การบูรณาการเรียนแบบโปรเจ็กเบสด์ “กรณีศึกษางานผลิตชุดประกอบ”
(Integrated Project based Learning “A Case Study in Machining & Assembly ”)

รศ.มานพ ตันตระบัณฑิตย์[1], กิตติพัฒน์ สมหมื่นสวัส[2], ณัฐพงศ์ รุ่งกำจัด[3]
[1]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
โทร.0982859689 e-mail: zq_0528@yahoo.com
[2]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
โทร.0982859689 e-mail: kittipatsommuensawat@gmail.com
[3]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
โทร. 089-122-7342 e-mail: Natta_2537@hotmail.com

บทคัดย่อ

การบูรณาการเรียนแบบโปรเจ็กเบสด์นี้เป็นกรณีศึกษาที่สะท้อนให้เห็นภาพความเชื่อมโยงที่เป็นรูปธรรม สามารถนำไปประยุกต์ปฏิบัติและใช้งานได้จริงจากการที่นักศึกษาได้ผ่านการเรียนการสอนหลักสูตรพื้นฐาน 5 รายวิชา คือ 1.วิชางานฝึกฝีมือช่างอุตสาหกรรม 2.วิชาเขียนแบบเทคนิค 3.วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ 4. วิชามาตรวิทยาอุตสาหกรรม 5.วิชากระบวนการผลิต (เป็นวิชาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ) ในสาขาวิชามาบูรณาการประยุกต์เป็นนวตกรรมในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติงานเครื่องมือกล1 ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาสาขาครุศาสตร์อุตสาหการ (เครื่องมือกล) ระดับปริญญาตรี ได้มีทักษะการประยุกต์ใช้มาตรฐานอุตสาหกรรมสากลมาช่วยในการออกแบบงานนวตกรรมใหม่ๆที่อาจจะนำไปผลิตสู่เชิงพาณิชย์ได้และสามารถนำทักษะไปใช้สอนในวิชาชีพสอนระดับอาชีวศึกษาได้จริงในอนาคต

การบูรณาการเรียนแบบโปรเจ็กเบสด์ “กรณีศึกษางานผลิตชุดประกอบ” นี้ได้ดำเนินการทดลองสอนปฏิบัติชุดประกอบเป็นชุดจำลองการสอนปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush” ในรายวิชา 02211419 -1 ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 3 (3-0-6) สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม (วิศวกรรมเครื่องกล) หลักสูตร 5ปี สรุปผลได้ดังนี้ ผลที่ได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 13.88 (SD =2.80) และผลคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 24.15 (SD = 2.39) จะเห็นได้ว่าเมื่อกับชุดจำลองคะแนนสอบหลังเรียนดีขึ้นอย่างมาก และพบว่าคะแนนปฏิบัติเฉลี่ยอยู่ที่ 45 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งของคะแนนเต็ม 70 คะแนน จึงจะผ่านการทดสอบปฏิบัติการถอดประกอบชุดจำลอง

คำสำคัญ*: Integrated Learning, Integrated Project based Learning, Integrated Practice Learning*

Abstract

The Integrated Project based Learning a Case Study in Machining & Assembly was implemented in the study field: Technical Education (Industrial Engineering) Bachalor Degree Level, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. This study reflected the relation of basic subjects that convey to the practical project in which students have been experienced on the following 5 subjects: 1.Basic Benchwork 2.Technical Drawing 3.Computer Aided Design 4. Metrology 5.Manufacturing

Process (Theory and practice). From these experiences were applied to innovative projects by the operation in subject: Practical in Machine Tool 1 . In order to achieve the goal, the Machine Element Standard, -Tolerance Fits were most importantly to emphasize in the learning process.

The finished-hardware teaching aids made by this learning process consist of Mounting and Dismounting of Ball Bearing with Retaining Ring on the Shaft & Hub and Power Lock – Taper Bush on the Shaft inserted with Parallel Key were being implemented as practical teaching in the subject: Machine Element, 2.year students in Technical Education (Mechanical Engineering). In this experiment, score test by t-test formula (Dependent Samples) was introduced, from pre-test score found to be average 13.88 (SD =2.80) but score test after learning found to be average 24.15 (SD = 2.39). The average score practice of Mounting and Dismounting of assembly have average score at 45 points, found to average score over-half of full score 70 points thus to pass test of assembly practice.

Keywords: *Integrated Learning, Integrated Project based Learning, Integrated Practice Learnin*$_g$

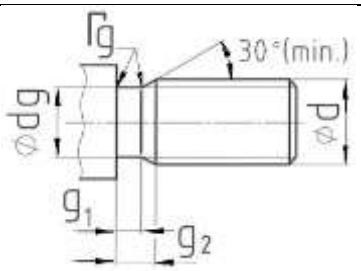
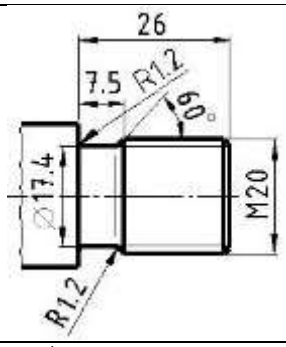
1. บทนำ

จากสภาพปัญหาที่ประเทศไทยมีความสามารถในการออกแบบงานนวตกรรมใหม่ๆที่นำไปสู่เชิงพาณิชย์และได้รับการยอมรับสินค้าในระดับนานาชาตินั้นยังมีปริมาณงานนวตกรรมไม่มากในการแข่งขันระดับนานาชาติ เมื่อดูจากเปรียบเทียบ Global Innovation Index 2017 rankings จากประเทศในอาเซียน 4 ประเทศดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คัดย่อจาก Global Innovation Index 2017 rankings[6)]

