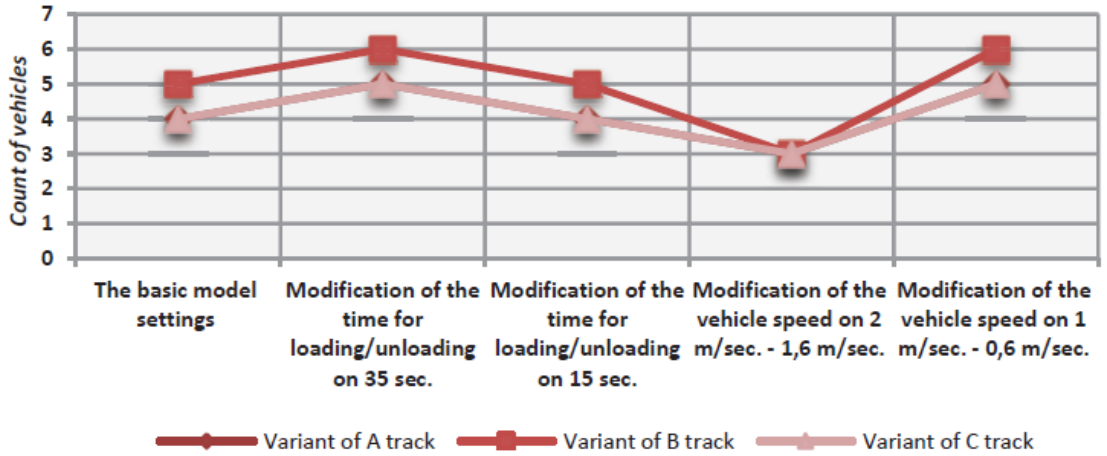
- ความเร็วของยานพาหนะ**ลดลง** 1 ม. / ต่อวินาทีเป็นเส้นตรงและ 0.5 มม. / ต่อวินาทีบนโค้ง
- ความเร็วของยานพาหนะ**เพิ่มขึ้น** 2 ม. / ต่อวินาทีเป็นเส้นตรงและ 1.6 เมตร / ต่อวินาทีบนโค้ง

จำนวนการพัฒนาของยานพาหนะในการตั้งค่าระบบเฉพาะ
สำหรับสถานะการผลิตจริง



การทดลองแบบจำลอง

สำหรับสถานะการผลิตในอนาคต
(เพิ่มสูงสุด 66 ชิ้น)



โมเดลพื้นฐาน

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

Vavrík, 2017

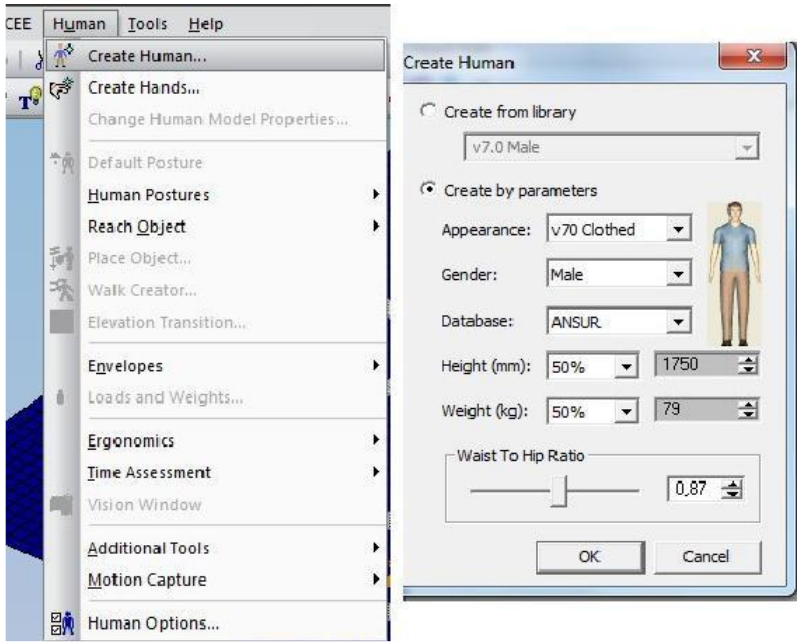
ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ

การระบุจุดวิกฤต	การเติบโตของปริมาณการผลิต
ตัวบ่งชี้	พารามิเตอร์ประสิทธิภาพและเวลารอคอยของยานพาหนะ
การปรับปรุง	แนะนำวิธีการกำหนดจำนวนรถยนต์นำทางอัตโนมัติและการเลือกเส้นทางการขนส่งภายในบริษัทที่ดีที่สุด, หาเส้นทางโลจิสติกภายในใหม่
ผลลัพธ์	ผลการจำลองระบบโลจิสติกส์เป็นตัวแปรในการเพิ่มการใช้พื้นที่ปฏิบัติการ เพิ่มประสิทธิภาพการจัดหาวัสดุและสร้างผังโรงงานที่สามารถตอบสนองความต้องการของบริษัทในอนาคตได้อย่างยืดหยุ่น

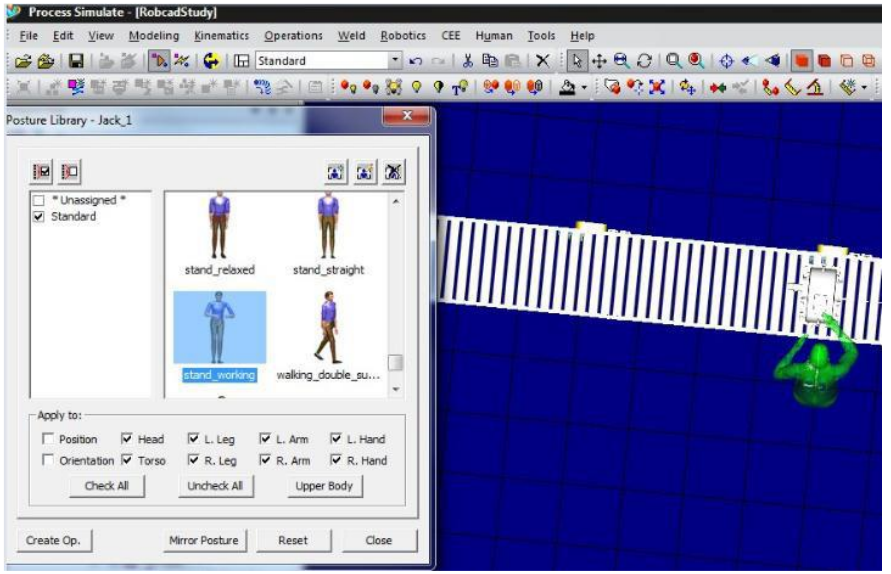
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ปฏิบัติงานของมนุษย์และหุ่นยนต์

- บทความนี้แสดงกระบวนการพื้นฐานของการจำลองซึ่งเป็นการทำงานของมนุษย์และการทำงานของหุ่นยนต์
  - สร้างแบบจำลอง 3 มิติของมนุษย์และนำไปไว้ในที่ทำงาน



การสร้างมนุษย์ในกระบวนการจำลอง



ท่าทางมนุษย์ใหม่จะถูกสร้างและบันทึกด้วยตำแหน่งที่เลือกของแบบจำลองมนุษย์

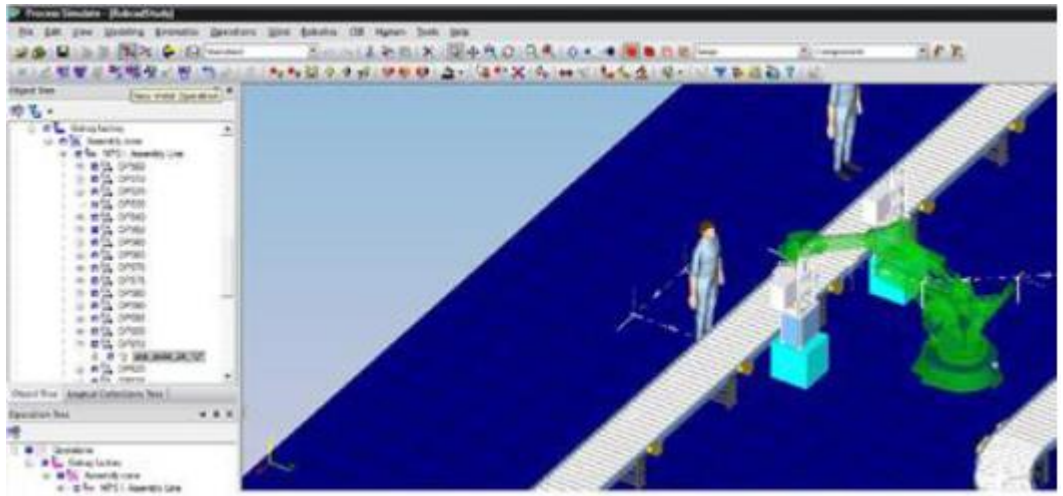
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ปฏิบัติงานของมนุษย์และหุ่นยนต์

