UNITED

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

โมดูล 1: ระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า

สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น*

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

ส่วนประกอบและข้อกำหนดการออกแบบระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า

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

กำหนดการ

- **ประเภทของระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า**
  - การแบ่งประเภทตามลักษณะระบบ
  - การแบ่งประเภทตามขนาดของระบบส่งกำลังไฟฟ้า
  - การแบ่งประเภทตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ
- **การสร้างโมเดลระดับระบบ**
  - โมเดลสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน
  - การสร้างโมเดลส่วนประกอบรถไฟฟ้าแบบไฮบริดจ์
- **ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ**
  - ข้อกำหนดที่สำคัญด้านสมรรถนะ
  - นิยามของการกำหนดข้อมูลจำเพาะมอเตอร์ไฟฟ้าจากข้อกำหนดที่สำคัญด้านสมรรถนะ

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

ส่วนที่ 1: ประเภทของระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า

- แบ่งตามลักษณะของระบบ
- แบ่งตามขนาดของระบบส่งกำลังไฟฟ้า
- แบ่งตามตำแหน่งของตัวแปลงผันกำลังทุติยภูมิ

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

บทนำ

- ข้อได้เปรียบที่เป็นไปได้ของการเปลี่ยนระบบส่งกำลังเป็นแบบไฟฟ้า:

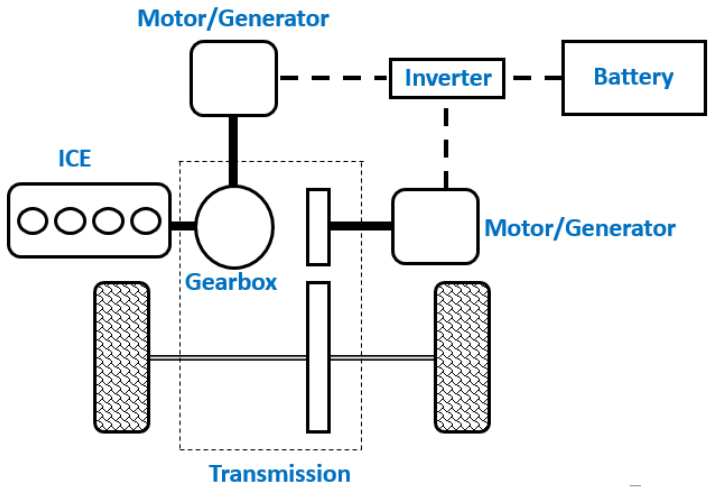
  - การหยุด&เริ่มเดินเครื่องยนต์ ซึ่งหลีกเลี่ยงการไม่ทำงานได้;
  - การลดขนาดของเครื่องยนต์;
    - พลังงานสูงสุดที่ต้องการสำหรับรถยนต์สามารถทำให้เพียงพอได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
    - เครื่องยนต์ทำงานในสภาวะที่มีประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลา
  - การกระจายกำลังอย่างเหมาะสมระหว่างส่วนที่เคลื่อนที่หลักต่าง ๆ;
    - ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าที่ความเร็วต่ำ เครื่องจักรจะถูกปิด
    - แม้ในสภาวะการเร่งกำลังไฟฟ้า เครื่องจักรก็ยังสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูง
  - พลังงานป้อนกลับขณะเบรค
  - ลดการสูญเสียกำลังที่คลัทช์

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

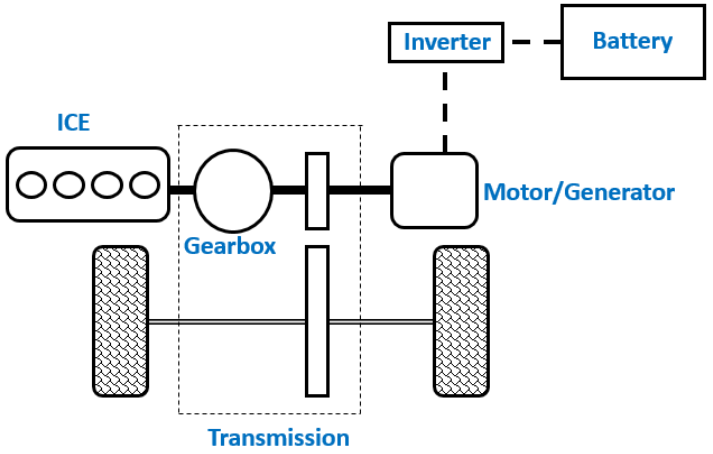
ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามลักษณะระบบ

- รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดจ์ใช้ระบบส่งกำลังที่ประกอบด้วย 2 แหล่งพลังงาน: เครื่องยนต์ และ มอเตอร์ไฟฟ้า
- *โหมดการขับเคลื่อน:*
  - แรงฉุดไฟฟ้า
  - เครื่องยนต์สันดาปภายในอย่างเดียว
  - ระบบไฮบริดจ์
  - พลังงานป้อนกลับขณะเบรค
  - การประจุไฟฟ้า

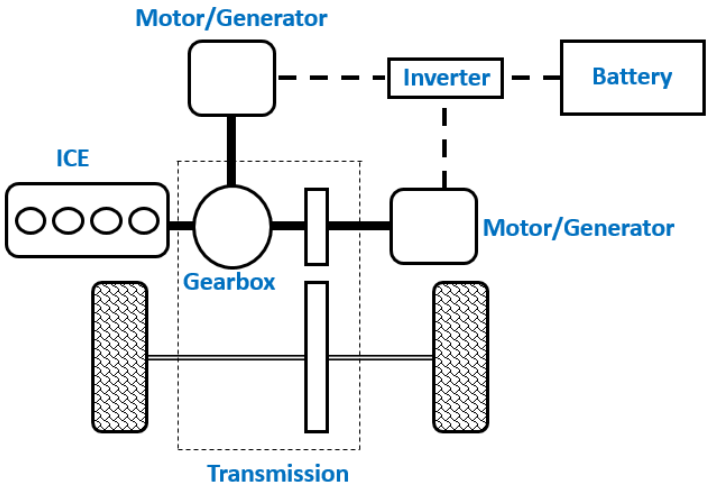
อนุกรม



ขนาน



แยกส่วนกำลัง



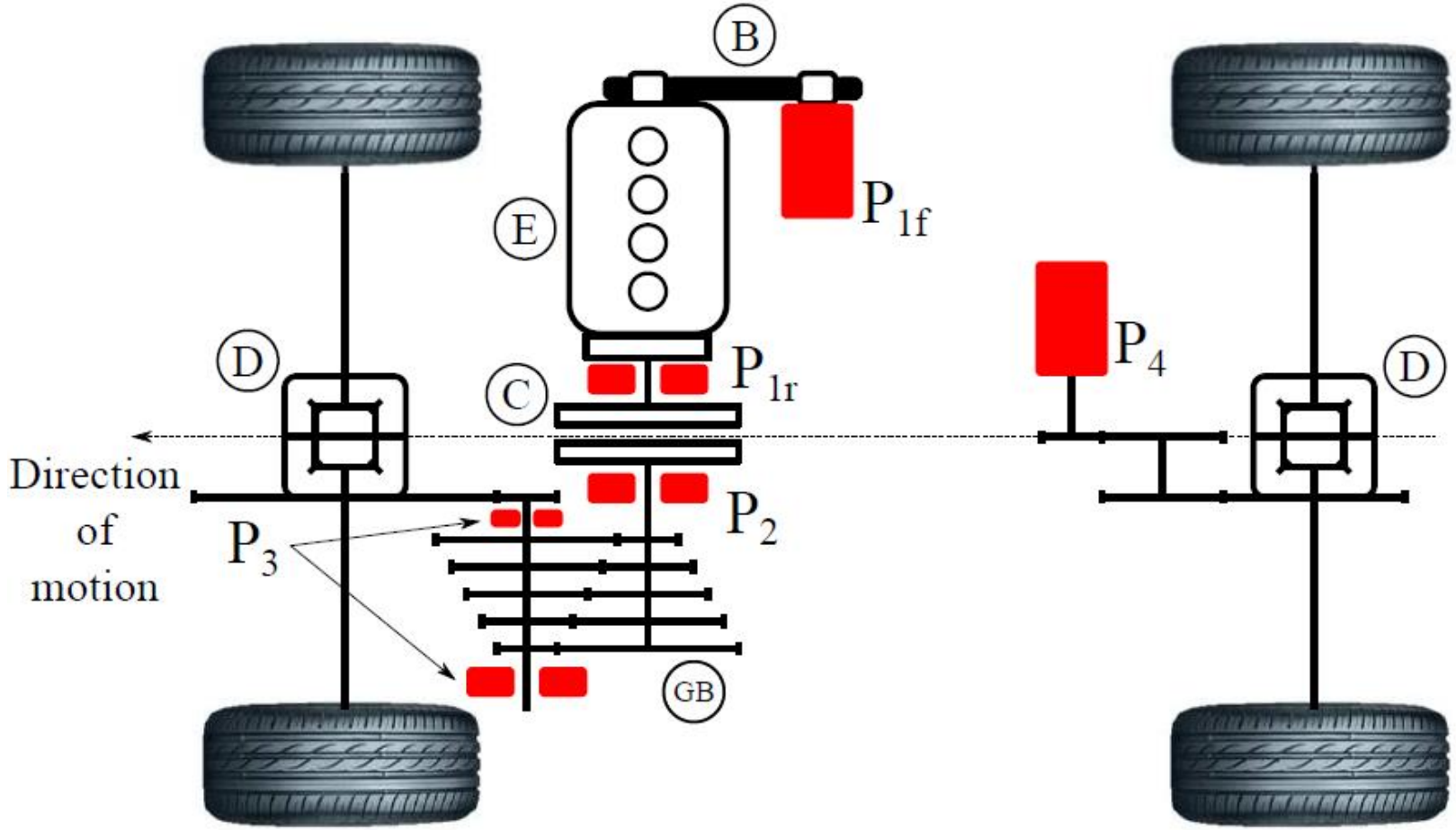
Erasmus+ Programme
of the European Union

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามขนาดของระบบส่งกำลัง

	หยุด/เริ่ม	พลังงานป้อนกลับขณะเบรค	กำลังไฟฟ้าช่วย	เร่งด้วยกำลังไฟฟ้า	กำลังฉุดไฟฟ้า	ไฟฟ้าทั้งหมด
ยานยนต์ทั่วไป	■					
แทบไม่เป็นไฮบริดจ์, 12 V (4-6 kW)	■	■				
ไฮบริดจ์เล็กน้อย, <48 V (6-12 kW)	■	■	■	■	■	
ไฮบริดจ์เต็มที่, >48 V	■	■	■	■	■	
ไฮบริดจ์แบบปลั๊กซ์อิน	■	■	■	■	■	■
ยานยนต์ไฟฟ้า		■	■	■	■	■

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

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ

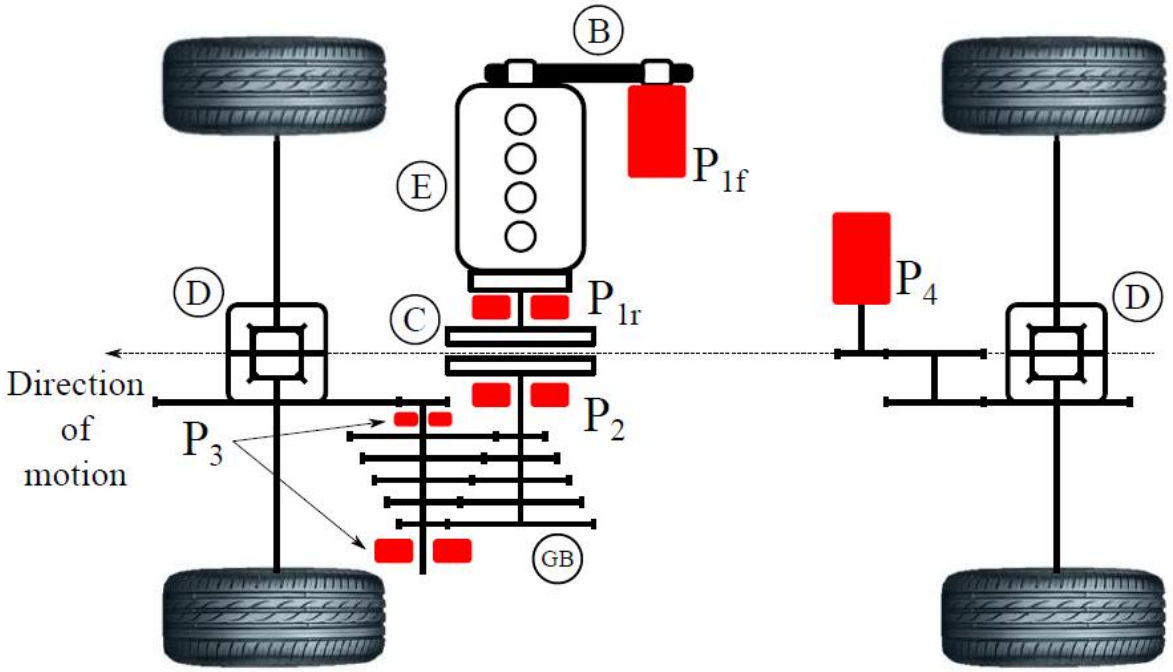


E = Engine (เครื่องยนต์);
B = Belt (สายพาน);
C = Clutch (คลัทช์);
GB = Gearbox (เกียร์บ็อกซ์);
D = Differential (ส่วนแยก)

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

Source: Castellazzi, Schaeffler

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ: แบบ พี*1*เอฟ

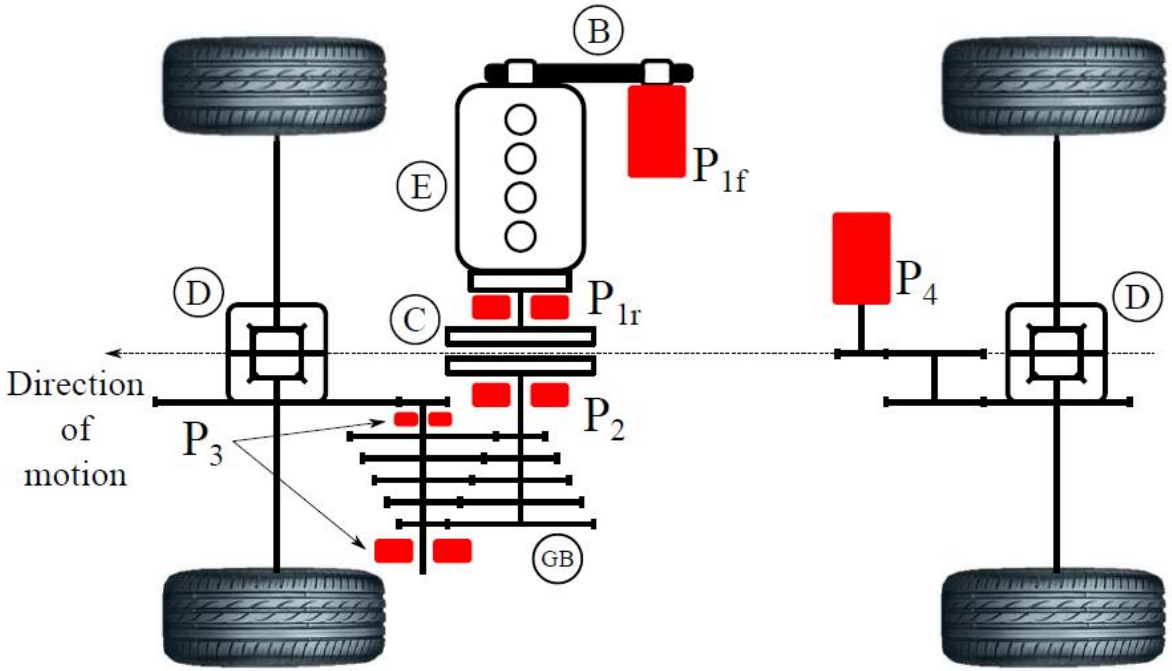


- เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาตรฐานที่ติดตั้งบน FEAD ถูกแทนด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือวงจรสตาร์ทไฟฟ้ากำลังสูง;
- การปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้นทำให้ระบบส่งกำลังมีความซับซ้อนน้อยลง;
- สถาปัตยกรรมนี้เรียกว่า BSA หรือ BSG;
- มีแรงฉุด/ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานป้อนกลับต่ำ เนื่องจากส่วนประกอบที่มีจำนวนมากระหว่างล้อและมอเตอร์ไฟฟ้า;
- การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องยนต์สันดาปภายใน และมอเตอร์เป็นสายพานทำให้เป็นการออกแบบสำหรับความเร็วสูง (15 – 18 krpm);
- มีข้อจำกัดด้านทอร์ค;
- อย่างไรก็ตาม, FEAD ต้องมีการออกแบบใหม่.

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

Source: Castellazzi, Schaeffler

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ: แบบ พี1อาร์

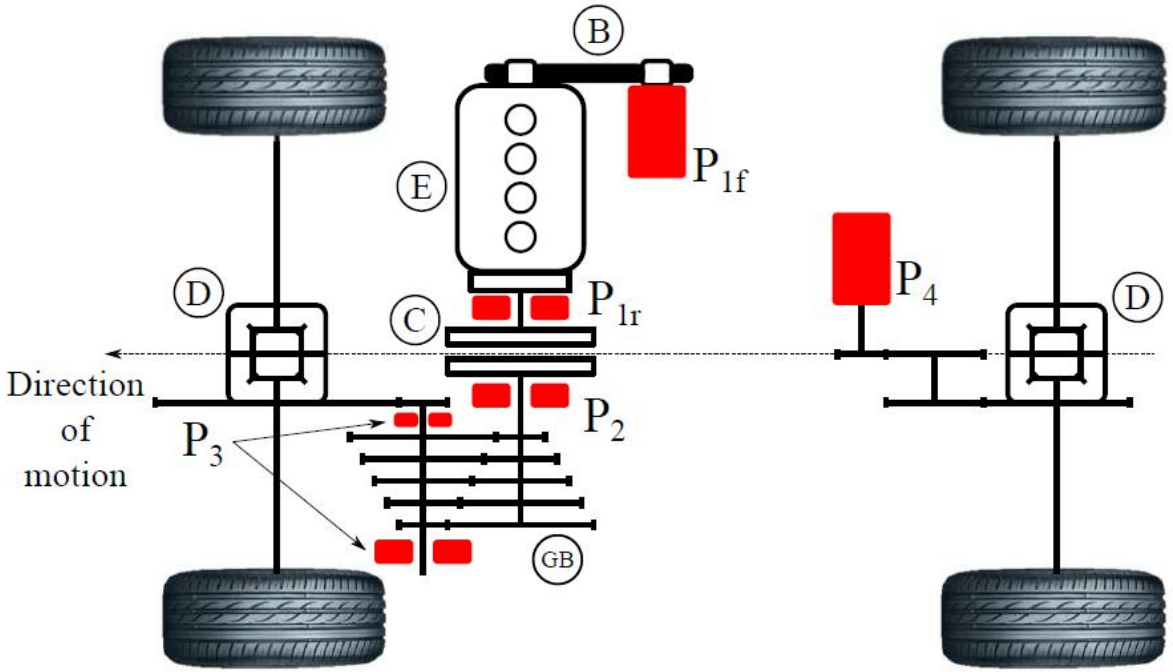


- มอเตอร์ไฟฟ้าถูกติดตั้งกับเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์;
- การแปลงพลังงานป้อนกลับขณะเบรคมีประสิทธิภาพมากขึ้น;
- มีส่วนช่วยในการลดการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร (สำหรับลดทอนการสั่นสะเทือนที่เกิดจากทอร์คเครื่องยนต์);
- สามารถเปลี่ยน flywheel ได้
- หากต้องการให้พื้นที่ติดตั้งน้อยจำเป็นต้องมีความหนาแน่นแรงบิดและความยาสูง ส่งผลให้อุปกรณ์มีราคาแพง

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

Source: Castellazzi, Schaeffler

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ: แบบ พี2

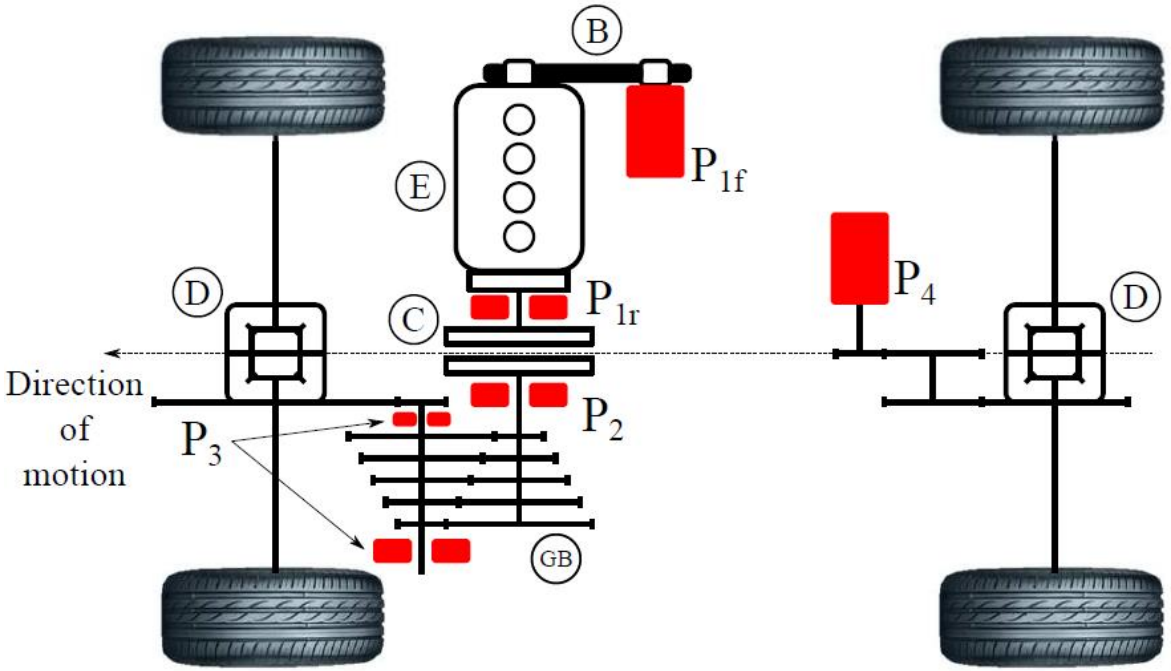


- เครื่องยนต์และมอเตอร์สามารถแยกจากกันได้โดยคลัทช์ ดังนั้น เครื่องยนต์สามารถ ลากด้วยแรงเฉื่อยได้ ในขณะที่ความสูญเสียในการปั้มถูกแยกออก;
- ประสิทธิภาพของแรงฉุดและการแปลงพลังงานป้อนกลับสูงขึ้น;
- สามารถหลอมรวมกับเพลาหรือ การติดตั้งด้านข้างได้ (ใช้สายพานหรือ ระบบเฟื่องขับ)
- ค่าใช้จ่ายการดำเนินการสูง;
- ข้อกำหนดเกี่ยวกับความยาวแกนหมุนมีบทบาทน้อยลง

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

Source: Castellazzi, Schaeffler

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ: แบบ พี3



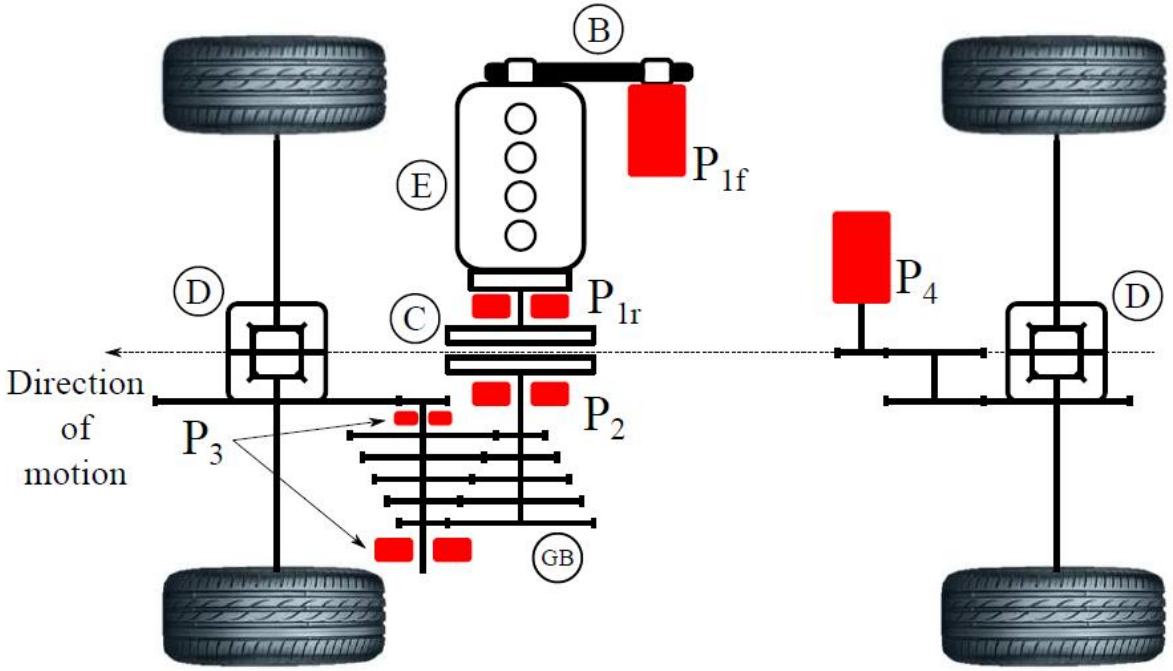
พี3.

- ขนานไปกับถนน;
- มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถติดตั้งได้ทั้งด้านขาเข้าหรือขาออกของเพลากระปุกเกียร์ได้;
- ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานป้อนกลับขณะเบรคสูง;
- ขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นข้อจำกัด;
- ต้องมีการออกแบบกระปุกเกียร์ใหม่โดยสิ้นเชิง;
- การประจุแบบอุดมคติไม่สามารถเป็นไปได้.

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

Source: Castellazzi, Schaeffler

ประเภทระบบส่งกำลังแบ่งตามตำแหน่งของวงจรแปลงผันกำลังทุติยภูมิ: แบบ พี4

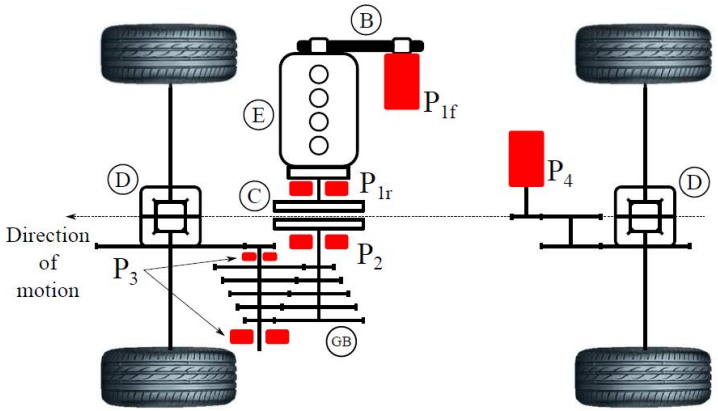


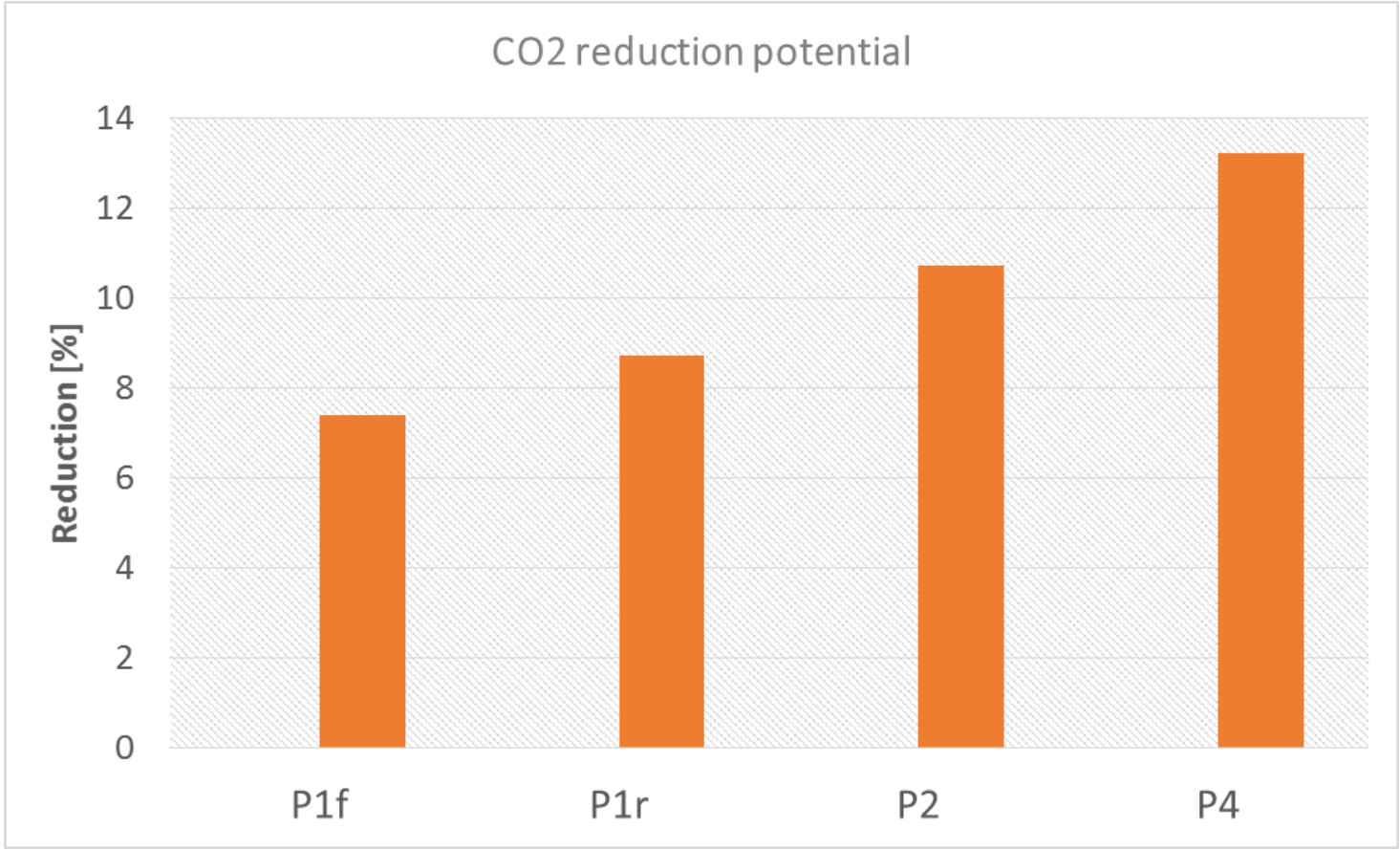
- มอเตอร์ไฟฟ้าถูกวางบนเพลาหลังของรถยนต์;
- แรงบิดของมอเตอร์ส่งผ่านไปยังกระปุกเกียร์ที่เพิ่มเติมและแยกไปยังล้อหลัง;
- สามารถปรับแต่งได้;
- มีค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานป้อนกลับสูงสุด;
- มีศักยภาพสูงในการแยกแรงบิดด้วยเครื่องยนต์;
- มีศักยภาพสูงสำหรับการขับเคลื่อนแบบไฟฟ้าเต็มรูปแบบ;
- ต้องมีการออกแบบเพลาหลังใหม่ทั้งหมด;
- การเหวี่ยงเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นไปไม่ได้;
- การประจุไฟฟ้าสำหรับแบตเตอรี่แบบอุดมคติเป็นไปไม่ได้.

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

Source: Castellazzi, Schaeffler

การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของแต่ละสถาปัตยกรรมการออกแบบ





Source: Continental

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

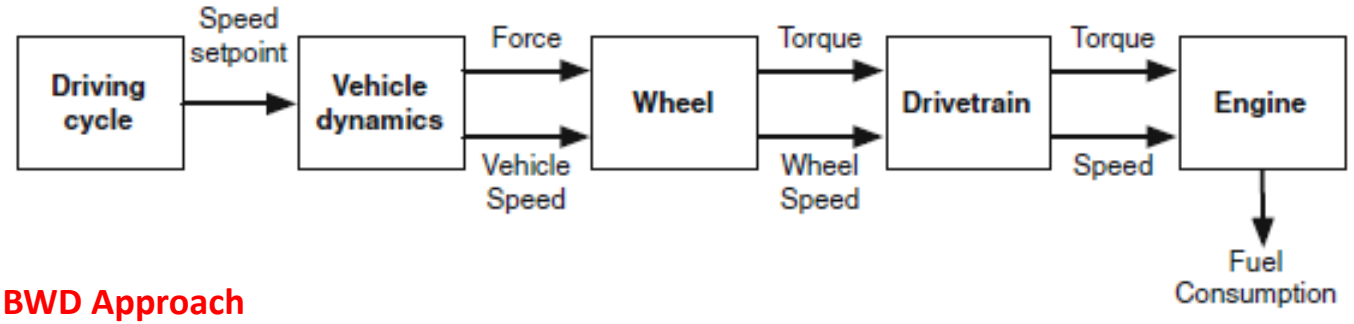
ส่วนที่ 2: การสร้างโมเดลระดับระบบ

- การสร้างโมเดลสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน
- การสร้างโมเดลส่วนประกอบรถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดจ์

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

การสร้างโมเดลสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน

- แนวคิดการสร้างโมเดลด้วยแบบ Forward and Backward



BWD Approach

- ความเร็วที่ต้องการจะถูกใช้ในการคำนวณความเร่ง กำลังภาคพื้นดิน แรง และ แรงบิด;
- โมเดลชุดขับไม่มีความจำเป็น;
- คุณสมบัติแรงบิด/ความเร็วของส่วนประกอบของระบบส่งกำลังที่แตกต่างจะถูกพิจารณาเพื่อให้สามารถหาสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ รวมถึงการใช้น้ำมันได้;
- ข้อจำกัดเกี่ยวกับระบบขับเคลื่อนจะไม่ถูกพิจารณา;
- ค่าความเร็วจริงจะมีค่าเหมือนกับค่าความเร็วที่ตั้งไว้;
- เป็นการวิเคราะห์ขั้นต้นของความแตกต่างของระบบบริหารกำลัง (EMS).

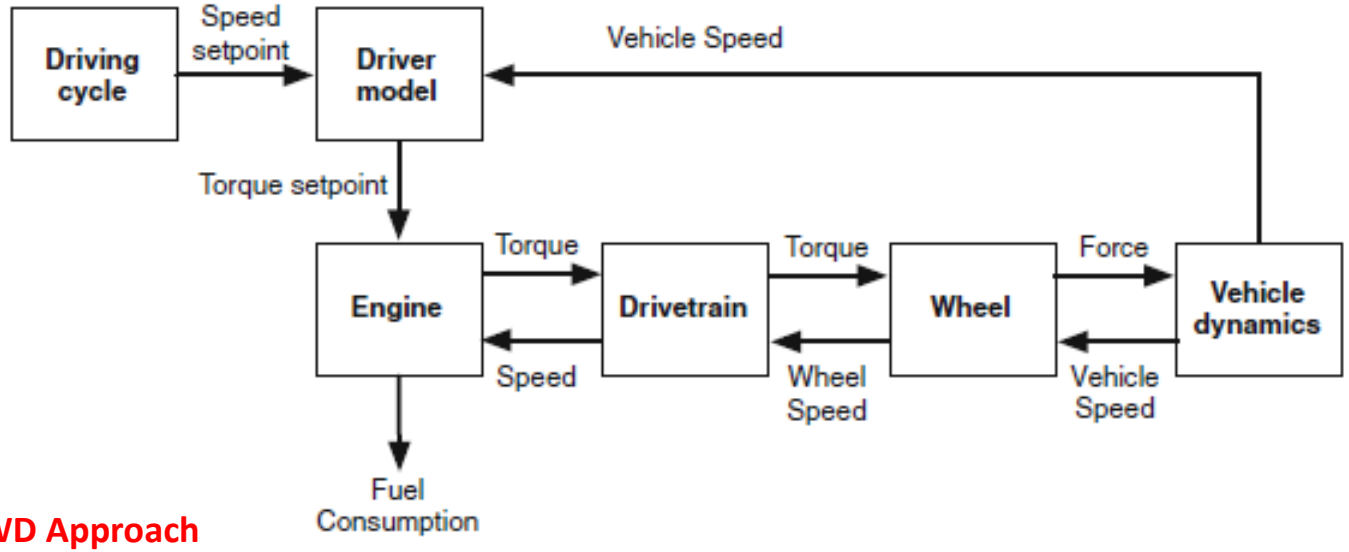
Source: Onori

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

Source: Onori S, Serrao L., Rizzoni G. – Hybrid Electric Vehicles – Energy management strategies, Springer 2016

การสร้างโมเดลสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน

- แนวคิดการสร้างโมเดลแบบ Forward and Backward



FWD Approach

Source: Onori

- ความเป็นเหตุเป็นผลด้านกายภาพจะถูกนำมาเกี่ยวข้อง;
- ความเร็วรอบการขับจะถูกเปรียบเทียบกับค่าความเร็วยานยนต์จริง;
- โมเดลชุดขับ (เช่น ชุดควบคุม PID) สร้างการเบรคและเร่งการสั่งการ;
- การสั่งการจะถูกส่งไปยังบล็อกช่วยเหลือ เพื่อสร้างค่าติดตั้งที่เหมาะสม.
- ความคลาดเคลื่อนจากค่าความเร็วที่กำหนดไว้;
- ข้อจำกัดของระบบขับเคลื่อนจะถูกนำไปร่วมในการพิจารณาด้วย;
- มีประโยชน์สำหรับการพัฒนากลยุทธ์ในการควบคุมแบบออนไลน์ ;
- โมเดลที่สามารถขับเคลื่อนได้จริงจะถูกพิจารณาด้วยในโมเดล.

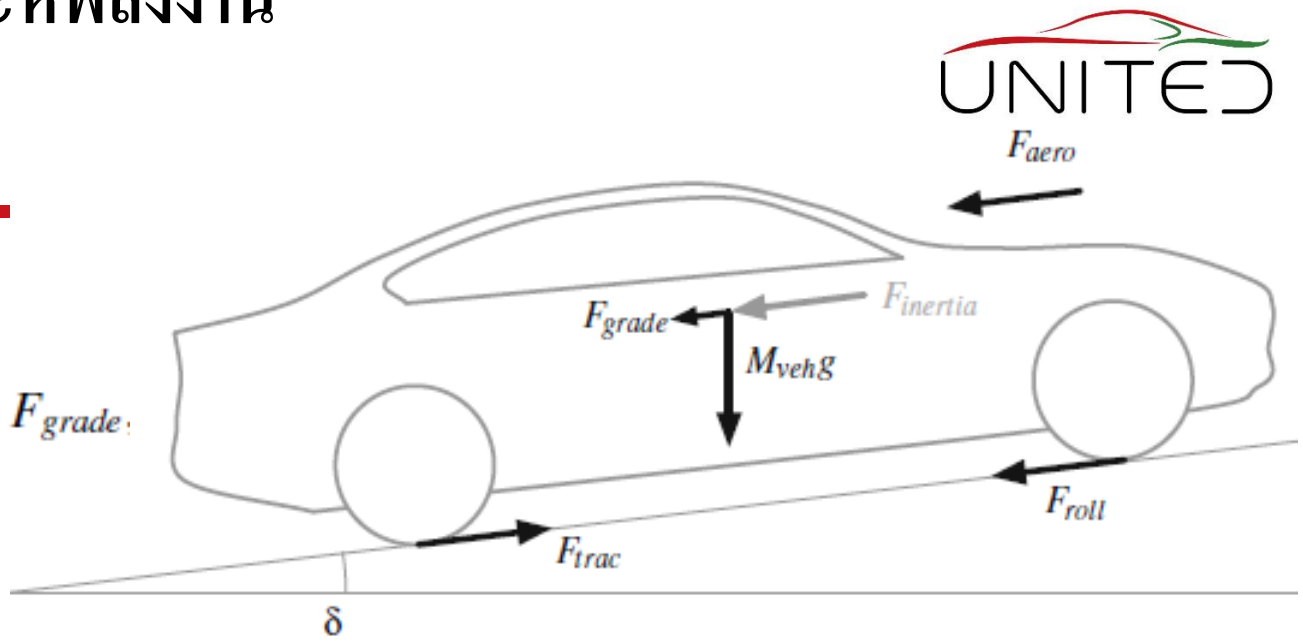
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: Onori S, Serrao L., Rizzoni G. – Hybrid Electric Vehicles – Energy management strategies, Springer 2016

การสร้างโมเดลสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน

- พลังงานสมดุลของรถยนต์

$$M_{veh}\frac{dv_{veh}}{dt} = F_{inertia} = F_{trac} - F_{roll} - F_{aero} - F_{grade}$$



$$F_{aero} = \frac{1}{2}\rho_{air}A_f C_d v_{veh}^2,$$

$$F_{roll} = c_{roll}(v_{veh}, p_{tire}, \ldots)M_{veh}\mathrm{g}\cos\delta,$$

$$F_{grade} = M_{veh}\mathrm{g}\sin\delta.$$

M_{veh} = equivalent vehicle mass
v_{veh} = actual vehicle speed

F_{tract} = traction force = $F_{pwt} - F_{brake}$
F_{roll} = rolling resistance forces
F_{aero} = aero resistance forces
F_{grade} = road slope resistance forces

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

Source: Onori S, Serrao L., Rizzoni G. – Hybrid Electric Vehicles – Energy management strategies, Springer 2016

การสร้างโมเดลสำหรับการวิเคราะห์พลังงาน

- พลังงานสมดุลของรถยนต์

$$F_{trac} = F_{pwt} - F_{brake} = F_{inertia} + F_{grade} + F_{roll} + F_{aero}.$$

Multiplying by the speed:

$$P_{trac} = P_{inertia} + P_{grade} + P_{roll} + P_{aero}.$$

Integrating over the time:

$$E_{trac} = \int_{t_0}^{t_f} P_{trac}dt = E_{kin} + E_{pot} + E_{roll} + E_{aero},$$

$$E_{kin} = \int_{t_0}^{t_f} P_{inertia}dt = M_{veh}\int_{t_0}^{t_f} v_{veh}(t)\dot{v}_{veh}(t)dt;$$

$$E_{pot} = \int_{t_0}^{t_f} P_{grade}dt = M_{veh}g\int_{t_0}^{t_f} v_{veh}(t)\sin\delta(t)dt;$$

$$E_{roll} = \int_{t_0}^{t_f} P_{roll}dt = M_{veh}g\int_{t_0}^{t_f} c_{roll}v_{veh}(t)\cos\delta(t)dt;$$

$$E_{aero} = \int_{t_0}^{t_f} P_{aero}dt = \frac{1}{2}\rho_{air}A_f C_d\int_{t_0}^{t_f} v_{veh}(t)^3dt.$$

Separating
Traction phase ($P_{tract} > 0$, superscript +)
Deceleration phase($P_{tract} < 0$, superscript -)

$$E_{kin}^{-} = -E_{kin}^{+}$$

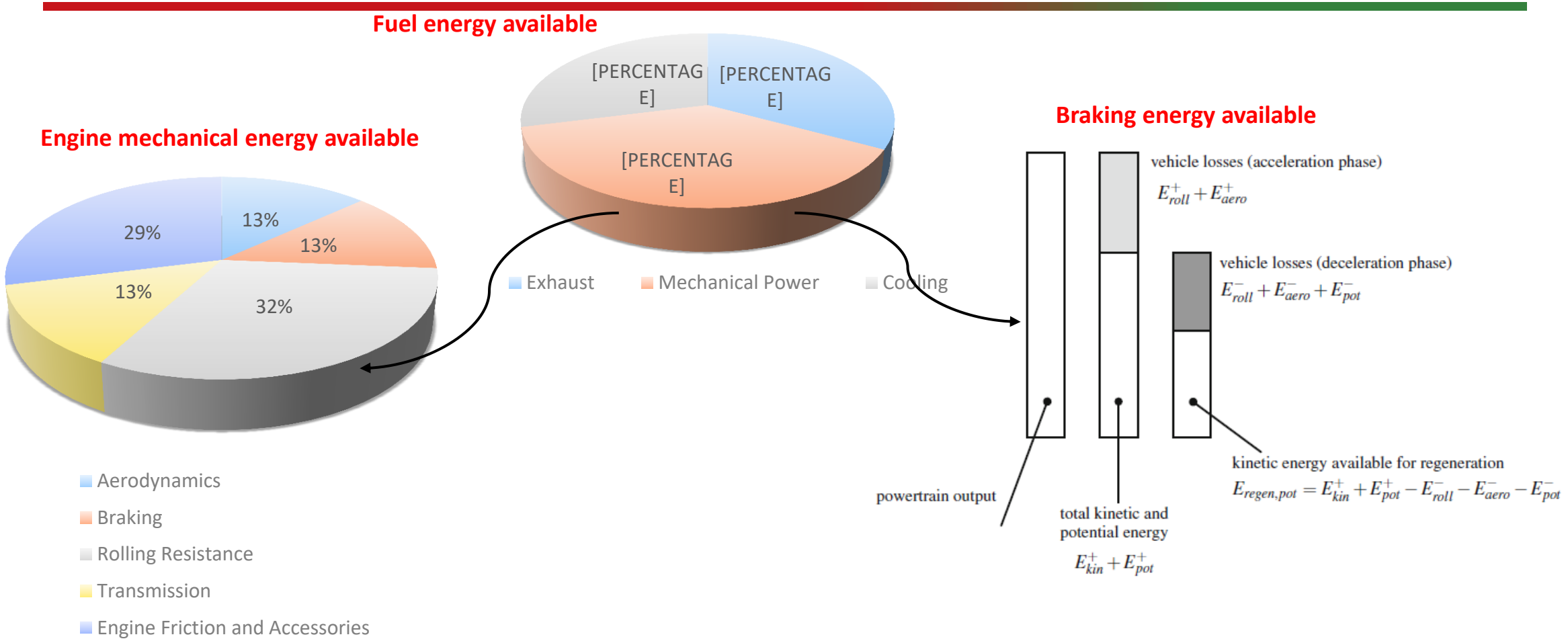
$$E_{pwt}^{+} = E_{roll}^{+} + E_{aero}^{+} + E_{pot}^{+} + E_{kin}^{+},$$

$$E_{regen,pot} = E_{kin}^{+} + E_{pot}^{+} - E_{roll}^{-} - E_{aero}^{-} - E_{pot}^{-}$$

Source: Onori S, Serrao L., Rizzoni G. – Hybrid Electric Vehicles – Energy management strategies, Springer 2016

การสร้างโมเดลระดับระบบ

- พลังงานสมดุลของรถยนต์

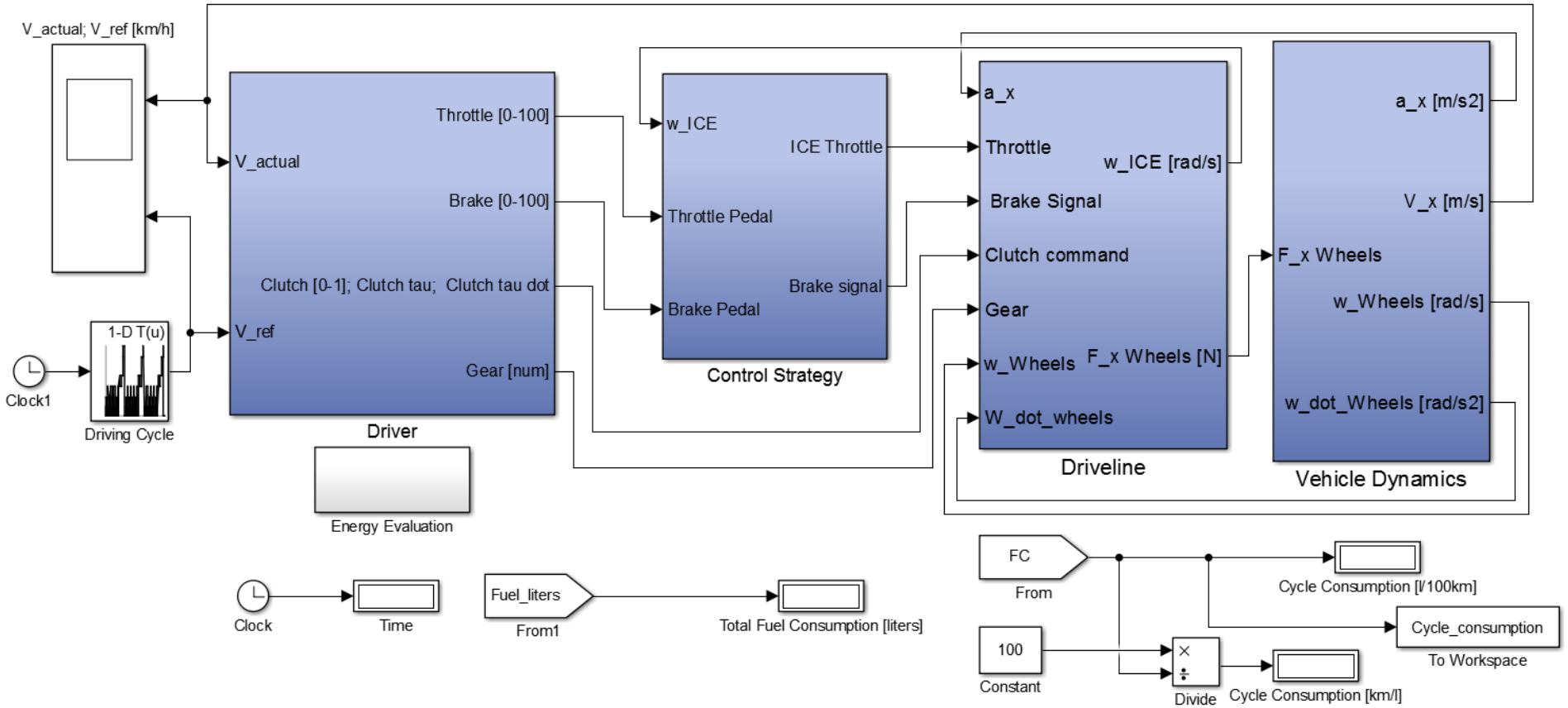


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: Onori S, Serrao L., Rizzoni G. – Hybrid Electric Vehicles – Energy management strategies, Springer 2016

โมเดลระบบขับเคลื่อนไฮบริดจ์

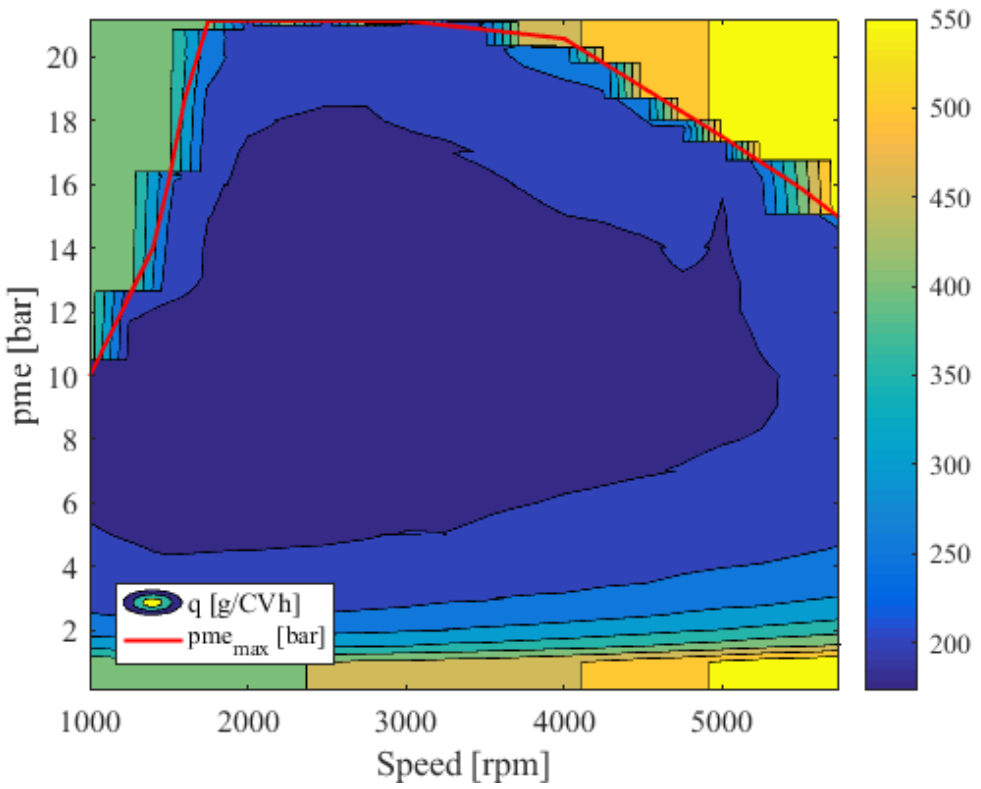
โมเดลสำหรับการวิเคราะห์ พี1เอฟ – พี4



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

การสร้างโมเดลส่วนประกอบ: เครื่องยนต์สันดาปภายใน

แรงบิด



- แผนภาพนิ่งของแรงบิดและการใช้น้ำมัน;
- ICE throttle partializes the maximum available ICE torque:

$$T_{ice} = \alpha_{ice} T_{ice,max}(\omega_{ice})$$

- ICE over-running torque is considered as a constant percentage (γ_{or}) of the maximum torque:

$$T_{ice}^{or} = \gamma_{or} T_{ice,max}(\omega_{ice})$$

- Considering crankshaft inertia and, if present in FEAD, the accessories, the output torque becomes:

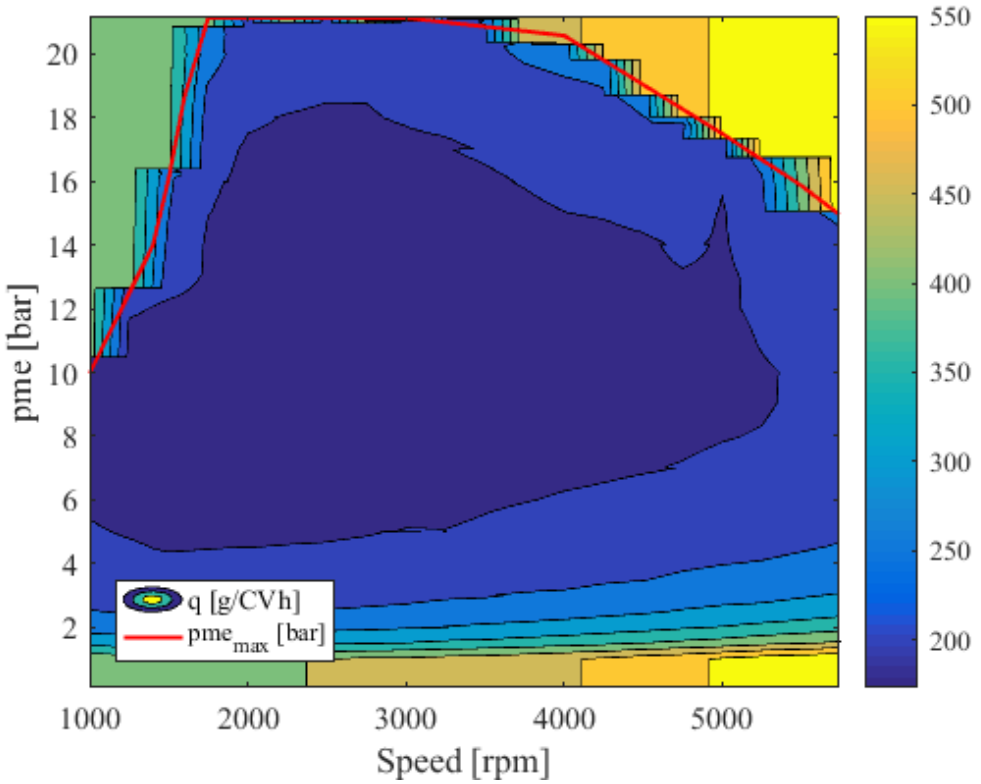
$$T_{ice}^{out} = T_{ice} - T_{ice}^{or} - J_{ice}\dot{\omega}_{ice} - T_{acc}$$

- Accessories can be modeled with their speed/torque static maps or by dynamic model.

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

การสร้างโมเดลส่วนประกอบ: เครื่องยนต์สันดาปภายใน

การสิ้นเปลืองน้ำมัน, CO_2



- แผนภาพนิ่งของแรงบิดและการใช้น้ำมัน;
- Fuel consumption is computed using the map;
- Amount of fuel consumed is computed integrating fuel consumption rate;
- CO_2 is computed based on “Technical Guidelines for the preparation of applications for the approval of innovative technologies pursuant to Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council”
- Conversion of fuel consumption to CO_2 emission

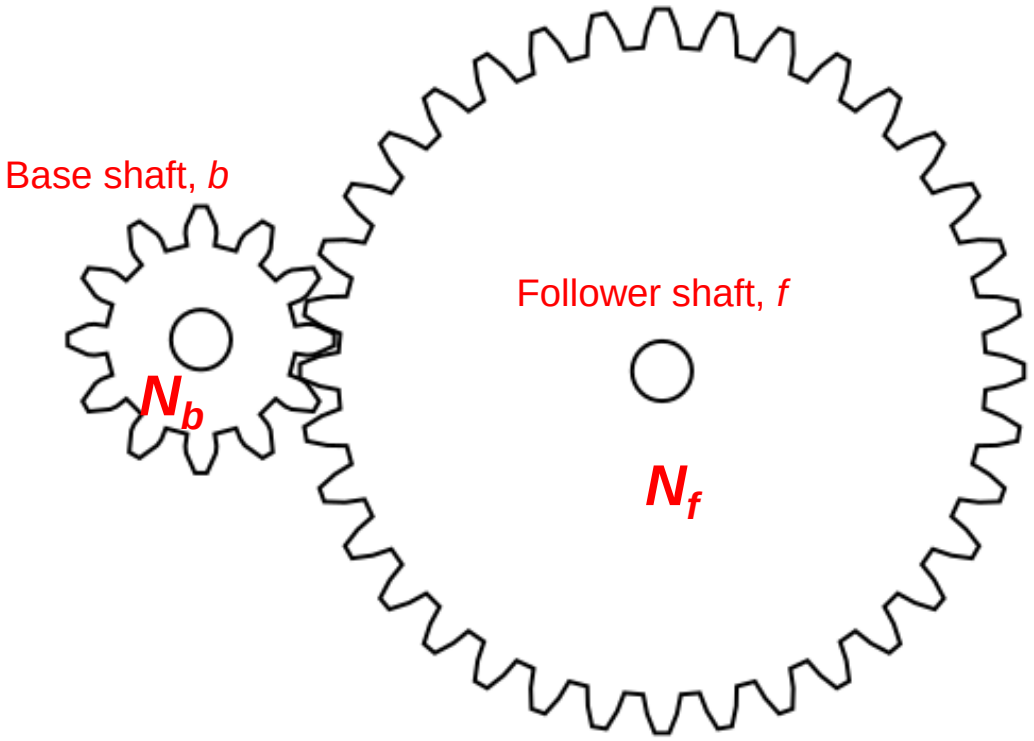
Type of fuel	Conversion factor (l / 100 km) → (g CO_2 / km) [100 g / l]
Petrol	23.3 (= 2330 g CO_2 / l)
Diesel	26.4 (= 2640 g CO_2 / l)

Source: International Energy Agency

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

การสร้างโมเดลส่วนประกอบ

กระปุกเกียร์ (Gearbox)



- กระปุกเกียร์ จะถูกโมเดลด้วย อัตราการส่งผ่านเชิงประสิทธิภาพ;
- Shaft flexibility is not modeled (dynamic effects are neglected);
- Given the transmission ratio as:

$$g_{fb} = \frac{N_b}{N_f}$$

- Output speed and torque are:

$$\begin{cases} \omega_f = g_{fb}\omega_b, \\ T_f = \dfrac{1}{g_{fb}} T_b. \end{cases}$$

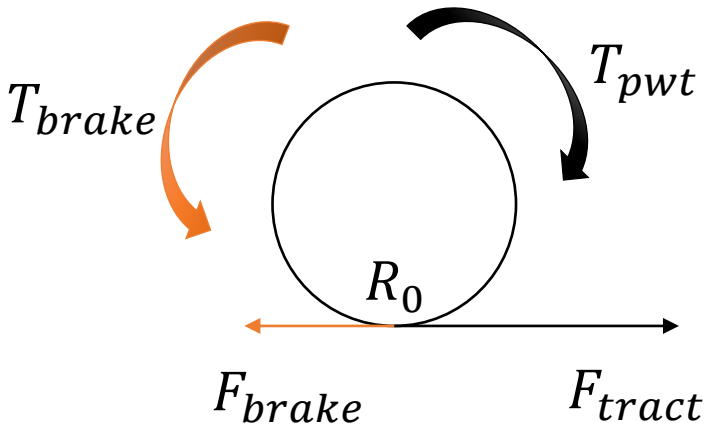
- The power loss in transmission:

$$P_{loss} = \begin{cases} \omega_b T_b \left(1 - \eta_{fb}\right) & \text{if } P_b = T_b\omega_b \geq 0 \\ \omega_f T_f \left(1 - \eta_{fb}\right) & \text{if } P_b = T_b\omega_b < 0 \end{cases}$$

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

การสร้างโมเดลสำหรับส่วนประกอบ

ล้อ, เบรก และ ยางล้อ



- Tires are modeled as rigid bodies in perfect rolling;
- Longitudinal slips (Pacejka's Magic Formula) are not accounted due to the low accelerations/decelerations perceived by the vehicle following the driving cycle;
- Traction force is:

$$F_{tract} = \frac{1}{R_0}\left(T_{pwt} - T_{brake}\right)$$

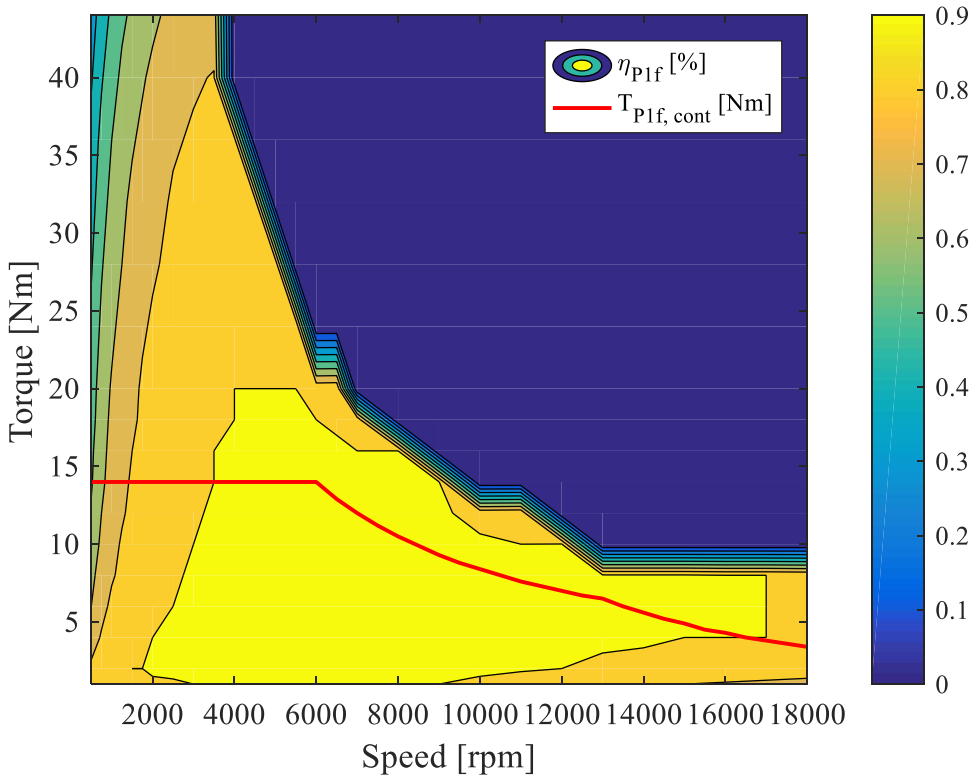
- Brakes can be modeled as simple components producing a braking torque or by more complex model of hydraulic braking system including pressures and disc brakes geometry;
- Both traction and braking forces should be limited with maximum and minimum tires capabilities considering road/tire friction coefficient μ and load transfers:

$$-\mu F_{z,min} \leq F_{tract} \leq \mu F_{z,min}$$

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

การสร้างโมเดลสำหรับส่วนประกอบ

มอเตอร์ไฟฟ้า



Example of P1f electric motor map

- Static maps with efficiency;
- The efficiency is:

$$\eta = \frac{T\omega}{V_{dc}I_{dc}}$$

- Efficiency is mirrored for generator mode;
- The computation of the dc current absorbed or generated by the motor is straightforward but important for being an input for the battery;
- In motor (traction) mode the power loss is:

$$P_{loss} = T\omega\left(\frac{1}{\eta} - 1\right)$$

- In generator (braking) mode:

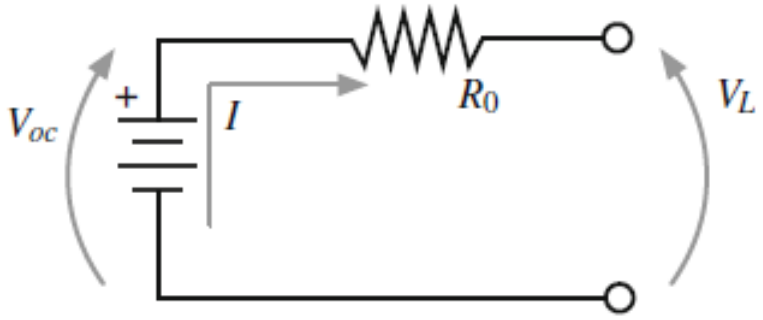
$$P_{loss} = T\omega(1 - \eta)$$

- Electric motor shaft inertia is included;
- Electric motors dynamic modeling will be further discussed.

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

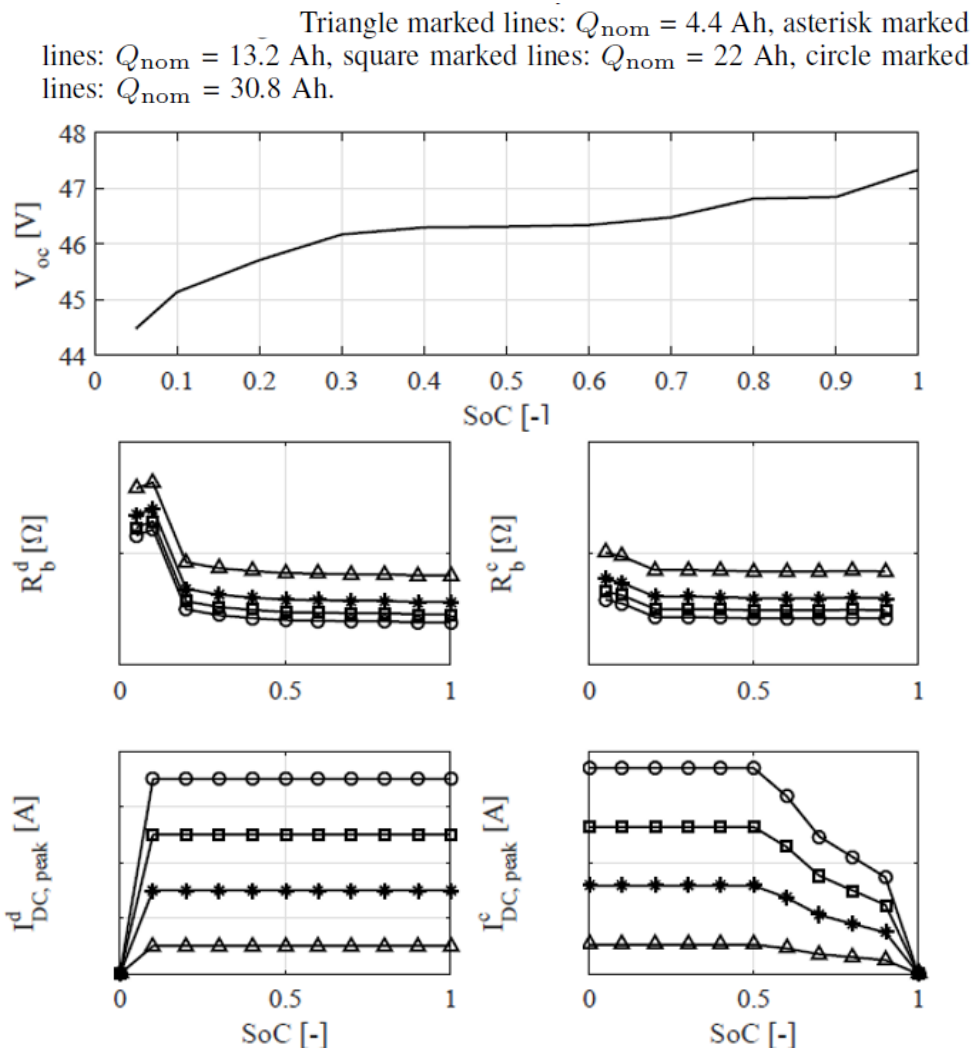
การสร้างโมเดลสำหรับส่วนประกอบ

แบตเตอรี่ไฟฟ้า



- Different dynamic models are available;
- For system level analysis a simple zero order model is sufficient for highlighting the main effects without considering voltage and current dynamics;
- The zero order model considers a voltage generator in series with a resistance;
- Open circuit voltage, resistance and maximum admissible current are mapped as a function of the battery capacity and of the main battery parameter, the state of charge:

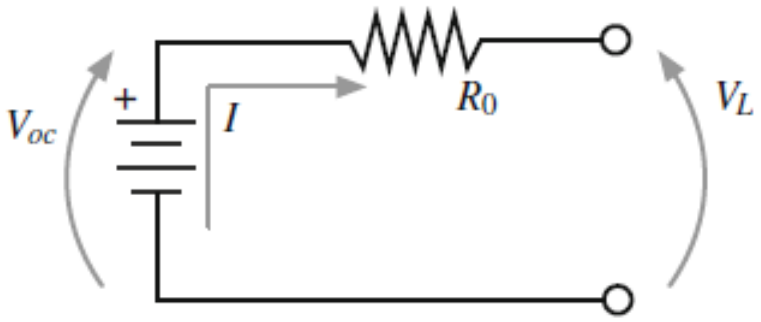
$$SoC = SoC_0 - \frac{\int I_{dc} dt}{Q_{nom}}$$



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

การสร้างโมเดลสำหรับส่วนประกอบ

แบตเตอรี่ไฟฟ้า



- The load voltage is:

$$V_l = V_{oc} - R_{pack} I_{dc}$$

- The power that the battery should provide or is able to store is the load power plus the resistances:

$$P_b = V_{oc} I_{dc} = V_l I_{dc} + R_{pack} I_{dc}^2$$

- Considering the cell voltage, the open circuit voltage of the pack is:

$$V_{oc} = N_s V_{oc,cell}$$

- Where Ns is the number of cells connected in series;
- Considering the cell resistance, the pack resistance is:

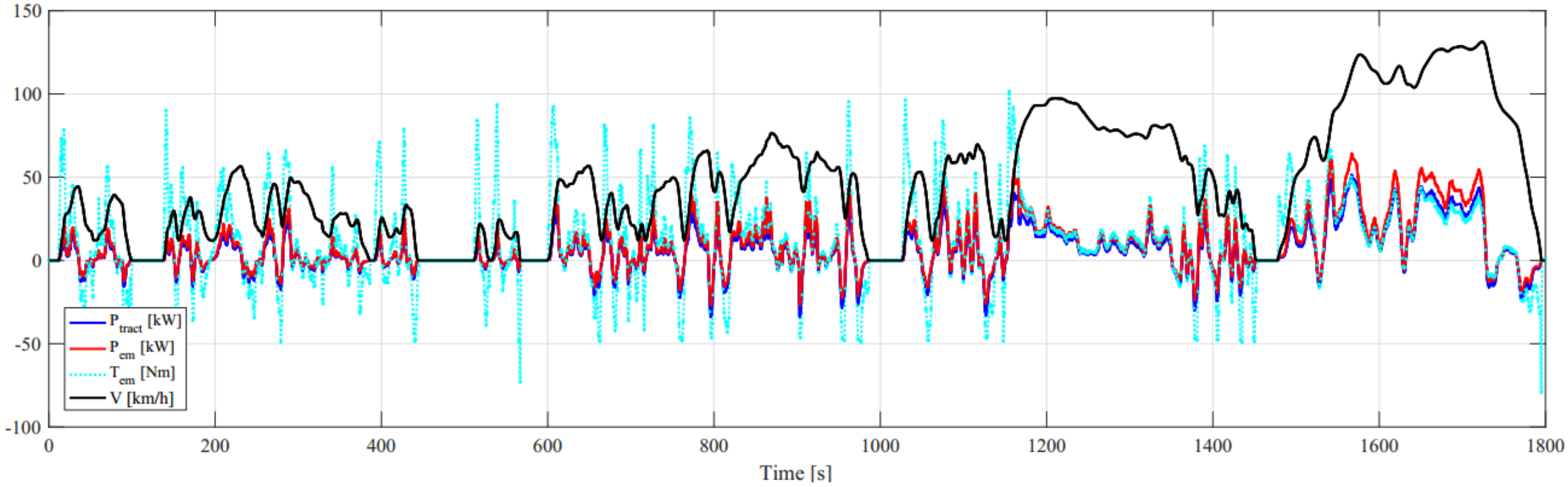
$$R_{pack} = \frac{N_s}{N_p} R_{cell}$$

- Where Np is the number of cells connected in parallel.

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

การสร้างโมเดลสำหรับส่วนประกอบ

ผลลัพธ์จากการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



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

ส่วนที่ 3: ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อกำหนดที่สำคัญด้านสมรรถนะ
- นิยามของข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยอาศัยข้อกำหนดที่สำคัญด้านสมรรถนะ

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

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

กระบวนการสำหรับการจำกัดความสำหรับข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง:

- การคำนวณกำลัง แรงบิด และความเร็ว ที่ต้องการ เพื่อเติมเต็มข้อกำหนดที่สำคัญด้านสมรรถนะจำเพาะ;

- การวิเคราะห์จะพิจารณาโดยใช้โครงสร้างแบบ P4 ไฮบริดจ์ขนานเป็นหลัก;
  - เครื่องจักรกลไฟฟ้ามีเงื่อนไขดังนี้ :
    - ขับเคลื่อนด้วยโหมดกำลังไฟฟ้าทั้งหมด;
    - เครื่องยนต์สันดาปภายในอยู่ในสภาวะโหมดคู่ขนานในสภาวะโหลดสูง;
    - ทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อชาร์จแบตเตอรี่ (ในขณะวิ่ง) ;
    - การฟื้นตัวของพลังงานจลน์จะปรากฏขึ้นเมื่อรถยนต์กำลังอยู่ในช่วงการเบรค.

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

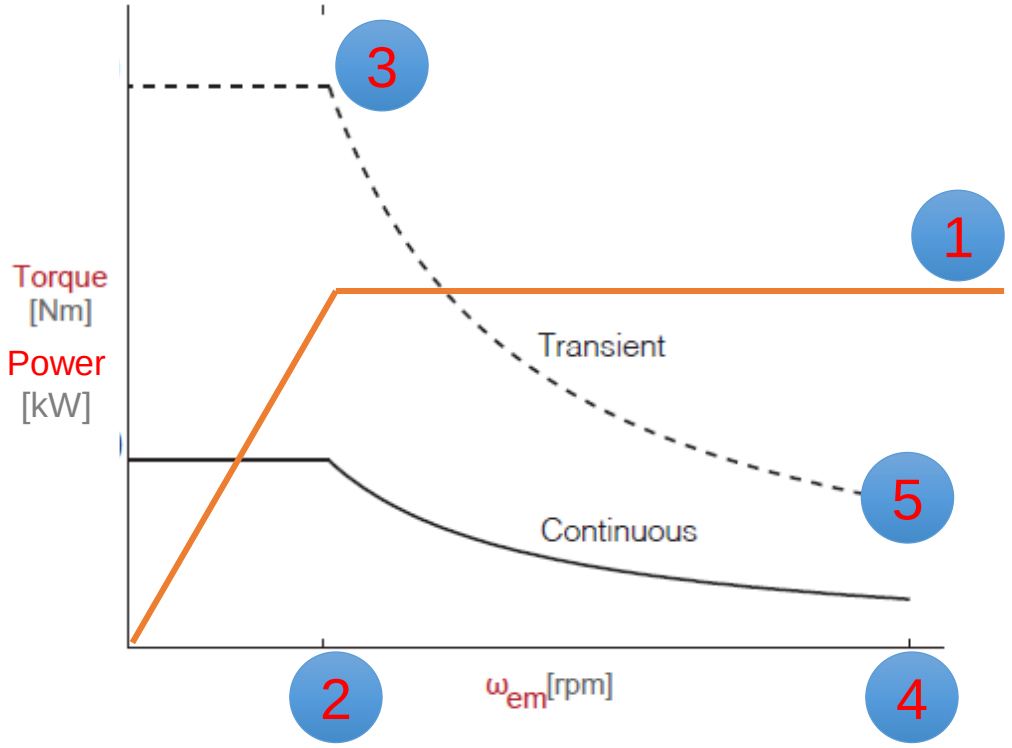
ข้อกำหนดด้านสมรรถนะที่สำคัญ

- **การเริ่มเดินขึ้นเนิน (Hill start):** ค่าความชันสูงสุดที่รถยนต์จะสามารถข้ามผ่านได้ในช่วงทรานเซียน ถูกกำหนดไว้ที่ 15% และ อัตราเร่ง 1 กม./ชม./วินาที
- **ความเร็วสูงสุด (Max speed):** รถยนต์ต้องสามารถขับเคลื่อนภายใต้โหมดที่ความเร็วสูงสุด WLTP speed.
- **ความเร่งสูงสุด (Maximum acceleration): เวลาที่ใช้ในการเร่งจาก 0 - 50** กม./ชม. ต้องน้อยกว่า 10 วินาที

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

System Requirements

- Electric Motor Specifications

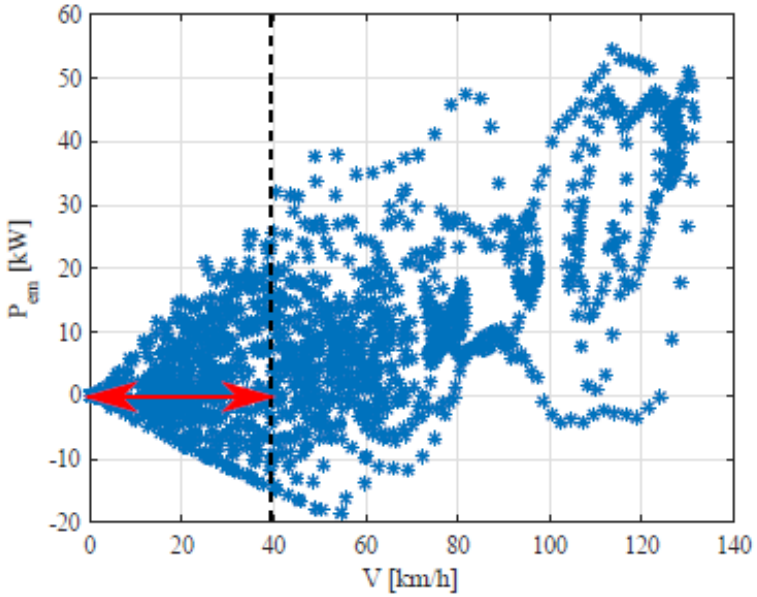


1 – Peak Power
2 – Base Speed
3 – Peak Torque
4 – Max Speed
5 – Torque@Max Speed

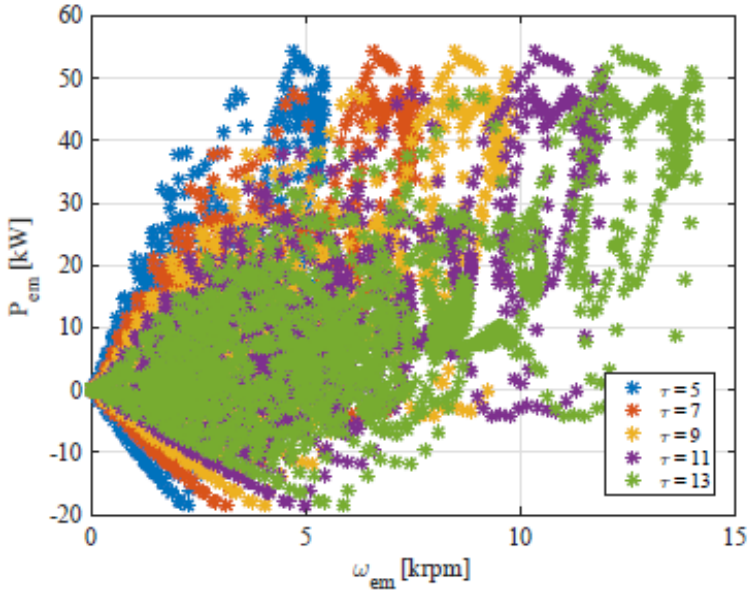
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 1. กำลังยอด (Peak Power)
    - กำลังยอด ได้จากการพิจารณากำลังทำงานของวัฏจักรการขับ driving cycle;
    - maximum electric traction speed (ความเร็วแรงฉุดไฟฟ้าสูงสุด) เป็นค่าความเร็วสูงสุดของรถยนต์ในขณะที่วิ่งด้วยโหมดกำลังไฟฟ้าล้วน;
    - กำลังนี้ต้องสอดคล้องกับกำลังที่มีอยู่ในโหมดการแปลงพลังงานป้อนกลับ



(a) P_{em} vs. V in a WLTP cycle.



(b) P_{em} vs. ω_{em} in a WLTP cycle

Co-funde
Erasmus+ Prog
of the Europea

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 2. ความเร็วฐาน (Base speed)
    - ความเร็วฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นค่าความเร็ว ซึ่ง กำลังถึงจุดค่าสูงสุด ความเร็วฐานนี้ถูกคำนวณภายใต้สภาวะ maximum electric traction vehicle speed.

$$\omega_{\mathrm{em,base}} = V_{\mathrm{v,max,PE}} / R_{\mathrm{r}} \tau_{\mathrm{em}}$$

- ผลกระทบของอัตราการส่งผ่านระหว่างมอเตอร์กับล้อนั้น จะทราบได้เมื่อมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวกับแรงบิดยอด peak torque.