ประเทศ	Score (0 – 100)	อันดับ (rankings)
สิงคโปร์	58.69	7
มาเลเซีย	42.72	37
เวียตนาม	38.34	47
ไทย	37.57	51

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพพื้นฐานมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเชื่อมโยงทักษะและความรู้จากหลายแหล่งมาเป็นวิชาบูรณาการวิชาชีพพื้นฐาน ในทางงานเครื่องกล-งานโลหะ ควรจะมีงานฝึกเขียนแบบงานสั่งผลิตชิ้นส่วนเพื่อทำชุดประกอบและถอดชุดประกอบสำเร็จรูปที่ใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานและพิกัดงานสวมตามมาตรฐานสากลจะเป็นปัจจัยพื้นฐานในการคิดค้นนวตกรรมใหม่ๆที่มีความจำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานในยึดชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน หากไม่มีการใช้มาตรฐานอุตสาหกรรมมาช่วยในการออกแบบงานนวตกรรมใหม่ๆและมีการนำไปผลิตสู่เชิงพาณิชย์ จะไม่สามารถสร้างการยอมรับสินค้านี้ในระดับนานาชาติได้เลย (โดยเฉพาะประเทศมหาอำนาจทางอุตสาหกรรมทั้งหลาย)

	
ภาพที่ 1 เกลียวอันเดอร์คัต (Thread Undercut) จาก มาตรฐาน JIS B 1006-1985	ภาพที่ 2 แบบสั่งงานผลิตเกลียวอันเดอร์คัต เมื่อกำหนดเกลียว M 20 ขนาดอื่นๆได้จากตาราง JIS B 1006-1985

ความสำคัญของการเรียนการสอนเกี่ยวกับมาตรฐานชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ยกตัวอย่าง เช่น การเขียนแบบสั่งงานผลิตเกลียวอันเดอร์คัตตามภาพที่ 2 จะต้องกำหนดให้มีรัศมีร่องอันเดอร์คัต R 1.2 mm (ทำให้บริเวณร่องอันเดอร์คัตมีความแข็งแรงต่อการรับภาระในการนำไปใช้งานมากกว่าร่องที่ไม่มีรัศมี) รวมทั้งระยะยาวร่องอันเดอร์คัต 7.5 mm (เป็นระยะถอยมีดออกจากร่องอันเดอร์คัตในขณะกลึงเกลียว) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.4 mm

Wikipedia[1] ได้ให้คำนิยาม “ Integrative Learning” ว่าเป็นการเดินไปข้างหน้าของเรียนวิชาต่าง ๆ นำมาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อช่วยให้นักศึกษาเชื่อมโยงเนื้อหาในหลักสูตรรายวิชานำเอาไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ โดยจะมีการเชื่อมโยงทักษะและความรู้จากหลายแหล่งรวมทั้งประสบการณ์ การประยุกต์ใช้ทักษะและการปฏิบัติที่หลากหลายรูปแบบในด้าน Soft skill & hardware

1.1 ผลประโยชน์จากการบูรณาการสอนด้วยการทำงานในสถานประกอบการ (Benefits of work-Integrated Learning-Flinder University [2])

เป็นโปรแกรมการเรียนแบบ Work-Integrated Learning (WIL) ต้องการผู้มีส่วนร่วมที่ดีระหว่างผู้มีส่วนได้เสีย(Stakeholders) ทั้งหมด รวมทั้งธุรกิจระดับท้องถิ่นและองค์กรชุมชน ผู้มีส่วนร่วมในการทำงาน (Effective partnerships) จะให้โอกาสในการเรียนรูที่มีคุณค่าในความพร้อมในกิจกรรมการประยุกต์การทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม (Needs of industry) และนักศึกษาในการพัฒนาการสะท้อนภาพที่เกี่ยวข้องกับสภาพการสอนที่ยังผลประโยชน์ต่อผู้มีส่วนได้เสีย

หอการค้าแคนาดา (Canadian Chamber of Commerce) ได้อธิบายถึงผลสัมฤทธิ์ Work-integrated Learning (WIL) [3] ว่า “องค์ประกอบต่างๆ จะทำให้เกิดทักษะสูง (Highly skilled) มีผลิตผลด้านนวตกรรมสูง เศรษฐกิจเจริญเติบโตและแข็งแกร่ง” ผลจากการสำรวจพบว่า 95 % คณะฯที่สังกัดวิทยาลัยและ 84 % คณะฯ ที่สังกัดมหาวิทยาลัยได้กล่าวว่า WIL เป็นสิ่งที่มีคุณค่ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อนักศึกษา ในจำนวนครึ่งหนึ่งของผู้จ้างงานกล่าวว่ามีแผนในการจัดฝึกงาน WIL ภายใน 2 ปี ข้างหน้า

ผลประโยชน์สำหรับนักศึกษา

- นำความรู้ภาคทฤษฎีมาสู่ภาคปฏิบัติจริง
- เกิดการพัฒนาจิตสำนึก (Awareness) ด้านวัฒนธรรมการทำงานและความคาดหวังขององค์กร
- เกิดการพัฒนา Soft skills เช่น การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ส่งอีเมล์ ทักษะการเขียนรายงาน การตรงต่อเวลา ความเป็นผู้นำและการพัฒนาวิชาชีพเกิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติที่สะท้อนการศึกษาในอนาคต
- เกิดการพัฒนางานรวดเร็วคล่องตัวเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น
- นำความรู้ไปรับงานนอกเวลาการเรียน เพื่อรายได้เสริม
- เมื่อสำเร็จการศึกษาจะได้รับเงินเดือนสูงกว่าปกติ