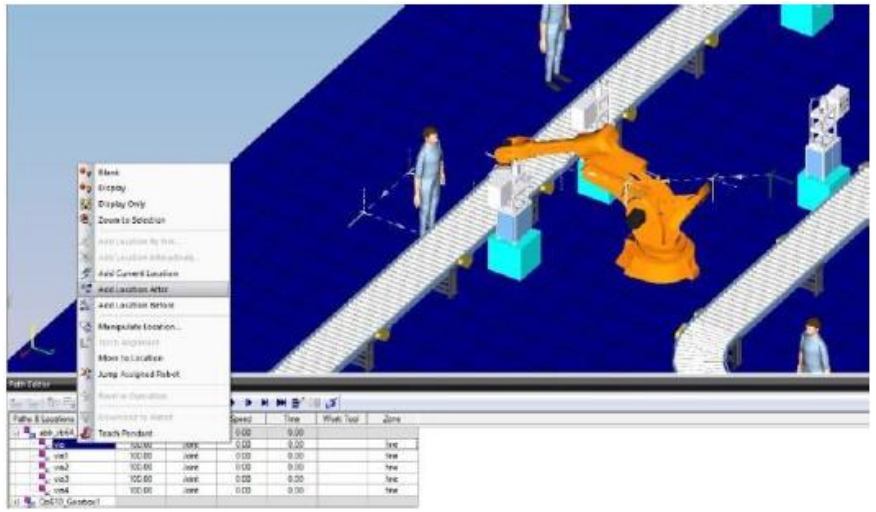
- **การสร้างการทำงานของหุ่นยนต์**

การทำงานของหุ่นยนต์ใหม่จะเริ่มเลือกรุ่นของหุ่นยนต์ที่ต้องการ

จากนั้นสร้างการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ตามต้องการโดยใช้ Path Editor เพื่อปรับตำแหน่งบางส่วนของหุ่นยนต์และเวลาที่จำเป็นในการเข้าถึงตำแหน่งเหล่านี้



การสร้างการทำงานของหุ่นยนต์



Path Editor

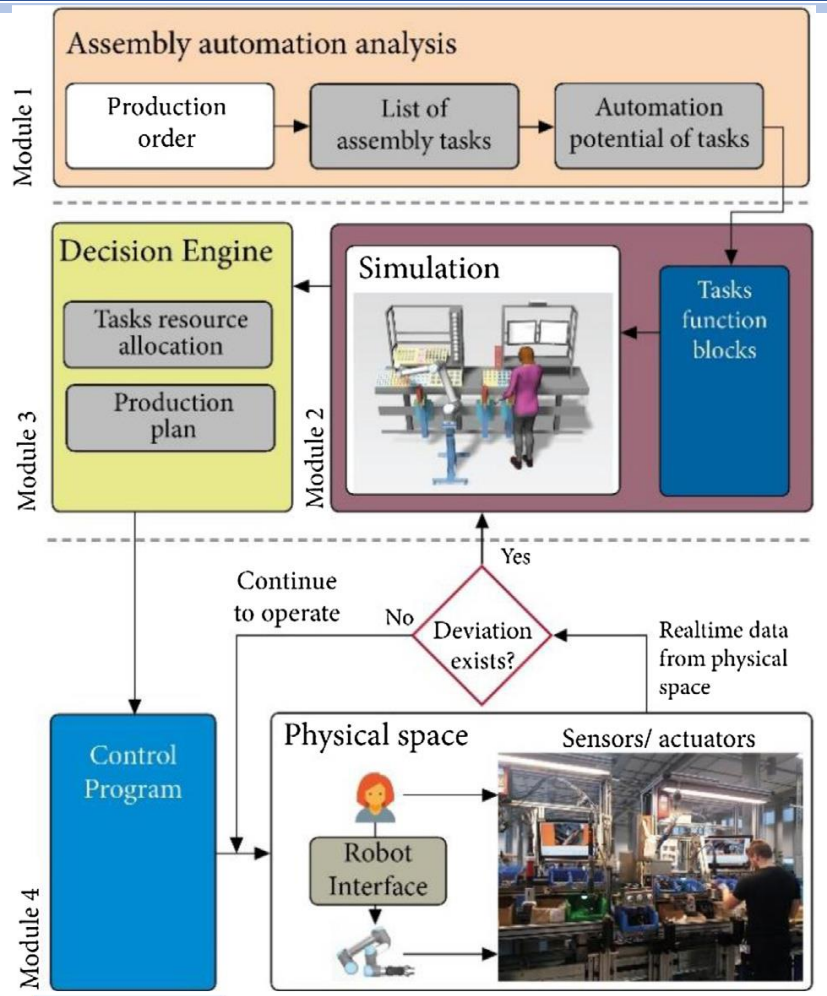
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์: การประกอบ