τ_{em} [−]	10	11	12	13
$\omega_{\mathrm{em,base}}$ [rpm]	3537	3890	4244	4598

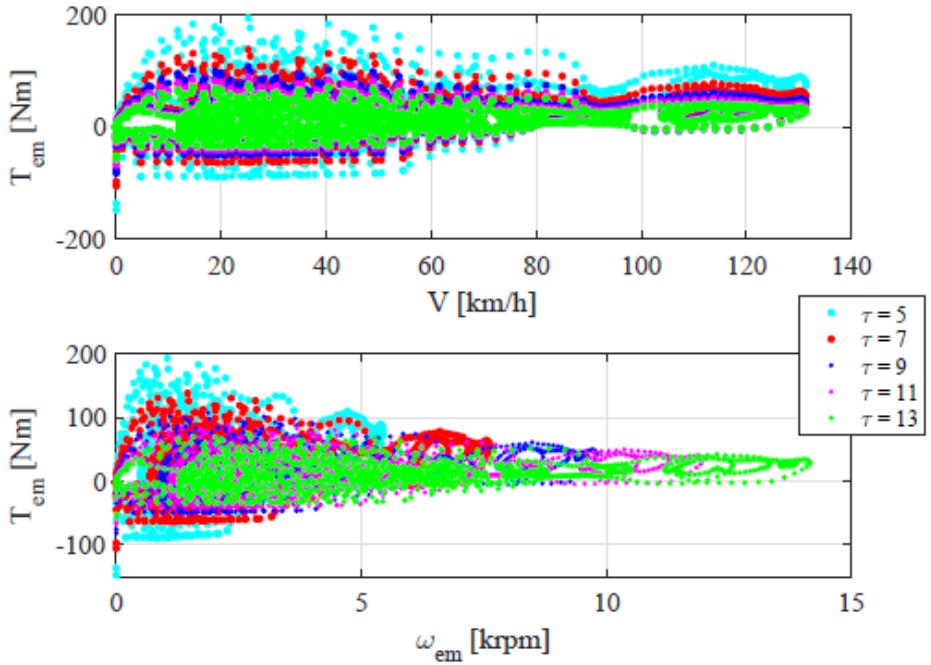
พิจารณาค่า VmaxPE = 40 กม./ชม.

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

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 3. แรงบิดยอด (Peak Torque)
    - แรงบิดยอด จะพิจารณาในระหว่างที่รถยนต์เคลื่อนที่ไปตามวัฏจักรการขับ driving cycle;
    - ค่าความไวของอัตราการส่งผ่านกำลังมอเตอร์ไปยังล้อควรถูกพิจารณา;

- การออกแบบสามารถใช้สภาวะ high speed – low torque motor หรือ high torque – low speed motor
- สำหรับการออกแบบในกรณีแรกนั้น การออกแบบแม่เหล็กไฟฟ้าควรจะดำเนินการอย่างเหมาะสมเพื่อให้มอเตอร์สามารถขับที่ความเร็วสูงได้
- สำหรับการออกแบบในกรณีที่สองนั้น ปริมาตรของมอเตอร์ควรจะมีค่าที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากการออกแบบแนวนี้มักนำไปสู่การได้มาซึ่งมอเตอร์ที่มีน้ำหนักมาก



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

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 3. แรงบิดยอด (Peak Torque)
    - ข้อกำหนดจำเพาะอื่นที่สำคัญสำหรับแรงบิดยอด เป็นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับกับวัฏจักรการขับ driving cycle ดังนี้;
    - รถยนต์ควรไต่พื้นที่มีความชันในโหมดไฟฟ้าล้วนได้;
    - 15% เกรด, 1- 2 กม./ชม./วินาที

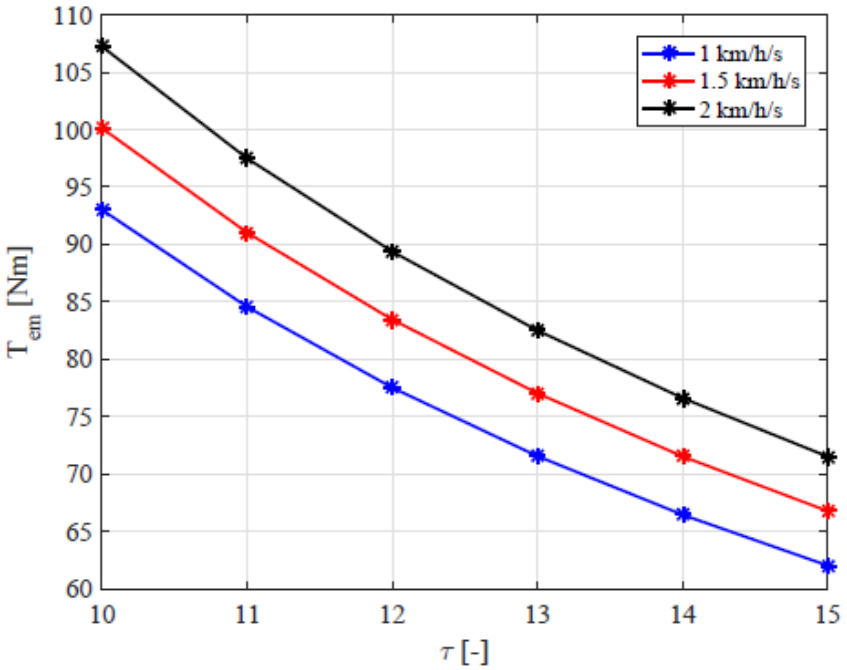
เกรดถนน

$$Mg\left(f_0\cos\alpha+\sin\alpha\right)V=AV$$

$$T_{em}=\left(\frac{J_{em}\eta_t\tau^2}{R_r^2}+\frac{J_w}{R_r^2}+M\right)\frac{R_r}{\tau\eta_t}a_x+\frac{AR_r}{\tau\eta_t}$$

มวลสมมูล

Acceleration Imposed



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

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 4. ความเร็วสูงสุด (Max Speed)
    - เป็นค่าความเร็วสูงสุดของมอเตอร์ไฟฟ้า ที่ควรเลือกภายใต้เงื่อนไขการเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้ากับล้อ;
    - ถ้ามอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับล้อโดยคลัทช์แบบ เสียดทาน (friction or dog clutches) ขึ้นอยู่กับความเร็วขณะนั้น ๆ ของมอเตอร์ แล้ว ค่าความเร็วสูงสุดจะเป็นไปตามการเลือกอัตราการส่งถ่ายกำลัง/แรงบิด;
    - ถ้ามอเตอร์ไม่สามารถถอดจากรถได้ ค่าสูงสุดควรมีค่าเท่ากับค่าสูงสุดของรถยนต์ กล่าวคือเป็นค่า maximum vehicle speed ระหว่างวัฏจักรการขับ driving cycle.

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

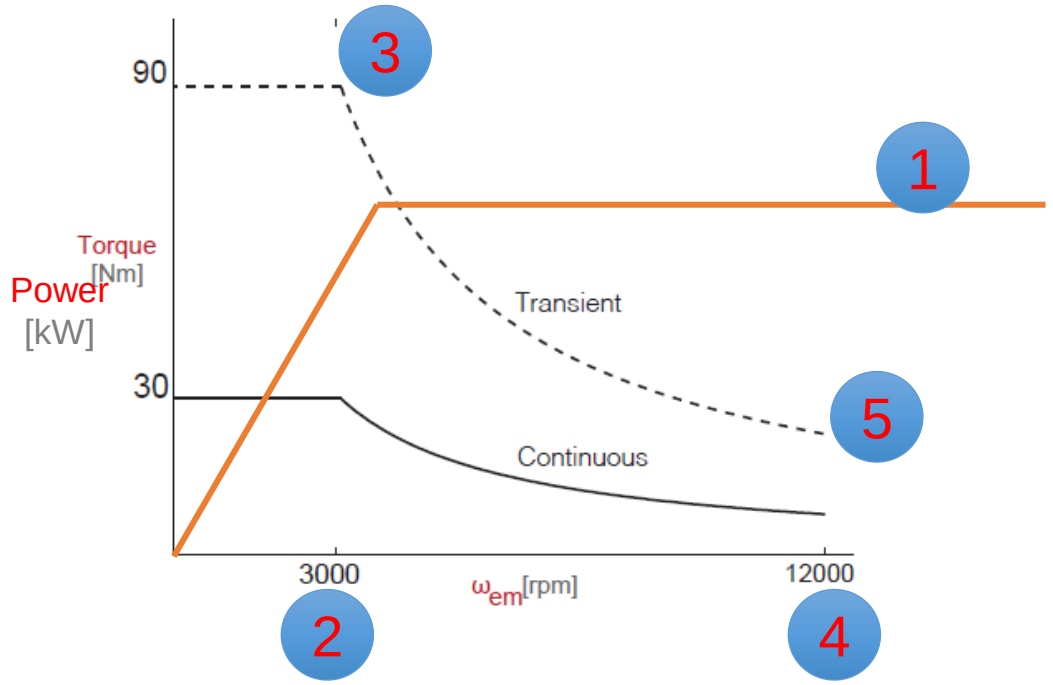
ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ

- ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ไฟฟ้า
  - 5. แรงบิด ณ ค่าความเร็วสูงสุด (Torque@Max Speed)
    - ควรกำหนดให้รถยนต์สามารถขับในโหมดไฟฟ้าล้วนได้ไม่เกินค่าความเร็วสูงสุดของวัฏจักรการขับ driving cycle.
    - กล่าวโดนสรุป เนื่องจากที่ค่าความเร็วสูงสุดเป็นจุดที่มีกำลังสูงสุดด้วย แรงบิดควรมีค่าสูงเพียงพอที่จะเอาชนะค่าความด้านทานด้าน rolling และ aerodynamic ได้:

$$T_{em} = \left[Mg\left(f_0 + KV^2\right) + \frac{1}{2}\rho C_x A V^2 \right] \frac{R_r}{\tau}$$

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

ข้อกำหนดที่สำคัญเกี่ยวกับแรงบิดและกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า



1 – Peak Power.
2 – Base Speed.
3 – Peak Torque
4 – Max Speed.
5 – Torque@Max Speed.

ω_b	3000 rpm
V_{DC}	48 V
T_{max}	90 Nm
T_{cont}	30 Nm
ω_{max}	12000 rpm
$T@\omega_{max}$	≈15 Nm
P_{max}	30 kW
P_{cont}	10 kW
$i_{DC,max}$	Depends on battery
$i_{DC,cont}$	Depends on battery

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

ระบบการบริหารจัดการ ส่งจ่าย และจัดเก็บพลังงาน

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

กำหนดการ

- ระบบบริหารจัดการพลังงาน
- กลยุทธ์การกระจายแรงบิด
- อิทธิพลของข้อจำกัดระบบส่งกำลังด้วยไฟฟ้า

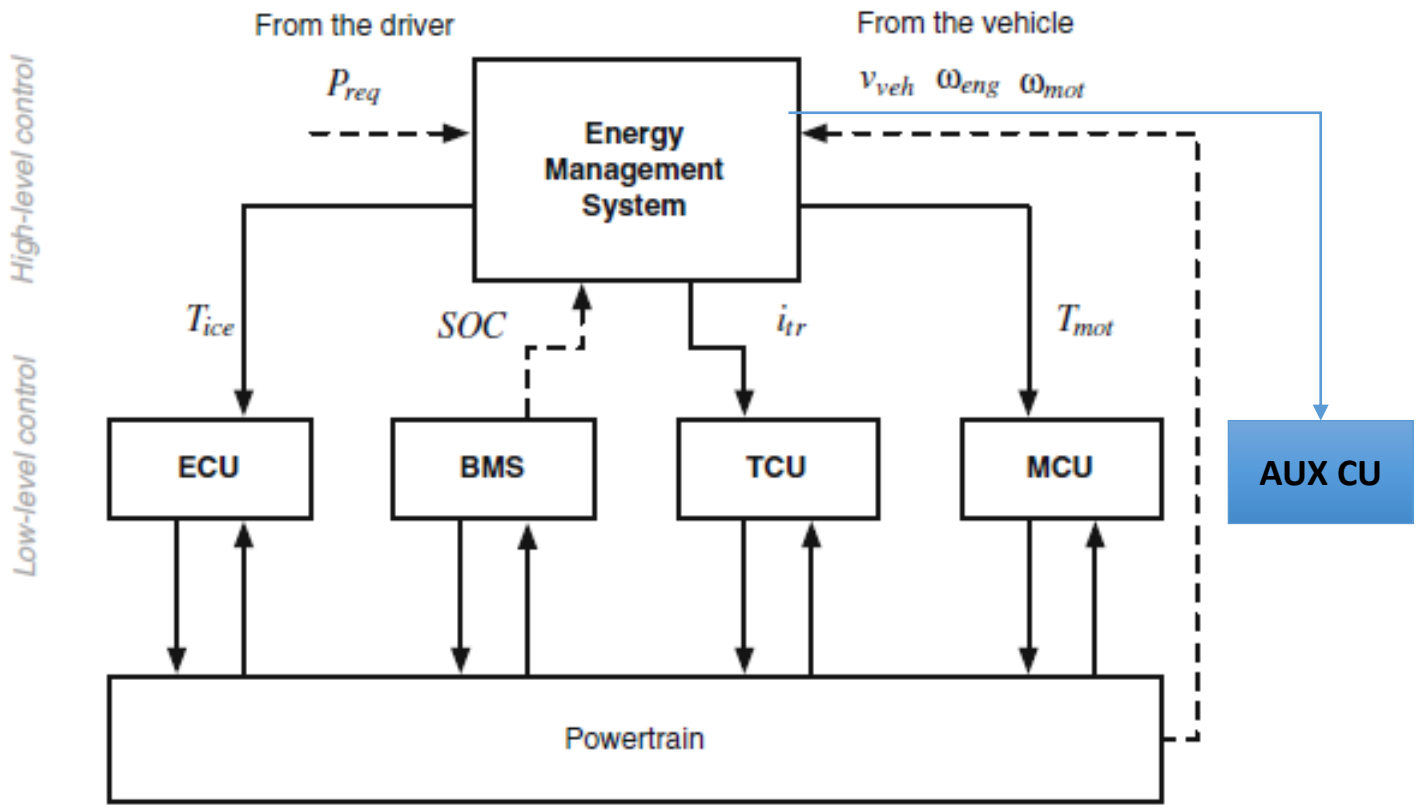
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

กลยุทธ์การควบคุมและบริหารจัดการพลังงาน

- ระบบบริหารจัดการพลังงาน
  - เป็นชุดควบคุมสูงสุดของแต่ละสถาปัตยกรรมไฮบริดจ์
  - มีหน้าที่ในการในการควบคุมการไหลพลังงานบนรถยนต์ให้มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อรักษาสถานะการประจุของแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาวะที่ควรจะเป็นที่สุด;
  - เป็นส่วนกลางเชื่อมระหว่างการสั่งการขับและชุดควบคุมอุปกรณ์ระบบส่งกำลังที่มีระดับต่ำกว่า (หน่วยบริหารจัดการรถยนต์ ตัวแปลงผันกำลังไฟฟ้า เป็นต้น)

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

ระบบบริหารจัดการพลังงาน



Source: Onori

ECU Engine Control Unit

BMS Battery Management System

TCU Transmission Control Unit

MCU Motor Control Unit

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

กลยุทธ์การควบคุมและบริหารจัดการพลังงาน

ระบบบริหารจัดการพลังงาน มีหน้าที่ในการแบ่งจ่ายกำลังงานระหว่างเครื่องยนต์กับมอเตอร์ไฟฟ้า

กลยุทธ์เชิงบทบาท

- บทบาทถูกกำหนดเพื่อการควบคุมทุกขณะเวลา
- มีความจำเป็นต้องมีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการ
- ใช้แนวคิดไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว (ไม่มีการพิจารณาค่าพอเหมาะ ประสิทธิภาพที่เพียงพอ)

กลยุทธ์เชิงการปรับให้เหมาะสม

- จุดติดตั้งจะได้รับจากการพิจารณาค่าต่ำสุดของค่าใช้จ่าย
- ส่วนขับเคลื่อนควรต้องทราบเพื่อให้สามารถปรับให้เหมาะสมได้

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

ระบบบริหารจัดการพลังงาน – กลยุทธ์การกระจายแรงบิด

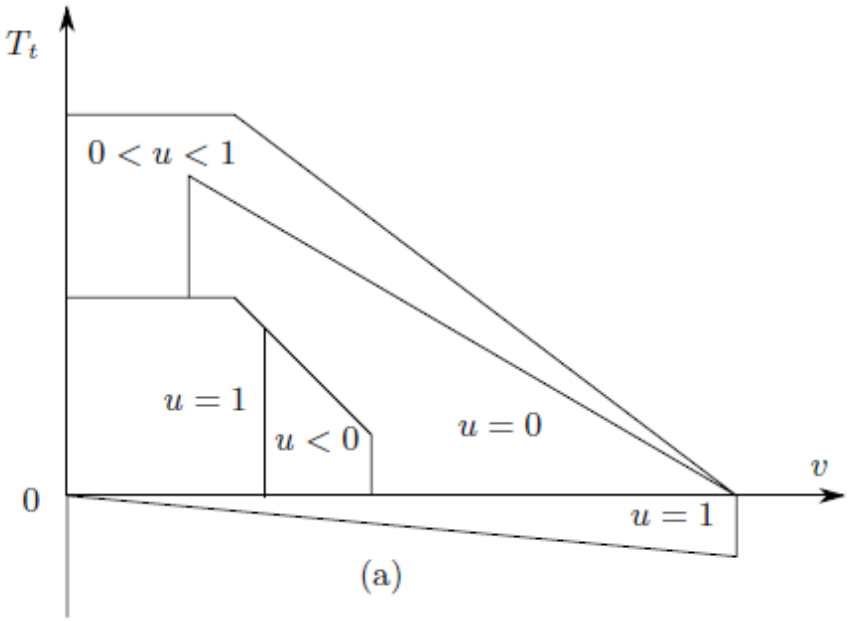
บทบาท – ภายใต้พื้นฐาน EMS, ตัวอย่าง

“เทอโมสแตท”

เครื่องยนต์ เปิด และ ประจุไฟฟ้าไปยังแบตเตอรี่ เมื่อ SOCmin ต่ำสุด
เครื่องยนต์ ปิด เมื่อประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ เต็มแล้ว SOCmax
เครื่องยนต์ทำงานในสภาวะเหมาะสมอย่างสม่ำเสมอด้วยสัดส่วนผันตรง

“อุปกรณ์ช่วยด้านไฟฟ้า”

IF SOC is close to lower limit
Engine torque is increased to charge the battery
No electric traction at low speeds
ELSE
Engine works only in favorable zones
Electric traction at low speeds
High torque demands are accomplished by Engine



- Tt = required torque at ground level;
- V = vehicle speed;
- u = torque split ratio:

$$u = \frac{T_{em,ground}}{T_t}$$

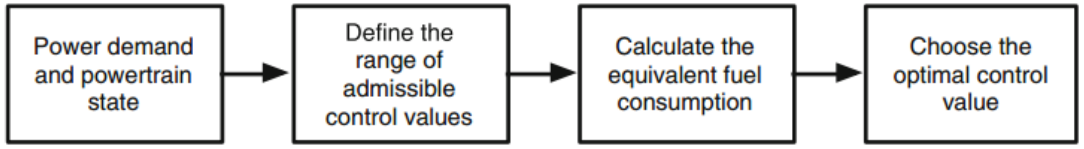
- u = 1 pure electric;
- u = 0 pure thermal;
- 0 < u < 1 power split;

Source: Onori

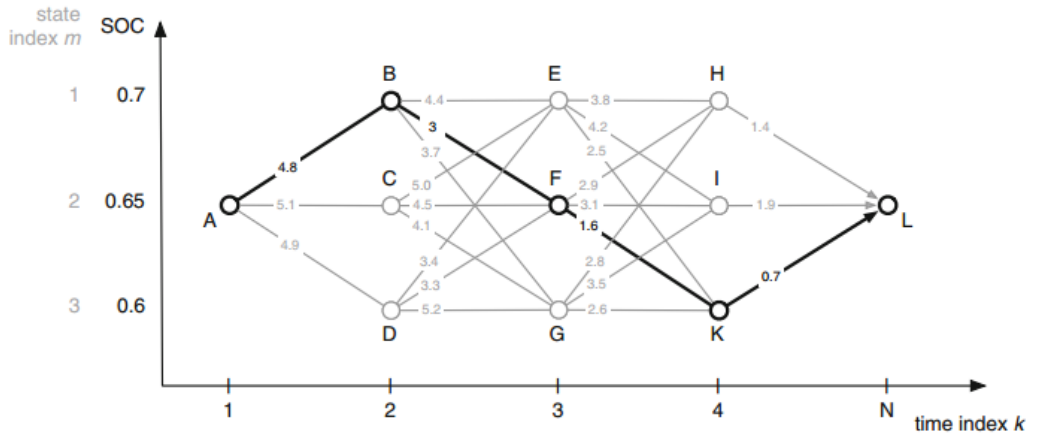
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ระบบบริหารจัดการพลังงาน – กลยุทธ์การกระจายแรงบิด

กลยุทธ์การลดอัตราการใช้พลังงานสมมูล



การโปรแกรมแบบพลวัต

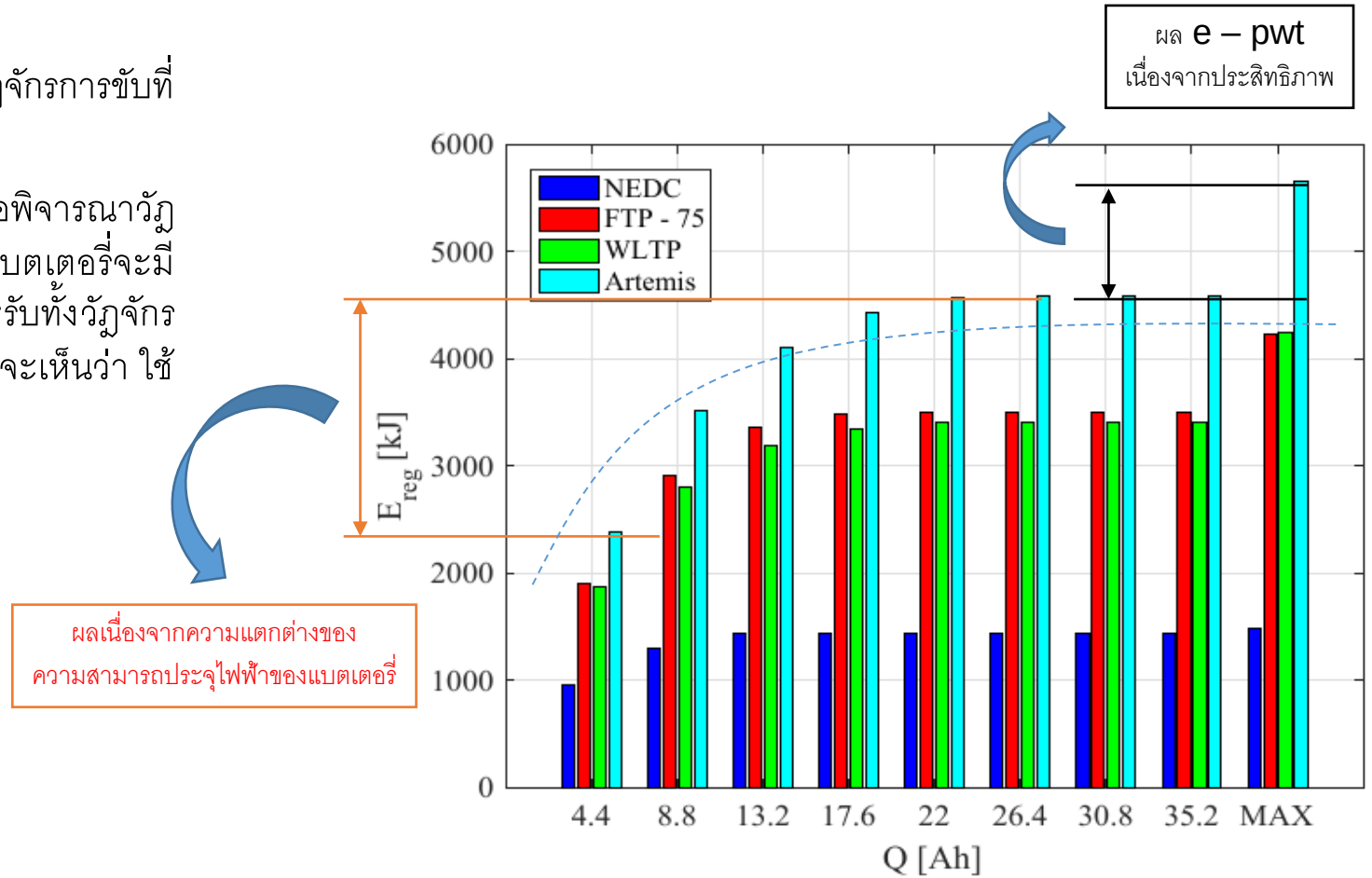


แหล่งข้อมูล: Onori

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

ผลกระทบของข้อจำกัด e – PWT: ขนาดของแพ็คแบตเตอรี่

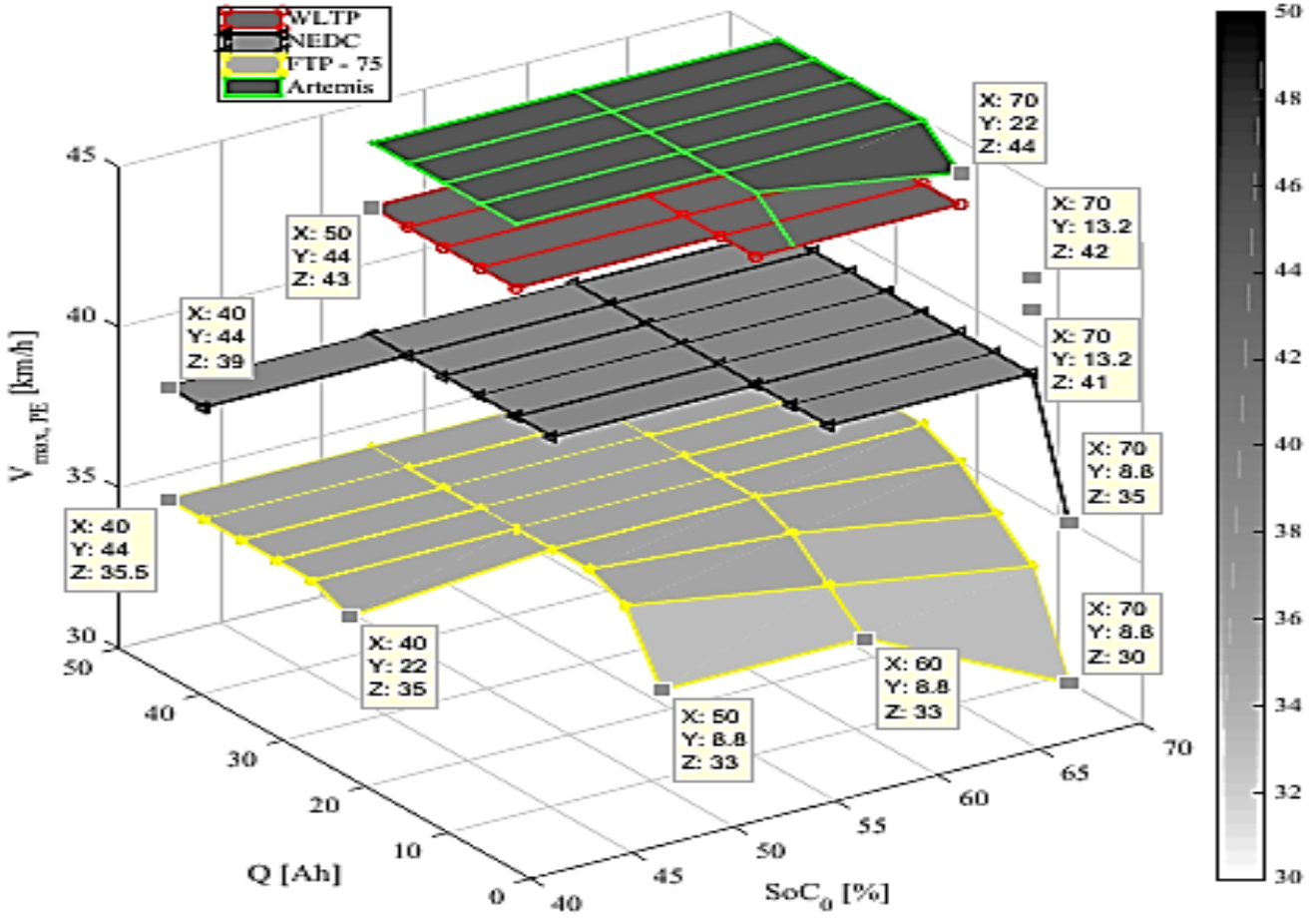
- พลังงานที่ใช้แสดงให้เห็นถึงการอิ่มตัวสำหรับวัฏจักรการขับที่พิจารณา;
- ตัวเลือกของวัฏจักรยังคงมีความสำคัญ : เมื่อพิจารณาวัฏจักร NEDC จะเห็นว่าแม้ว่า แพ็คของแบตเตอรี่จะมีขนาดเล็กก็ยังสามารถมีพลังงานที่เพียงพอสำหรับทั้งวัฏจักรการขับได้ เมื่อขับในวัฏจักรที่ใช้กำลังมากขึ้นก็จะเห็นว่า ใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็กกว่าอย่างเห็นได้ชัด



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

อิทธิพลของข้อจำกัด e – PWT : ขนาดแพ็คแบตเตอรี่

อิทธิพลของความเร็วฉุดยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุด



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

เอกสารอ้างอิง

1. Onori S, Serrao L, Rizzoni G. Hybrid electric vehicles: energy management strategies. Berlin Heidelberg: Springer; 2016.

2. Guzzella L, Sciarretta A. Vehicle propulsion systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2007 June

3. Genta G. Motor vehicle dynamics: modeling and simulation. World Scientific; 1997.

4. Castellazzi L. Mild Hybrid Electric Vehicles: Powertrain Optimization for Energy Consumption, Driveability and Vehicle Dynamics Enhancements.

5. International Energy Agency. Key trends in CO2 emissions. In: CO2 emissions from fuel combustion. IEA, 2015

6. Schaeffler Symposium 2018, Mobility for Tomorrow, https://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/symposia_1/downloads_11/schaeffler_kolloquium_2018_en.pdf

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

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

https://www.facebook.com/unitederasmus/

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student´s Employability and Regional Development

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนายานยนต์

วันที่ 2 – ช่วงที่ 1

Christian Granrath, M.Sc.

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

กำหนดการ

- บทนำและแรงจูงใจ
- คำจำกัดความของศัพท์เทคนิค
- แนวทางการพัฒนาแบบทั่วไป
- แนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว
- ความท้าทายของวิศวกรรมที่คล่องตัว
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

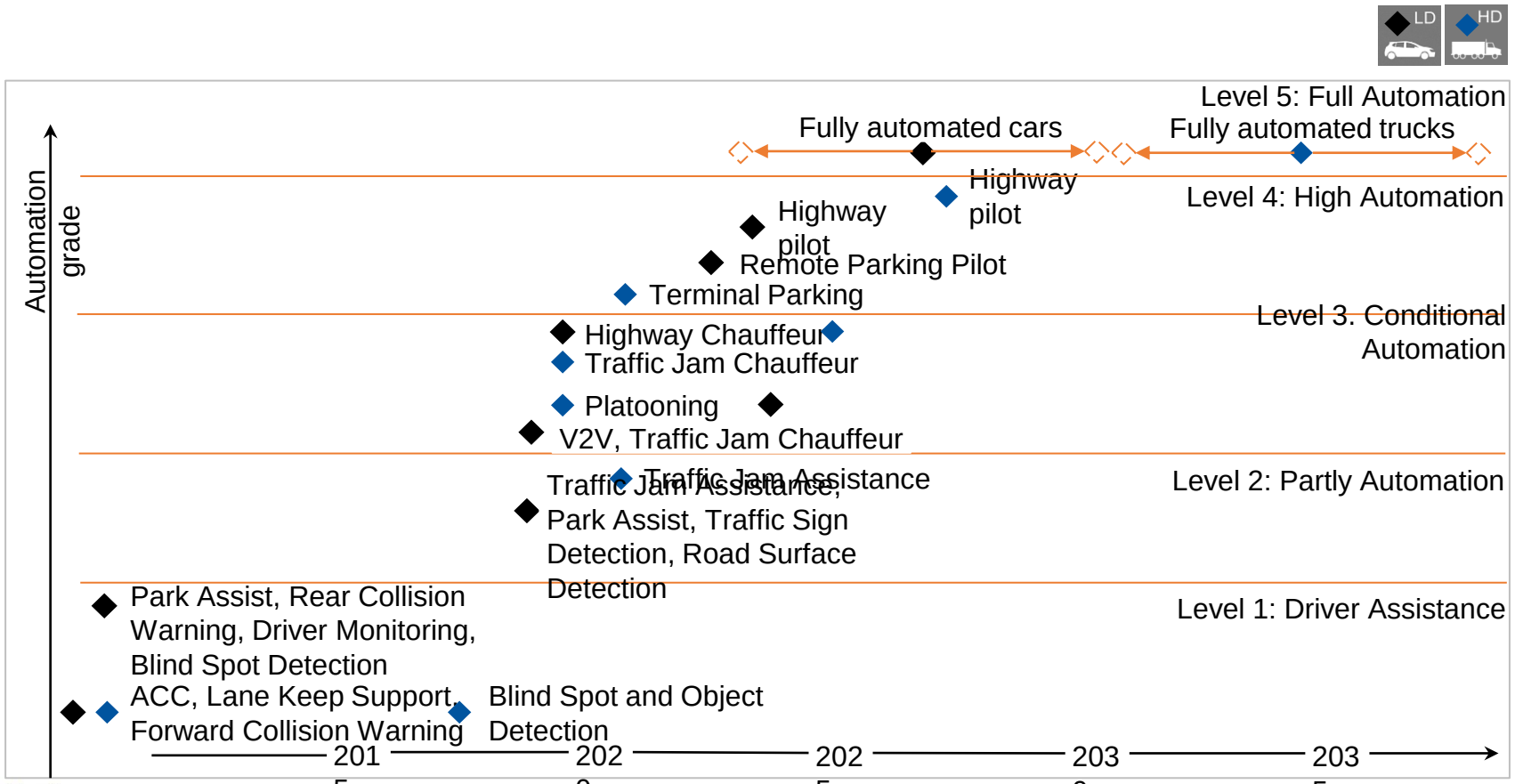
- แรงจูงใจ
  - แนวโน้มปัจจุบันในภาคยานยนต์เป็นอย่างไร?
  - เหตุใดแนวโน้มเหล่านี้จึงมีความเกี่ยวข้องอย่างมากสำหรับการพัฒนาทั้งหมด
  - แนวโน้มในปัจจุบันและแนวทางการพัฒนามีอิทธิพลต่อโครงสร้างองค์กรอย่างไร?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ระดับของระบบอัตโนมัติจะเพิ่มขึ้นในอีก 20 ปีข้างหน้า

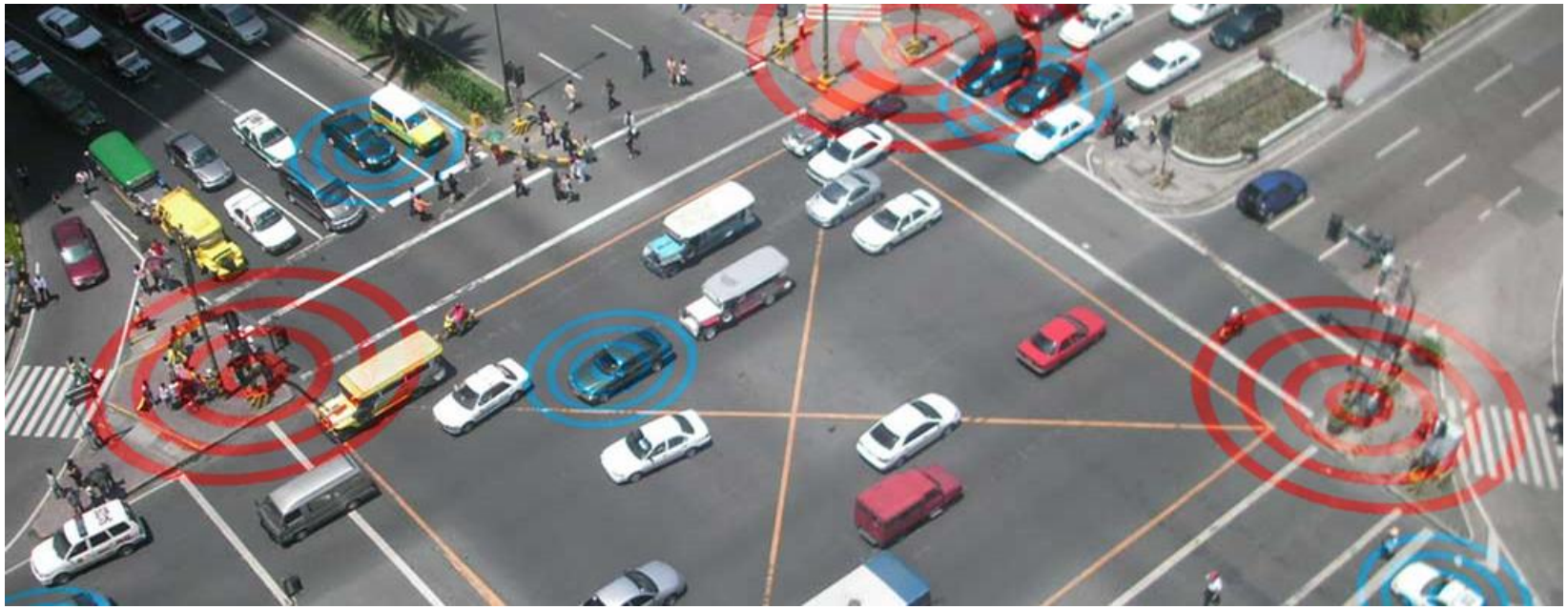
ประมาณการสำหรับระดับของการขับรถอัตโนมัติจนถึงปี 2035



Source: Prognose FEV, 05/2019 [16]

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

5GAA (5G Automotive Association) Mission statement



พัฒนา ทดสอบ และส่งเสริมโซลูชันการสื่อสาร เริ่มต้นการกำหนดมาตรฐานและเร่งความพร้อมในเชิงพาณิชย์และการเจาะตลาดโลก เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการเคลื่อนไหวที่เชื่อมต่อของสังคมและความปลอดภัยทางถนนด้วยแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น การขับขี่อัตโนมัติ การเข้าถึงบริการที่แพร่หลาย และการผสานรวมเข้ากับเมืองอัจฉริยะและระบบขนส่งอัจฉริยะ

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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]
Image: Mike Gonzalez (TheCoffee) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Makati_intersection.jpg), „Makati intersection“, Crop and color changes by FH Aachen, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode

นักลงทุนหลายคนจะประสานกระบวนการที่เปิดใช้งานการสร้างรายได้จากข้อมูลรถยนต์

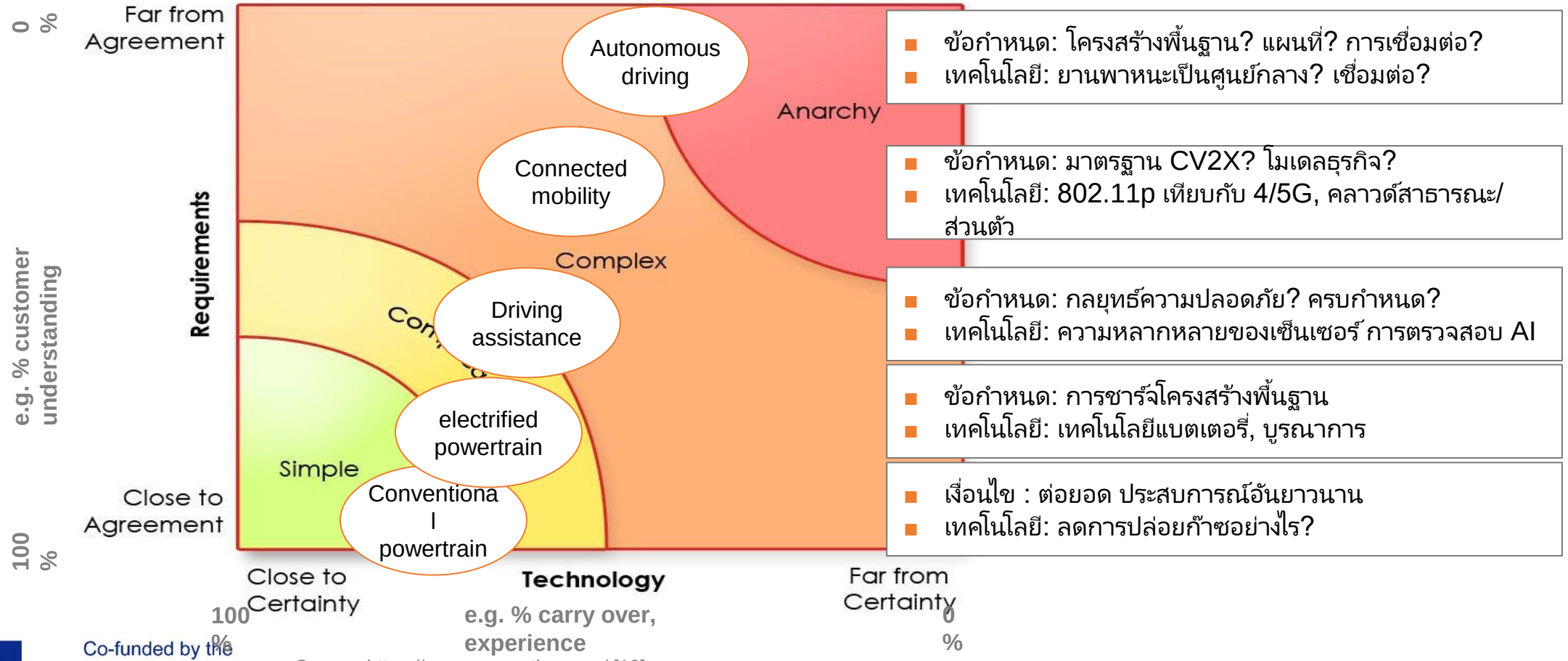
บริการนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ “ยานพาหนะ” และการขับขี่แบบเครือข่าย

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

Source: McKinsey, “Monetizing car data” [1]
Image: Creative Commons Zero (https://visualcocaine.org/photo/525/city-night-view-from-above)

โลกกำลังผันผวน ไม่แน่นอน ซับซ้อน คลุมเครือ (VUCA)

การวิเคราะห์อุตสาหกรรมยานยนต์ – VUCA ขยายขึ้นอยู่กับพื้นที่ใช้งาน



- ข้อกำหนด: โครงสร้างพื้นฐาน? แผนที่? การเชื่อมต่อ?
- เทคโนโลยี: ยานพาหนะเป็นศูนย์กลาง? เชื่อมต่อ?

- ข้อกำหนด: มาตรฐาน CV2X? โมเดลธุรกิจ?
- เทคโนโลยี: 802.11p เทียบกับ 4/5G, คลาวด์สาธารณะ/ส่วนตัว

- ข้อกำหนด: กลยุทธ์ความปลอดภัย? ครบกำหนด?
- เทคโนโลยี: ความหลากหลายของเซ็นเซอร์ การตรวจสอบ AI

- ข้อกำหนด: การชาร์จโครงสร้างพื้นฐาน
- เทคโนโลยี: เทคโนโลยีแบตเตอรี่, บูรณาการ

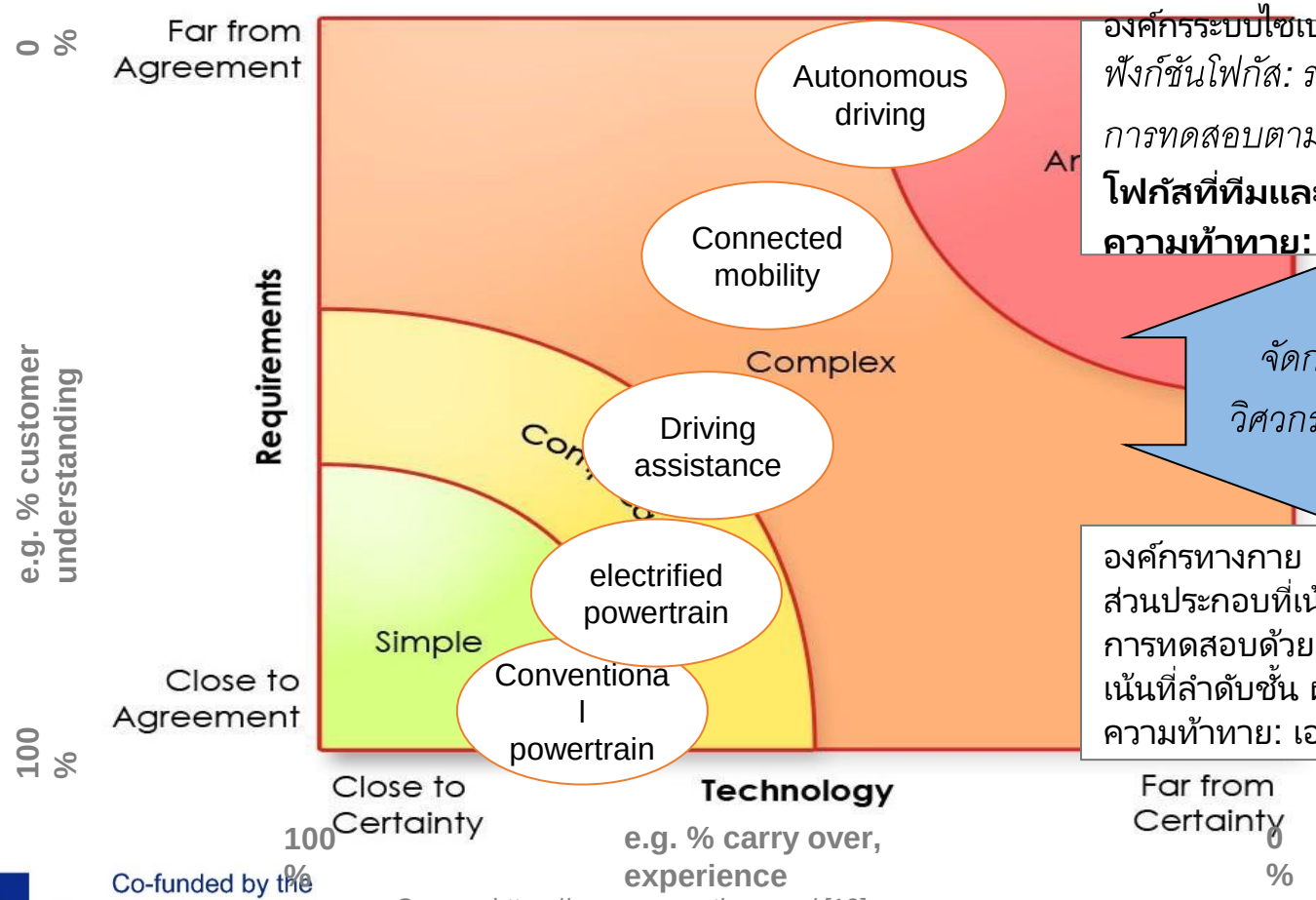
- เงื่อนไข : ต่อยอด ประสบการณ์อันยาวนาน
- เทคโนโลยี: ลดการปล่อยก๊าซอย่างไร?

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

Source: https://www.scrum-tips.com/ [19]
Source: S. Kriebel, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [23]

โลกกำลังผันผวน ไม่แน่นอน ซับซ้อน คลุมเครือ (VUCA)

การค้นหาแนวทางการจัดองค์กรที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ



องค์กรระบบไซเบอร์

ฟังก์ชันโฟกัส: ระบบเป็นผู้ให้บริการฟังก์ชัน

การทดสอบตามการยอมรับและข้อกำหนดของผู้ใช้

โฟกัสที่ทีมและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คล่องแคล่วคือความคิดแนว

ความท้าทาย: การเสริมอำนาจ *การข้ามหน้าที่* การเปลี่ยนแปลง

จัดการโดย

วิศวกรรมระบบ

กำหนดโดย องค์กร/ Mindset

องค์กรทางกาย

ส่วนประกอบที่เน้น: เครื่องยนต์, เกียร์, แบตเตอรี่ …

การทดสอบด้วยการจำลองและการขับขี่

เน้นที่ลำดับชั้น ผู้มีอำนาจตัดสินใจ ความคล่องตัวคือกระบวนการ

ความท้าทาย: เอาชนะความกล้าหาญ หยุดการจัดการขนาดเล็ก

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

Source: https://www.scrum-tips.com/ [19]

Source: S. Kriebel, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [23]

กำหนดการ

- บทนำและแรงจูงใจ
- คำจำกัดความของศัพท์เทคนิค
- แนวทางการพัฒนาแบบทั่วไป
- แนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว
- ความท้าทายของวิศวกรรมที่คล่องตัว
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

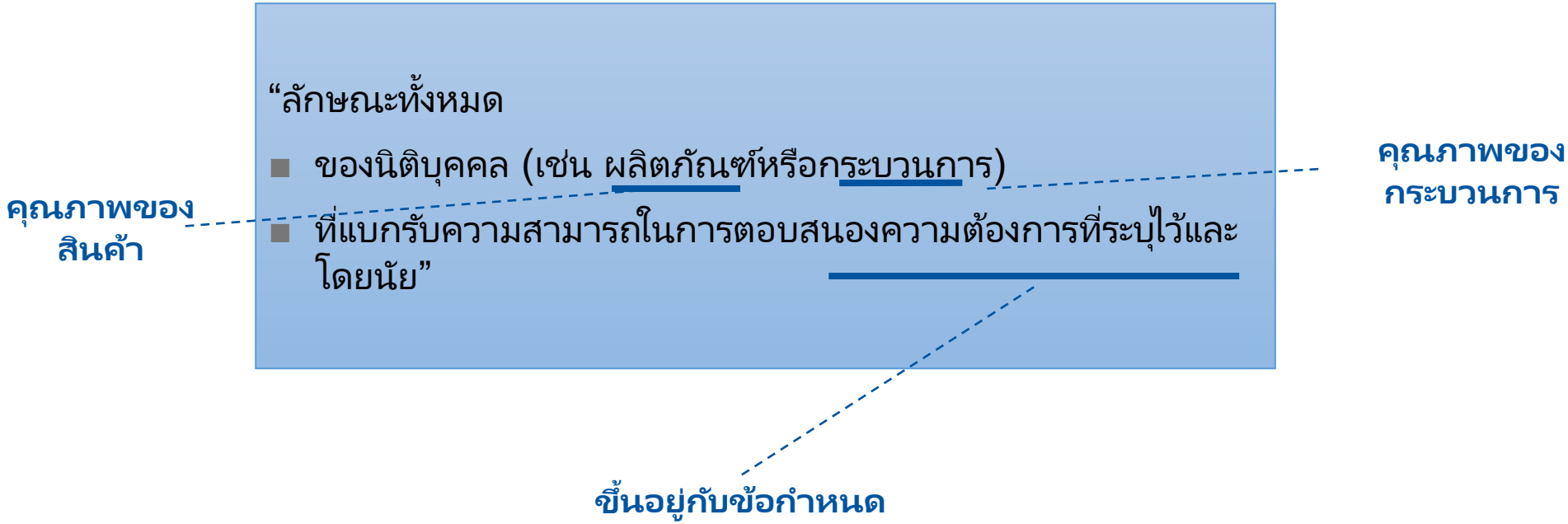
- คุณภาพของซอฟต์แวร์
  - คำนี้หมายถึงอะไร (คำจำกัดความ)? คุณภาพของซอฟต์แวร์ถูกกำหนดโดย ISO 25010 (คุณลักษณะด้านคุณภาพ) อย่างไร?
  - เหตุใดการประกันคุณภาพจึงมีความสำคัญสำหรับซอฟต์แวร์ จะมั่นใจในคุณภาพของซอฟต์แวร์ได้อย่างไร? อะไรคือความแตกต่างระหว่างการวัดเชิงสร้างสรรค์และเชิงวิเคราะห์?
- กระบวนการ ขั้นตอน วิธีการ และวิธีการ
  - คำว่า "กระบวนการ" หมายถึงอะไร?
  - อะไรคือความแตกต่างระหว่าง "ขั้นตอน" "วิธีการ" และ "กระบวนการ"?
  - อะไรคือความแตกต่างระหว่าง "วิธีการ" และ "วิธีการ"?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

คุณภาพถูกนิยามอย่างไร?

เป็นไปตามที่กำหนดโดย EN ISO 8402 : 1995:



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

Source: EN ISO 8402 : 1995, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin [17]

คุณภาพมีมากกว่าข้อกำหนดด้านการใช้งานเท่านั้น

โมเดลคุณภาพผลิตภัณฑ์ของ ISO 25010

Source: International Standardization Organization (ISO) [18]

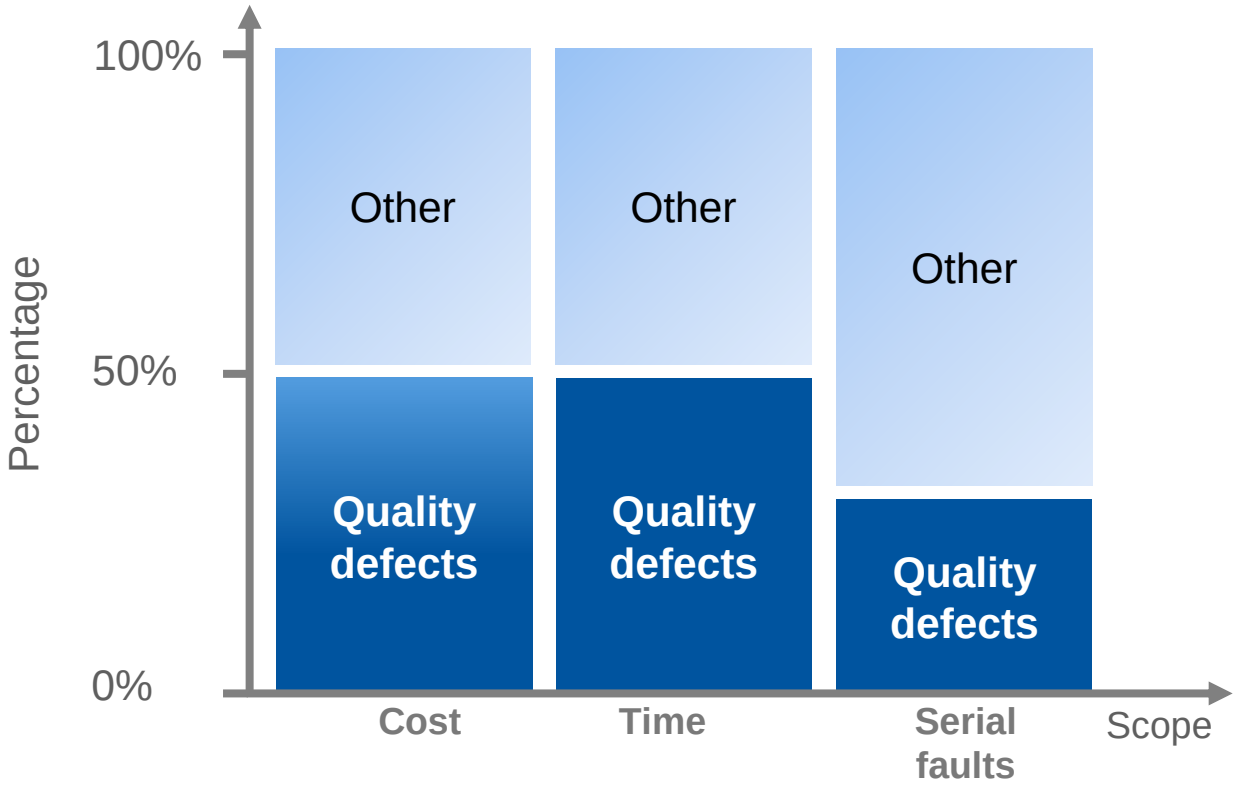
Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

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

การแก้ปัญหาต้องใช้เวลาและเงิน

ความจำเป็นของคุณภาพของซอฟต์แวร์

- **ข้อบกพร่องด้านคุณภาพทำให้เกิดความพยายาม**
  - การแก้ไขปัญหาทำให้เกิดความพยายาม
  - ความเสียหายสูงถึง 50%
- **ความพยายามเพิ่มเติมผ่านสภาวะตลาด**
  - ความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้น
  - เพิ่มจำนวนผลิตภัณฑ์ย่อย / โครงการซอฟต์แวร์
  - เทคโนโลยีใหม่ที่ผู้ใช้ยังขาดประสบการณ์



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

Source: Dumke, Ebert (2007) “Software Measurement” [4]

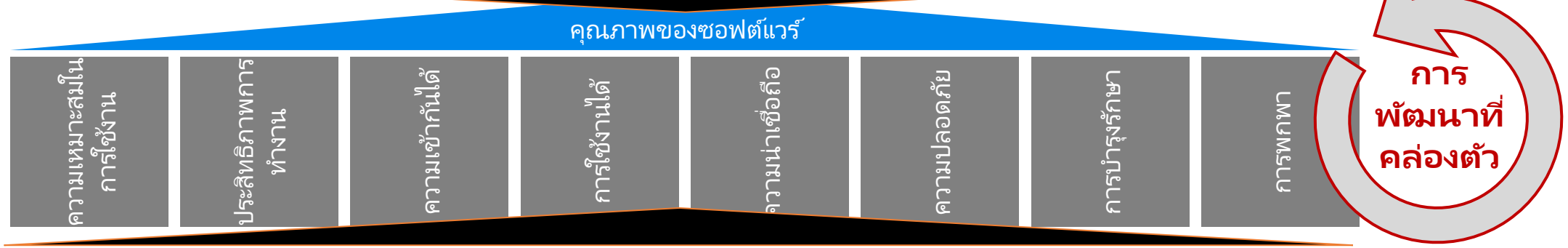
เราจะมั่นใจในคุณภาพของซอฟต์แวร์ได้อย่างไร?

การพัฒนาซอฟต์แวร์ = การทำให้เป็นจริงของมาตรการเชิงสร้างสรรค์และการวิเคราะห์

มาตรการสร้างสรรค์

- การประกันคุณภาพก่อน (ล่วงหน้า)
- ตัวอย่าง: (สถาปัตยกรรม การสร้างแบบจำลอง) แนวทาง กระบวนการ/วิธีการ/มาตรฐาน

1, 2



มาตรการวิเคราะห์

- การประกันคุณภาพหลัง (การวัด การปรับปรุง)
- ตัวอย่าง: กระบวนการคัดกรอง (ทบทวน สอบแนวปฏิบัติ ทดสอบ ทบทวนกระบวนการ)

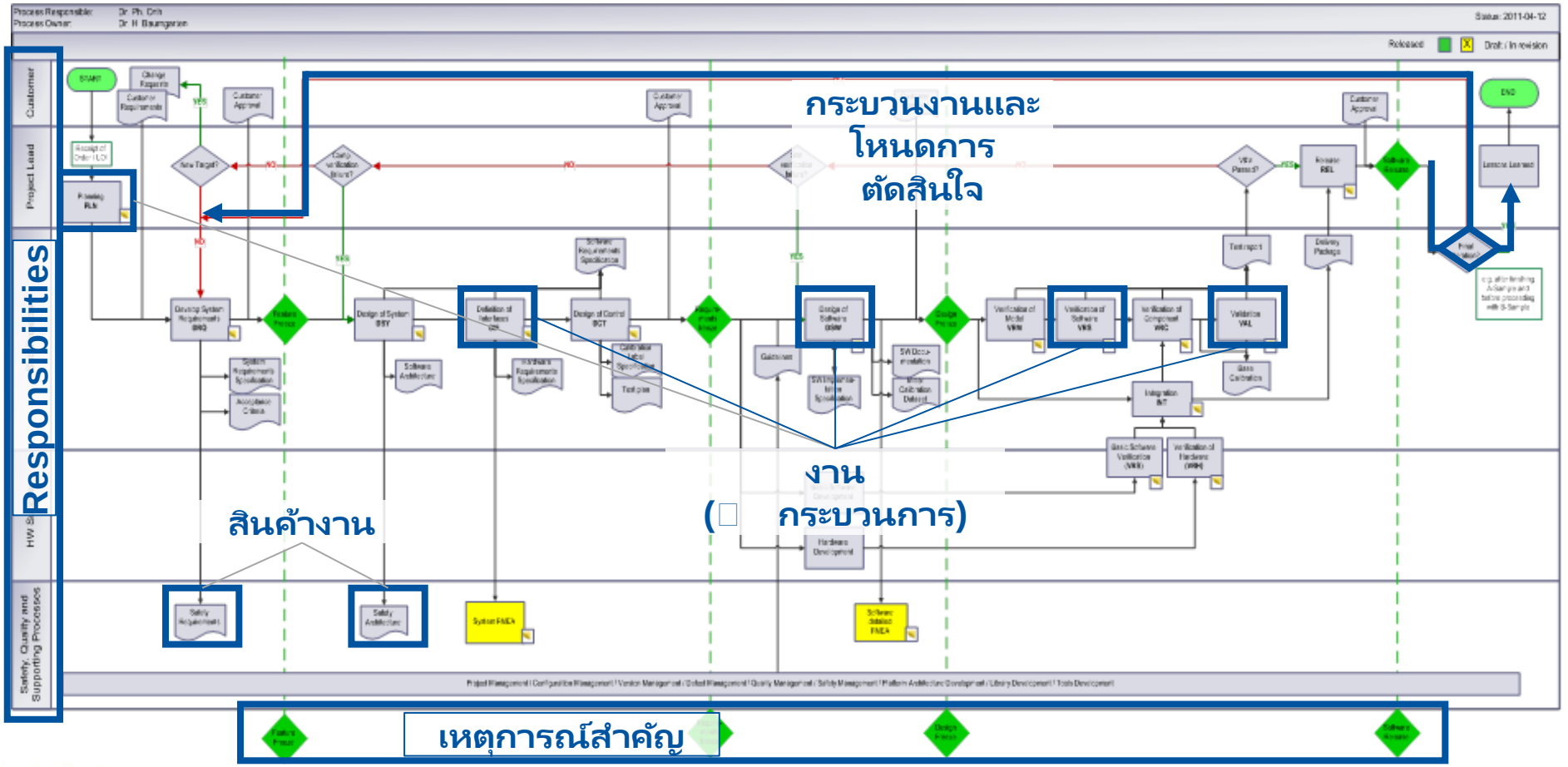
4

เชื่อมต่อไปยังช่อง

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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

ผังกระบวนการพัฒนา ตัวอย่างและคุณลักษณะที่สำคัญ



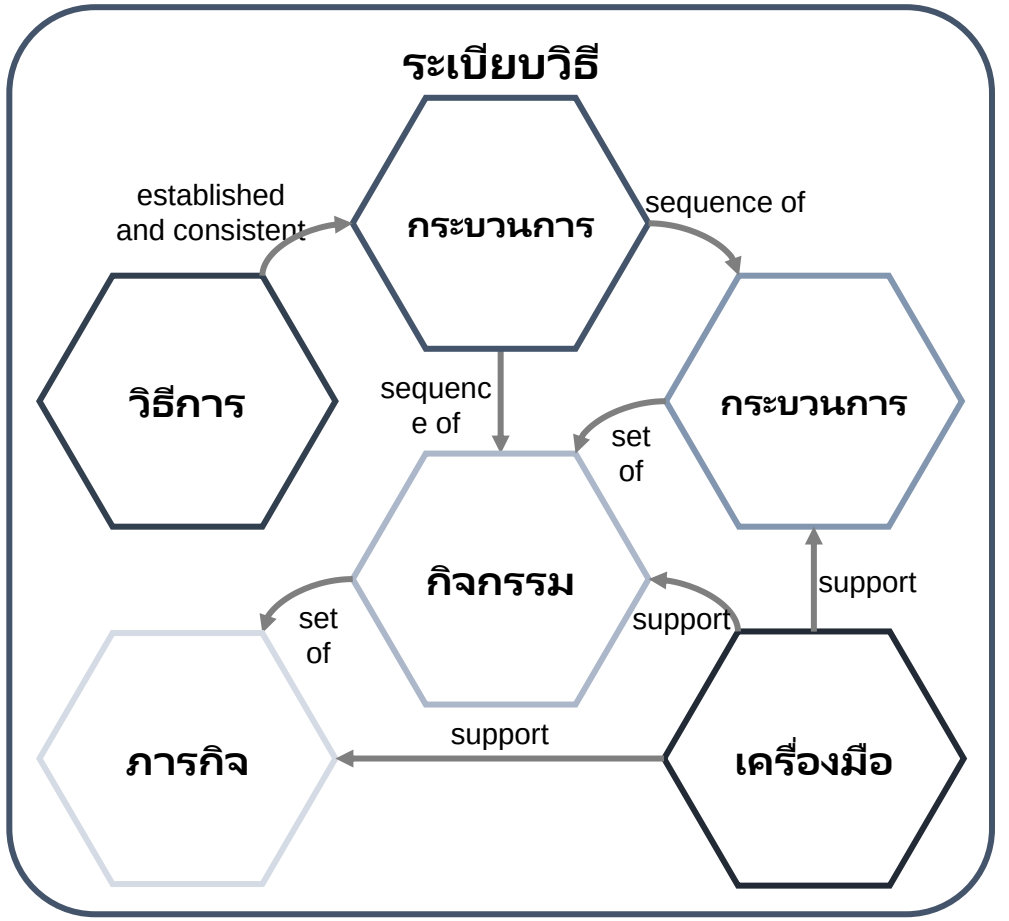
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

ความเข้าใจร่วมในส่วนศัพท์เทคนิคในส่วนสหวิทยาการบังคับ

คำจำกัดความของข้อกำหนดทางเทคนิค

- **ระเบียบวิธี:** การรวบรวมกระบวนการ วิธีการ ขั้นตอน เครื่องมือ และกฎที่เกี่ยวข้อง ที่ใช้เพื่อสนับสนุนสาขาวิชาเฉพาะ
- **วิธีการ:** แนวทางที่เป็นระบบเพื่อบรรลุโครงการโดยผ่านแผนงานที่ละเอียดและสมเหตุสมผลตามวิธีคิดเฉพาะ
- **ขั้นตอน:** กำหนดวิธีการบรรลุผลการปฏิบัติงานหรือผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน
- **กระบวนการ:** ชุดของกิจกรรมที่สัมพันธ์กันซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเข้าเป็นผลลัพธ์ รวมถึงคำจำกัดความของบทบาท ความรับผิดชอบ เหตุการณ์สำคัญ ผลิตภัณฑ์งาน ระยะเวลา ทรัพยากร และไม่เกี่ยวข้องกับวิธีรับผลลัพธ์ที่ต้องการ
- **กิจกรรม:** ชุดของงานที่กำหนดเวลาไว้อย่างชัดเจนซึ่งใช้เวลาและทรัพยากรและได้รับมอบหมายให้ดำเนินการตามผลลัพธ์ที่จำเป็น
- **ภารกิจ: อ**งค์ประกอบของกิจกรรมที่ตั้งใจจะนำไปสู่ความสำเร็จหนึ่งหรือหลายผลลัพธ์

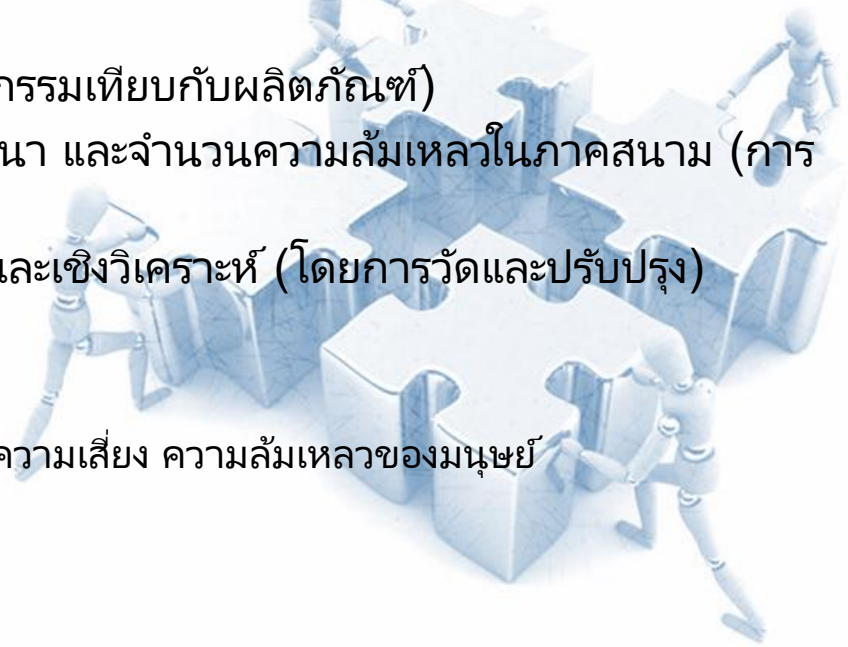


Source: International Organization for Standardization, Institute of Electrical and Electronics Engineers [26]

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้และข้อสรุปแรก

- คุณภาพของซอฟต์แวร์
  - คุณภาพไม่ใช่ตัวเลขที่แน่นอน แต่เป็นการอธิบายถึงการปฏิบัติตามข้อกำหนด
  - “ข้อกำหนด” เหล่านี้ถูกกำหนดให้เป็นลักษณะคุณภาพเช่น ใน 8 กลุ่มตาม ISO 25010:
    - ความเหมาะสมในการใช้งาน ประสิทธิภาพการทำงาน ความเข้ากันได้ การใช้งาน ความน่าเชื่อถือ ความปลอดภัย การบำรุงรักษา การพกพาได้
  - มีความแตกต่างระหว่างกระบวนการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (กิจกรรมเทียบกับผลิตภัณฑ์)
  - ข้อบกพร่องด้านคุณภาพจะเพิ่มต้นทุนในการพัฒนา เวลาในการพัฒนา และจำนวนความล้มเหลวในภาคสนาม (การผลิตจำนวนมาก) □ ค่าใช้จ่าย
  - สามารถรับประกันคุณภาพอย่างสร้างสรรค์ (ด้วยมาตรการป้องกัน) และเชิงวิเคราะห์ (โดยการวัดและปรับปรุง)
  - ทั้งสองวิธีมีความจำเป็น:
    - เชิงโครงสร้าง: การป้องกันข้อผิดพลาด
    - การวิเคราะห์: การตรวจหาข้อผิดพลาดที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น เนื่องจากความเสี่ยง ความล้มเหลวของมนุษย์



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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

กำหนดการ

- บทนำและแรงจูงใจ
- คำจำกัดความของศัพท์เทคนิค
- แนวทางการพัฒนาแบบทั่วไป
- แนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว
- ความท้าทายของวิศวกรรมที่คล่องตัว
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- แบบจำลองกระบวนการ
  - มีแบบจำลองกระบวนการใดอยู่บ้าง?
  - อะไรคือขั้นตอนที่แบบจำลองเหล่านี้ได้แบ่งไว้? อะไรคือวัตถุประสงค์และผลผลิตงานของแต่ละขั้นตอน?
  - ทำไมแบบจำลองแบบ V-Model ถูกปรับเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการการพัฒนาในปัจจุบัน?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ทำไมถึงต้องใช้แบบจำลองกระบวนการ?