1.2 เพื่อให้ได้รับผลประโยชน์จาก WIL นักศึกษาควรจะกระทำหรือระมัดระวัง

- ความเชื่อมั่นในวิชาการที่มีอยู่อาจจะไม่เพียงพอต่อความสำเร็จที่จะได้รับ
- พึงระลึกเสมอว่าการพัฒนาศักยภาพด้านทักษะ เจตคติและความสามารถนั้นจะได้จาก WIL
- จะต้องยอมรับบทบาทหน้าที่นักศึกษาในกระบวนการเรียนการสอนด้วย WIL
- มีส่วนร่วมในระบบ WIL ด้วยกระตือรือร้น (Active)
- ให้ระลึกเสมอว่ามีหน่วยงานหรือสถานประกอบการจำนวนน้อยมากที่สามารถจัดให้มีระบบ WIL
- มีการจัดทำ Portfolio จากประสบการณ์การทำงาน
- ฝึกทำงานเชิงรุกเพื่อให้เกิดคุณภาพงานที่ดี

<u>ผลประโยชน์ที่สถานศึกษาจะได้รับจาก WIL</u>

- เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้รู้รายวิชาที่รองรับในด้านการฝึกทักษะปฏิบัติทั้ง Soft skill และ Work shop practical skill
- รวบรวมสมรรถนะความสามารถด้านทักษะ ประสบการณ์เพื่อมาพัฒนาหลักสูตรต่อไป
- ได้ประเมินการพัฒนาและความเป็นมืออาชีพของนักศึกษา
- เพิ่มทักษะให้กับนักศึกษา
- เป็นแนวทางการพัฒนานวตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เกิดจากทักษะการปฏิบัติ
- สถานประกอบการให้เกิดการยอมรับมากขึ้น

1.3 เพื่อให้ได้ผลประโยชน์จาก WIL สถานศึกษาควรจะกระทำ

- พัฒนาการเรียนในมุมมองที่กว้างขึ้น (แทนการสอนที่ไม่มีการบูรณาการเลย)
- ช่วยให้นักศึกษามีพัฒนาการใช้ภาษาในการอธิบายเขียนรายงานจากทักษะความสามารถในการทำงาน
- ทำให้มีจำนวนนักศึกษาที่หารายได้เสริมจากประสบการณ์ WIL เพิ่มมากขึ้น
- พัฒนาวิชาการเรียนให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นในการเข้าไปรองรับระบบ WIL

- จัดระบบรายวิชารวมทั้งวิชาภาคปฏิบัติพื้นฐานให้สามารถรองรับระบบ WIL

1.4 มาตรา 7 แห่งร่างพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2548[5] ที่กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลไว้ ความว่า

"ให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เป็นสถาบันอุดมศึกษาด้านวิชาชีพและเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์ให้การศึกษา ส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูงที่เน้นการปฏิบัติ การสอน การวิจัย การผลิตครูวิชาชีพ การจัดการศึกษา ตลอดชีวิตด้านวิชาชีพ ให้บริการวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมและรักษาสิ่งแวดล้อม"

จากวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัยฯ ดังกล่าว นำไปสู่เป้าหมายในการจัดการศึกษาของราชมงคลที่มุ่งสู่การผลิต"บัณฑิตนักปฏิบัติ"

คำว่า "บัณฑิตนักปฏิบัติ" ในความหมายของราชมงคลยึดเป็นแนวคิดนั้นได้น้อมรับมาจาก พระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในพระราชทานปริญญาบัตรแก่บัณฑิตของราชมงคล ในปี พ.ศ. 2525 ซึ่งมีใจความตอนหนึ่งว่า *"...บัณฑิตทุกๆสาขา ทุกๆคน มีหน้าที่ที่สำคัญที่จะต้องเป็นกำลังทำประโยชน์สร้างสรรค์ความเจริญมั่นคงให้แก่ประเทศชาติ การที่จะให้ประโยชน์หรือการสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้นั้น จะต้องลงมือทำมันอย่างจริงจัง..."*

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อทดลองเชื่อมโยงวิชาชีพพื้นฐานนำมาบูรณาการพัฒนาเป็นนวตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เกิดจากทักษะการปฏิบัติ

2.2 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการเลือกใช้มาตรฐานชิ้นส่วนเครื่องจักรกลได้อย่างถูกต้อง

2.3 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการเลือกใช้พิกัดงานสวมชิ้นส่วนที่ผลิตให้ได้ตามมาตรฐานสากลได้อย่างถูกต้อง

2.4 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (เขียนแบบงานสั่งผลิต ตามมาตรฐานสากล)

2.5 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะงานวัดละเอียด (พิกัดงานสวมและขนาดต่างๆของชิ้นส่วนตามมาตรฐานสากล)

2.6 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติเครื่องมือกล (ผลิตชิ้นส่วนตามแบบงานสั่งผลิต)

2.7 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการวัดชิ้นส่วนก่อนประกอบ

2.8 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการประกอบและถอดชุดประกอบสำเร็จรูปด้วยเครื่องมืออย่างถูกต้อง