- นอกจากความสำคัญของงานประกอบในการผลิตแล้ว การประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกันในระบบประกอบที่หลากหลายนั้นมีข้อจำกัดมาก

- ปัญหาที่แก้ไขได้โดยนำเสนอ Digital twin สำหรับการประกอบ HRC คือ:

- ปรับสมดุลภาระงานอย่างรวดเร็วตามทักษะระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์เพื่อความหลากหลายของผลิตภัณฑ์
- ปรับสมดุลภาระงานแบบไดนามิกในระหว่างการดำเนินการสำหรับปัจจัยมนุษย์
- การวางแผนเส้นทางและสร้างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์



Digital twins ในการประกอบ HRC

Bilberg, 2019

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

การทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์: การประกอบ

การระบุจุดวิกฤต	ความปลอดภัยของมนุษย์และการกำหนดรูปแบบใหม่ในงานประกอบ
ตัวบ่งชี้	ความเป็นไปได้ในการซิงโครไนซ์ที่เพียงพอระหว่างพื้นที่ทางกายภาพและดิจิตอล และแบบจำลองความเที่ยงตรงสูง
การปรับปรุง	แบบจำลองเสมือนจริง 3 มิติของความร่วมมือระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์
ผลลัพธ์	ความง่ายของระบบอัตโนมัติและความพร้อมใช้งานของทรัพยากรงานที่ได้รับมอบหมายให้ทรัพยากรที่เหมาะสม ตำแหน่งของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งนั้นถูกรวมเข้ากับโมเดลการจำลอง เพื่อสร้างสิ่งกีดขวางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิธีการนี้สนับสนุนแนวคิดของระบบอัตโนมัติในขณะที่ยังคงความยืดหยุ่นในการประกอบ

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

การยศาสตร์ในทางปฏิบัติ

- ประเมินด้วยความช่วยเหลือของโมเดลมนุษย์ดิจิทัลโดยใช้ซอฟต์แวร์สองชุด (Tecnomatix Jack และ Delmia) และการวิเคราะห์ตามหลักสรีรศาสตร์
  - การประเมินสถานที่ทำงานที่มีอยู่ในสถานที่ทำงานเฉพาะ - เย็บเข็มขัดนิรภัย

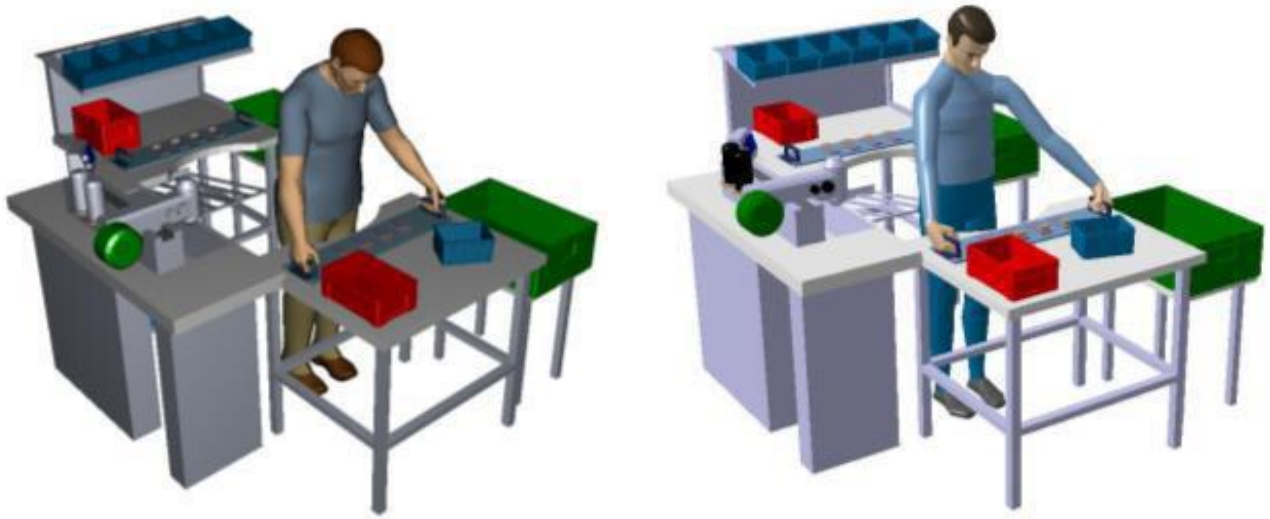
เงื่อนไขเหล่านี้คือ:

a) ซอฟต์แวร์สามารถแสดงสถานที่ทำงานที่ถูกตรวจสอบได้อย่างสมบูรณ์เหมือนกัน

b) ขนาดและสัดส่วนที่เท่ากันของโมเดลมนุษย์แบบดิจิตอล

c) การวิเคราะห์ต้องทำงานบนหลักการเดียวกันการคำนวณเดียวกันหรือมาตรฐานเดียวกัน

d) การวิเคราะห์มีตัวเลือกเดียวกัน



Tecnomatix Jack and Delmia V5 Human workplace models

Polášek, 2014

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

การยศาสตร์ในทางปฏิบัติ

การระบุจุดวิกฤต	ป้องกันการขาดงานเพิ่มขึ้นเนื่องจากปัญหาสุขภาพการหมุนเวียนของพนักงานมากเกินไป และค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังจ่ายค่าชดเชยสำหรับพนักงานที่บาดเจ็บ
ตัวบ่งชี้	น้ำหนักที่ยอมรับได้, ขีดจำกัดน้ำหนักที่แนะนำ, ขีดจำกัดการบีบอัด
การปรับปรุง	การจำลองกระบวนการทำงาน (การดำเนินการ (จำกัด การจัดการด้วยตนเอง), การวิเคราะห์ Lift-Lower (NIOSH), การวิเคราะห์ทางสรีรศาสตร์ (หลังส่วนล่าง)
ผลลัพธ์	สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถและความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน นำไปสู่การผลิตหรือประกอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและปลอดภัยยิ่งขึ้นด้วยการทำงานน้อยลง

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

Polášek, 2014

Digital Mock-Up สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องกล

- แง่มุมขององค์ประกอบของการจำลองแบบดิจิตอลและข้อกำหนดในรูปแบบ digital mock-up(DMU)

การจำลองแบบดิจิตอลมีข้อดีหลายประการเช่น:

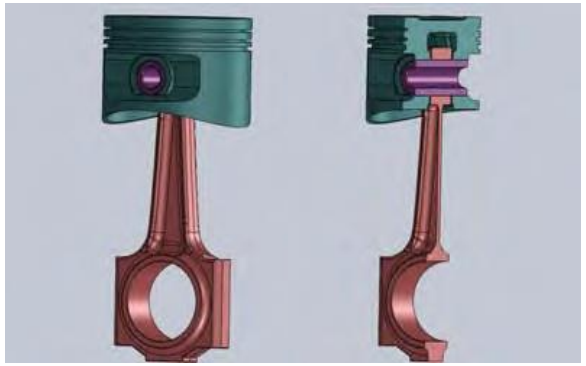
- ลดเวลาในการทำตลาด โดยการระบุปัญหาในการออกแบบ
- ลดต้นทุนการผลิต โดยลดจำนวนต้นแบบที่ต้องทำ
- ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยการจัดสรรโครงการทางเลือกและจะตรวจสอบโครงการก่อนปฏิบัติจริง
- การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับฟังก์ชั่นผลิตภัณฑ์ภายในองค์กร

DMU ของผลิตภัณฑ์เครื่องกลเป็นข้อมูลทางวิศวกรรมที่สำคัญในบริษัท สามารถสนับสนุนกิจกรรมทั้งหมดในวงจรชีวิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์รวมถึงการออกแบบการผลิต