โครงสร้างองค์กรโดยใช้กองแรงงาน

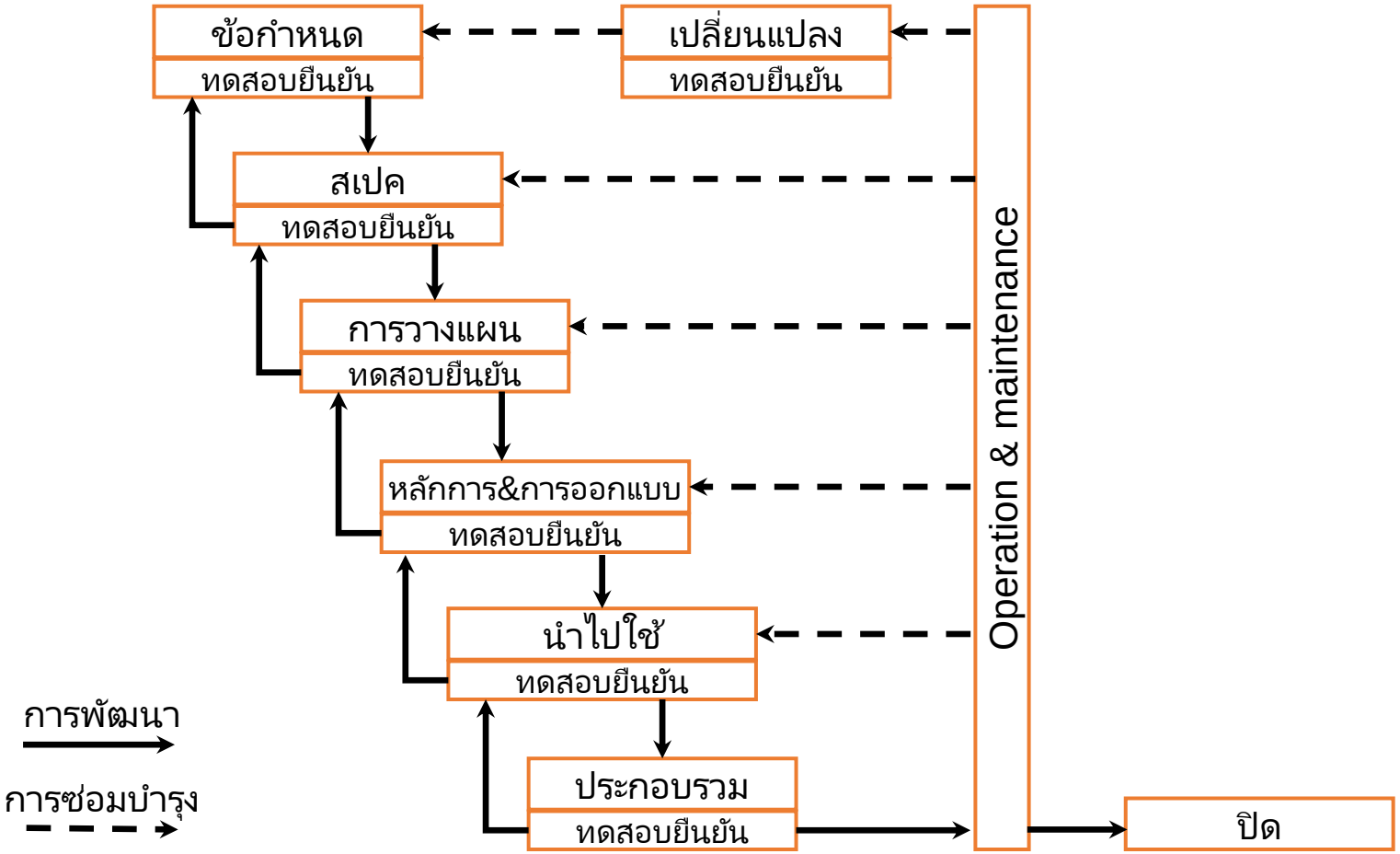
แบบจำลองกระบวนการ

- กำหนดลำดับขั้นตอนเฉพาะ
- ระบุกลยุทธ์โครงการ
  - ลำดับเวลาของผลิตภัณฑ์ที่จะสร้าง
  - ระดับคุณภาพที่จำเป็นในช่วงเวลาหนึ่ง
- ช่วยนักพัฒนาค้นหาเส้นทางในโครงการ
- จัดให้มีผลิตภัณฑ์ใดในขั้นตอนหนึ่งของความสมบูรณ์ซึ่งจะมีอยู่ในคุณภาพที่กำหนดไว้
- **ช่วยในการวางแผนและตรวจสอบโครงการซอฟต์แวร์ภายในขอบเขตของการจัดการโครงการ**

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

Source: A. Schatten, M. Demolsky, D. Winkler, S. Biffl , E. Gostischa-Franta, T. Östreicher; Best Practice Software-Engineering [7]

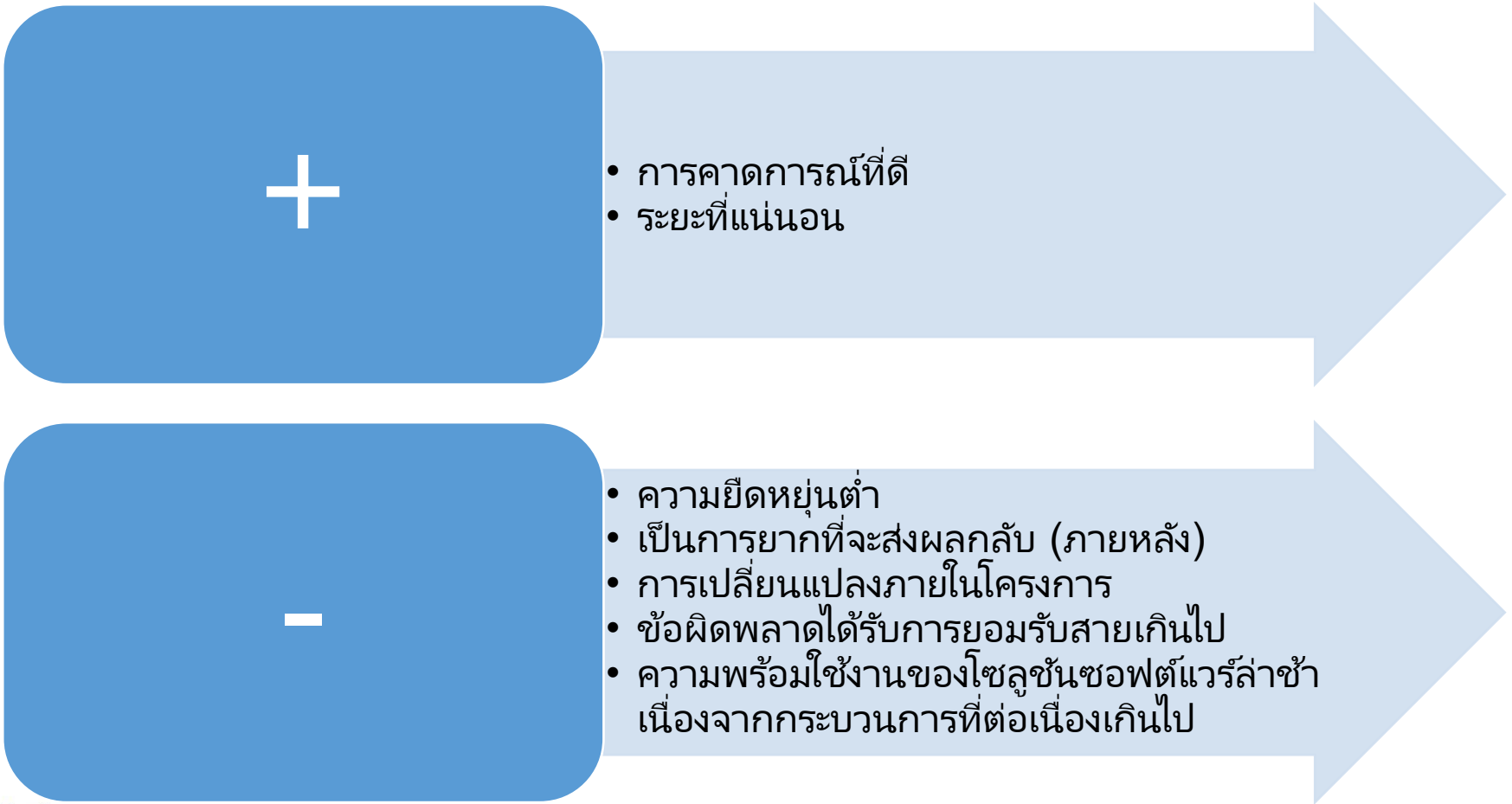
ตัวอย่างแบบจำลองกระบวนการ โมเดลแบบน้ำตก (Waterfall model)



Source: SOMMERVILLE, IAN: "Software Engineering" [8]; Lecture Richenhagen, Lecture "Software for Combustion Engines", RWTH Aachen University, 2019 [22]

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

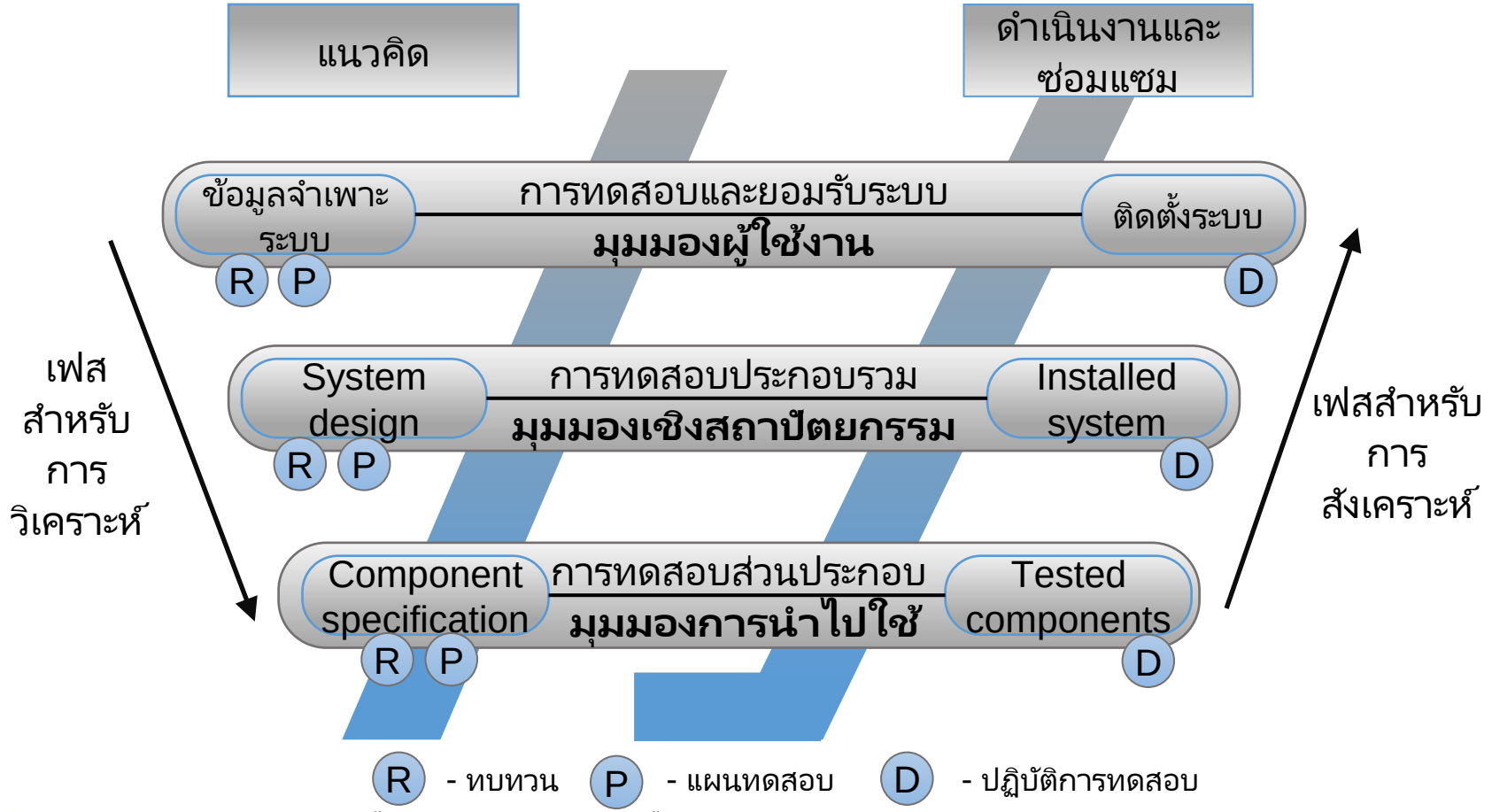
การประเมินแบบจำลองกระบวนการสำหรับ Waterfall model



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

Source: SOMMERVILLE, IAN: “Software Engineering [8]”, Pearson Education Limited, 2016 [3]; Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

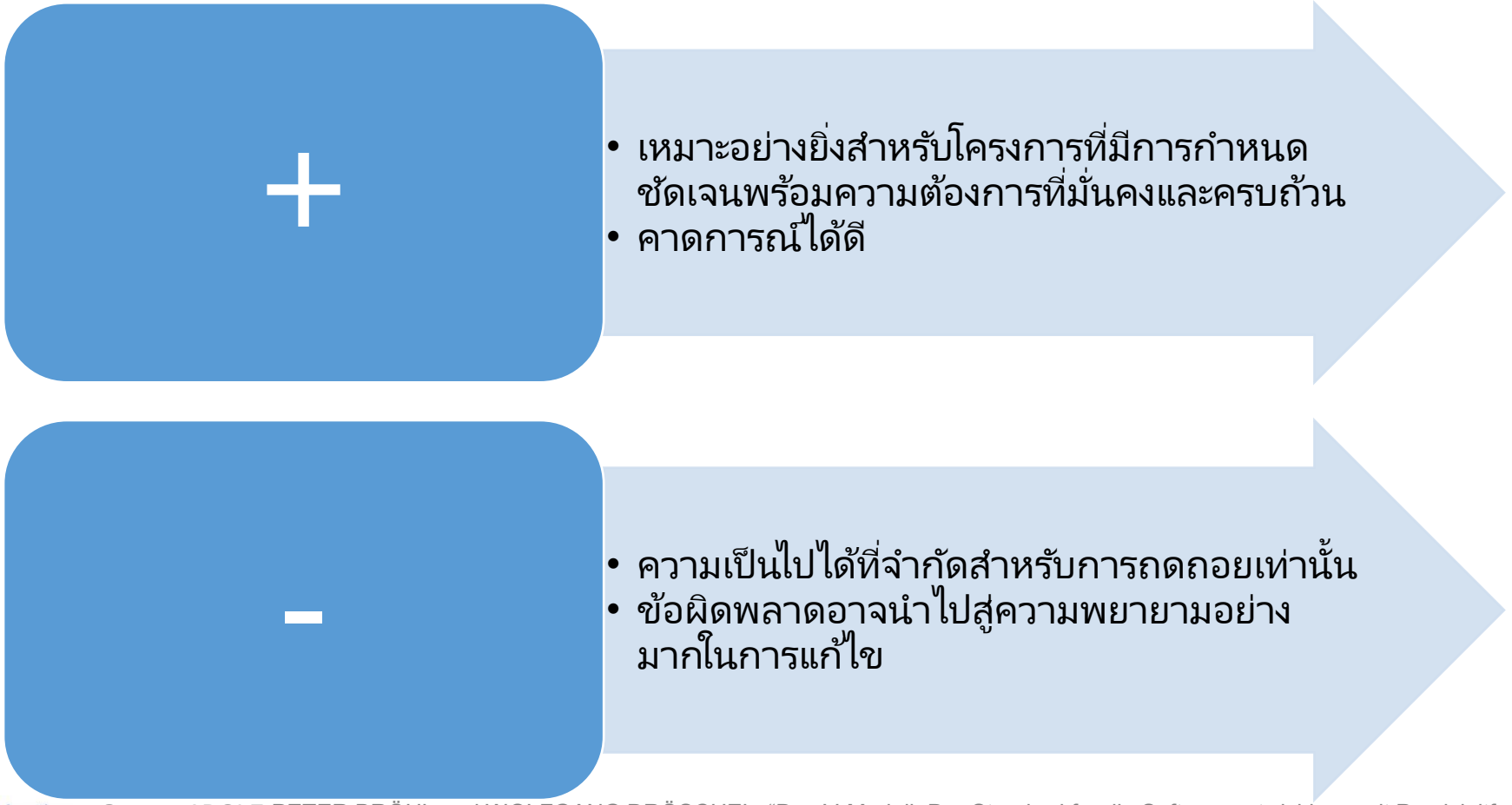
ตัวอย่างแบบจำลองกระบวนการแบบ V-Model



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

Source: ADOLF-PETER BRÖHL and WOLFGANG DRÖSCHEL: “Das V-Modell: Der Standard für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden” [10]
Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

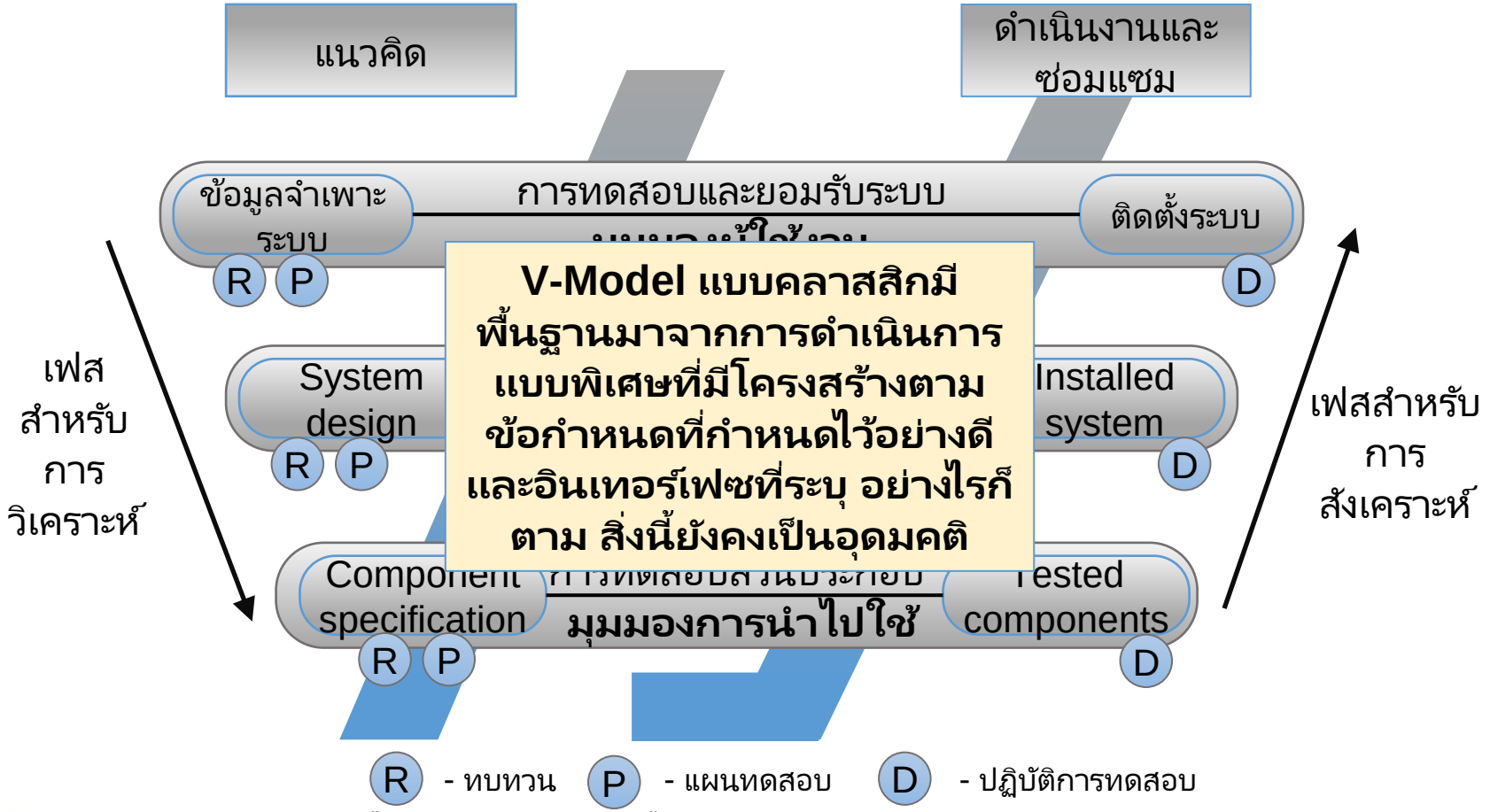
การประเมินแบบจำลองกระบวนการสำหรับ V-Model



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

Source: ADOLF-PETER BRÖHL and WOLFGANG DRÖSCHEL: “Das V-Modell: Der Standard für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden” [10]
Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

ตัวอย่างแบบจำลองกระบวนการแบบ V-Model



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

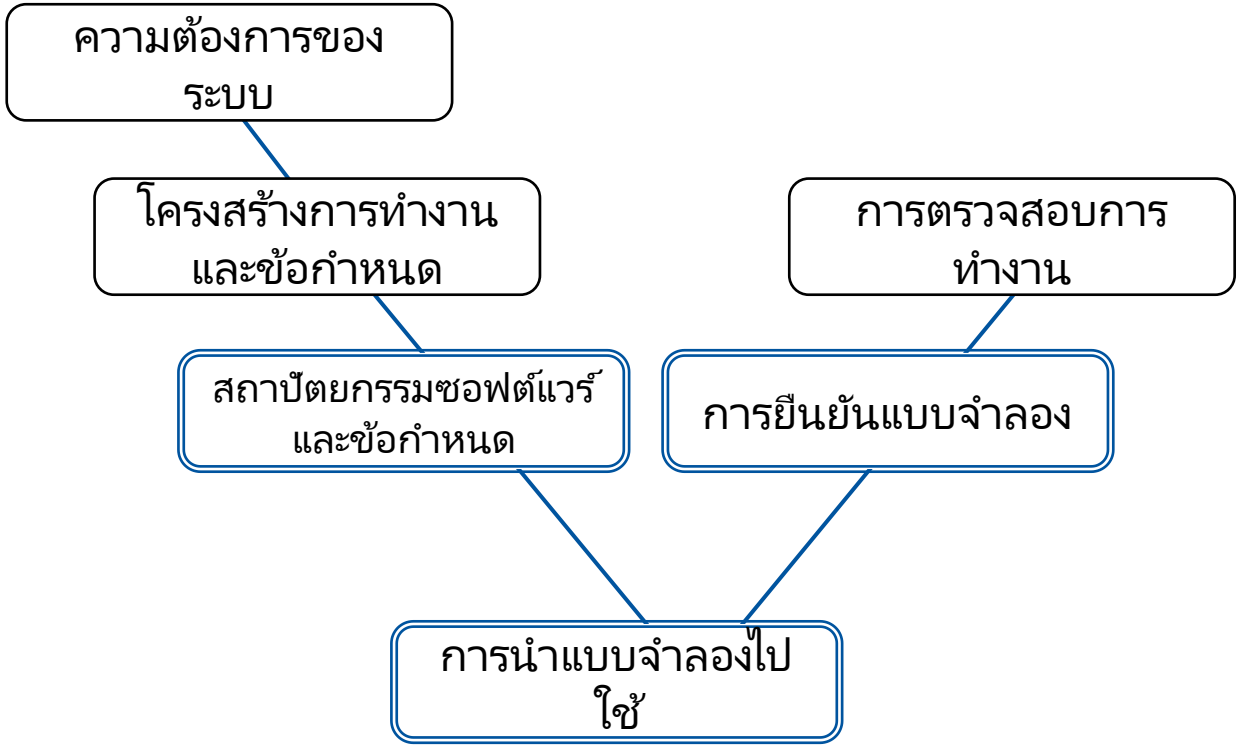
Source: ADOLF-PETER BRÖHL and WOLFGANG DRÖSCHEL: “Das V-Modell: Der Standard für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden” [10]
Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

V-Model สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบบจำลอง

I) การพัฒนาแบบจำลอง

วัตถุประสงค์

- ระบบการเปลี่ยนผ่าน□ ซอฟต์แวร์
- ความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดทั้งหมด (เช่น ฟังก์ชั่นการควบคุม)
- การสร้างแบบจำลองที่ถูกต้อง



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

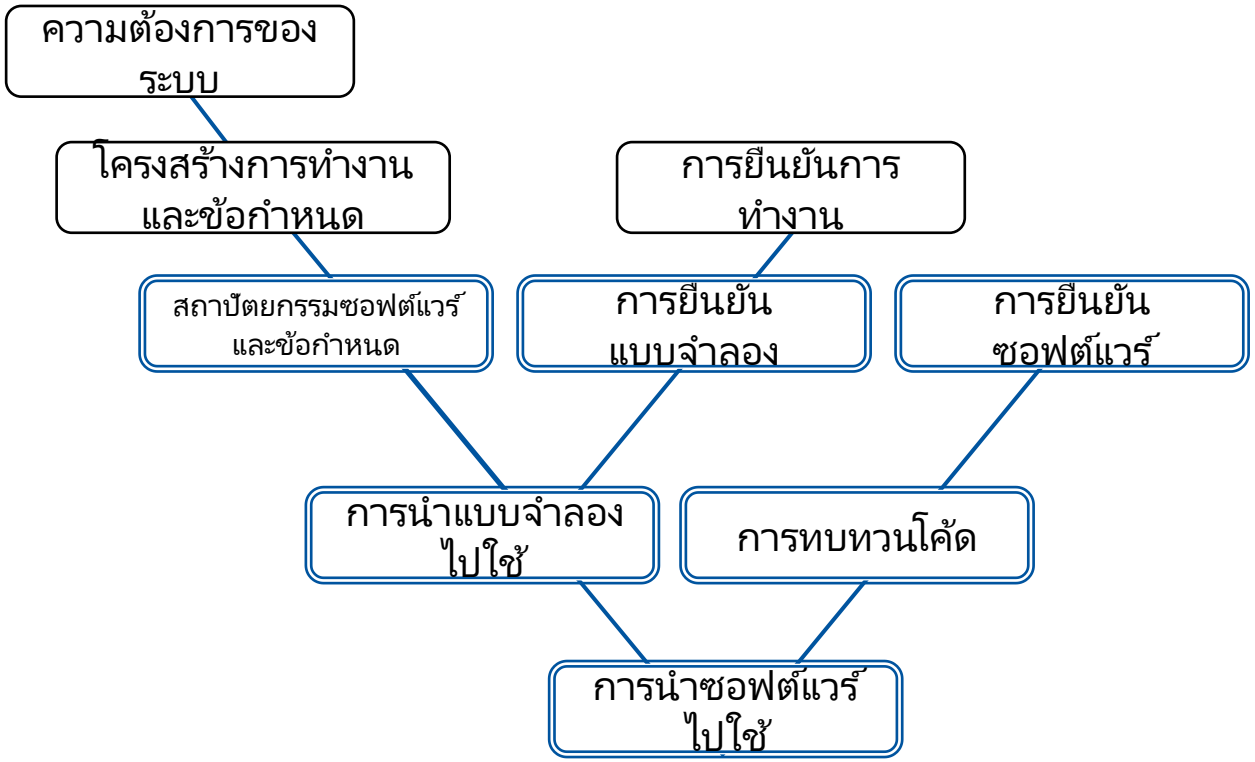
Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

V-Model สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบบจำลอง

II) การพัฒนาโค้ด

วัตถุประสงค์

- การแสดงข้อกำหนดในโค้ดที่ถูกต้อง
- การแสดงฟังก์ชั่นที่จำเป็น (ไม่มีโอเวอร์เฮด)
- การตรวจสอบย้อนกลับ

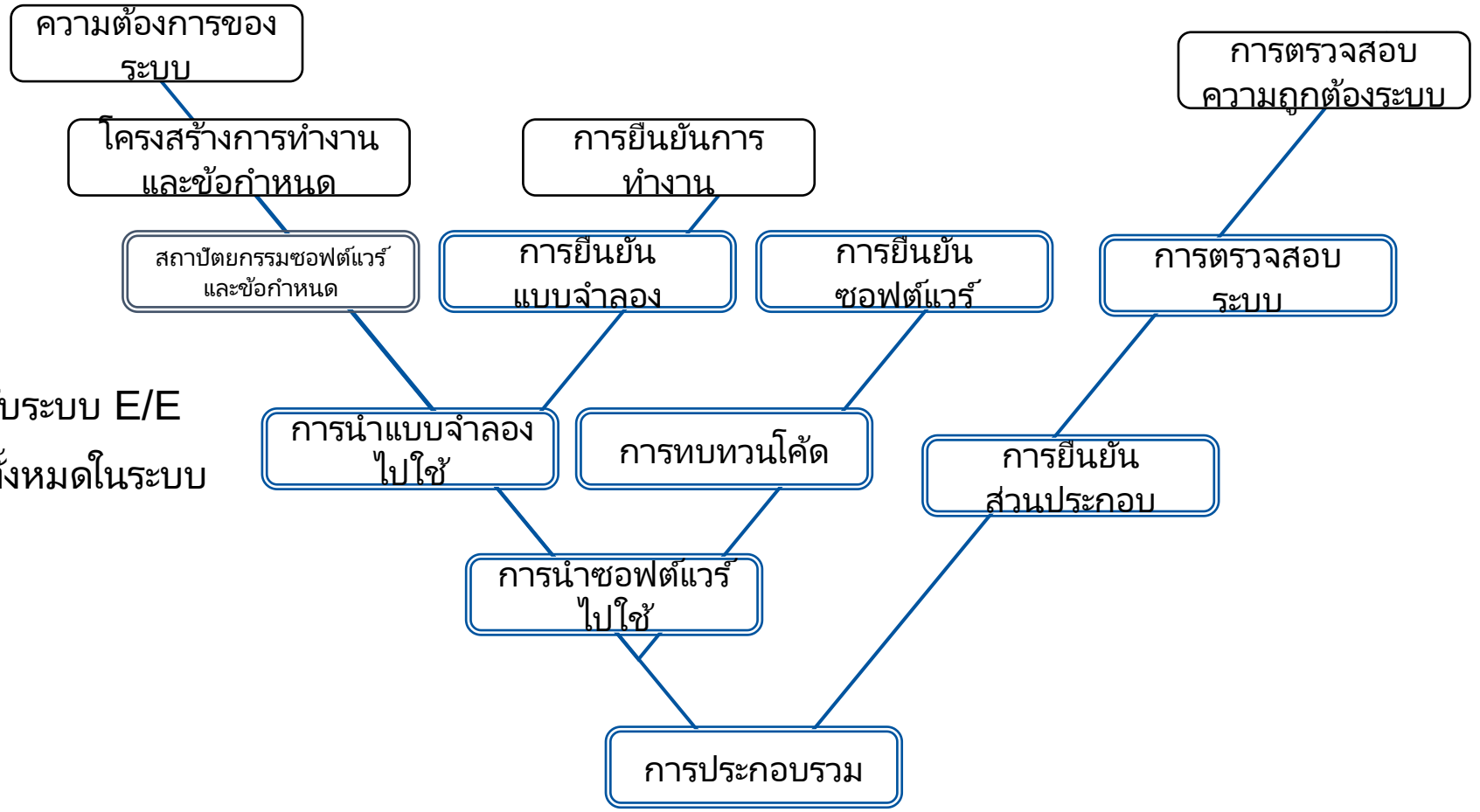


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

V-Model สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบบจำลอง

III) การประกอบรวมระบบ



วัตถุประสงค์

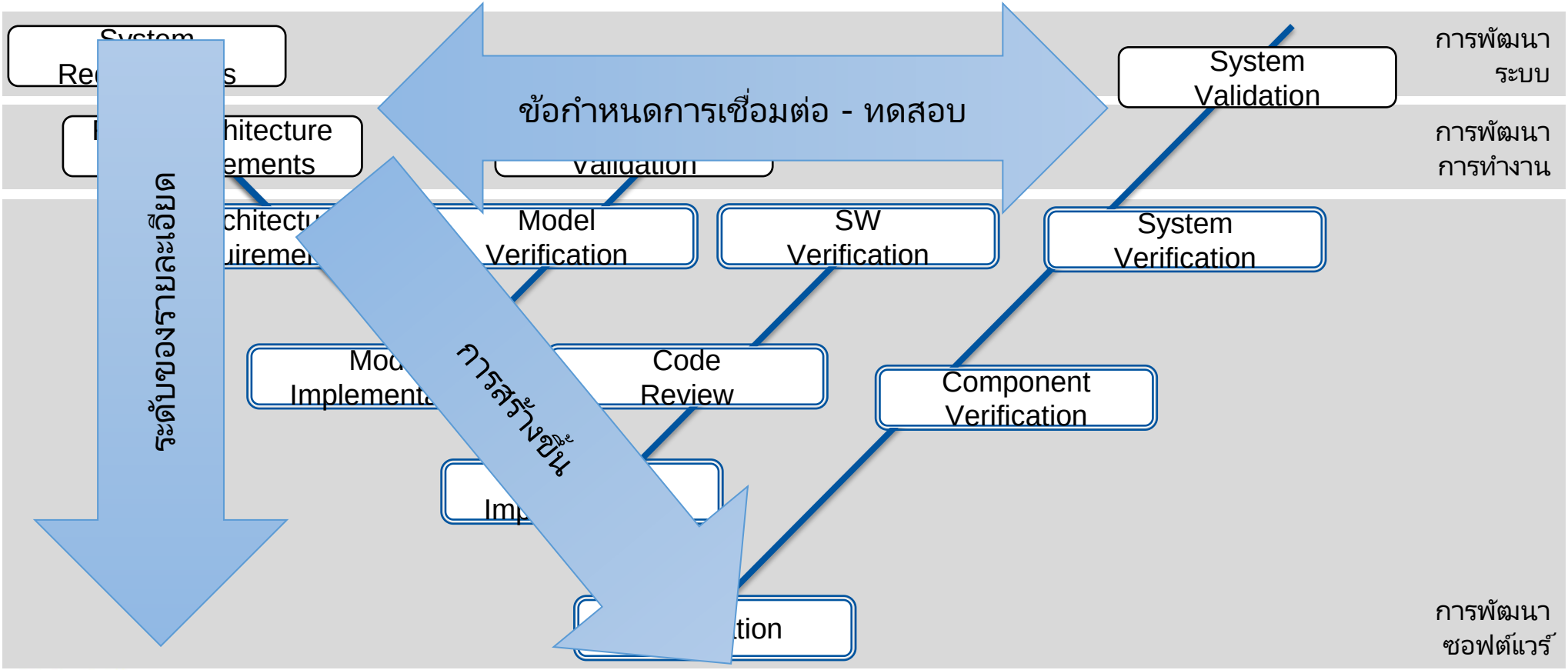
- การผสานการทำงานเข้ากับระบบ E/E
- ตระหนักถึงความต้องการทั้งหมดในระบบ
- การยอมรับข้อกำหนด

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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

V-Model สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบบจำลอง

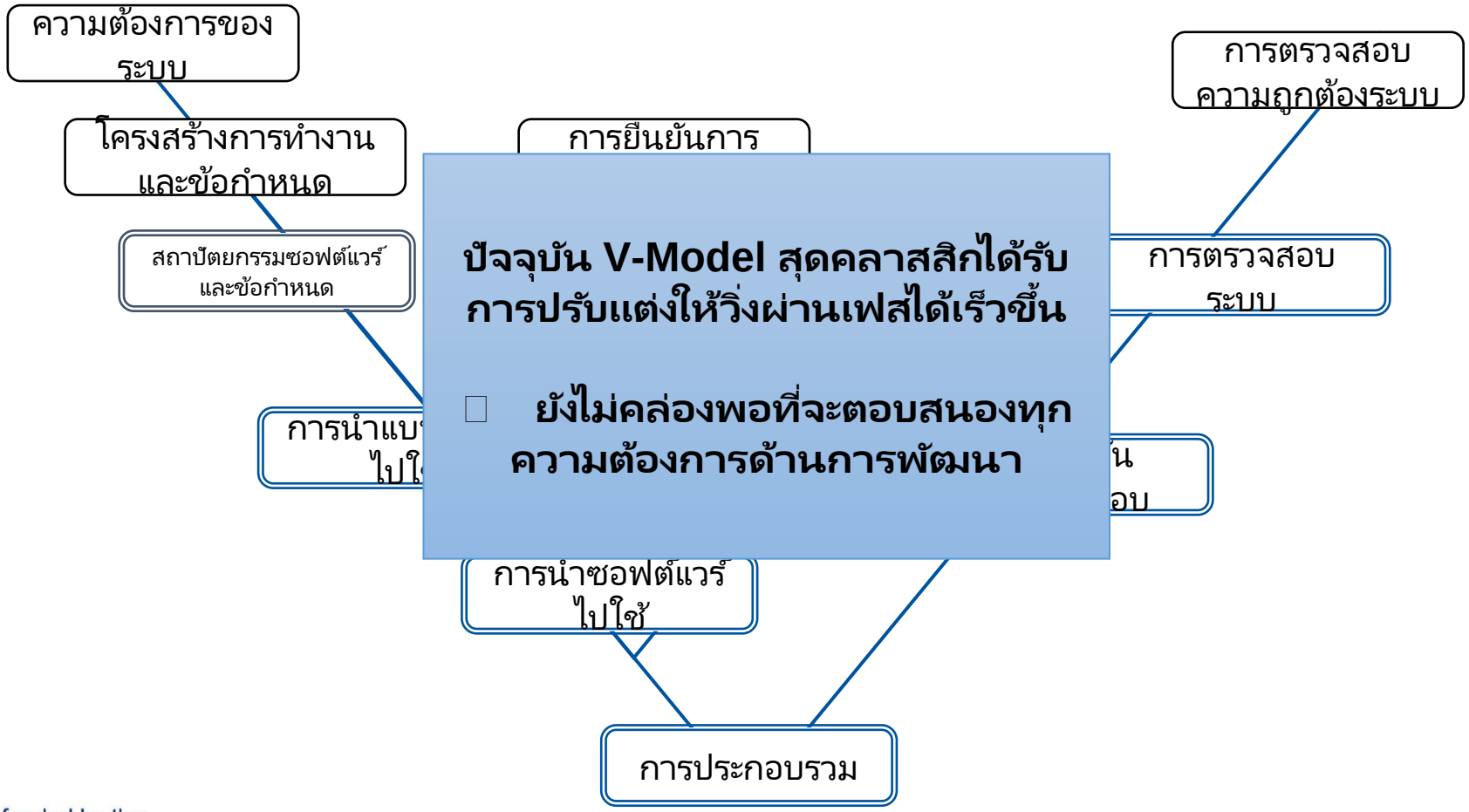
ทำไมต้อง “V” แทน “LINE”? – ระดับนามธรรมและการเชื่อมโยงข้ามระหว่างกัน



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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

V-Model สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบบจำลอง



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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [22]

กำหนดการ

- บทนำและแรงจูงใจ
- คำจำกัดความของศัพท์เทคนิค
- แนวทางการพัฒนาแบบทั่วไป
- แนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว
- ความท้าทายของวิศวกรรมที่คล่องตัว
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- การพัฒนาที่คล่องตัว (Agile development)
  - หลักการสำคัญของการพัฒนาที่คล่องตัวคืออะไร?
  - SCRUM คืออะไร อธิบายแนวทางการพัฒนาแบบคล่องตัวนี้เพื่ออะไร และใช้เพื่ออะไร?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

Agility คือทัศนคติต่อการพัฒนา (ซอฟต์แวร์)

หลักการสำคัญของ Agility (FOWLER, 2001)

หลักการสำคัญของการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile

เรากำลังค้นพบวิธีที่ดีกว่าในการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยการทำและช่วยเหลือผู้อื่นให้ทำ งานนี้ทำให้เราเห็นคุณค่า:

บุคคลและการมีปฏิสัมพันธ์ เหนือกระบวนการและเครื่องมือ
ซอฟต์แวร์ทำงาน เหนือกว่าเอกสารแบบสมบูรณ์
การร่วมมือกับลูกค้า เหนือการเจรจาสัญญา
การ**ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง** มากกว่าการทำตามแผน

กล่าวคือ เมื่อมีส่วนที่มีค่าทางขวามือแล้ว เราจะให้คุณค่ากับของนั้นมากกว่าทางซ้าย

Source: http://agilemanifesto.org/iso/en/manifesto.html [20]

- ขั้นตอนแรกสู่การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่คล่องตัวได้ระบุไว้แล้วในช่วงต้นทศวรรษ 1990.
- สิ่งพิมพ์ยอดนิยมครั้งแรกโดย Kent Beck et al ในปี 2542 เรื่อง Extreme Programming.
- ความสนใจที่เพิ่มขึ้นในสภาพแวดล้อมทางธุรกิจนำไปสู่การพัฒนาและการบูรณาการของกระบวนการและวิธีการที่คล่องตัวตลอด 20 ปีที่ผ่านมา.

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

มีหลักการใดบ้างที่อาศัยแนวคิดการพัฒนาแบบคล่องตัว?

THE AGILE MANIFESTO – 12 PRINCIPLES

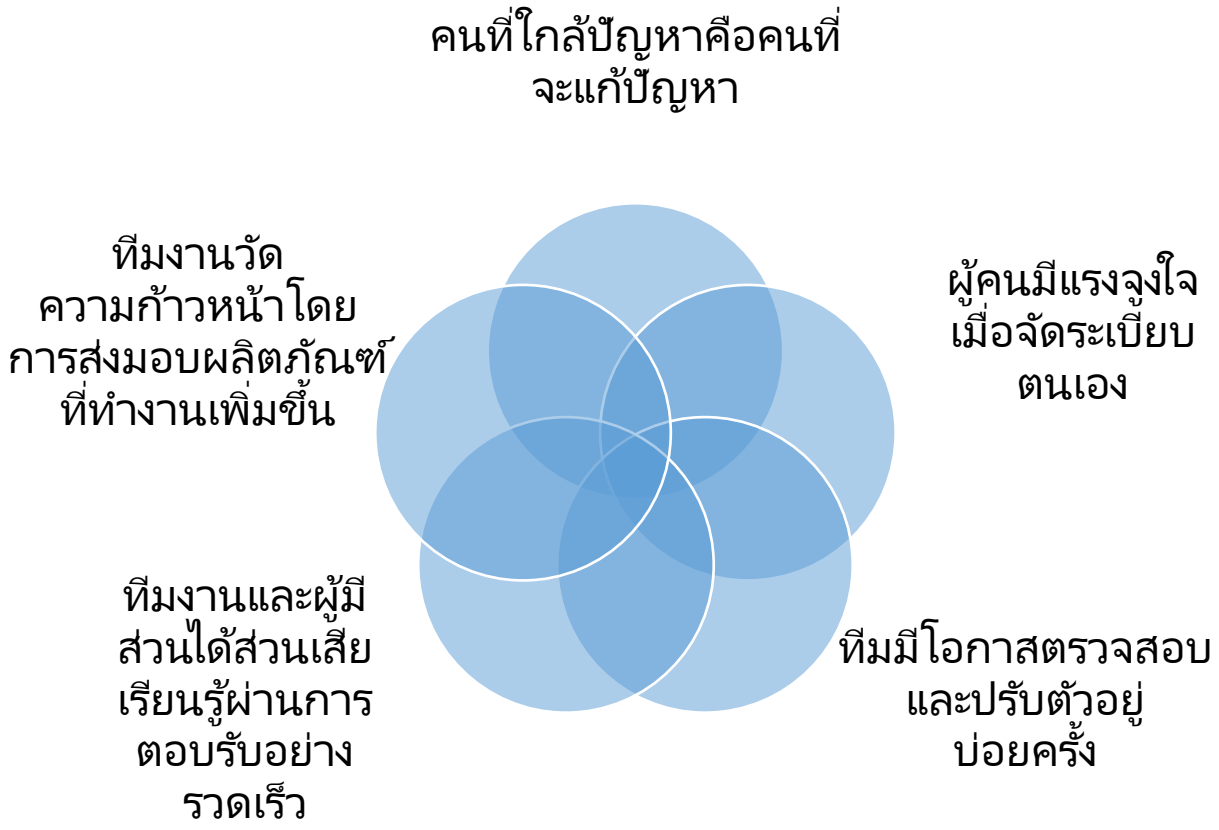
- ลำดับความสำคัญสูงสุดของเราคือ **ทำให้ลูกค้าพอใจ** ผ่านการส่งมอบซอฟต์แวร์ที่มีคุณค่าตั้งแต่เนิ่นๆและต่อเนื่อง
- **ยินดีรับการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด**, แม้แต่ช่วงปลายของการพัฒนา กระบวนการที่คล่องตัวใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขันของลูกค้า
- **ส่งซอฟต์แวร์ที่ใช้งานบ่อยๆ**, จากสองสามสัปดาห์เป็นสองสามเดือน โดยเลือกช่วงเวลาที่สั้นกว่า
- นักธุรกิจและนักพัฒนาต้อง **ทำงานร่วมกัน** ทุกวันตลอดโครงการ
- สร้างโครงการที่มี**บุคคลที่มีแรงจูงใจหลายๆคน**. มอบสภาพแวดล้อมและการสนับสนุนที่พวกเขาต้องการ และไว้วางใจให้พวกเขาทำงานให้เสร็จลุล่วง
- วิธีที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการถ่ายทอดข้อมูลไปยังและภายในทีมพัฒนาคือ **สนทนาแบบเห็นหน้ากัน**.
- **ซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน** เป็นตัวชี้วัดความก้าวหน้าเบื้องต้น
- กระบวนการที่คล่องตัวส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน สปอนเซอร์ นักพัฒนา และผู้ใช้ควรจะสามารถรักษา **ความก้าวหน้าที่คงที่** อย่างไม่มีกำหนดได้.
- ให้ความสนใจอย่างต่อเนื่องเพื่อ **ความเป็นเลิศทางเทคนิค** และการออกแบบที่ดีจะช่วยเพิ่มความคล่องตัว.
- **ความง่าย** – ศิลปะแห่งการเพิ่มปริมาณงานที่ไม่ได้ทำ - เป็นสิ่งสำคัญ
- สถาปัตยกรรม ข้อกำหนด และการออกแบบที่ดีที่สุด **ควบรวม** จากทีม **ที่ก่อตั้งขึ้นด้วยตัวทีมเอง**
- ใน **ช่วงเวลาปกติ, ทีมจะสะท้อนถึง** ทำอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากนั้นจึงปรับแต่งและปรับพฤติกรรมตามนั้น

Source: http://agilemanifesto.org/iso/en/manifesto.html [20]

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

เหตุใดการฝึกฝนที่คล่องตัวจึงได้ผล

5 เหตุผลสำหรับการพัฒนาที่คล่องตัว



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

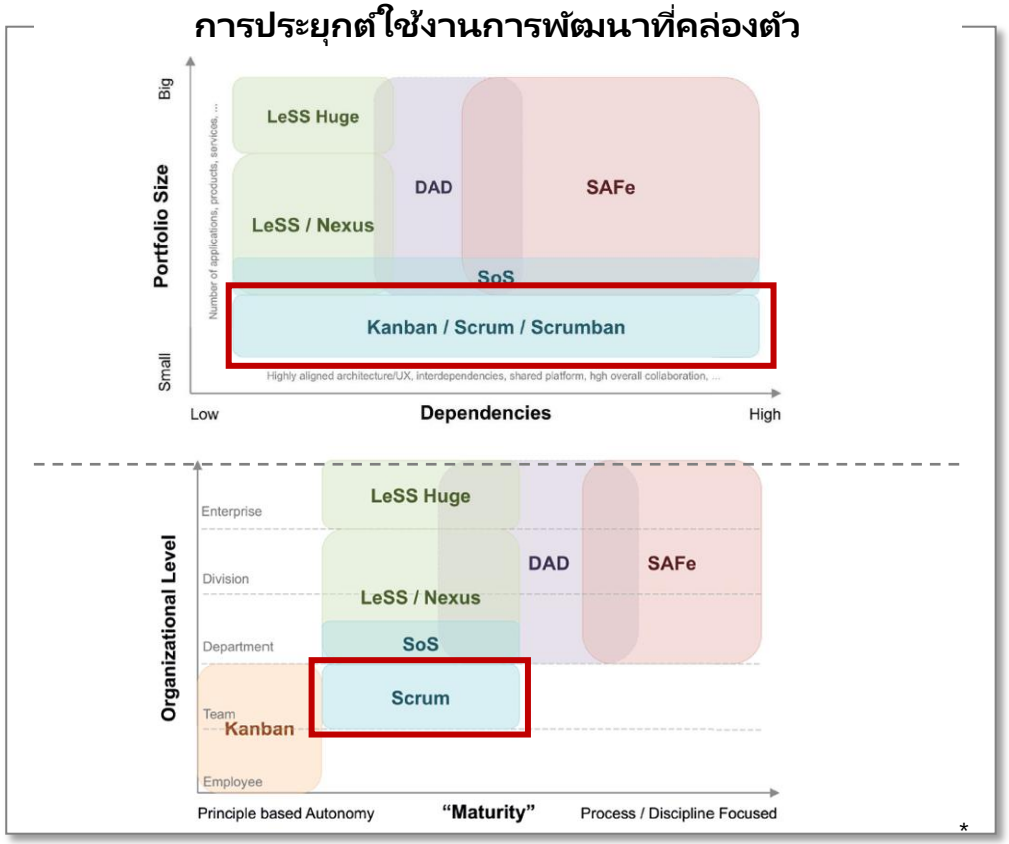
ประโยชน์ของการพัฒนาที่คล่องตัวคืออะไร?

ผลลัพธ์ของการดำเนินการอย่างประสบความสำเร็จของการพัฒนาที่คล่องตัว

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

การเลือกกรอบงานขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่แตกต่างกัน

ความเหมาะสมของแนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว



*Source: SwissQ Consulting AG | "Agile Modelle im Vergleich: [11]

- คำว่า "Scrum" มาจากรูปแบบการต่อสู้ที่ใช้โดยทีมรักบี้
- จัดการงานที่ซับซ้อนโดยใช้กรอบกระบวนการที่คล่องตัว
- แบ่งโปรเจคขนาดใหญ่เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ทบทวน ปรับเปลี่ยน ทำซ้ำ

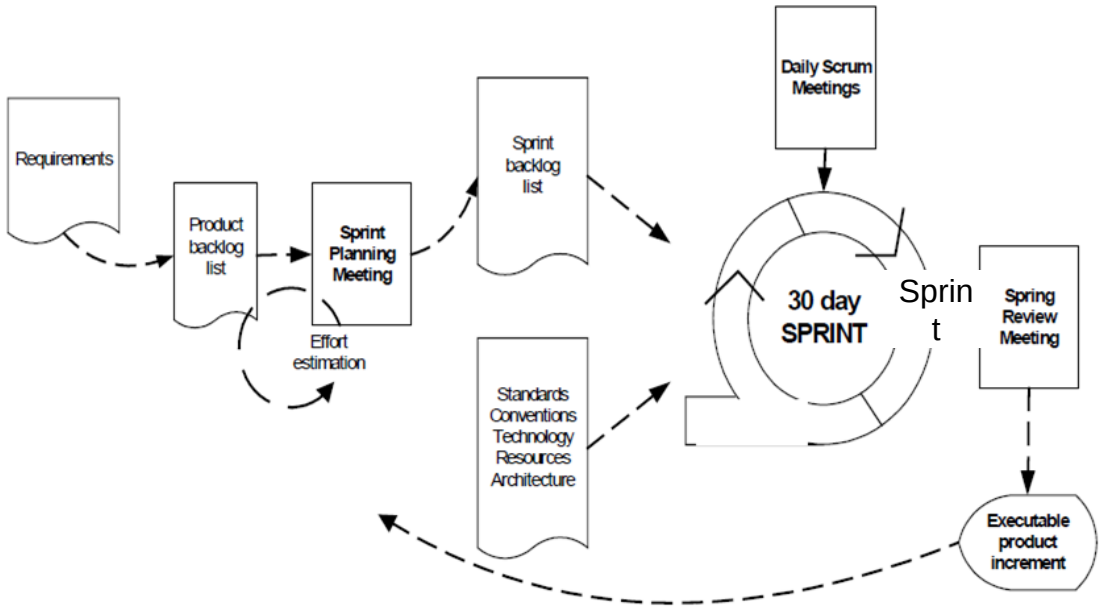
**Source: https://www.scrumalliance.org/learn-about-scrum - Learn About Scrum - Use Scrum to continuously improve, rapidly respond to change, and deliver early. Scrum Alliance. [25]

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

Image: PierreSelim (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ST_vs_Gloucester_-_Match_-_23.JPG), „ST vs Gloucester - Match - 23“, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode

แนวคิดของ SCRUM คืออะไร?

องค์กรของ SPRINTS



- เสนอเป็นวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์โดย Schwaber และ Sutherland ในต้นปี 1990
- การทดสอบและเอกสารเป็นส่วนหนึ่งของ “การพัฒนา” ไม่ต้องมีขั้นตอนที่ต้องตามมา
- หน่วยงานจะทำใน "sprints" และมาจาก "backlog" ของการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดที่จัดลำดับความสำคัญที่มีอยู่แล้ว
- การเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นไม่รวมอยู่ในการวิ่งระยะสั้น แต่จะรวมอยู่ใน Backlog
- 5 เหตุการณ์สำคัญของ Scrum: Sprint Planning, Daily Scrum, The Sprint, Sprint Review, Sprint Retrospective
- การประชุมแบบยืนขึ้นทุกวันสั้นมาก (15 นาที)
- การวางแผนการวิ่ง การย้อนรอยการวิ่งนั้นเข้มข้นมากและอาจยาวนาน (เช่น 1 วัน)
- การเปิดตัวซอฟต์แวร์จะถูกส่งไปยังลูกค้าภายในช่วงเวลาที่กำหนด อาจไม่ได้รวมฟังก์ชันการทำงานทั้งหมด ทำให้ลูกค้าสามารถประเมินและให้ข้อเสนอแนะ

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

Source: P. Abarahamsson et al.: Agile software development methods - Review and analysis [13]

การประยุกต์ใช้ Scrum นั้นต้องการความรับผิดชอบใหม่ ๆ ในทีมพัฒนา

บทบาทในทีม SCRUM

เจ้าของผลิตภัณฑ์

- เป็นตัวแทนของลูกค้า
- รับผิดชอบในการเพิ่ม ROI ให้สูงสุด
- จัดการงานค้างสินค้า
- เป็นบุคคลทั่วไปไม่ใช่กรรมการ

ทีมพัฒนา

- ส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นที่อาจเกิดขึ้นได้เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการแต่ละครั้ง
- เป็นองค์กรที่สร้างขึ้นเอง
- เป็นสหวิทยาการ
- เป็นผู้มีอำนาจ

หัวหน้า Scrum

- เสนอและส่งเสริมกระบวนการ Scrum
- มอบ PO และ ทีมพัฒนา
- อำนวยความสะดวกการดำเนินการของ Scrum
- เป็นโค้ชให้กับทีมพัฒนา

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

Source: FEV Europe GmbH

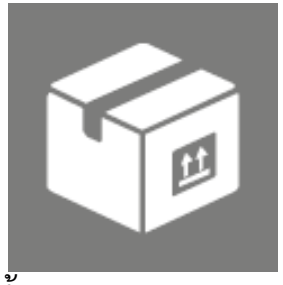
สิ่งประดิษฐ์ที่แตกต่างในวัฏจักร SCRUM

ผลิตภัณฑ์ Sprint

- รายการสั่งทำรายการ
- อธิบายผลงานที่จะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์
- บริหารจัดการโดยเจ้าของผลิตภัณฑ์
- ทีมพัฒนาประมาณการรายการงาน

งานSprint

- ชุดรายการงานที่เลือกสำหรับงาน
- เป็นเจ้าของโดยทีมพัฒนา
- ถูกพยากรณ์โดยทีมพัฒนา
- กรอบงานคงที่ระหว่างการ Sprint



การเพิ่มขึ้น

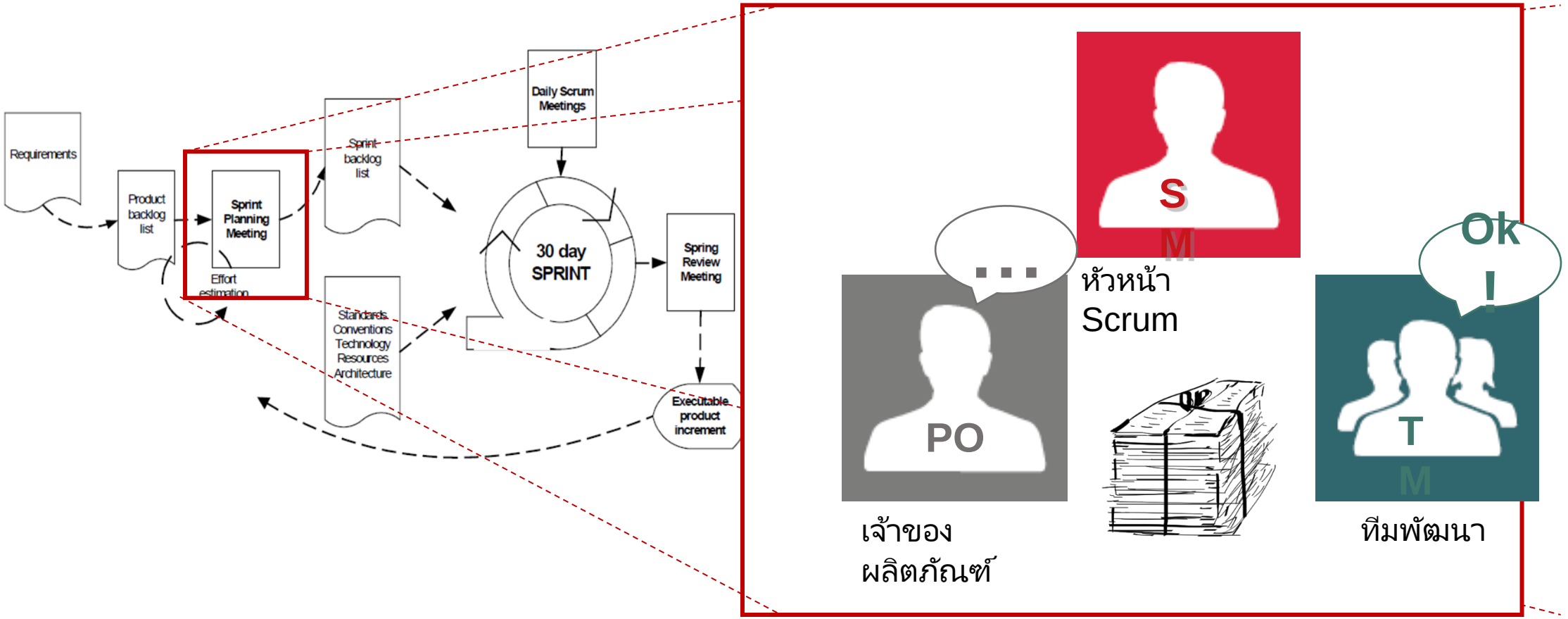
- รายการคงค้างถูกทำให้สำเร็จระหว่างการทำงาน
- ตรงตามคำจำกัดความของ Scrum Team ว่า "เสร็จสิ้น"
- ได้รับการพัฒนาโดยทีมพัฒนาและตรวจสอบโดย PO

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

Source: FEV Europe GmbH

การวางแผน Scrum – Sprint

องค์กร SPRINTS

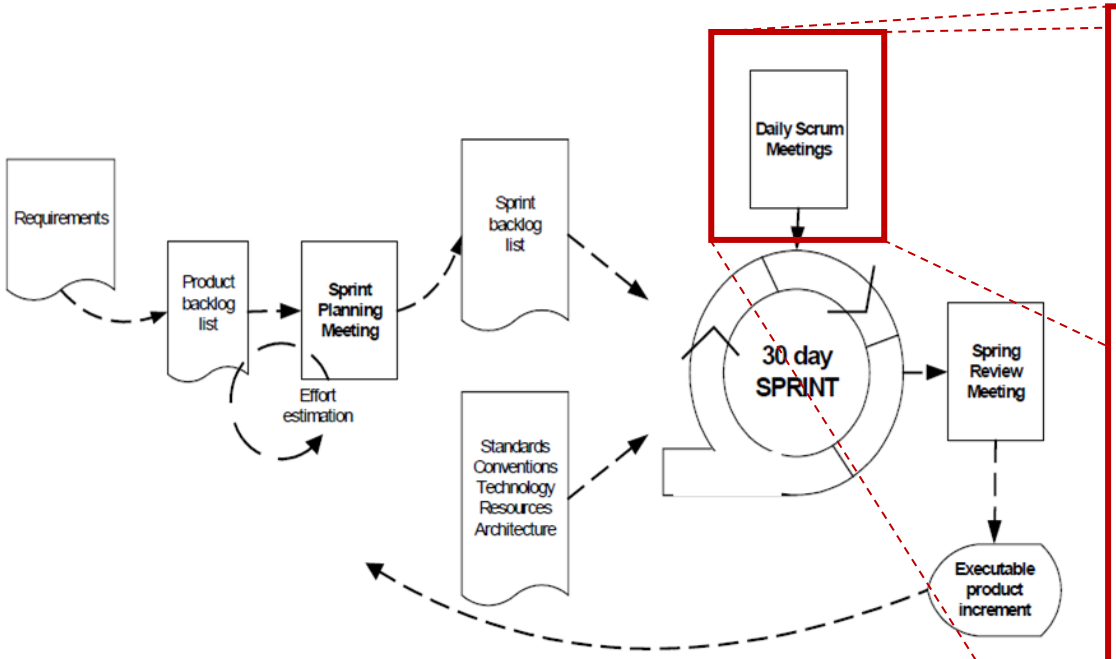


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: P. Abrahamsson et al.: Agile Software Development Methods: Review and Analysis [13]

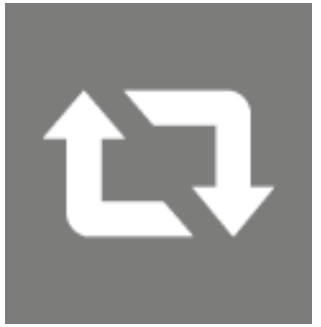
Scrum – การประชุม Scrum ประจำวัน

องค์กร SPRINTS



ทีมพัฒนา

หัวหน้า Scrum



Sprint

- ✔ สิ่งที่ได้ทำเมื่อวาน?
- ✔ สิ่งที่จะทำเมื่อสิ้นสุดวันนี้?
- ✔ ปัญหาที่พบ?

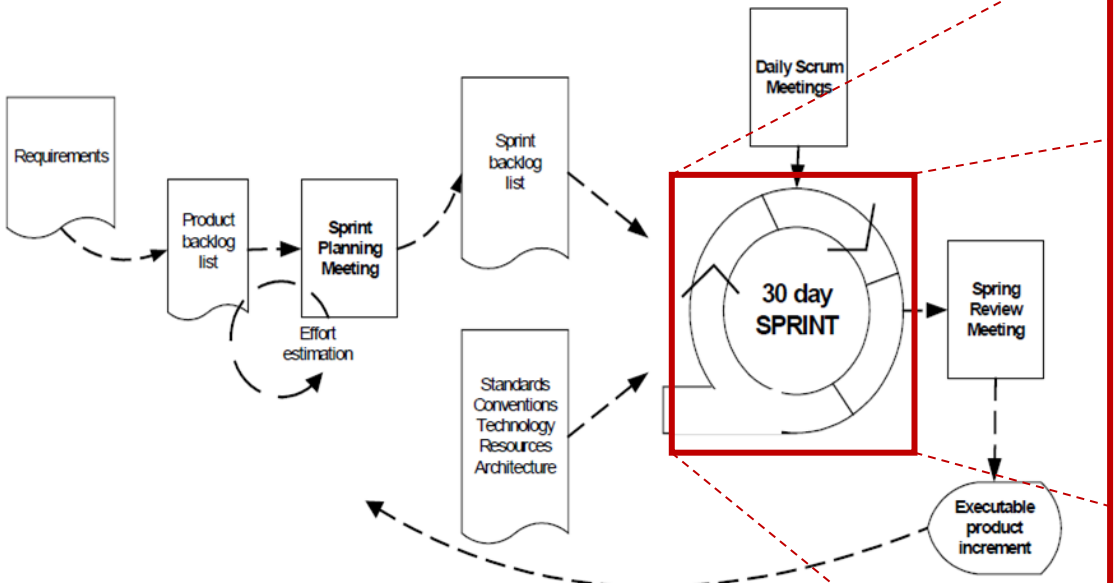
15 นาที

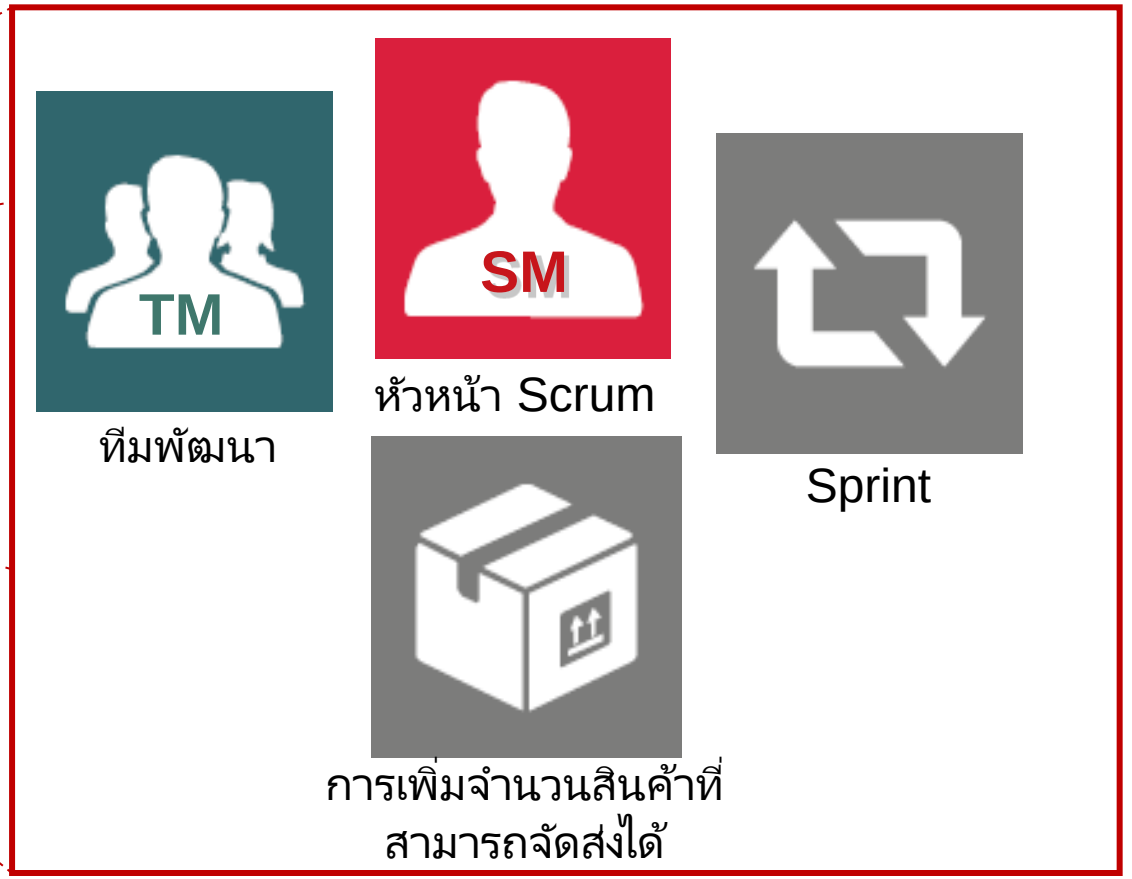
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: P. Abrahamsson et al.: Agile Software Development Methods: Review and Analysis [13]

Scrum – The Sprint

องค์กร SPRINTS



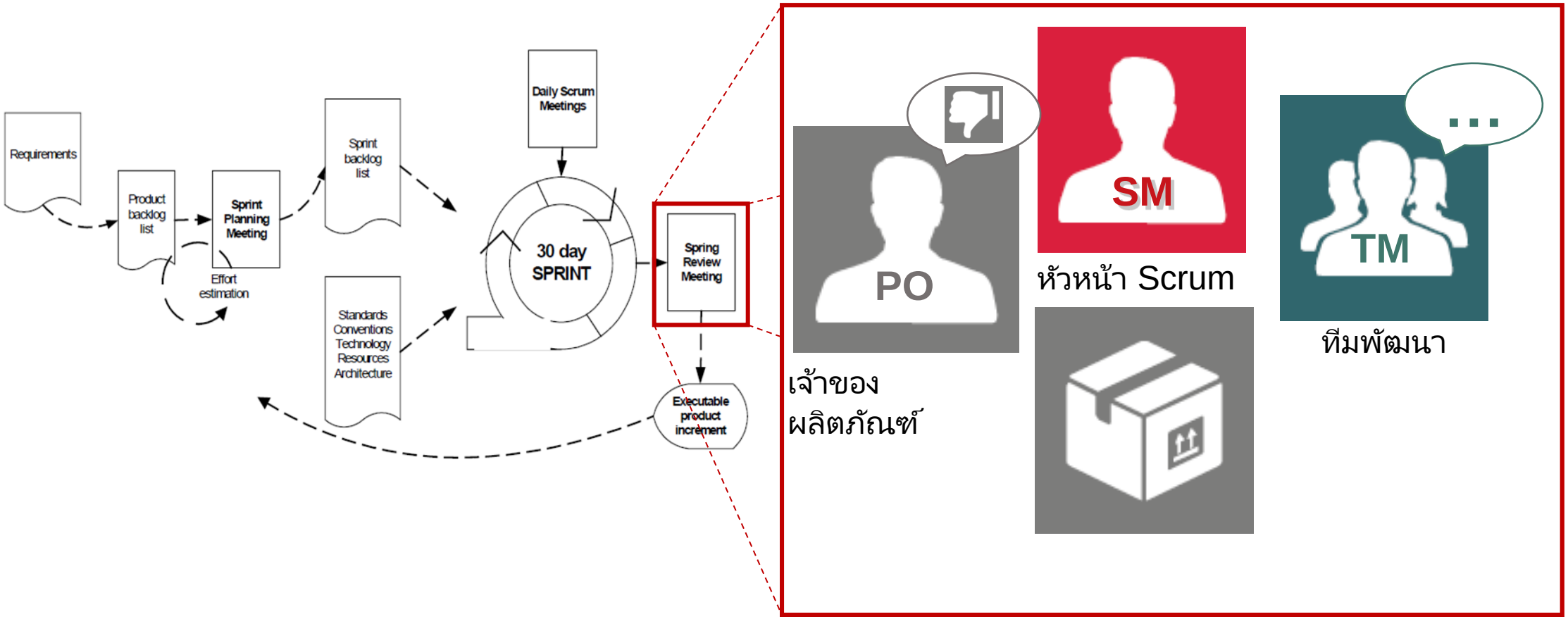


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: P. Abrahamsson et al.: Agile Software Development Methods: Review and Analysis [13]

Scrum – ประชุมทบทวน Sprint

ORGANIZATION OF SPRINTS

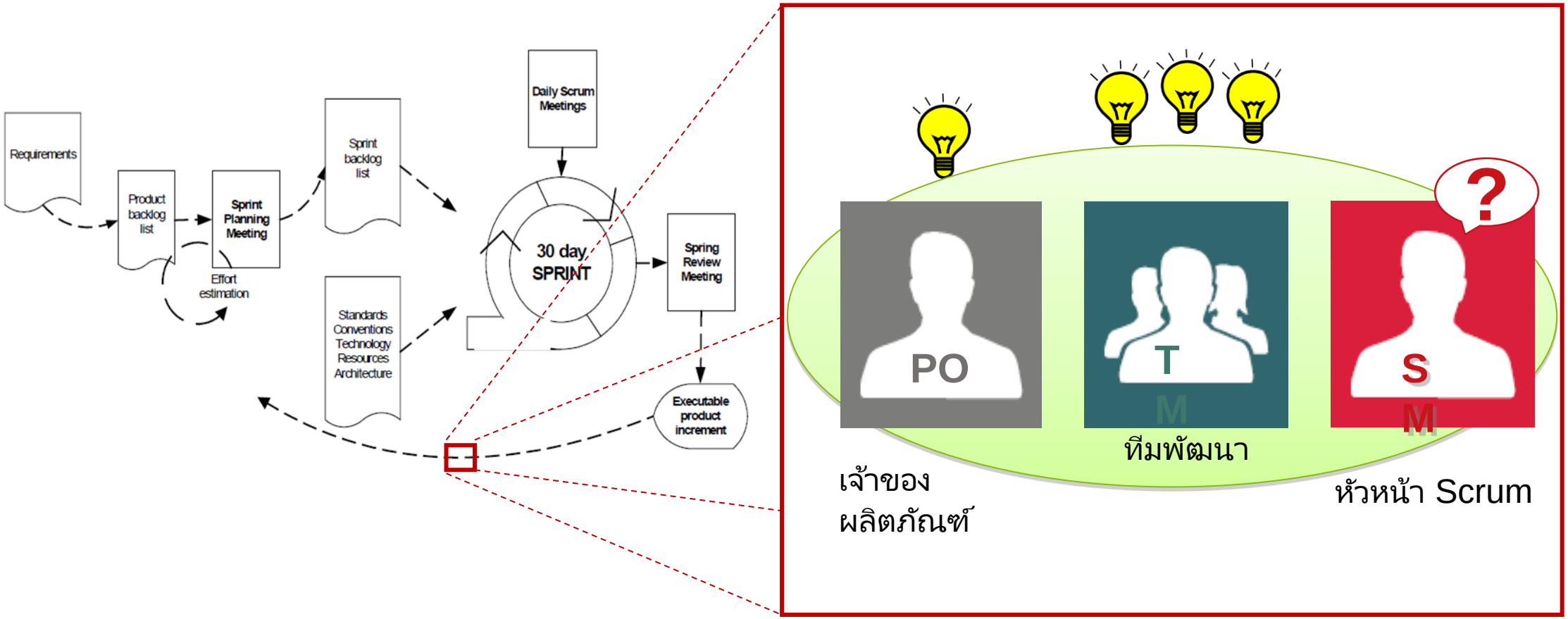


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: P. Abrahamsson et al.: Agile Software Development Methods: Review and Analysis [13]

Scrum – ทบทวนสิ่งที่ได้ทำ

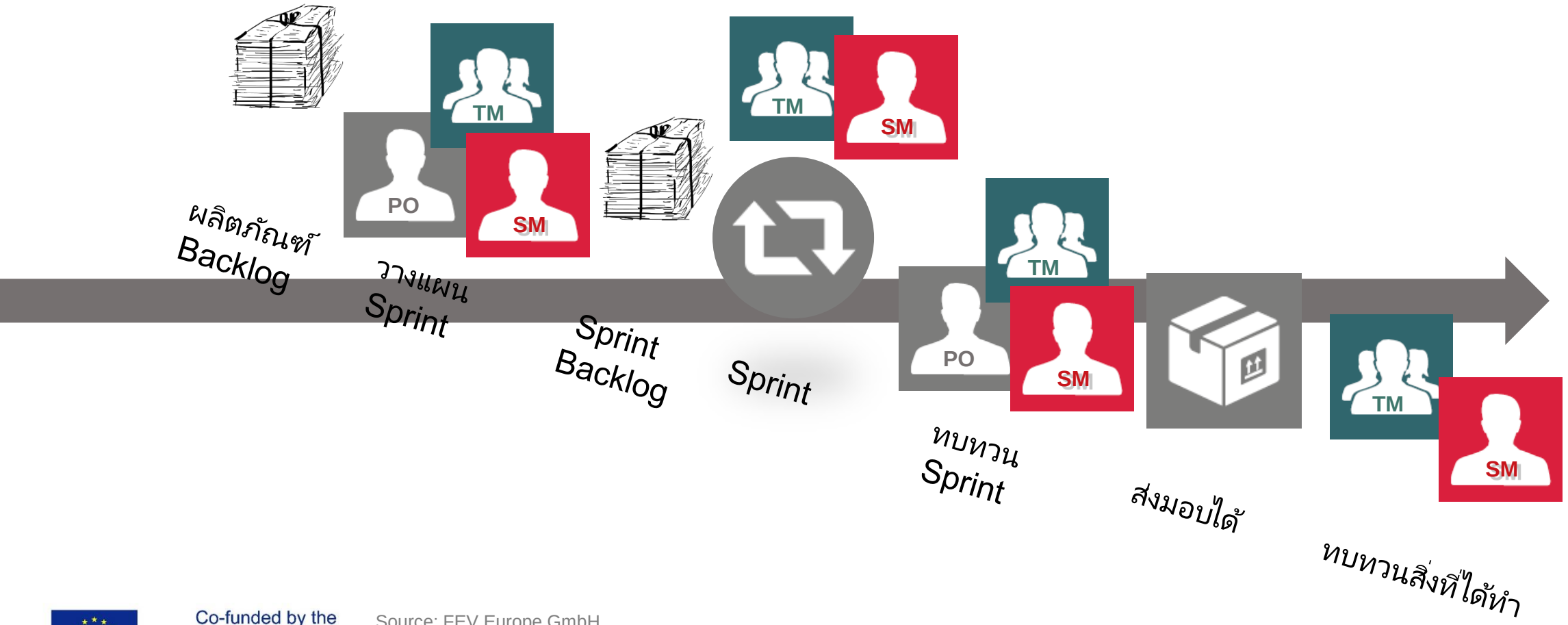
ORGANIZATION OF SPRINTS



Source: P. Abrahamsson et al.: Agile Software Development Methods: Review and Analysis [13]

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

ภาพรวมกระบวนการ Scrum



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

Source: FEV Europe GmbH

กำหนดการ

- บทนำและแรงจูงใจ
- คำจำกัดความของศัพท์เทคนิค
- แนวทางการพัฒนาแบบทั่วไป
- แนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว
- ความท้าทายของวิศวกรรมที่คล่องตัว
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- ความท้าทายของการพัฒนาที่คล่องตัว
  - อะไรคือความแตกต่างระหว่างแนวทางการพัฒนาแบบ Agile และแบบทั่วไป?
  - อะไรคือความท้าทายของการเปลี่ยนแปลงแบบ Agile สำหรับองค์กร?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

การเปลี่ยนแปลงได้รับการยอมรับและจัดการอย่างจริงจัง ต้องการผู้นำใหม่

การเปรียบเทียบการพัฒนาแบบธรรมดาและแบบคล่องตัว

	ความคิด “ตั้งรับ”	ความคิด “คล่องตัว"
การวางแผน	▪ การวางแผนระยะยาว ▪ รายละเอียดโครงการเป็นรายเดือน รายปี ▪ การตัดสินใจต้องทำตั้งแต่เนิ่นๆ ▪ เปลี่ยน หากมีความจำเป็น	▪ การจัดการการเปลี่ยนแปลงที่มีประสิทธิภาพ ▪ การวางแผนโครงการโดยละเอียดสำหรับสัปดาห์ เดือน ▪ ตัดสินใจเร็วและช้าให้น้อยที่สุด ▪ การวางแผนระยะยาวหากจำเป็น
ส่วนของผู้ดำเนินการ	▪ องค์กรลำดับชั้น ▪ แยก KPI ▪ บริหารโครงการแบบตามสายบริหาร … ▪ ต้องมีหน้าที่ข้ามสายงานใหม่จึงจะได้ร่วมงานกัน	▪ ทีมข้ามสายงาน ▪ มี KPI ร่วมกัน ▪ “รูปแบบ T ”: ลูกจ้างทุกคนมีหัวข้อเดียว (“I”) aและ ส่งเสริมพื้นที่ (“_”)
ความเกี่ยวข้องกับลูกค้า	▪ การเจรจาสัญญา ▪ สัญญาเป็นฐานการทำงาน ▪ ยอมรับกับสัญญา ▪ เปลี่ยนขอบเขตหากลูกค้าเลื่อนระดับ	▪ ลูกค้าเป็นส่วนหนึ่งของทีม ▪ เข้าใจร่วมกันก่อนเริ่มงาน ▪ มีส่วนร่วมเชิงลึกสำหรับ ผลลัพธ์ร่วมกัน ▪ รับผิดชอบและเชื่อมั่นร่วมกัน
ความเป็นผู้นำ	▪ นักวางแผน ผู้ตัดสินใจ ผู้ควบคุม ▪ คำจำกัดความของงาน & การตัดสินใจโดยลำดับชั้น ▪ เป้าหมายส่วนบุคคลและความท้าทายภายใน ▪ เปลี่ยนเมื่อจำเป็น	▪ ความเป็นผู้นำผู้รับใช้: ผู้สื่อสาร, ผู้โน้มน้าวใจ ▪ การตัดสินใจเมื่อจำเป็น ทีมงานโครงการ! ▪ ทำงานเกี่ยวกับระบบนิเวศและเงื่อนไขขอบเขต ▪ เปลี่ยนผู้ขับเคลื่อน

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

Source: S. Kriebel, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [23]

วิธีการแบบเดิมล้าสมัยไปแล้วหรือไม่?

การเปรียบเทียบการพัฒนาแบบธรรมดาและแบบคล่องตัว

กระบวนการแบบเดิมๆ อยู่บนพื้นฐานของแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด (การกำหนดตนเองในระดับต่ำ) การรักษาประสบการณ์โดยความคล่องตัวน้อยลง?	กระบวนการแบบเดิมได้รับการออกแบบให้หลีกเลี่ยงความเสี่ยงสูงสุด เกี่ยวกับความปลอดภัย เสี่ยงมากขึ้นด้วยความคล่องตัว?	จนถึงตอนนี้เน้นไปที่วิธีการที่มีโครงสร้าง ภาพรวมน้อยลงและการคิดระยะสั้นด้วยความคล่องตัว?	กระบวนการแบบเดิมๆ ได้รับการออกแบบมาเพื่อการประสานงานระหว่างฝ่ายต่างๆ ความว่องไวทำให้เกิดความสับสนวุ่นวายหรือไม่? องค์กร "ทั่วไป" และองค์กรที่คล่องตัวทำงานร่วมกันอย่างไร
การทำงานที่คล่องตัวไม่ขัดแย้งกับแบบจำลองการประมวลผล การวนซ้ำและขอบฟ้าการวางแผนต่างกัน	การทำงานที่คล่องตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยการประสานงานข้ามสายงาน/สหวิทยาการ	การทำงานที่คล่องตัวไม่สามารถทำได้หากไม่มีการโต้ตอบ มิฉะนั้นจะไม่สามารถประเมินผลกระทบ/ผลกระทบได้	การทำงานแบบ Agile กับองค์กรที่ไม่คล่องตัวจำเป็นต้องมีกระบวนการที่แตกต่างกัน ข้อตกลงต่างกัน แนวคิดการทำงานร่วมกันเป็นสิ่งสำคัญ

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

Source: S. Kriebel, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [23]

การเปลี่ยนแปลงต้องการเป้าหมาย เวลา และความอดทนร่วมกัน

การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล: การเปลี่ยนแปลง

- **อ้างถึง John P. Kotter**, ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการการเปลี่ยนแปลง**, 70 % ของการเปลี่ยนแปลงโครงการล้มเหลว** สาเหตุของอัตราความสำเร็จที่ต่ำนี้ส่วนใหญ่คือ **การต่อต้าน** การเปลี่ยนแปลง จาก from **บุคลากร** และการ**กลับกลายเป็นนิสัยเดิมๆ.**

John P. Kotter – 8 ขั้นตอน
1. เพิ่มความเร่งด่วน
2. สร้างทีมนำทาง
3. สร้างวิสัยทัศน์และกลยุทธ์
4. สื่อสารวิสัยทัศน์
5. ขจัดสิ่งกีดขวาง
6. สร้างความสำเร็จระยะสั้น
7. อย่ายอมแพ้
8. เปลี่ยนสถาบัน

มนุษย์เป็นอุปสรรคที่ใหญ่ที่สุดในการสร้างการเปลี่ยนแปลง

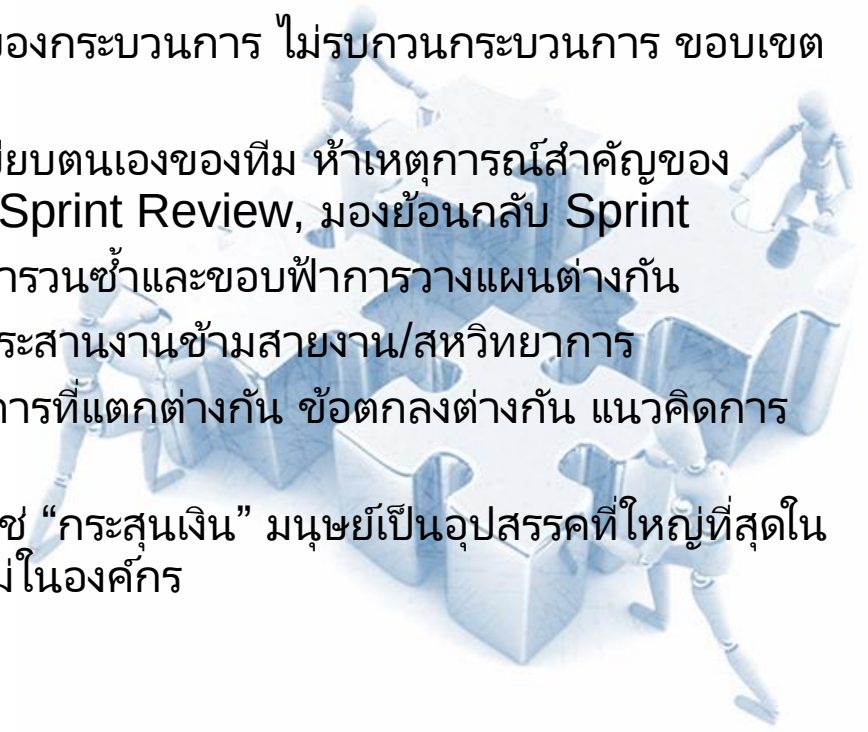
- ความรู้ไม่ใช่ความเข้าใจ!!
- การเปลี่ยนแปลงเกิดจากความต้องการ ซื้อไม่ได้!!
- สิ่งที่ทราบอยู่แล้วก็ต้องท้าทาย !!
- กระบวนการใหม่ต้องการการพัฒนาและติดตาม!!
- ประสบการณ์ ปฏิกิริยาตอบสนอง และระบบอัตโนมัติจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอีกครั้ง!!

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

Source: S. Kriebel, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2016 [23]
Source: John P. Kotter, “Accelerate: Building Strategic Agility for a Faster-Moving World”, Harvard Business Review Press, 2014 [24]

สรุป

- การพัฒนาแบบคล่องตัว
  - แรงจูงใจ: ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อกำหนดและแนวทางแก้ไขที่ไม่ชัดเจน (แม้แต่การปรับรุ่น V แบบเดิมก็ยังไม่เพียงพออีกต่อไป)
  - การเปลี่ยนกระบวนทัศน์: การเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดเป็นแกนหลักของกระบวนการ ไม่รบกวนกระบวนการ ขอบเขตกระบวนการระหว่างงานฝีมือถูกตัดออก
  - Scrum: แนวทาง Agile สำหรับทีมขนาดเล็กโดยอิงจากการจัดระเบียบตนเองของทีม ห้าเหตุการณ์สำคัญของ Scrum: วางแผน, ประชุมรายวัน, ดำเนินการแบบSprint, ทบทวน Sprint Review, มองย้อนกลับ Sprint
  - การทำงานที่คล่องตัวไม่ขัดแย้งกับแบบจำลองการประมวลผล การวนซ้ำและขอบฟ้าการวางแผนต่างกัน
  - การทำงานที่คล่องตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยการประสานงานข้ามสายงาน/สหวิทยาการ
  - การทำงานแบบ Agile กับองค์กรที่ไม่คล่องตัวจำเป็นต้องมีกระบวนการที่แตกต่างกัน ข้อตกลงต่างกัน แนวคิดการทำงานร่วมกันเป็นสิ่งสำคัญ
  - ความท้าทายของการเปลี่ยนแปลง: การเปลี่ยนวิธีคิด ความว่องไวไม่ใช่ “กระสุนเงิน” มนุษย์เป็นอุปสรรคที่ใหญ่ที่สุดในการสร้างการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ จำเป็นต้องมีความเป็นผู้นำใหม่ในองค์กร



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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

กำหนดการ

- บทนำและแรงจูงใจ
- คำจำกัดความของศัพท์เทคนิค
- แนวทางการพัฒนาแบบทั่วไป
- แนวทางการพัฒนาที่คล่องตัว
- ความท้าทายของวิศวกรรมที่คล่องตัว
- เอกสารอ้างอิง

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

เอกสารอ้างอิง

Parts of the material used in this presentation are property of RWTH Aachen University and FEV Europe GmbH, if not designated otherwise.
Copyright restrictions apply.

[1] MC KINSEY & COMPANY
Monetizing car data
New service business opportunities to create new customer benefits
Advanced Industries, September 2016

[2] DIN 55350-11
Begriffe zum Qualitätsmanagement - Teil 11: Ergänzung zu DIN EN ISO 9000:2005
zitiert nach Balzert 2008, S. 460

[3] INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANISATION (ISO)
Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models
Genf, 01.03.2011

[4] DUMKE & EBERT
Software Measurement
Berlin, 2007

[5] SCHÄUFFELE
Automotive Software Engineering
2014

[6] SCHÄUFFELE & ZURAWKA
Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen
4th ed. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage
Wiesbaden, 2010.

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

เอกสารอ้างอิง

[7] SCHATTEN, DEMOLSKY, WINKLER et al.
Best Practice Software-Engineering
Spektrum Akademischer Verlag
Heidelberg, 2010

[8] SOMMERVILLE, I.
Software Engineering.
Addison-Wesley, 2007

[9] BOEHM, B.
A Spiral Model of Software Development and Enhancement.
IEEE Computer, 21(5):61–72, 1988

[10] BRÖHL, A. & DRÖSCHEL, W.
Das V-Modell: Der Standard für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden.
Oldenburg, 1993

[11] SWISSQ CONSULTING AG
Agile Modelle im Vergleich: Wo passt welches?
Sacha Czudek, Head Agile, 2015
https://swissq.it/de/agile/unternehmensweite-agilitaet-ein-muss/

[12] COLLABNET
VersionOne 12th annual State of Agile Report, 2018
https://explore.versionone.com/state-of-agile/versionone-12th-annual-state-of-agile-report

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

เอกสารอ้างอิง

[13] ABRAHAMSSON at al.
Agile Software Development Methods: Review and Analysis
Espoo, 2002

[14] GRANRATH, C.
HIFI-ELEMENTS – Modellbasiertes Systems Engineering
Turin, 2017

[15] BECKER, H.
Auf Crashkurs
Springer Verlag, 2007; VDA Band 32,
Fast 2015 – Die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie

[16] FEV
Prognose 05/2019

[17] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
EN ISO 8402
Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin
1995

[18] ISO International Standardization Organization
ISO 25010
2014-03

[19] https://www.scrum-tips.com/

[20] http://agilemanifesto.org/iso/en/manifesto.html

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

เอกสารอ้างอิง

[21] CARNEGIE MELLON UNIVERSITY & WIBAS IT MATURITY SERVICES GMBH
Capability maturity model integration (CMMI) für Entwicklung
Version 1.3
2006

[22] J. Richenhagen
Lecture: Software for Combustion Engines
RWTH Aachen University
2019

[23] S. Kriebel
Lecture: Software for Combustion Engines
RWTH Aachen University
2019

[24] John P. Kotter
Accelerate: Building Strategic Agility for a Faster-Moving World
Harvard Business Review Press
2014

[25] Scrum Alliance
Learn About Scrum - Use Scrum to continuously improve, rapidly respond to change, and deliver early
https://www.scrumalliance.org/learn-about-scrum (retrieved September 5, 2019)

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

เอกสารอ้างอิง

[26] International Organization for Standardization
"Systems and software engineering — Vocabulary," ISO/IEC/IEEE 24765:2017(E), ISO copyright office, Rev. Sep. 2017
"Systems and software engineering — Requirements for designers and developers of user documentation," ISO/IEC 26514:2008(E), ISO copyright office, Rev. Jun. 2008.
"Quality management systems — Fundamentals and vocabulary," ISO 9000:2015(en), ISO copyright office, Rev. Nov. 2015.
"Systems and software engineering — Software life cycle processes," ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E), ISO copyright office, Rev. Nov. 2017.
"Information technology — Systems and software engineering — Guide for requirements engineering tool capabilities," ISO/IEC TR 24766:2009(E), ISO copyright office, Rev. Dec. 2019.
"Systems and software engineering — Information technology project performance benchmarking framework — Part 1: Concepts and definitions," ISO/IEC 29155-1:2017(en), 2nd ed., ISO copyright office, Rev. Dec. 2017.
"Systems and software engineering — Life cycle process-es — Requirements engineering," ISO/IEC/IEEE 29148:2018(E), ISO copyright office, Rev. Nov. 2018.
"Information technology — Modeling Languages — Part 2: Syntax and Semantics for IDEF1X97 (IDEFobject)," ISO/IEC/IEEE 31320-2:2012(en), 1st ed., ISO copyright office, Rev. Sep. 2012.
"Systems and software engineering — Content of life-cycle information items (documentation)," ISO/IEC/IEEE 15289:2017(E), ISO copyright office, Rev. May. 2017.

Institute of Electrical and Electronics Engineers
"IEEE Standard for Software Quality Assurance Processes," 730-2014, IEEE, Rev. Jun. 2014.
"IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes," 1074-1991, IEEE, Rev. Jan. 1992.
"IEEE Standard for Conceptual Modeling Language Syntax and Semantics for IDEF1X/Sub 97/ (IDEF/Sub Object/)," 1320.2-1998, IEEE, Rev. 1998.

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

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

https://www.facebook.com/unitederasmus/

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

UNITED

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student´s Employability and Regional Development

วิศวกรรมระบบบนพื้นฐานแบบจำลอง

Day 2 – Slot 2

Christian Granrath, M.Sc.