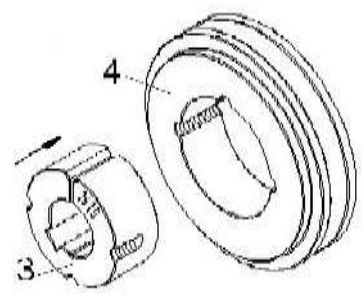
2.9 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกสอนภาคปฏิบัติการประกอบและถอดชุดประกอบสำเร็จรูปด้วยเครื่องมืออย่างถูกต้อง

2.10 เพื่อให้นักศึกษาได้เก็บข้อมูลและประเมินผลการสอนชุดประกอบสำเร็จรูป

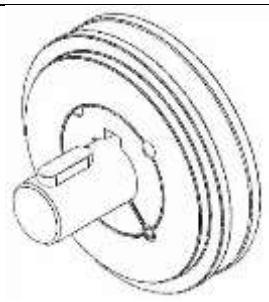
3 วิธีการดำเนินการวิจัย

แนวคิดเพื่อให้สามารถออกแบบพัฒนาชุดประกอบสำเร็จรูปที่สามารถใช้เพลาชิ้นเดียวในการทดลองประกอบและถอดชิ้นส่วนมาตรฐานได้หลายชิ้น ได้แก่

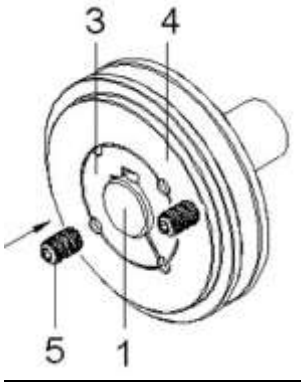
3.1 ประกอบพูลเลย์สวมบนปลายเพลาขนาด Ø 18J6 โดยมี Taper bush คั่นกลางและมีลิ่มขนานสวมระหว่างเพลากับ Taper bush ดูภาพที่ 3-6 ประกอบ



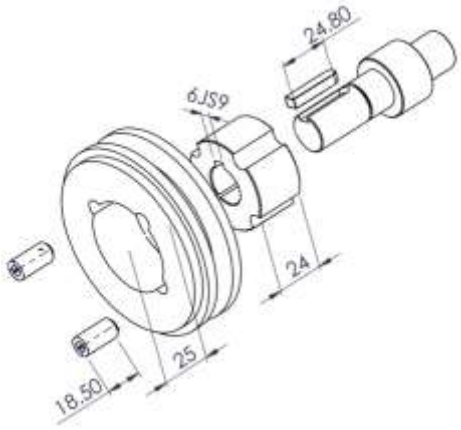
ภาพที่ 3 การสวม Taperbush (3) เบอร์ 1610 ประกอบเข้ารูพูลเลย์ (4)



ภาพที่ 4 ชิ้นส่วนประกอบลิ่มขนานกับTaper bush (แสดงให้เห็นลิ่มขนานให้ชัดเจน)

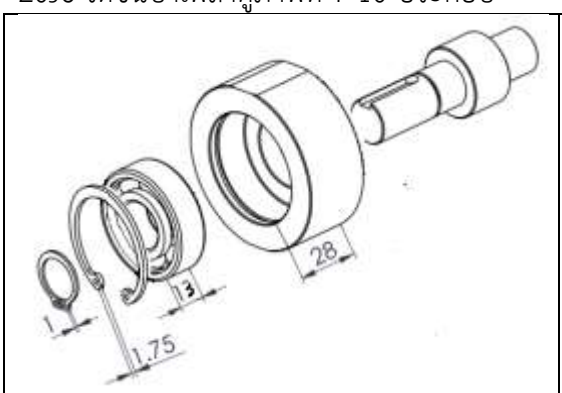


ภาพที่ 5 ชิ้นส่วนประกอบพูลเลย์ (4) กับTaper bush (3) เบอร์ 1610 โดยใช้ Socket screw (5) ขันยึดเข้ารูเกลียว

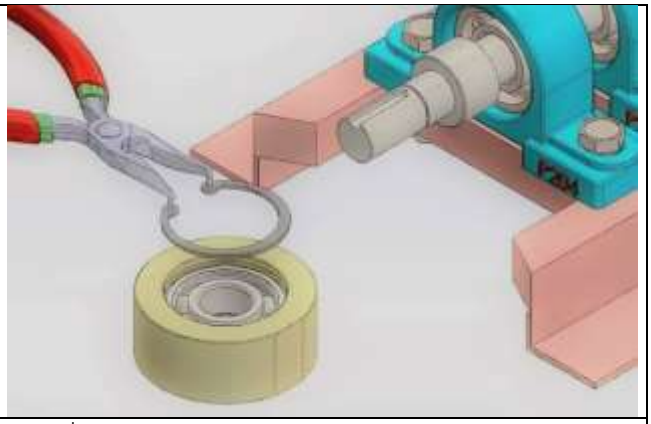


ภาพที่ 6 ชิ้นส่วนประกอบพูลเลย์เข้าเพลา

3.2 ประกอบตลับลูกปืนเข้ารูเสื้อและประกอบแหวนล็อกรูเสื้อ จากประกอบสวมบนเพลาด้านในขนาด Ø 20J6 ให้ชนบ่าเพลาดูภาพที่ 7-10 ประกอบ