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

Digital Mock-Up สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องกล

การระบุจุดวิกฤต	ความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนั้นจำเป็นต้องใช้การสร้างต้นแบบเสมือนจริงที่ใช้งานได้
ตัวบ่งชี้	ความเครียด
การปรับปรุง	สร้างฟังก์ชันต้นแบบเสมือนจริงพร้อมการจำลอง
ผลลัพธ์	การออกแบบจำลองแบบดิจิตอลช่วยให้วิศวกรสามารถออกแบบ, สร้างแบบจำลองโครงสร้างที่ซับซ้อนและตรวจสอบการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยไม่ต้องใช้การก่อสร้างจริง

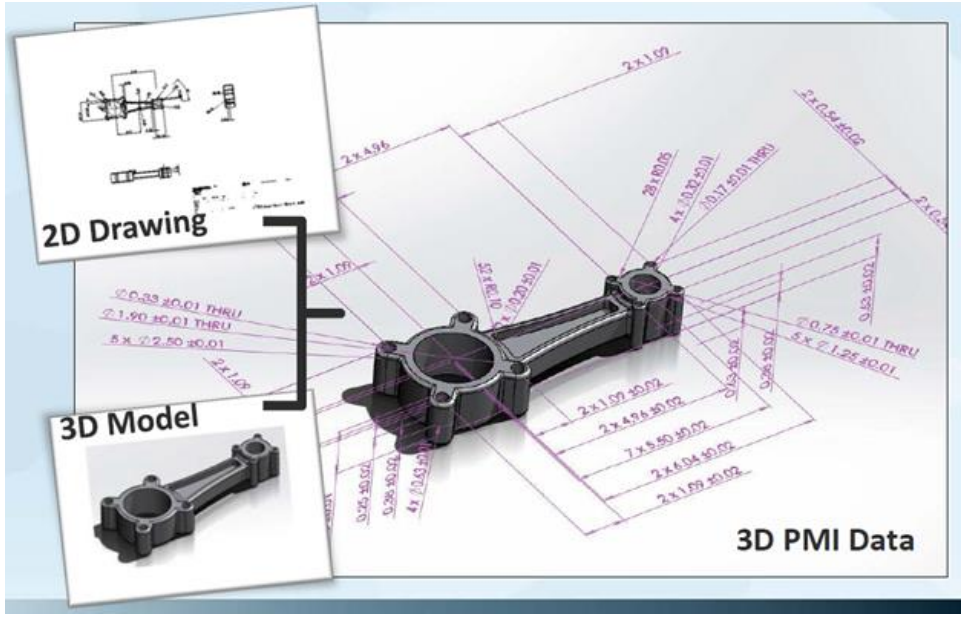


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

เทคโนโลยีการออกแบบยานอวกาศ

❑ การจำลองแบบดิจิตอล เพื่อสนับสนุนการออกแบบร่วมกันของระบบย่อยทั่วไปของยานอวกาศ

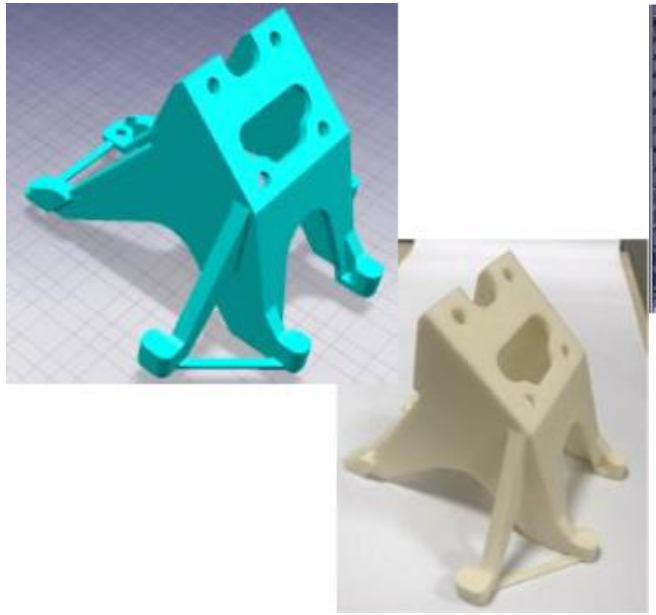
- การจำลองยานอวกาศแบบดิจิตัลคือการประกอบ Model-Based Design (MBD) ของส่วนประกอบโครงสร้างอุปกรณ์ระบบและอุปกรณ์เสริมทั้งหมด
- เทคโนโลยี MBD เป็นวิธีการแสดงข้อมูลคำจำกัดความของผลิตภัณฑ์อย่างสมบูรณ์ ด้วยโมเดลเอนทิตีสามมิติแบบรวม
- เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการออกแบบยานอวกาศ การผลิต การประกอบและการออกแบบการทำงานร่วมกันของระบบย่อยที่แตกต่างกันต้องมีความสัมพันธ์กัน



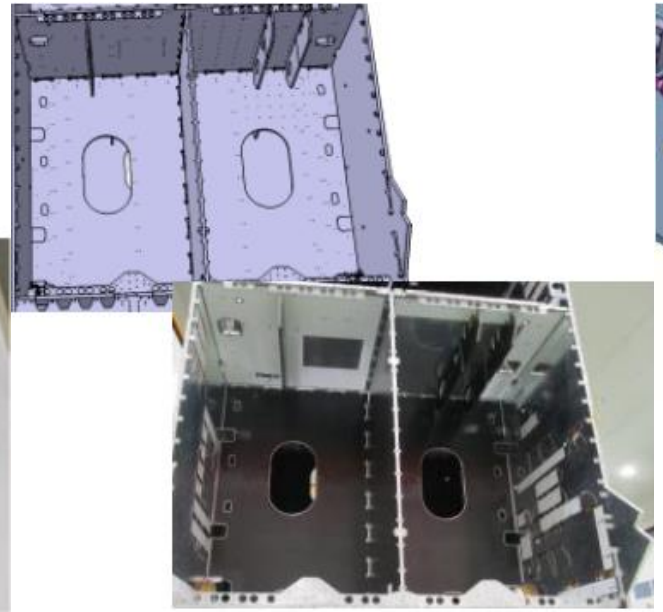
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

เทคโนโลยีการออกแบบยานอวกาศ

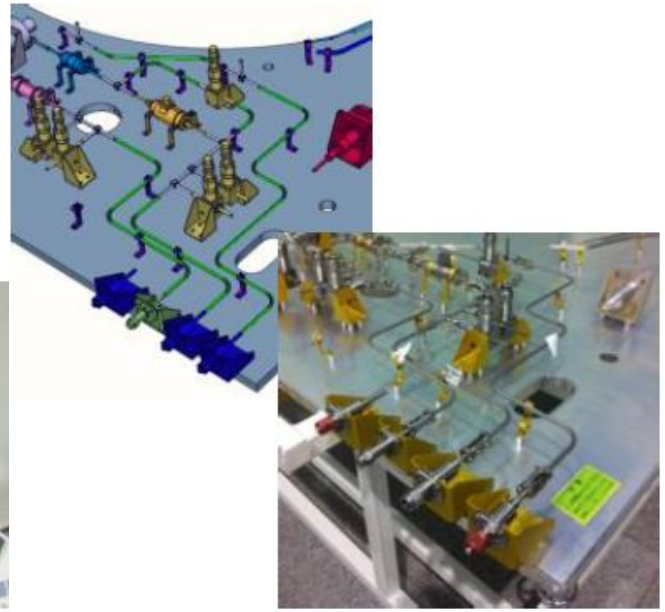
แอปพลิเคชันทั่วไปการรวมกันของการออกแบบการผลิต



โครงสร้างการพิมพ์ 3 มิติ



แผ่นโครงสร้าง



ท่อลำเลียง

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

เทคโนโลยีการออกแบบยานอวกาศ

การระบุจุดวิกฤต	การส่งข้อมูลของการพัฒนายานอวกาศขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง เช่น เอกสารและภาพวาด ข้อมูลการออกแบบการผลิตและการประกอบนั้นค่อนข้างที่จะแยกออกจากกัน เป็นการยากที่จะดำเนินการออกแบบร่วมกันระหว่างระบบย่อย
ตัวบ่งชี้	ประสิทธิภาพของการออกแบบร่วมกันประสิทธิภาพการประกอบของยานอวกาศ
การปรับปรุง	ใช้โมเดล MBD เป็นแหล่งข้อมูลเดียวสร้างผลิตภัณฑ์จำลองยานอวกาศแบบดิจิตอล
ผลลัพธ์	เมื่อเทียบกับการออกแบบต่อเนื่องแบบดั้งเดิม ประสิทธิภาพของการออกแบบการทำงานร่วมกันนั้นดีขึ้นกว่า 50% ประสิทธิภาพการประกอบของยานอวกาศเพิ่มขึ้น 30% และลดระยะเวลาการพัฒนาของยานอวกาศ

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

Thank You

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