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

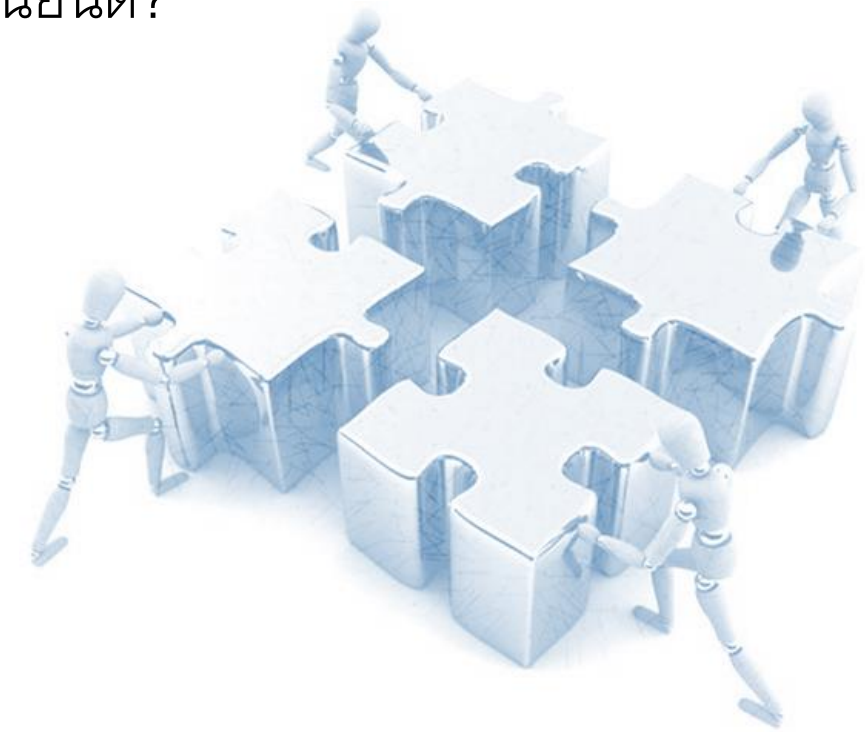
กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
  - อะไรคือช่องว่างในปัจจุบันในแนวทางการพัฒนายานยนต์?
  - อะไรคือจุดสนใจของวิศวกรรมระบบ?

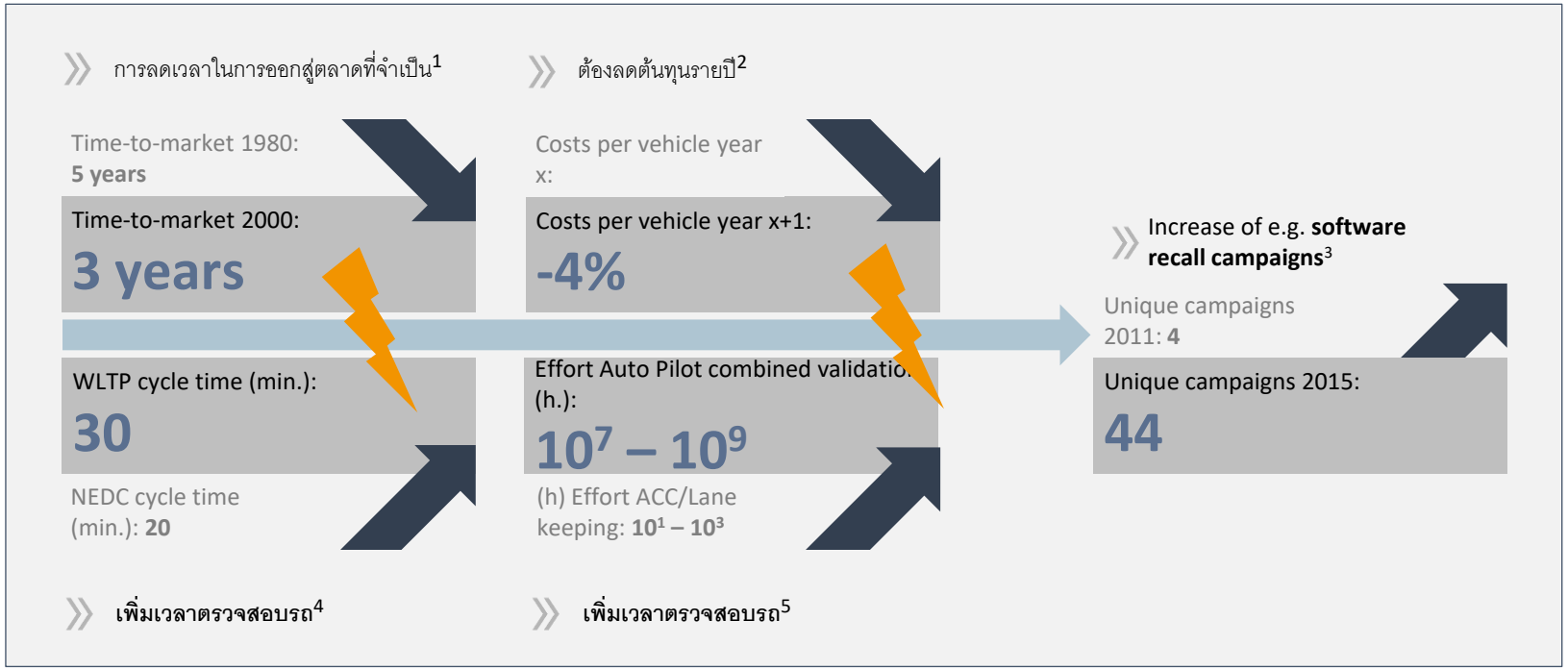


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

คุณภาพที่ต้องการไม่สามารถทำได้โดยการทดสอบยานพาหนะเพิ่มเติม

- ความท้าทายในการพัฒนายานยนต์



WLTP: Worldwide Harmonised Light-Duty Vehicles Test Procedure

NEDC: New European Driving Cycle

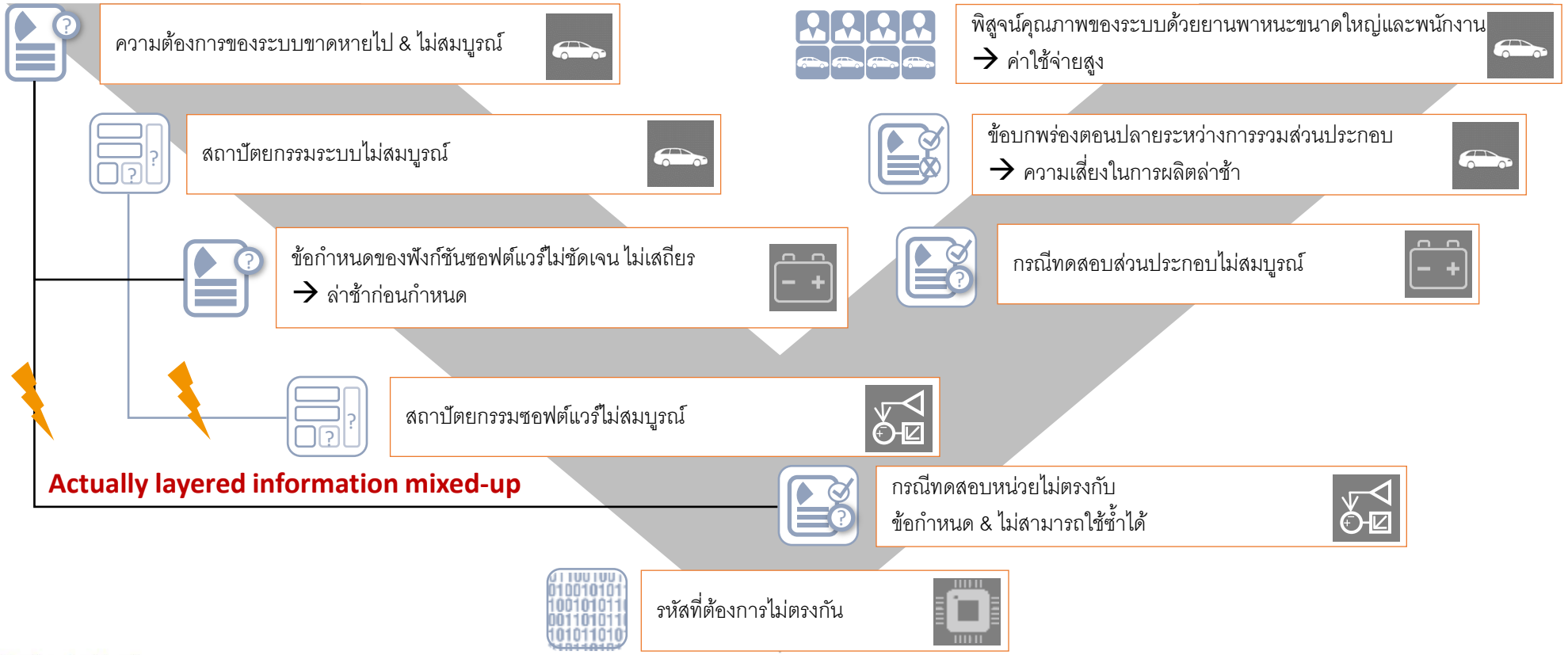
ACC: Adaptive Cruise Control

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

Sources: [1] - [5]; Kriebel, Richenhagen et al.: “High Quality Electric Powertrains by model-based systems engineering”, Aachen Colloquium 2017 [6]

ช่องว่างในแนวทางวิศวกรรมของบริษัทอาจทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพที่ร้ายแรง

ภาวะที่กลืนไม่เข้าคายไม่ออกคุณภาพของการพัฒนาผลิตภัณฑ์



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

Source: Kriebel, Richenhagen et al.: “High Quality Electric Powertrains by model-based systems engineering”, Aachen Colloquium 2017 [6]

กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
  - วิศวกรรมระบบคืออะไรและมีการแก้ไขอย่างไร?
  - แนวทางด้านวิศวกรรมระบบใดที่มีอยู่และกล่าวถึงอะไร?
  - วิธีการใช้วิศวกรรมระบบสำหรับข้อกำหนดของระบบ?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

แนวทางต่างๆ ในการพัฒนาระบบที่ซับซ้อนมีอิทธิพลต่อคำจำกัดความของ System Engineering (SE)

ความหมายของวิศวกรรมระบบ

"แนวทางสหวิทยาการและวิธีที่จะทำให้ระบบประสบความสำเร็จ"
- INCOSE Handbook, 2004 [8]

"ศาสตร์และศิลป์แห่งการสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพ ใช้ทั้งระบบ หลักทั้งชีวิต"
- Derek Hitchins [9]

วิศวกรรมระบบเป็นแนวทางที่แข็งแกร่งในการ

- **การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของระบบ**
- **การระบุและการหาปริมาณเป้าหมายของระบบ**
- การสร้างแนวคิดการออกแบบระบบทางเลือก
- **การใช้งานการออกแบบที่ดีที่สุด**
- **บูรณาการและการตรวจสอบการออกแบบ**
- **การประเมินหลังการใช้งานว่าระบบดีเพียงใด**
- บรรลุเป้าหมาย

- NASA Systems Engineering Handbook, 1995 [10]

"วิศวกรรมระบบเป็นแนวทางสหสาขาวิชาชีพที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนชุดความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้กลายเป็นโซลูชันระบบที่สมดุลซึ่งตรงกับความต้องการเหล่านั้น **[...]** กระบวนการทางวิศวกรรมระบบรวมถึงกิจกรรมเพื่อกำหนดเป้าหมายระดับบนสุดที่ระบบต้องสนับสนุน ระบุข้อกำหนดของระบบ สังเคราะห์การออกแบบระบบทางเลือก ประเมินทางเลือก จัดสรรข้อกำหนดให้กับส่วนประกอบ รวมส่วนประกอบเข้ากับระบบ และตรวจสอบว่า ความต้องการของระบบเป็นที่พอใจ นอกจากนี้ยังรวมถึงกระบวนการวางแผนและควบคุมที่จำเป็นในการจัดการความพยายามทางเทคนิค"- A Practical Guide to SysML, S. Friedenthal, A. Moore, R. Steiner, 2015 [11]

"วิศวกรรมระบบเป็นแนวทางสหวิทยาการในการสร้างความซับซ้อนและเทคโนโลยีระบบที่หลากหลาย"- Agile Systems Engineering, Bruce Powel Douglass Ph.D., 2016 [12]

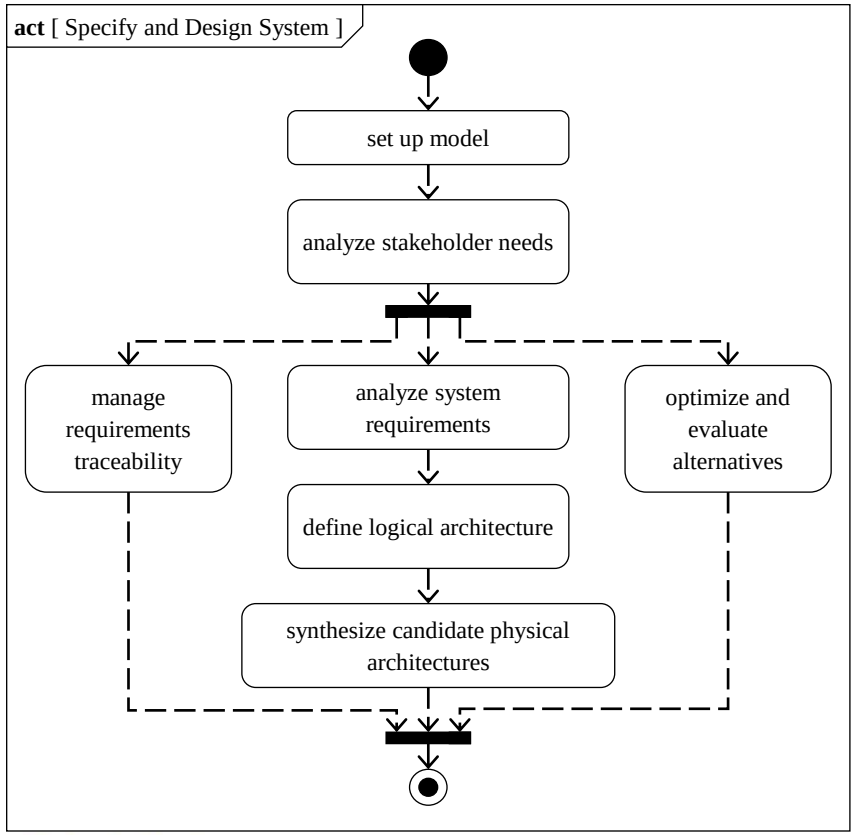
"วิศวกรรมระบบเป็นแนวทางทางวิศวกรรมแบบสหวิทยาการและองค์รวมสำหรับแนวคิด การทำให้เป็นจริง และการประเมินระบบทางเทคนิคที่ซับซ้อน เช่นเดียวกับการจัดการทางวิศวกรรมตลอดวงจรชีวิตที่สมบูรณ์ของระบบ"

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

Source: FEV Europe GmbH

ขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการพัฒนาตามแบบจำลอง

OBJECT-ORIENTED SYSTEMS ENGINEERING METHOD (OOSEM)



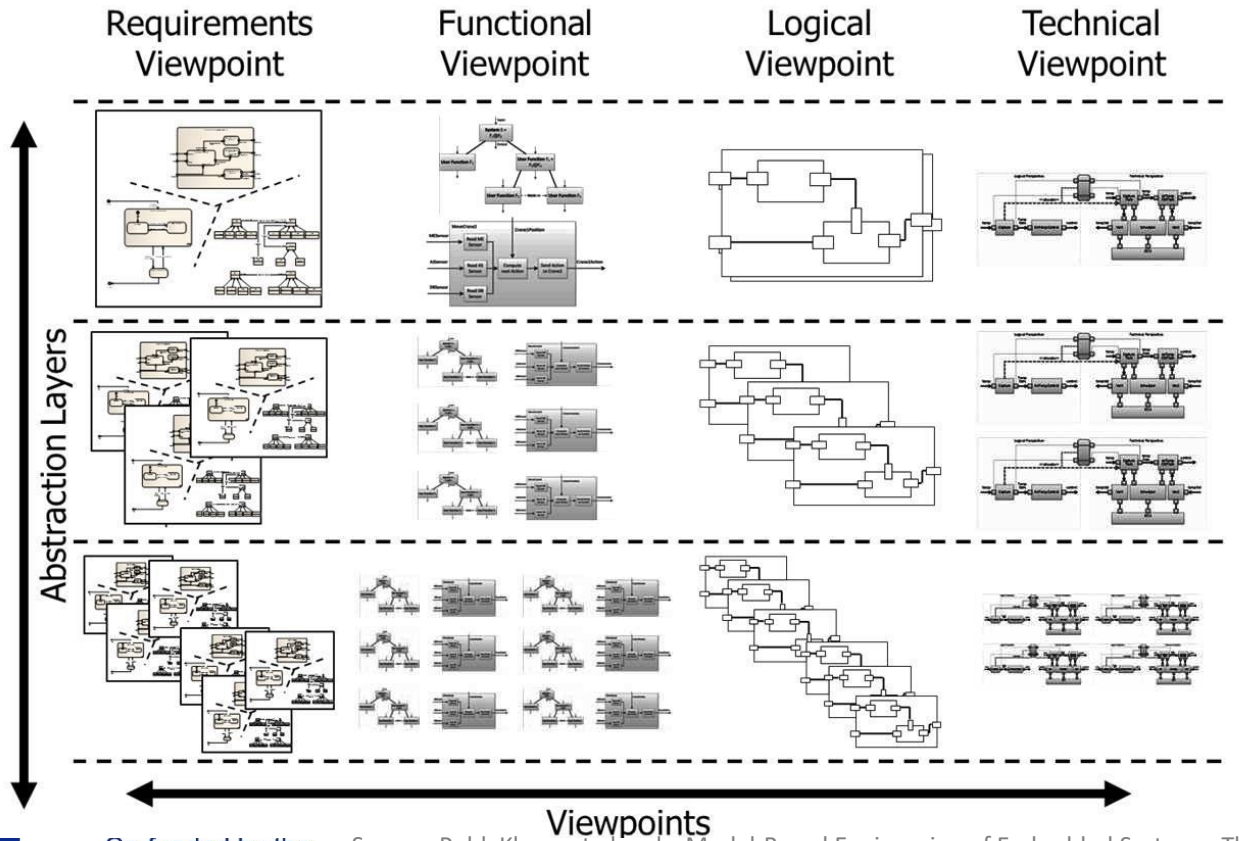
Source: Weilkiens, Tim. Systems engineering with SysML/UML: [18].

- การวิเคราะห์ระบบและสิ่งแวดล้อมตามความต้องการของลูกค้าและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- การระบุความต้องการของระบบเกี่ยวกับความต้องการที่กำหนดไว้ล่วงหน้า
- การแยกส่วนของระบบในส่วนประกอบทางลอจิคัล
- การจัดสรรองค์ประกอบทางกายภาพและคำจำกัดความของความสัมพันธ์

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

การใช้มุมมองที่เหมือนกันบนเลเยอร์นามธรรมที่ต่างกัน

ระเบียบวิธีการ SPES 2020



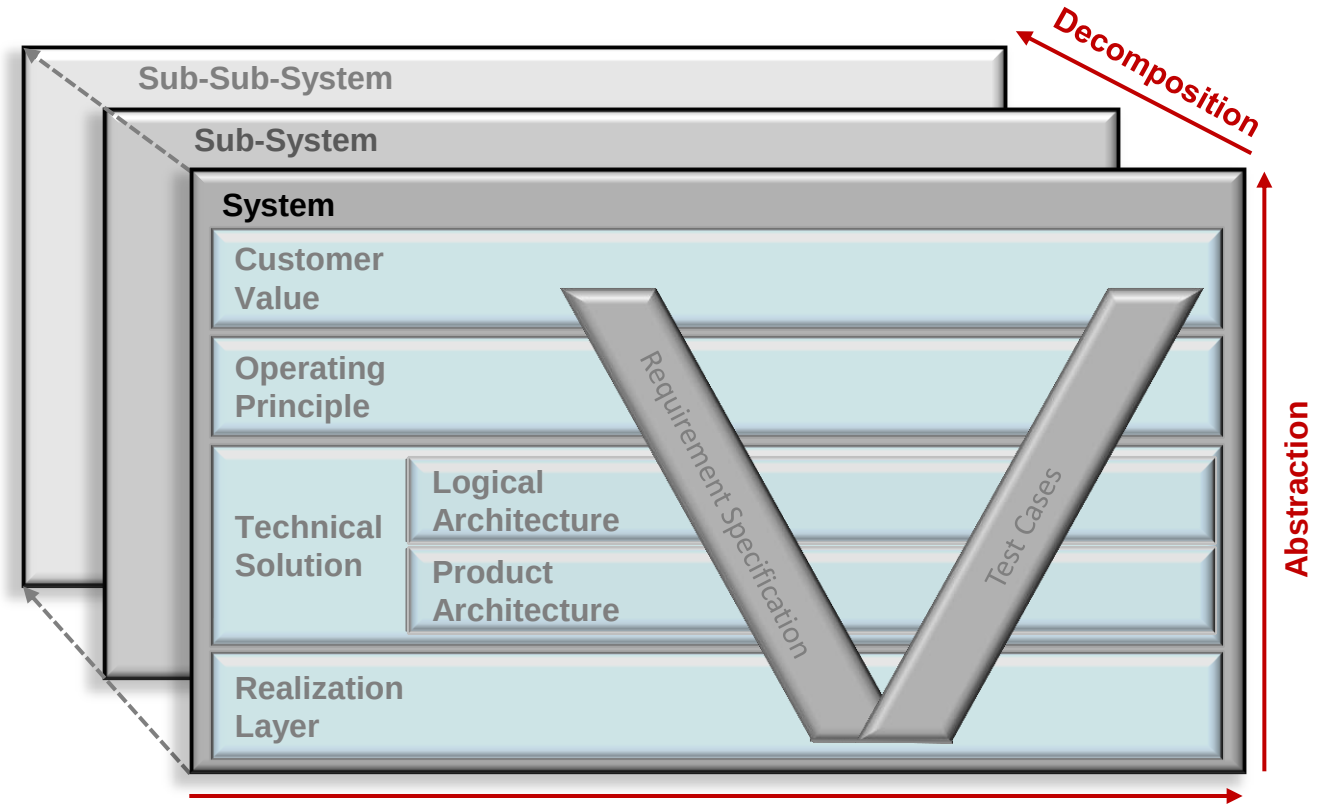
- แนวทางวิศวกรรมข้ามโดเมนตามแบบจำลองที่ผสานรวมอย่างลงตัวสำหรับระบบฝังตัวและกระบวนการพัฒนา:
  - การวิเคราะห์บริบทของระบบและความต้องการของลูกค้า
  - คำจำกัดความของข้อกำหนดของระบบ
  - ข้อมูลจำเพาะของระบบ การออกแบบสถาปัตยกรรม และการใช้งาน
  - การตรวจสอบและรับรองระบบ
- วิธีการวนซ้ำสำหรับทุกระดับที่เป็นนามธรรม

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

Source: Pohl, Klaus, et al., eds. Model-Based Engineering of Embedded Systems: The SPES 2020 Methodology. [23]

โมเดล CUBE เพื่อให้แน่ใจว่าวิศวกรรมระบบตามแบบจำลองและคุณลักษณะ

วิศวกรรมระบบ C.U.B.E. - วิศวกรรมระบบที่เป็นหนึ่งเดียวแบบองค์รวม



- แนวทางระบบสำหรับวงจรชีวิตการพัฒนาระบบทั้งหมด
- การแยกส่วนของระบบที่ซับซ้อนในระบบย่อยที่จัดการได้
- ข้อกำหนดสถาปัตยกรรมตามแบบจำลองร่วมกับข้อกำหนดที่เป็นข้อความ
- ลดความเสี่ยงในการรวมระบบ
- ลดความพยายามและต้นทุนในการพัฒนาในอนาคต

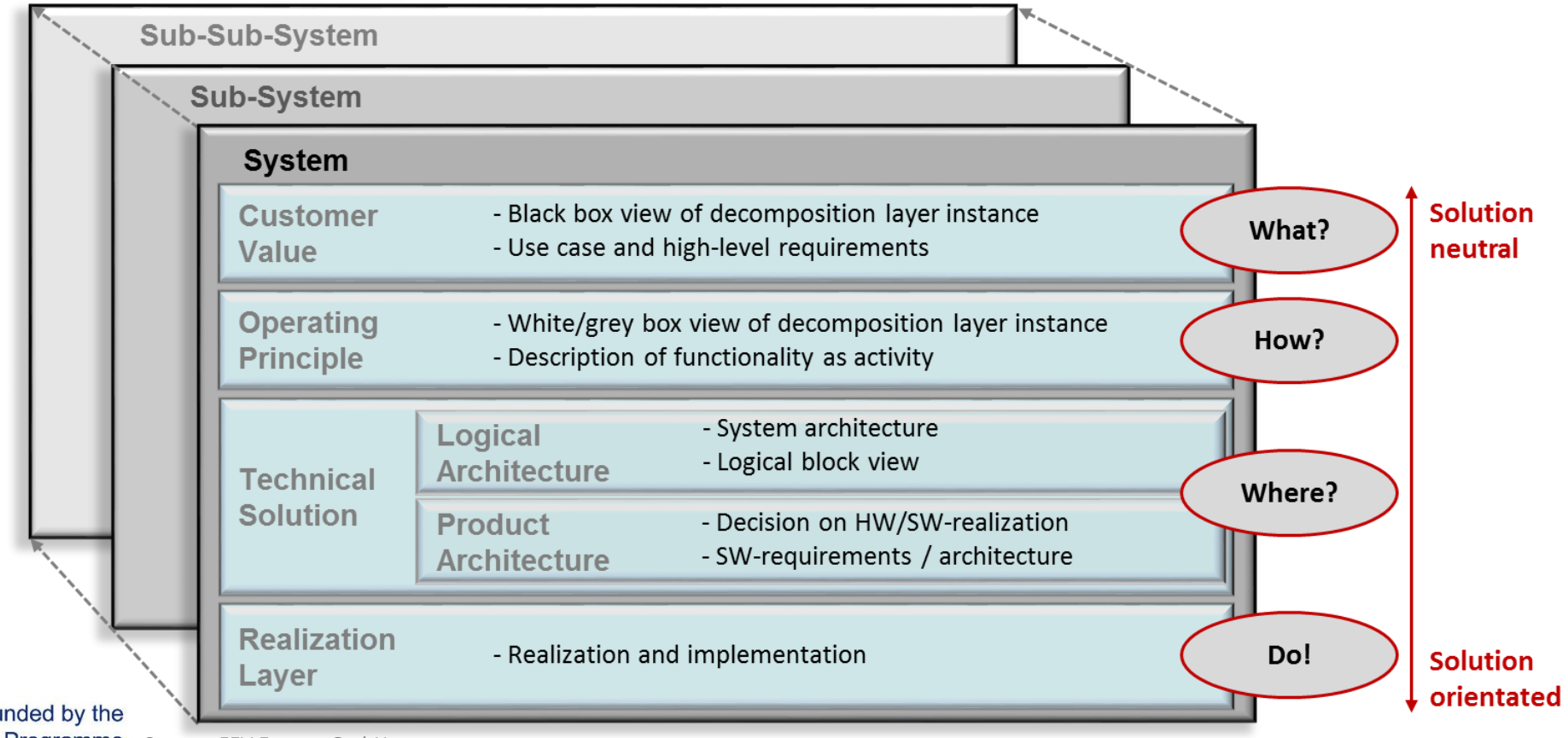
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: Kriebel, S., Richenhagen, J.; Granrath, C., Kugler, C.: "Systems Engineering with SysML The Path to the Future?" [13]

Logos are subject to trademark rights of their respective owners.

ชั้นนามธรรมและการสลายตัวส่งผลให้เกิดคำอธิบายระบบแบบองค์รวมที่เหมาะสม

โครงสร้างชั้นของวิศวกรรมระบบ

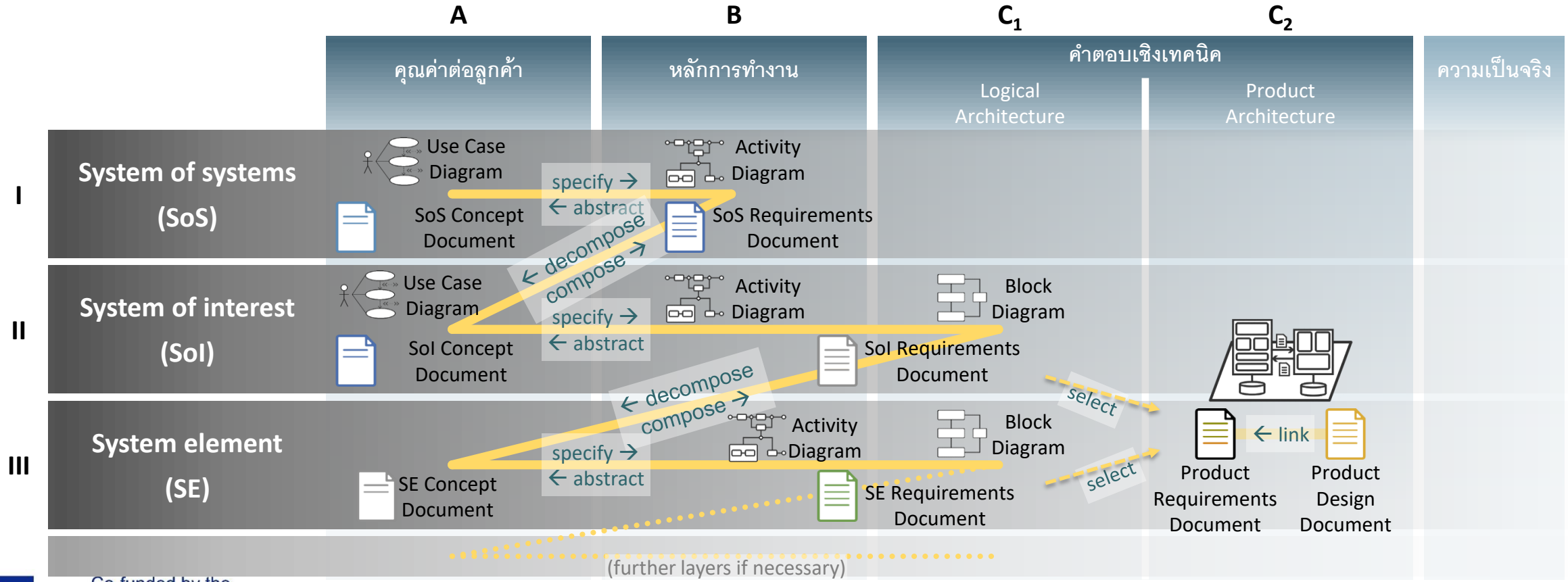


Source: FEV Europe GmbH

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

ขั้นตอนมาตรฐานสำหรับข้อกำหนดของระบบ

ขั้นตอนข้อกำหนดข้อกำหนดของ CUBE



Source: FEV Europe GmbH

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

กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
  - อะไรเป็นตัวกำหนดความต้องการที่มีรูปแบบที่ดี?
  - วิธีการกำหนดข้อกำหนดที่ชัดเจน?
  - ความต้องการที่ดีและไม่ดีมีลักษณะอย่างไร? และเกณฑ์คุณภาพสำหรับความต้องการมีอะไรบ้าง?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

สิ่งที่กำหนดความต้องการที่มีรูปแบบที่ดี?

ลักษณะข้อกำหนด

ข้อกำหนดควรมีลักษณะดังนี้:

- ต้องเติมเต็มโดยระบบเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- อธิบายความสามารถหรือประสิทธิภาพของระบบที่เฉพาะเจาะจง
- ถูกกำหนดโดยเงื่อนไขที่วัดได้และล้อมรอบด้วยข้อจำกัด
- สามารถตรวจสอบได้

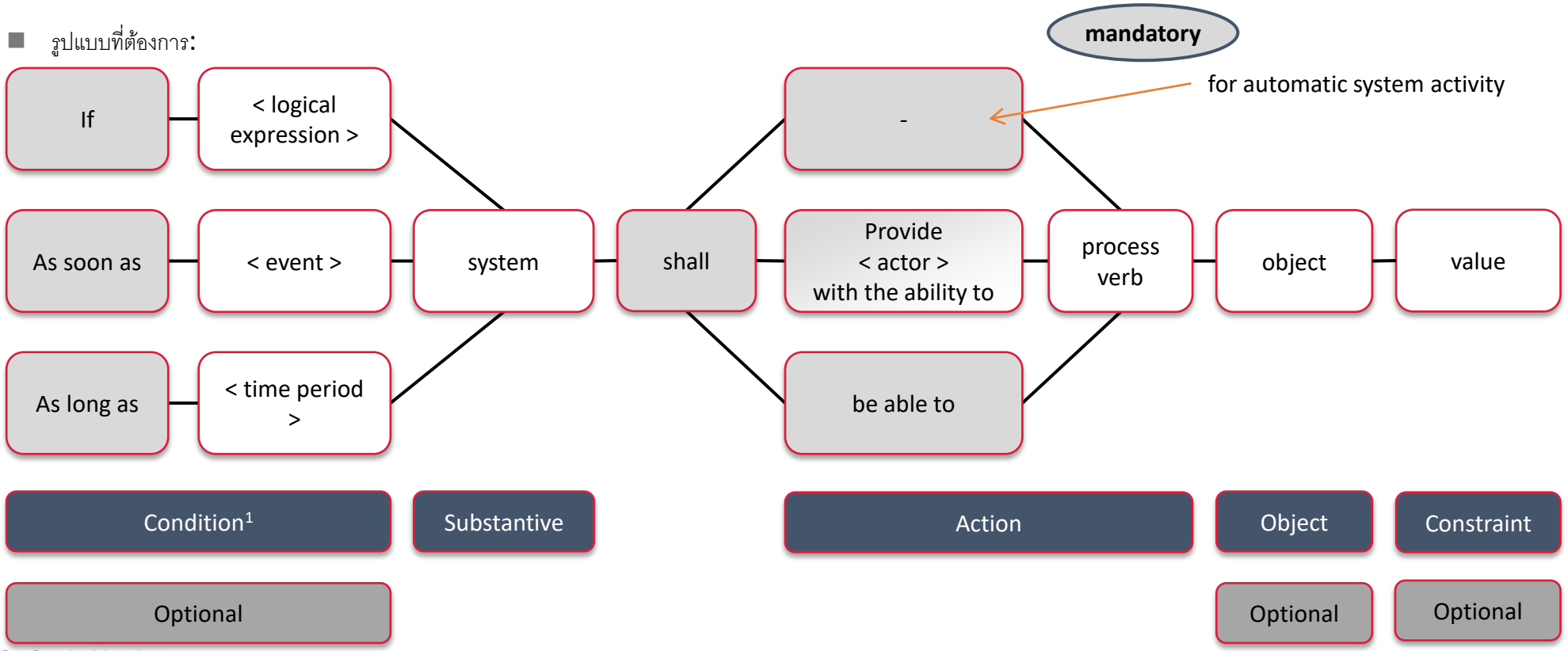
- ISO/IEC/IEEE 29148 [15]

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

กำหนดข้อกำหนดที่ชัดเจน

แบบฟอร์มข้อกำหนดข้อกำหนด

- รูปแบบที่ต้องการ:



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

1 – It is also possible to attach the condition at the end of the sentence, as long as readability and understanding do not suffer.

Source: Die SOPHISTen: "Schablonen für alle Fälle" [16]

กำหนดข้อกำหนดที่ชัดเจน

ตัวอย่างที่ดีสำหรับข้อกำหนด

- ตัวอย่างที่ 1:

Condition[1]		Substantive		Action	Object
If	the absolute speed is below 50 km/h,	the vehicle	shall	deactivate	the Lane Keeping Assist functionality

- ตัวอย่างที่ 2:

Condition[2]		Substantive		Action		Object	Constraint
If	the uphill gradient is less than or equal to 3%,	the vehicle	shall	be able to	reach	the creeping velocity	of 7 km/h

- ตัวอย่างที่ 3:

Substantive		Action	Object	Constraint
The vehicle	shall	have	a maximum kerb weight	of 1500 kg

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

Source: FEV Europe GmbH

กำหนดข้อกำหนดที่ชัดเจน

ตัวอย่างที่ไม่ดีสำหรับข้อกำหนด

- ตัวอย่างที่ 1:

Substantive		Action	Constraint	Object
The vehicle	shall	be	lighter than	other vehicles in its class

- ตัวอย่างที่ 2:

Substantive		Action	Object	Constraint
The torque	shall	be limited		

- ตัวอย่างที่ 3:

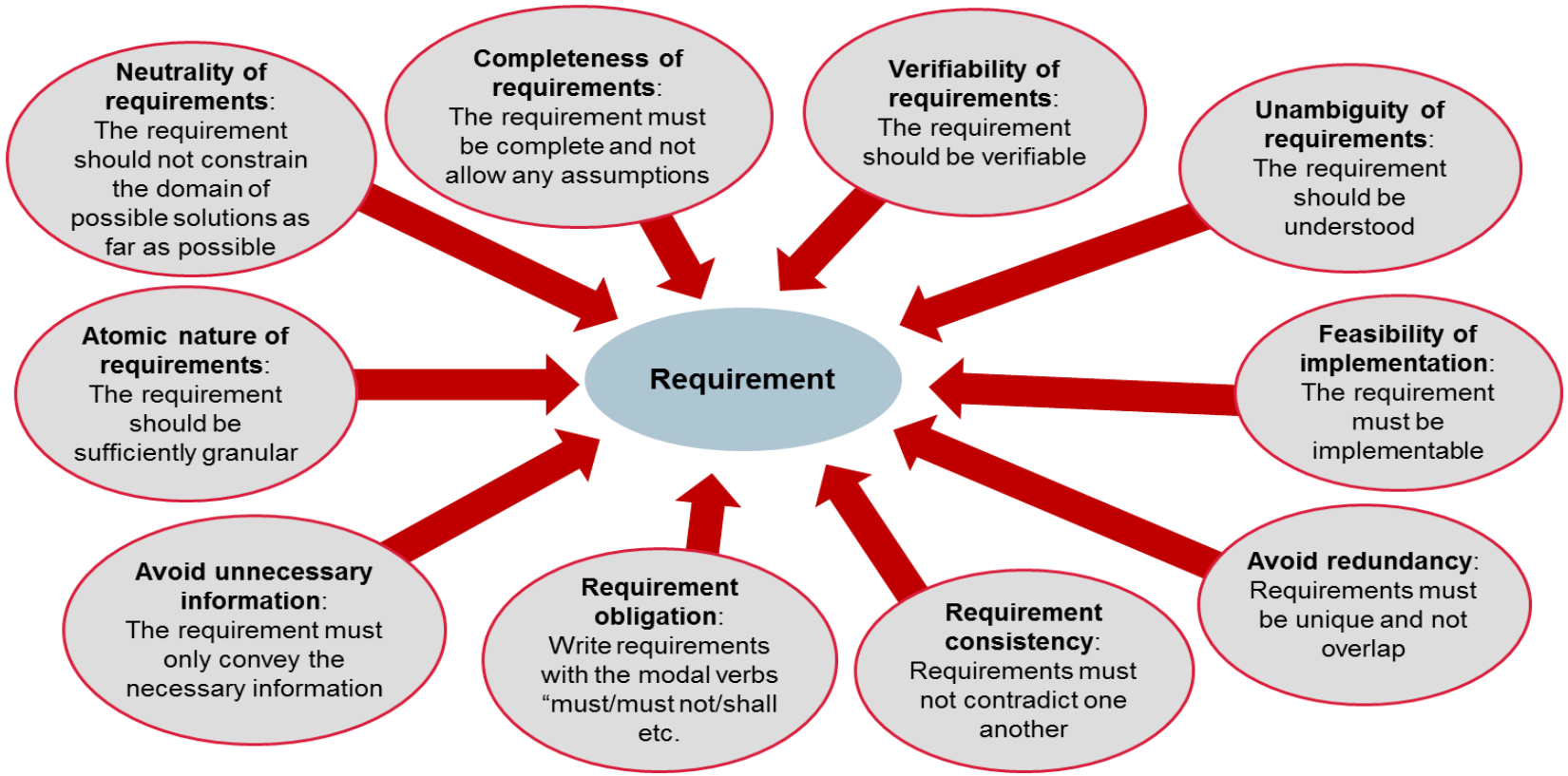
Substantive		Action	Object	Constraint
The software	shall	limit	the torque request	in most driving conditions.

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

Source: FEV Europe GmbH

การประเมินข้อกำหนดที่กำหนดขึ้น

เกณฑ์คุณภาพเพื่อประเมินความต้องการ



Source: FEV Europe GmbH

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

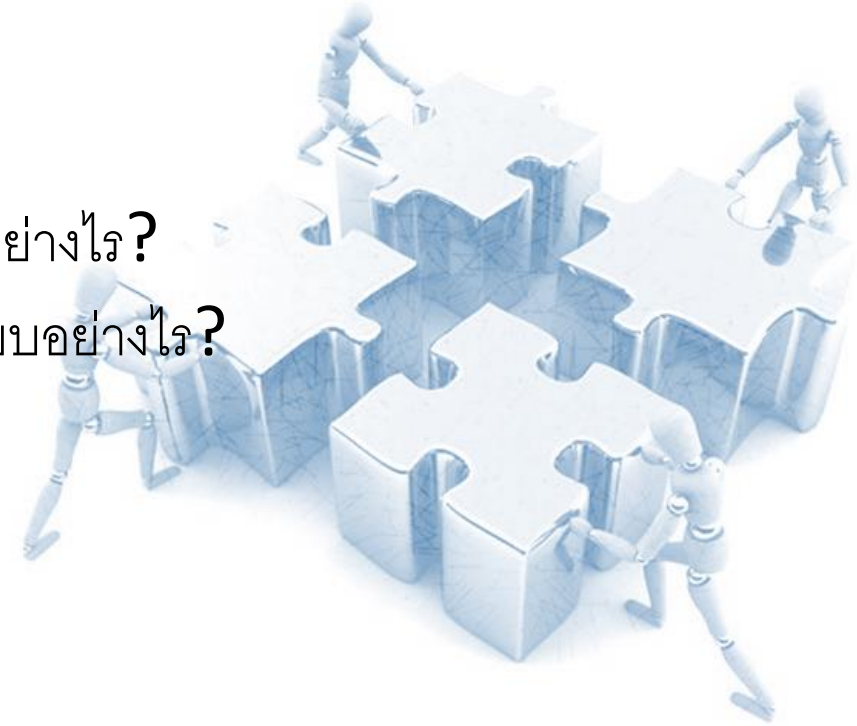
กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- บทนำเกี่ยวกับ SysML
  - ประโยชน์ของการพัฒนาตามแบบจำลองเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้อกำหนดแบบข้อความเท่านั้นคืออะไร?
  - SysML คืออะไรและใช้ทำอะไร?
  - แผนภาพกรณีการใช้งานคืออะไร ใช้ทำอะไร และมีรูปแบบอย่างไร?
  - แผนภาพกิจกรรมการใช้งานคืออะไร ใช้ทำอะไร และมีรูปแบบอย่างไร?



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

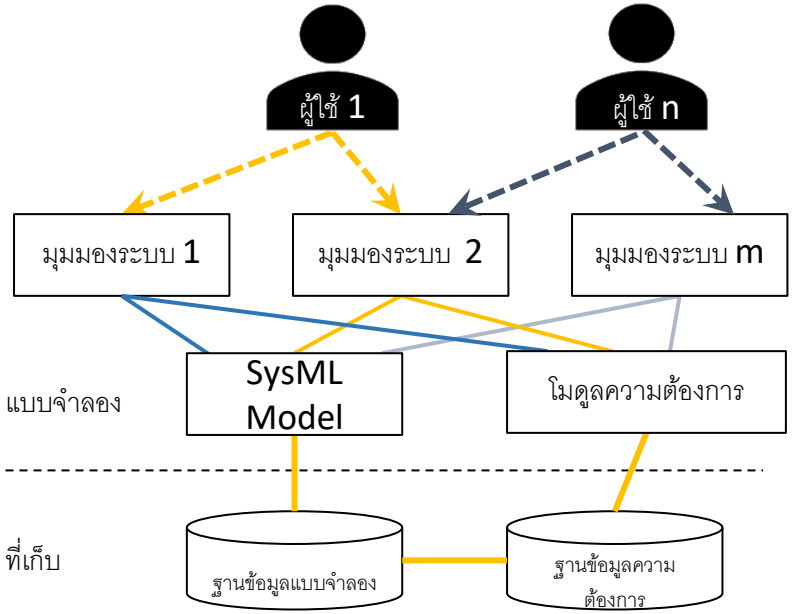
Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ข้อมูลจำเพาะข้อกำหนดที่ชัดเจนโดยใช้แบบจำลอง

แรงจูงใจสำหรับวิศวกรรมระบบตามแบบจำลอง

แบบจำลอง

- ความสัมพันธ์ภายในโครงสร้างระบบ / ฟังก์ชัน ง่ายต่อการจดจำ
- ข้อผิดพลาดของลำดับง่ายต่อการค้นหา
- รูปแบบที่เครื่องอ่านได้
- ลดความกำกวมผ่านภาษาทั่วไป (เช่น SysML)



ข้อความ

- คุณสมบัติที่ไม่ใช่หน้าที่อธิบายได้ง่ายขึ้น
- พบข้อผิดพลาดของเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
- ค้นหาความสัมพันธ์ได้
- เงื่อนไขขอบเขตชัดเจน

ทั้งแบบจำลองและข้อความ

- ทำให้ความรู้ชัดเจน
- ลูกค้า สถาปนิก และนักพัฒนา
- เป็นเอกสารที่มีชีวิตหายใจได้

Source: FEV Europe GmbH

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

ข้อมูลจำเพาะของข้อกำหนดที่ชัดเจนโดยการใช้แนวทางตามแบบจำลอง

ประโยชน์ของวิศวกรรมระบบตามแบบจำลอง

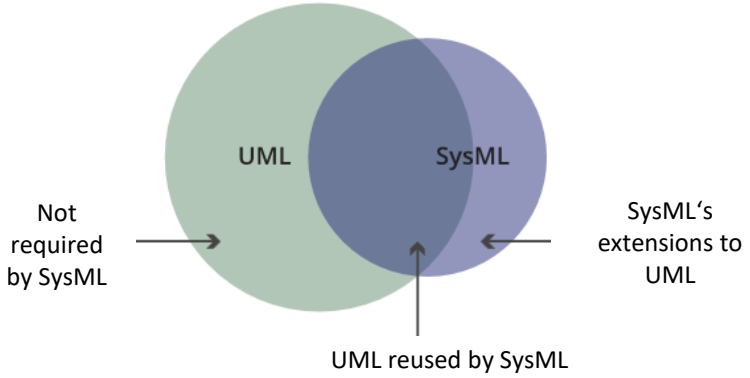
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: https://www.google.de/maps/preview

ภาษามาตรฐานสำหรับวิศวกรรมระบบตามแบบจำลองที่ทันสมัย

ภาษาการสร้างแบบจำลองระบบ

- SysML™ เป็นภาษาแบบจำลองกราฟิกเอนกประสงค์สำหรับการระบุ วิเคราะห์ ออกแบบ และตรวจสอบระบบที่ซับซ้อนซึ่งอาจรวมถึงฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล บุคลากร ขั้นตอนและสิ่งอำนวยความสะดวก เป็นโปรไฟล์ UML เฉพาะทางที่กำหนดเป้าหมายไปที่วิศวกรรมระบบ.
- กำหนดมาตรฐานโดย Object Management Group (OMG)
  เวอร์ชันปัจจุบัน 1.5
- ขึ้นอยู่กับ Unified Modeling Language (UML 2)
  ส่วนขยายของประเภทไดอะแกรม UML ที่มีอยู่
  ข้อมูลจำเพาะของประเภทไดอะแกรมใหม่
- SysML เป็นภาษาการสร้างแบบจำลองกึ่งรูปแบบ และด้วยเหตุนี้จึงรวมเอาประโยชน์ของโมเดลโดเมนและองค์ประกอบข้อความ เช่น ข้อกำหนดที่เป็นลายลักษณ์อักษร
  ความหมายของ SysML นั้นยืดหยุ่นและขยายได้ผ่าน stereotyping เพื่อปรับให้เข้ากับ
  ความต้องการเฉพาะของโดเมนหรือโครงการ

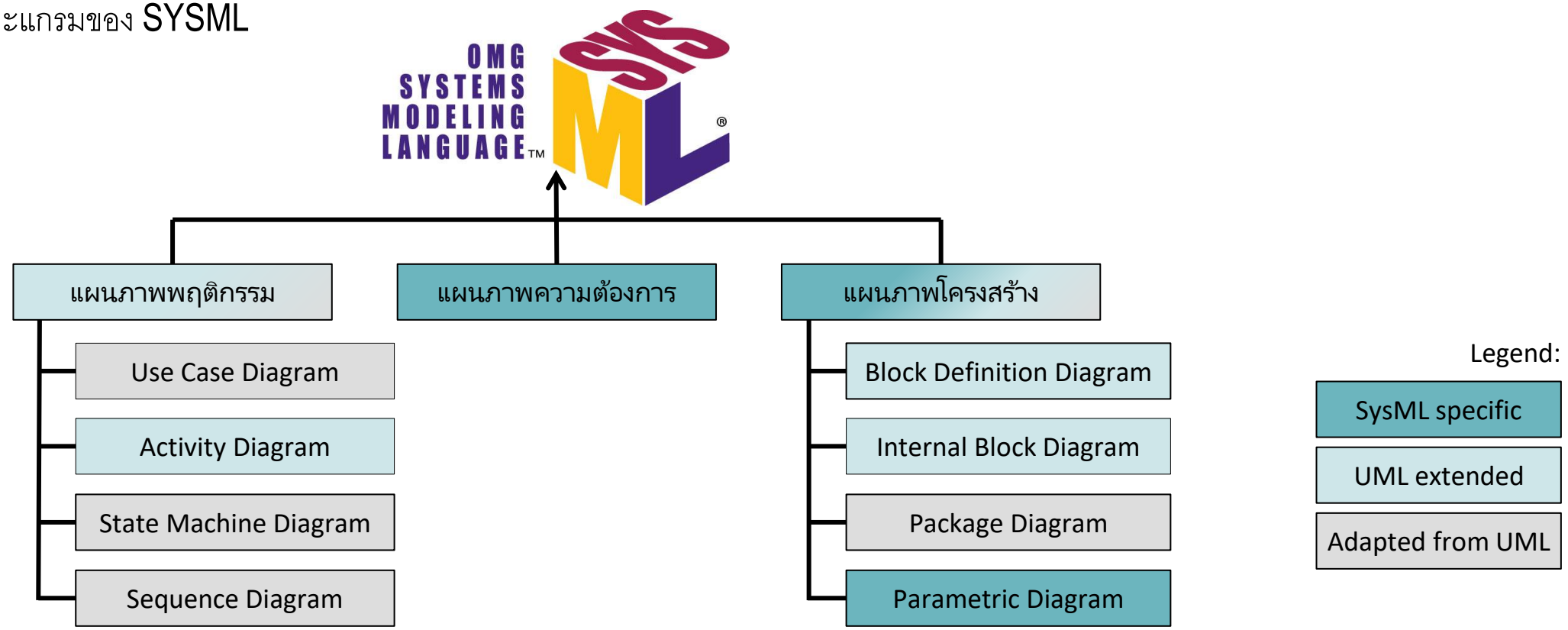


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Sources: https://re-magazine.ireb.org; Wikipedia; https://omg.org/spec/SysML/

ไดอะแกรม SysML ได้รับแรงบันดาลใจ ขยายผล และขั้นสูงจากมาตรฐาน UML

ไดอะแกรมของ SYSML



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

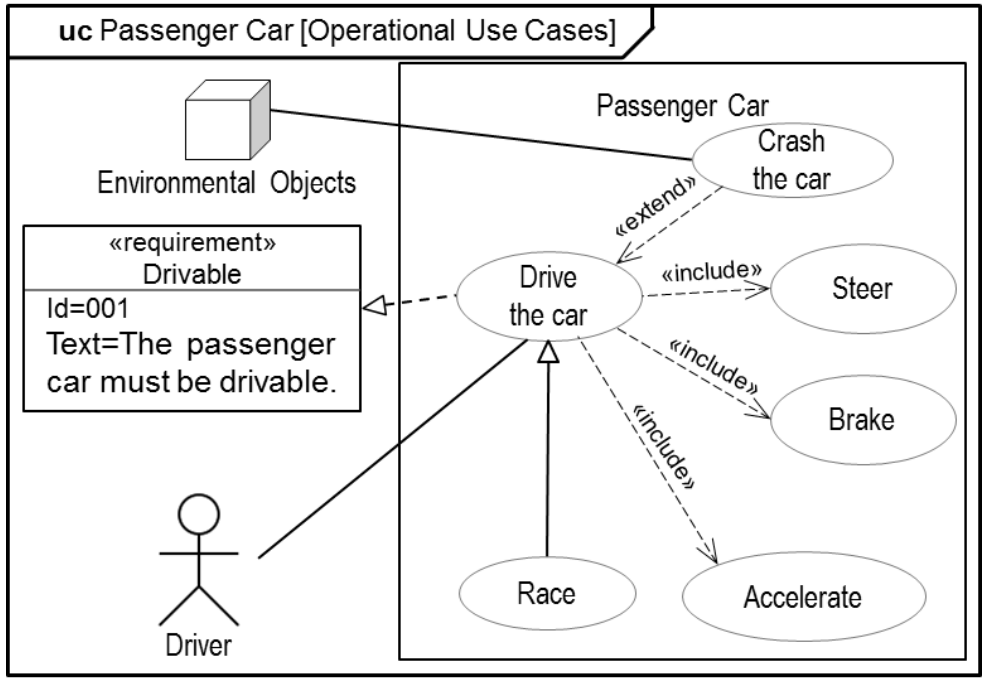
Source: https://sysml.org/

UML: Unified Modeling Language

ภาพรวมระดับสูงของฟังก์ชันการทำงานของระบบและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของระบบ

USE CASE DIAGRAM - ภาพรวม

- **Black-box** (ระดับสูง) คำอธิบายของระบบและบริบทการดำเนินงาน
  - การกำหนดเขตแดนของระบบเพื่อให้แน่ใจว่ามีการแยกข้อกังวล
- อธิบายฟังก์ชันพื้นฐานที่ดำเนินการโดยระบบ (เรื่อง) ผ่านการโต้ตอบกับสภาพแวดล้อม (นักแสดง) เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย
- รวมถึงกรณีการใช้งานและนักแสดงและการสื่อสารที่เกี่ยวข้องระหว่างพวกเขา
- Use cases สามารถขยายเพื่อรวมคำอธิบายกรณีใช้งาน

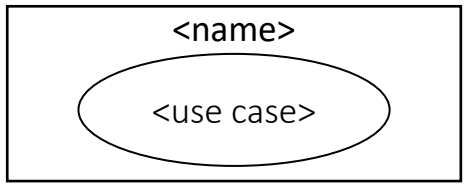
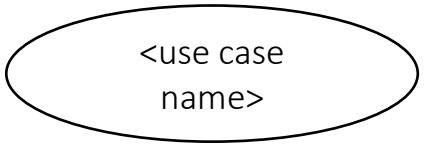
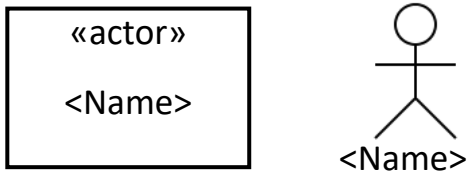


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: FEV Europe GmbH

มีองค์ประกอบใดบ้าง?

USE CASE DIAGRAM – แผนภาพส่วนประกอบ (ส่วนที่ I)

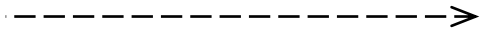
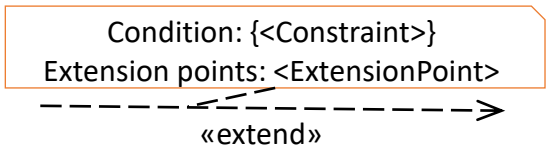
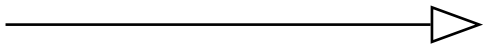
ชื่อองค์ประกอบ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
หัวเรื่อง (System Boundary)		หัวเรื่องแสดงถึงระบบที่กำลังพัฒนา รองรับฟังก์ชันต่างๆ ผ่านกรณีการใช้งาน
กรณีใช้งาน		กรณีการใช้งานอธิบายฟังก์ชันที่ระบบนำเสนอเกี่ยวกับวิธีที่ผู้ใช้ใช้ระบบเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย
ผู้กระทำ		ผู้กระทำแสดงถึงบทบาทของมนุษย์ (ผู้ใช้) องค์กร หรือระบบภายนอกใดๆ ที่โต้ตอบกับเรื่อง (ระบบ)

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

Source: FEV Europe GmbH

Which notation elements are available?

USE CASE DIAGRAM – DIAGRAM ELEMENTS (PART II)

ชื่อองค์ประกอบ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Association		ความสัมพันธ์คือความสัมพันธ์ระหว่างนักแสดงและกรณีการใช้งานที่บ่งบอกถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักแสดงกับระบบ
Include		**Include** คือความสัมพันธ์ที่บ่งชี้ว่าฟังก์ชันของ **Use Case** ที่รวมไว้นั้นเป็นส่วนหนึ่งของฟังก์ชัน **Use Case** พื้นฐาน
Extend (with condition)		**Extend** อนุญาตให้ขยายกรณีการใช้งานพื้นฐานโดยขยายกรณีการใช้งาน ฟังก์ชันการทำงานที่ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของฟังก์ชันกรณีการใช้งานพื้นฐาน
Generalization		ความสัมพันธ์ทั่วไปแสดงให้เห็นองค์ประกอบหนึ่ง (ลูก) สืบทอดคุณสมบัติขององค์ประกอบอื่น (หลัก) แต่มีความเชี่ยวชาญมากกว่า

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

Source: FEV Europe GmbH

ภาพรวมระดับสูงของการทำงานของตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

USE CASE DIAGRAM – แบบฝึกปฏิบัติ

- ตู้ขายเครื่องดื่มเย็น
  - **จุดมุ่งหมาย**: จุดมุ่งหมายของแบบฝึกหัดต่อไปนี้คือการฝึกวาดแผนภาพกรณีการใช้งาน:
  - **คำจำกัดความของปัญหา:** สมมติว่าการออกแบบตู้จำหน่ายเครื่องดื่มเย็นแบบหยอดเหรียญนั้นอยู่ในระหว่างการพัฒนา เช่น ระบบ (เรื่อง) เป็นตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ
- ในการนำเครื่องจำหน่ายอัตโนมัติไปใช้ พนักงานซ่อมบำรุงจะติดตั้งเครื่องแล้วโหลดผลิตภัณฑ์ลงในเครื่อง (เครื่องดื่มเย็น) สมมติว่าลูกค้า (ผู้ใช้) ต้องการซื้อเครื่องดื่มเย็น ๆ จากตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ในการดำเนินการดังกล่าว ผู้ใช้ต้องเลือกรายการใดรายการหนึ่ง จากนั้นจึงชำระเงินตามจำนวนที่เกี่ยวข้องกับรายการนั้น เครื่องจะนำรายการออกจากการจัดเก็บโดยอัตโนมัติและวางลงในภาชนะที่ผู้ใช้สามารถดึงรายการได้ กรณีเครื่องเสีย พนักงานซ่อมบำรุงจะทำการซ่อมแซมเครื่อง

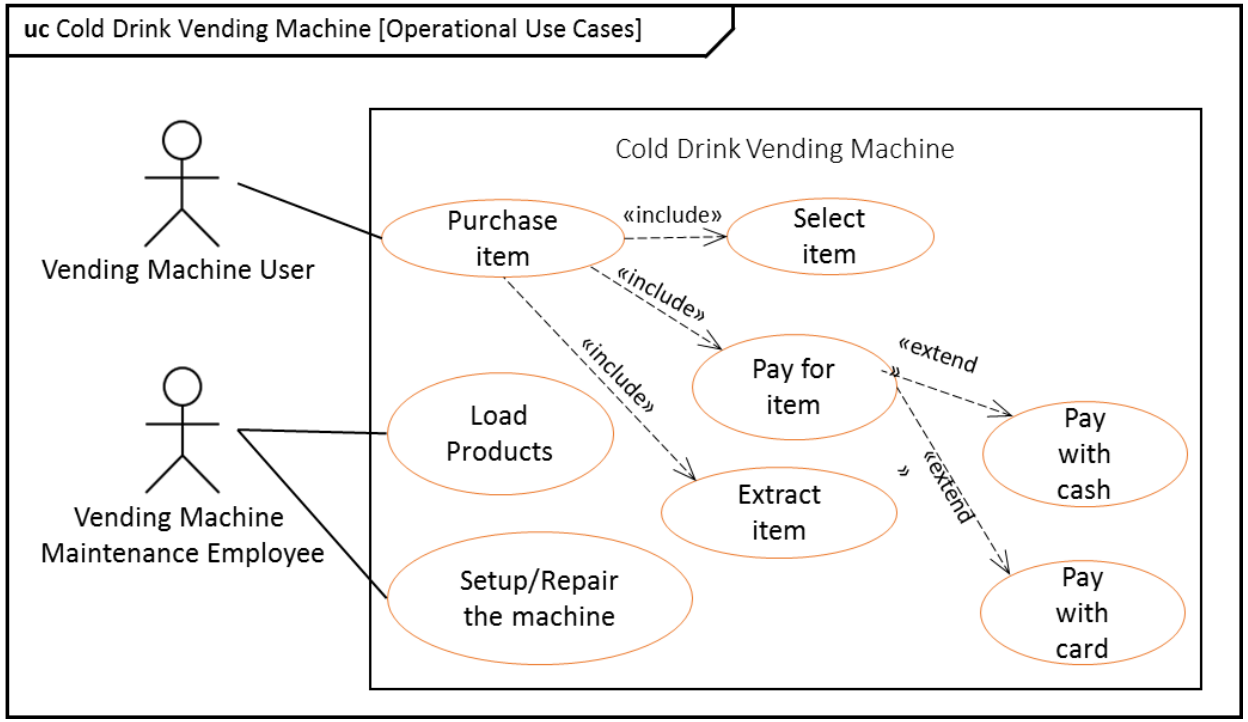
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: FEV Europe GmbH
Image: Shig ISO (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:沖縄コーラ_Okinawan_Cola_(4230611559).jpg), „沖縄コーラ Okinawan Cola (4230611559)“, https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode

ภาพรวมระดับสูงของการทำงานของตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

USE CASE DIAGRAM – แบบฝึกปฏิบัติ

- แนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้สำหรับแผนภาพกรณีการใช้งาน



ในการนำเครื่องจำหน่ายอัตโนมัติไปใช้ พนักงานซ่อมบำรุงจะติดตั้งเครื่องแล้วโหลดผลิตภัณฑ์ลงในเครื่อง (เครื่องดื่มเย็น) สมมติว่าลูกค้า (ผู้ใช้) ต้องการซื้อเครื่องดื่มเย็น ๆ จากตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ในการดำเนินการดังกล่าว ผู้ใช้ต้องเลือกรายการใดรายการหนึ่ง จากนั้นจึงชำระเงินตามจำนวนที่เกี่ยวข้องกับรายการนั้น เครื่องจะนำรายการออกจากการจัดเก็บโดยอัตโนมัติและวางลงในภาชนะที่ผู้ใช้สามารถดึงรายการได้ กรณีเครื่องเสีย พนักงานซ่อมบำรุงจะทำการซ่อมแซมเครื่อง

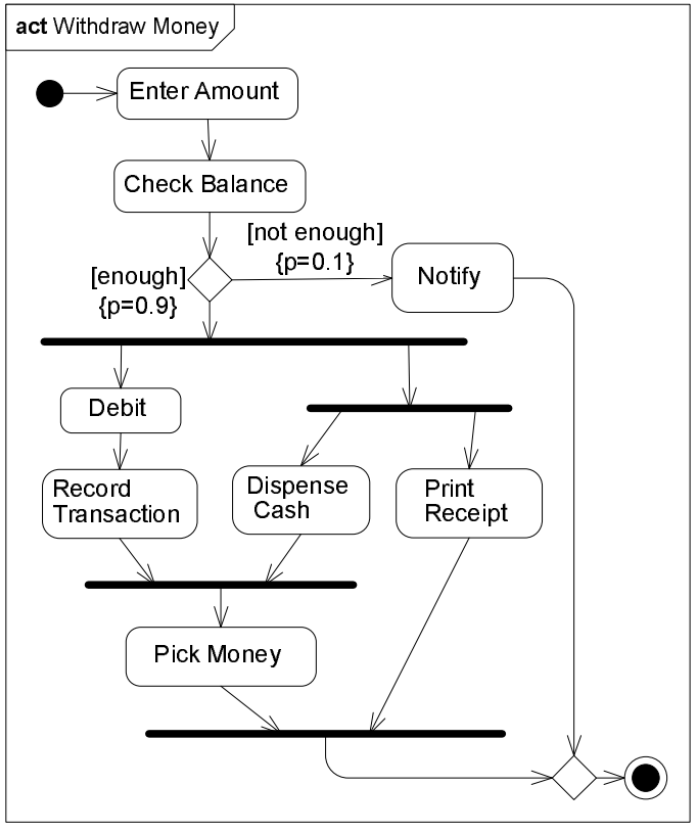
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: FEV Europe GmbH

ลำดับการทำงานของการทำงานของระบบเพื่ออธิบายการทำงานของระบบ

ACTIVITY DIAGRAM - ภาพรวม

- **มุมมองแบบไดนามิก**ของระบบ การแสดงพฤติกรรมตาม**ลำดับการกระทำโดยเฉพาะ**
- ส่วนใหญ่ใช้เพื่อระบุความคาดหวังของพฤติกรรม (เช่น การแปลงอินพุตเป็นเอาต์พุต)
- การแสดงหลักสำหรับกระบวนงานการสร้างแบบจำลองใน SysML
  - พิจารณาที่:
    - ขั้นตอนการดำเนินการ
    - การพึ่งพาอาศัยกันระหว่างกัน
    - ประมวลภาพกิจกรรมที่เกิดจากการกระทำย่อย
- สามารถรวมโครงสร้างที่แสดงถึงการจัดสรร/การจัดกลุ่มของการกระทำ
    - การแบ่งส่วนการทำงาน (เช่น ลู่ว่ายน้ำ)

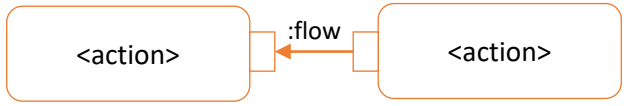
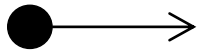
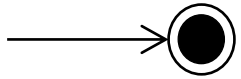
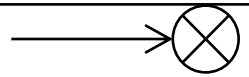


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: FEV Europe GmbH
Diagram Source: On the Meaning of SysML Activity Diagrams, Jarraya et al. [19]

มีองค์ประกอบใดบ้าง?

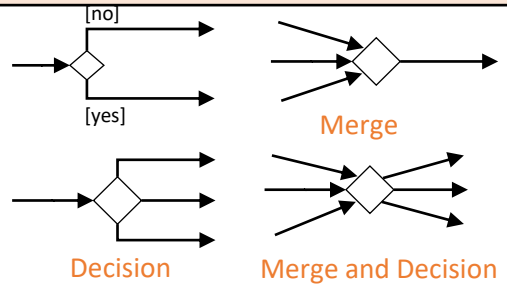
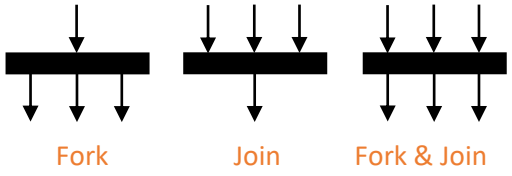
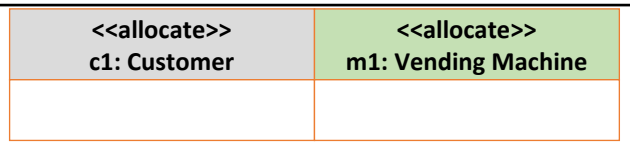
ACTIVITY DIAGRAM – ไดอะแกรมองค์ประกอบ (ส่วนที่ I)

ชื่อองค์ประกอบ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Actions		Actions เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามุมมน พวกเขาเป็นตัวแทนของขั้นตอนเดียว (อะตอม) ภายในกิจกรรม นั่นหมายความว่ากิจกรรมแสดงถึงพฤติกรรมที่ประกอบด้วยองค์ประกอบแต่ละอย่าง การกระทำ
Object (nodes)		Node Object เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ใช้เพื่อกำหนดวัตถุที่ไหลภายในกิจกรรม สิ่งเหล่านี้สามารถขยายให้รวมถึงPin บัฟเฟอร์ พารามิเตอร์ และส่วนขยาย ซึ่งจะไม่ครอบคลุมที่นี่
Pins		Pin เป็น node object ชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้เพื่อระบุอินพุตและเอาต์พุตสำหรับการดำเนินการ สัญลักษณ์pinเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งติดอยู่ที่ขอบด้านนอกของบล็อกการกระทำ
Initial State		โหนดสถานะเริ่มต้นเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการดำเนินการตามพฤติกรรมของกิจกรรมที่มีโฟลว์การควบคุมหนึ่งรายการขึ้นไป อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่จะมีโหนดสถานะเริ่มต้นหลายโหนดหรือไม่มีเลย
Final State		เมื่อโฟลว์การควบคุมไปถึงโหนดสถานะสุดท้าย การดำเนินการของกิจกรรมทั้งหมดจะสิ้นสุดลง
Flow Final State		เมื่อโฟลว์ควบคุมไปถึงโหนด Flow Final State โฟลว์ของการดำเนินการที่เข้าสู่โหนดจะสิ้นสุดลง อย่างไรก็ตาม กิจกรรมทั้งหมดไม่ใช่

Source: FEV Europe GmbH

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

มีองค์ประกอบอะไรบ้าง?

ชื่อองค์ประกอบ	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
Decision and Merge node(s)		โหนดการตัดสินใจคือโหนดควบคุมที่ยอมรับโทเค็นบนขอบ (ขาเข้า) หนึ่งหรือสองขอบ และเลือกขอบขาออกหนึ่งจุดเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไข โหนดผสานคือโหนดควบคุมที่รวบรวมกระแสขาเข้าหลายรายการเข้าด้วยกันเพื่อให้มีโฟลว์ขาออกเดียว ขอบต้องเป็นวัตถุหรือกระแสควบคุม
Call Behavior Action		การดำเนินการตามพฤติกรรมการโทรสามารถเรียกแผนภาพพฤติกรรมของกิจกรรมอื่นได้
Fork and Join Node(s)		โหนดส้อมเป็นโหนดควบคุมที่แยกขอบขาเข้าหนึ่งอันออกเป็นหลายขอบ (ขนาน) โหนดที่เข้าร่วมคือโหนดควบคุมที่รวมหลายขอบขาเข้าเข้าเป็นขอบขาออกเดียว
Swim Lanes		เลนว่ายน้ำสามารถใช้ในการจัดสรรพฤติกรรมตามความรับผิดชอบ

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

Source: FEV Europe GmbH

ลำดับการทำงานของระบบสำหรับเครื่องจำหน่ายตั๋ว

ACTIVITY DIAGRAM – แบบฝึกปฏิบัติ

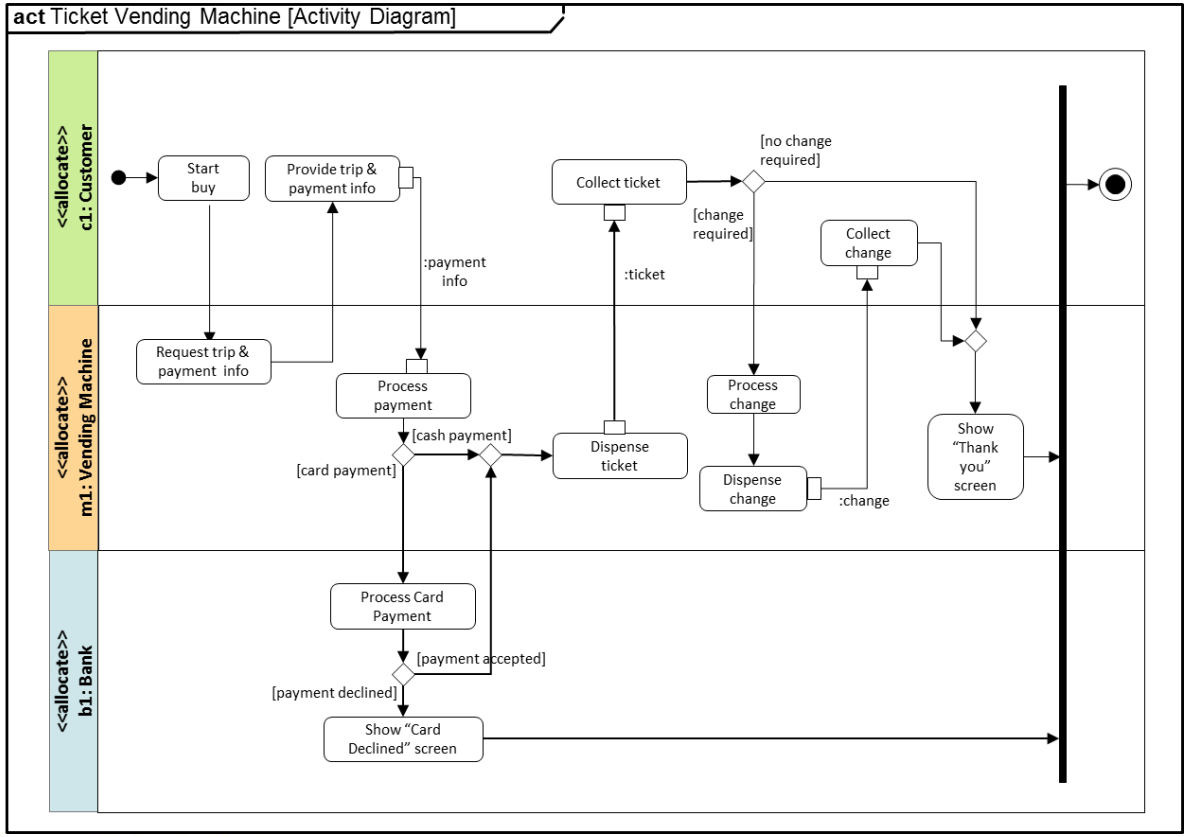
- เครื่องจำหน่ายตั๋ว
  - จุดมุ่งหมายของแบบฝึกหัดต่อไปนี้คือการฝึกวาดแผนภาพกิจกรรม:
  - สมมติว่าการออกแบบเครื่องจำหน่ายตั๋วอยู่ระหว่างการพัฒนา วาดแผนภาพกิจกรรมอธิบายการทำงานของเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ
  - การทำงานของเครื่องเริ่มจากที่ลูกค้าต้องการซื้อตั๋ว ซึ่งเครื่องจะให้ข้อมูลการเดินทางและการจ่ายเงิน
  - การจ่ายเงินสามารถเลือกได้ว่าเป็นใช้การ์ดหรือเงินสด ในกรณีที่ซื้อด้วยการ์ดเครื่องจะส่งข้อมูลไปยังธนาคารเพื่อดำเนินการ
  - ในกรณีที่การจ่ายเงินด้วยการ์ดไม่สำเร็จ, จะมีการแสดงข้อมูลบนหน้าจอว่า *“Card declined”*
  - ถ้าการชำระเงินดำเนินการสำเร็จ ตั๋วจะถูกจ่ายออกมาที่ช่องจ่ายตั๋ว เช่นเดียวกับเงินทอน (ในกรณีที่จ่ายด้วยเงินสด) การทำงานของเครื่องสิ้นสุดเมื่อมีข้อความต่อไปนี้:
    - ข้อความขอบคุณ *“Thank you”* แสดงบนหน้าจอ (ไม่ว่าจะเป็นการจ่ายด้วยการ์ดหรือเงินสด)

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

Source: FEV Europe GmbH
Image: Public Domain (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parkscheinautomat_Skidata.jpg)

ลำดับการทำงานของระบบสำหรับเครื่องจำหน่ายตั๋ว

ACTIVITY DIAGRAM – แบบฝึกปฏิบัติ



Source: FEV Europe GmbH

- การทำงานของเครื่องเริ่มจากที่ลูกค้าต้องการซื้อตั๋ว ซึ่งเครื่องจะให้ข้อมูลการเดินทางและการจ่ายเงิน
- การจ่ายเงินสามารถเลือกได้ว่าเป็นใช้การ์ดหรือเงินสด ในกรณีที่ซื้อด้วยการ์ดเครื่องจะส่งข้อมูลไปยังธนาคารเพื่อดำเนินการ
- ในกรณีที่การจ่ายเงินด้วยการ์ดไม่สำเร็จ, จะมีการแสดงข้อมูลบนหน้าจอว่า "Card declined"
- ถ้าการชำระเงินดำเนินการสำเร็จ ตั๋วจะถูกจ่ายออกมาที่ช่องจ่ายตั๋วเช่นเดียวกับเงินทอน (ในกรณีที่จ่ายด้วยเงินสด) การทำงานของเครื่องสิ้นสุดเมื่อมีข้อความต่อไปนี้:
  - ข้อความขอบคุณ "Thank you" แสดงบนหน้าจอ (ไม่ว่าจะเป็นการจ่ายด้วยการ์ดหรือเงินสด)

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

กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

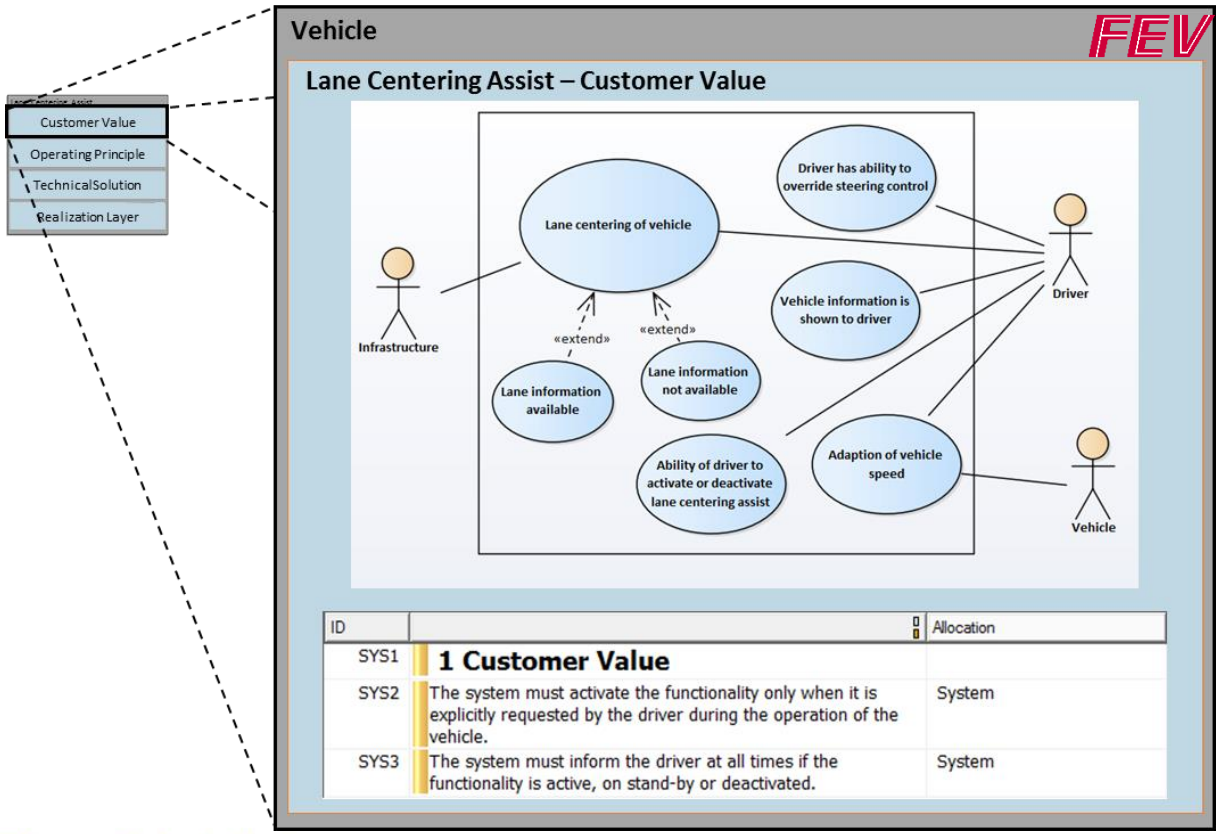
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
  - วิธีใช้ SysML สำหรับข้อมูลจำเพาะตามแบบจำลองของระบบทำได้อย่างไร?
  - วิธีใช้วิธี CUBE ร่วมกับ SysML ทำได้อย่างไร?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

แผนภาพกรณีใช้งานรวบรวมความคาดหวังของผู้ดำเนินการระบบทั้งหมด

CUSTOMER VALUE - ระบบช่วยตั้งศูนย์เลน



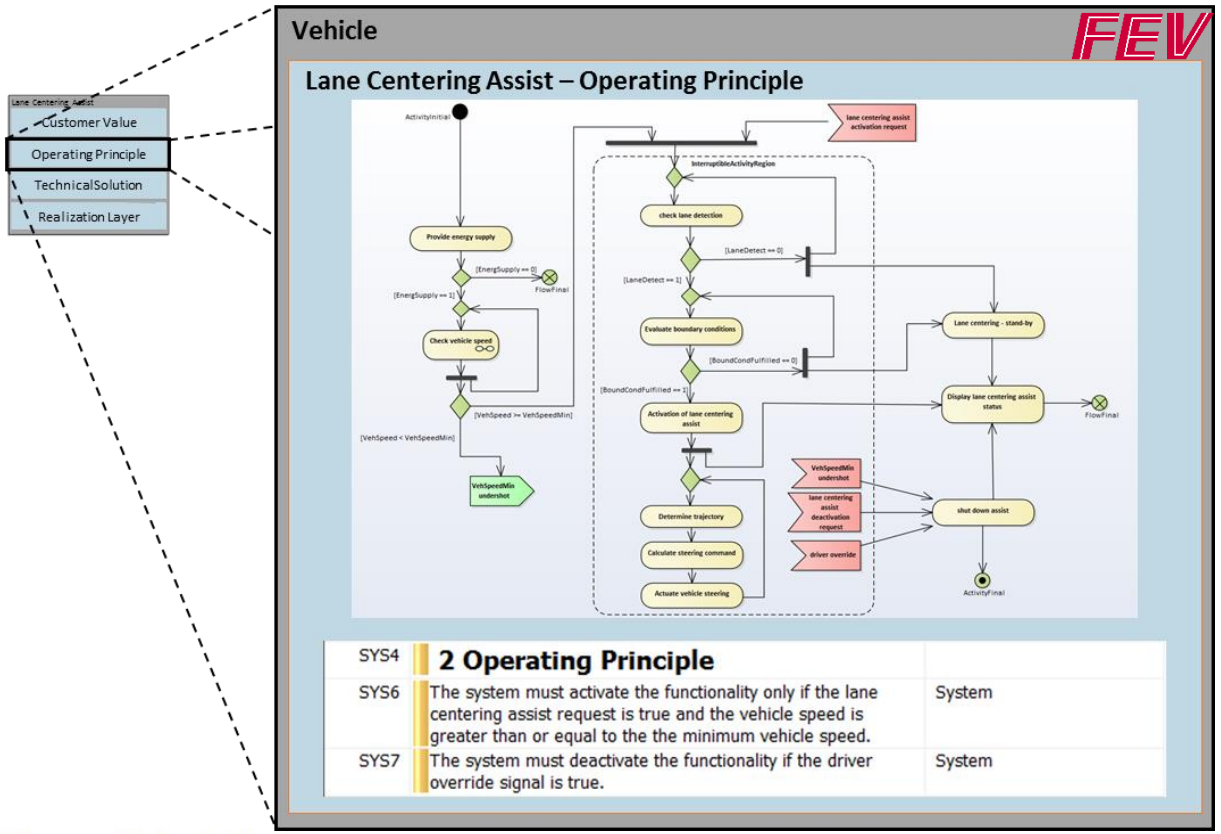
Source: FEV Europe GmbH

- มุมมอง Black-box บนระบบ อธิบายคุณค่าของลูกค้าของระบบ
- คำอธิบายที่เป็นนามธรรมและเป็นกลางที่สุดของระบบ
- การแสดงกราฟิกที่เข้าใจง่าย
- ภาพรวมของผู้ดำเนินการทั้งหมดของระบบ
- การเป็นตัวแทนของการพึ่งพาระหว่างกรณีการใช้งานระบบ

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

หลักการทำงานแสดงในแผนภาพกิจกรรม

OPERATING PRINCIPLE - ระบบช่วยตั้งศูนย์เลน



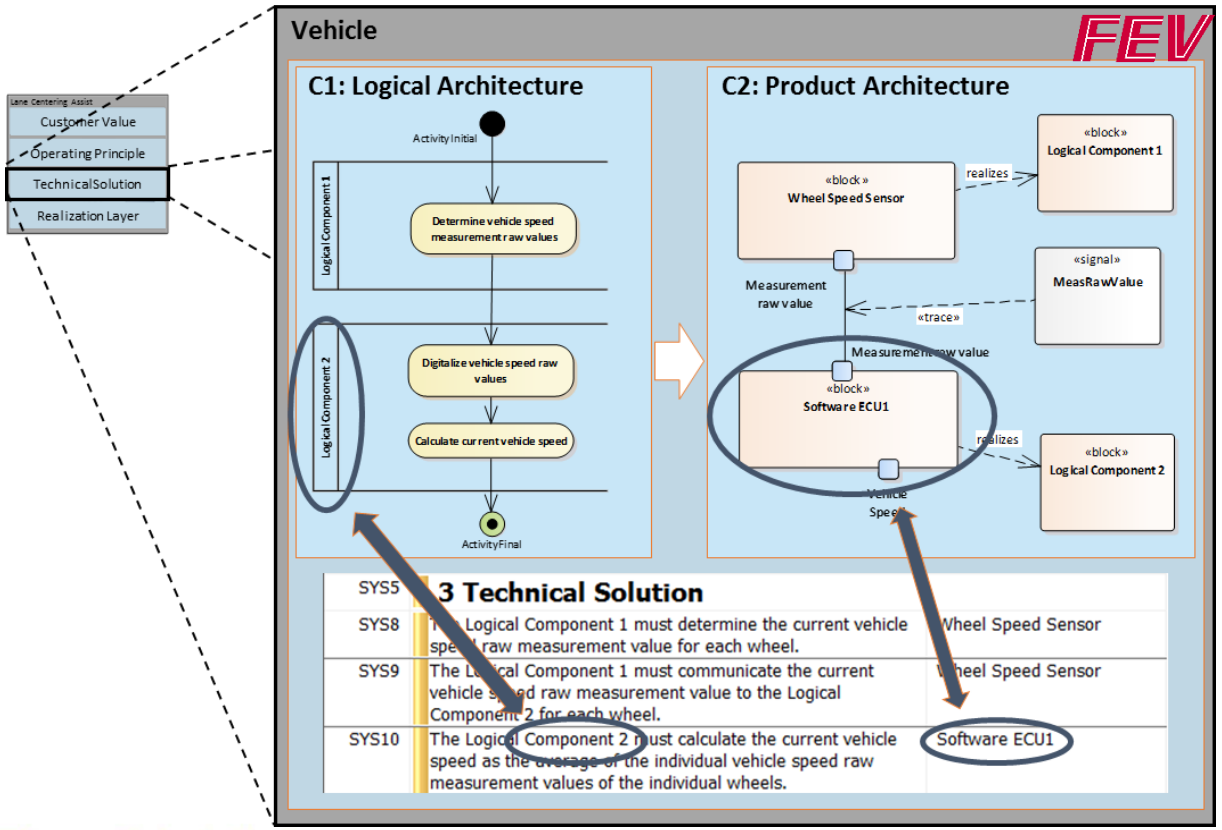
Source: FEV Europe GmbH

- มุมมอง White-box บนระบบ อธิบายหลักการทำงาน / ฟังก์ชันของระบบ
- คำอธิบายสั้นๆของระบบด้วยการแสดงแบบกราฟิกที่เข้าใจง่าย
- คำอธิบายวิธีแก้ไขปัญหาที่ไม่เชื่อเรื่องพระเจ้าของฟังก์ชันการทำงานของระบบรวมถึงส่วนต่าง ๆ ต่อไปนี้:
  - การปฏิบัติการเชิงระบบ
  - ข้อจำกัดและการถ่ายโอนสภาวะ
  - ความเชื่อมโยงไปยังองค์ประกอบที่รวมอยู่อื่นๆ
  - เส้นทางการตัดสินใจ

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

การจัดสรรกิจกรรมให้กับสถาปัตยกรรมเชิงตรรกะและสถาปัตยกรรมผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

TECHNICAL SOLUTION - ระบบช่วยตั้งศูนย์เลน



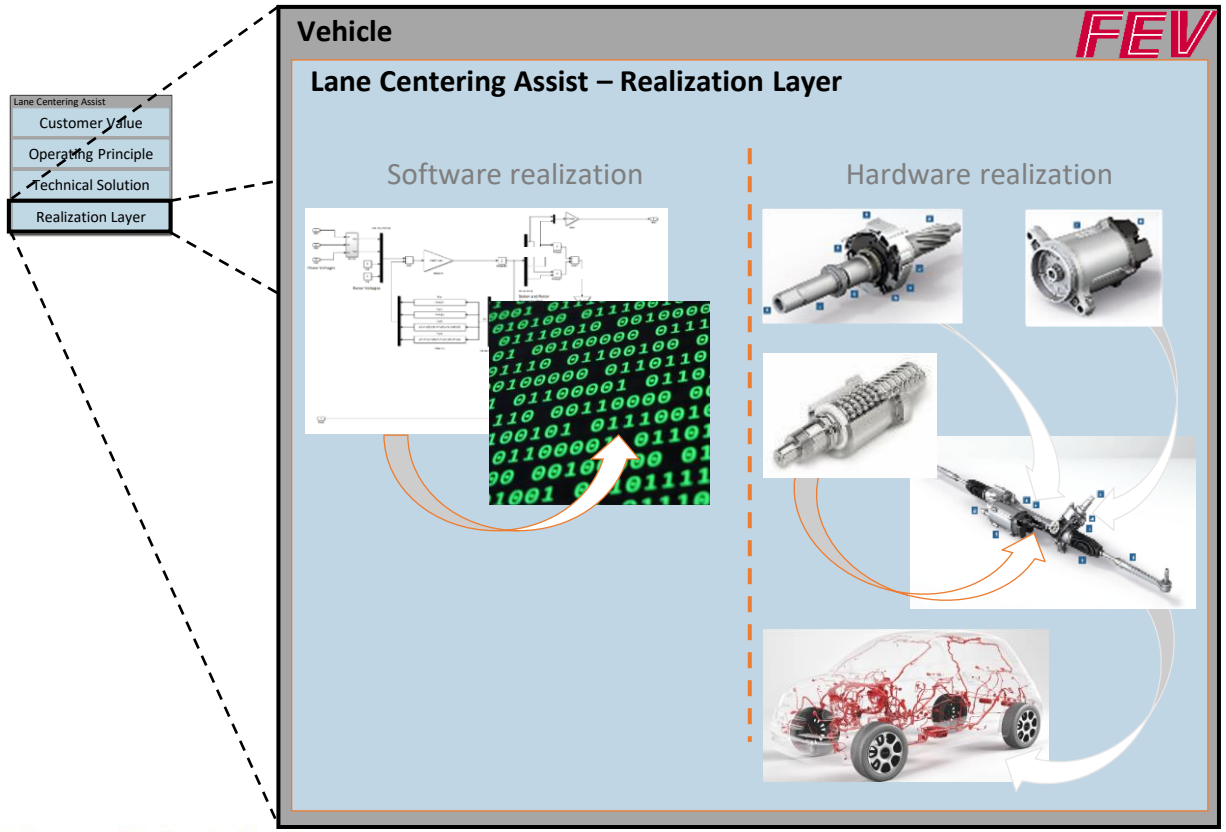
Source: FEV Europe GmbH

- คำอธิบายเชิงวิธีการแก้ไขของระบบ
- วิธีแก้ไขเชิงเทคนิคของระบบอธิบายด้วยสถาปัตยกรรมของระบบ (ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์)
- การตัดสินใจบนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยการป้อนการดำเนินการเชิงระบบไปยังระบบองค์ประกอบการรับรู้ระบบ (“พาร์ทิชัน”)
- การอธิบายการไหลของข้อมูลระหว่างพาร์ทิชัน รวมถึงจุดเชื่อมต่อและสัญญาณ

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

ะบบช่วยตั้งศูนย์เลนเสร็จสมบูรณ์ในสิ่งประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์หลายชิ้น

EXEMPLARY REALIZATION - ระบบช่วยตั้งศูนย์เลน



- คำอธิบายโดยละเอียดและเน้นการแก้ปัญหามากที่สุดของระบบ
- แนวปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับสิ่งประดิษฐ์นั้นมีความเฉพาะเจาะจงมากกับผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในมือ
- ผลการดำเนินการของการแก้ไขปัญหาทางเทคนิคที่ถูกอธิบายไว้แล้วของระบบ
- ผลิตภัณฑ์ด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ / สิ่งประดิษฐ์ของระบบ

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

Source Pictures: https://www.flickr.com/photos/christiaancolen/20607150556 ; https://docplayer.org/12015020-Servolectric-elektromechanisches-lenksystem-fuer-ein-dynamisches-fahrgefuehl-und-hochautomatisierte-funktionen.html; FEV Europe GmbH

กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

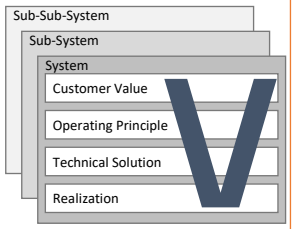
- ความท้าทายและผลประโยชน์
  - อะไรคือความท้าทายในการแนะนำวิศวกรรมระบบเป็นแนวทางการพัฒนา?
  - การใช้วิศวกรรมระบบมีประโยชน์อย่างไร?