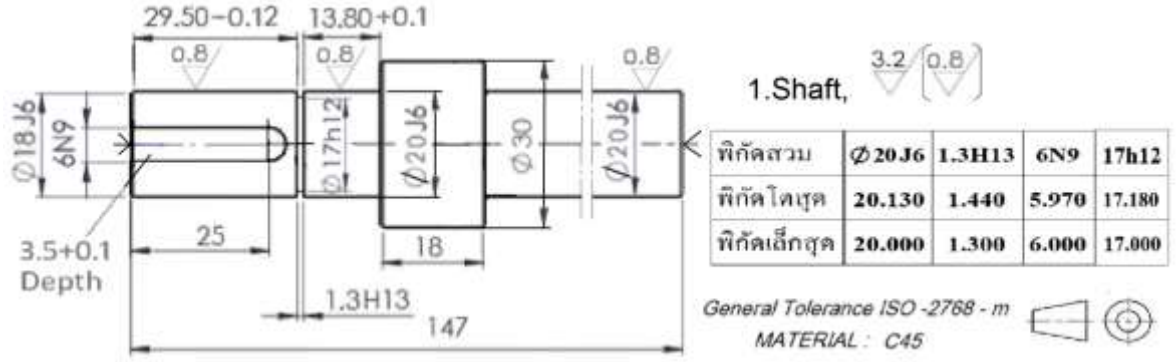
ภาพที่ 7 ภาพ 3 มิติ



ภาพที่ 8 การประกอบแหวนล็อกตลับลูกปืนในร่องรูเสื้อ

3.3 การออกแบบสั่งงานผลิตเพลางานภาระปกติที่มีพิกัดงานสวมกับปลายเพลาทรงกระบอก ใช้มาตรฐานตาม JIS B 0903 – 1977 ที่ขนาดเพลาสวมรูดุม Taper Bush คือ Ø 18J6 ตำแหน่งเพลาสวมTaper Bush ใช้ Ø 20J6 ตำแหน่งเพลาสวมตลับลูกปืน (ประกอบชนบ่าเพลา) และใช้ตำแหน่งเพลาสวมตลับลูกปืน (Stand alone 2 ชุด อยู่ด้านขวามือ) ใช้ Ø 20J6 ร่องลิ่มเพลา 6N9 กำหนดค่าจาก DIN 6885-1(1968-08) ร่องใส่แหวนล็อกเพลาขนาด 1.3H13, Ø17h12 กำหนดค่าจาก DIN 471 (1981-09) ความหยาบผิวงานที่บริเวณขนาดเพลาสวมชิ้นส่วนกำหนดค่า Ra = 0.8 µm (เมื่อมีขนาด 10...18 mm) Tolerance Grade 6 หรือ IT6) จาก ISO-Tolerance Grade ขนาดอื่นๆที่ไม่มีพิกัดงานสวม เช่น

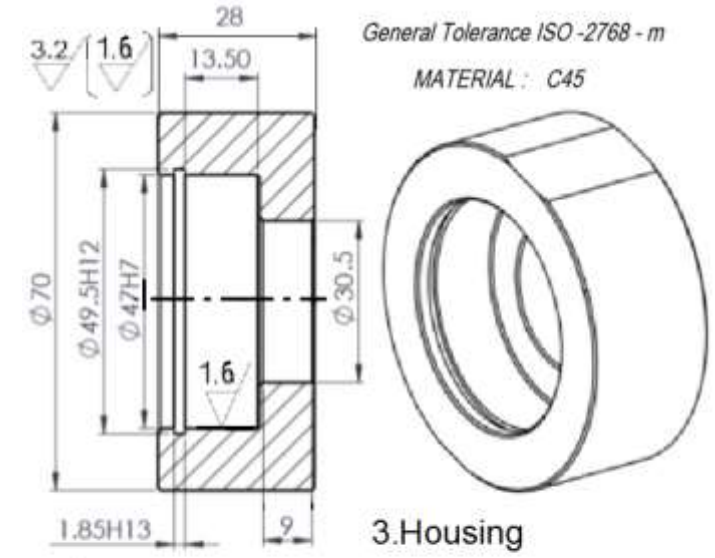
ขนาด 147 mm ให้ใช้ค่าพิกัดความเผื่อตาม General Tolerance ISO 2768-m (medium) วัสดุเพลาใช้เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง C45 (มีความต้านแรงดึง ประมาณ 450 N/mm^2) ทั้งนี้เพื่อให้ทนการสึกหรอ (เพราะต้องใช่ถอดประกอบหลายครั้ง) ได้ดีกว่าเหล็กกล้าละมุน ดูภาพที่11



พิกัดสวม	Ø20J6	1.3H13	6N9	17h12
พิกัดโตสุด	20.130	1.440	5.970	17.180
พิกัดเล็กสุด	20.000	1.300	6.000	17.000

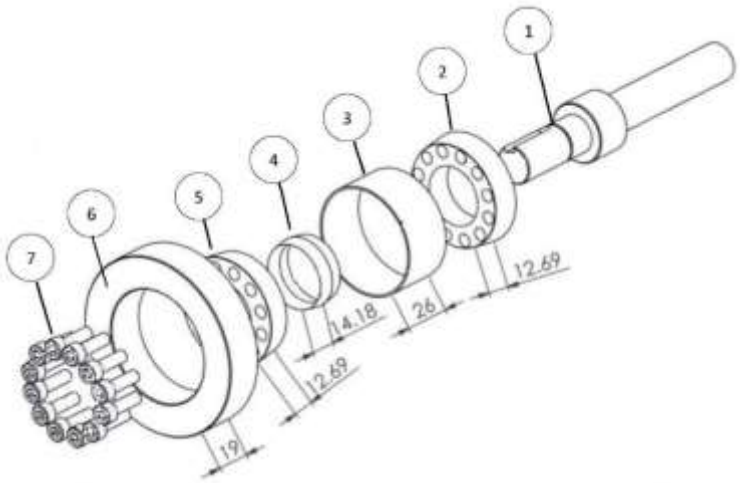
ภาพที่11แบบสั่งงานผลิตเพลาสำหรับใช้ประกอบ 1.Taper bush 2.ตลับลูกปืน 3.Power Lock