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

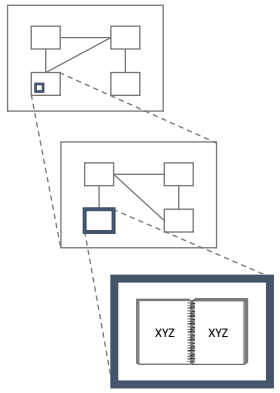
Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ปรับปรุงผลลัพธ์ของโครงการด้วยวิศวกรรมระบบ

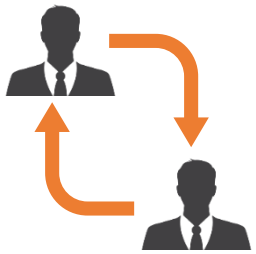
ประโยชน์ของวิศวกรรมระบบ



- การพัฒนาและการจัดการระบบแบบองค์รวมตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์
- ลดความเสี่ยงระหว่าการประกอบรวม
- ลดต้นทุนด้วยการนำกลับมาใช้ซ้ำ



- โครงสร้างที่มาของข้อกำหนดที่ชัดเจน
- สามารถตรวจสอบย้อนกลับความต้องการได้อย่างสมบูรณ์
- สถาปัตยกรรมและข้อกำหนดของระบบที่วิเคราะห์ได้อย่างเป็นทางการ



- ปรับปรุงการให้ความร่วมมือและการสื่อสารในส่วนสหวิทยาการ

- ตรวจสอบและตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานผ่านการสร้างกรณีทดสอบ

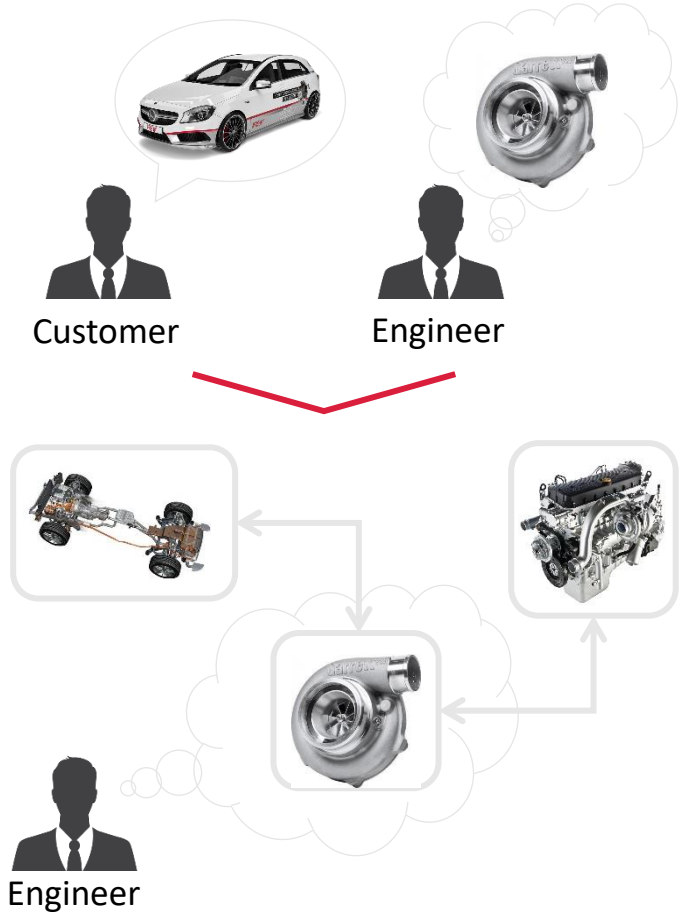
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: Systems Engineering in der industriellen Praxis (2013) [17];
INCOSE Systems Engineering Handbook (2015) [8];
Systems Engineering mit SysML/UML (2008) [18]

การนำวิศวกรรมระบบไปใช้อย่างถูกต้อง

ความท้าทายและความเสี่ยง

- ส่งเสริม**การเปลี่ยนความคิด**จากวิศวกรรมแบบอิงส่วนประกอบเป็นวิศวกรรมตามฟังก์ชันในระดับระบบ
- ความเข้าใจทั่วไปเกี่ยวกับวิศวกรรมระบบจำเป็นต้องมีการเสริมสร้าง**ความรู้**
- การบังคับใช้**ความร่วมมือ**และ**การสื่อสาร**ที่มีประสิทธิภาพ
- การจำกัดความของความจำเป็นด้าน**การรับผิดชอบโครงการ**
- เพิ่มความพยายามเริ่มต้นเนื่องจากการเร่งรัด**งานการพัฒนา**
- **ระดับข้อความย่อที่กำหนดไว้**อย่างชัดเจนซึ่งจำเป็นสำหรับข้อมูลจำเพาะของระบบและการกำหนด**ระดับวุฒิภาวะ**
- **จัดเอกสาร**ที่สอดคล้องของระเบียบวิธีที่จำเป็น
- การทำงานร่วมกันแบบสหวิทยาการจำเป็นต้องมี**การประสานงานของทีม**ที่เหมาะสมในพื้นที่การพัฒนาที่แตกต่างกัน

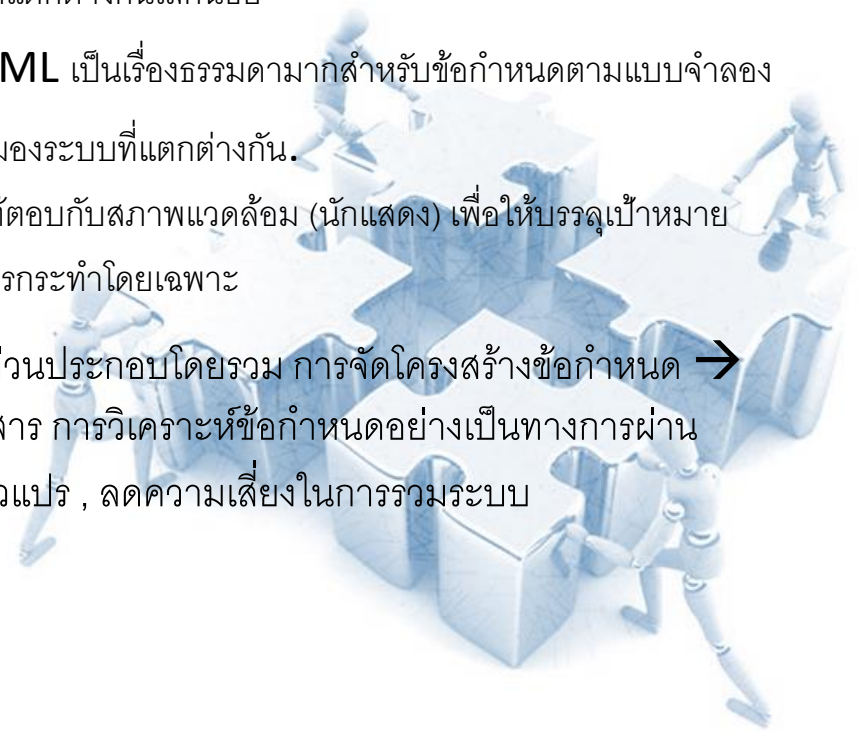


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: https://www.tzr-motorsport.de/Garrett-Turbolader-GTX3071R-GEN-2-A/R-063; https://www.autobild.de/artikel/vw-touareg-hybrid-gegen-lexus-rx-450h-1142265.html; http://www.directindustry.de/prod/fpt-industrial-spa/product-98569-1875345.html
Image: FEV Europe GmbH

สรุป

- “วิศวกรรมระบบเป็นแนวทางทางวิศวกรรมแบบสหวิทยาการและแบบองค์รวมสำหรับแนวคิด การทำให้เป็นจริง และการประเมินระบบทางเทคนิคที่ซับซ้อน เช่นเดียวกับการจัดการทางวิศวกรรมตลอดวงจรชีวิตที่สมบูรณ์ของระบบ”
- มีหลายวิธีในการพัฒนาระบบเช่น OOSEM, SPES และ CUBE แต่ละแนวทางมุ่งเน้นในด้านที่แตกต่างกันเล็กน้อย
- สามารถสนับสนุนข้อกำหนดเฉพาะที่ชัดเจนโดยการพัฒนาตามแบบจำลอง ในวิศวกรรมระบบ SysML เป็นเรื่องธรรมดามากสำหรับข้อกำหนดตามแบบจำลอง
- SysML เป็นที่มาของ UML และมีไดอะแกรมหลายไดอะแกรมเพื่อเปิดใช้งานข้อกำหนดของมุมมองระบบที่แตกต่างกัน.
  - Use case Diagram: อธิบายฟังก์ชันพื้นฐานที่ดำเนินการโดยระบบ (เรื่อง) ผ่านการโต้ตอบกับสภาพแวดล้อม (นักแสดง) เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย
  - Activity Diagram: มุมมองแบบไดนามิกของระบบ การแสดงพฤติกรรมตามลำดับการกระทำโดยเฉพาะ
- ผลประโยชน์: การพัฒนาแบบองค์รวมตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ → เน้นที่ระบบและส่วนประกอบโดยรวม การจัดโครงสร้างข้อกำหนด → ข้อกำหนดที่ชัดเจนและครบถ้วน ปรับปรุงการทำงานร่วมกันแบบสหวิทยาการและการสื่อสาร การวิเคราะห์ข้อกำหนดอย่างเป็นทางการผ่านแบบจำลองของระบบ ความพยายามและต้นทุนที่ลดลงผ่านแพลตฟอร์มและการจัดการตัวแปร , ลดความเสี่ยงในการรวมระบบ



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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

กำหนดการ

- แรงจูงใจของวิศวกรรมระบบ
- ระเบียบวิธีทางวิศวกรรมระบบ
- ข้อกำหนดข้อกำหนดหลักเกณฑ์
- บทนำสู่ SysML
- การประยุกต์ใช้วิธีการ CUBE ที่เป็นแบบอย่าง
- ความท้าทายและผลประโยชน์
- เอกสารอ้างอิง

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

เอกสารอ้างอิง

Parts of the material used in this presentation are property of RWTH Aachen University and FEV Europe GmbH, if not designated otherwise.
Copyright restrictions apply.

[1] PRASAD, B.
Analysis of pricing strategies for new product introduction
Pricing Strategy and Practice, Vol. 5 Issue: 4, pp.132-141
Bingley (UK), 1997

[2] MOHR, D. et al.
The road to 2020 and beyond: What's driving the global automotive industry?
McKinsey & Company, Inc.
Stuttgart, 2013

[3] STEINKAMP, N.
2016 Automotive Warranty & Recall Report: Industry Insights for the Road Ahead
Chicago, 2015

[4] HOFACKER, A. and KÖLLNER, C.
WLTP und NEFZ im Vergleich
2017

[5] HÜBNER, H.-P.
Automatisiertes Fahren – Wohin geht die Fahrt?
Proc. 18. Kongress Fortschritte in der Automobilelektronik
Ludwigsburg, 2014

[6] KRIEBEL, S., RICHENHAGEN, J. et al.
High Quality Electric Powertrains by model-based systems engineering
Aachen Colloquium, 2017

[7] KRIEBEL, S., RICHENHAGEN, J. et al.
High Quality Electric Powertrains by model-based systems engineering
Aachen Colloquium, 2017, presentation

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

เอกสารอ้างอิง

[8] INCOSE
Systems Engineering Handbook
2004

[9] DEREK HITCHINS (1995)
cited in: HERBERT NEGELE (2000)
Systems Engineering - A Key to Competitive Advantage for All Industries. p. 166.

[10] NASA
Systems Engineering Handbook
1995

[11] FRIEDENTHAL, S., MOORE, A., STEINER, R.
A Practical Guide to SysML
2015

[12] DOUGLASS, B. P.
Agile Systems Engineering
2016

[13] KRIEBEL, S., RICHENHAGEN, J.; GRANRATH, C., KUGLER, C.
Systems Engineering with SysML: The Path to the Future?.
MTZ worldwide ed. 05/2018 p.44-47.

[14] GRANRATH, C., MEYER, M., ORTH, PH., BADER, B., RICHENHAGEN, J., KRIEBEL, S., ANDERT, J.
The next generation of electrified powertrains: Smart digital systems engineering for safe and reliable products
SIA Paris 2019

[15] ISO/IEC/IEEE 29148:2018: Systems and software engineering - Life cycle processes - Requirements engineering
2018-11

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

เอกสารอ้างอิง

[16] DIE SOPHISTEN
Schablonen für alle Fälle
2016

[17] GAUSEMEIER, J. et al.
Systems Engineering in der industriellen Praxis.
9. Paderborner Workshop: "Entwurf mechatronischer Systeme“, 2013

[18] WEILKIENS, T.
Systems Engineering with SysML/UML
2008

[19] JARRAYA et al.
On the Meaning of SysML Activity Diagrams
Concordia University, IEEE, 2009

[20] FRIEDENTHAL, MOORE & STEINER
A Practical Guide to SysML: Systems Modeling Language
2012

[21] KOSSIAKOFF, A. et al.
Systems engineering principles and practice
Vol. 83. John Wiley & Sons
2011

[22] HABERFELLNER, R. et al.
Systems Engineering–Grundlagen und Anwendung.
12. Aufl. Zürich
2012

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

เอกสารอ้างอิง

[23] POHL, K. et al.
Model-Based Engineering of Embedded Systems: The SPES 2020 Methodology.
Springer Science & Business Media
2012.

[24] KRIEBEL, S. et al.
The next generation of BMW's electrified powertrains: Providing software features quickly by model-based system design.
26th Aachen Colloquium Automobile and Engine Technology.
2017.

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

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

https://www.facebook.com/unitederasmus/

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student´s Employability and Regional Development

แบบฝึกหัด - MBSE and Scrum

วันที่ 2 – ช่วงที่ 3

Christian Granrath, M.Sc.

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

กำหนดการ

- การจำลอง Scrum – ตัวอย่างที่ใช้งานจริง
- การสร้างโมเดล Use Case Diagram
- การสร้างโมเดล Activity Diagram
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- การพัฒนาแบบคล่องตัว
  - อะไรคือ SCRUMสิ่งที่อธิบายถึงแนวทางการพัฒนาที่คล่องตัวและใช้สำหรับอะไร?

  → การใช้งานจริงของ SCRUM: Ball Point Game

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

การจำลอง Scrum – The Ball Point Game

เกมจำลองการแข่งขัน – ภารกิจ

- แบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 8-15 คน
- ผลิตภัณฑ์ sprint คือ “ลูกบอล”
- ประเมินว่าทีมของคุณสามารถส่งบอลได้กี่ลูก แล้วส่ง (ดูกฎในสไลด์ถัดไป)
- รวบรวมข้อมูลสำหรับการทำซ้ำแต่ละครั้ง: จำนวนลูกบอลที่ส่งโดยประมาณและตามจริง

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

42agile CC BY NC SA

การจำลอง Scrum – The Ball Point Game

เกมจำลองการแข่งขัน – บทบาท

- ในการส่งลูกบอล ทุกคนต้องสัมผัสลูกบอล
- เมื่อคุณส่งลูกบอล ต้องมีช่วงเวลาพัก
- คุณไม่สามารถส่งลูกบอลไปยังคนข้าง ๆ ได้ไม่ว่าจะเป็นทางขวามือหรือซ้ายมือก็ตาม
- สมาชิกในกลุ่มหนึ่งคนต้องเป็นคนเริ่มส่งลูกบอลและเป็นคนสุดท้ายที่จะรับลูกบอลเพื่อนับเป็น 1 คะแนน
- 1 นาที: วางแผนและประเมิน
- 1 นาที: ส่ง และ นับคะแนนการส่ง
- 1 นาที: อะไรคือปัญหาที่เกิดขึ้น? มุ่งไปยังการเข้าใจปัญหา, ไม่ใช่วิธีแก้ไข
- 1 นาที: วางแผน sprint ถัดไป, ประมาณการณ์อีกครั้ง
- ทำซ้ำ 4 ครั้ง!

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

42agile CC BY NC SA

การจำลอง Scrum – The Ball Point Game

เกมจำลองการแข่งขัน– สรุปผล

- คุณได้เรียนรู้อะไรบ้าง?
- อะไรคือความสัมพันธ์ระหว่างเกมและทฤษฎี Scrum?

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

42agile cc BY NC SA

กำหนดการ

- การจำลอง Scrum – ตัวอย่างที่ใช้งานจริง
- การสร้างโมเดล Use Case Diagram
- การสร้างโมเดล Activity Diagram
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- การสร้างโมเดล Use Case Diagram
  - อะไรคือ use case diagram, ใช้งานกับอะไรและสร้างอย่างไร?

→ การประยุกต์ใช้งานจริง: กรณีศึกษา- ระบบลิฟต์

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ภารกิจ 1: การให้คำจำกัดความกรณีการใช้

กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์- การใช้ USE CASE DIAGRAM

- คุณได้รับการติดต่อให้ออกแบบโครงการก่อสร้างที่น่าภูมิใจ – ตึกระฟ้าที่สูงที่สุดในโลก ! หนึ่งในภารกิจของคุณคือการออกแบบลิฟต์ที่มีความเร็วสูงสำหรับตึกนี้ การออกแบบนี้เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบลิฟต์ก่อนการออกแบบสมบูรณ์
- ในช่วงที่คุณต้องประสานงานกันหลายๆ ผู้เกี่ยวข้อง (ลูกค้า ผู้ใช้งาน และอื่นๆ), คุณได้รับรายการที่ต้องพิจารณา ดังต่อไปนี้ :
  - ผู้โดยริสารต้อการให้การขนส่งเร็วและปลอดภัย
  - ระบบลิฟต์ควรบรรทุกผู้ใช้งานไปในทิศทางเดียวกัน
  - ระบบควรสามารถหยุดฉุกเฉิน “emergency stop” (ที่ชั้นที่ใกล้ที่สุด) ได้, ในกรณีที่ต้องหยุดฉุกเฉิน (เช่น เกิดเพลิงไหม้ในตึก)
  - ะบบลิฟต์ต้องมีฟังก์ชันเฉพาะเพื่อเตรียมระบบสำหรับการบำรุงรักษา ฟังก์ชันนี้สามารถเริ่มต้นได้โดยเจ้าหน้าที่บำรุงรักษาที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น
  - มีความประสงค์ให้มีช่องทางสำหรับแขกพิเศษ“VIP version” สำหรับระบบลิฟต์, เช่น การให้บริการที่เกินกว่ามาตรฐาน ในโหมดเพิ่มเติม “VIP features” – ยกตัวอย่างเช่น, แขก VIP ควรได้มีสิทธิก่อน และสามารถสั่งการการเดินทางได้เหนือคำสั่งอื่น ๆ
- คุณได้ทำการร่างแผนภาพส่วนที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในการทำงานกับลิฟต์จากสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด (ดูสไลด์ “เอกสารเพิ่มเติม: Context Diagram”).

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

Source: FEV Europe GmbH

ภารกิจ 1: การให้คำจำกัดความกรณีการใช้

กรณีศึกษาระบบลิฟต์ – การสร้าง USE CASE DIAGRAM

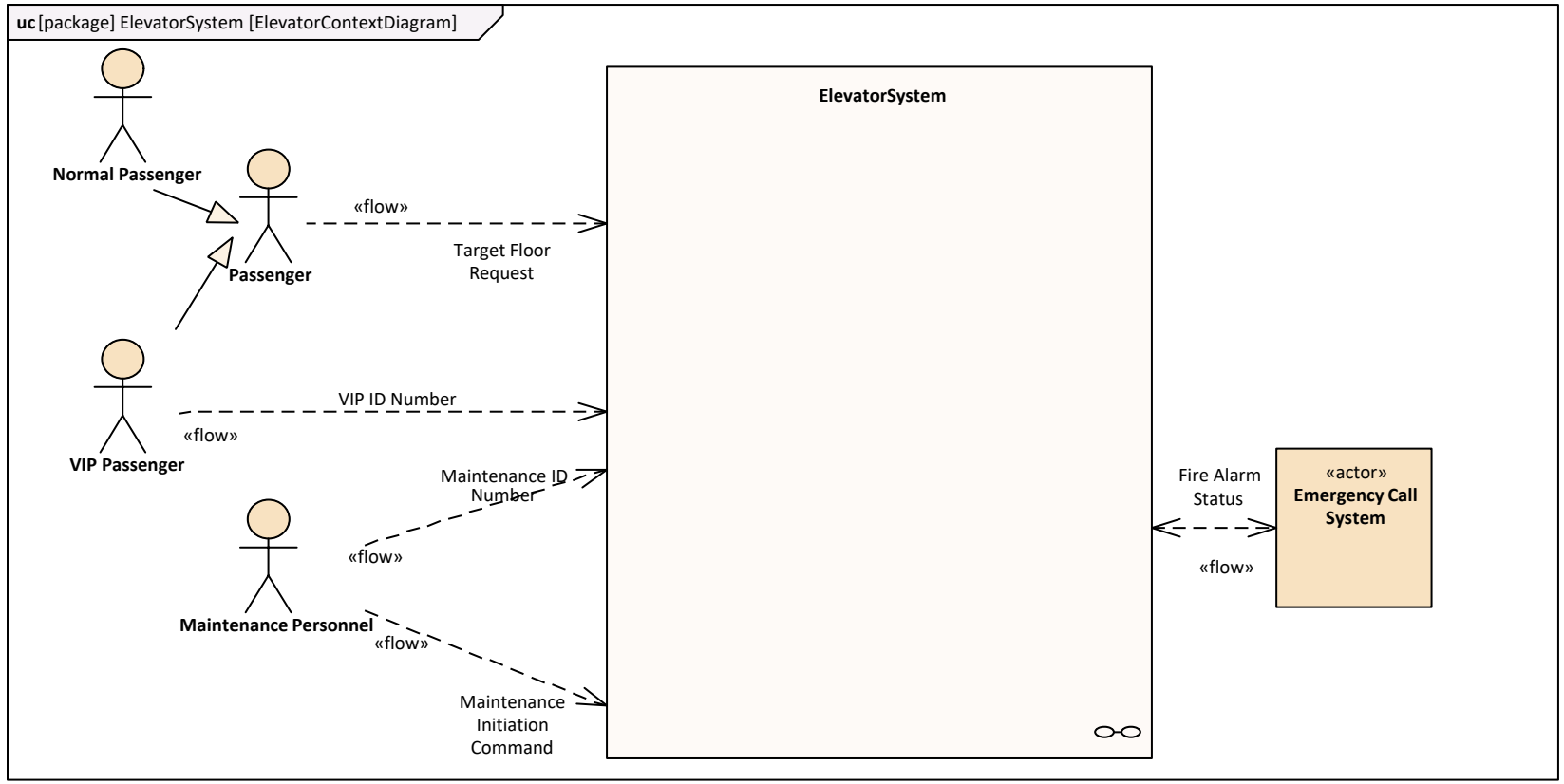
- **ภารกิจ:** สร้างโมเดล Use Case (UC) Diagram ที่แสดงระบบ ผู้เกี่ยวข้อง และ กรณีการใช้ของระบบ ที่ต้องมี
  - ระบุขอบเขตของระบบและผู้ดำเนินการสำหรับ UC Diagram อ้างถึง Context Diagram สำหรับคำแนะนำ
  - ระบุกรณีการใช้งานตามข้อกังวลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่กล่าวถึงข้างต้น.

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

Image: lumaxart (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Working_Together_Teamwork_Puzzle_Concept.jpg), “Working Together Teamwork Puzzle Concept”, Color modified by FH Aachen, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode

เอกสารเพิ่มเติม: Context diagram

กรณีศึกษาระบบลิฟต์ – การสร้าง USE CASE DIAGRAM MODELING

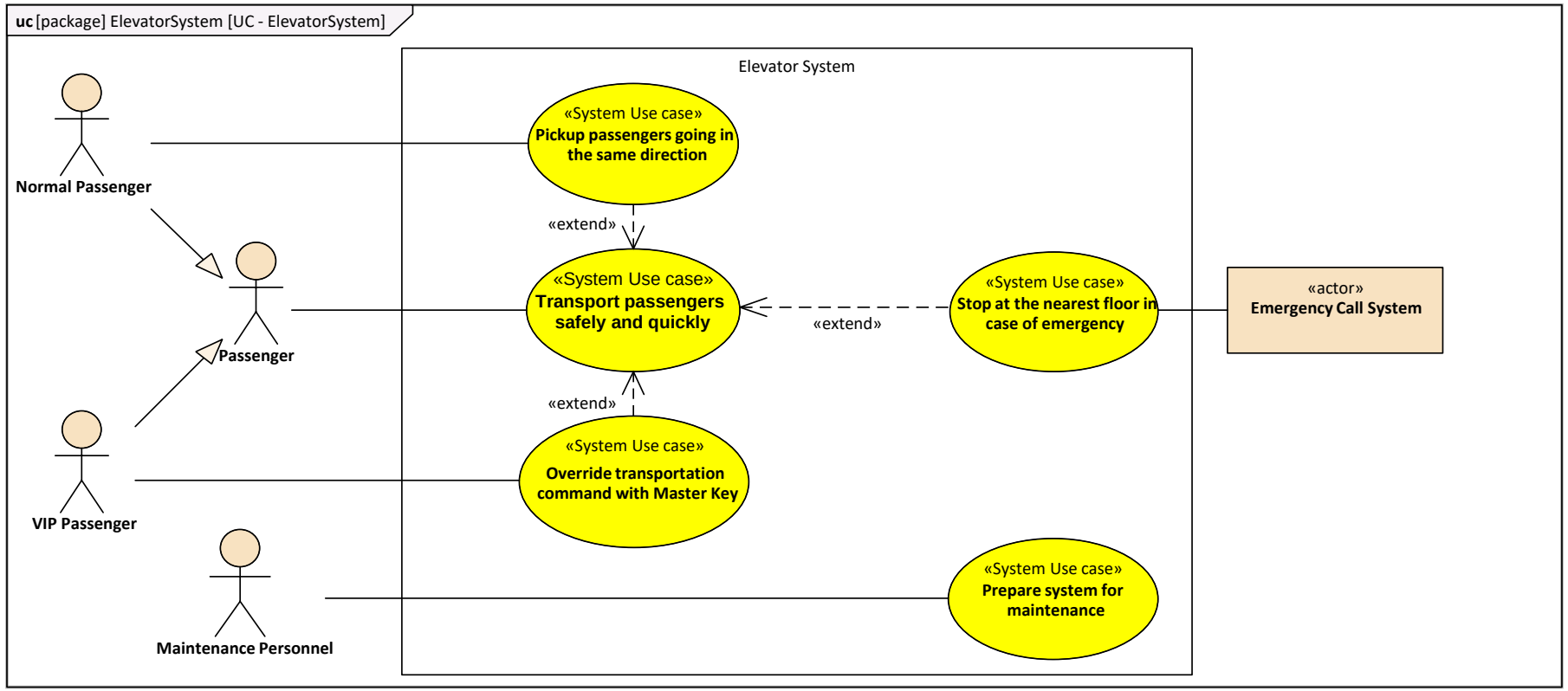


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: FEV Europe GmbH

คำตอบ: Use Case (UC) Diagram

กรณีศึกษาระบบลิฟต์ – การสร้าง USE CASE DIAGRAM



Source: FEV Europe GmbH

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

กำหนดการ

- การจำลอง Scrum – ตัวอย่างที่ใช้งานจริง
- การสร้างโมเดล Use Case Diagram
- การสร้างโมเดล Activity Diagram
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- การสร้างโมเดล Activity Diagram
  - อะไรคือ activity diagram, ใช้งานกับอะไรและสร้างอย่างไร?

→ การประยุกต์ใช้งานจริง: กรณีศึกษา- ระบบลิฟต์

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ภารกิจ 2.1: การจำกัดความพฤติกรรมการทำงาน

กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์ – การสร้าง ACTIVITY DIAGRAM

- สำหรับขั้นตอนต่อไป, คุณต้องวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการฟังก์ชันการทำงาน:
  - ปิดการใช้งานระบบสำหรับการบำรุงรักษา
- สรุปฟังก์ชันและบริบท:
  - ฟังก์ชันจะต้องตอบสนองกรณีการใช้งาน “เตรียมระบบสำหรับการบำรุงรักษา” และ “แทนที่คำสั่งการขนส่งด้วยมาสเตอร์คีย์”
  - เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงมีคีย์การบำรุงรักษา (เช่น บัตร RFID) เพื่อระบุตัวตน คีย์ประกอบด้วยหมายเลขประจำตัวที่ไม่ซ้ำ
  - บุคลากรต้องกดปุ่มเพื่อส่งคำสั่ง Maintenance Initiation Command เพื่อเริ่มการทำงาน
  - หลังจากที่ระบบลิฟต์ได้ยืนยันตัวตนและได้รับคำสั่งแล้ว จะต้องดำเนินการชุดคำสั่งเพื่อนำลิฟต์ไปสู่ความปลอดภัยเพื่อให้สามารถดำเนินการบำรุงรักษาได้
  - ระบบลิฟต์ต้องระบุว่าอยู่ในการบำรุงรักษาโดยใช้ไฟเตือนเฉพาะ

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

Source: FEV Europe GmbH

ภารกิจ 2.1: การจำกัดความพฤติกรรมการทำงาน

กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์ – การสร้าง ACTIVITY DIAGRAM

- หลังจากการวิเคราะห์อย่างรอบคอบ คุณได้กำหนดลักษณะการทำงานของระบบต่อไปนี้แล้ว หากฟังก์ชันทำงาน:
  1. ก่อนปิดใช้งาน ลิฟต์จะต้องตรวจสอบหมายเลขรหัสการบำรุงรักษาและคำสั่งเริ่มต้นการบำรุงรักษา หลังจากยืนยันแล้ว คำสั่งการขนส่งจะถูกส่งไปเพื่อขนลิฟต์ไปที่ชั้นล่าง.
  2. หลังจากขนย้ายไปยังชั้นล่างแล้ว ระบบลิฟต์จะเปิดประตู สัญญาณสถานะถูกส่งเพื่อระบุว่าประตูเปิดอยู่ พร้อมๆ กัน คำขอเปิดใช้งานไฟเตือนจะถูกส่งออกไป.
  3. หลังจากเปิดประตู ระบบลิฟต์จะเปิดใช้งานโหมดการบำรุงรักษา ระบบลิฟต์ต้องแจ้งสถานะโหมดการบำรุงรักษา เพื่อความเรียบง่าย การดำเนินการนี้จะไม่ให้รายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับวัตถุประสงค์ของการอบรมเชิงปฏิบัติการ.
  4. หลังจากโหมดบำรุงรักษาทำงานและได้รับคำขอเปิดใช้งานไฟเตือน ระบบจะเปิดไฟเตือนเพื่อระบุว่าอยู่ในโหมดบำรุงรักษาด้วยสายตา ในช่วงเวลานี้ เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงต้องปฏิบัติหน้าที่.

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

Source: FEV Europe GmbH

ภารกิจ 2.1: การจำกัดความพฤติกรรมการทำงาน

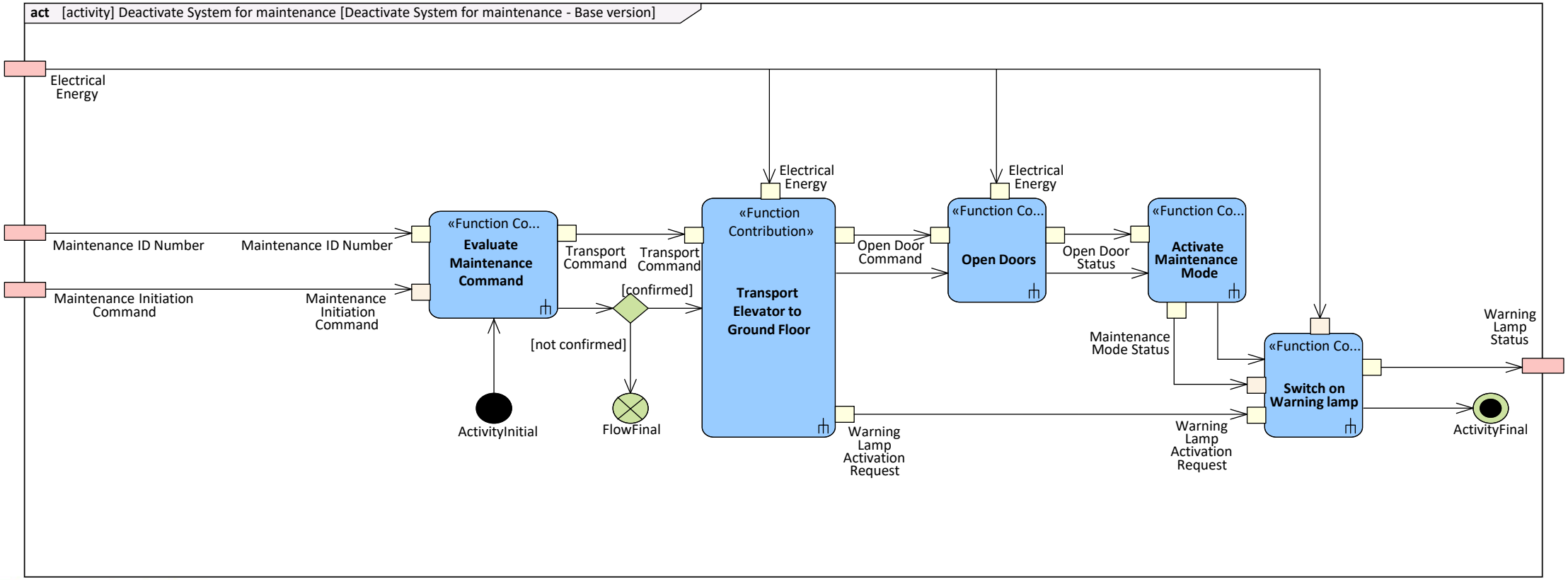
กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์ – การสร้าง ACTIVITY DIAGRAM

- **ภารกิจ: ดำเนินการภารกิจต่อไปนี้:**
  - จำลองแผนภาพกิจกรรมที่แสดงพฤติกรรมของระบบสำหรับฟังก์ชันที่กล่าวถึงข้างต้น อ้างถึงคำอธิบายของพฤติกรรมการทำงาน พิจารณาประเด็นต่อไปนี้ระหว่างการสร้างแบบจำลอง:
    - ฟังก์ชันย่อยคืออะไร? → Actions
    - มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลอะไรบ้าง? → Object flows
    - คำสั่งดำเนินการคืออะไรและมีการตัดสินใจอะไรบ้าง? → Control flows

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

Image: lumaxart (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Working_Together_Teamwork_Puzzle_Concept.jpg), “Working Together Teamwork Puzzle Concept”, Color modified by FH Aachen, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode

คำตอบ 2.1: Activity Diagram



Source: FEV Europe GmbH

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

ภารกิจ 2.2 (เพิ่มเติม): การจำกัดความพฤติกรรมการทำงาน

CASE STUDY: ELEVATOR SYSTEM – ACTIVITY DIAGRAM MODELING

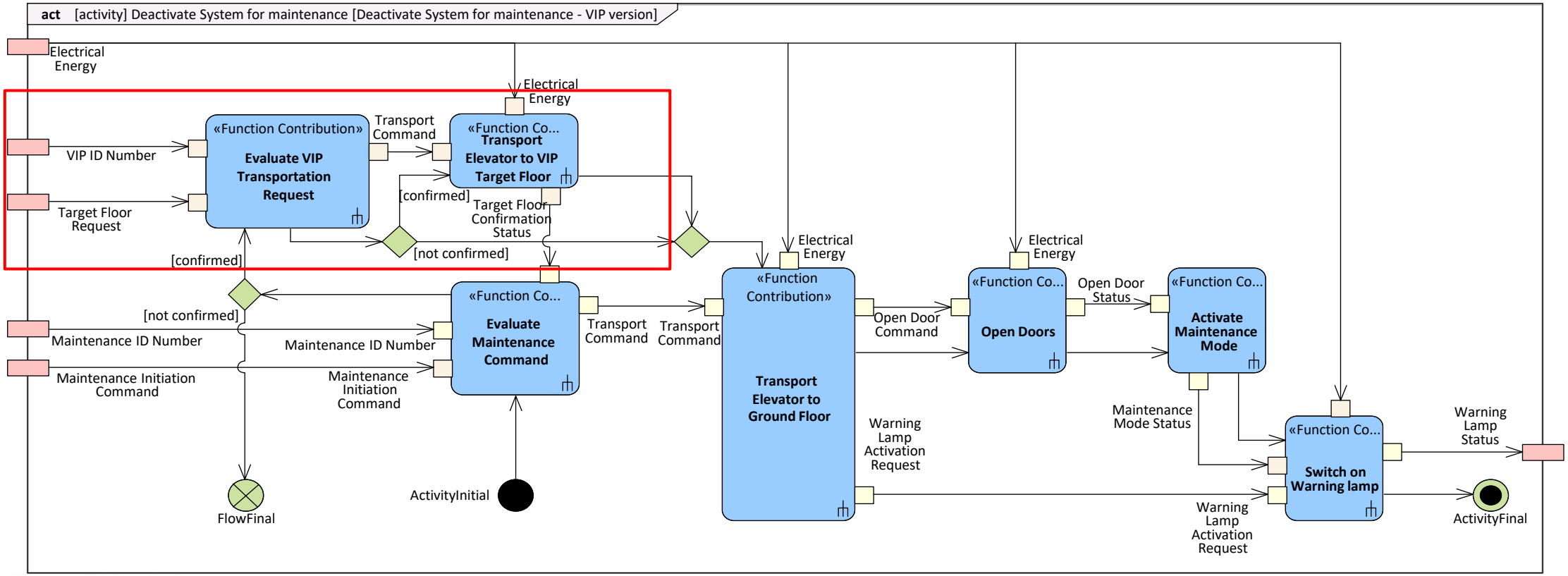
- **VIP feature:** For the sake of additional comfort, VIP passengers already inside the elevator are given priority.
  - A VIP passenger also has a special VIP Priority Key with a unique ID number.
  - The elevator system shall check for an existing VIP command (with the help of the VIP ID number). If the command is confirmed, the VIP has priority and is transported to the target floor.
  - After transportation of the VIP, a Confirmation Status shall be sent and the elevator system shall perform the basic maintenance function.

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

Image: lumaxart (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Working_Together_Teamwork_Puzzle_Concept.jpg), “Working Together Teamwork Puzzle Concept”, Color modified by FH Aachen, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode

Solution 2.2: Activity Diagram – VIP Feature

กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์ – การสร้าง ACTIVITY DIAGRAM



Source: FEV Europe GmbH

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

ภารกิจ 3: การกำหนดสเปคข้อกำหนด

กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์ – การสร้าง ACTIVITY DIAGRAM

- **ภารกิจ:** ระบุข้อกำหนดเกี่ยวกับกิจกรรม **ประเมินความต้องการการใช้ลิฟท์ของแขกพิเศษ VIP** และ **การขนส่งลิฟต์ไปชั้นล่าง**
  - ระบุข้อกำหนดอย่างชัดเจนสำหรับพฤติกรรมการทำงานของกิจกรรม
  - ไม่เน้นด้านที่ไม่ใช่หน้าที่
  - โปรดพิจารณาข้อจำกัดจากงานก่อนหน้านี้

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

Image: lumaxart (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Working_Together_Teamwork_Puzzle_Concept.jpg), “Working Together Teamwork Puzzle Concept”, Color modified by FH Aachen, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode

คำตอบ 3: การกำหนดสเปคข้อกำหนด

กรณีศึกษา: ระบบลิฟต์ – การสร้าง ACTIVITY DIAGRAM

- **ข้อกำหนดด้านการทำงานที่เป็นแบบอย่าง**
  - **ประเมินความต้องการการใช้ลิฟท์ของแขกพิเศษ VIP**
    - หากยืนยันหมายเลขประจำตัววีไอพีและคำขอชั้นเป้าหมายถูกต้อง ระบบลิฟต์จะส่งคำสั่งการขนส่งไปที่ชั้น {Target Floor}
  - **การขนส่งลิฟต์ไปชั้นล่าง**
    - หากคำสั่งขนส่งถูกต้อง ระบบลิฟต์จะขนส่งห้องโดยสารลิฟต์ไปที่ชั้นล่าง
    - หากห้องโดยสารลิฟต์ถึงชั้นล่าง ระบบลิฟต์จะส่งคำสั่งเปิดประตู
    - หากห้องโดยสารลิฟต์มาถึงชั้นล่าง ระบบลิฟต์จะส่งสัญญาณการเปิดใช้งานไฟเตือน

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

Source: FEV Europe GmbH

กำหนดการ

- การจำลอง Scrum – ตัวอย่างที่ใช้งานจริง
- การสร้างโมเดล Use Case Diagram
- การสร้างโมเดล Activity Diagram
- เอกสารอ้างอิง

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

เอกสารอ้างอิง

Parts of the material used in this presentation are property of RWTH Aachen University and FEV Europe GmbH, if not designated otherwise.
Copyright restrictions apply.

[1] Indicated parts of this presentation have been licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany license (CC BY-NC-SA 3.0 DE - http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/deed.en).
Author: agile42 GmbH.

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

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

https://www.facebook.com/unitederasmus/

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

UNITED

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

การตรวจสอบและการยืนยัน

วันที่ 2 – ช่วงที่ 4

Christian Granrath, M.Sc.

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

กำหนดการ

- แรงจูงใจ
- คำศัพท์
- แนวทางสำหรับการประเมินและทดสอบซอฟต์แวร์
- การจัดการการทดสอบ
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- แรงจูงใจ
  - เหตุใดข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์จึงมีความสำคัญ? ข้อผิดพลาดซอฟต์แวร์ประเภทใดที่อาจเกิดขึ้น? เราจะค้นหาและป้องกันข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์ได้อย่างไร?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

ปัญหาระบบปั๊มเชื้อเพลิง

CANADIAN AIR FUEL LEAK, 2002

ปัญหาคอมพิวเตอร์ในเที่ยวบินของ Canadian Air Transat ทำให้เกิดการลงจอดฉุกเฉินใน Azores เมื่อฤดูร้อนที่แล้ว เห็นได้ชัดว่าตามที่รายงานในตอนต้นอธิบาย, **“โปรแกรมคอมพิวเตอร์” แจ้งน้ำมันรั่วว่าเป็น “ความไม่สมดุล”** เพื่อแก้ไข "ความไม่สมดุล" "โปรแกรมคอมพิวเตอร์" ได้เปลี่ยนเชื้อเพลิงจากถังที่ดีไปยังถังที่รั่วจึงทำให้ทั้งสองถังว่างเปล่า บนเครื่องบิน ความสามารถของนักบินและความพร้อมของเกาะที่มีสนามบินในมหาสมุทรแอตแลนติกช่วยหลีกเลี่ยงภัยพิบัติ

การพัฒนาซอฟต์แวร์ในขั้นตอนใดทำให้เกิดความล้มเหลวนี้?

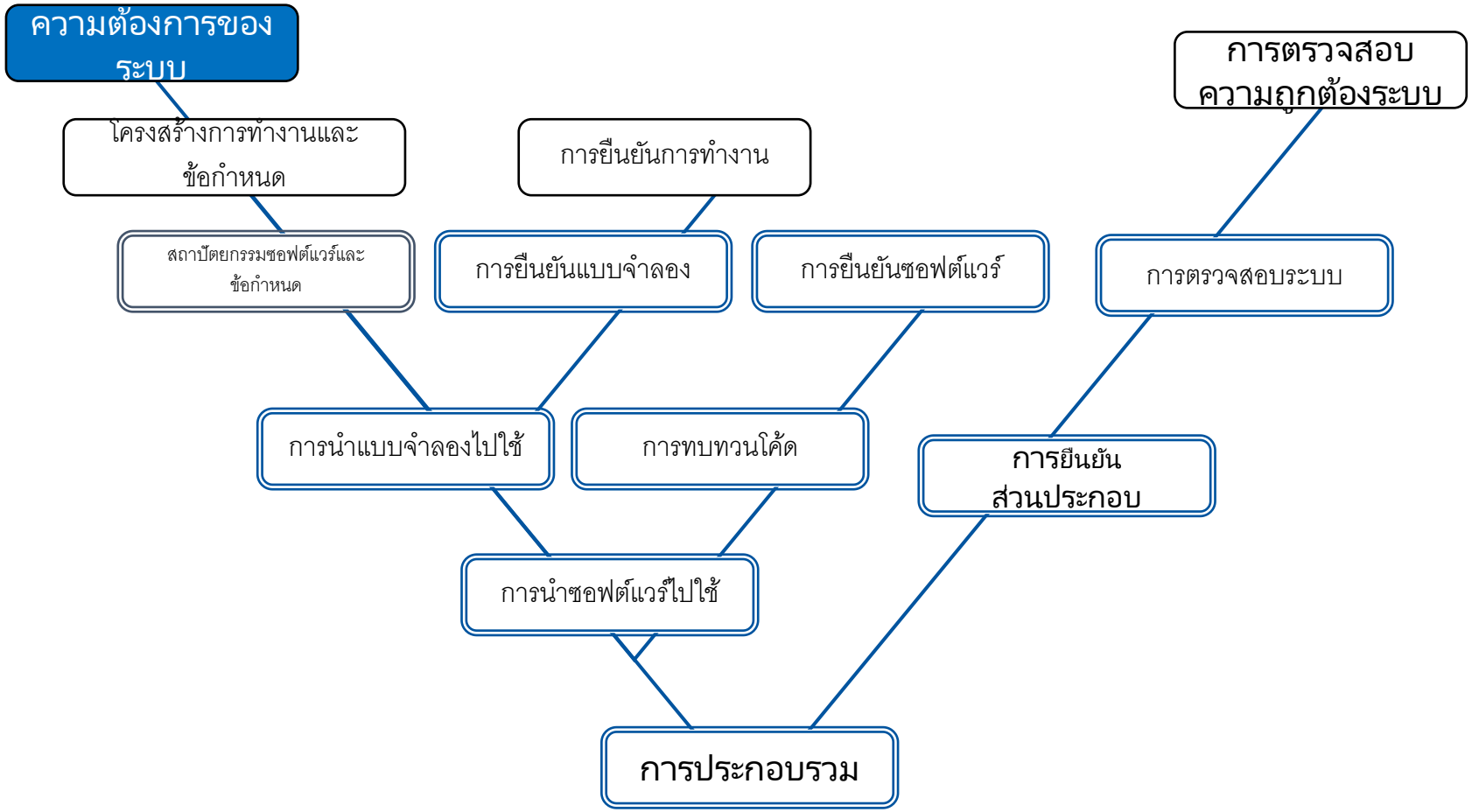
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]
Image: Shawn from Airdrie, Canada (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Air_Transat_A330.jpg), „Air Transat A330“, Cropped by PH, Aachen, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode

Source: Canadian Press, “Toronto Globe and Mail”, “Toronto Star” & other Canadian newspapers

การทดสอบซอฟต์แวร์เกิดขึ้นที่ไหน?

V-MODEL ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดล



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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

ปัญหากับระบบเบรก SBC

AP

Mercedes Recalls 680,000 Models

BERLIN (AP) _ DaimlerChrysler AG's Mercedes-Benz unit said Tuesday it is recalling some 680,000 E- and SL-class vehicles worldwide to examine potential problems with a brake control system.

Mercedes said it is asking owners of the vehicles to visit their local service centers for a precautionary check of the so-called Sensotronic Brake Control system.

The company said it was aware of a ``very small number'' of complaints, but that braking was assured by the system's additional hydraulic function.

The recall applies to E-class Limousines built after March 2002, T model cars built after March 2003 and SL-class vehicles made after October 2001, Mercedes said.

Spokesman Norbert Giesen said the recall affects about 680,000 vehicles worldwide, including 225,000 in Germany.

การพัฒนาซอฟต์แวร์ในขั้นตอนใดทำให้เกิดความล้มเหลวนี้?

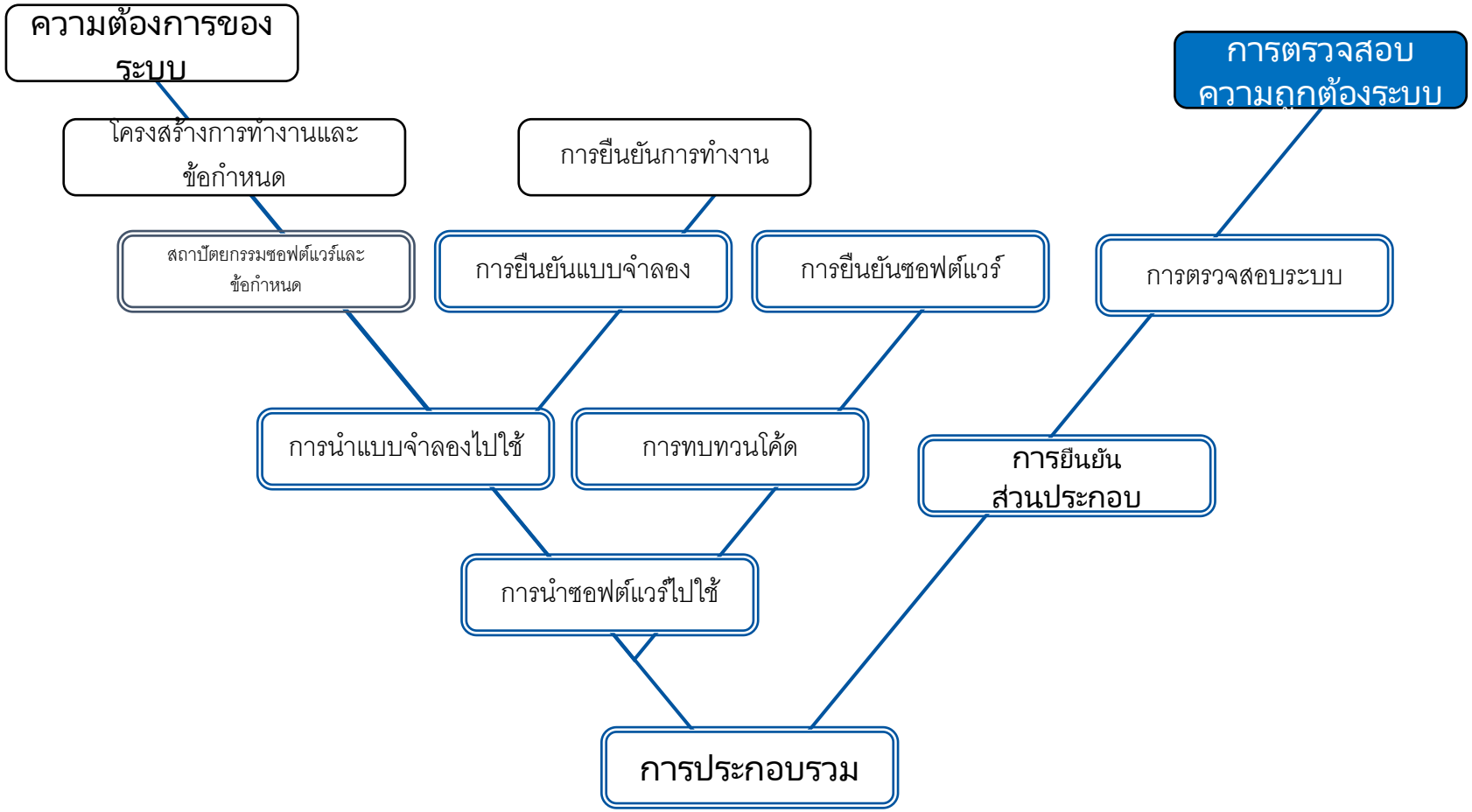
Source: The Associated Press - May 11, 2004

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

Source: S. Kowalewski, Lecture "Software for Combustion Engines", RWTH Aachen University, 2019 [1]

Where does the software testing take place?

V-MODEL IN MODEL-DRIVEN SOFTWARE ENGINEERING



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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

การเรียกคืนรถยนต์เนื่องจากข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ – บทสรุป

	Issue	Impact
FIAT / CHRYSLER	▪ SW security flaw made cars vulnerable to hackers	▪ Recall of ~1.4M cars
	▪ SW incompatibility between EV control unit and battery control module may cause propulsion system to shut down	▪ Recall of ~5,600 Electric Vehicles
TOYOTA	▪ SW flaw may cause the hybrid system to shut down while driving	▪ Recall of 1.9M hybrid cars
	▪ SW flaw may cause VSC, ABS and traction control functions to shut down	▪ Recall of ~260,000 Vehicles
HONDA	▪ Flaw in the continuously variable automatic transmission software may subject the drive pulley shaft to high stress	▪ Recall of 143,000 cars in the US
	▪ Cell voltage sensor incorrectly interprets electrical noise and may cause a sudden loss of power	▪ Voluntarily recall of 6,786 hybrid cars
LAND ROVER	▪ SW flaw may cause vehicle doors to be unlatched	▪ Recall of 65,000 cars
	▪ Flaw in the anti-lock braking system may disable stability and control safety systems	▪ Recall of 2,687 SUVs
Mercedes-Benz	▪ Flaw in engine control unit SW may cause engine to stop while stopping at a traffic light	▪ Recall of ~3,000 cars

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1];
Mc Kinsey, “Numetrics R&D Analytics”, April 2016 [2]
Logos are subject to trademark rights of their respective owners.

ยิ่งตรวจพบข้อผิดพลาด ต้นทุนก็ยิ่งสูงขึ้น

ค่าใช้จ่ายสัมพัทธ์ของข้อผิดพลาดขึ้นอยู่กับเวลาของการตรวจจับ

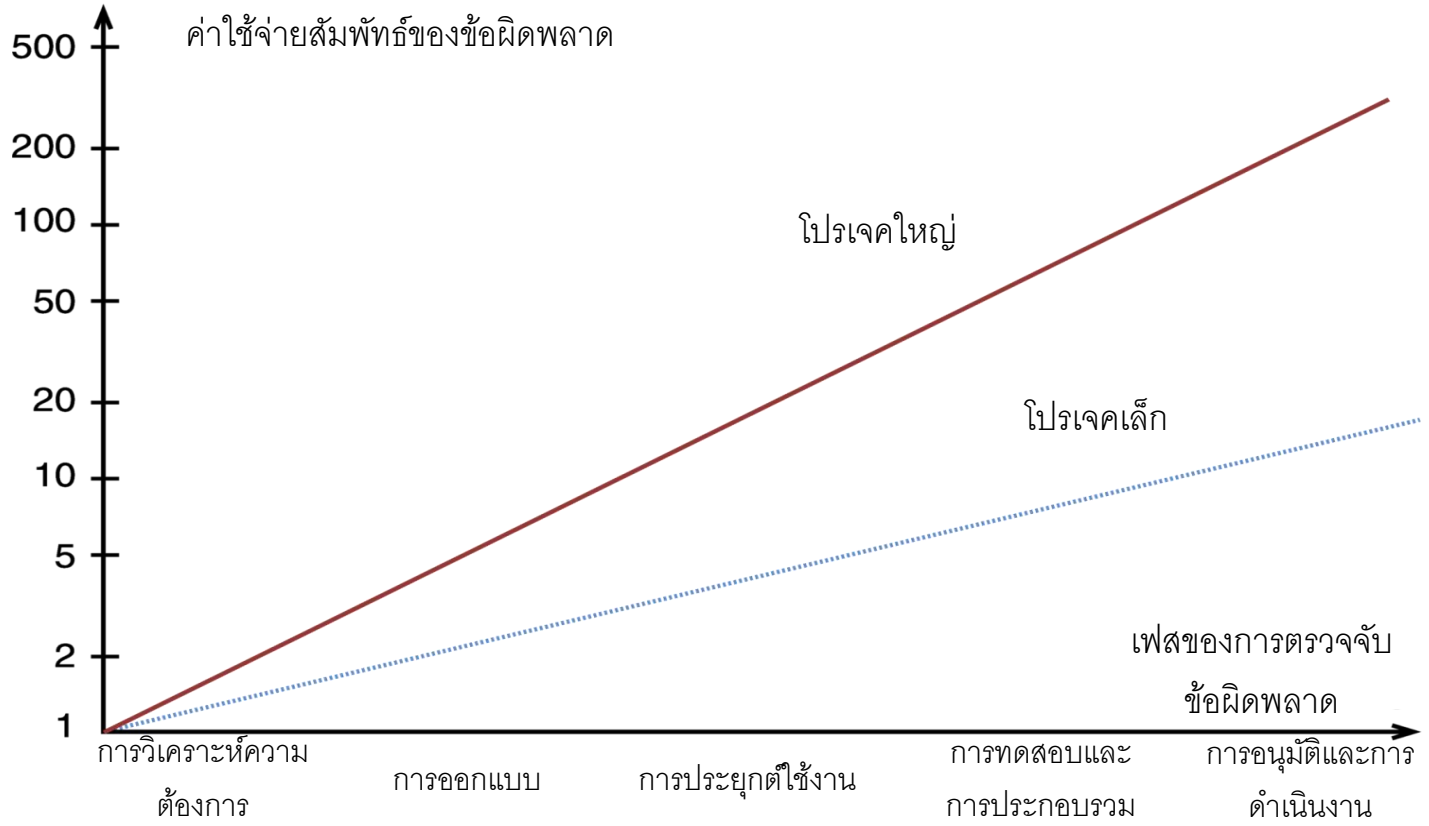


Image: Ludewig, Lichter: Software-Engineering

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

เราจะมั่นใจในคุณภาพของซอฟต์แวร์ได้อย่างไร?

การพัฒนาซอฟต์แวร์ = การทำให้เป็นจริงของมาตรการเชิงสร้างสรรค์และการวิเคราะห์

มาตรการสร้างสรรค์

- การประกันคุณภาพไว้ก่อน (ล่วงหน้า)
- ตัวอย่าง: (สถาปัตยกรรม, การสร้างแบบจำลอง) คำชี้แนะ, กระบวนการ/วิธีการ/มาตรฐานต่างๆ

มาตรการการวิเคราะห์

- การประกันคุณภาพไว้ทีหลัง (การวัด, การปรับปรุง)
- ตัวอย่าง: กระบวนการตรวจสอบคร่าว ๆ (การทบทวน, แนวการทดสอบ, การทดสอบ, กระบวนการทบทวน)

4

Mapping to slots

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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

กำหนดการ

- แรงจูงใจ
- คำศัพท์
- แนวทางสำหรับการประเมินและทดสอบซอฟต์แวร์
- การจัดการการทดสอบ
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- คำศัพท์
  - คำศัพท์ต่างๆ เช่น คุณภาพซอฟต์แวร์ การประกันคุณภาพ การทดสอบ การตรวจสอบ และการตรวจสอบ หมายถึงอะไร?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

คุณลักษณะเชิงฟังก์ชัน และไม่เชิงฟังก์ชัน

- **คุณลักษณะเชิงฟังก์ชัน** อธิบายวัตถุประสงค์พื้นฐานของระบบ
  - ตัวอย่าง: Adaptive Cruise Control - การปรับความเร็วรถและระยะทางจากรถคันข้างหน้า รวมถึงการสลับระหว่างทั้งสองโหมด
- **คุณลักษณะไม่เชิงฟังก์ชัน** อธิบายคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับความสำเร็จทางเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจำเป็นนอกเหนือจากการทำงานที่แม่นยำ
  - ตัวอย่าง:
    - วลาตอบสนองจำกัดสำหรับการสลับการควบคุมระยะทาง
    - เวลาแนะนำสำหรับท้องตลาด
    - การนำซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ได้สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นต่อไปในอนาคต

คุณลักษณะเชิงฟังก์ชัน	vs.	**คุณลักษณะไม่เชิงฟังก์ชัน**
• สมรรถนะสูง/ เวลาตอบสนองเร็ว • ความน่าเชื่อถือสูง		• ง่ายต่อการพกพาไปยังระบบฮาร์ดแวร์อื่น ๆ • ระยะเวลาสู่ท้องตลาดสั้น

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

การประกันคุณภาพและการประเมินซอฟต์แวร์

IEEE 610.12 อภิธานศัพท์มาตรฐานของคำศัพท์วิศวกรรมซอฟต์แวร์

- **การประกันคุณภาพ: ... รูปแบบการวางแผนและเป็นระบบของกิจกรรมทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อให้มั่นใจว่ารายการนั้นสอดคล้องกับข้อกำหนดทางเทคนิคที่กำหนดไว้**

- **การประเมินซอฟต์แวร์: การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุทดสอบที่กำหนด เช่น หากวัตถุทดสอบ "มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดที่กำหนด"**
  → ข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการประเมินซอฟต์แวร์คือการมีอยู่ของวัตถุทดสอบและวัตถุอ้างอิงที่สามารถตรวจสอบซึ่งกันและกันได้

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

Source: IEEE 610.12-1990, “IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology”, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York [4]; S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

ตัวอย่างคู่เทียบระหว่างส่วนทดสอบและส่วนอ้างอิง

ส่วนทดสอบ	ส่วนอ้างอิง	
ข้อกำหนดของระบบโดยรวม (เอกสารข้อกำหนดข้อกำหนด)	ความคาดหวังของลูกค้า	แบบไม่สามารถบันทึกได้
ข้อมูลจำเพาะ (เอกสารคุณสมบัติการทำงาน)	ความสม่ำเสมอ ความซื่อสัตย์ ...	ทั่วไป ไม่ผูกมัดกับสินค้า
สถาปัตยกรรม	คุณสมบัติเพื่อรองรับวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ (เช่น ความน่าเชื่อถือ)	อาจครอบคลุมหลายผลิตภัณฑ์ สายผลิตภัณฑ์
โมเดล	ความต้องการการทำงาน	ผลิตภัณฑ์-เฉพาะ
รหัสที่เขียนด้วยลายมือ	แนวทางการเข้ารหัส ตัวชี้วัด ...	อาจครอบคลุมหลายผลิตภัณฑ์เฉพาะบริษัท
รหัสที่สร้างขึ้น	พฤติกรรมของแบบจำลองที่สอดคล้องกัน	ผลิตภัณฑ์-เฉพาะ
รหัสที่มีการปรับเปลี่ยน	ลักษณะการทำงานของโค้ดในเวอร์ชันปฏิบัติการล่าสุด	ผลิตภัณฑ์-เฉพาะ

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

การตรวจสอบและการยืนยัน

- **การยืนยัน:**
  ตรวจสอบให้แน่ใจว่าวัตถุทดสอบเป็นไปตามความคาดหวังของลูกค้า

  „ เรากำลังทำสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่?”

- **การตรวจสอบ:**
  พิสูจน์ว่าวัตถุทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดที่ตรวจสอบได้
  „เราทำในสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่?”

- **ความหมายอื่น ๆ :**
  - การยืนยัน: เป็นทางการ (เช่น การใช้เทคนิคเพื่อการพิสูจน์)
  - การตรวจสอบ: ไม่เป็นทางการ (เช่น การใช้เทคนิคเพื่อการทบทวน)

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

กำหนดการ

- แรงจูงใจ
- คำศัพท์
- แนวทางสำหรับการประเมินและทดสอบซอฟต์แวร์
- การจัดการการทดสอบ
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

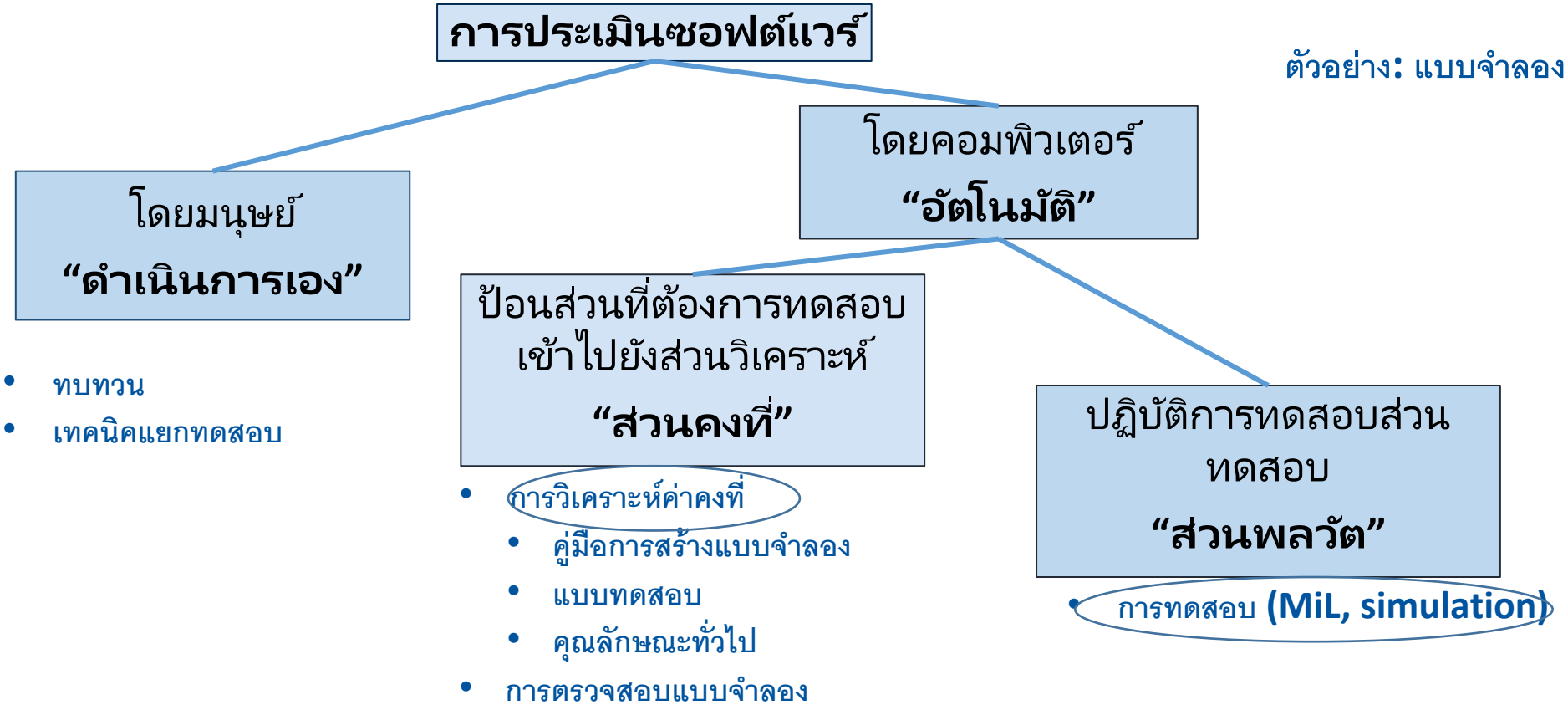
- แนวทางสำหรับการประเมินและทดสอบซอฟต์แวร์
  - มีการประเมินซอฟต์แวร์ประเภทใดบ้าง? และแตกต่างกันอย่างไร?
  - การทดสอบซอฟต์แวร์คืออะไร?
  - มีวิธีการทดสอบที่แตกต่างกันอย่างไรและอะไรคือความแตกต่าง?
  - แนวโน้มในอนาคตที่จะลดความพยายามในการทดสอบคืออะไร ?

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

Image: Jasmin Hamadeh (http://www.jasmin-hamadeh.de/wp-content/uploads/2013/03/team_puzzle_clipart.jpg), https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de

แนวทางการประเมินซอฟต์แวร์ประเภทใดบ้างที่มีอยู่?

การประเมินซอฟต์แวร์ประเภทต่างๆ

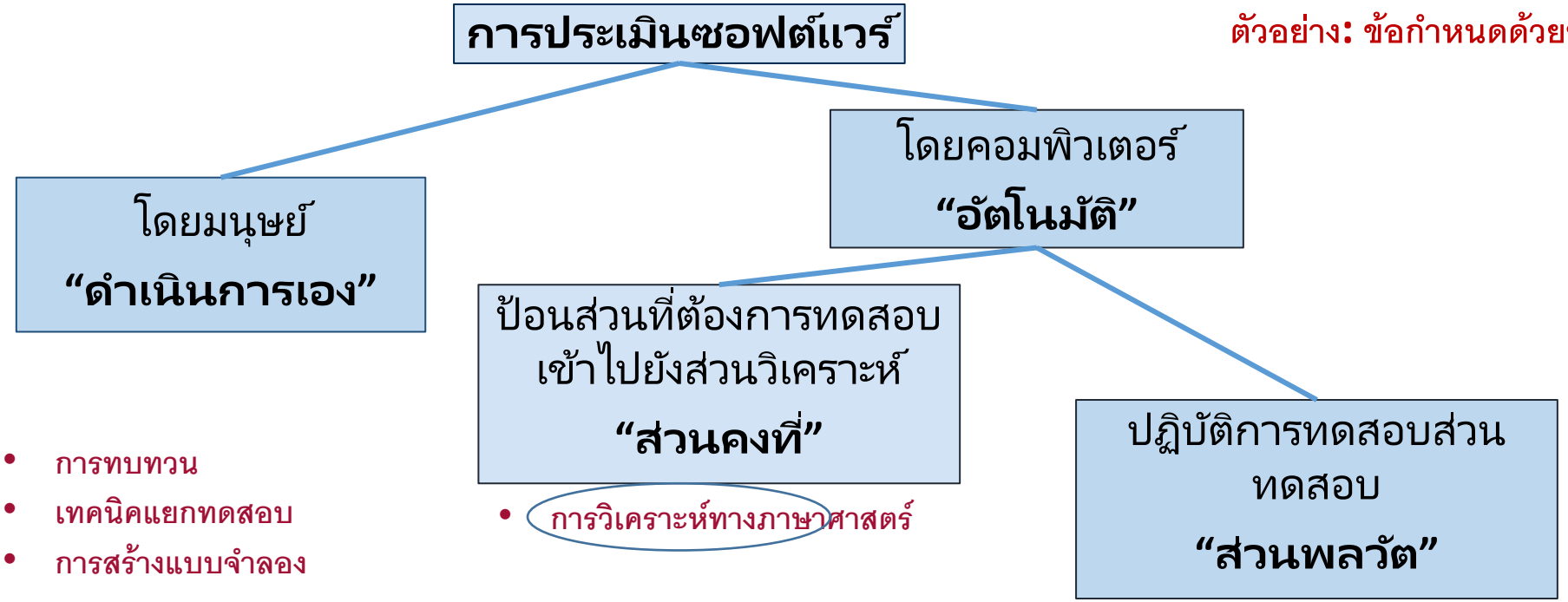


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

แนวทางการประเมินซอฟต์แวร์ประเภทใดบ้างที่มีอยู่?

การประเมินซอฟต์แวร์ประเภทต่างๆ



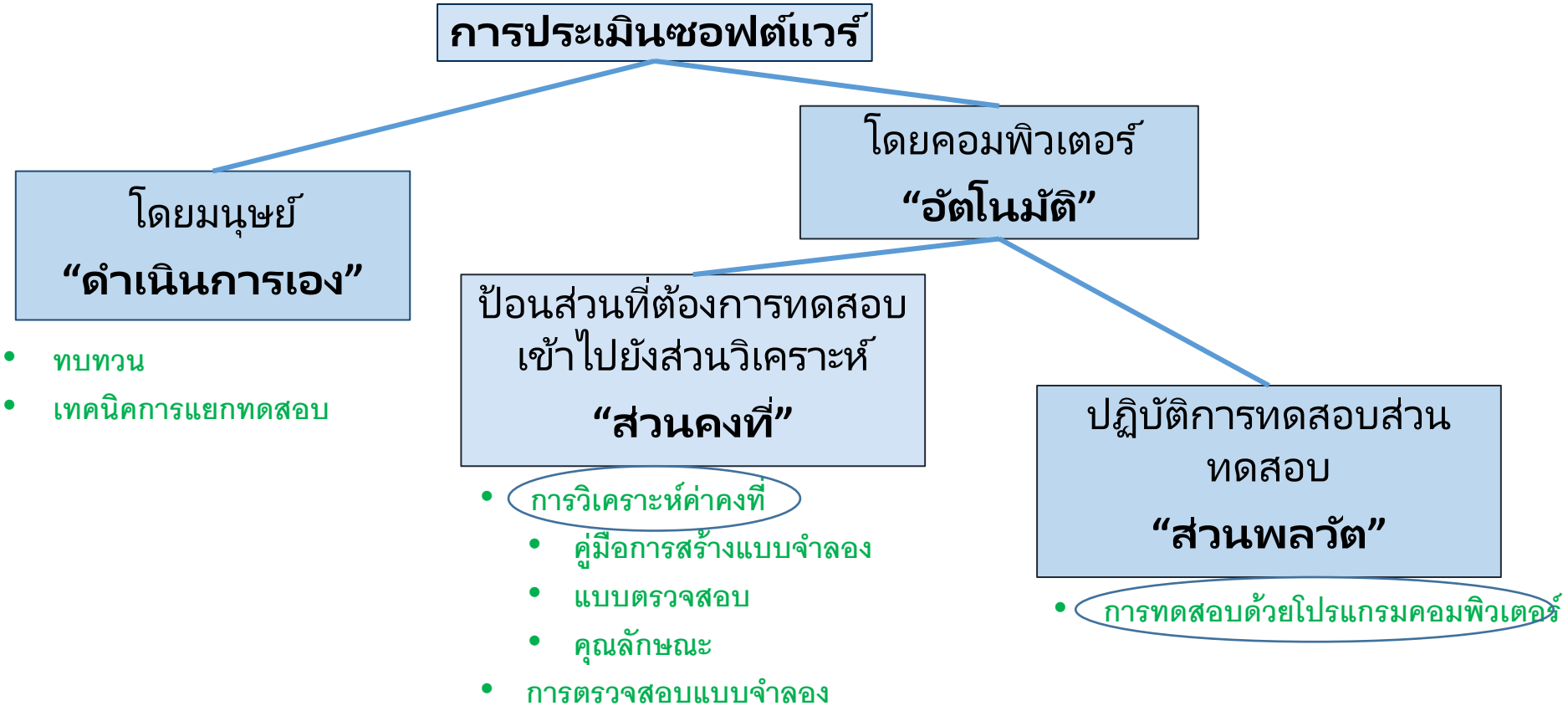
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

แนวทางการประเมินซอฟต์แวร์ประเภทใดบ้างที่มีอยู่?

การประเมินซอฟต์แวร์ประเภทต่างๆ

ตัวอย่าง: ข้อกำหนดที่ทำเป็นแบบจำลองแล้ว



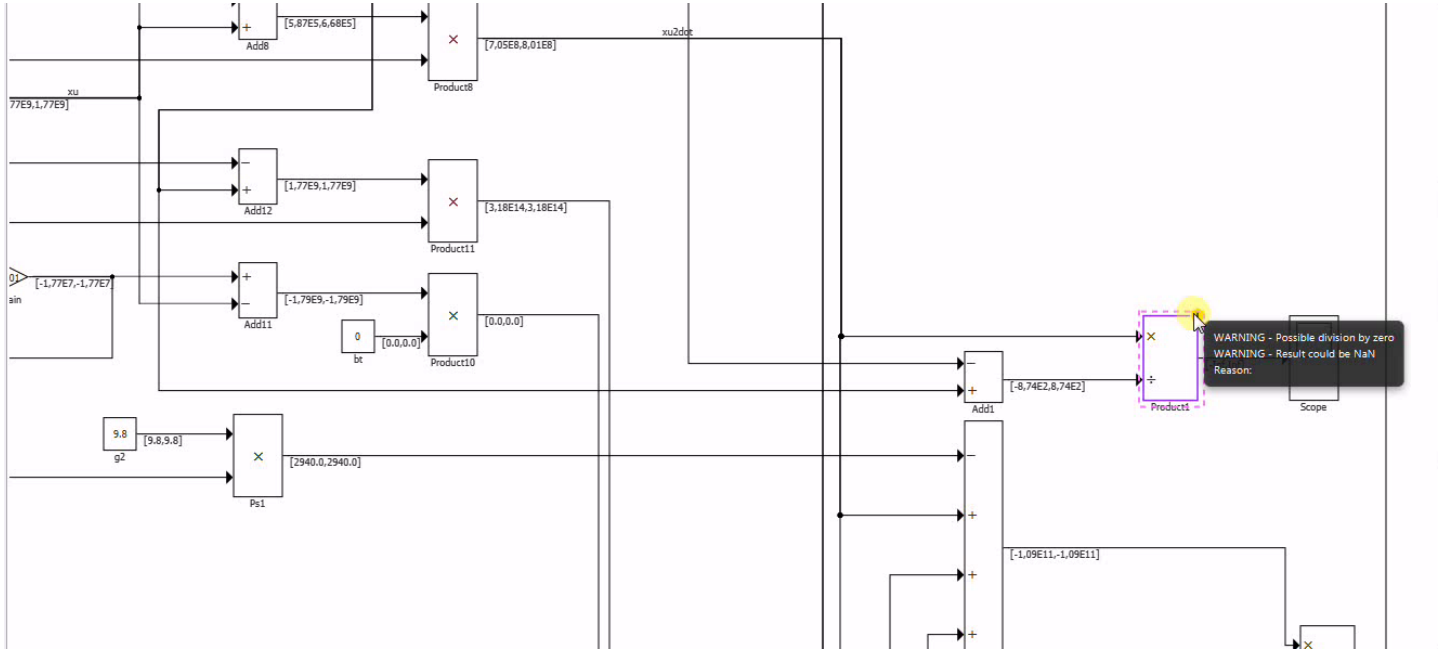
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

การวิเคราะห์แบบคงที่ของแบบจำลองเป็นแบบอัตโนมัติ

การประเมินแบบคงที่ที่นิยมใช้

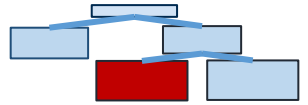
- Division by zero/inf/NaN
- Data type under-/overflow
- NaN operations (asin, sqrt, etc…)
- Dead paths
- Saturation reached
- Connection of blocks
- …



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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

คำจำกัดความของตัวชี้วัดสำหรับสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

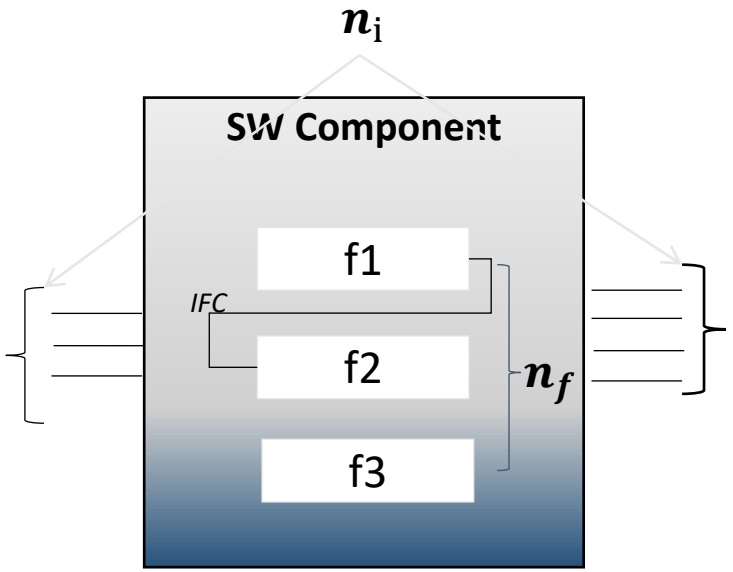


ตัวชี้วัดความซับซ้อนของสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

- **เป้าหมาย: ความซับซ้อน**
- **ตัวชี้วัด:**

  ความซับซ้อนของส่วนประกอบซอฟแวร์ Software component complexity (S.C.C)

- **สูตร:**
  - $SCC = log_{10}((n_f * (IFC + 1) * (n_i))$
    - n_f -> จำนวนฟังก์ชันในส่วนประกอบซอฟต์แวร์
    - ***IFC***→ จำนวนอินเทอร์เฟซระหว่างฟังก์ชัน
    - n_i -> จำนวนอินเทอร์เฟซภายนอกไปยังส่วนประกอบซอฟต์แวร์
- **<u>หมายเหตุ</u>-** การสอบเทียบถือเป็นอินพุตของส่วนประกอบ
- **การตีความ: ค่าสูงของตัวชี้วัด** → การทดสอบและการบำรุงรักษาแย่

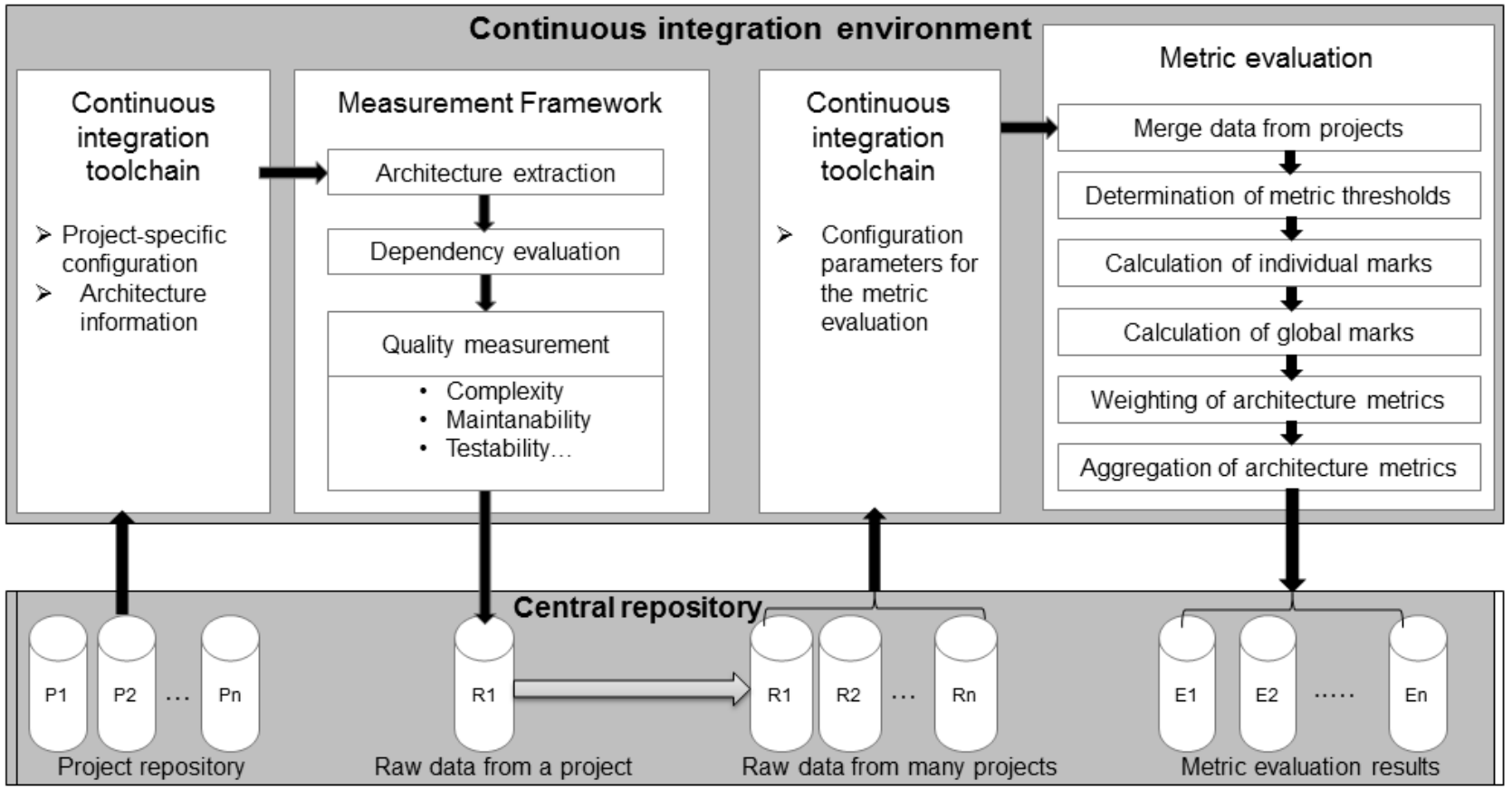


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: H. Venkitachalam, C. Granrath, G.V. Balachandar, J. Richenhagen, “Metric-based Evaluation of Hybrid Control Software“, SAE World Congress, Detroit, 2017 [5]

การประเมินค่าการวัดสำหรับตัวชี้วัดบังคับ

กรอบการประเมินตัวชี้วัด

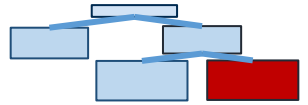


Source: H. Venkitachalam, C. Granrath, G.V. Balachandar, J. Richenhagen, “Metric-based Evaluation of Hybrid Control Software“, SAE World Congress, Detroit, 2017 [5]

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

การทดสอบคืออะไร?

คำศัพท์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

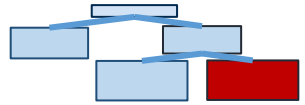


- Myers (1979):
  "การทดสอบเป็นกระบวนการในการรันโปรแกรมโดยมีจุดประสงค์เพื่อค้นหาข้อผิดพลาด"
  → การทดสอบจะสำเร็จหากพบข้อผิดพลาด
- การทดสอบเป็นองค์ประกอบของการประกันคุณภาพ ซึ่งหมายความว่ายังมุ่งเป้าไปที่การสร้างความมั่นใจในคุณสมบัติของโปรแกรมเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด (= "มีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้")
- **ข้อสอบ "สมบูรณ์" แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย**
- Dijkstra:
  "การทดสอบโปรแกรมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการแสดงข้อบกพร่อง แต่ก็ไม่เพียงพอที่จะแสดงว่าไม่มีข้อบกพร่อง"
  → การทดสอบคือการตรวจสอบเฉพาะจุด → การวางแผนการทดสอบ!

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

Source: S. Kowalewski, Lecture "Software for Combustion Engines", RWTH Aachen University, 2019 [1]

วิธีการทดสอบแตกต่างกันอย่างไร?



คำศัพท์เกี่ยวกับการทดสอบ

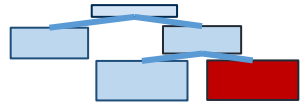
- ความแตกต่างโดย **ประเภทของคุณลักษณะที่ต้องการ:**
  - การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน, การทดสอบเชิงฟังก์ชัน
  - การทดสอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันการทำงาน
    - การทดสอบโหลด, การทดสอบการอินเตอร์เฟซ, การทดสอบหน่วยความจำ, การทดสอบการใช้ประโยชน์ทรัพยากร, การทดสอบความผิดพลาด
- ความแตกต่างโดย **ผู้ที่ส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง**:
  - การทดสอบแบบ Alpha
    - โดยองค์กรพัฒนา
  - การทดสอบแบบ Beta
    - โดยลูกค้า, เพื่อเป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย (ไม่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์)
  - การทดสอบการยอมรับ
    - กับลูกค้า หลังจากที่โปรเจคดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

วิธีการทดสอบแตกต่างกันอย่างไร?

คำศัพท์เกี่ยวกับการทดสอบ



- ความแตกต่างโดย **ส่วนอ้างอิง**:
  - การยืนยันข้อกำหนด
    - เปรียบเทียบกับข้อมูลจำเพาะที่ต้องการ (PRD)
  - การทดสอบย้อนกลับ
    - เปรียบเทียบกับการใช้งานจริงอื่นๆ ที่มีฟังก์ชันตามที่ต้องการ
      - เช่น โปรแกรมต่าง ๆ
      - ISO 26262-กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง: การเปรียบเทียบกับรหัสที่สร้างขึ้นที่ใช้กับโมเดลที่เกี่ยวข้อง
  - การทดสอบความสัมพันธ์
    - เปรียบเทียบกับโปรแกรมเวอร์ชันก่อนหน้าหลังจากที่ได้มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงพอสมควรแล้ว

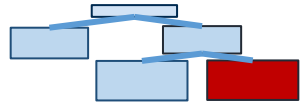
- ความแตกต่างโดย **เกณฑ์การเลือกจากกรณีศึกษา**:
  - ***การทดสอบ Black-box*** (กรณีทดสอบได้จากความพึงพอใจจากเกณฑ์ความสมบูรณ์ที่ได้กำหนดไว้แล้ว)
    - การพาร์ทิชันสมมูล (ลำดับชั้นของข้อมูลอินพุต)
    - การทดสอบลักษณะแต่ละฐานทดสอบ (เป็นไปตามฐานทดสอบที่ระบุในข้อมูลจำเพาะ)
    - ใช้การทดสอบบนพื้นฐานกรณีศึกษา
  - ***การทดสอบ White-box*** (กรณีทดสอบที่ได้จากการควบคุมการไหลของโปรแกรมด้วยเกณฑ์ความสมบูรณ์)
    - สภาพวะ, แขนง, เงื่อนไข และ ส่วนกำกับเส้นทาง
    - การตัดสินใจ, เงื่อนไข, การตัดสินใจ/เงื่อนไข, การตัดสินใจ/เงื่อนไขที่ครอบคลุมที่ดัดแปลงแล้ว
    - การกำกับฟังก์ชัน, การกำกับการเรียกใช้
  - ***การทดสอบสุ่ม*** (กรณีทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อการทดสอบแบบสุ่ม)

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

วิธีการทดสอบแตกต่างกันอย่างไร?

คำศัพท์เกี่ยวกับการทดสอบ



- ความแตกต่างโดย **โครงสร้างพื้นฐานการทดสอบ**:
  - Model-in-the-loop
  - Software-in-the-loop
  - Processor-in-the-loop
  - Hardware-in-the-loop
- หมายเหตุ: โครงสร้างพื้นฐานการทดสอบบอกเป็นนัยถึงประเภทของวัตถุทดสอบ เช่น รุ่นใน MIL หรือรหัสใน SIL

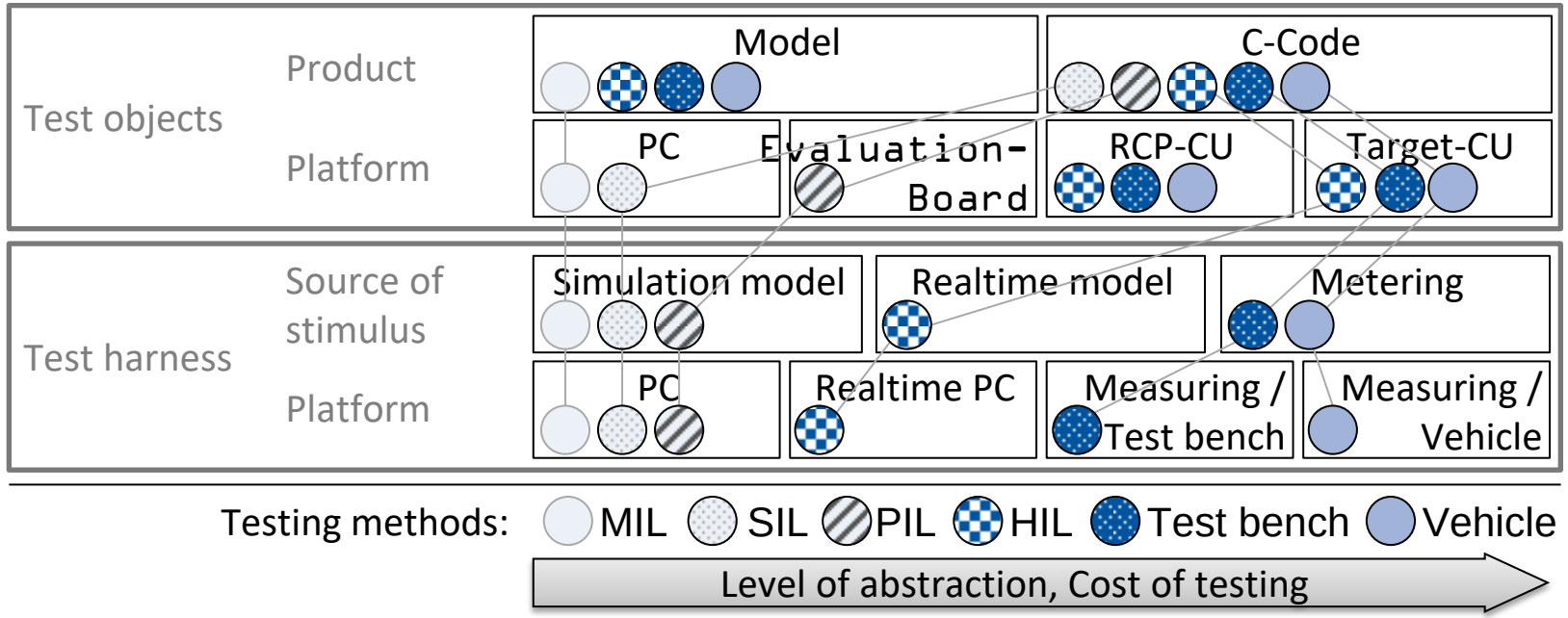
- ความแตกต่างโดย **ประเภทของส่วนที่ทดสอบตลอดกระบวนการพัฒนา** (เรียกว่า ขั้นตอนการทดสอบหรือรอบการทดสอบ):
  - Unit testing
  - (Module testing)
  - Integration testing
  - System testing
  - Field trial

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

Source: S. Kowalewski, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [1]

การทดสอบซอฟต์แวร์ตามข้อกำหนด

ABSTRACTION LEVELS



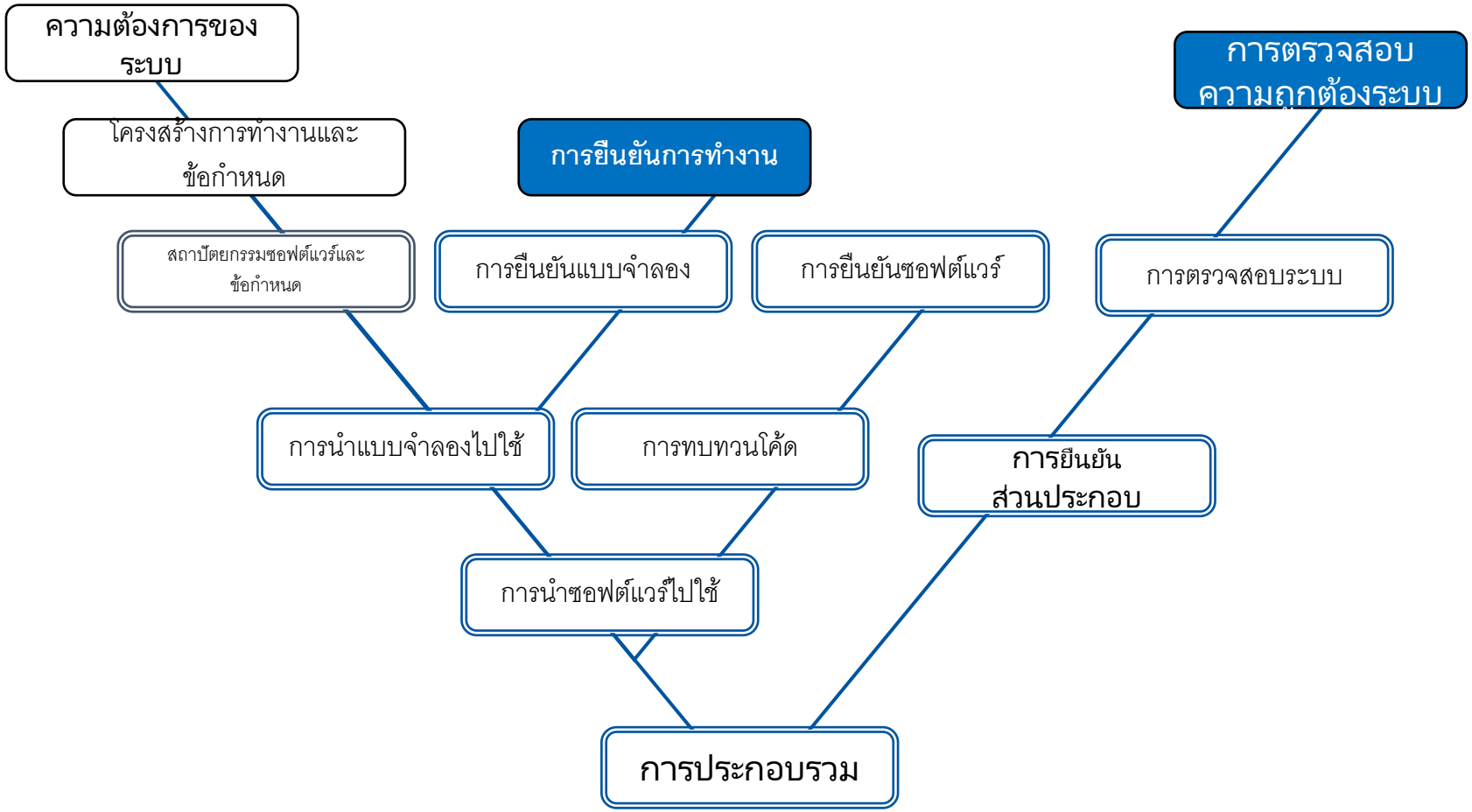
- การทดสอบฟังก์ชันสามารถทำได้ในทุกขั้นตอน
- ทางเลือกของการทดสอบตามข้อกำหนดของโครงการ
- กลยุทธ์และเครื่องมือในการทดสอบต้องครอบคลุมทุกวิธี

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

Source: J. Richenhagen, “Entwicklung von Steuerungs-Software für den automobilen Antriebsstrang mit agilen Methoden”, Doctoral thesis, 2014 [6]

จะทำการตรวจสอบซอฟต์แวร์ได้อย่างไร?

V-MODEL ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดล

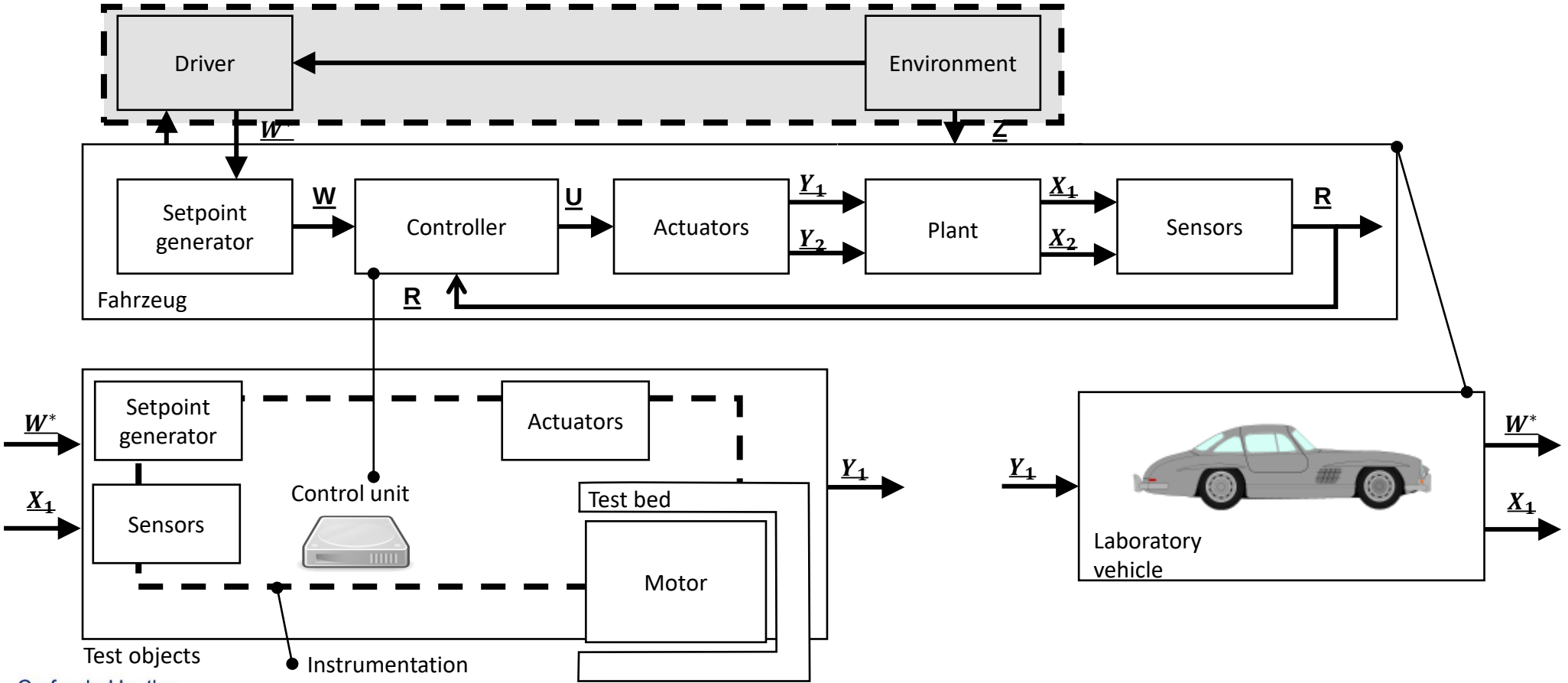


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

การตรวจสอบความถูกต้องของชุดควบคุมในสภาพแวดล้อมของเตียงทดสอบเสมือนจริง

ติดตามจำลองบางส่วน คนขับและ (แบบหยาบ) สภาพแวดล้อมจำลองอย่างเต็มที่

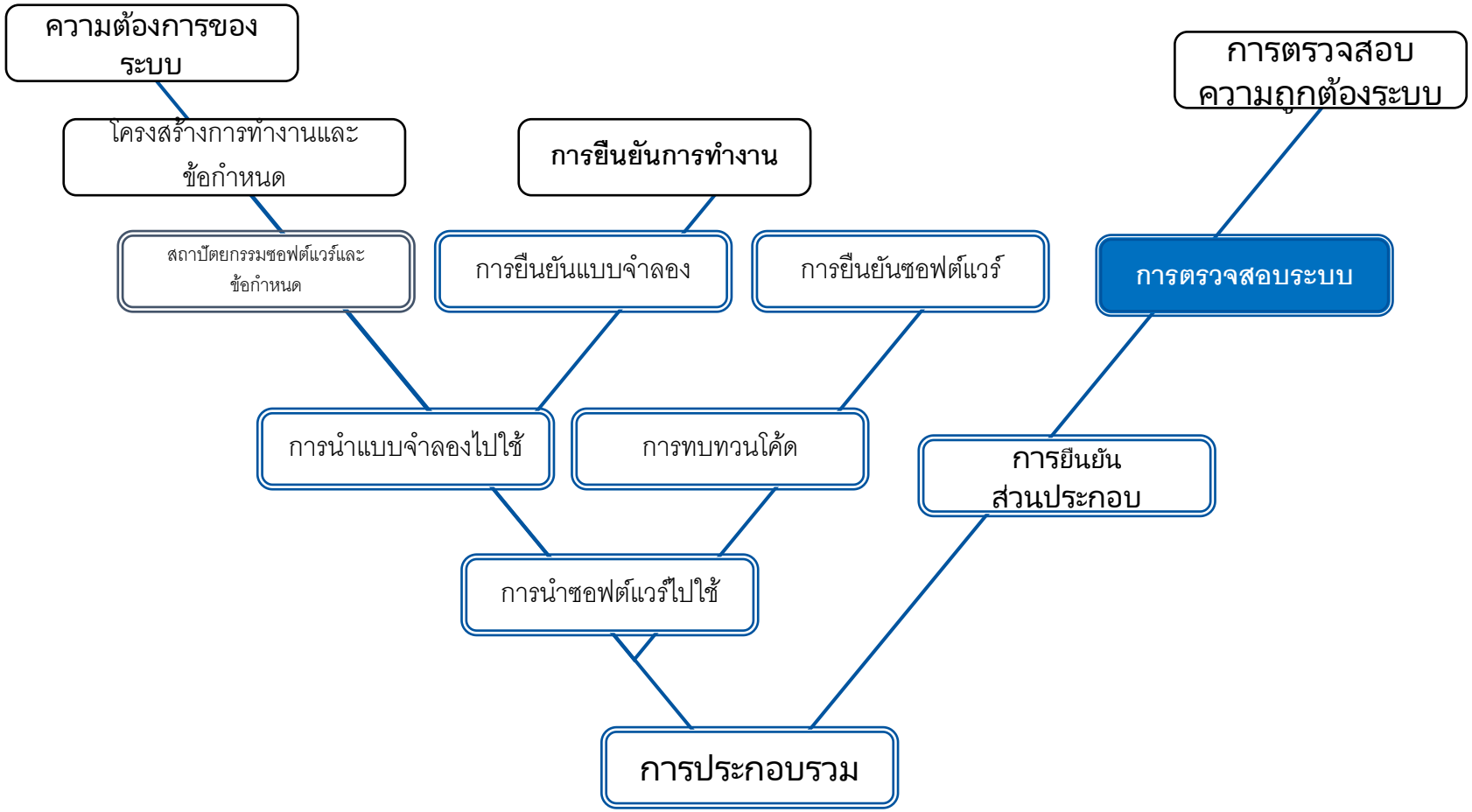


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]; Schäuffele and T. Zurawka, “Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen”, Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage, 2010 [7]

สามารถตรวจสอบระบบได้อย่างไร?

V-MODEL ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดล



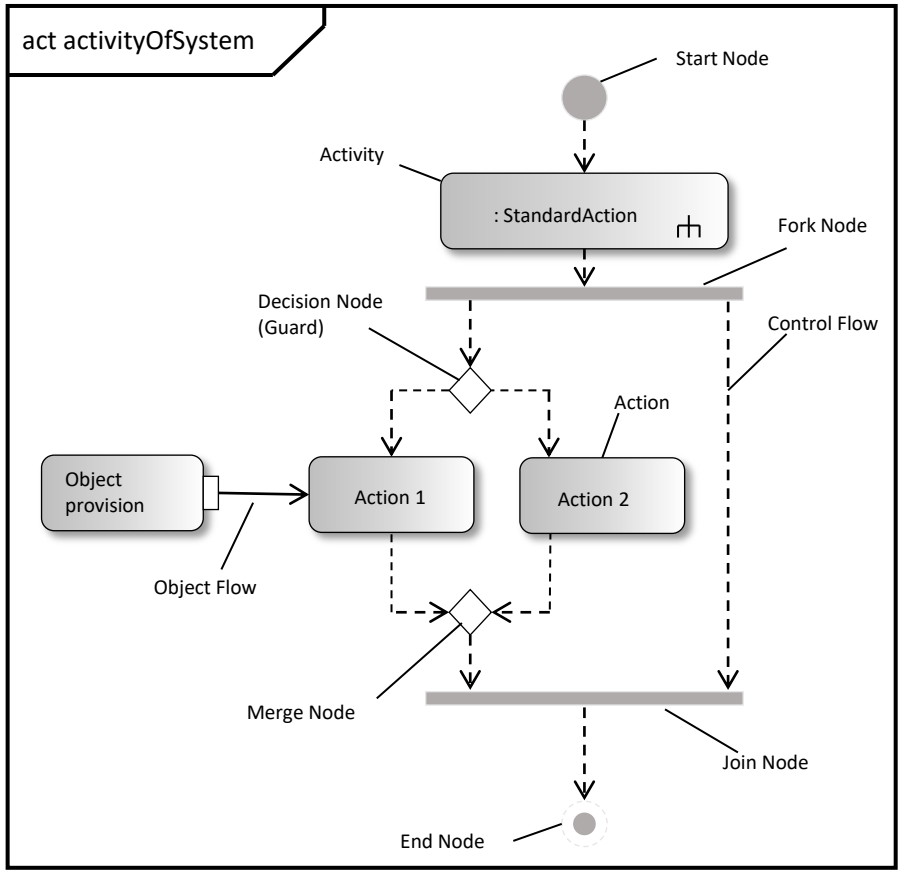
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

แผนภาพ SysML ที่จัดรูปแบบเป็นฐานสำหรับการสร้างกรณีทดสอบ

การจัดโครงสร้าง – แผนภาพพฤติกรรม | แผนผังกิจกรรม

- ใช้เพื่ออธิบายการไหลของการควบคุม อินพุต และเอาต์พุต
- การควบคุมการไหล (ลูกศรประ) แสดงลำดับการดำเนินการ
- การไหลของวัตถุ (ลูกศรทึบ) แสดงการไหลของวัตถุ (เช่น ข้อมูล วัสดุ...)



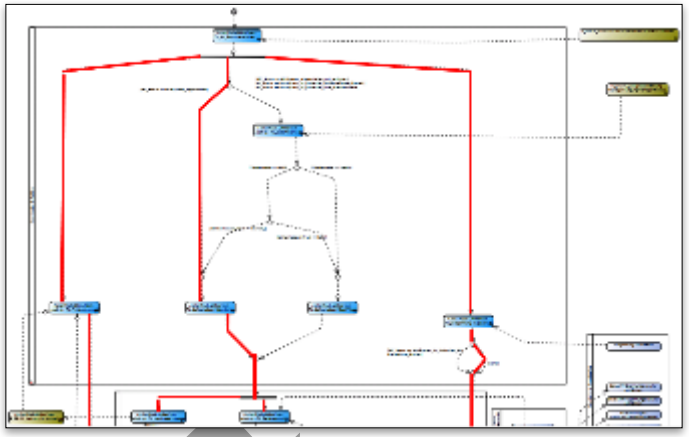
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

ผลการสกัดกรณีทดสอบอัตโนมัติ

การลดความพยายามอย่างมีนัยสำคัญต่อกรณีทดสอบ

ข้อกำหนดการทดสอบเชิงลึก



Action	Expected Value
Precondition	
Produce: HV_Status	HVSystem_im_Notbetrieb_HVBatterieloser_Betrieb
Produce: Werksmodus	aktiv
Produce: Sollbetriebsart_Werk	Buck
Produce: Sollspannung	Sollspannung_BatterieloserBetrieb
Action	
Status: Sollbetriebsart	Buck
Status: Leistungspotential_NVSpannungswandler	ermittelt
Status: Fehlerstatus	aktiv
Status: Fehlerstatus_NVSpannungswandler	aktiv
Status: Status_NV_Spannungswandler	Standby

ผลของโปรเจค

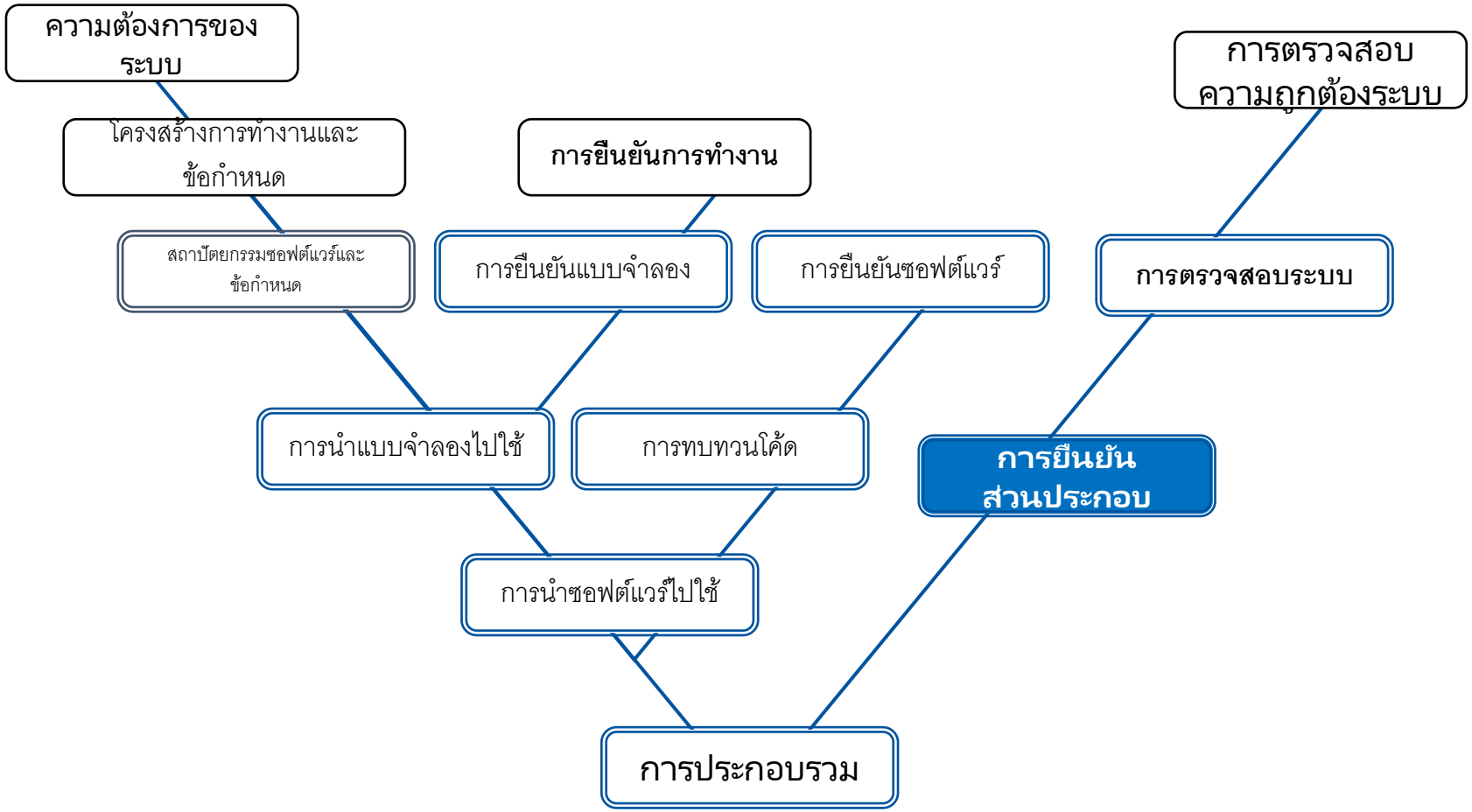
- ไม่จำเป็นต้องมีแบบจำลองการทดสอบแยกต่างหาก
- ตรวจสอบย้อนกลับได้อย่างสมบูรณ์สำหรับการวินิจฉัยและการทดสอบความปลอดภัย
- ความพยายามแบบแมนนวลถูกแทนที่ด้วยระบบอัตโนมัติ
- **ประโยชน์:**
  - ลดความพยายามด้วยการเลือกการทดสอบที่ถูกต้อง

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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

สามารถตรวจสอบส่วนประกอบได้อย่างไร?

V-MODEL ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดล



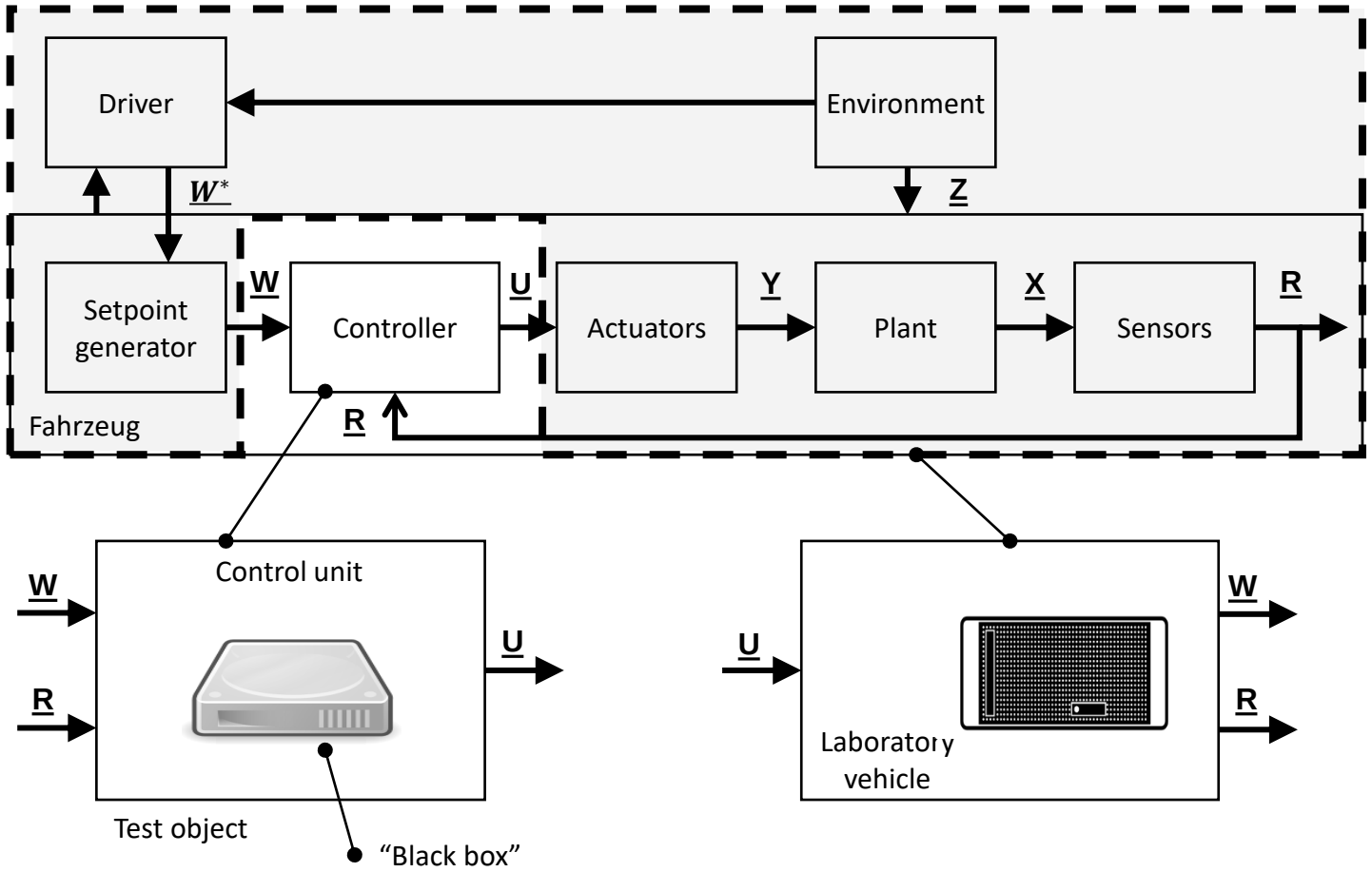
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วย HIL

การทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วน:

- sensors/actuators,
- control devices,
- driver,
- track,
- environment

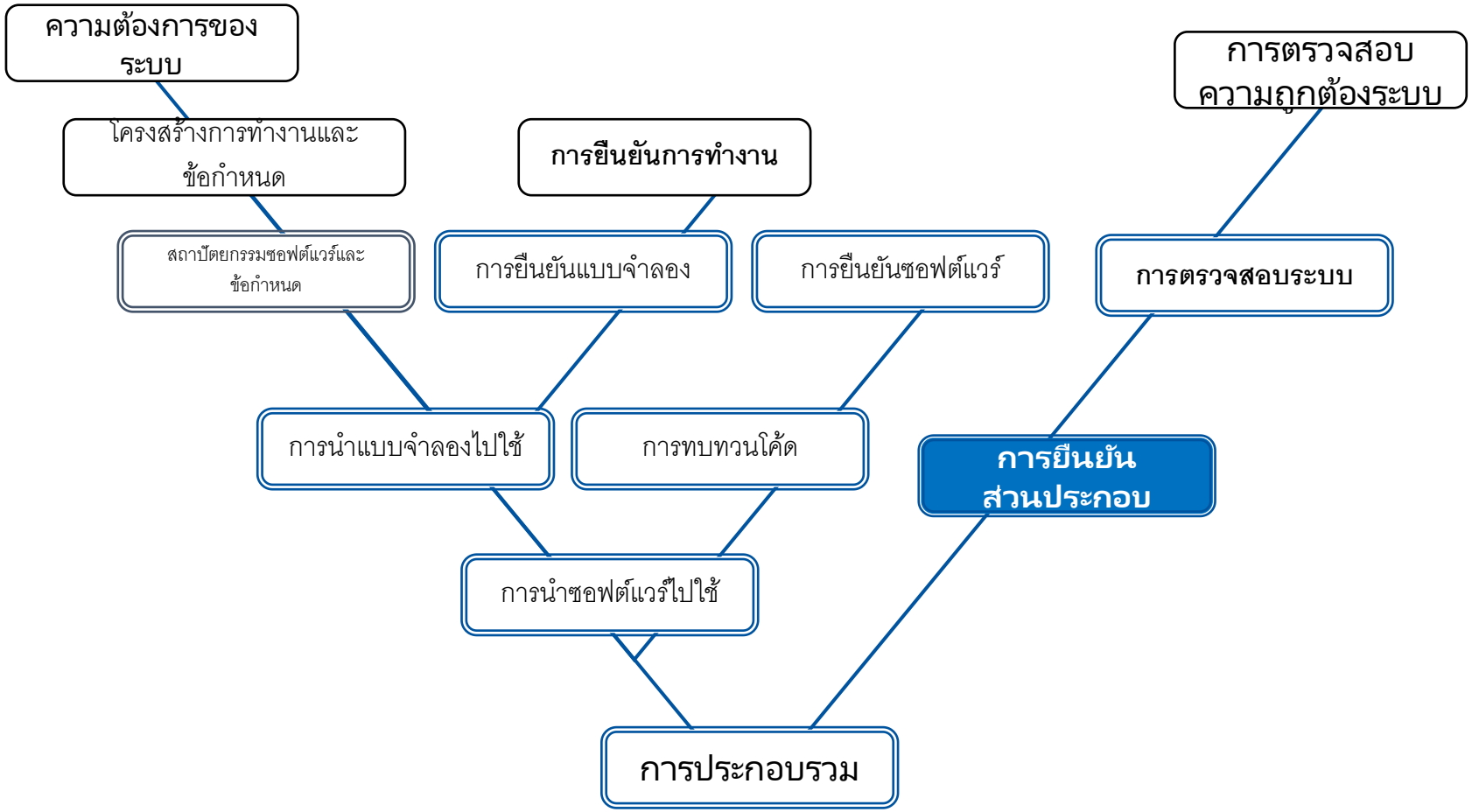


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture "Software for Combustion Engines", RWTH Aachen University, 2019 [3]; Schäuffele and T. Zurawka, "Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen", Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage, 2010 [7]

สามารถตรวจสอบส่วนประกอบได้อย่างไร?

V-MODEL ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดล

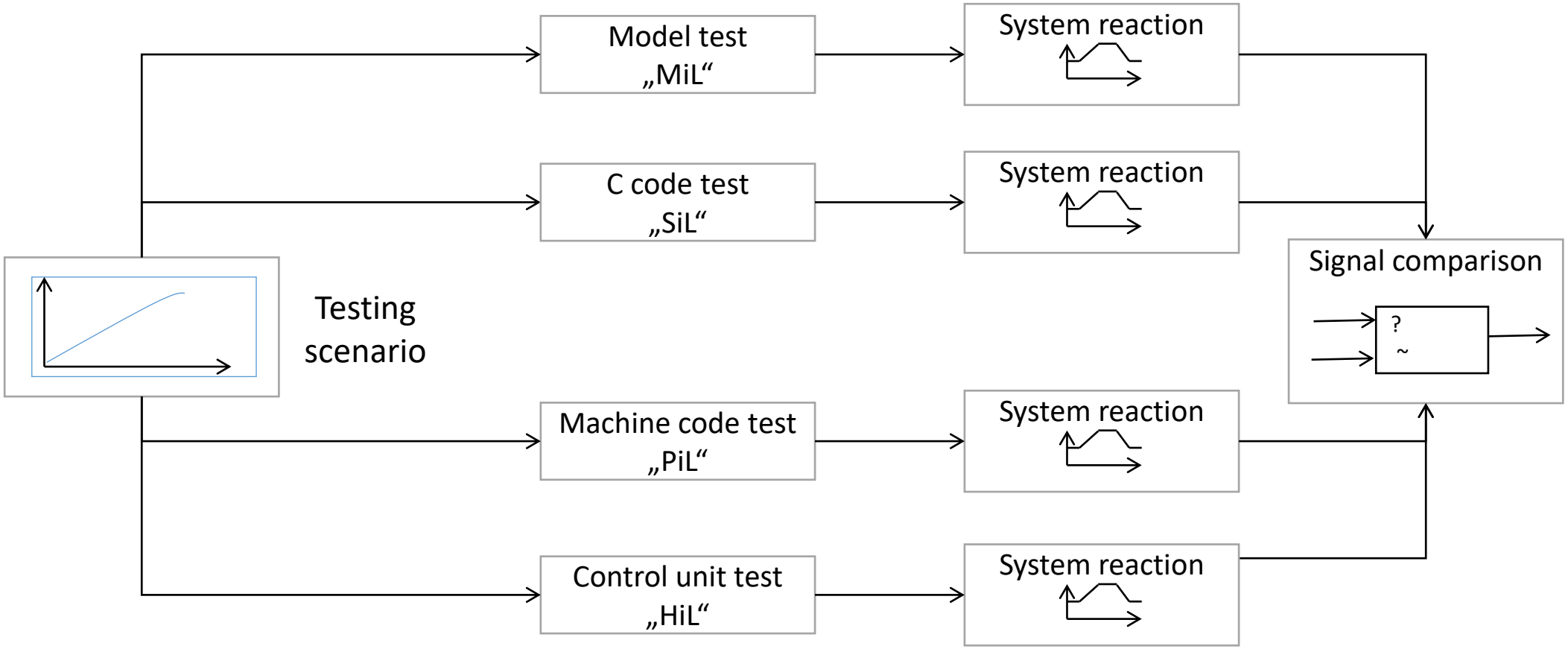


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

แนวคิดของการทดสอบแบบย้อนกลับ คืออะไร?

การจำแนกประเภท



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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3];
S. Sadeghipour, “Testautomatisierung: Ein akademisches Thema?”, SPES, 2010 [8]

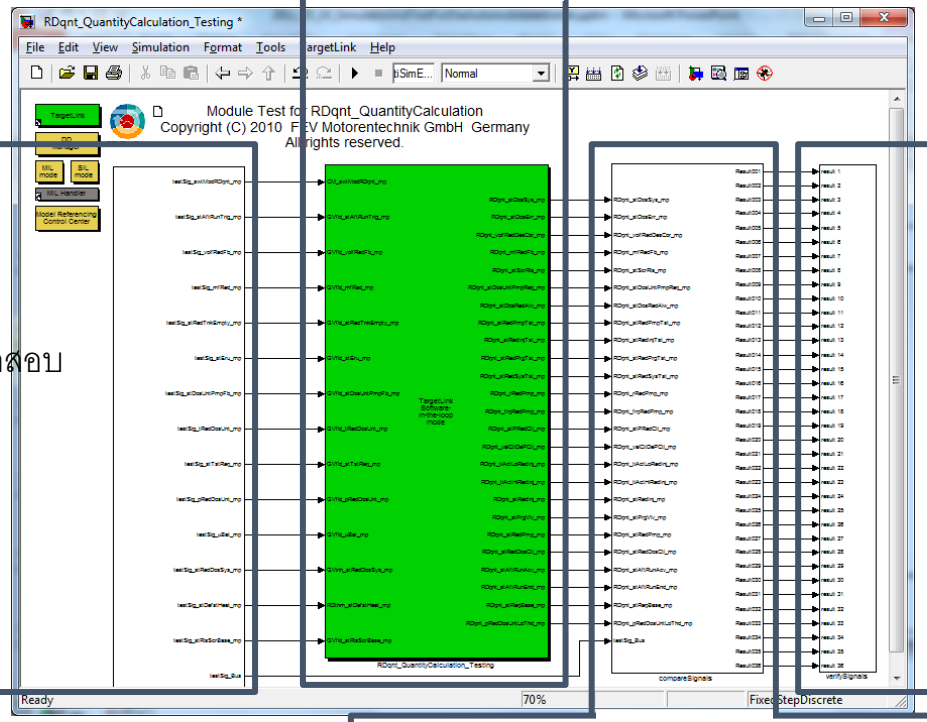
ตัวอย่างการทดสอบแบบย้อนกลับ

การจัดการทดสอบและดำเนินการผ่านอินเทอร์เฟซ MATLAB/SIMULINK

การเชื่อมต่อไปยังหน่วยซอฟต์แวร์

การทดสอบโปรแกรม-
คอมพิวเตอร์ด้วยสัญญาณทดสอบ

ข้อมูลจำเพาะของ
เอาท์พุตที่ต้องการ



การทดสอบโปรแกรม-
คอมพิวเตอร์ด้วยสัญญาณทดสอบ

ข้อมูลจำเพาะของ
เอาท์พุตที่ต้องการ

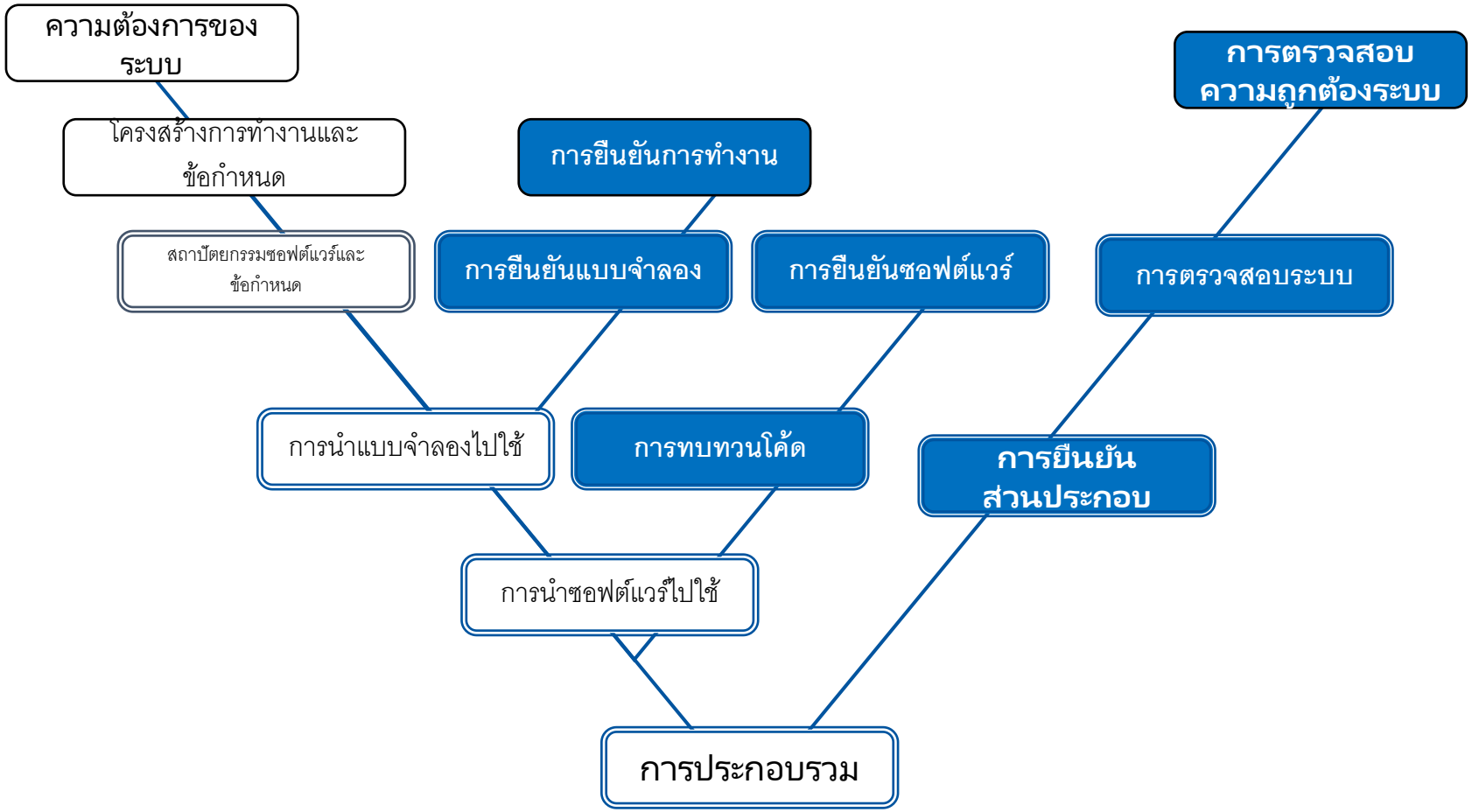
การบันทึกผลการทดสอบ,
การตรวจสอบเอาท์พุต

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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]

แนวโน้มในอนาคตที่จะลดความพยายามในการทดสอบคืออะไร?

V-MODEL ในวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ขับเคลื่อนด้วยโมเดล



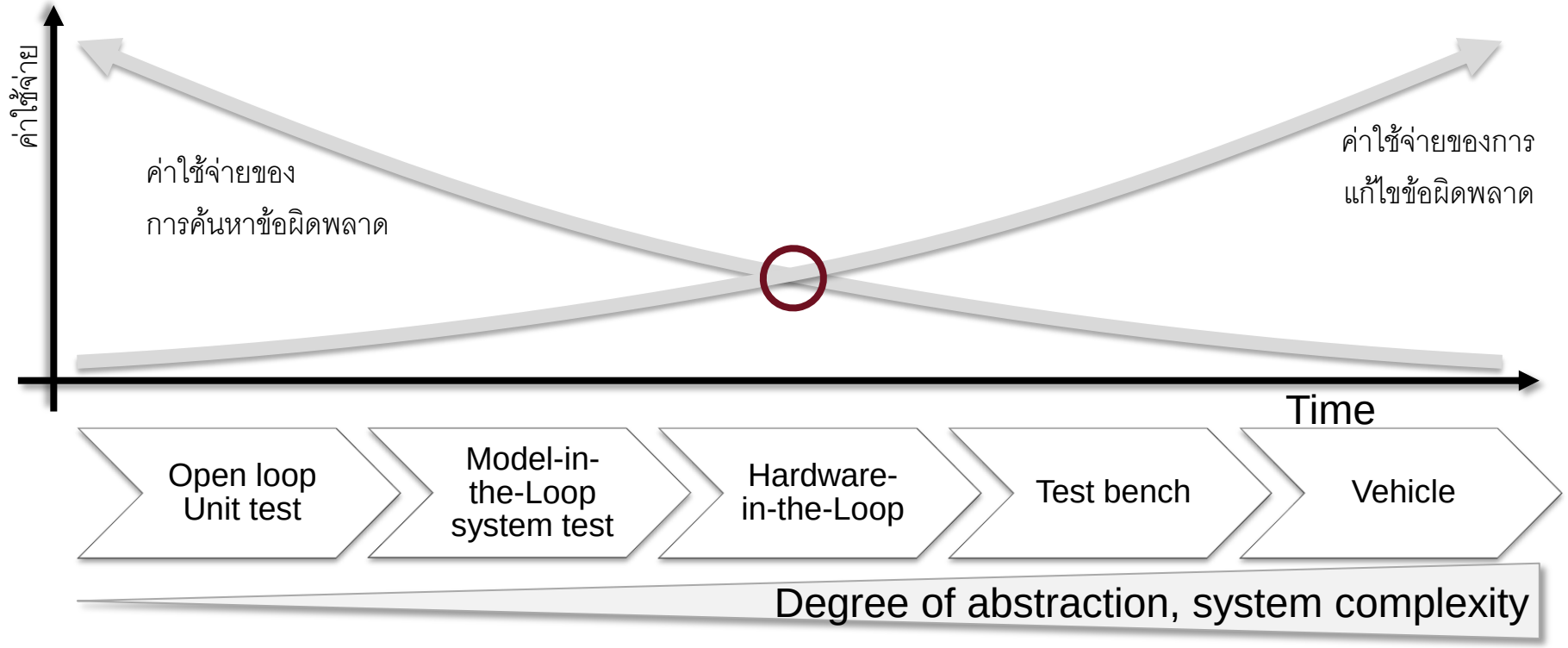
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: FEV Europe GmbH

การแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนกำหนดจะมีประสิทธิภาพผ่านการจำลองเสมือน

การเพิ่มประสิทธิภาพของการทดสอบฟังก์ชันใน ACOSAR, MODELISAR และ HIFI-ELEMENTS

สมดุลระหว่างต้นทุนของการจำลองเสมือนและประโยชน์ของการตรวจจับข้อผิดพลาดตั้งแต่เนิ่นๆ: การแลกเปลี่ยนร่วมสมัยโดยทั่วไป



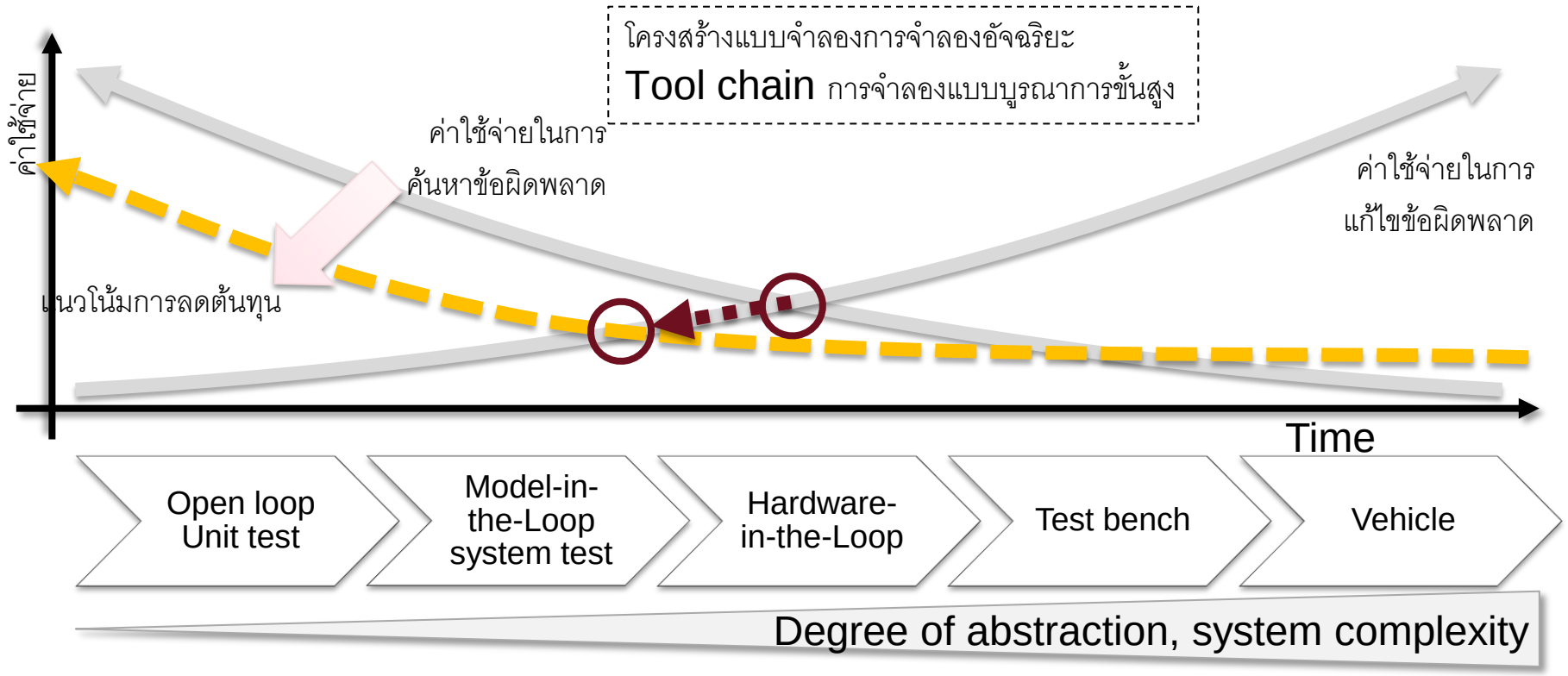
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Source: P. Sternberg, J. Richenhagen, Dr. A. Schloßer, FEV GmbH, “The Challenge of early functional software tests”, 6. VDI/VDE Fachtagung AUTOREG 2013 [9]

การแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนกำหนดจะมีประสิทธิภาพผ่านการจำลองเสมือน

การเพิ่มประสิทธิภาพของการทดสอบฟังก์ชันใน ACOSAR, MODELISAR และ HIFI-ELEMENTS

สมดุลระหว่างต้นทุนของการจำลองเสมือนและประโยชน์ของการตรวจจับข้อผิดพลาดตั้งแต่เนิ่นๆ: การแลกเปลี่ยนร่วมสมัยโดยทั่วไป

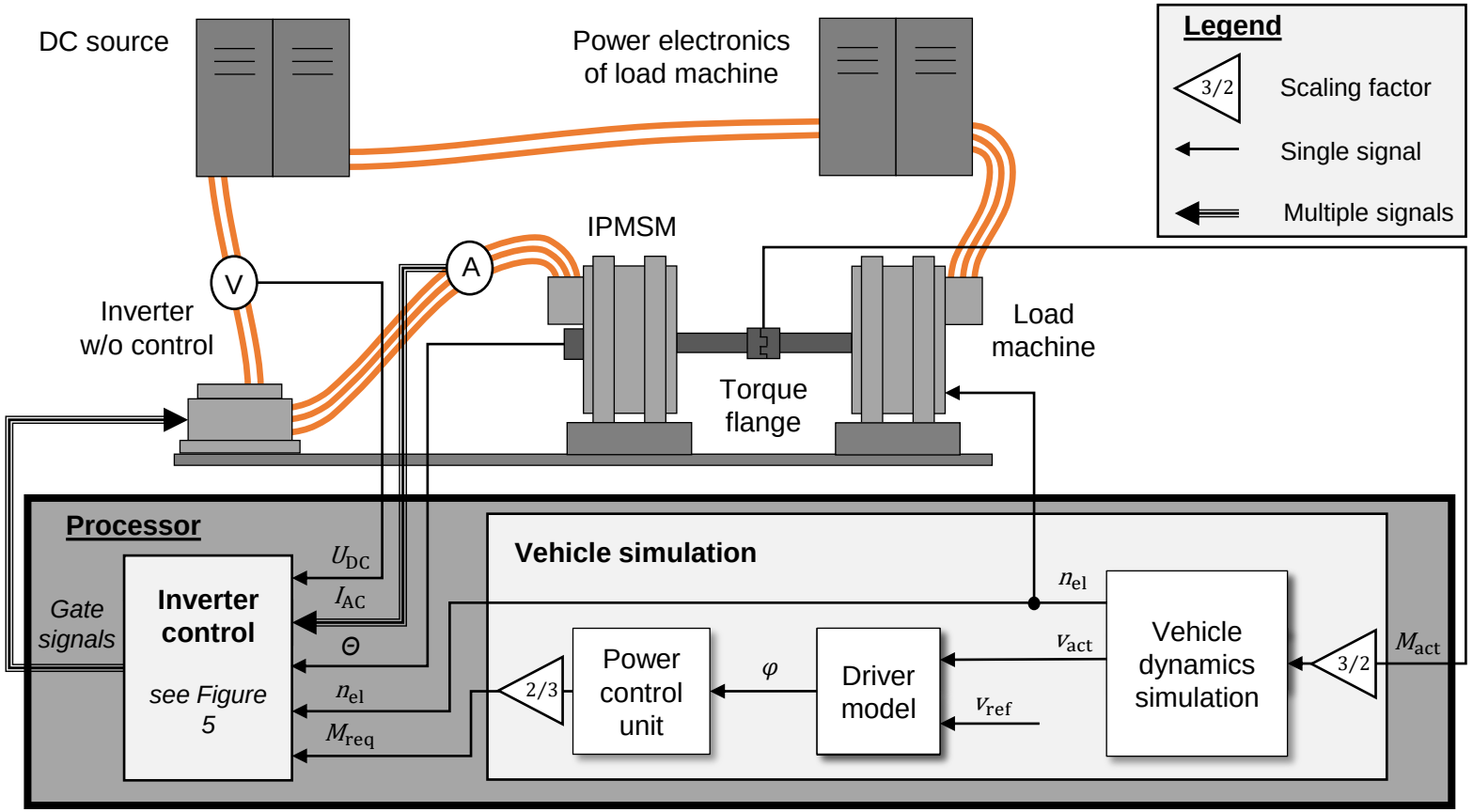


Source: P. Sternberg, J. Richenhagen, Dr. A. Schloßer, FEV GmbH, “The Challenge of early functional software tests”, 6. VDI/VDE Fachtagung AUTOREG 2013 [9]

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

การจำลองเสมือนโดย E-Motor-in-the-Loop

การตั้งค่าฮาร์ดแวร์ของม้านั่งทดสอบ E-MOTOR-IN-THE-LOOP



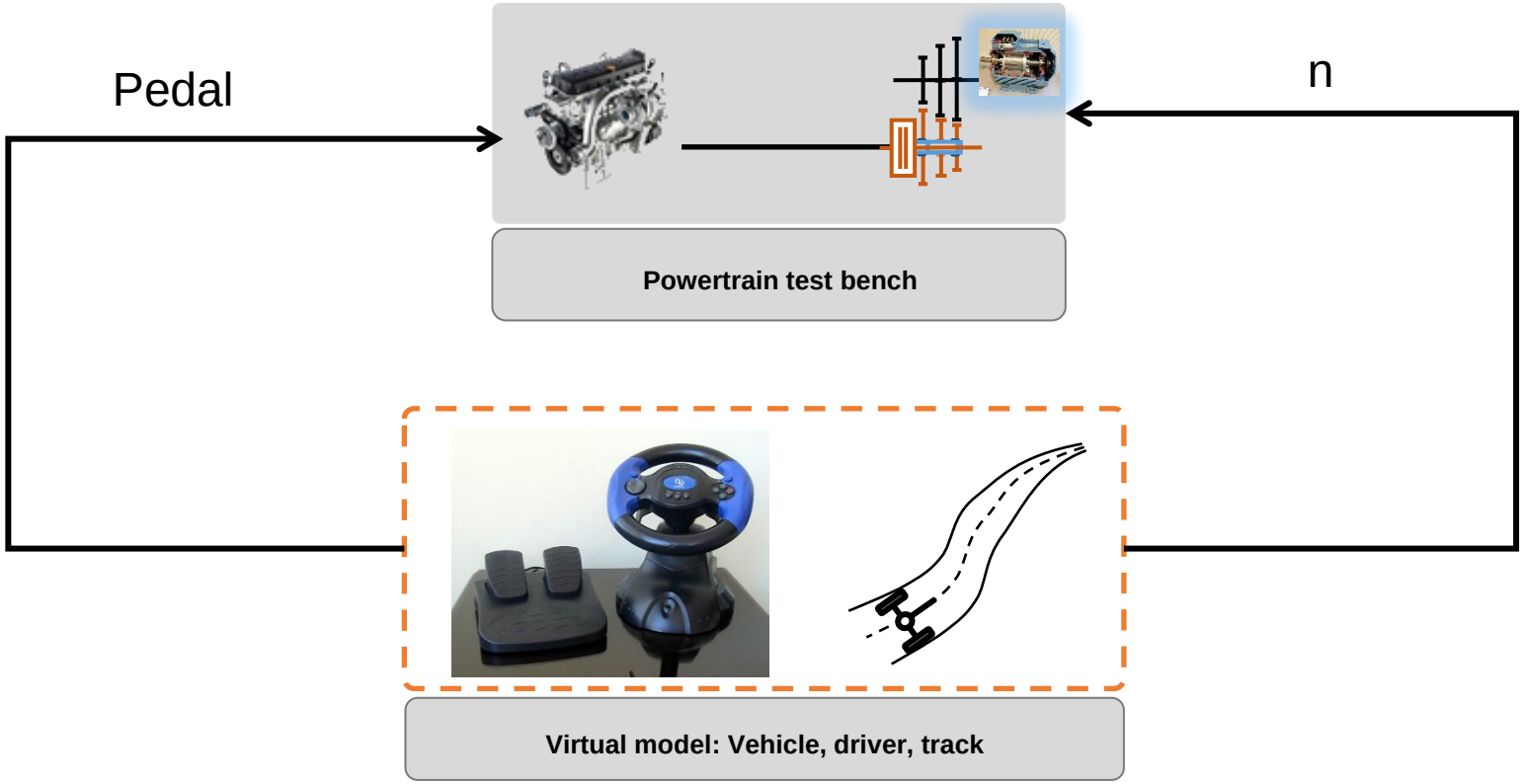
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: Etzold, K., Kürten, C., Thul, A., Müller, L. et al., "Efficient Power Electronic Inverter Control Developed in an Automotive Hardware-in-the-Loop Setup," SAE Technical Paper 2019-01-0601, 2019 [10]

การทำงานของชุดควบคุมในสภาพแวดล้อมของเตียงทดสอบเสมือนจริง

อนาคต: การจำลองเส้นทาง คนขับ และสิ่งแวดล้อมเต็มรูปแบบ

- การทดสอบระบบโดยการรวมระบบย่อย
- จำเป็นต้องตั้งค่าใหม่ เช่น ใช้ความพยายามสูงและมีราคาแพง
- เป็นไปได้เฉพาะในช่วงท้ายของโครงการเท่านั้น เนื่องจากส่วนประกอบระบบส่งกำลังทั้งหมดจำเป็นต้องพร้อมใช้งานจริง



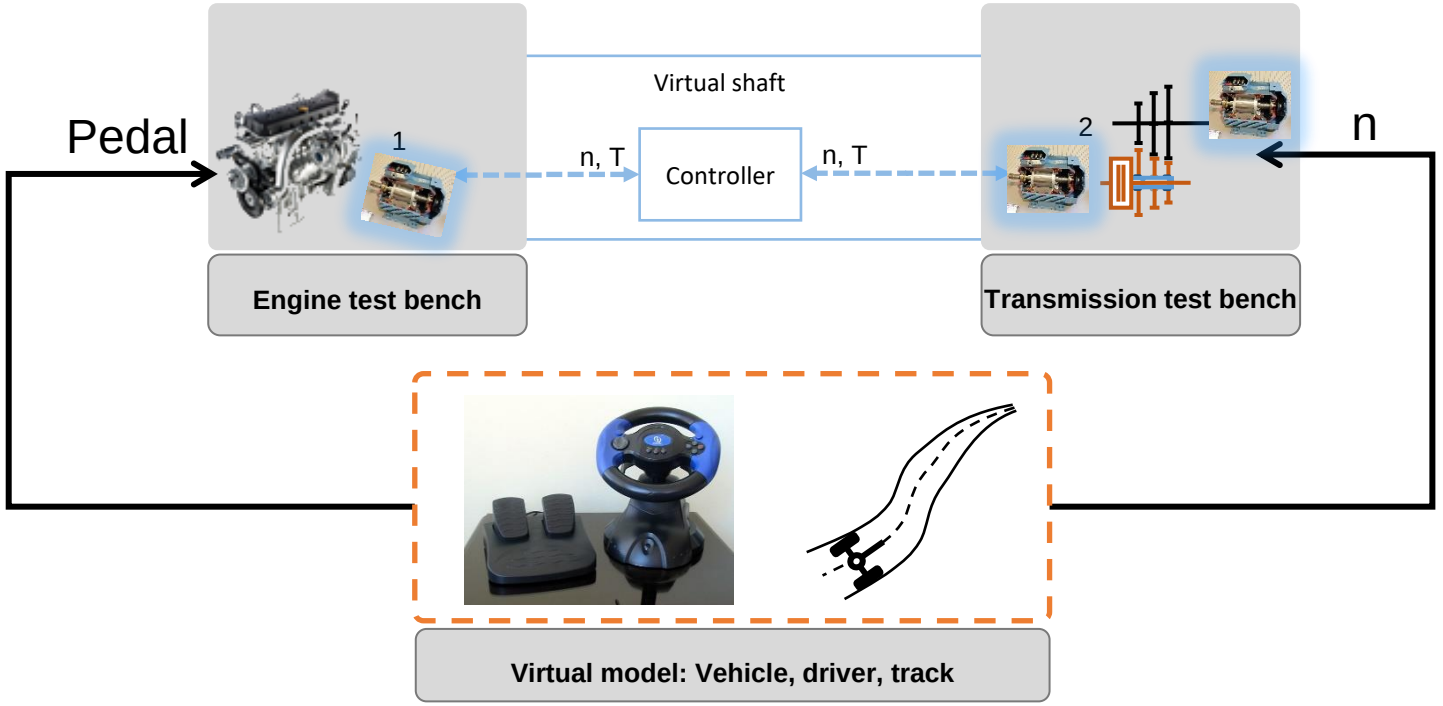
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]
Image: Martin Iturbide (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InterAct_V-Thunder_Racing_Wheel_for_GameCube.JPG), „InterAct V-Thunder Racing Wheel for GameCube“, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode

การทำงานของชุดควบคุมในสภาพแวดล้อมของเตียงทดสอบเสมือนจริง

อนาคต: การจำลองเต็มรูปแบบของระบบ ไดรเวอร์ และสภาพแวดล้อม "VIRTUAL SHAFT"

- เงื่อนไขการจับคู่ที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมต่อเพลาในอุดมคติ
  → $n_1 = n_2, T_1 = T_2$
- ตัวควบคุมวงปิดสำหรับจำนวนรอบและแรงบิด
- เพลาเสมือนช่วยให้สามารถทดสอบระบบส่งกำลังในช่วงเริ่มต้นของโครงการ



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

Source: J. Richenhagen, Lecture “Software for Combustion Engines”, RWTH Aachen University, 2019 [3]
Image: Martin Iturbide (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:InterAct_V-Thunder_Racing_Wheel_for_GameCube.JPG), „InterAct V-Thunder Racing Wheel for GameCube“, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode

กำหนดการ

- แรงจูงใจ
- คำศัพท์
- แนวทางสำหรับการประเมินและทดสอบซอฟต์แวร์
- การจัดการการทดสอบ
- เอกสารอ้างอิง

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

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- **มีความรู้เกี่ยวกับความต้องการการวางตารางทดสอบ**
  - ทำไมเราต้องมีตารางการทดสอบและกลยุทธ์การทดสอบ?
  - แนวทางและมาตรฐานสำหรับสิ่งนี้คืออะไร?

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

การจัดการการทดสอบมีความเกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าครอบคลุมการทดสอบในราคาที่ยอมรับได้

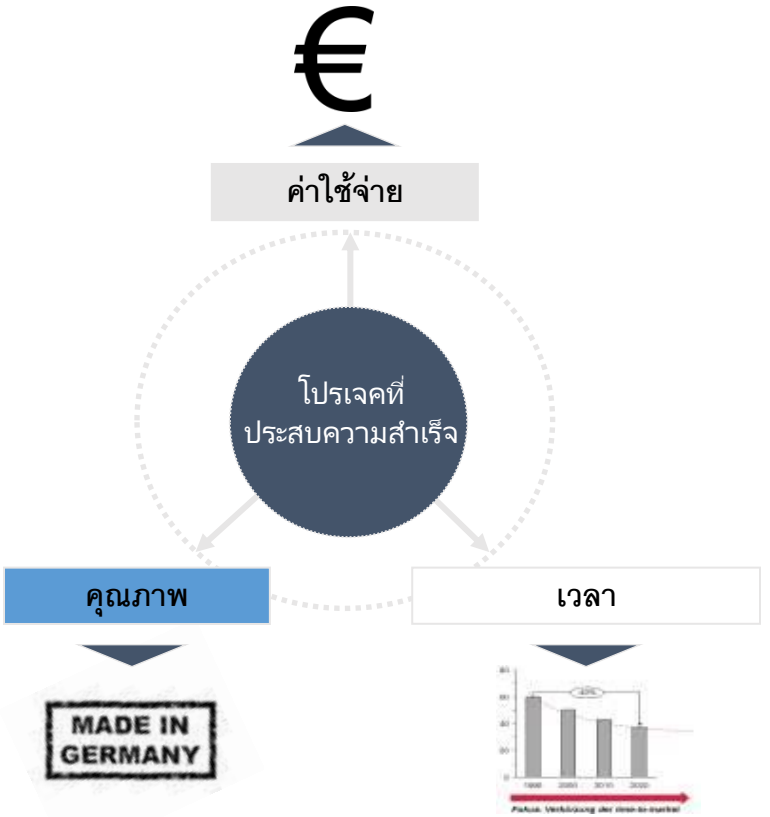
การจัดการการทดสอบยานยนต์ - แรงจูงใจและความท้าทาย

- ความสำคัญของการตรวจสอบและยืนยันซอฟต์แวร์
  - ISO 25010: การประกันคุณภาพสินค้า
  - ISO 26262: ความปลอดภัยเชิงฟังก์ชัน
    → ข้อห้ามตามกฎหมาย

- แต่: แหล่งทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัด
  - การควบคุมงบประมาณ, เวลา, กำลังคน
  - รูปแบบคลาสสิค “squeeze” ในการทดสอบ

➢ การทดสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนมักไม่สามารถทำได้

➢ การทดสอบเชิงกลยุทธ์และชาญฉลาดบนพื้นฐานของกระบวนการที่กำหนดที่จำเป็น



Source: FEV Consulting / C. Kugler, V&V Management, FEV Europe GmbH

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

กลยุทธ์การทดสอบคืออะไร?