3.4 การออกแบบแบบสั่งงานผลิตเสื้องานภาระปกติที่มีพิกัดผิวรูสวมตลับลูกปืน ใช้มาตรฐานใช้มาตรฐานงานสวมตลับลูกปืน Ø47H7 ร่องใส่แหวนล็อกรูขนาด 1.85H13, Ø49.5H12 กำหนดค่าจาก DIN 472 (1981-09) ความหยาบผิวงานบริเวณขนาดรูสวมแหวนนอกตลับลูกปืน กำหนดค่า Ra = 1.6 μm (เมื่อมีขนาด 18.....80 mm Tolerance Grade 7 หรือ IT7) ตาม ISO-Tolerance Grade (ดูภาพที่12) ความกว้างแหวนตลับลูกปืน 13 mm (ดูภาพที่ 13) จึงได้กำหนดระยะประกอบถึงร่องใส่แหวนล็อกรู = 13.50 mm (ดูภาพที่12) ขนาดรู Ø30.5 mm กำหนดให้โตกว่าสันเพลาตรงกลาง Ø30 mm (ดูภาพที่11) เพื่อให้เพลาหมุนได้สะดวก



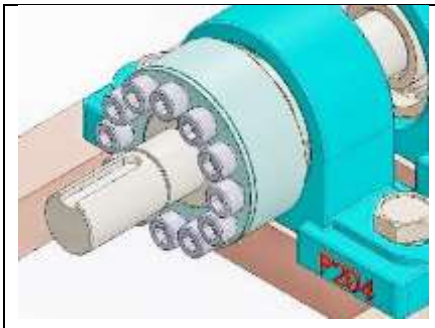
พิกัดสวม	Ø47H7	Ø49.5H12	1.85H13
พิกัดโตสุด	47.250	49.750	1.990
พิกัดเล็กสุด	47.000	49.500	1.850

ภาพที่ 12 แบบสั่งงานผลิตเสื้อสำหรับสวมตลับลูกปืนและร่องแหวนล็อก

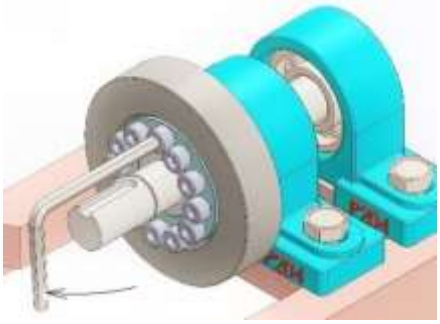


ภาพที่ **13** ชิ้นส่วนประกอบรวม: 1.เพลา 2-5 และ 7 คือชิ้นส่วนประกอบ Power Lock 6. ดุมล้อ

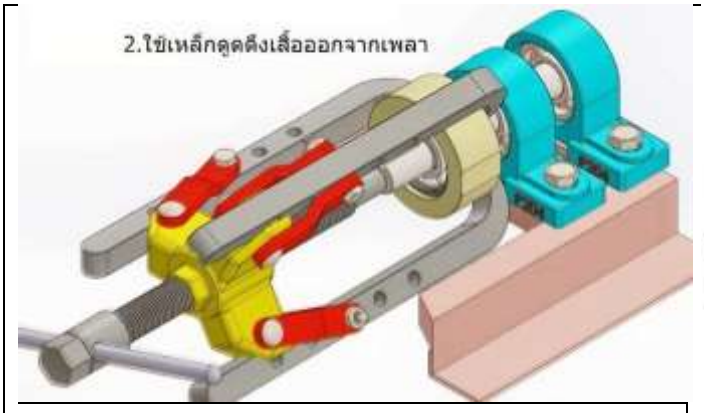
ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงวิธีการถอดชิ้นส่วนประกอบและการใช้เครื่องมือในการถอดโดยที่ชิ้นส่วนประกอบไม่เกิดความเสียหาย (ดังตัวอย่างดูภาพที่ 14-17)



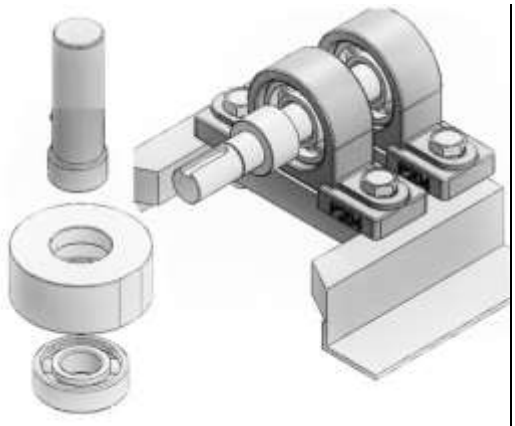
ภาพที่ **14** Power Lock ที่ประกอบสวมเพลา