ตามที่กำหนดโดยคณะกรรมการคุณสมบัติการทดสอบซอฟต์แวร์ระหว่างประเทศ (ISTQB)

นิยาม

- "กลยุทธ์การทดสอบอธิบาย**วิธีการทดสอบทั่วไป**ขององค์กร.
- ได้แก่
  - วิธีที่ใช้ในการทดสอบ **จัดการความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์และโครงการ,**
  - **การแบ่งการทดสอบออกเป็นระดับ,** และ
  - **กิจกรรมระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ**"

ความต้องการ

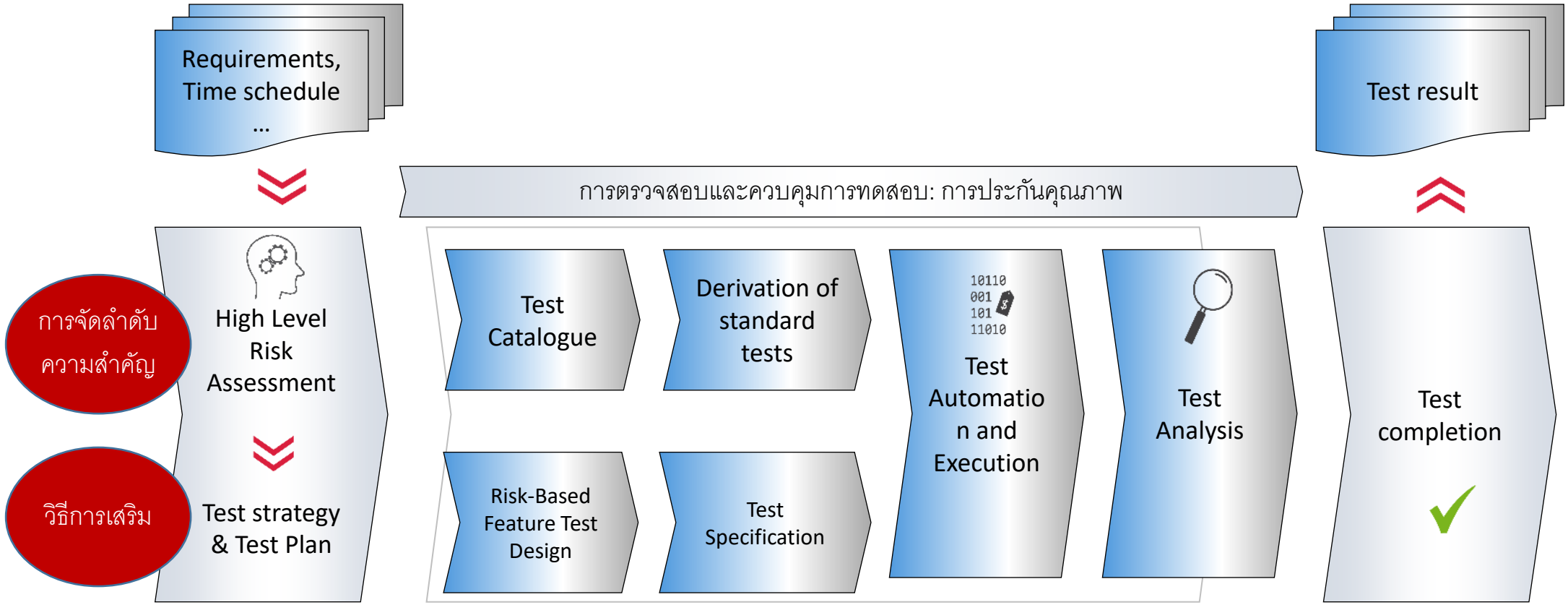
- **ความยืดหยุ่น:** "องค์กรเดียวกันอาจมีกลยุทธ์ที่แตกต่างกันสำหรับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน ระดับความเสี่ยงที่แตกต่างกัน หรือข้อกำหนดด้านกฎระเบียบที่แตกต่างกัน"
- **ความสม่ำเสมอ:** "กลยุทธ์การทดสอบ กระบวนการและกิจกรรมที่อธิบายไว้ในนั้น ควรสอดคล้องกับการทดสอบ **[...]** [วัตถุประสงค์] ควรจัดให้มีเกณฑ์การเข้าและออกจากการทดสอบทั่วไปสำหรับองค์กรหรือสำหรับหนึ่งโปรแกรมขึ้นไป"

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

Source: ISTQB, "Certified Tester - Advanced Level Syllabus Test Manager", Version 2012 [11]

กระบวนการรับรองคุณภาพของซอฟต์แวร์ในแต่ละขั้นตอนการพัฒนา

การจัดการการทดสอบ - ส่วนประกอบสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์



Source: FEST Services / FEV Europe GmbH

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

สรุป

- การตรวจสอบและประเมินผล
  - การวิเคราะห์มีความสำคัญในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนา
  - ยิ่งตรวจพบข้อผิดพลาด ต้นทุนก็ยิ่งสูงขึ้น
  - คุณภาพไม่ใช่แนวคิดที่สัมบูรณ์ แต่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดที่กำหนดไว้
  - การตรวจสอบความถูกต้อง: เรากำลังทำสิ่งที่ถูกต้องหรือไม่? การตรวจสอบ: เราดำเนินการถูกต้องหรือไม่?
  - มีแนวทางการประเมินซอฟต์แวร์ประเภทต่างๆ วิธีการจะแตกต่างกันไปตามแบบแมนนวลหรือแบบอัตโนมัติ เช่นเดียวกับการดำเนินการแบบคงที่และแบบไดนามิก
  - สามารถใช้เมตริกสำหรับการประเมินซอฟต์แวร์แบบคงที่ได้
  - ที่มาของกรณีทดสอบ → ข้อดีของการพัฒนาความต้องการตามแบบจำลอง
  - การดำเนินการทดสอบและประเมินผลโดยอัตโนมัติ (เช่น HIL การทดสอบแบบ Back-to-back)
  - แนวโน้มที่จะลดความพยายามในการตรวจสอบและยืนยัน
    - การสร้างแบบจำลอง / การจำลองเพื่อการประเมินอย่างรวดเร็วของวิธีการทดสอบที่ครอบคลุม (เช่น เพลาเสมือน) พร้อมกับมาตรฐานของอินเตอร์เฟส → เช่น. การสร้างแบบจำลอง การล่วงละเมิด องค์ประกอบHiFi
  - การตรวจสอบและการตรวจสอบความถูกต้องในระดับต่างๆ เป็นไปได้ → จำเป็นต้องเลือกที่เหมาะสม → “การจัดการการทดสอบ”

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

กำหนดการ

- แรงจูงใจ
- คำศัพท์
- แนวทางสำหรับการประเมินและทดสอบซอฟต์แวร์
- การจัดการการทดสอบ
- เอกสารอ้างอิง

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

เอกสารอ้างอิง

Parts of the material used in this presentation are property of RWTH Aachen University and FEV Europe GmbH, if not designated otherwise.
Copyright restrictions apply.

[1] S. KOWALEWSKI
Lecture: Software for Combustion Engines
RWTH Aachen University
2019

[2] MC KINSEY & COMPANY
Numetrics R&D Analytics
April 2016

[3] J. RICHENHAGEN
Lecture: Software for Combustion Engines
RWTH Aachen University
2019

[4] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
IEEE 610.12-1990
IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology
New York, 1990

[5] H. VENKITACHALAM, C. GRANRATH, G.V. BALACHANDAR, J. RICHENHAGEN
Metric-based Evaluation of Hybrid Control Software
SAE World Congress
Detroit, 2017

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

เอกสารอ้างอิง

[6] J. RICHENHAGEN
Entwicklung von Steuerungs-Software für den automobilen Antriebsstrang mit agilen Methoden
Doctoral thesis
2014

[7] SCHÄUFFELE AND T. ZURAWKA
Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen, 4th ed.
Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage
Wiesbaden, 2010

[8] S. SADEGHIPOUR
Testautomatisierung: Ein akademisches Thema?
SPES
2010

[9] P. STERNBERG, J. RICHENHAGEN, DR. A. SCHLOSSER
The Challenge of early functional software tests
FEV GmbH – 6. VDI/VDE Fachtagung AUTOREG
2013

[10] ETZOLD, K., KÜRTEN, C., THUL, A., MÜLLER, L. ET AL.
Efficient Power Electronic Inverter Control Developed in an Automotive Hardware-in-the-Loop Setup
SAE Technical Paper 2019-01-0601
2019

[11] ISTQB
Certified Tester - Advanced Level Syllabus Test Manager
2012

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

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

https://www.facebook.com/unitederasmus/

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

UNITED

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – ส่วนที่ 3

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

บทสรุป

1. ระบบอัตโนมัติในยานยนต์สมัยใหม่
2. ภาพรวมของ ADAS และเทคนิคการขับขี่อัตโนมัติ
3. ความก้าวหน้าในการตรวจวัดสภาพแวดล้อม
4. ภาพรวมของเทคนิคการควบคุมสำหรับ ADAS (FL, MPC, AI)
5. ตัวอย่างเทคนิค ADAS
6. การเชื่อมต่อทาง IT
7. ระบบประจุสำหรับรถไฟฟ้า

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

ข้อกำหนดสำหรับการออกแบบรถที่ทันสมัย

การเชื่อมต่อ

สไตล์

ความปลอดภัย

ราคาไม่แพง

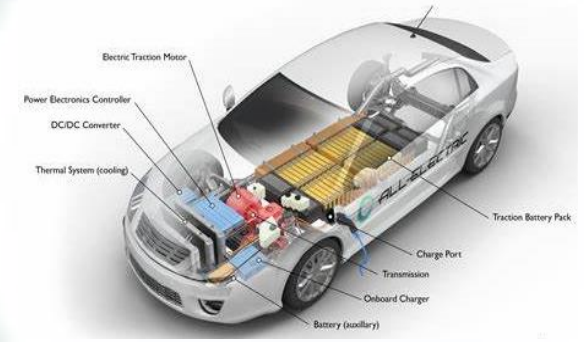
สมรรถนะ

ความยั่งยืน

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

Electrification process

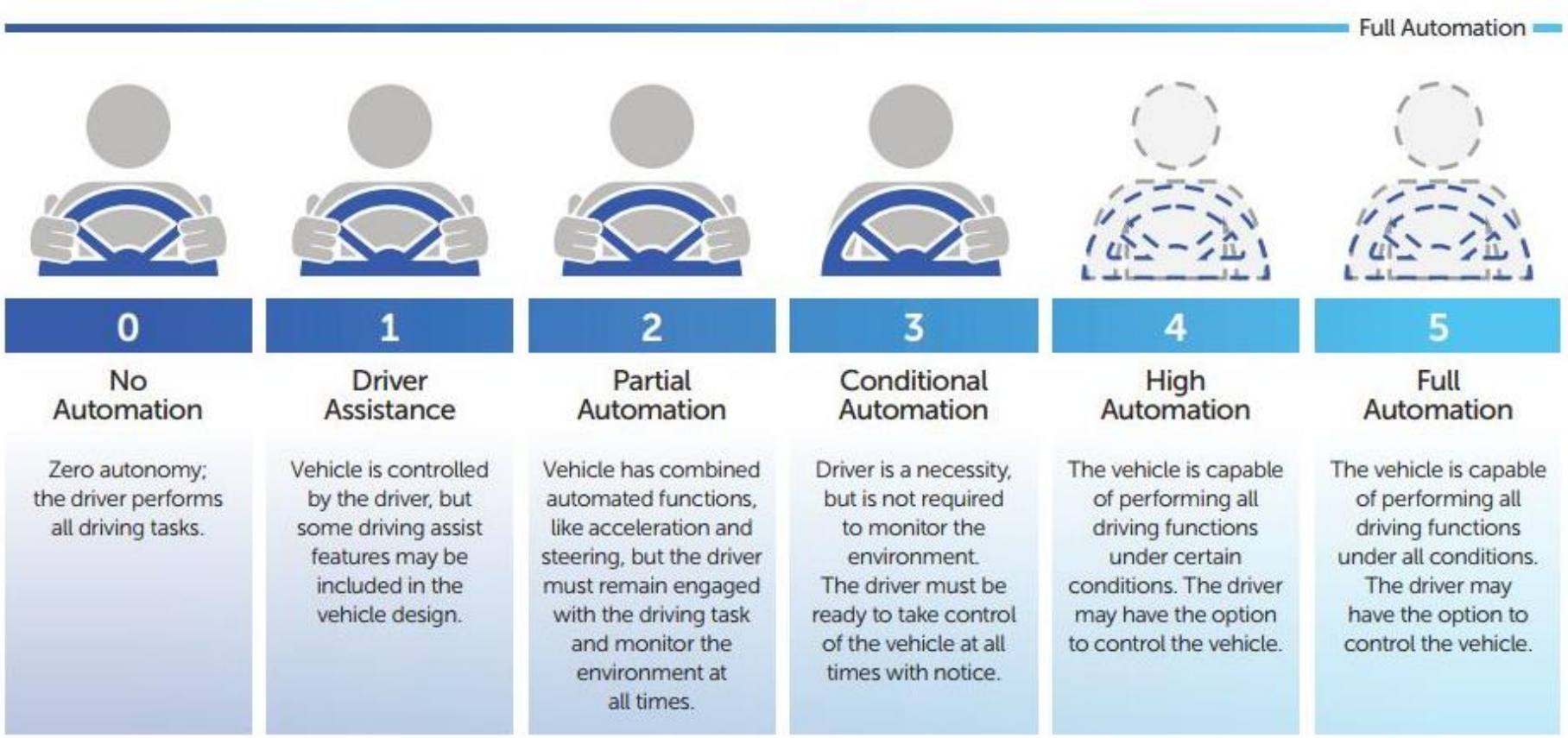
1990



2020

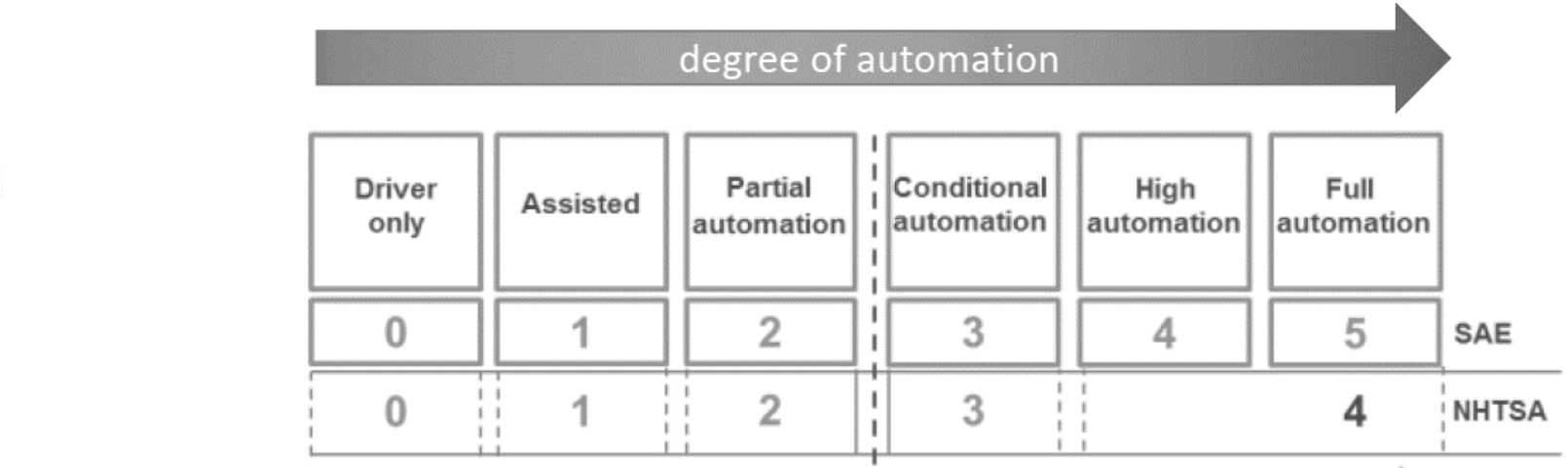
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ระดับ SAE ของการขับขี่อัตโนมัติ



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

ระดับ **SAE** ของการขับขี่อัตโนมัติ



driver in the loop	yes (required)			not required		
time to take control back	-	~ 1s		several seconds	couple of minutes	
other activities while driving	not allowed			specific	all (even sleeping)	
examples	FCW, LDW	ACC, LKA	Traffic Jam Assistant	Highway Chauffeur	Valet Parking	Robot car

FCW ... Forward Collosion Warning
LDW ... Lane Departure Warning

ACC ... Adaptive Cruise Control
LKA ... Lane Keeping Assistant

Source: SAE, NHTSA, VDA

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

ระดับ SAE ของการขับขี่อัตโนมัติ

อัตโนมัติบางส่วน – สถานะปัจจุบันของยานพาหนะบางคัน

ต้องมีการตรวจสอบรถอย่างต่อเนื่อง

เรียกคนขับให้รับผิดชอบงานขับรถได้ทุกเมื่อ

ระบบอัตโนมัติขั้นสูง – ภายในปี 2020

ไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบยานพาหนะอย่างต่อเนื่อง

ผู้ขับขี่สามารถเข้าควบคุมงานขับรถได้โดยมีระยะเวลารอคอยสินค้า

อัตโนมัติเต็มรูปแบบ – ภายใน 2025

ไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบยานพาหนะ

คนขับได้รับการยกเว้นจากหน้าที่ในการขับขี่

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

การรับรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

- ไดนามิกของยานพาหนะ (Vehicle dynamics)
- Radar
- Lidar
- กล้อง
- Sensor fusion
- เทคนิคการสัมผัสเสมือนจริง

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

การสร้างแบบจำลองโลคัลไลเซชันและสภาพแวดล้อม

- **LIDAR**

  + ระยะทางที่มีความแม่นยำสูง
  + 360° ความละเอียดในแนวราบ
  - สภาพอากาศ
  - ความละเอียดเสมือนจริงต่ำ
  - ราคาแพง

- **ภารกิจ**
  - การสร้างสภาวะ 3มิติสำหรับจุดวัดสิ่งแวดล้อม
  - การฟื้นฟูสภาพแวดล้อม 3มิติ ที่หลากหลาย
  - การแบ่งส่วนของคลาวด์จุด 3 มิติ
  - การตรวจจับและติดฉลากกรอบวัตถุ

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

การสร้างแบบจำลองโลคัลไลเซชันและสภาพแวดล้อม

- **กล้อง**

+ ราคาไม่แพง
+ มุมมองได้มากกว่า **150°** ด้านหน้า
+ ความซ้ำซ้อนของภาพสเตอริโอ
- การสร้าง 3มิติ มีข้อจำกัด
- ไม่สามารถทำมุมมอง **360°**

- **ภารกิจ**
  - การรับรู้สภาพแวดล้อม 2 มิติ
  - การสร้างสภาพแวดล้อม 2มิติ ขึ้นใหม่
  - การตรวจจับและการติดฉลากวัตถุ
  - การสร้างใหม่ 3มิติแบบมีข้อจำกัด

ทำไมถึงต้องใช้ Stereo Camera?

- ✓ ตรวจจับทั้งสองภาพ (ซ้ายและขวา)
- ✓ ใช้การตรวจจับแต่ละครั้งเพื่อเปรียบเทียบในอีกภาพหนึ่ง
- ✓ ค้นหาการติดต่อ
- ✓ คำนวณความไม่เท่าเทียมกัน
- ✓ คำนวณระยะทางของวัตถุจากความแตกแยก

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

Localization and environment modeling

- **GPS**

+ ระบบที่แข็งแกร่งทั่วโลกตรวจสอบแล้ว

- ความแม่นยำของเซนติเมตร = ราคาสูงกว่า

- **ภารกิจ**
  - การวางตำแหน่งที่แข็งแกร่ง
  - ติดตามยานพาหนะ
  - การวางแผนเส้นทาง

- **IMU**

+ 9 DOF การวัด (ตำแหน่งและทิศทาง)
+ บูรณาการกับ GPS และ LIDAR
+ ราคาไม่แพง

- **ภารกิจ**
  - การวางตำแหน่งที่แข็งแกร่ง
  - ติดตามยานพาหนะ
  - การผสานรวมกับ LIDAR และการวัดของกล้อง

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

- **Radar**

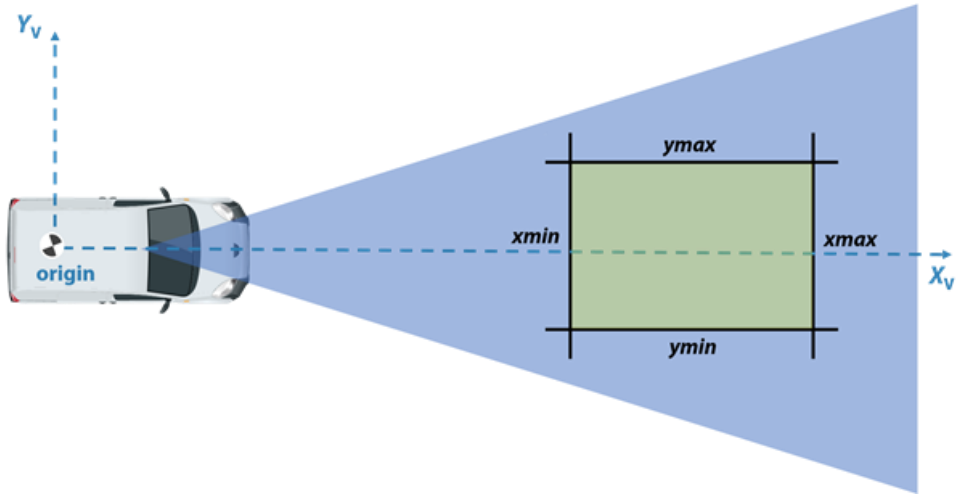
Radio detection and ranging
Origin: military from WW2
Adopted in automotive from 1998 for
collision warning
adaptive cruise control
automatic emergency brake
lane change assistance
park assistance
Blind spot assistance

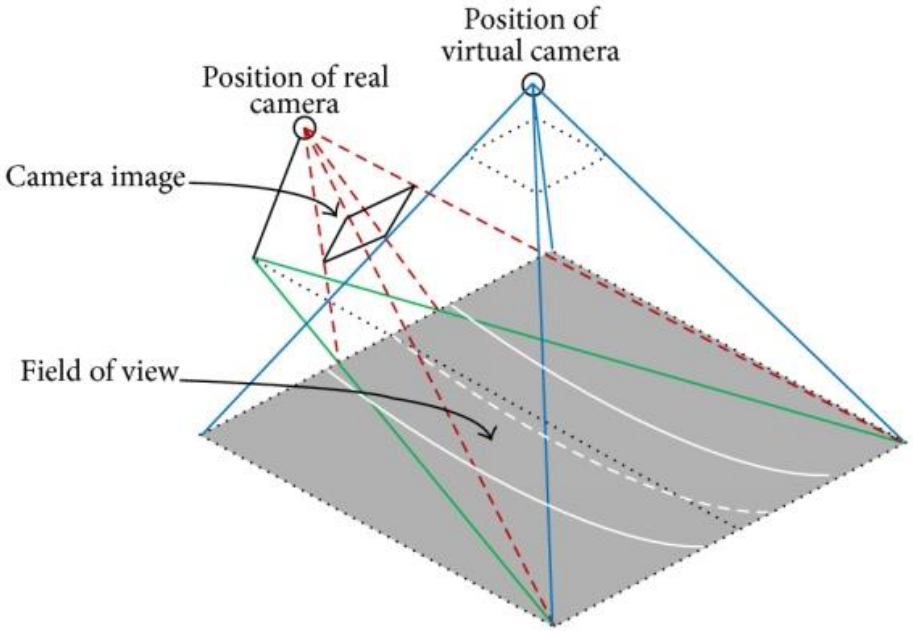
Commercial models:
…

+ Long range
+ Independent on the weather conditions
- The need of long-, mid- and short-range devices means higher price for each instrumented vehicle

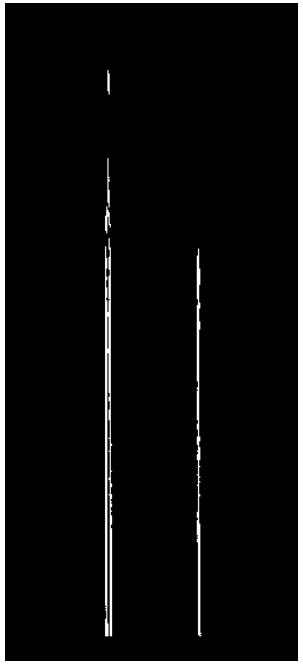
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

งานพื้นฐาน – การตรวจจับเลน





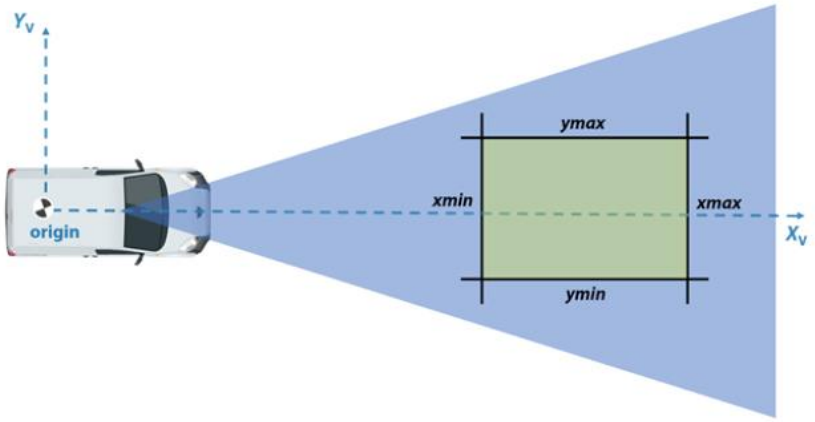
(b)



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

งานพื้นฐาน – การตรวจจับเลน

กล้องติดบนรถ

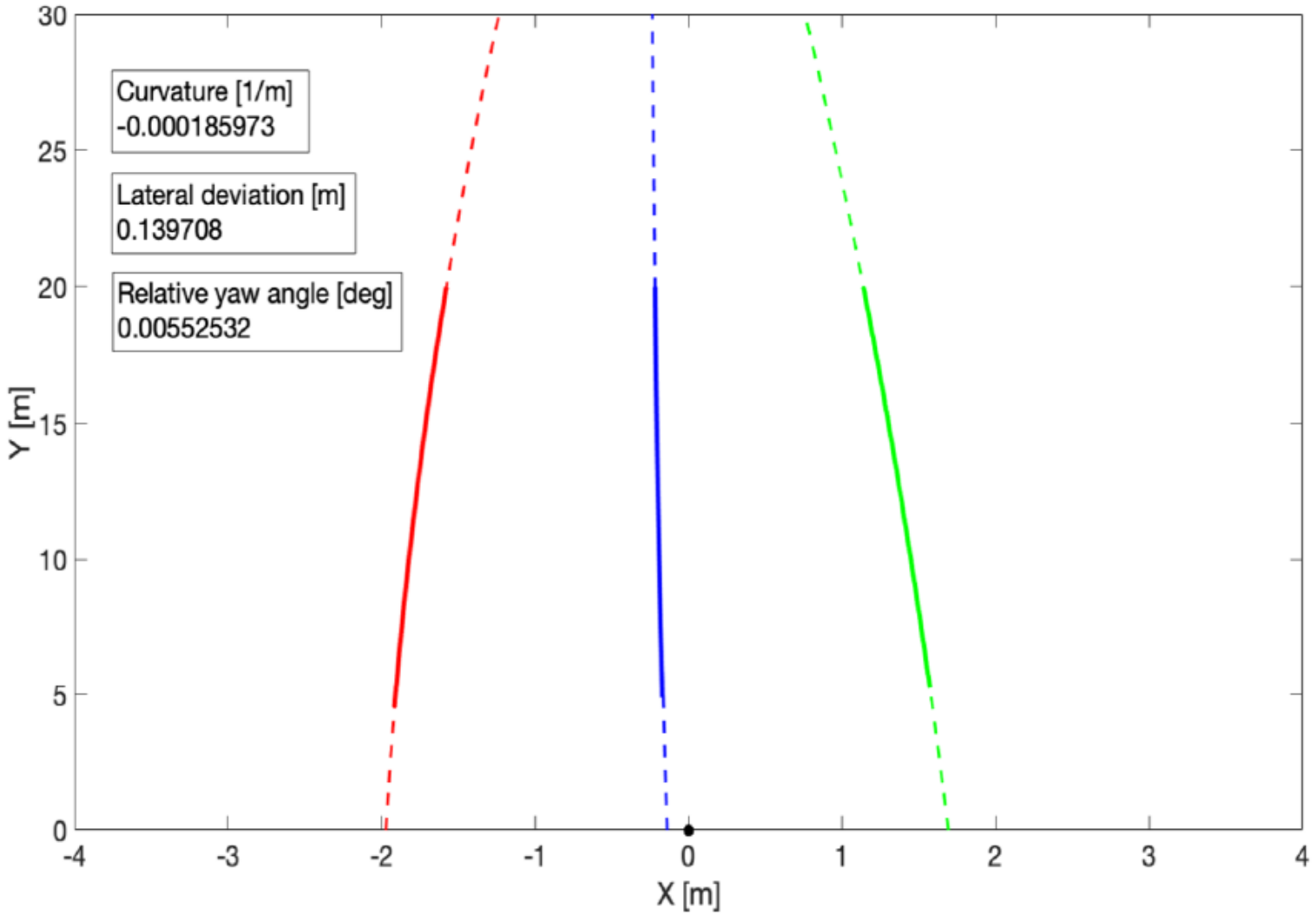


มุมมองนก

การตรวจจับเลนรถ

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

การตรวจจับเลนรถ



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

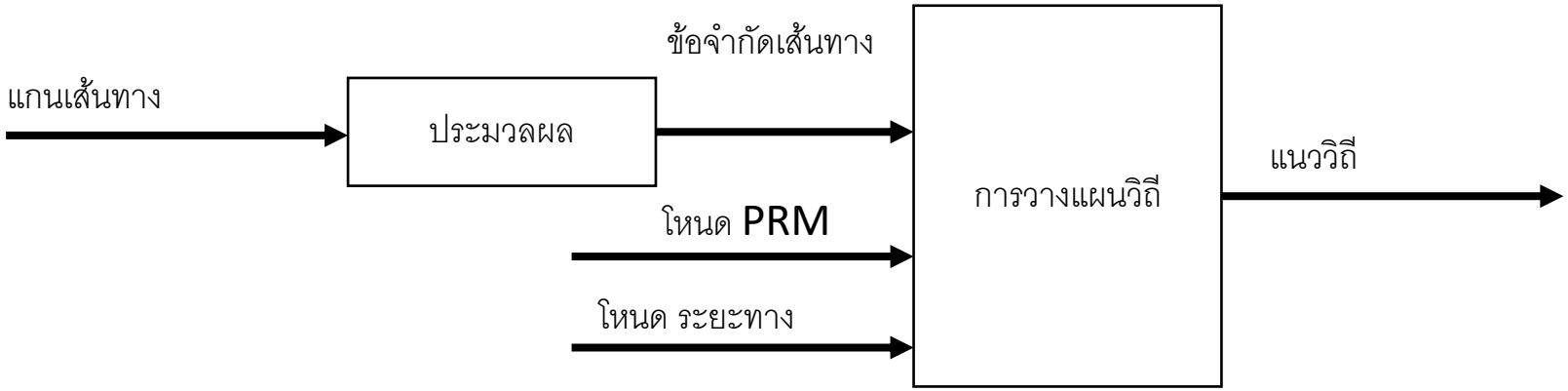
เทคนิคด้าน AI

ภารกิจความสัมพันธ์แบบถดถอย

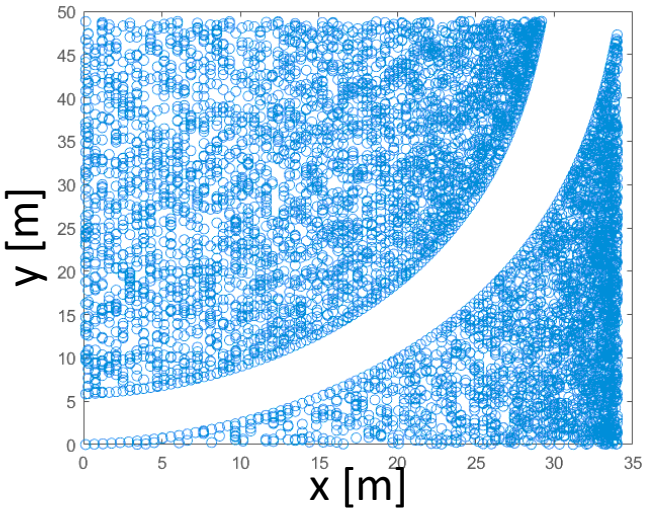
ภารกิจการจำแนกประเภท

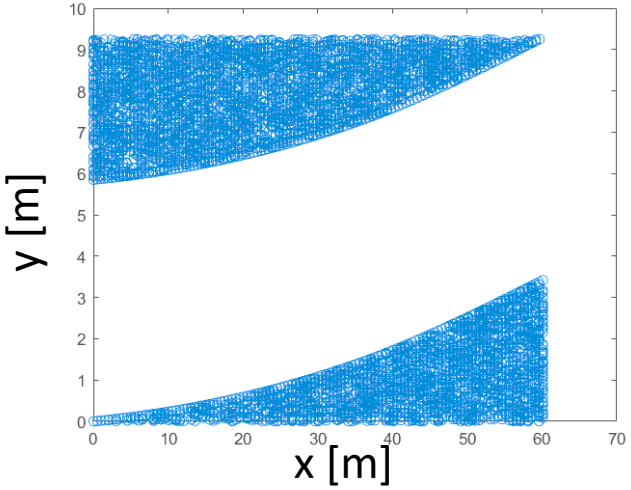
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

❑ รูปแบบ **Probabilistic Roadmap Algorithms (PRA)**



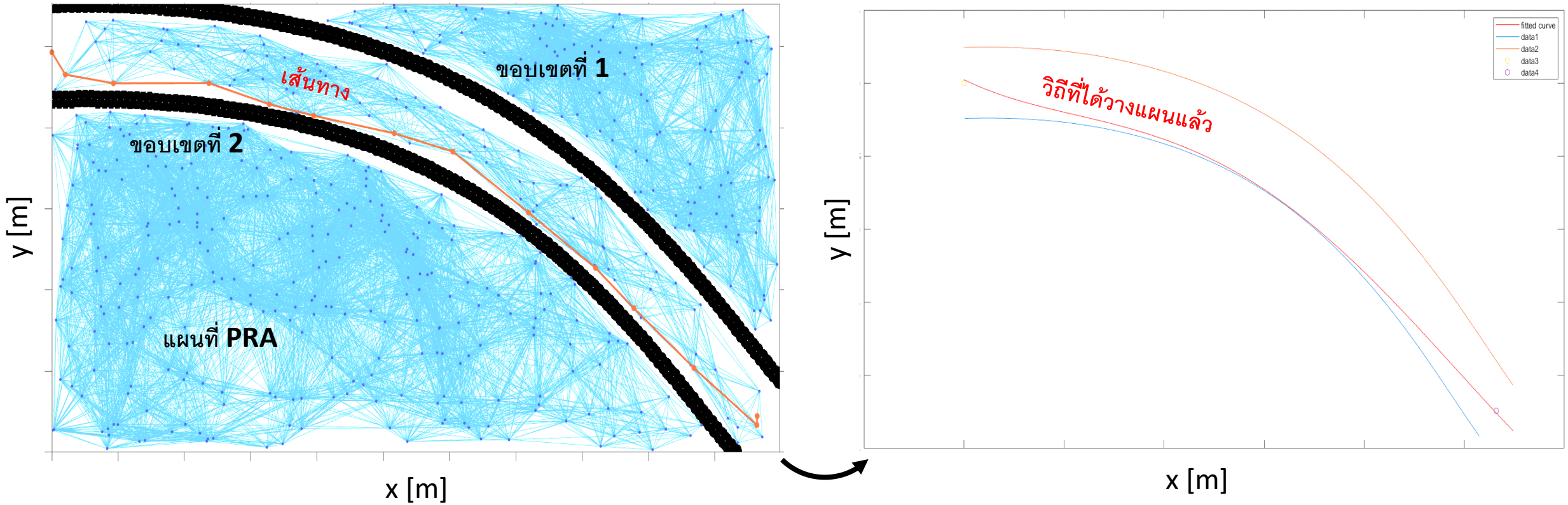
❑ แผนพี่ (ตัวอย่าง):





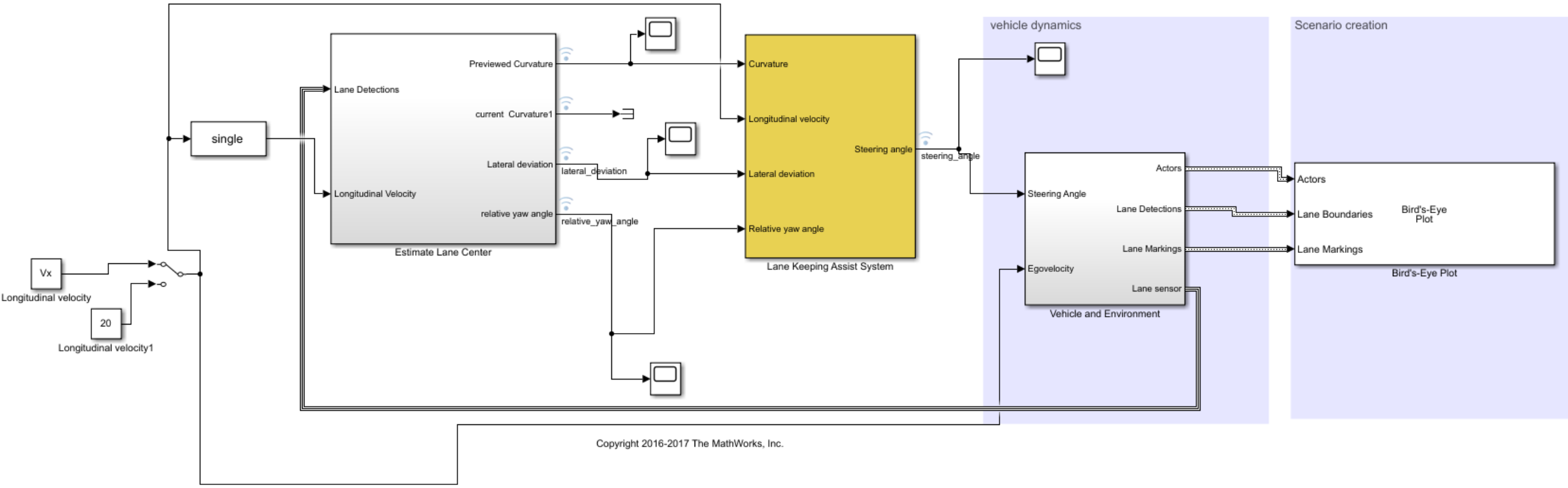
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

❑ Probabilistic Roadmap Algorithms (PRA) – ผลลัพธ์



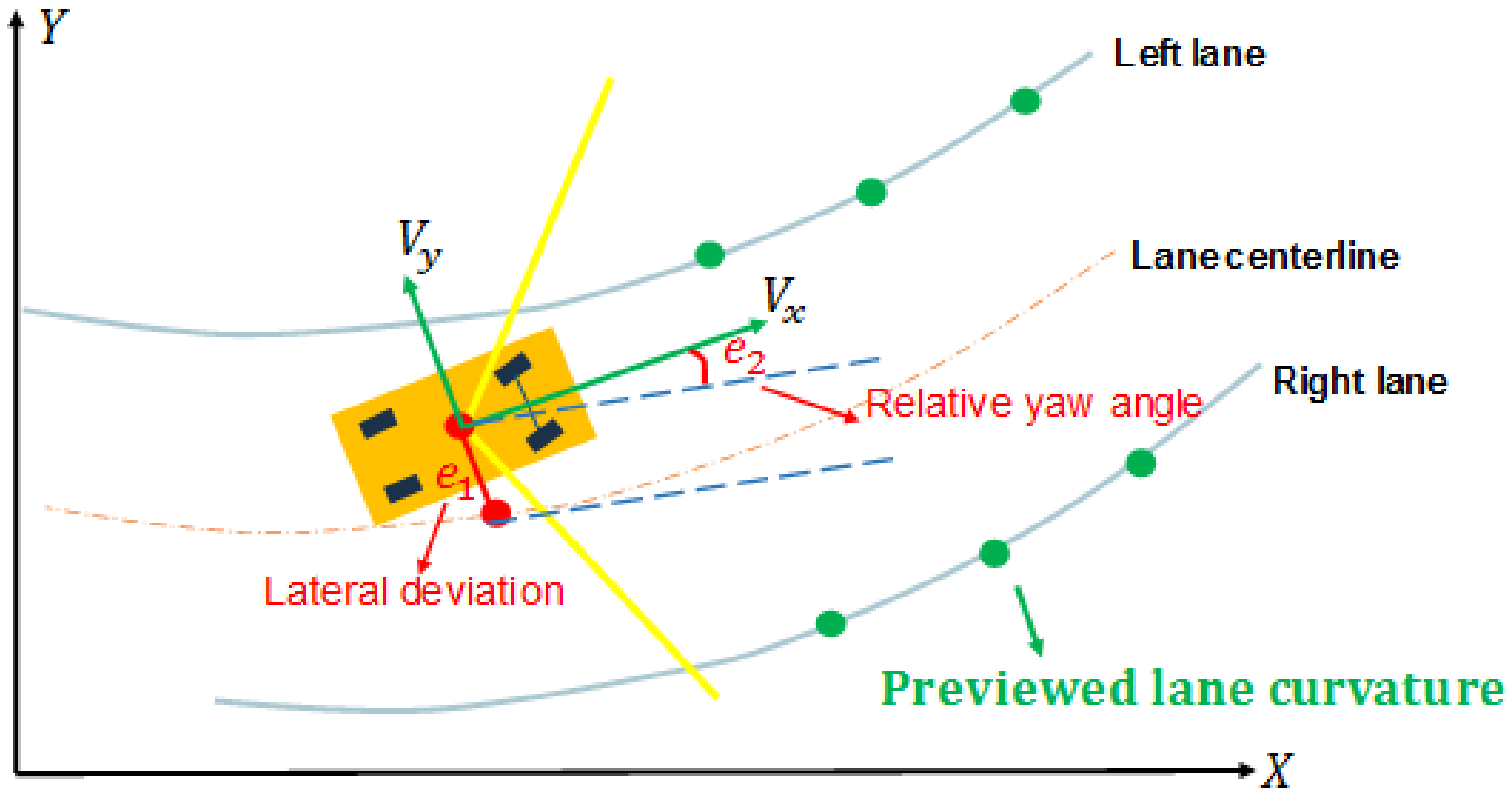
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ภารกิจพื้นฐาน – การรักษารถให้วิ่งในเลน



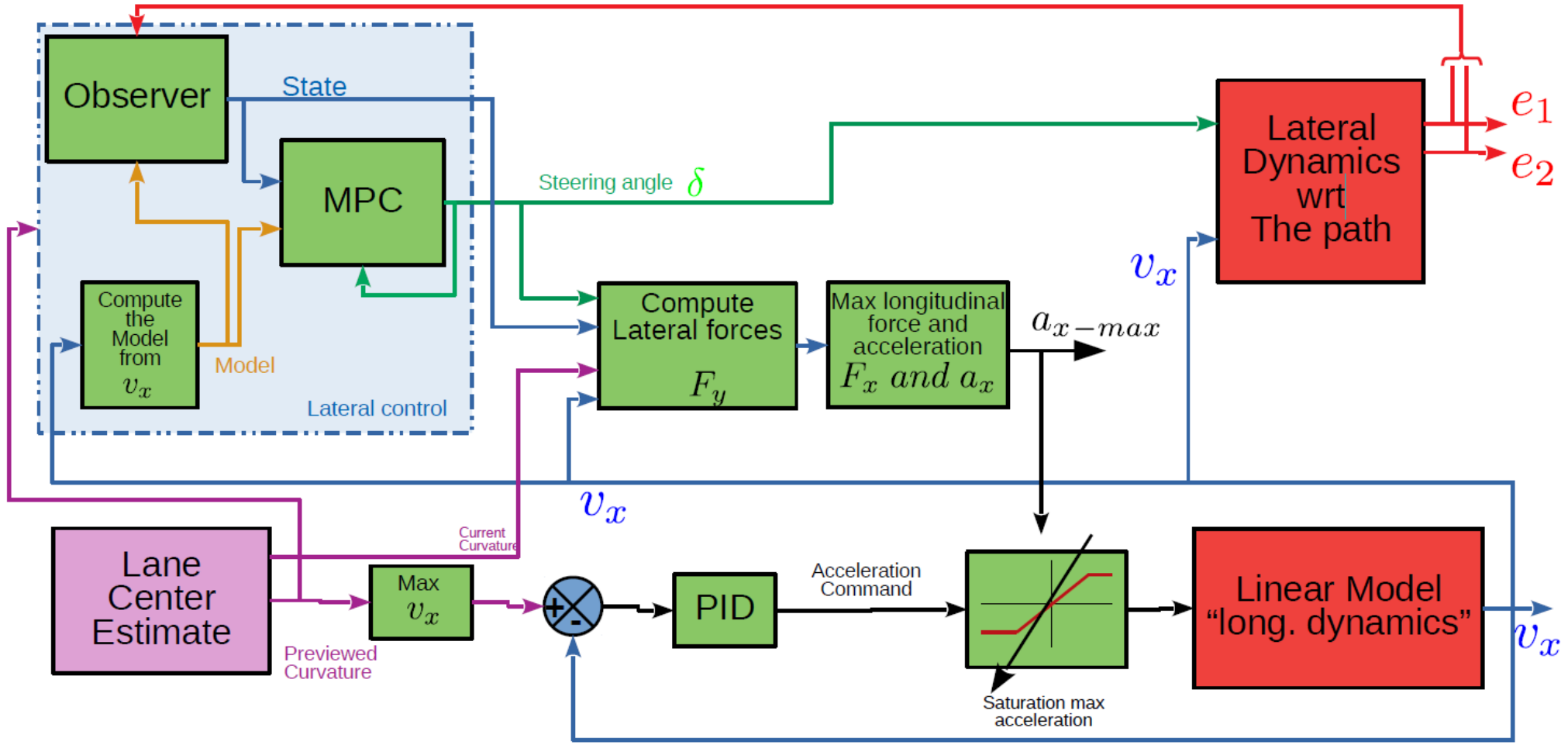
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ภารกิจพื้นฐาน – การรักษารถให้วิ่งในเลน



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

ภารกิจขั้นสูง - การสร้างโปรไฟล์ความเร็วตามยาว



Erasmus+ Programme of the European Union

เทคนิคการตรวจจับเสมือนจริง – มุมข้างและความเร็วรถ

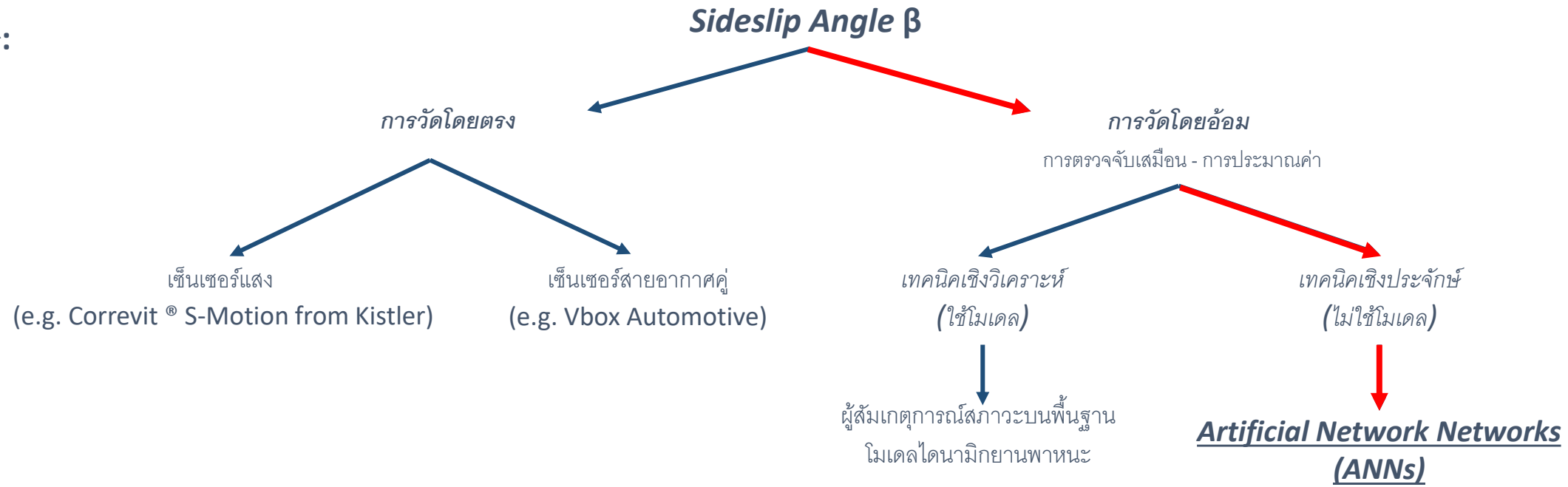
มุมไซด์สลิป β คืออะไร?

- มุมระหว่างทิศทางตามยาวของรถ $\boldsymbol{u}$ และเวกเตอร์ความเร็วจริง $\boldsymbol{V}$
- ขึ้นอยู่กับสภาพถนนเป็นอย่างมาก
- นำมาใช้ในระบบควบคุมแบบแอคทีฟเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและความปลอดภัย
- ใช้เป็นพาหนะ ***ตัวบ่งชี้การจัดการ:***
  - การประเมินสภาพรถทันที
  - การตรวจจับความใกล้ชิดกับบริเวณความอิ่มตัวของยาง

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

การทบทวนเทคโนโลยี – การประเมินไซด์สลิป

❑ วิธีการ:



❑ ทำไมต้อง β ประมาณ?

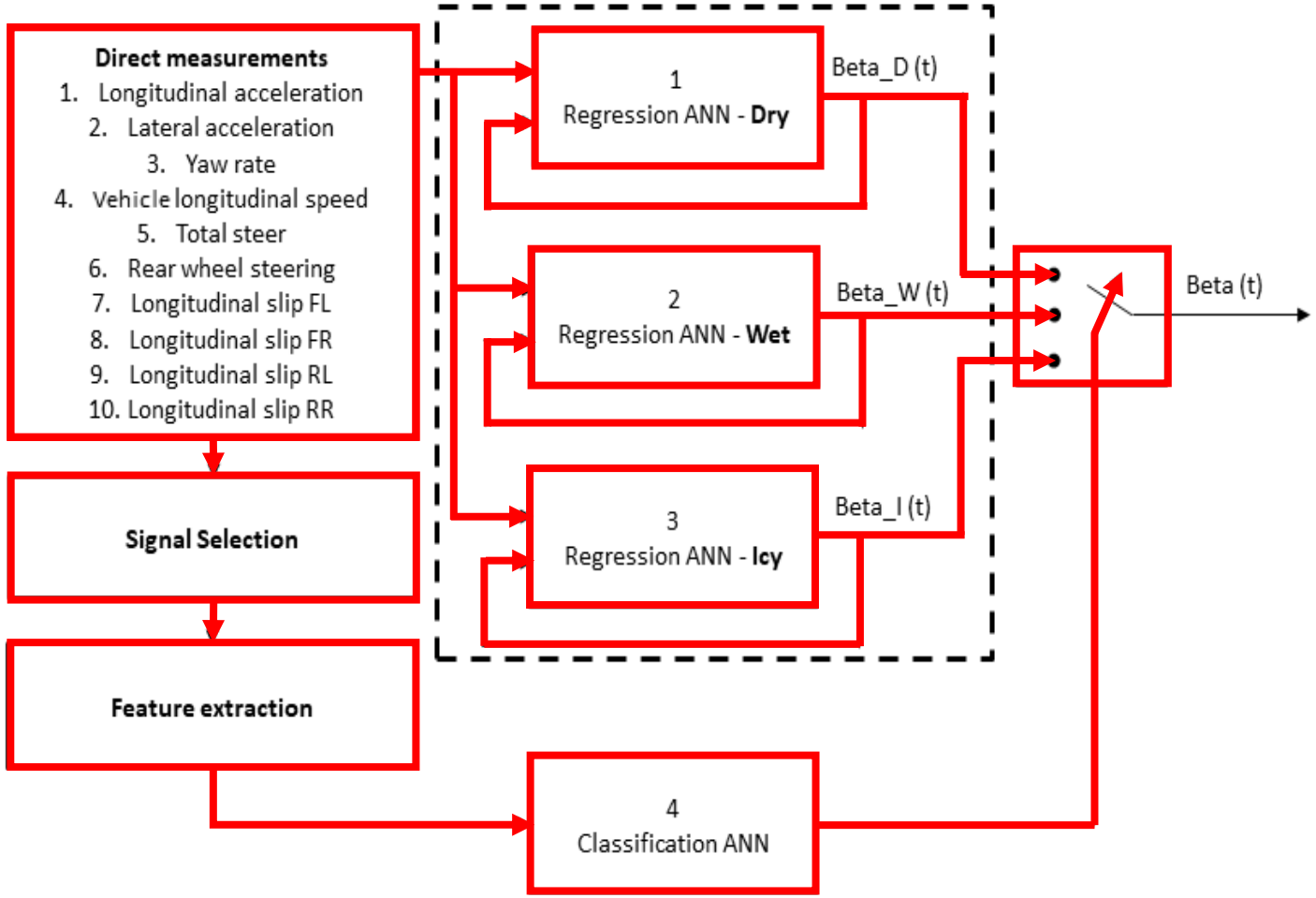
- ไม่สามารถวัดได้โดยตรงเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงหรือไม่สามารถใช้งานเซ็นเซอร์ ฮาร์ดแวร์ ที่จำเป็นได้

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

❑ ทำไม ANNs สำหรับการประเมินไซด์สลิป?

- ✓ ไม่ต้องใช้โมเดลรถ
- ✓ ไม่ต้องมีเซนเซอร์เพิ่มเติม
- ✓ ค่าใช้จ่ายการคำนวณต่ำเมื่อเทียบกับ ECUs
- ✓ ให้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสำหรับ non-linear dynamics
- × ใช้ข้อมูลการสอนระบบจำนวนมาก
- × ต้องใช้หน่วยประมวลผลที่มีสมรรถนะสูงในการสอนระบบ

ระบบในภาพรวม-การวางอุปกรณ์



1) Sideslip Angle Estimation

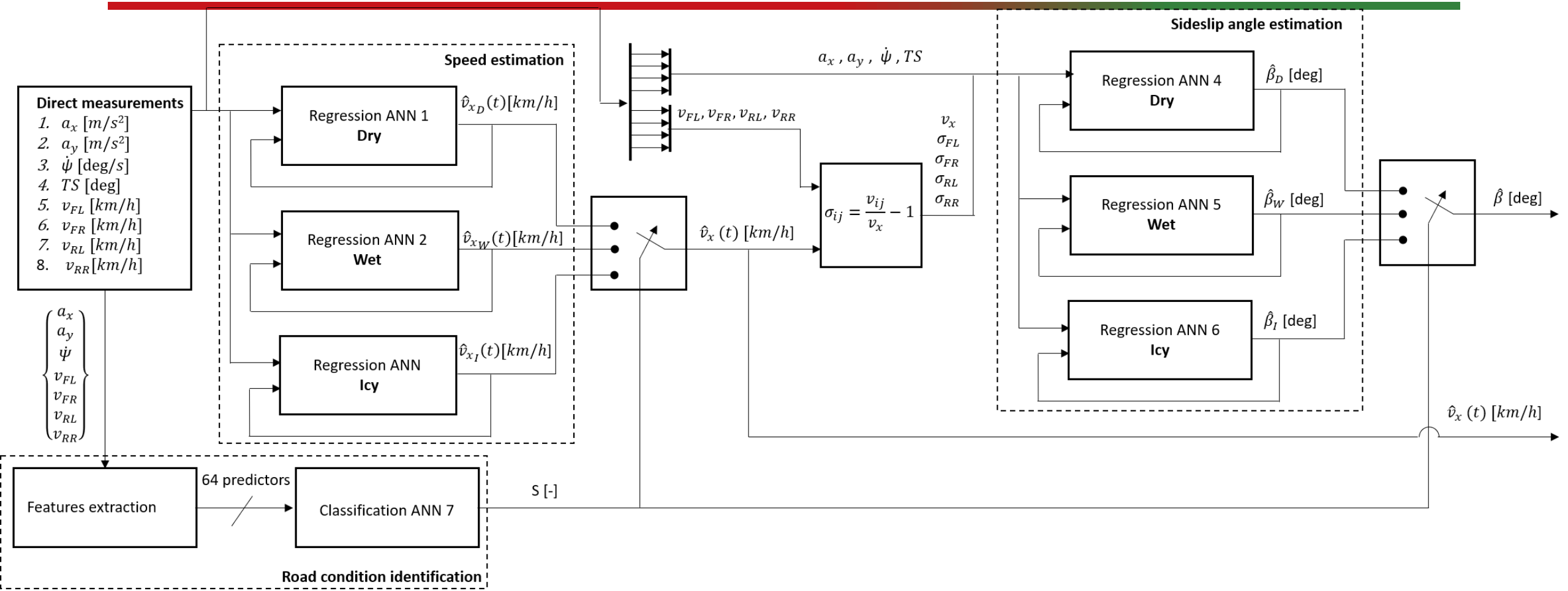
Regression ANNs

2) Road Condition Identification

Classification ANN

Erasmus+ Programme of the European Union

ระบบในภาพรวม-การวางอุปกรณ์



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

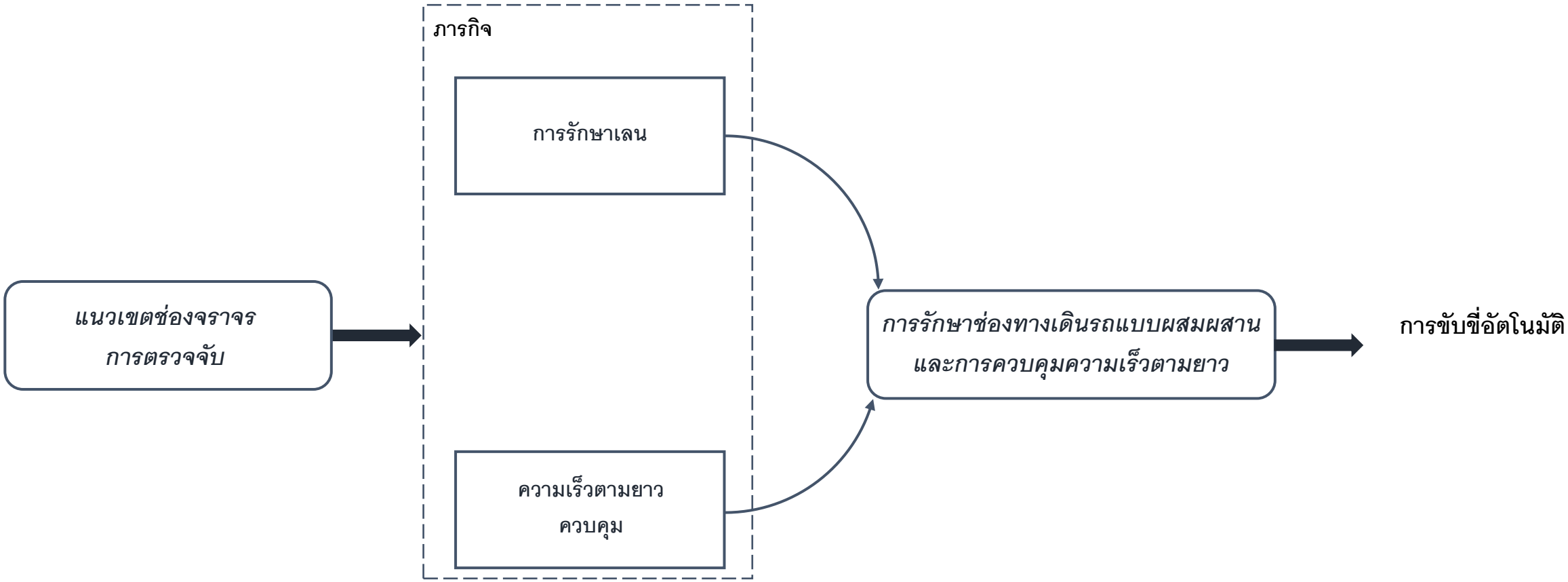
ภาพรวมของเทคนิคการควบคุมสำหรับ **ADAS**

- Fuzzy Logic
- PID
- Model Predictive Control

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

❑ การรักษาช่องทางเดินรถและการควบคุมความเร็วตามยาว

- พิจารณาการออกแบบอัลกอริธึมสำหรับทั้ง การรักษาช่องทางเดินรถและการควบคุมความเร็วตามยาวสำหรับการขับขี่แบบอัตโนมัติ
- อัลกอริธึมต้องปรับความเร็วตามยาวของรถให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงข้อจำกัดของไดนามิกของรถด้วย



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

❑ การสร้างแบบจำลองยานยนต์อัตโนมัติ

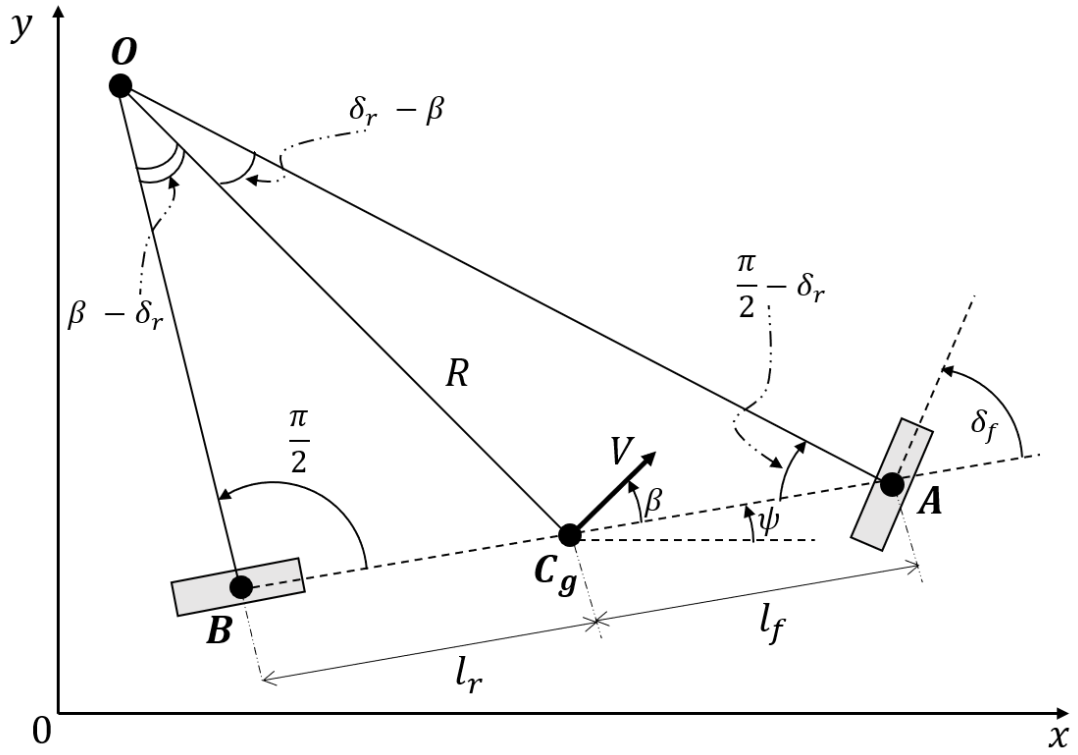
- ไดนามิกของรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติถูกจำลองด้วยโมเดลจักรยานเชิงเส้นจลนศาสตร์ 3 DoF

- แพลนท์ของรถ $P_v(s)$ มี transfer function เป็น linear:

$$P_v(s) = \frac{1}{s(0.5s+1)}$$

Characteristic parameters of the considered vehicle.

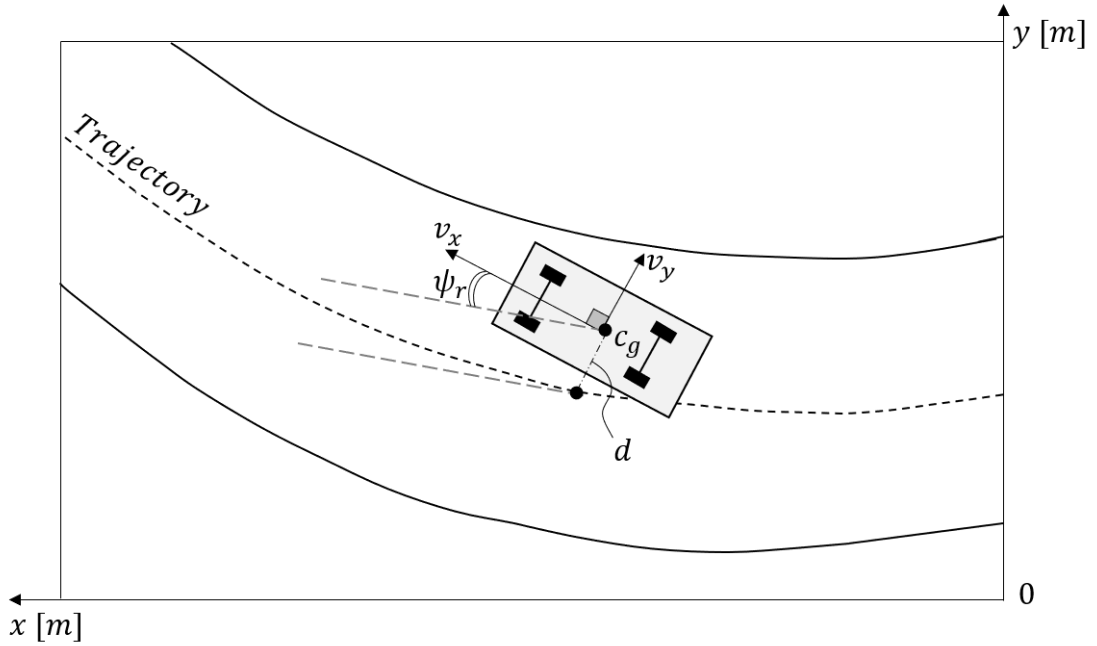
Parameter	Value	Unit
m	1575	$[kg]$
I_z	2875	$[kg \cdot s^2]$
l_f	1.2	$[m]$
l_r	1.6	$[m]$
$C_{\alpha f}$	19000	$[N/rad]$
$C_{\alpha r}$	33000	$[N/rad]$



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

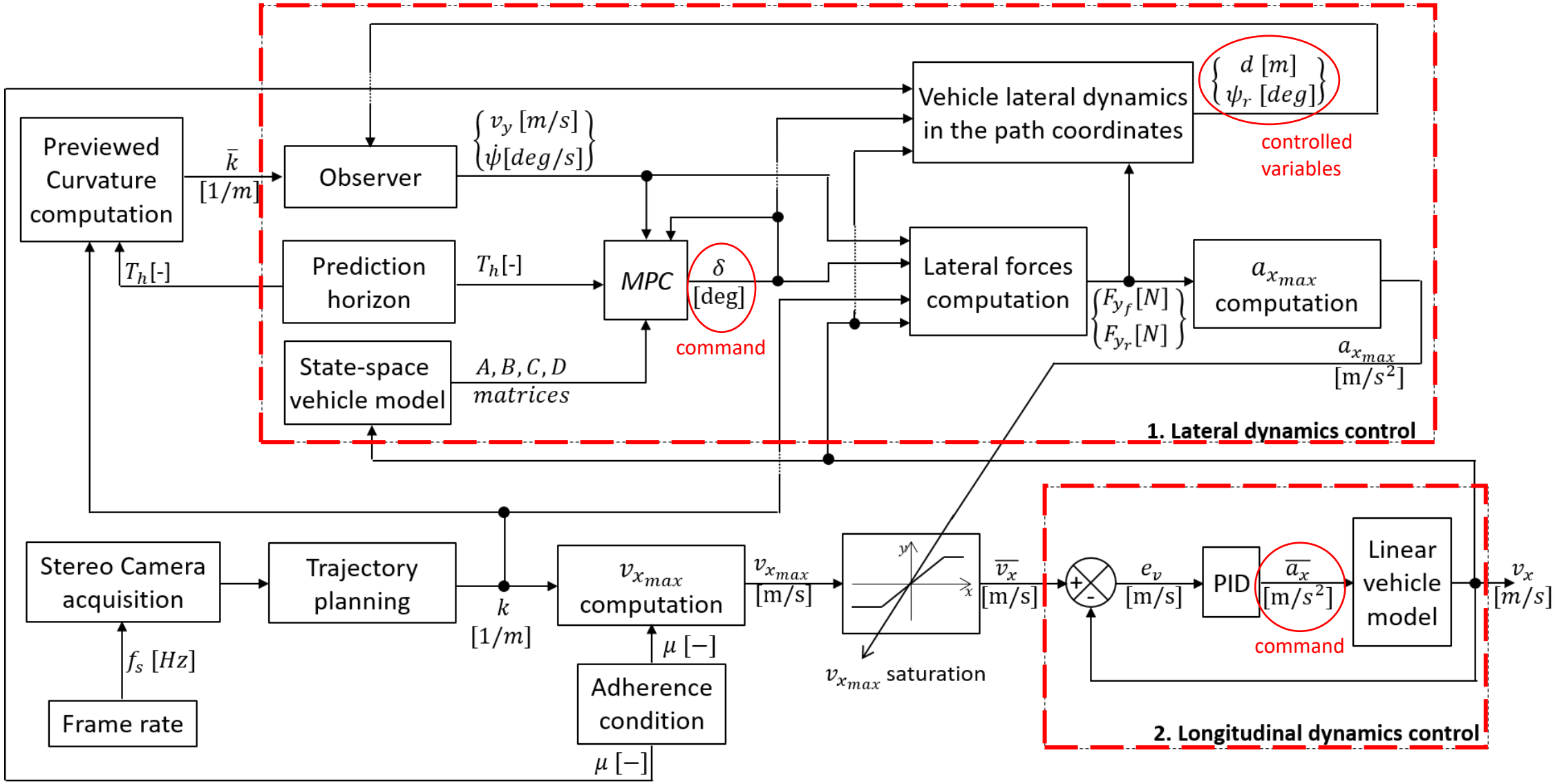
❑ การสร้างแบบจำลองยานยนต์อัตโนมัติ

- ตัวแปรควบคุมได้แก่:
  1. ส่วนเบี่ยงเบนด้านข้าง d คำนวณตามวิถีอ้างอิง
  2. มุมหันเหสัมพัทธ์ ψ_r คำนวณตามทิศทางของรถอ้างอิง
- สัญญาณสั่งการ ได้แก่:
  1. ความเร่งตามยาว $\overline{a_x}$
  2. มุมบังคับเลี้ยวδ
- สัญญาณคำสั่งถูกสร้างขึ้นโดยพิจารณาจากข้อจำกัดที่เกิดจากไดนามิกด้านข้าง และตามยาวของรถ และข้อจำกัดขีดจำกัดการยึดเกาะ.