ภาพที่ **15** การสวมดุมล้อเข้า Power Lock



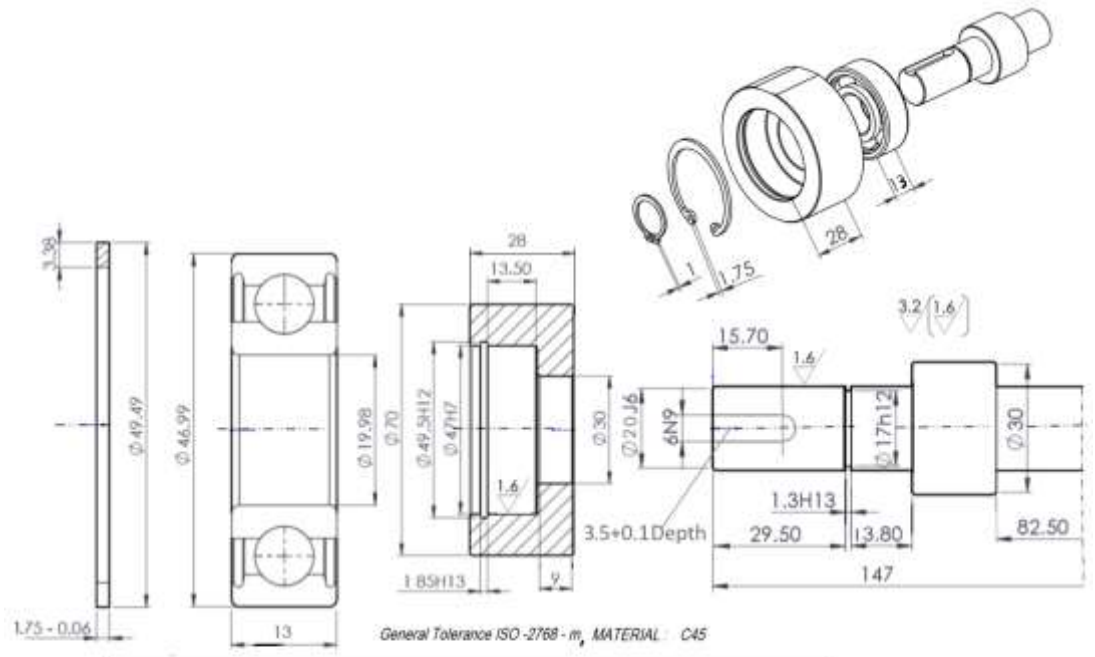
ภาพที่ **16** การถอดชุดเสื้อสวมตลับลูกปืนด้วยเหล็กดูด



ภาพที่ **17** การใช้แท่งเหล็กปาดหน้าเรียบดันวงแหวนในตลับลูกปืนออกจากเสื้อ

3.5 จัดซื้อจัดหาชิ้นส่วนมาตรฐาน ได้แก่ ตลับลูกปืน แหวนล็อกเพลา-รู Power Lock, Taper Bush ตลับลูกปืน Stand alone 2 ชุด วัสดุเหล็กกล้านำมาผลิตชุดเสื้อสวมตลับลูกปืน ดุมล้อเพื่อประกอบ Power Lock ฐานสำหรับประกอบตลับลูกปืน Stand alone 2 ชุด

3.6 เมื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆเสร็จ จะต้องตรวจสอบขนาดชิ้นส่วนก่อนการประกอบเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 18



Material List of Shaft & Housing Locked with Retaining rings							
พิกัดสวม	Ø47H7	Ø18J6	Ø49.5H12	17h12	1.3H13	1.85H13	6N9
พิกัดโตสุด	47.250	18.130	49.750	17.180	1.440	1.990	5.970
พิกัดเล็กสุด	47.000	18.000	49.500	17.000	1.300	1.850	6.000

ภาพที่ **18** แบบงานสำหรับตรวจสอบขนาดชิ้นส่วนก่อนการประกอบเข้าด้วยกัน

3.7 ทำการทดลองการถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush ด้วยเครื่องมือต่างๆและปรับปรุงแก้ไขในจุดบกพร่องต่างๆก่อนนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ

3.8 ทดลองการสอนปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush”

3.9 ประเมินชุดการสอนปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush” ในรายวิชา 02211419 -1 Machine Element ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 3 (3-0-6)

4. บทสรุป

4.1 ได้ชุดจำลองการสอนปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush” ในรายวิชา 02211419 -1 Machine Element ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 3 (3-0-6)

4.2 ได้สื่อจำลองการถอดประกอบแบบ 3 มิติ (ภาพ 3D-Animation พร้อมบรรยายผลิตด้วยโปรแกรม Solid Works 2014) และการเขียนแบบสั่งงานการผลิตด้วยโปรแกรม Solid Works 2014

4.3 ได้เอกสารคู่มือในสอนทฤษฎีและปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush”

4.4 ได้สื่อประกอบการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush” ด้วยโปรแกรม Power point

4.5 ได้ผลการวิเคราะห์การประเมินชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการประเมินชุดจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าในด้านความเหมาะสมของรูปภาพต่อเนื้อหาของเรื่อง ความสอดคล้องของรูปภาพกับคำบรรยายในเนื้อหาภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมถูกต้อง ด้านการใช้สีในเนื้อหามีความเหมาะสมกับเนื้อหา และความถูกต้องของการสะกดคำ วรรคตอน อยู่ในเกณฑ์คุณภาพ ดี

4.6 ได้นำเอาผลคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อมาหาประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดจำลองการสอนทฤษฎีและปฏิบัติการถอดประกอบ ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock -Taper Bush ในรายวิชา 02211419-1 Machine Element ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 3 (3-0-6) ผลที่ได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 13.88 (SD =2.80) และผลคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 24.15 (SD = 2.39) จะเห็นได้ว่าเมื่อกับชุดจำลองคะแนนสอบหลังเรียนดีขึ้นอย่างมาก และพบว่าคะแนนปฏิบัติเฉลี่ยอยู่ที่ 45 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยเกินครึ่งของคะแนนเต็ม 70 คะแนน จึงจะผ่านการทดสอบปฏิบัติการถอดประกอบชุดจำลอง

5. ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

ในการจัดทำชุดจำลองการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush” ในรายวิชา 02211419-1 Machine Element ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 3 (3-0-6) ตามหลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (5ปี) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในครั้งนี้ได้พบปัญหาในการดำเนินงาน คือ

5.1 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ชุดจำลอง รวมทั้งการจัดทำภาพ Animation ที่ต้องมีขั้นตอนและรายละเอียดมาก ซึ่งต้องใช้เวลาในการดำเนินงานค่อนข้างมาก

5.2 ในการสอนในหลักสูตรจริง ควรจะมีใช้อย่างน้อย 5 ชุด

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรนำชุดจำลองไปทดลองใช้กับนักเรียนหรือบริษัทที่สนใจเกี่ยวกับ การถอดประกอบตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush

6.2 เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพผู้สอนควรทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งก่อนการนำไปสอน

6.3 ควรมีการนำเอาชุดจำลองการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ “การถอดประกอบ – ตลับลูกปืนด้วยแหวนล็อก การล็อกเพลาและดุมด้วยลิ่มขนานด้วย Power Lock – Taper Bush” ไปพัฒนาต่อไปให้มีความหน้าสนใจมากยิ่งขึ้นไป

6.4 ในการสอนในหลักสูตรจริง ควรจะมีใช้อย่างน้อย 5 ชุด

7. ผลประโยชน์จากการบูรณาการเรียนการสอนที่ได้รับ

7.1 เป็นแนวทางในการปรับปรุงเนื้อหารายวิชาในหลักสูตรให้เน้นการนำมาตรฐานอุตสาหกรรมสากลระดับพื้นฐานมาช่วยในการพัฒนาออกแบบงานนวตกรรมใหม่ๆ ขนาดเล็กที่มีชิ้นส่วนประกอบ 3-5 ชิ้น แต่สามารถนำประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติได้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะการเน้นหนักการนำมาตรฐานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนเครื่องจักรกลและพิกัดงานสวมชิ้นส่วนมาประยุกต์มาใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบแบบสั่งงานการผลิตและแบบภาพประกอบ เพื่อนำไปใช้ฝึกผลิตและฝึกประกอบและถอดได้จริง

7.2 ทำให้มีวางแผนเตรียมความพร้อมด้านวัสดุ ครุภัณฑ์ที่ต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติแบบบูรณาการวิชาต่างๆทีมีภาคปฏิบัติมาประยุกต์ใช้

7.3 มีต้นทุนการผลิตชุดประกอบต่ำ (จัดซื้อจัดหาวัสดุนำไปผลิตได้จริงในทุกจังหวัดได้)

7.4 สร้างความมั่นใจให้นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะภาคปฏิบัติ (Hands-on) แบบบูรณาการ ทำให้เกิดการยอมรับในสมรรถนะวิชาชีพครูมากยิ่งขึ้น

7.5 ด้วยหลักการบูรณาการวิชาต่างๆทีมีภาคปฏิบัติมาประยุกต์ใช้ให้เป็นรูปธรรมนี้ สามารถนำไปพัฒนากลุ่มวิชาอื่นๆให้ไปสู่วิชาที่มีการบูรณาการได้ เช่น ชุดฝึกสอนในห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่มีต้นทุนการผลิตชุดประกอบต่ำ เพื่อการนำเข้าจากต่างประเทศและมีการราคาแพง

7.6 หลักการการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติแบบบูรณาการนี้สามารถนำไปใช้ในหลักสูตรตั้งแต่ระดับอาชีวศึกษาไปจนถึงระดับปริญญาตรี

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัย การบูรณาการเรียนแบบโปรเจ็กเบสด์ “กรณีศึกษางานผลิตชุดประกอบ ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและอาจารย์ เรืองศักดิ์ ภูธรธราช ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการจัดทำมาโดยตลอด จนทำให้การบูรณาการวิชาต่างๆนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี มา ณ ที่นี้

บรรณานุกรม

1) *https://en.wikipedia.org/wiki/Integrative_learning*, Integrative learning - Wikipedia. *(เข้าถึง 10.05.2661)*

2) *www.flinders.edu.au/...integrated-learning/benefits-of-work-integrated-learning.cfm*, Benefits of work-Integrated Learning - Flinders University. *(เข้าถึง 11.05.2661)*

3) https://www.academica.ca/blog/what-impact-work-integrated-learning-student-success, *(เข้าถึง 12.05.2661)*

4) https://www.academica.ca/.../how-can-work-integrated-learning-benefit-your-students, *(เข้าถึง 12.05.2661)*

5) https://www.rmutt.ac.th/about/graduate-practitioners. *(เข้าถึง 13.05.2661)*

6) http://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2017/article_0006.html *(เข้าถึง 15.05.2661)*

7) Industrial Standard: ISO 2768, JIS B 0903 – 1977, JIS B 1006-1985, DIN 471 (1981-09), DIN 472 (1981-09), DIN 6885-1(1968-08), DIN ISO 286-2 (1990-11),), DIN ISO 1302 (1980)

8. Practical Integrated Learning for Machine Element Design, International conference on Intelligent Systems, Data Mining and Information Technology (ICIDIT'2014) (Thailand), 21-22 April 2014 , BANGKOK.

9. มานพ ตันตระบัณฑิตย์, เขียนแบบวิศวกรรมระบบ ISO และเมตริก (ฉบับปรับปรุง), สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2557.