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

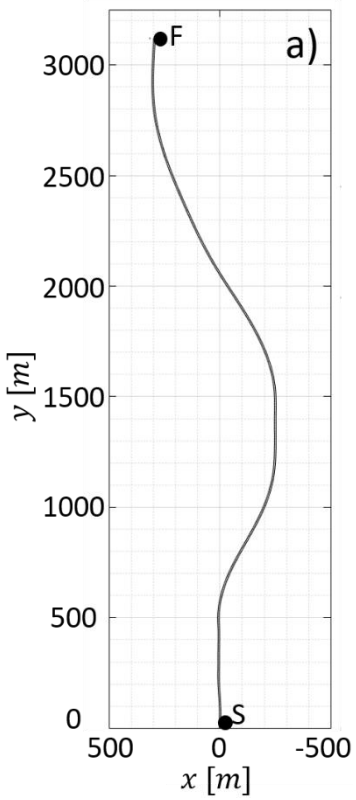
❑ สถาปัตยกรรมการควบคุม

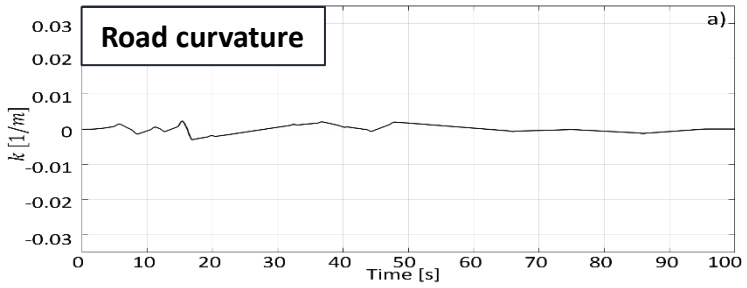


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

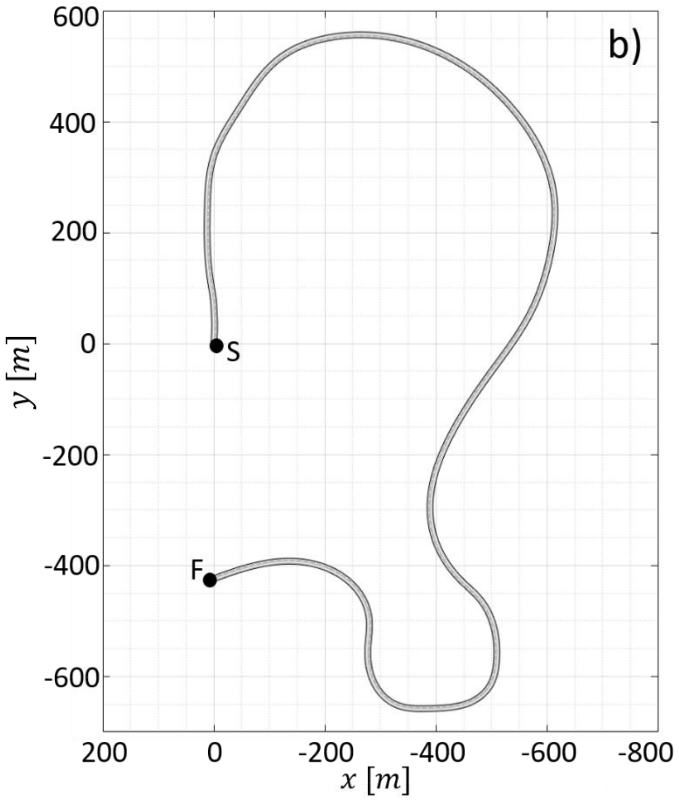
❑ สถานการณ์การขับขี่

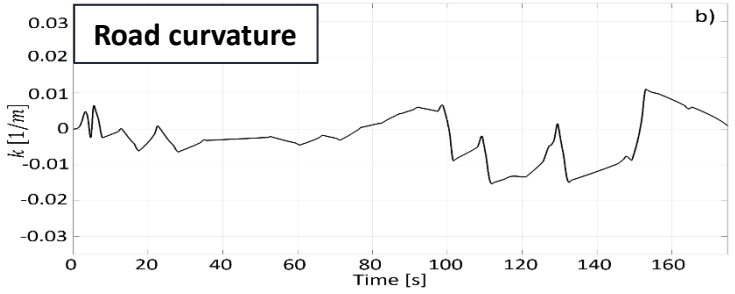
1 – Highway



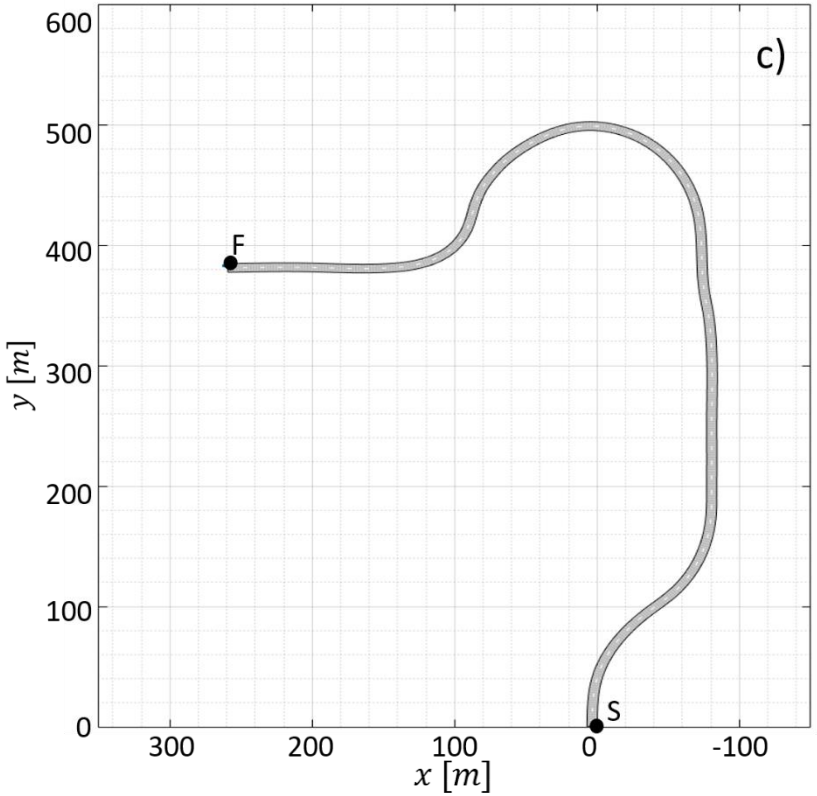


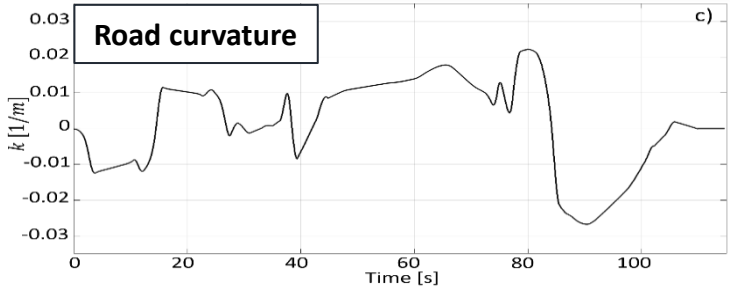
2 – Inter-urban





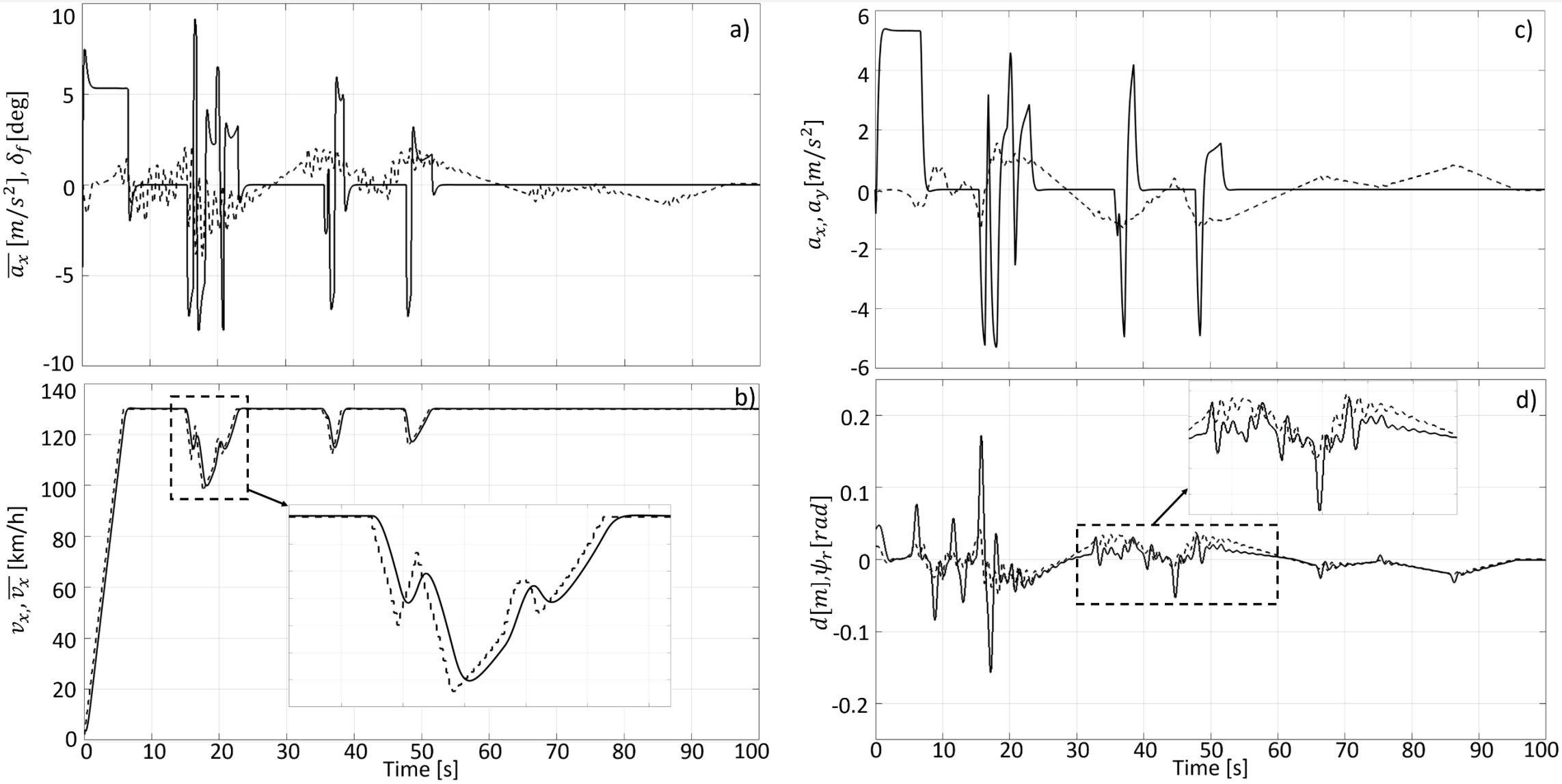
3 – Urban





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

❑ ผลลัพธ์ – สถานการณ์การขับขี่ที่ 1

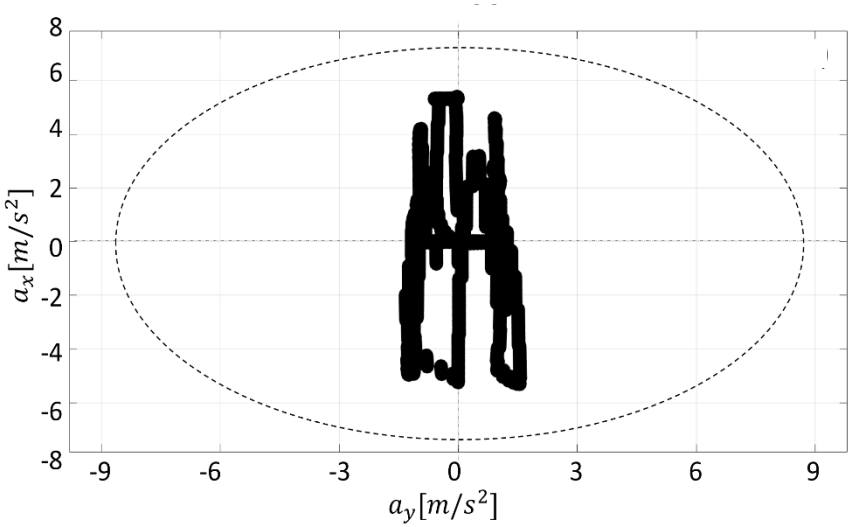


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

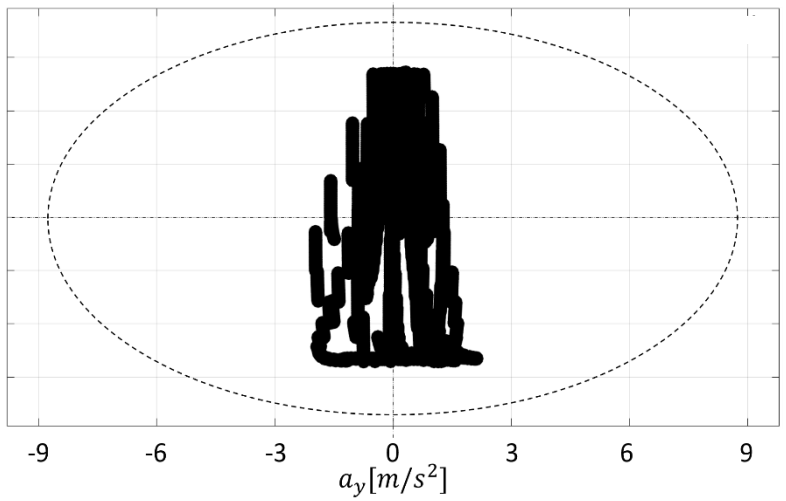
❑ ผลลัพธ์ – ข้อจำกัดขีดจำกัดการปฏิบัติตาม

- ข้อจำกัดในการยึดถือเป็นที่ยอมรับในทุกสถานการณ์การขับขี่ที่พิจารณาแล้ว

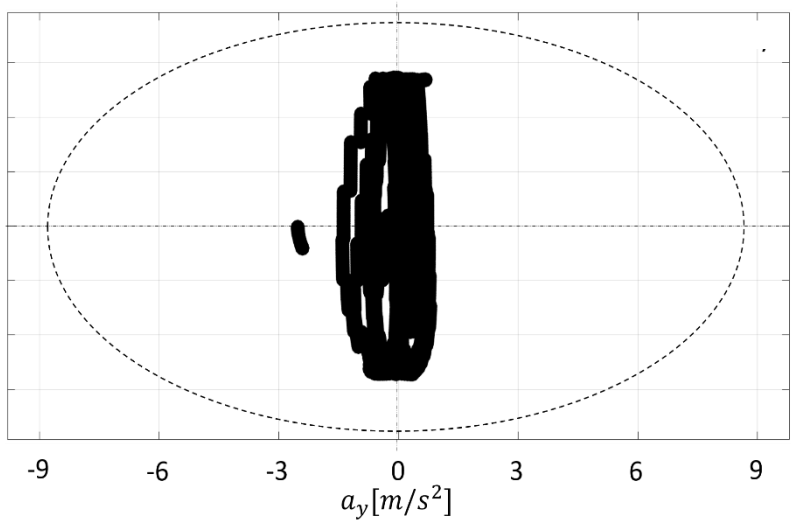
1 – Highway



2 – Inter-urban

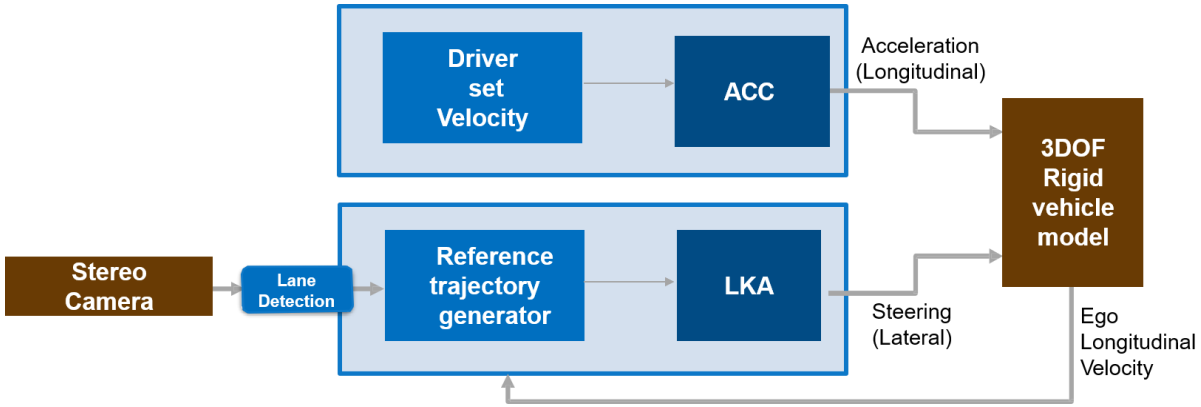


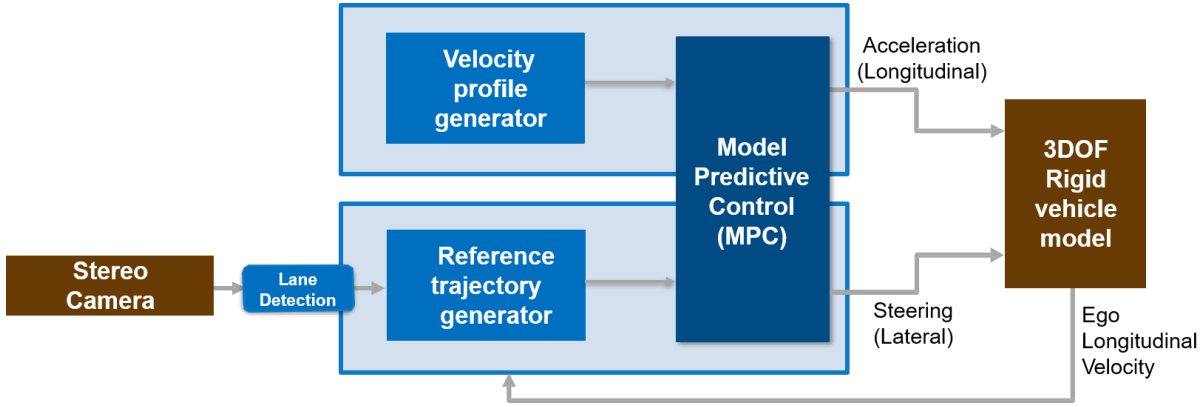
3 – Urban



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

บทนำ: ทบทวนเทคโนโลยีในปัจจุบัน





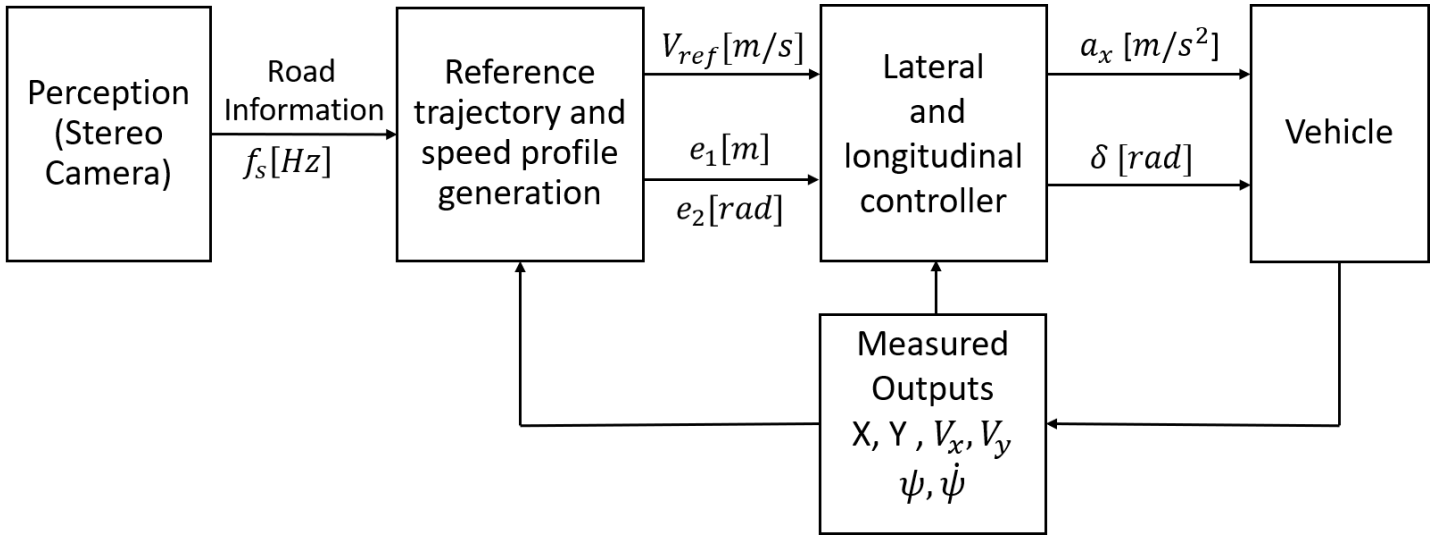
- มีตัวควบคุมสองตัวที่แตกต่างกันสำหรับการควบคุมด้านข้างและตามยาว
- รวมการควบคุมด้านข้างและตามยาว
  - เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการควบคุมในช่วงการทำงานขนาดใหญ่

- Non linear Model Predictive Control (NLMPC) มีอยู่ในวรรณกรรม
- พิจารณาแนวทางอื่นตาม Adaptive MPC ที่มีปัญหาการปรับให้เหมาะสมที่ง่ายกว่า.

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

บทนำ: สถาปัตยกรรมระดับโลกของกลยุทธ์การควบคุม

- **การรับรู้:** กำหนดสภาพแวดล้อมที่ยานพาหนะขับเคลื่อน
- **การสร้างส่วนอ้างอิง:** เป็นการคำนวณวิถีทางเรขาคณิตซึ่งกำหนดเส้นทางที่จะติดตามตลอดจนโปรไฟล์ความเร็วอ้างอิง
- **การควบคุม:** ช่วยให้มั่นใจถึงการนำทางยานพาหนะอัตโนมัติตลอดเส้นทางที่สร้างขึ้นโดยให้สัญญาณควบคุมที่เหมาะสม



สถาปัตยกรรมระดับโลกของกลยุทธ์การควบคุมสำหรับอิสระการขับเคลื่อนที่

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

การสร้างแบบจำลอง: โมเดลรถสำหรับการตรวจสอบและการจำลอง

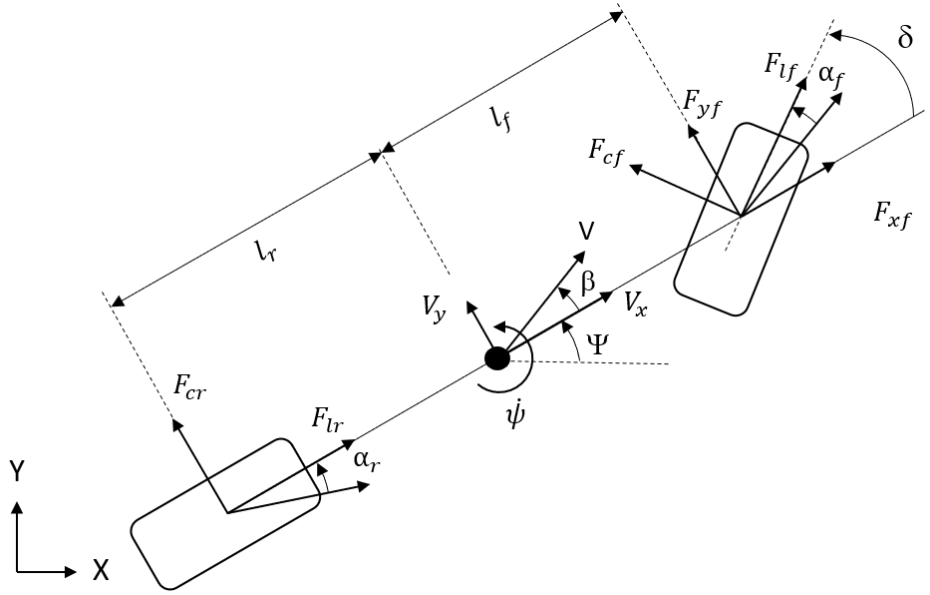
3 degree of freedom rigid vehicle model (Single Track).

สมการของนิวตันออยเลอร์ (1), (2) แสดงถึงโมเมนตัมตามยาวและด้านข้างที่สัมพันธ์กับ CG ในกรอบอ้างอิงยานพาหนะ ในขณะที่พลวัตการหันเหถูกพิจารณาโดย (3)

$$m\dot{V}_x = mV_y r + F_{xf} + F_{xr} - F_{aero} \quad (1)$$

$$m\dot{V}_y = -mV_x r + F_{yf} + F_{yr} \quad (2)$$

$$I_{zz}\ddot{\psi} = l_f F_{yf} - l_r F_{yr} \quad (3)$$



แรงที่กระทำต่อจุดศูนย์ถ่วงของรถนั้นสัมพันธ์กับแรงของยางและมุมบังคับเลี้ยวด้านหน้า δ โดยสมการ (4)-(8)

$$F_{xf} = F_{lf}\cos\delta - F_{cf}\sin\delta \quad (4)$$

$$F_{yf} = F_{lf}\sin\delta + F_{cf}\cos\delta \quad (5)$$

$$F_{xr} = F_{lr} \quad (6)$$

$$F_{yr} = F_{cr} \quad (7)$$

โดยที่,

F_l, F_c คือ แรงล้อตามยาวและด้านข้างตามลำดับ.

F_x, F_y คือแรงตามยาวและแรงด้านข้างที่กระทำต่อจุดศูนย์ถ่วงของรถ

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

โมเดลรถสำหรับ MPC

ไดนามิกตามยาวของแบบจำลองโรงงานที่ใช้สำหรับการออกแบบการควบคุมนั้นประมาณโดยแบบจำลองต่อไปนี้ (Rajamani, 2012)

$$\tau \ddot{V}_x + \dot{V}_x = a \qquad (14)$$

ฟังก์ชั่นการถ่ายโอนระหว่างการเร่งความเร็วที่ต้องการ (a) และความเร็วรถจริง (V_x) จะได้ว่า:

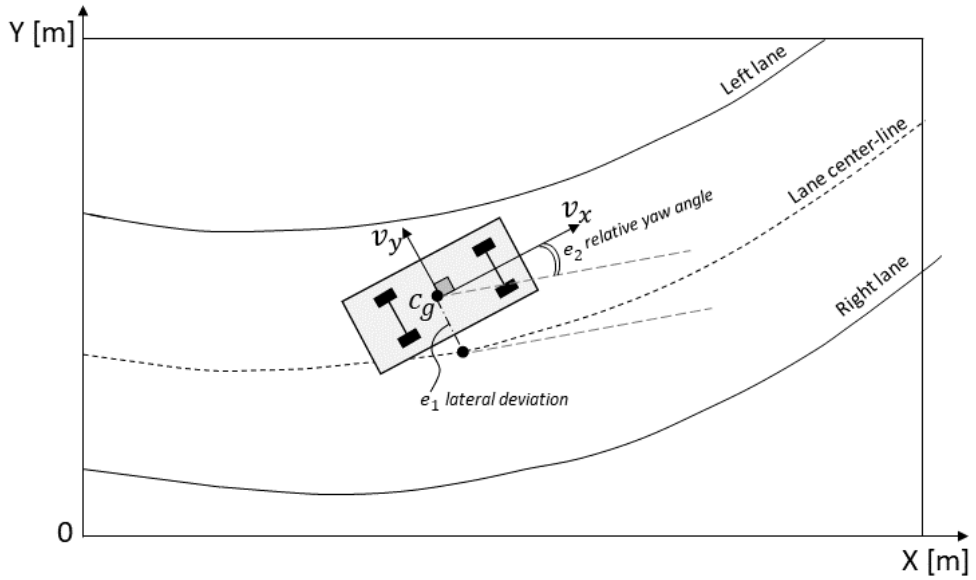
$$P(s) = \frac{1}{s(\tau s+1)} \qquad (15)$$

A 2 degree of freedom ใช้เพื่อกำหนดไดนามิกด้านข้างของยานพาหนะสำหรับแบบจำลองโรงงานภายในของผู้ควบคุมในแง่ของข้อผิดพลาดเกี่ยวกับวิถีอ้างอิง.

$$\dot{e}_1 = V_x e_2 + V_y \qquad (16)$$

$$e_2 = \psi - \psi_d \qquad (17)$$

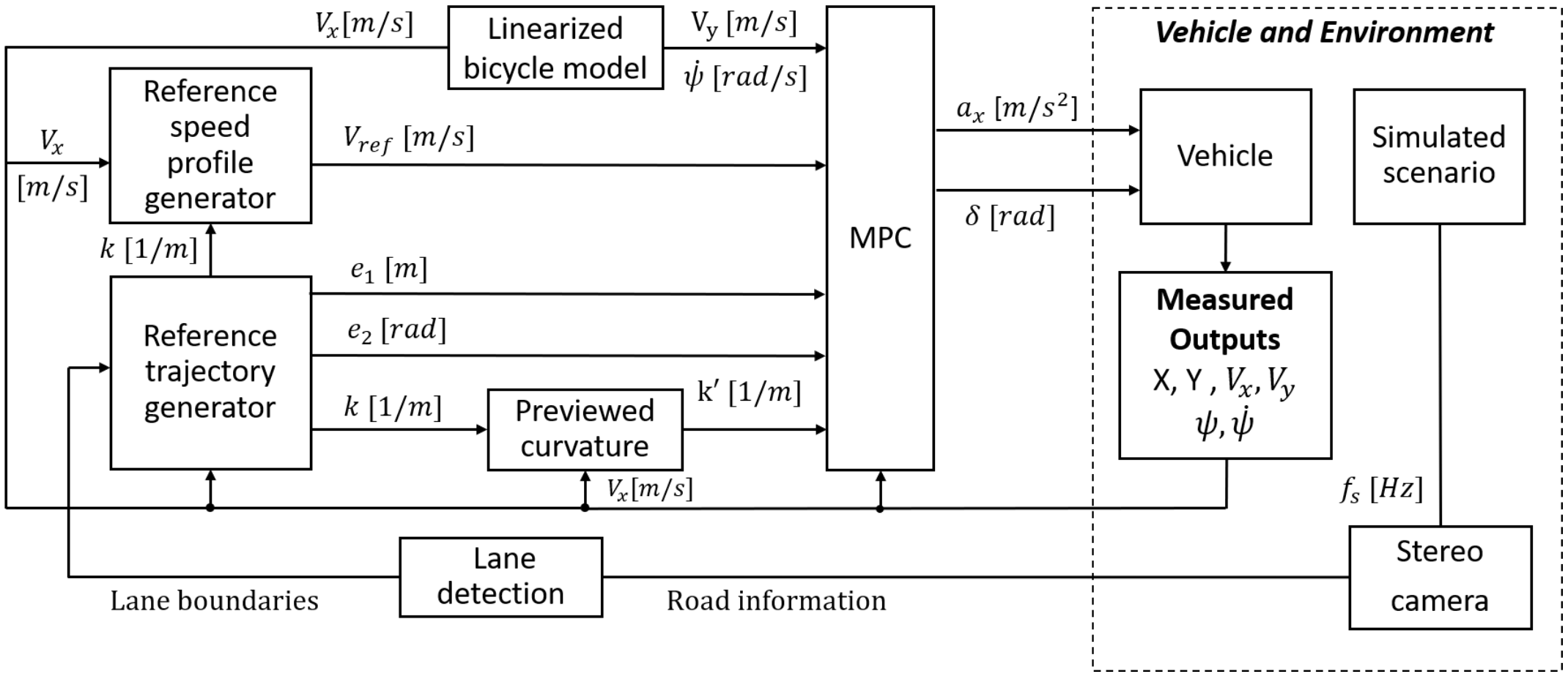
$$\dot{\psi}_d = \frac{V_x}{R} = V_x k \qquad (18)$$



Definition of lateral deviation (e_1) and relative yaw angle (e_2) with respect the center line of the lane

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

การควบคุม: สถาปัตยกรรมโดยละเอียดของกลยุทธ์การควบคุม



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

การตรวจจับเลนและการสร้างวิถีอ้างอิง

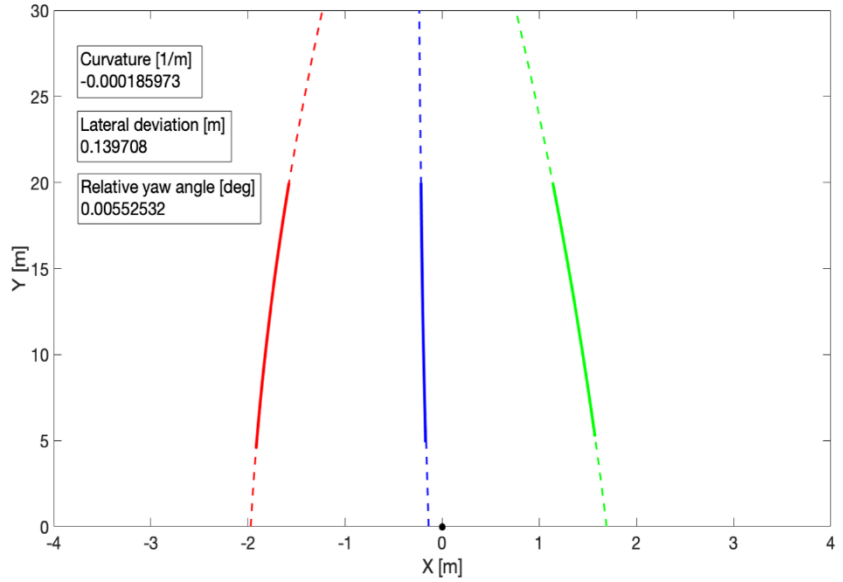
Stereo camera ถูกนำไปใช้ใน Simulink โดยใช้บล็อก Vision Detection Generator จาก Automated Driving Toolbox ซึ่งสร้างการตรวจจับด้วยการมองเห็นจากสถานการณ์จำลอง

- รับภาพที่ได้จากกล้องสเตอริโอจำลอง โดยมีอัตราเฟรมเท่ากับ 10 Hz.
- ให้สมการขอบเขตเลนซ้ายและขวาของเลนปัจจุบันในมุมมองปัจจุบันของกล้องสเตอริโอ.

การคำนวณวิถีอ้างอิง กล่าวคือ เส้นกึ่งกลางของเลน

พารามิเตอร์ไดนามิกของโมเดลรถจะถูกคำนวณทางเรขาคณิตหลังจากการสร้างเลนใหม่:

- **Lateral deviation**: ระยะห่างของจุดศูนย์ถ่วงของรถจากเส้นกึ่งกลางของช่องจราจร
- **Relative yaw angle**: ระยะห่างของจุดศูนย์ถ่วงของรถจากเส้นกึ่งกลางของช่องจราจร
- **curvature** สมบูรณ์ $|k|$ ของเส้นกึ่งกลาง ณ จุดใดจุดหนึ่ง

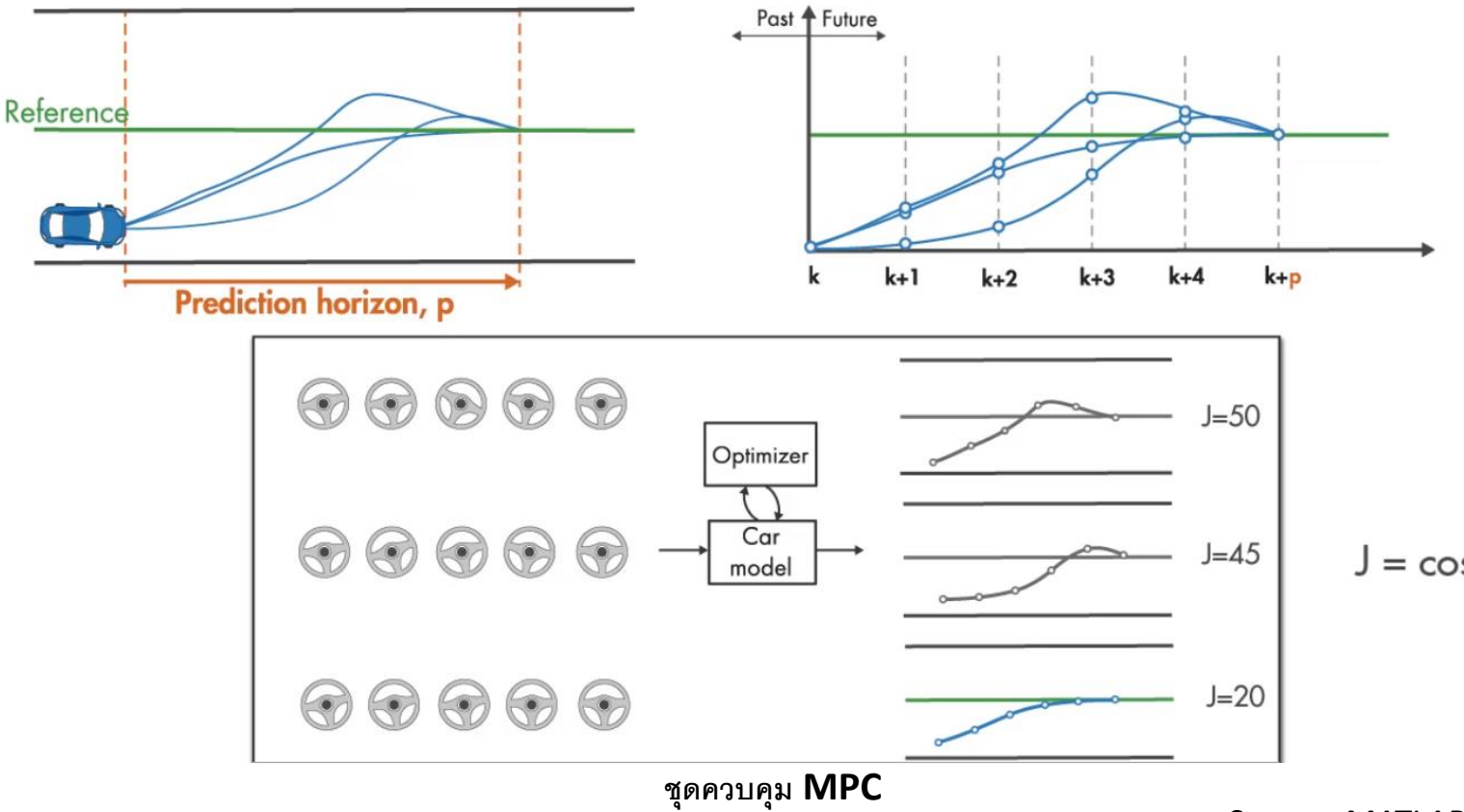


Source: MATLAB

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

ระบบควบคุมการทำนายแบบจำลอง

- ความสามารถในการทำงานกับข้อจำกัดทั้งในสถานะและสัญญาณควบคุม
- ความสามารถในการดูตัวอย่างและความเป็นไปได้ในการทำงานกับระบบ MIMO



ชุดควบคุม **MPC**

Source: MATLAB

พารามิเตอร์หลักสำหรับประสิทธิภาพของ MPC คือ:

- Prediction Horizon (N)
- Control Horizon (H)
- Sampling time (T_s)

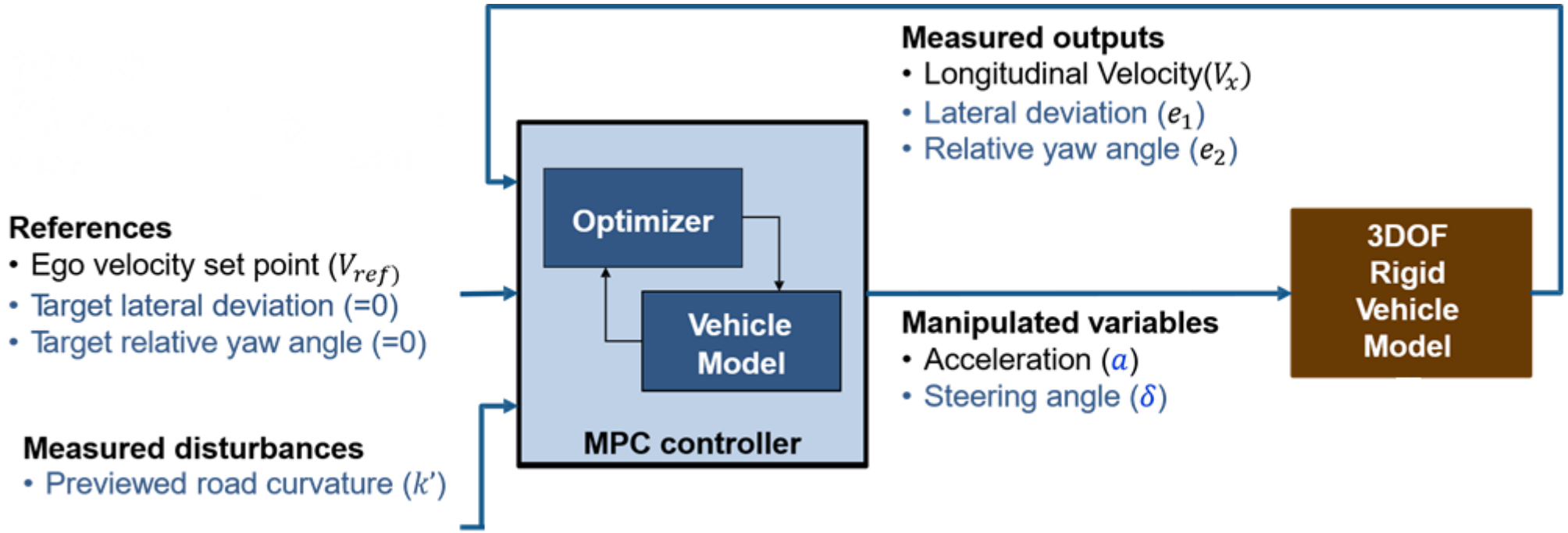
ในที่นี่, เรากำหนดให้ N = 20 ขั้นตอน และ H = 5 ขั้นตอน

- **ฟังก์ชันค่าใช้จ่าย:**

$$\min J = \sum_{j=1}^{N} \left\| y_p(k+i) - y_{ref}(k+i) \right\|_{Q_y} + \sum_{j=0}^{H} \left\| \Delta u(k+i) \right\|_{R_u}$$

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

โมเดล Predictive Control: การกำหนดปัญหา



ในขณะที่เวกเตอร์สถานะสำหรับการอ้างอิงถูกกำหนดโดย:

$$[V_{ref} \quad 0 \quad 0]^T$$

เวกเตอร์สถานะของผลป้อนกลับที่กำหนดให้ MPC กำหนดโดย:

$$[V_x \quad e1 \quad e2]^T$$

เอาต์พุตควบคุมของ MPC กำหนดโดย:

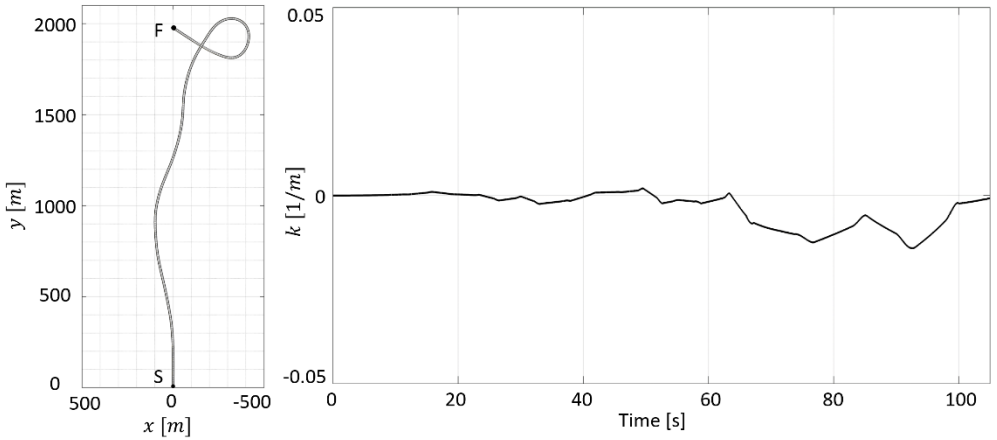
?

$$[a \quad]^T$$

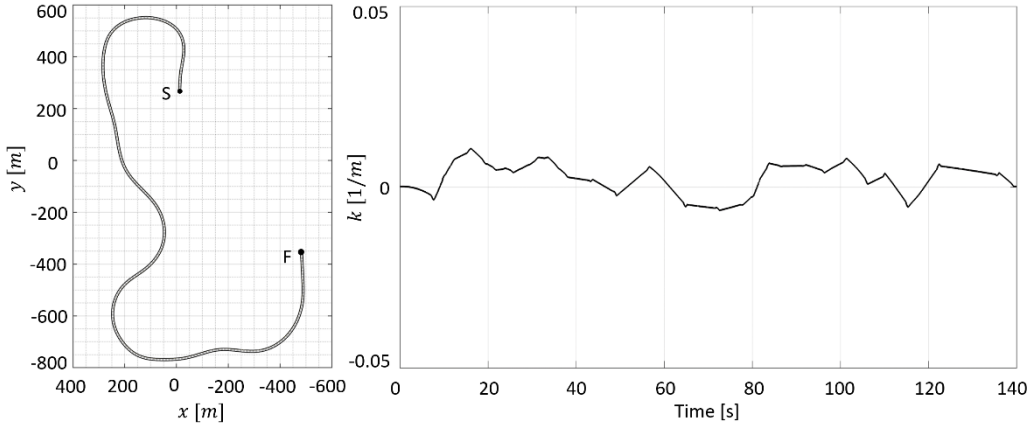
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

สถานการณ์การขับขี่

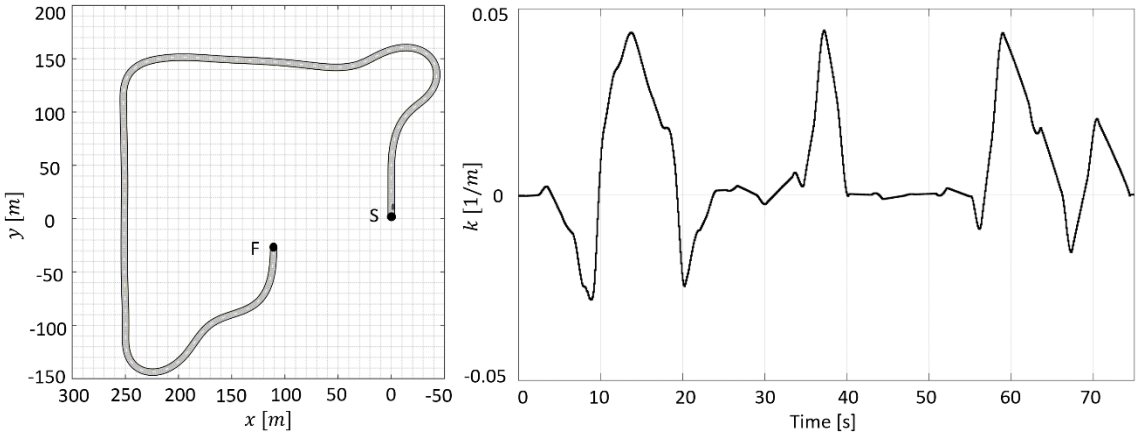
Scenario 1. Highway driving



Scenario 2. Inter Urban driving:

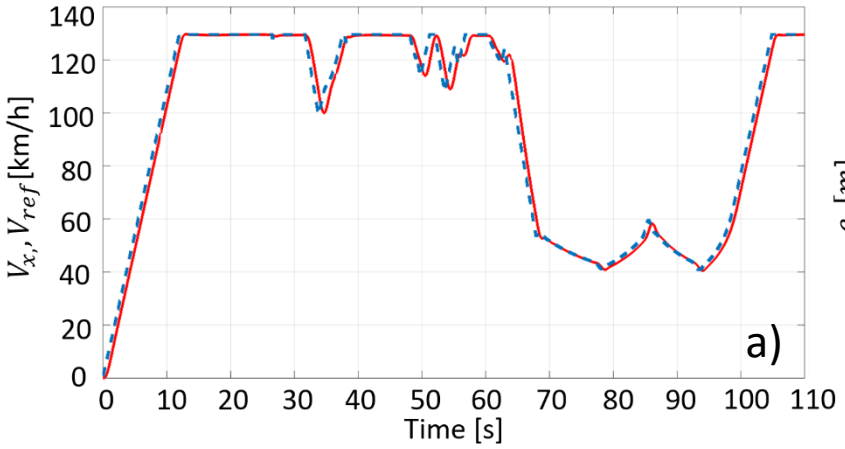


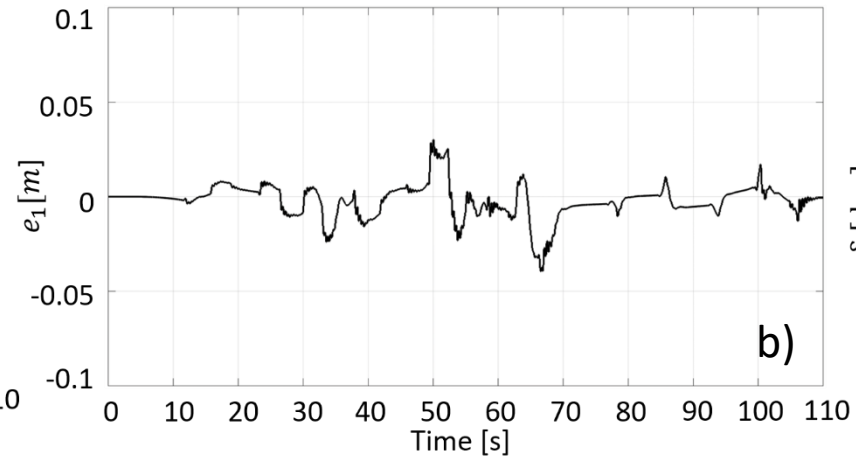
Scenario 3. Urban driving

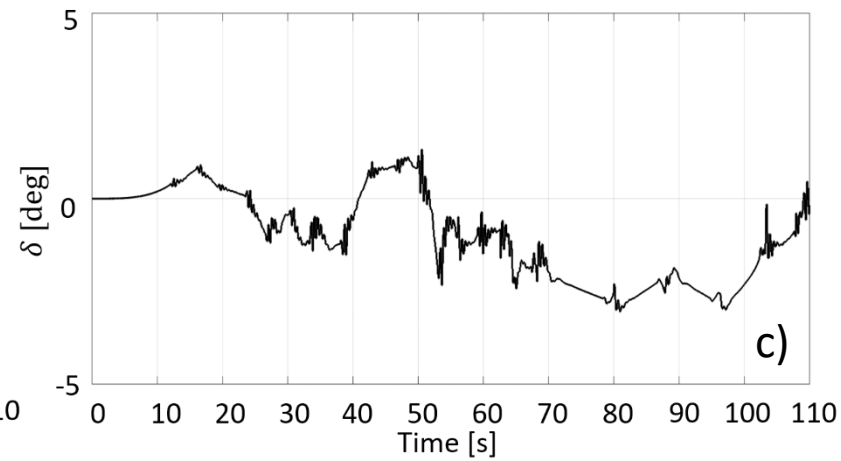


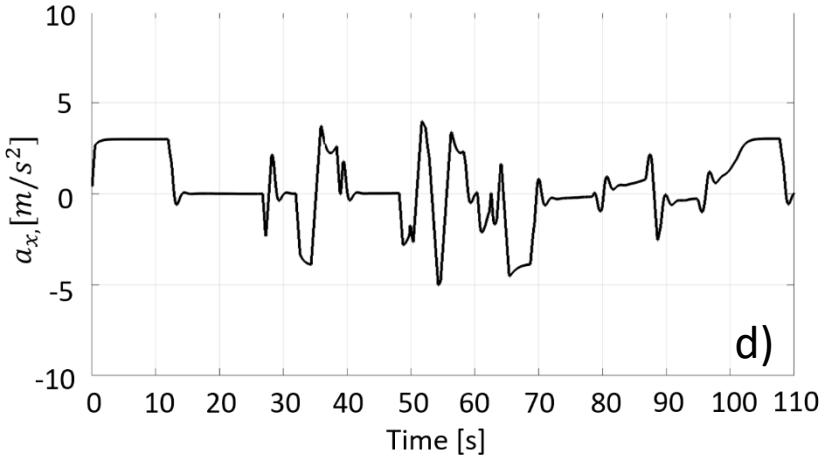
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

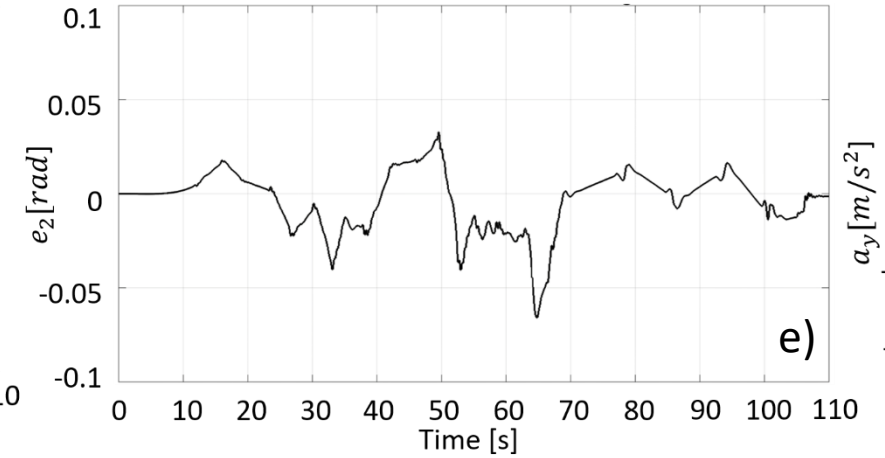
ผลลัพธ์และการอภิปราย: Highway

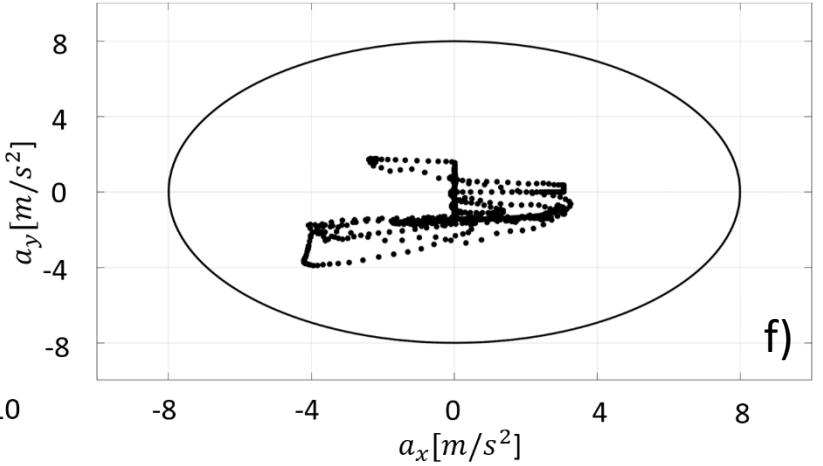






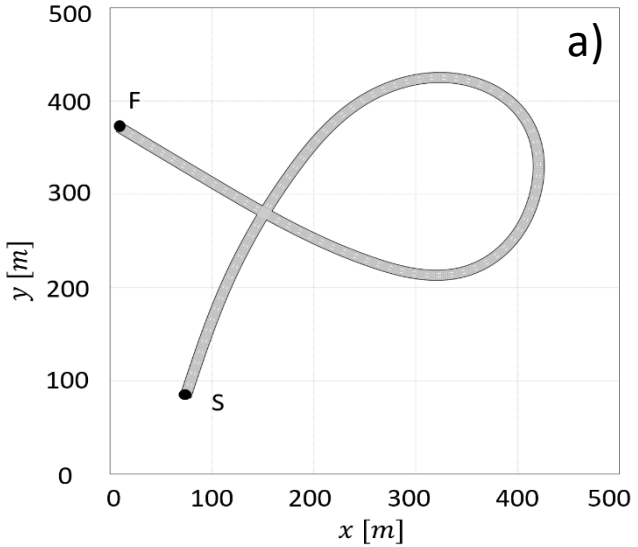


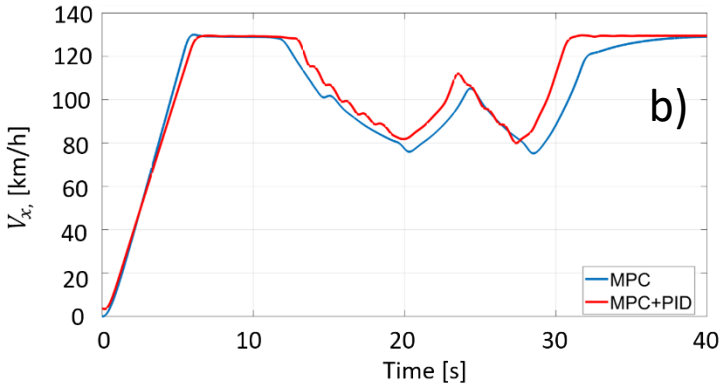


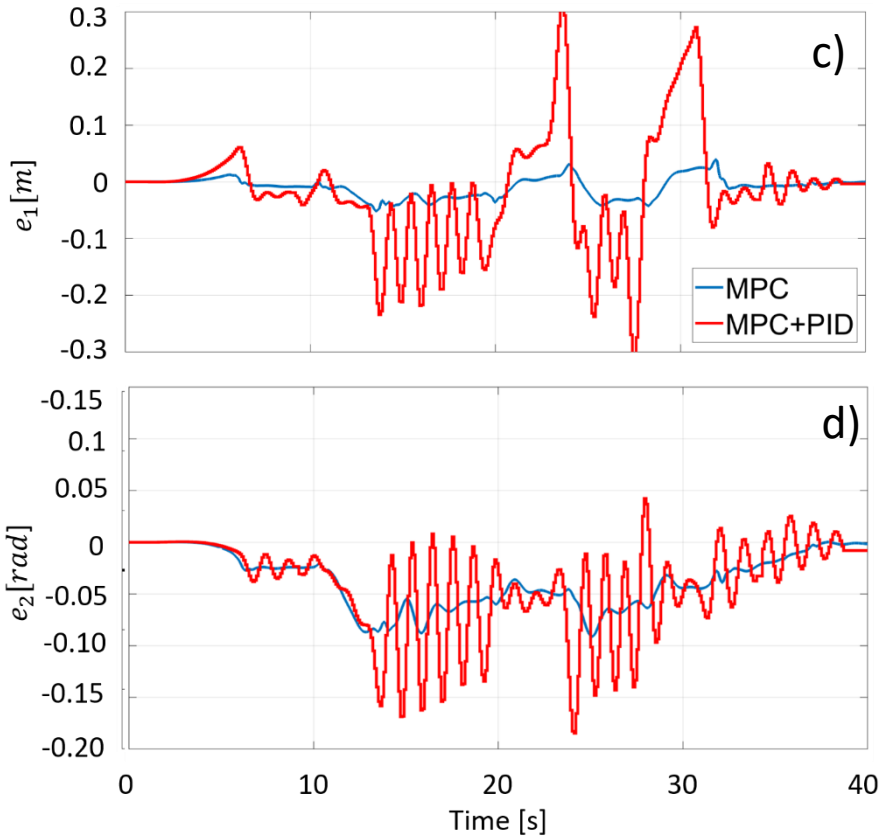


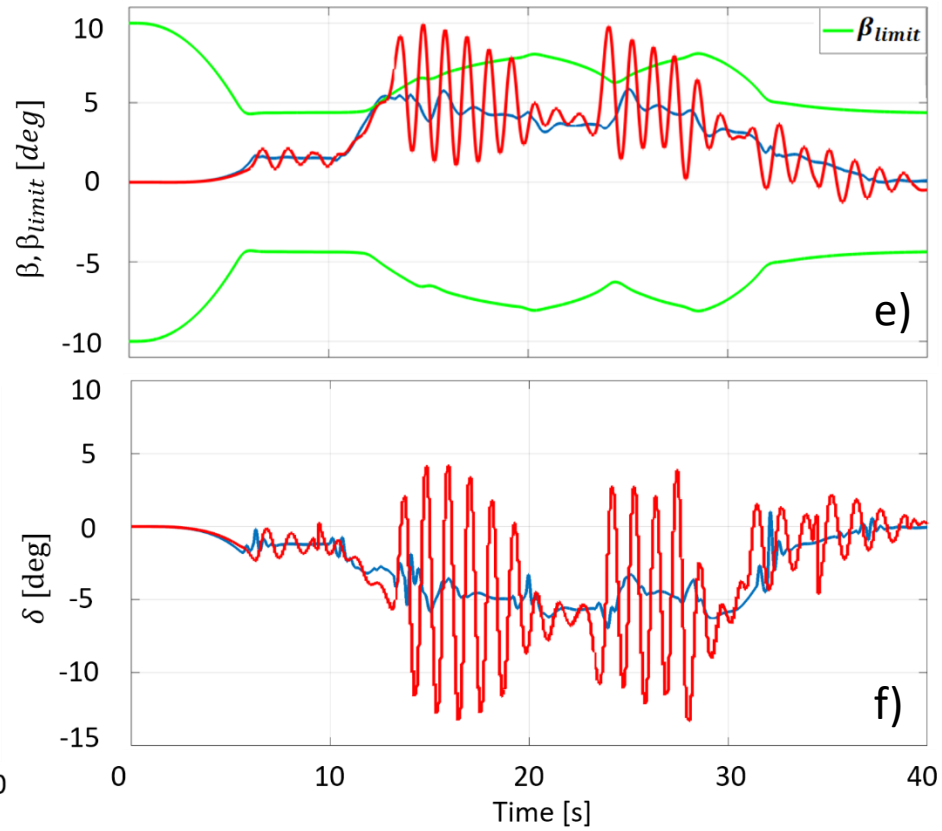
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ผลลัพธ์









a) Highway exit driving scenario
b) Vehicle's longitudinal speed (V_x)

c) Lateral deviation (e_1)
d) Relative yaw angle (e_2)

e) Vehicle side slip angle β with βlimit
f) Front wheels steering angle command δ

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

ภาพรวมสำหรับสถานีประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

- ผู้คนต่างกังวลว่ารถยนต์ไฟฟ้าจะเดินทางได้ไกลแค่ไหนก่อนที่แบตเตอรี่จะหมด ตามจริงแล้ว EV ที่ใช้งานจริงส่วนใหญ่สามารถไปได้ไม่กี่ร้อยกิโลเมตรด้วยการชาร์จครั้งเดียว

- สถานีชาร์จส่วนใหญ่ที่มีอยู่จะอยู่ที่บ้าน ดังนั้นผู้ที่อาศัยอยู่ในบ้านรวมหรือใช้ที่จอดรถริมถนนจะประสบปัญหาในการชาร์จ

- การปรับปรุงโครงสร้างอินฟาเรดและการจัดหาสถานีชาร์จสาธารณะเพิ่มเติมบนทางหลวงและในเมืองสามารถแก้ปัญหาได้

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

ประเภทของระบบการประจุ

❑ ระบบ Conductive Charging (Plug-in charging)

- เป็นเทคนิคการชาร์จที่เป็นที่รู้จักทั่วไป
- ใช้ในพื้นที่ที่พักอาศัย
- ต้องมีหัวต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟฟ้าและแบตเตอรี่รถยนต์

❑ ระบบ Inductive Charging (Wireless charging)

- เป็นเทคนิคการชาร์จที่มีมากขึ้น, เกี่ยวข้องกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้าแม่เหล็ก
- ใช้หลักการสั่นพ้องของแม่เหล็กในการชาร์จและถ่ายโอนพลังงาน
- จำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับจ่ายและรับพลังงาน

❑ ระบบ การเปลี่ยนถ่ายแบตเตอรี่ Battery Switching systems

- แบตเตอรี่ที่หมดพลังงานจะถูกสับเปลี่ยนด้วยแพ็คแบตเตอรี่ที่มีอยู่ตามสถานีเปลี่ยน

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

ระบบ Conductive Plug-in: การชาร์จแบบ AC และ DC

- **AC charging –** ไฟฟ้าถูกส่งด้วยกระแสสลับ (AC) รถยนต์ไฟฟ้า (EV) ต้องการกระแสตรง (DC) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรเรียงกระแสระหว่างกริดกับแบตเตอรี่ การแปลง AC/DC นี้ดำเนินการโดยเครื่องชาร์จ EV ออนบอร์ด

- **DC charging –** ในสถานีชาร์จ DC แบบเร็ว กระแสไฟฟ้าจากโครงข่ายจะถูกส่งไปยังรถยนต์โดยไม่ต้องใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

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

สถานีชาร์จไฟฟ้าแบบ Plug-in

❑ สถานีชาร์จแบบเสียบปลั๊กมีหลายระดับ:

- การชาร์จระดับที่ **1, 120 โวลต์**

ใช้ปลั๊กเพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องชาร์จออนบอร์ดและเต้ารับมาตรฐานในครัวเรือน การตั้งค่านี้ให้การชาร์จระหว่าง 3-10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- **การชาร์จระดับที่ 2, 220/240 โวลต์**

ให้พลังงานที่ 220 V หรือ 240 V และสูงถึง 30 A คนขับสามารถเพิ่มระยะทางได้ประมาณ 30 กิโลเมตรในหนึ่งชั่วโมงของการชาร์จที่บ้านหรือที่สถานีสาธารณะ

- **การชาร์จระดับที่ 3, 480 โวลต์ (การประจุเร็ว DC)**

ในกรณีนี้ ที่ชาร์จจะเป็นเครื่องขนาดปั๊มแก๊ส ที่ชาร์จแบบเร็วทั้งหมดสามารถชาร์จได้ประมาณ 80% ในเวลาอันสั้น

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

การชาร์จแบบไร้สาย Wireless inductive charging

- เทคโนโลยีนี้ขึ้นอยู่กับหลักการเดียวกันของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้หม้อแปลงสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าของกระแสสลับได้ กระแสนี้ไหลผ่านขดลวดเส้นเดียว ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ขั้วกลับกันในแต่ละรอบและเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้ากระแสสลับที่สอดคล้องกันในขดลวดทุติยภูมิ

- หากขดลวดทั้งสองแยกจากกันโดยอากาศ กระแสที่ไหลผ่านขดลวดแรกจะสร้างสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะยังคงถูกดึงขึ้นมาโดยขดลวดที่สอง ยิ่งช่องว่างอากาศมากเท่าใด การถ่ายโอนพลังงานก็จะยิ่งมีประสิทธิภาพน้อยลงเท่านั้น กระแสที่เกิดขึ้นในขดลวดที่สองสามารถชาร์จแบตเตอรี่ของรถยนต์ได้

- ระบบนี้ยังสามารถใช้ในการเคลื่อนไหวทำให้สามารถใช้ช่องชาร์จไฟฟ้าบนทางหลวงได้ในอนาคต

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

เทคนิคการประมาณ SOC

<u>วิธีการโดยตรง</u>

- Coulomb counting
- Open circuit voltage measurement
- Discharge test
- Impedence spectroscopy

<u>วิธีการโดยอ้อม</u>

อาศัยโมเดล

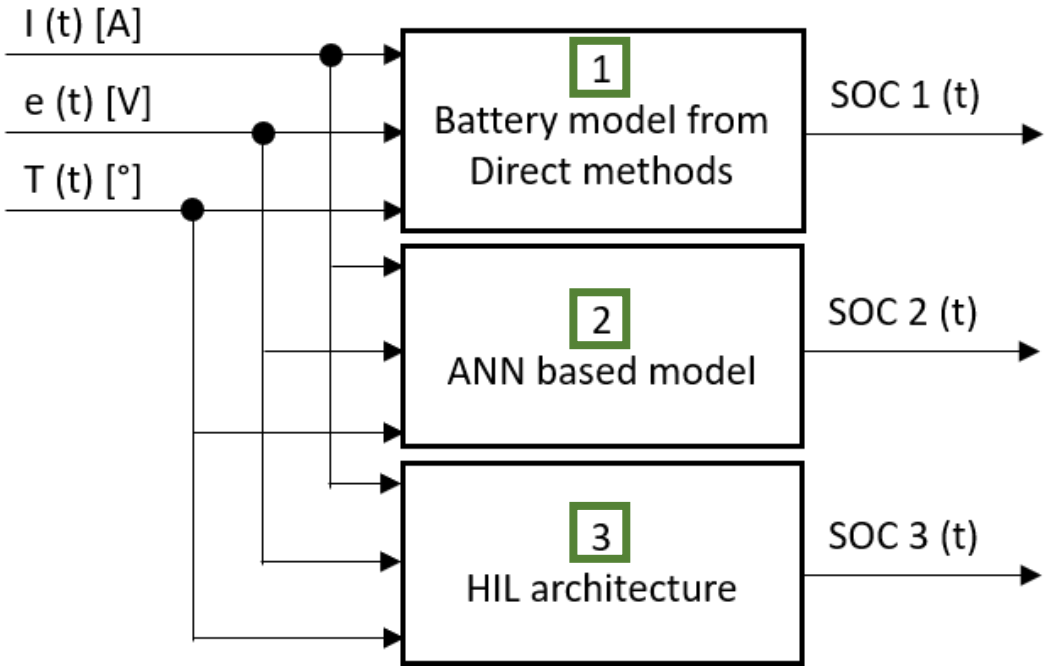
- Kalman Filter (KF)
- Extended Kalman Filter (EKF)
- Smooth Variable Structure Filter (SVSF)

เทคนิคแบบปรับตัวได้

- Artificial Neural Network (ANN)
- Fuzzy Logic (FL)

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

การติดตั้งชุดทดสอบ



โมเดลแบตเตอรี่หมายถึงก้อนแบตเตอรี่ (แรงดันไฟฟ้าเล็กน้อย: 48V ความจุปกติ: 60 Ah) ประกอบด้วยเซลล์ LiPo 156 เซลล์ (การกำหนดค่า: 13p12s)

❑ 1 – Battery model from Direct methods

- ค่าใช้จ่ายในการคำนวณสูง
- ใช้ไม่ได้กับการประเมิน SOC บนเครื่องบิน
- อาศัยวิธีเลียนแบบพฤติกรรมของแบตเตอรี่
- สร้างชุดข้อมูลการฝึกอบรมสำหรับ **Model 2**
- SOC 1 เป็นการอ้างอิง

❑ 2 – ANN based model

- ทำการประมาณค่า SOC โดยการจำลอง
- ANN ได้รับการฝึกอบรมด้วยข้อมูลที่จัดทำโดย **Model 1**
- SOC 2 เป็นการประมาณค่า

❑ 3 – HIL architecture

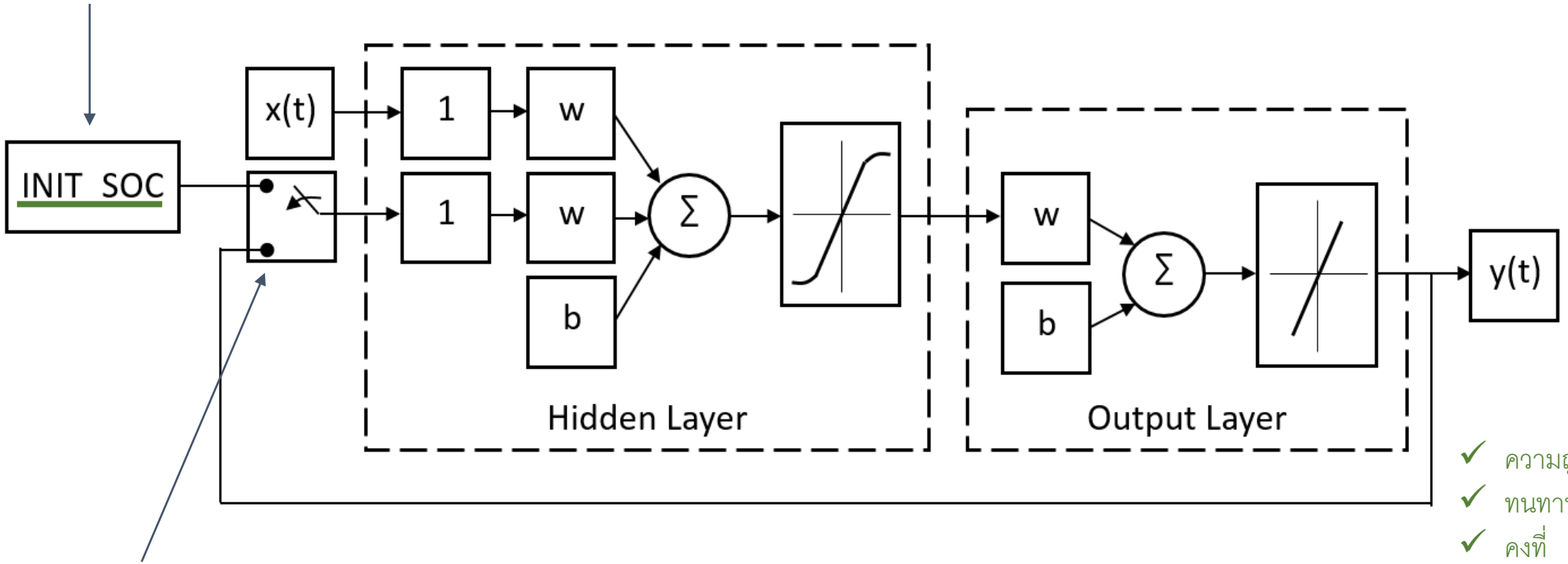
- คือการตรวจสอบการทดลองของ **Model 2**
- Model 2 สร้างขึ้นบนกระดานฮาร์ดแวร์
- SOC 3 เป็นการประมาณค่า

เป้าหมายการประมาณค่า: SOC 1 = SOC 2 = SOC 3

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

❑ 5. Closed-loop NARX ANN with a known initial SOC state

- จำเป็นสำหรับการประมาณการที่แม่นยำ
- ระบบนี้ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแฟลช BMS

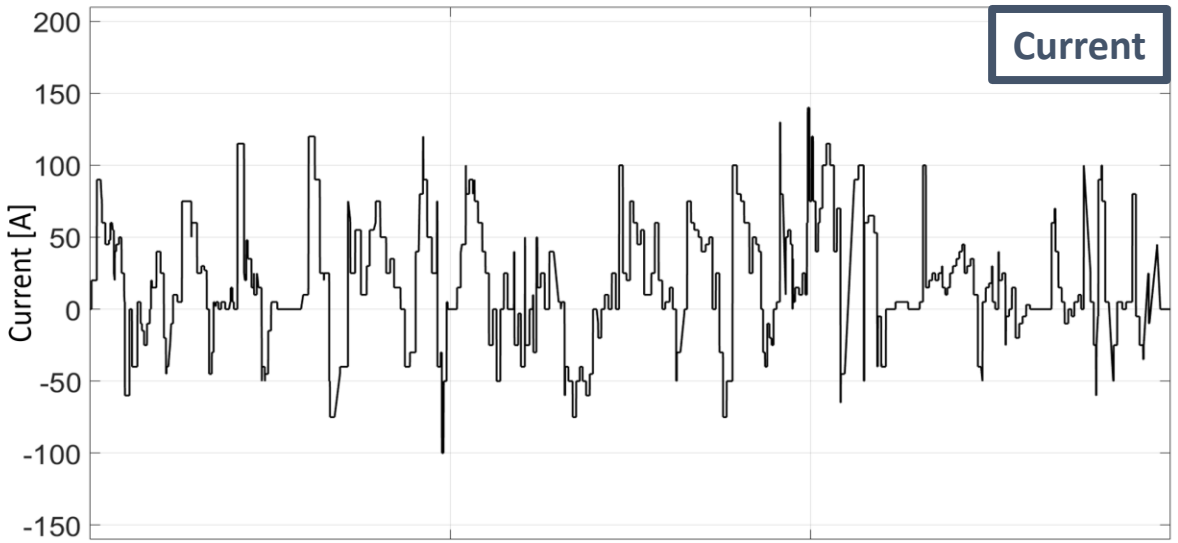


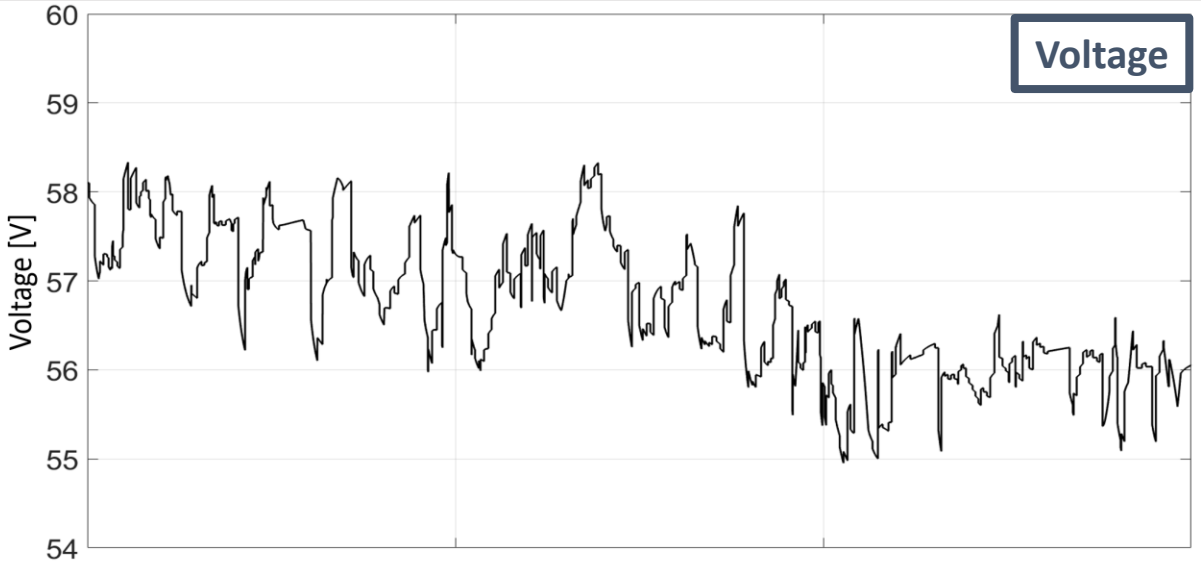
- the switch changes the input to the fed-back estimated SOC value (after 1 second)

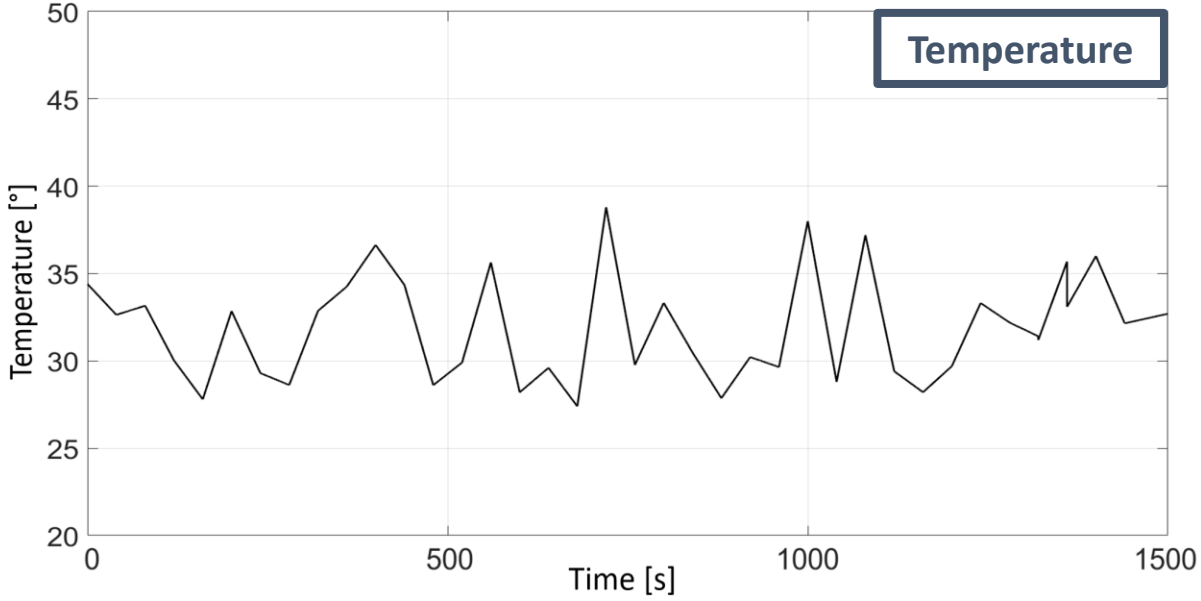
- ✓ ความถูกต้องสูง
- ✓ ทนทาน
- ✓ คงที่
- ✓ เฟสการสอนเร็ว
- ✓ ราคาการคำนวณต่ำ

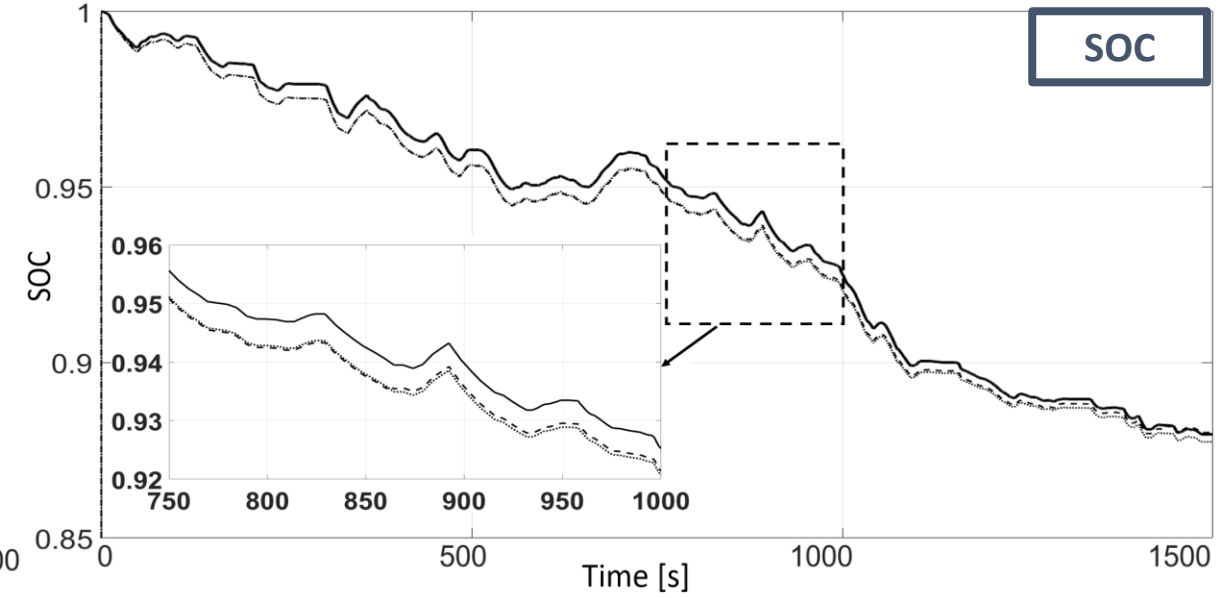
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

การตรวจสอบโดยการทดลองจริง– (1/2) สไตล์การขับแบบผสมระดับปานกลาง



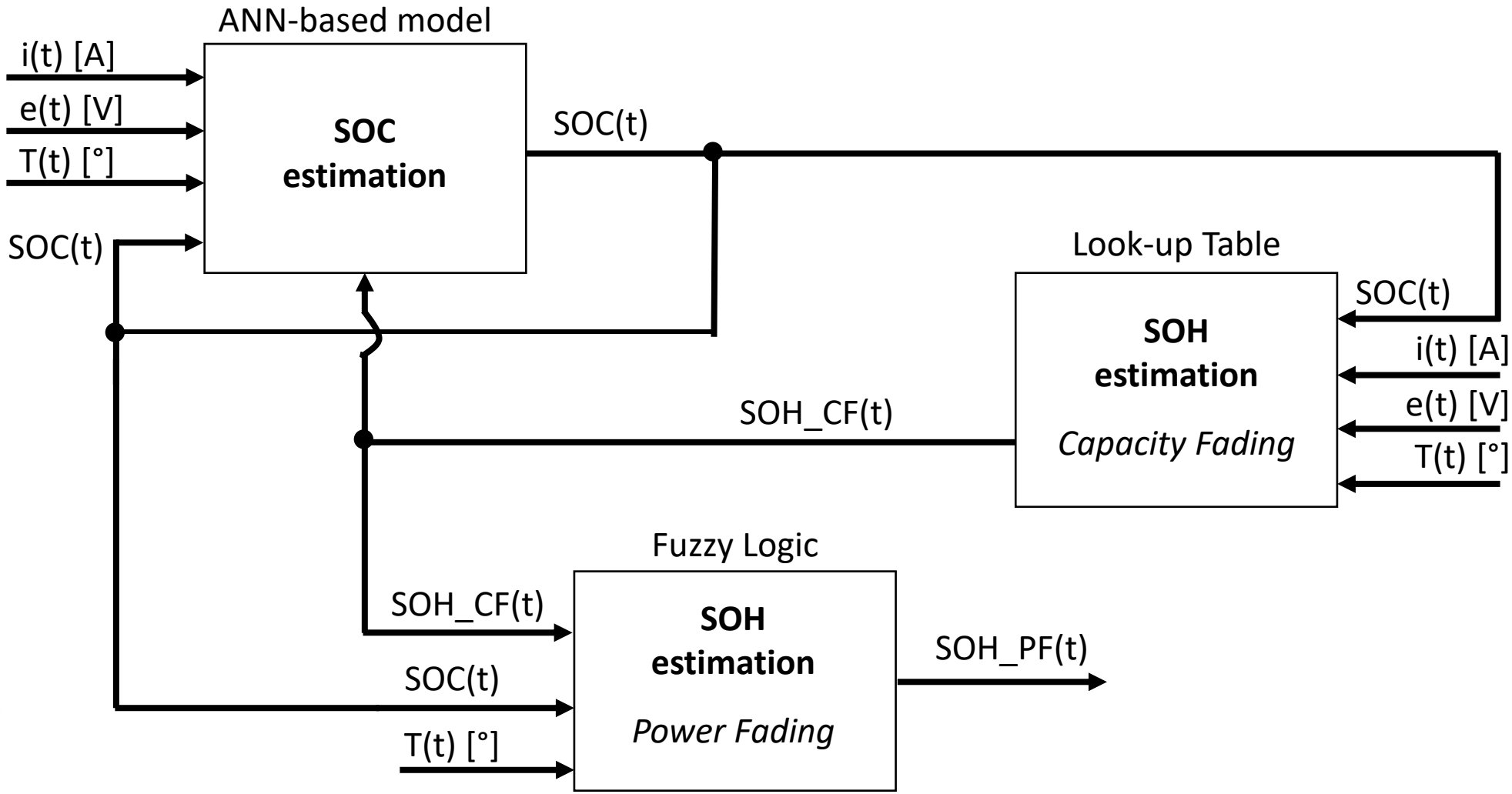






Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การวิเคราะห์ **SOH**



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

ภาพรวมของยานพาหนะที่เชื่อมต่อ

- **รถยนต์ที่เชื่อมต่อ**คือรถยนต์ที่ติดตั้งอินเทอร์เน็ต และมักจะมีเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (LAN) ด้วย ซึ่งช่วยให้รถแชร์อินเทอร์เน็ตและข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งในและนอกรถได้ สำหรับการใช้งานที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัย รถยนต์ที่เชื่อมต่อจะเชื่อมต่อโดยใช้วิทยุสื่อสารระยะใกล้ (DSRC) โดยเฉพาะด้วยเวลาแฝงที่ต่ำมาก

- General Motors เป็นผู้ผลิตรถยนต์รายแรกที่นำคุณลักษณะของรถยนต์ที่เชื่อมต่อเป็นครั้งแรกออกสู่ตลาดกับ OnStar ในปี 1996 จุดประสงค์หลักคือความปลอดภัยและเพื่อรับความช่วยเหลือฉุกเฉินสำหรับรถยนต์เมื่อเกิดอุบัติเหตุ OnStar ใช้งานได้กับเสียงเท่านั้น แต่เมื่อระบบเซลลูลาร์เพิ่มข้อมูล ระบบจะส่งตำแหน่ง GPS ไปยังศูนย์บริการได้

- ในปี 2014 Audi เป็นผู้ผลิตรถยนต์รายแรกที่ให้บริการฮอตสปอต 4G LTE Wi-Fi ในรถยนต์

- ในอนาคต Internet of Things (IoT) จะถูกนำมาใช้เพื่อให้บริการเคลื่อนที่ในรถยนต์ด้วยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เพื่อให้สามารถควบคุมการจราจรแบบเรียลไทม์ โต้ตอบกับบริการของผู้ผลิตรถยนต์เพื่อการวินิจฉัยจากระยะไกล และปรับปรุงระบบอัตโนมัติด้านโลจิสติกส์ของบริษัทให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ อินเทอร์เน็ตจะใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างรถเพื่อการเลือกเส้นทางที่ดีขึ้นและรายงานอุบัติเหตุ

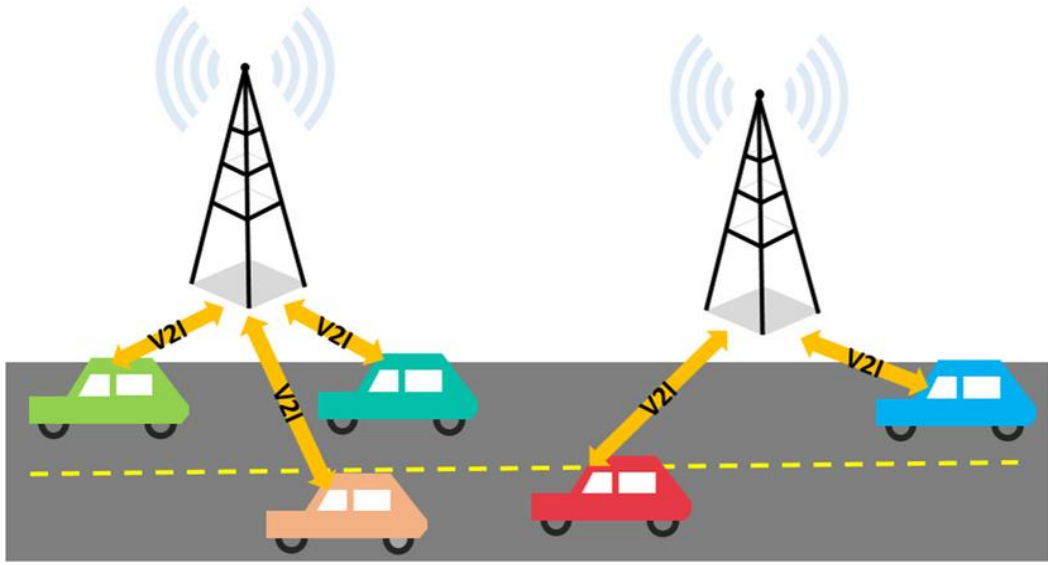
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ประเภทของการเชื่อมต่อรถยนต์

- **การเชื่อมต่อแบบ Vehicle-to-Vehicle (V2V)**
  ให้ความปลอดภัยและการโต้ตอบที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากยานพาหนะสามารถสื่อสารระหว่างกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์อันตรายหรือสภาพถนน เช่น น้ำแข็ง อุบัติเหตุ ฯลฯ

- **การเชื่อมต่อแบบ Vehicle-to-Infrastracture (V2I)**
  ช่วยให้สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ใด ๆ ที่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ซึ่งมีงานหลายอย่าง: การจัดการจราจร, จ่ายค่าผ่านทาง, บริการเว็บ, การวินิจฉัยระยะไกล, การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่วนตัวภายในรถ ฯลฯ

- **การเชื่อมต่อแบบ Vehicle-to-Everything (V2X)**
  เทคโนโลยีนี้เชื่อมโยงยานพาหนะทุกประเภทและระบบโครงสร้างพื้นฐานเข้าด้วยกัน การเชื่อมต่อนี้รวมถึงรถยนต์ ทางหลวง เรือ รถไฟ เครื่องบิน ฯลฯ



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

บริการเชื่อมต่อ

ให้การเดินทางที่ปลอดภัยกว่า

ทำให้ผู้ขับได้ติดต่อกับคนอื่น ๆ

ปรับปรุงการใช้พลังงาน

ทำให้ผู้ขับได้รับข้อมูลต่าง ๆ

การตรวจสอบรถระยะไกล

หลีกเลี่ยงการประมาทเผอเรอของผู้ขับ

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

ความท้าทายในอนาคต

- **การออกแบบอินเตอร์เฟซระหว่างคนและเครื่องจักร Human Machine Interface (HMI)**
  - ยังไม่ใช่ระบบที่ใช้งานง่าย
  - อินเตอร์เฟซแบบอัจฉริยะด้วย AI
  - การปรับแก้ที่ดีกว่า Better customization
  - การใช้งานที่มากขึ้น
  - ข้อเสนอแนะท่าทางสัมผัสที่ได้รับการปรับปรุง

- **การบรรจบกันของเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้เป็นมาตรฐาน**
  - ปัจจุบันมีแต่เทคโนโลยีที่เป็นเอกสิทธิ์เท่านั้น
  - การผสานรวมแบบกำหนดเองที่เป็นไปได้ในอนาคต

- **บิ๊กดาต้าและความปลอดภัยทางไซเบอร์**
  - บริการด้าน AI
  - ประสบการณ์รถที่ดีที่สุด
  - ต้องการความเป็นส่วนตัวของข้อมูล
  - ความต้องการความปลอดภัยทางไซเบอร์ของยานพาหนะ

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

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student´s Employability and Regional Development

https://www.facebook.com/unitederasmus/

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

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP