

มาตรฐาน CDIO

เดือนมกราคม 2547 ผู้ริเริ่ม CDIO (เรียกว่า CDIO Initiative) พัฒนามาตรฐานขึ้น 12 ข้อที่ใช้อธิบายหลักสูตรแบบ CDIO ซึ่งตอบสนองความต้องการของ ผู้จัดทำหลักสูตร ศิษย์เก่า และ ภาคอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการสังเกตลักษณะของ หลักสูตรและบัณฑิตที่จบจากหลักสูตรแบบ CDIO มาตรฐาน CDIO ฉบับนี้ จึงนิยามคุณลักษณะที่ชัดเจนของหลักสูตรแบบ CDIO สามารถ นำมาใช้เป็นแนวทางในการปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนและการ ประเมินผล สามารถนำมาสร้างเป็นเกณฑ์มาตรฐานและเป้าหมายจาก การประยุกต์ใช้ทั่วโลก และเป็นกรอบการทำงานในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

12 CDIO มาตรฐาน กล่าวถึงปรัชญาของหลักสูตร (มาตรฐาน 1) การ พัฒนาหลักสูตร (มาตรฐาน 2, 3 และ 4) ประสบการณ์การออกแบบ- สร้าง และพื้นที่ทำงาน (มาตรฐาน 5 และ 6) วิธีการเรียนการสอน ใหม่ (มาตรฐาน 7 และ 8) การพัฒนาผู้สอน (มาตรฐาน 9 และ 10) และการประเมินผล (มาตรฐาน 11 และ 12) จาก 12 มาตรฐาน มี 7 มาตรฐานที่ได้รับการพิจารณาว่าเป็น “องค์ประกอบสำคัญ” เนื่องจาก ความโดดเด่นจากที่ทำให้แยกหลักสูตรแบบ CDIO ออกจากการปฏิรูป การศึกษาแบบอื่นๆ (แสดงด้วยเครื่องหมาย * ในมาตรฐานฉบับนี้) โดยอีก 5 มาตรฐานเป็นมาตรฐานที่เสริมให้หลักสูตรแบบ CDIO มีความโดดเด่นขึ้น และส่งผลสะท้อนให้เกิดวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศด้านวิศวกรรมศึกษา

แต่ละมาตรฐาน *คำอธิบาย* เป็นการอธิบายความหมายของมาตรฐาน นั้น *เหตุผล* แสดง เหตุผลของการจัดตั้งมาตรฐานศึกษา *หลักฐาน* ให้ ตัวอย่างของเอกสารและเหตุการณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับ มาตรฐาน

Rubric: Rubric เป็นแนวทางการให้คะแนนซึ่งใช้ประเมินระดับสมรรถนะ Rubric ของมาตรฐาน CDIO มีระดับคะแนน 6 ระดับ ในการประเมิน ความสอดคล้องกับมาตรฐาน เกณฑ์แต่ละระดับมีพื้นฐานจาก คำอธิบายและเหตุผลของมาตรฐาน Rubric เน้นธรรมชาติของหลักฐาน ซึ่งบ่งบอกความสอดคล้องแต่ละระดับ Rubric ในเอกสารฉบับนี้เป็นชั้น หมายความว่าระดับคะแนนที่ได้รับหมายถึงความสำเร็จในระดับก่อนหน้านั้นด้วย ตัวอย่างเช่น ระดับ 5 ระบุการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หมายความว่าระดับที่ 4 บรรลุเป้าหมายเรียบร้อยแล้ว

The CDIO™ Standards

In January 2004, the *CDIO Initiative* adopted 12 standards that describe CDIO programs. These guiding principles were developed in response to program leaders, alumni, and industrial partners who wanted to know how they would recognize CDIO programs and their graduates. As a result, these CDIO Standards define the distinguishing features of a CDIO program, serve as guidelines for educational program reform and evaluation, create benchmarks and goals with worldwide application, and provide a framework for continuous improvement

The 12 CDIO Standards address program philosophy (Standard 1), curriculum development (Standards 2, 3 and 4), design-build experiences and workspaces (Standards 5 and 6), new methods of teaching and learning (Standards 7 and 8), faculty development (Standards 9 and 10), and assessment and evaluation (Standards 11 and 12). Of these 12 standards, seven are considered *essential* because they distinguish CDIO programs from other educational reform initiatives. (An asterisk [*] indicates these essential standards.) The five *supplementary* standards significantly enrich a CDIO program and reflect best practice in engineering education.

For each standard, the *description* explains the meaning of the standard, the *rationale* highlights reasons for setting the standard, and *evidence* gives examples of documentation and events that demonstrate compliance with the standard.

Rubric: A rubric is a scoring guide that seeks to evaluate levels of performance. The rubric of the CDIO Standards is a six-point rating scale for assessing levels of compliance with the standard. Criteria for each level are based on the description and rationale of the standard. The rubric highlights the nature of the evidence that indicates compliance at each level. The rubrics in this document are hierarchical, that is, each successive level includes those at lower levels. For example, Level 5 that addresses continuous process improvement presumes that Level 4 has been attained.

การประเมินตนเอง

การประเมินความสอดคล้องกับมาตรฐาน CDIO เป็นกระบวนการรายงานตนเอง แต่ละหลักสูตรมีการรวบรวมหลักฐานและใช้รูปกรในการให้คะแนนสถานะตาม 12 มาตรฐาน CDIO โดยในขณะที่รูปกรได้ถูกจัดทำเฉพาะสำหรับแต่ละมาตรฐาน แต่มีรูปแบบทั่วไป ดังนี้
รูปกรทั่วไป:

ระดับ	เกณฑ์
5	หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานได้รับการทบทวนและใช้ในการพัฒนา
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงการนำไปใช้เต็มรูปแบบ และผลที่ได้รับของมาตรฐานที่มีต่อองค์ประกอบหลักสูตร
3	มีการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้เกี่ยวกับมาตรฐานต่างๆ เข้ากับองค์ประกอบต่างๆของหลักสูตร
2	มีแผนเตรียมพร้อมในการนำมาตรฐานมาประยุกต์
1	ตระหนักถึงความต้องการในการนำมาตรฐานมาใช้และมีกระบวนการแน่นอนในการนำมาใช้
0	ไม่มีแผนที่เป็นเอกสารหรือกิจกรรมใดๆที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน

มาตรฐาน 1 – CDIO ในฐานะเป็น บริบท*

การรับหลักการว่าวงจรชีวิตของการพัฒนาและการแปลงผลิตภัณฑ์และระบบประกอบด้วย – การเข้าใจปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้ และการดำเนินการ – เป็นบริบทของวิศวกรรมศึกษา

คำอธิบาย: หลักสูตร CDIO ยึดหลักการที่ว่า วงจรชีวิตของการพัฒนาและการแปลงผลิตภัณฑ์และระบบ เป็นบริบทที่เหมาะสมของวิศวกรรมศึกษา ตัวแบบของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์นี้ประกอบด้วย การเข้าใจปัญหา -- การออกแบบ -- การประยุกต์ใช้ -- การดำเนินการ ขั้นตอนแรกคือ การเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการกำหนดความต้องการของลูกค้า การพิจารณาเทคโนโลยี กลยุทธ์องค์กรและกฎระเบียบ การพัฒนากรอบความคิด เทคนิคและแผนธุรกิจ ขั้นตอนที่สอง การออกแบบ มุ่งเน้นการออกแบบซึ่งหมายถึง แผน การเขียนแบบ อัลกอริธึม ที่สามารถอธิบายการประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไป ขั้นตอนการประยุกต์ใช้หมายถึงการแปลงแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ การผลิต การเขียนรหัส การทดสอบ การรับรองผล โดยขั้นตอนสุดท้ายคือ การดำเนินการ เป็นการนำผลิตภัณฑ์มาใช้งานเพื่อสามารถส่งมอบคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่ตั้งใจไว้ รวมถึงการบำรุงไว้ วิวัฒนาการ และการหมดอายุของผลิตภัณฑ์และ

Self-Assessment of Compliance

The assessment of compliance with the CDIO Standards is a self-report process. An engineering program gathers its own evidence and uses the rubrics to rate its status with respect to each of the 12 CDIO Standards. While the rubrics are customized to each CDIO Standard, they follow the pattern of this general rubric.

General Rubric:

Scale	Criteria
5	Evidence related to the standard is regularly reviewed and used to make improvements.
4	There is documented evidence of the full implementation and impact of the standard across program components and constituents.
3	Implementation of the plan to address the standard is underway across the program components and constituents.
2	There is a plan in place to address the standard.
1	There is an awareness of need to adopt the standard and a process is in place to address it.
0	There is no documented plan or activity related to the standard.

Standard 1 -- CDIO as Context*

Adoption of the principle that product and system lifecycle development and deployment -- Conceiving, Designing, Implementing and Operating -- are the context for engineering education

Description: A CDIO program is based on the principle that product and system lifecycle development and deployment are the appropriate context for engineering education. *Conceiving--Designing--Implementing--Operating* is a model of the entire product lifecycle. The *Conceive* stage includes defining customer needs; considering technology, enterprise strategy, and regulations; and, developing conceptual, technical, and business plans. The second stage, *Design*, focuses on creating the design, that is, the plans, drawings, and algorithms that describe what will be implemented. The *Implement* stage refers to the transformation of the design into the product, including manufacturing, coding, testing and validation. The final stage, *Operate*, uses the implemented product to deliver the intended value, including maintaining, evolving and retiring the system.

CDIO จะได้รับการพิจารณาว่าเป็น *บริบท* ของวิศวกรรมศาสตร์ เมื่อพบว่า กรอบของวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยความรู้ทางเทคนิค และทักษะต่างๆ ได้ถูกสอน ปฏิบัติ และเรียนรู้ หลักการจะถือว่าถูกนำมาใช้ในหลักสูตร เมื่อเห็นชัดเจนว่าผู้สอนตกลงใช้หลักการของ CDIO แผนการปรับหลักสูตรให้เป็นแบบ CDIO และการสนับสนุนจากผู้บริหารหลักสูตรเพื่อความยั่งยืนในการปฏิรูปการศึกษา

เหตุผลที่มา: วิศวกรใหม่ควรมีความสามารถใน *การเข้าใจปัญหา -- การออกแบบ -- การประยุกต์ใช้ -- การดำเนินการ* ผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบที่ซับซ้อน ในสภาวะการทำงานเป็นทีมสมัยใหม่ วิศวกรควรมีความสามารถในการมีส่วนร่วมในกระบวนการด้าน วิศวกรรมและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระหว่างที่ทำงานภายในองค์กร ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของวิชาชีพวิศวกรรม

หลักฐาน:

- พันธกิจ หรือเอกสารที่ได้รับการอนุมัติจากฝ่ายที่รับผิดชอบ โดยระบุว่าหลักสูตรนั้นเป็นหลักสูตรแบบ CDIO
- มีอาจารย์ และนิสิตนักศึกษา ผู้ที่เข้าใจและสามารถสื่อสาร หลักการ CDIO

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ผู้ประเมินเห็นชัดเจนว่าหลักสูตรมี CDIO เป็นบริบทในการจัดการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงว่าหลักการ CDIO เป็นบริบทของหลักสูตรทางวิศวกรรมศาสตร์และประยุกต์ใช้เต็มรูปแบบ
3	CDIO ถูกรับเป็นบริบทของหลักสูตรด้านวิศวกรรมศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้มากกว่า 1 ปีของหลักสูตร
2	มีแผนที่ชัดเจนในการปรับเปลี่ยนหลักสูตรที่มี CDIO เป็นบริบท
1	มีความต้องการในการนำหลักการของ CDIO ไปเป็นบริบทของวิศวกรรมศาสตร์และมีการเริ่มต้นไปบ้างแล้ว
0	ไม่มีแผนในการนำหลักการของ CDIO ไปเป็นบริบทของวิศวกรรมศาสตร์

CDIO is considered the *context* for engineering education in that it is the cultural framework, or environment, in which technical knowledge and other skills are taught, practiced and learned. The principle is *adopted* by a program when there is explicit agreement of faculty to initiate CDIO, a plan to transition to a CDIO program, and support from program leaders to sustain reform initiatives.

Rationale: Beginning engineers should be able to *Conceive--Design--Implement--Operate* complex value-added engineering products and systems in modern team-based environments. They should be able to participate in engineering processes, contribute to the development of engineering products, and do so while working in engineering organizations. This is the essence of the engineering profession.

Evidence:

- a mission statement, or other documentation approved by appropriate responsible bodies, that describes the program as being a CDIO program
- faculty and students who can articulate the CDIO principle

Rubric:

Scale	Criteria
5	Evaluation groups recognize that CDIO is the context of the engineering program and use this principle as a guide for continuous improvement.
4	There is documented evidence that the CDIO principle is the context of the engineering program and is fully implemented.
3	CDIO is adopted as the context for the engineering program and is implemented in one or more years of the program.
2	There is an explicit plan to transition to a CDIO context for the engineering program.
1	The need to adopt the principle that CDIO is the context of engineering education is recognized and a process to address it has been initiated.
0	There is no plan to adopt the principle that CDIO is the context of engineering education for the program.

มาตรฐาน 2 – ผลลัพธ์ของหลักสูตรแบบ CDIO*

ผลการเรียนรู้ที่เฉพาะและเจาะจง สำหรับทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร และได้รับการรับรองจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตร

คำอธิบาย: วิศวกรรม มุ่งหวังผลลัพธ์คือ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ ยกตัวอย่างเช่น ผลลัพธ์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับ หลักสูตรแบบ CDIO ผลลัพธ์การเรียนรู้เหล่านี้หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แสดงรายละเอียดว่านักศึกษาควรเรียนรู้และมีความสามารถในการปฏิบัติอะไรบ้างเมื่อจบการศึกษา นอกเหนือจาก วัตถุประสงค์การเรียนรู้สำหรับองค์ความรู้เชิงเทคนิค (ตอนที่ 1) หลักสูตรแบบ CDIO เจาะจงเพิ่มเติมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้าน ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ผลลัพธ์การเรียนรู้ทักษะส่วนบุคคล (ตอนที่ 2) มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการคิดและการพัฒนาด้านอารมณ์ของนิสิตนักศึกษา เช่น เหตุผลเชิงวิศวกรรมและการแก้ปัญหา การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ การทดลองและการค้นพบองค์ความรู้ การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดแบบสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ และจรรยาบรรณวิชาชีพ ผลลัพธ์การเรียนรู้ทักษะระหว่างบุคคล (ตอนที่ 3) มุ่งเน้นปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและกลุ่มผู้เรียน เช่น การทำงานเป็นทีม ความเป็นผู้นำ และการสื่อสาร ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ (ตอนที่ 4) มุ่งเน้นการเข้าใจปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้ และการดำเนินการ ของระบบในบริบทขององค์กร ธุรกิจ และสังคม

ผลลัพธ์การเรียนรู้ได้รับการทบทวนและรับรองจาก ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หลักซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่สนใจผู้จบการศึกษาจากหลักสูตรด้าน วิศวกรรมศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรและ เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรม นอกจากนี้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถช่วยกำหนดระดับความชำนาญที่คาดหวัง มาตรฐานของความสำเร็จของแต่ละผลลัพธ์การเรียนรู้

เหตุผลที่มา: การกำหนดผลลัพธ์หรือวัตถุประสงค์ที่เจาะจง ช่วยให้มั่นใจได้ว่าผู้เรียนได้รับการวางพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับอนาคต องค์กรวิชาชีพด้านวิศวกรรมศาสตร์และตัวแทนภาคอุตสาหกรรมกำหนด ลักษณะหลักของผู้เริ่มวิชาชีพวิศวกรรมทั้งด้านเทคนิคและด้านวิชาชีพ

Standard 2 -- CDIO Syllabus Outcomes*

Specific, detailed learning outcomes for personal, interpersonal, and product and system building skills, consistent with program goals and validated by program stakeholders

Description: The knowledge, skills, and attitudes intended as a result of engineering education, *i.e.*, the *learning outcomes*, are codified in the *CDIO Syllabus*.¹ These learning outcomes, also called learning objectives, detail what students should know and be able to do at the conclusion of their engineering programs. In addition to learning outcomes for technical disciplinary knowledge (Section 1), the *CDIO Syllabus* specifies learning outcomes as personal, interpersonal, and product and system building.

Personal learning outcomes (Section 2) focus on individual students' cognitive and affective development, for example, engineering reasoning and problem solving, experimentation and knowledge discovery, system thinking, creative thinking, critical thinking, and professional ethics.

Interpersonal learning outcomes (Section 3) focus on individual and group interactions, such as, teamwork, leadership, and communication. *Product and system building* skills (Section 4) focus on conceiving, designing, implementing, and operating systems in enterprise, business, and societal contexts.

Learning outcomes are reviewed and validated by key *stakeholders*, groups who share an interest in the graduates of engineering programs, for consistency with *program goals* and relevance to engineering practice. In addition, stakeholders help to determine the expected level of proficiency, or standard of achievement, for each learning outcome.

Rationale: Setting specific learning outcomes helps to ensure that students acquire the appropriate foundation for their future. Professional engineering organizations and industry representatives have identified key attributes of beginning engineers both in technical and professional areas.

นอกจากนี้องค์กรที่ทำหน้าที่ประเมินและรับรองหลักสูตรคาดหวังว่าหลักสูตรด้านวิศวกรรมศาสตร์มีการระบุผลลัพธ์ของหลักสูตรในเชิงความรู้ ทักษะและทัศนคติของผู้จบการศึกษา

หลักฐาน:

- การระบุผลลัพธ์ของหลักสูตรในเชิงความรู้ ทักษะและทัศนคติของผู้จบการศึกษา
- ผลลัพธ์การเรียนรู้ได้รับการทบทวนและรับรอง เนื้อหาและระดับความชำนาญจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ตัวอย่างเช่น ผู้สอน ผู้เรียน ศิษย์เก่า และตัวแทนจากภาคอุตสาหกรรม)

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินทบทวนและปรับปรุงผลลัพธ์การเรียนรู้ บนพื้นฐานความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
4	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรทิศทางเดียวกับวิสัยทัศน์และพันธกิจของสถาบัน และมีระดับความชำนาญกำหนดไว้สำหรับแต่ละผลลัพธ์
3	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรได้รับการวิพากษ์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ได้แก่ คณาจารย์ ผู้เรียน ศิษย์เก่า และตัวแทนจากภาคอุตสาหกรรม
2	มีแผนที่แสดงผลลัพธ์การเรียนรู้ชัดเจนถูกยอมรับจากประธานหลักสูตร คณาจารย์ (และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น)
1	มีการตระหนักถึงความต้องการในการสร้างหรือปรับปรุงหลักสูตร และมีการเริ่มต้นกระบวนการไปบ้าง
0	ไม่มีผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรชัดเจนที่ครอบคลุมความรู้ ทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบ

Moreover, many evaluation and accreditation bodies expect engineering programs to identify program outcomes in terms of their graduates' knowledge, skills, and attitudes.

Evidence:

- learning outcomes that include knowledge, skills, and attitudes of graduating engineers
- learning outcomes validated for content and proficiency level by key stakeholders (for example, faculty, students, alumni, and industry representatives)

Rubric:

Scale	Criteria
5	Evaluation groups regularly review and revise program learning outcomes, based on changes in stakeholder needs.
4	Program learning outcomes are aligned with institutional vision and mission, and levels of proficiency are set for each outcome.
3	Program learning outcomes are validated with key program stakeholders, including faculty, students, alumni, and industry representatives.
2	A plan to incorporate explicit statements of program learning outcomes is accepted by program leaders, engineering faculty [and other stakeholders].
1	The need to create or modify program learning outcomes is recognized and such a process has been initiated.
0	There are no explicit program learning outcomes that cover knowledge, personal and interpersonal skills, and product, process and system building skills.

มาตรฐาน 3 – หลักสูตรแบบบูรณาการ*

หลักสูตรถูกออกแบบ โดยประกอบด้วยรายวิชาหลักตามสาขาที่หลากหลาย และมีแผนที่ชัดเจนในการบูรณาการทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ

คำอธิบาย: หลักสูตรแบบ CDIO ประกอบด้วยประสบการณ์การเรียนรู้ที่นำไปสู่ความชำนาญทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ (มาตรฐาน 2) บูรณาการเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาตามสาขาวิชา รายวิชาตามสาขาวิชาสนับสนุนซึ่งกันและกัน และมีความเชื่อมโยงกันอย่างเห็นได้ชัดของเนื้อหาและ

Standard 3 -- Integrated Curriculum*

A curriculum designed with mutually supporting disciplinary subjects, with an explicit plan to integrate personal, interpersonal, and product and system building skills

Description: A CDIO curriculum includes learning experiences that lead to the acquisition of *personal, interpersonal, and product and system building skills* (Standard 2), integrated with the learning of disciplinary content. Disciplinary subjects are *mutually supporting* when they make explicit connections among related and supporting content

ผลลัพธ์การเรียนรู้ แผนที่ชัดเจน จะกำหนดแนวทางในการบูรณาการทักษะ CDIO และเชื่อมโยงพหุสาขาวิชาเข้าด้วยกัน เช่น การจับคู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ของ CDIO เข้ากับรายวิชาต่างๆ รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับต่างๆของหลักสูตร

เหตุผลที่มา: การสอน ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเป็นรายวิชาในหลักสูตรที่มีจำนวนหน่วยกิตมากอยู่แล้ว หากควรบูรณาการทักษะเหล่านั้นเข้าไป เพื่อให้สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการทั้งด้านวิชาการตามสาขา ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ หลักสูตรและประสบการณ์จากการเรียนต้องใช้เวลาในการเกิดผลลัพธ์เป็นสองเท่า ผู้สอนมีบทบาทเชิงรุกในการออกแบบหลักสูตรแบบบูรณาการโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาการเข้ากับโอกาสในการนำผลลัพธ์การเรียนรู้ของทักษะ CDIO มาใช้กับรายวิชาของตนเอง

หลักฐาน:

- แผนที่เป็นเอกสารในบูรณาการทักษะ CDIO เข้ากับเนื้อหาวิชาการทางเทคนิคและมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม
- มีผลลัพธ์การเรียนรู้ของ CDIO เข้ากับรายวิชาและกิจกรรมของหลักสูตร
- ผู้สอนและผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทบทวนหลักสูตรแบบบูรณาการอย่างสม่ำเสมอ และเสนอข้อแนะนำและการปรับแก้ตามสมควร
4	มีหลักฐานแสดงว่าทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบ ได้รับการระบุไว้ในรายวิชาต่างๆที่รับผิดชอบในการประยุกต์ใช้
3	ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบ ถูกบูรณาการอยู่ในหลักสูตรหนึ่งปีหรือมากกว่า
2	แผนของหลักสูตรที่บูรณาการความรู้ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบ ได้รับการอนุมัติกลุ่มที่เหมาะสม
1	มีความต้องการในวิเคราะห์หลักสูตรและมีการเริ่มต้นการจับคู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ขององค์ความรู้และทักษะ
0	ไม่มีการบูรณาการทักษะหรือการสนับสนุนทางสาขาวิชาใดๆในหลักสูตร

and learning outcomes. An *explicit plan* identifies ways in which the integration of CDIO skills and multidisciplinary connections are to be made, for example, by mapping CDIO learning outcomes to courses and co-curricular activities that make up the curriculum.

Rationale: The teaching of personal, interpersonal and product and system building skills should not be considered an addition to an already full curriculum, but an integral part of it. To reach the intended learning outcomes in both disciplinary and personal, interpersonal, and product and system building skills, the curriculum and learning experiences have to make dual use of available time. Faculty play an active role in designing the integrated curriculum by suggesting appropriate disciplinary linkages, as well as opportunities to address specific CDIO learning outcomes in their respective teaching areas.

Evidence:

- a documented plan that integrates CDIO skills with technical disciplinary content and that exploits appropriate disciplinary linkages
- inclusion of CDIO learning outcomes in courses and co-curricular activities
- faculty and student recognition of CDIO learning outcomes in the curriculum

Rubric:

Scale	Criteria
5	Stakeholders regularly review the integrated curriculum and make recommendations and adjustments as needed.
4	There is evidence that personal, interpersonal, product, process, and system building skills are addressed in all courses responsible for their implementation.
3	Personal, interpersonal, product, process, and system building skills are integrated into one or more years in the curriculum.
2	A curriculum plan that integrates disciplinary learning, personal, interpersonal, product, process, and system building skills is approved by appropriate groups.
1	The need to analyze the curriculum is recognized and initial mapping of disciplinary and skills learning outcomes is underway.
0	There is no integration of skills or mutually supporting disciplines in the program.

มาตรฐาน 4 – วิชา Introduction to Engineering

รายวิชาพื้นฐานวิศวกรรม แสดงถึงกรอบการทำงานของวิชาชีพ วิศวกรที่การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ และแนะนำความสำคัญของ ทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล

คำอธิบาย: รายวิชาแนะนำ เป็นรายวิชาที่จำเป็นอย่างยิ่งในหลักสูตร ที่ แสดงถึงกรอบการทำงานของวิชาชีพวิศวกร กรอบการทำงานนี้เป็น ภาพกว้างๆของงานและความรับผิดชอบของวิศวกร การใช้ความรู้ เฉพาะสาขาในการทำงานเหล่านั้นให้สำเร็จ ผู้เรียนได้มีโอกาส ปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ผ่านแบบฝึกหัดในการแก้ปัญหาและ การออกแบบอย่างง่ายทั้งแบบทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม รายวิชา นี้ครอบคลุมถึงความรู้ ทักษะ ทักษะคิดส่วนบุคคลและระหว่างบุคคลซึ่ง มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในช่วงเวลาเริ่มต้นของหลักสูตรเพื่อเตรียม ผู้เรียนสำหรับประสบการณ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบขั้นสูงต่อไป ยกตัวอย่างเช่น ผู้เรียนสามารถทำงานกับทีมขนาดเล็กเพื่อ เตรียมพร้อมในการทำงานกับทีมขนาดใหญ่ขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

เหตุผลที่มา: รายวิชาแนะนำวิชาชีพวิศวกรรมนี้มีเป้าหมายในการ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อศาสตร์ของวิศวกรรมโดยเน้นการ ประยุกต์ใช้วิชาแกนวิศวกรรมศาสตร์ ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่เลือกเรียน วิศวกรรมศาสตร์เพราะต้องการสร้างสิ่งต่างๆ วิชาแนะนำนี้สามารถจับ จุดสนใจได้ นอกจากนั้นรายวิชาแนะนำ ยังเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนา ทักษะด้านต่างๆที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรแบบ CDIO

หลักฐาน:

- ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แนะนำทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่าง บุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ
- ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะ CDIO ตามผลลัพธ์การเรียนรู้ ตามที่ กำหนดไว้ในมาตรฐาน 2
- ผู้เรียนมีระดับความสนใจสูงในสาขาที่เลือกศึกษา ซึ่งแสดงได้จาก การสอบถามหรือการเลือกวิชาเลือกต่างๆ

Standard 4 -- Introduction to Engineering

An introductory course that provides the framework for engineering practice in product and system building, and introduces essential personal and interpersonal skills

Description: The introductory course, usually one of the first required courses in a program, provides a framework for the practice of engineering. This framework is a broad outline of the tasks and responsibilities of an engineer, and the use of disciplinary knowledge in executing those tasks. Students engage in the *practice of engineering* through problem solving and simple design exercises, individually and in teams. The course also includes personal and interpersonal knowledge, skills, and attitudes that are *essential* at the start of a program to prepare students for more advanced product and system building experiences. For example, students can participate in small team exercises to prepare them for larger product-based development teams.

Rationale: Introductory courses aim to stimulate students' interest in, and strengthen their motivation for, the field of engineering by focusing on the application of relevant core engineering disciplines. Students usually elect engineering programs because they want to build things, and introductory courses can capitalize on this interest. In addition, introductory courses provide an early start to the development of the essential skills described in the *CDIO Syllabus*.

Evidence:

- learning experiences that introduce essential personal, interpersonal, and product and system building skills
- student acquisition of CDIO learning outcomes described in Standard 2
- high levels of student interest in their chosen field of study, demonstrated, for example, in surveys or choices of subsequent elective courses

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	รายวิชาแนะนำถูกประเมินและปรับปรุง ตามข้อมูลที่ได้รับจากผู้เรียน ผู้สอน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในรายวิชาแนะนำ
3	รายวิชาแนะนำนี้ ครอบคลุมประสบการณ์ในการเรียนและแนะนำทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคลที่สำคัญและนำไปใช้
2	มีแผนที่สำหรับรายวิชาแนะนำ กรอบของการสอนได้รับความเห็นชอบ
1	มีความต้องการรายวิชาแนะนำที่สอนกรอบงานของวิชาชีพวิศวกร
0	ไม่มีรายวิชาแนะนำ ที่จะให้กรอบการทำงานและการแนะนำทักษะหลักที่จำเป็น

Rubric:

Scale	Criteria
5	The introductory course is regularly evaluated and revised, based on feedback from students, instructors, and other stakeholders.
4	There is documented evidence that students have achieved the intended learning outcomes of the introductory engineering course.
3	An introductory course that includes engineering learning experiences and introduces essential personal and interpersonal skills has been implemented.
2	A plan for an introductory engineering course introducing a framework for practice has been approved.
1	The need for an introductory course that provides the framework for engineering practice is recognized and a process to address that need has been initiated.
0	There is no introductory engineering course that provides a framework for practice and introduces key skills.

มาตรฐาน 5 – ประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง*

หลักสูตรมีประสบการณ์ออกแบบ-สร้างอย่างน้อย 2 รายวิชา หนึ่งวิชาในระดับพื้นฐาน และอีกหนึ่งวิชาระดับสูง

คำอธิบาย: ในความหมายของประสบการณ์ ออกแบบ-สร้าง หมายถึง กิจกรรมด้านวิศวกรรมที่มีศูนย์กลางที่กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบใหม่โดยหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆที่กำหนดในมาตรฐาน 1 ในขั้นตอนของการ ออกแบบ และ ประยุกต์ใช้ และรวมถึงการนำหลักการของการออกแบบคอนเซ็ปต์ในขั้นตอนของ การรับรู้และเข้าใจ ปัญหา ผู้เรียนพัฒนาทักษะในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ และพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในการ ออกแบบ-สร้าง ซึ่งบูรณาการในหลักสูตร ประสบการณ์ออกแบบ-สร้างจะพิจารณาว่าเป็นขั้นพื้นฐานหรือขั้นสูงนั้นขึ้นอยู่กับขอบเขต ความซับซ้อน และการต่อเนื่องของวิชาในหลักสูตร ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์และระบบที่ง่าย ๆ ถูกบรรจุในช่วงแรกของหลักสูตร ในขณะที่ประสบการณ์ออกแบบ-สร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นอยู่ในวิชาตอนท้ายของหลักสูตรซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้บูรณาการความรู้ทักษะที่ได้รับจากรายวิชาและกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนหน้า โอกาสของการเข้าใจปัญหา ออกแบบ ประยุกต์ใช้ และดำเนินการ ผลิตภัณฑ์และระบบยังหมายถึงกิจกรรมเสริมสร้างประสบการณ์ของหลักสูตร เช่น การทำโครงการวิจัยระดับปริญญาตรี และการฝึกงาน

Standard 5 -- Design-Build Experiences*

A curriculum that includes two or more design-build experiences, including one at a basic level and one at an advanced level

Description: The term *design-build experience* denotes a range of engineering activities central to the process of developing new products and systems. Included are all of the activities described in Standard One at the *Design* and *Implement* stages, plus appropriate aspects of conceptual design from the *Conceive* stage. Students develop product and system building skills, as well as the ability to apply engineering science, in design-build experiences integrated into the curriculum. Design-build experiences integrated into the curriculum. Design-build experiences are considered *basic* or *advanced* in terms of their scope, complexity, and sequence in the program. For example, simpler products and systems are included earlier in the program, while more complex design-build experiences appear in later courses designed to help students integrate knowledge and skills acquired in preceding courses and learning activities. Opportunities to conceive, design, implement, and operate products and systems may also be included in required co-curricular activities, for example, undergraduate research projects and internships.

เหตุผลที่มา: ประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง ถูกจัดวางในโครงสร้างหลักสูตรพร้อมลำดับของรายวิชา เพื่อเสริมสร้างความสำเร็จในขั้นต้นของการปฏิบัติในวิชาชีพวิศวกรรม ประสบการณ์ออกแบบ-สร้างที่ผู้เรียนได้รับซ้ำแล้วซ้ำอีกโดยเพิ่มระดับความซับซ้อนของแบบ ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบของผู้เรียน ประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง ให้พื้นฐานที่แข็งแกร่งในการสร้างความเข้าใจของความคิดรวบยอดและทักษะของสาขาวิชา จะเห็นว่าการเน้นย้ำเรื่องการสร้างผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้กระบวนการต่างๆในบริบทความเป็นจริงในโลกให้โอกาสให้ผู้เรียนเชื่อมโยงรายละเอียดด้านเทคนิคที่ตนเองเรียนอยู่เข้ากับวิชาชีพและความสนใจของอาชีพของตน

หลักฐาน:

- มีรายวิชาอย่างน้อยสองวิชาสำหรับประสบการณ์ออกแบบ-สร้างในหลักสูตร (เช่น เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาแนะนำขั้นพื้นฐานและรายวิชาขั้นสูง)
- มีโอกาสสำหรับประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง (เช่น ห้องปฏิบัติการวิจัย หรือ การฝึกงาน)
- มีประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมที่ให้ความรู้พื้นฐานสำหรับการเรียนทักษะเฉพาะสาขาในลำดับต่อไป

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ ได้รับการประเมินและทบทวนอย่างสม่ำเสมอ โดยมีข้อมูลจากผู้เรียน ผู้สอน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงว่าผู้เรียนผ่านผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในด้านประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้
3	มีประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้อย่างน้อยสองรายวิชาโดยเพิ่มความซับซ้อนขึ้น
2	มีแผนที่จะสร้างประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ในหลักสูตรที่ระดับพื้นฐานและระดับสูง
1	มีการวิเคราะห์ความต้องการเพื่อระบุโอกาสที่จะเพิ่มประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ในหลักสูตร
0	ไม่มีประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ในหลักสูตร

Rationale: Design-build experiences are structured and sequenced to promote early success in engineering practice. Iteration of design-build experiences and increasing levels of design complexity reinforce students' understanding of the product and system development process. Design-build experiences also provide a solid foundation upon which to build deeper conceptual understanding of disciplinary skills. The emphasis on building products and implementing processes in real-world contexts gives students opportunities to make connections between the technical content they are learning and their professional and career interests.

Evidence:

- two or more required design-build experiences in the curriculum (for example, as part of an introductory course and an advanced course)
- required co-curricular opportunities for design-build experiences (such as, research labs or internships)
- concrete learning experiences that provide the foundation for subsequent learning of disciplinary skills

Rubric:

Scale	Criteria
5	The design-implement experiences are regularly evaluated and revised, based on feedback from students, instructors, and other stakeholders.
4	There is documented evidence that students have achieved the intended learning outcomes of the design-implement experiences.
3	At least two design-implement experiences of increasing complexity are being implemented.
2	There is a plan to develop a design-implement experience at a basic and advanced level.
1	A needs analysis has been conducted to identify opportunities to include design implement experiences in the curriculum.
0	There are no design-implement experiences in the engineering program.

มาตรฐาน 6 – พื้นที่ทำงานแบบ CDIO

พื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการสนับสนุนและส่งเสริมการลงมือปฏิบัติในการเรียนรู้การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ความรู้ตามสาขาวิชาและการเรียนรู้ด้านสังคม

คำอธิบาย: สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในการเรียนรู้ประกอบด้วย พื้นที่การเรียนรู้แบบดั้งเดิม เช่น ห้องเรียน ห้องบรรยายรวม ห้องสัมมนา และพื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม พื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการนั้นสนับสนุนการเรียนรู้ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ รวมไปถึงความรู้ตามสาขาวิชา พื้นที่ดังกล่าวมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติซึ่งให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและให้โอกาสในการเรียนรู้ด้านสังคม ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากผู้อื่นและมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายกลุ่ม การสร้างพื้นที่ทำงานใหม่หรือการปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้วจะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนหลักสูตรและทรัพยากรของสถาบัน

เหตุผลที่มาก: พื้นที่ทำงานและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้อื่น ๆ ที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติเป็นทรัพยากรพื้นฐานสำหรับการเรียน กระบวนการออกแบบ สร้าง และทดสอบผลิตภัณฑ์และระบบ ผู้เรียนที่สามารถเข้าถึงเครื่องมือทางวิศวกรรม ซอฟต์แวร์ และห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยได้รับโอกาสในการพัฒนาความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่สร้างความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ความสามารถเหล่านี้จะถูกพัฒนาได้ดีที่สุดในพื้นที่ทำงานแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน เข้าถึงได้ และมีการสื่อสารตอบโต้

หลักฐาน:

- มีพื้นที่พอเพียงพร้อมด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมที่ทันสมัย
- มีพื้นที่ทำงานแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน เข้าถึงได้ และมีการสื่อสารตอบโต้
- มีความพึงพอใจระดับสูงต่อพื้นที่ทำงานจากผู้สอน บุคลากร และผู้เรียน

Standard 6 -- CDIO Workspaces

Workspaces and laboratories that support and encourage hands-on learning of product and system building, disciplinary knowledge, and social learning

Description: The physical learning environment includes traditional learning spaces, for example, classrooms, lecture halls, and seminar rooms, as well as engineering workspaces and laboratories. Workspaces and laboratories support the learning of product and system building skills concurrently with disciplinary knowledge. They emphasize hands-on learning in which students are directly engaged in their own learning, and provide opportunities for social learning, that is, settings where students can learn from each other and interact with several groups. The creation of new workspaces, or remodeling of existing laboratories, will vary with the size of the program and resources of the institution.

Rationale: Workspaces and other learning environments that support hands-on learning are fundamental resources for learning the process of designing, building, and testing products and systems. Students who have access to modern engineering tools, software, and laboratories have opportunities to develop the knowledge, skills, and attitudes that support product and system building competencies. These competencies are best developed in workspaces that are student-centered, user-friendly, accessible, and interactive.

Evidence:

- adequate spaces equipped with modern engineering tools
- workspaces that are student-centered, user-friendly, accessible, and interactive
- high levels of faculty, staff, and student satisfaction with the workspaces

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินมักทบทวนผลกระทบและประสิทธิผลของพื้นที่ทำงานต่อการเรียนรู้และให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุง
4	พื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมสนับสนุนองค์ประกอบทั้งหมดของการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติ ความรู้และทักษะ
3	มีการประยุกต์ตามแผนและมีการใช้พื้นที่ใหม่หรือพื้นที่ที่ได้รับการปรับปรุง
2	มีแผนในการปรับปรุงหรือสร้างพื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมเพิ่มเติมซึ่งได้รับการอนุมัติจากผู้มีอำนาจ
1	มีการรับรู้ถึงความต้องการพื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการลงมือปฏิบัติ ความรู้และทักษะ
0	พื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสมที่จะสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะการลงมือปฏิบัติ ความรู้และการเรียนรู้ด้านสังคม

Rubric:

Scale	Criteria
5	Evaluation groups regularly review the impact and effectiveness of workspaces on learning and provide recommendations for improving them.
4	Engineering workspaces fully support all components of hands-on, knowledge, and skills learning.
3	Plans are being implemented and some new or remodeled spaces are in use.
2	Plans to remodel or build additional engineering workspaces have been approved by the appropriate bodies.
1	The need for engineering workspaces to support hands-on, knowledge, and skills activities is recognized and a process to address the need has been initiated.
0	Engineering workspaces are inadequate or inappropriate to support and encourage hands-on skills, knowledge, and social learning.

มาตรฐาน 7 – ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ
ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ได้ความรู้เฉพาะทาง เช่นเดียวกับทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ

คำอธิบาย: ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นวิธีการสอนที่สนับสนุนการเรียนรู้ความรู้เฉพาะทางพร้อมไปกับทักษะส่วนบุคคล และระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ประสบการณ์เหล่านี้รวมประเด็นทางวิศวกรรมที่มีอยู่ในสถานการณ์ร่วมกับประเด็นเฉพาะทาง ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนอาจได้ทั้งการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ และความรับผิดชอบทางสังคมของผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ภายในกิจกรรมเดียว โดยทั่วไปแล้ว ทั้งคู่คำอุตสาหกรรม ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องสำคัญอื่น ๆ จะช่วยในการให้ตัวอย่างแบบฝึกหัด

เหตุผลที่มา: การออกแบบหลักสูตรและผลการเรียนรู้ ที่บัญญัติไว้ในมาตรฐาน 2 และ 3 ตามลำดับ จะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อมีวิธีการสอนที่สอดคล้องกัน ที่ทำให้เกิดการใช้เวลาการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อสองประโยชน์ในคราวเดียว นอกจากนี้ จะเป็นการดี หากผู้เรียนมองอาจารย์วิศวกรรมในฐานะตัวอย่างของวิศวกรมืออาชีพ

Standard 7 -- Integrated Learning Experiences*
Integrated learning experiences that lead to the acquisition of disciplinary knowledge, as well as personal, interpersonal, and product and system building skills

Description: Integrated learning experiences are pedagogical approaches that foster the learning of disciplinary knowledge simultaneously with personal, interpersonal, and product and system building skills. They incorporate professional engineering issues in contexts where they coexist with disciplinary issues. For example, students might consider the analysis of a product, the design of the product, and the social responsibility of the designer of the product, all in one exercise. Industrial partners, alumni, and other key stakeholders are often helpful in providing examples of such exercises.

Rationale: The curriculum design and learning outcomes, prescribed in Standards 2 and 3 respectively, can be realized only if there are corresponding pedagogical approaches that make dual use of student learning time. Furthermore, it is important that students recognize engineering faculty as role models of professional engineers,

ที่สอนความรู้เฉพาะทาง ทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ด้วยการบูรณาการประสบการณ์การเรียนรู้เช่นนี้ อาจารย์ผู้สอนสามารถช่วยเหลือผู้เรียนในการประยุกต์ความรู้เฉพาะทางให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อการปฏิบัติจริง และเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของอาชีพวิศวกร

หลักฐาน:

- มีการบูรณาการผลการเรียนรู้แบบ CDIO และทักษะตามสาขาวิชาในประสบการณ์การเรียนรู้
- ผู้สอนมีความเกี่ยวข้องโดยตรงในการประยุกต์ใช้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ
- ภาคอุตสาหกรรมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นมีส่วนร่วมในการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	รายวิชาถูกประเมินและแก้ไขอย่างสม่ำเสมอ ในมุมของการบูรณาการของผลลัพธ์และกิจกรรมการเรียนรู้
4	มีหลักฐานของผลกระทบของประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการตลอดหลักสูตร
3	ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการถูกดำเนินการในรายวิชาตลอดหลักสูตร
2	แผนของรายวิชา ที่มีผลการเรียนรู้และกิจกรรม ที่บูรณาการทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคลด้วยความรู้เฉพาะทางได้รับการอนุมัติแล้ว
1	แผนของรายวิชาถูกเทียบเกณฑ์มาตรฐานให้เป็นไปตามประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ
0	ไม่มีการเรียนแบบบูรณาการทั้งด้านเนื้อหาเฉพาะและทักษะ

มาตรฐาน 8 – การเรียนแบบมีส่วนร่วม

การสอนและการเรียนเป็นไปตามวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมและประสบการณ์ตรง

คำอธิบาย: วิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมดึงดูดให้ผู้เรียนคิดและเข้าร่วมกิจกรรมแก้ปัญหาโดยตรง การส่งผ่านข้อมูลอย่างไร้การมีส่วนร่วมมีความสำคัญน้อยลง และให้ความสำคัญมากขึ้นกับดึงดูดให้ผู้เรียนจัดการ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ และประเมินแนวคิด การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในรายวิชาบรรยายสามารถรวมเอาวิธีการไปใช้ในการอภิปราย การสาธิต การโต้แย้ง การตั้งคำถามเชิงความคิด

instructing them in both disciplinary skills and personal, interpersonal and product and system building skills. With integrated learning experiences, faculty can be more effective in helping students apply disciplinary knowledge to engineering practice and better prepare them to meet the demands of the engineering profession.

Evidence:

- integration of CDIO learning outcomes and disciplinary skills into learning experiences
- direct involvement of engineering faculty in implementing integrated learning experiences
- involvement of industrial partners and other stakeholders in the design of learning experiences

Rubric:

Scale	Criteria
5	Courses are regularly evaluated and revised regarding their integration of learning outcomes and activities.
4	There is evidence of the impact of integrated learning experiences across the curriculum.
3	Integrated learning experiences are implemented in courses across the curriculum.
2	Course plans with learning outcomes and activities that integrate personal and interpersonal skills with disciplinary knowledge has been approved.
1	Course plans have been benchmarked with respect to the integrated curriculum plan.
0	There is no evidence of integrated learning of disciplines and skills

Standard 8 -- Active Learning Teaching and learning based on active experiential learning methods

Description: Active learning methods engage students directly in thinking and problem solving activities. There is less emphasis on passive transmission of information, and more on engaging students in manipulating, applying, analyzing, and evaluating ideas. Active learning in lecture-based courses can include such methods as partner and

small-group discussions, demonstrations, debates, และการเสนอข้อเสนอนะเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียน แบบคู่หรือกลุ่มเล็ก ๆ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมถือเป็นการมีประสบการณ์ตรงก็เมื่อ ผู้เรียนรับบทบาทที่จำลองการทำงานทางวิศวกรรมแบบมืออาชีพ เช่น โครงการการออกแบบและดำเนินการ การจำลองสถานการณ์ และ กรณีศึกษา

เหตุผลที่เ้า: ผู้เรียนจดจำได้เพียงหนึ่งในสี่ของสิ่งที่ได้ฟัง จดจำได้เพียง ครึ่งหนึ่งของสิ่งที่ได้เห็นและฟัง จากการดึงดูดให้ผู้เรียนสร้างแนวคิด โดยเฉพาะแนวคิดใหม่ และเรียกร้องให้ผู้เรียนตอบสนองอย่างชัดเจน ไม่เพียงแต่ทำให้เรียนรู้ได้มากขึ้น ยังทำให้ผู้เรียนรู้ถึงสิ่งที่ผู้เรียน ต้องการเรียนและวิธีการในการเรียน กระบวนการนี้ช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ของผู้เรียนในการสำเร็จหลักสูตร โดยเรียนรู้ผลและสร้างนิสัยในการ เรียนรู้ตลอดชีวิต ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ผู้สอนสามารถช่วย ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงท่ามกลางแนวคิดสำคัญและอำนวยความสะดวก ในการใช้งานความรู้เหล่านี้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

หลักฐาน:

- การประยุกต์วิธีการเรียนเชิงรุกได้สำเร็จ เก็บเอกสาร ตัวอย่างเช่น จากการสังเกตและรายงานส่วนตัว
- ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้วิธีการเรียนแบบเชิงรุก
- ผู้เรียนประสบความสำเร็จระดับสูงสำหรับผลลัพธ์การเรียนรู้แบบ CDIO
- ผู้เรียนมีความพึงพอใจในวิธีการสอนอยู่ในระดับสูง

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินจรรยาถึงผลกระทบของการเรียนรู้แบบปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
4	มีหลักฐานของผลกระทบของการเรียนแบบมีส่วนร่วมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
3	การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมถูกดำเนินการในรายวิชาตลอดหลักสูตร
2	มีแผนที่จะรวมเอาการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในรายวิชาตลอดหลักสูตร
1	มีการตระหนักถึงข้อดีของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และการกำหนดมาตรฐานการเรียนแบบมีส่วนร่วมกำลังอยู่ในหลักสูตรกำลังอยู่ระหว่างดำเนินการ
0	ไม่มีวิธีการการเรียนแบบปฏิบัติเชิงรุก

concept questions, and feedback from students about what they are learning. Active learning is considered *experiential* when students take on roles that simulate professional engineering practice, for example, design-build projects, simulations, and case studies.

Rationale: Students remember less than a fourth of what they hear and only about half of what they see and hear. By engaging students in thinking about concepts, particularly new ideas, and requiring some kind of overt response, students not only learn more, they recognize for themselves what and how they learn. This process of metacognition helps to increase students' motivation to achieve program learning outcomes and form habits of lifelong learning. With active learning methods, instructors can help students make connections among key concepts and facilitate the application of this knowledge to new settings.

Evidence:

- successful implementation of active learning methods, documented, for example, by observation or self-report
- a majority of instructors using active learning methods
- high levels of student achievement of all CDIO learning outcomes
- high levels of student satisfaction with learning method

Rubric:

Scale	Criteria
5	Evaluation groups regularly review the impact of active learning methods and make recommendations for continuous improvement.
4	There is documented evidence of the impact of active learning methods on student learning.
3	Active learning methods are being implemented across the curriculum.
2	There is a plan to include active learning methods in courses across the curriculum.
1	There is an awareness of the benefits of active learning, and benchmarking of active learning methods in the curriculum is in process.
0	There is no evidence of active experiential learning methods.

มาตรฐาน 9 – การยกระดับความสามารถของคณาจารย์*

กิจกรรมที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ

คำอธิบาย: หลักสูตร CDIO ให้การสนับสนุนสำหรับคณาจารย์ วิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมด เพื่อปรับปรุงความสามารถของคณาจารย์ ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 2 ทักษะเหล่านี้ถูกพัฒนาได้มากที่สุดโดยการฝึกปฏิบัติทางวิศวกรรมแบบมืออาชีพ ธรรมชาติและขอบเขตของการพัฒนาของคณาจารย์มีความหลากหลายไปตามทรัพยากรและความตั้งใจของหลักสูตรและสถาบันที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของการกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ ได้แก่ การให้โอกาสไปทำงานในอุตสาหกรรม การสร้างสายสัมพันธ์กับคู่ทางอุตสาหกรรมในการวิจัยและโครงการงานการศึกษา การรวมการปฏิบัติทางวิศวกรรมเป็นปัจจัยในการว่าจ้างและเลื่อนตำแหน่ง และประสบการณ์การพัฒนาอาชีพที่เหมาะสมในมหาวิทยาลัย

เหตุผลที่มา: ถ้าคณาจารย์วิศวกรรมศาสตร์ถูกคาดหวังให้สอนหลักสูตรทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ บูรณาการร่วมกับความรู้เฉพาะทางดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 3, 4, 5 และ 7 คณาจารย์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องมีความสามารถในทักษะเหล่านั้น คณาจารย์วิศวกรรมศาสตร์มักจะชำนาญในการวิจัยและมีพื้นฐานความรู้ในสาขาวิชาที่รับผิดชอบ แต่ก็ประสบการณฝึกปฏิบัติทางวิศวกรรมอย่างจำกัดทั้งด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม นอกจากนี้ การก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของนวัตกรรมทางเทคโนโลยียังต้องการการทบทวนทักษะทางวิศวกรรมให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา คณาจารย์ทั้งหมดจำเป็นต้องยกระดับความรู้และทักษะทางวิศวกรรม เพื่อสามารถให้ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องแก่ผู้เรียน และทำหน้าที่เป็นตัวอย่างที่ดีของวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถ

หลักฐาน:

- คณาจารย์ส่วนใหญ่มีศักยภาพด้านทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ การประยุกต์ และสถิติให้ดูได้ จากการขอสังเกตการณ์หรือในรูปของรายงาน

Standard 9 -- Enhancement of Faculty CDIO Skills*

Actions that enhance faculty competence in personal, interpersonal, and product and system building skills

Description: CDIO programs provide support for faculty to improve their own competence in the *personal, interpersonal, and product and system building skills* described in Standard 2. They develop these skills best in contexts of professional engineering practice. The nature and scope of faculty development vary with the resources and intentions of different programs and institutions. Examples of *actions that enhance faculty competence* include: professional leave to work in industry, partnerships with industry colleagues in research and education projects, inclusion of engineering practice as a criterion for hiring and promotion, and appropriate professional development experiences at the university.

Rationale: If faculty are expected to teach a curriculum of personal, interpersonal, and product and system building skills integrated with disciplinary knowledge, as described in Standards 3, 4, 5, and 7, they need to be competent in those skills themselves. Many engineering professors tend to be experts in the research and knowledge base of their respective disciplines, with only limited experience in the practice of engineering in business and industrial settings. Moreover, the rapid pace of technological innovation requires continuous updating of engineering skills. Faculty need to enhance their engineering knowledge and skills so that they can provide relevant examples to students and also serve as role models of contemporary engineers.

Evidence:

- majority of faculty with competence in personal, interpersonal, and product and system building skills, demonstrated, for example, by observation and self-report

- คณาจารย์จำนวนมากมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรม
- มหาวิทยาลัยรับเอาการพัฒนาวิชาชีพในทักษะเหล่านี้สำหรับการประเมินอาจารย์ นโยบายเชิงปฏิบัติในการจ้างงาน
- ทรัพยากรในการพัฒนาอาจารย์ด้านทักษะเหล่านี้มีพอเพียง

- high number of faculty with experience in engineering practice
- university's acceptance of professional development in these skills in its faculty evaluation and hiring policies and practices
- commitment of resources for faculty development in these skills

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ความสามารถของคณาจารย์ ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ถูกประเมินอย่างสม่ำเสมอและปรับปรุงอย่างเหมาะสม
4	มีหลักฐานว่าคณาจารย์ทั้งหมดมีความสามารถทางด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ
3	คณาจารย์ทั้งหมดมีส่วนร่วมในการพัฒนาคณาจารย์ทางด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ
2	มีแผนอย่างเป็นระบบของการพัฒนาคณาจารย์ทางด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ
1	ได้มีการศึกษาการกำหนดมาตรฐานและการวิเคราะห์ความต้องการของความสามารถของคณาจารย์
0	ไม่มีโครงการหรือการปฏิบัติที่ช่วยยกระดับทางด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ

Rubric:

Scale	Criteria
5	Building skills is regularly evaluated and updated where appropriate.
4	There is evidence that the collective faculty is competent in personal, interpersonal, product, process, and system building skills.
3	The collective faculty participates in faculty development in personal, interpersonal, product, process, and system building skills.
2	There is a systematic plan of faculty development in personal, interpersonal, product, process, and system building skills.
1	A benchmarking study and needs analysis of faculty competence has been conducted.
0	There are no programs or practices to enhance faculty competence in personal, interpersonal, product, process, and system building skills.

มาตรฐาน 10 – การยกระดับความสามารถในการสอนของคณาจารย์

การกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ในการให้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยการใช้วิธีการเรียนรู้จากประสบการณ์การปฏิบัติและการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

คำอธิบาย: โครงการ CDIO ให้การสนับสนุนต่อคณาจารย์ในการปรับปรุงความสามารถของคณาจารย์ในประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ (มาตรฐาน 7), การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและจากประสบการณ์จริง (มาตรฐาน 8) และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน (มาตรฐาน 11) ลักษณะและขอบเขตของการปฏิบัติการพัฒนาอาจารย์จะแตกต่างกันไปตามโครงการและสถาบัน ตัวอย่างของการกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์

Standard 10 -- Enhancement of Faculty Teaching Skills

Actions that enhance faculty competence in providing integrated learning experiences, in using active experiential learning methods, and in assessing student learning

Description: A CDIO program provides support for faculty to improve their competence in *integrated learning experiences* (Standard 7), *active and experiential learning* (Standard 8), and *assessing student learning* (Standard 11). The nature and scope of faculty development practices will vary with programs and institutions. Examples of *actions that enhance faculty competence* include:

ได้แก่ การสนับสนุนการเข้าร่วมของคณาจารย์ในโครงการการพัฒนา คณาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยและต่างคณาจารย์, การอภิปราย สำหรับแบ่งปันแนวคิดและการปฏิบัติที่ดีที่สุด และการเน้นย้ำในการ วิจารณ์สมรรถภาพและการว่าจ้างบนวิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

เหตุผลที่มา: ถ้าสมาชิกของคณาจารย์ถูกคาดหวังให้ทำการสอนและ ประเมินในวิธีการใหม่ ดังอธิบายในมาตรฐาน 7, 8 และ 11 สมาชิก ต้องการโอกาสในการพัฒนาและปรับปรุงความสามารถเหล่านี้ มหาวิทยาลัยหลายแห่งมีโครงการการพัฒนาคณาจารย์และการบริการ ที่อาจกระตือรือร้นที่จะร่วมมือกับคณาจารย์ที่มีโครงการ CDIO นอกจากนี้ ถ้าโครงการ CDIO ต้องการเน้นย้ำความสำคัญของการสอน การเรียน และการประเมินผล สมาชิกต้องยอมรับทรัพยากรที่เพียงพอ สำหรับการพัฒนาคณาจารย์ในขอบเขตนี้

หลักฐาน:

- คณาจารย์ส่วนใหญ่มีศักยภาพในการสอน การเรียน และวิธีการ ประเมิน โดยสาธิตได้ผ่านการสังเกตการณ์และรายงาน
- มหาวิทยาลัยยอมรับการสอนที่มีประสิทธิผลในการประเมิน คณาจารย์และนโยบายเชิงปฏิบัติในการจ้างงาน
- ทรัพยากรในการพัฒนาอาจารย์ด้านทักษะเหล่านี้มีพอเพียง

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ความสามารถของคณาจารย์ในด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล ถูกประเมินอย่างสม่ำเสมอและ ปรับปรุงด้วยวิธีที่เหมาะสม
4	มีหลักฐานว่า ทั้งคณาจารย์มีความสามารถทางด้าน วิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
3	ทั้งคณาจารย์มีส่วนร่วมในการพัฒนาคณาจารย์ทางใน ด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
2	มีแผนอย่างเป็นระบบของการพัฒนาคณาจารย์ทางใน ด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
1	ได้มีการศึกษาการกำหนดมาตรฐานและการวิเคราะห์ ความต้องการของความสามารถของคณาจารย์
0	ไม่มีโครงการหรือการปฏิบัติที่ช่วยยกระดับความสามารถ ในการสอนของคณาจารย์

support for faculty participation in university and external faculty development programs, forums for sharing ideas and best practices, and emphasis in performance reviews and hiring on effective teaching skills.

Rationale: If faculty members are expected to teach and assess in new ways, as described in Standards 7 8, and 11, they need opportunities to develop and improve these skills. Many universities have faculty development programs and services that might be eager to collaborate with CDIO program faculty. In addition, if CDIO programs want to emphasize the importance of teaching, learning, and assessment, they must commit adequate resources for faculty development in these areas.

Evidence:

- majority of faculty with competence in teaching, learning, and assessment methods, demonstrated, for example, by observation and self-report
- university's acceptance of effective teaching in its faculty evaluation and hiring policies and practices
- commitment of resources for faculty development in these skills.

Rubric:

Scale	Criteria
5	Faculty competence in teaching, learning, and assessment methods is regularly evaluated and updated where appropriate.
4	There is evidence that the collective faculty is competent in teaching, learning, and assessment methods.
3	Faculty members participate in faculty development in teaching, learning, and assessment methods.
2	There is a systematic plan of faculty development in teaching, learning, and assessment methods.
1	A benchmarking study and needs analysis of faculty teaching competence has been conducted.
0	There are no programs or practices to enhance faculty teaching competence.

มาตรฐาน 11 – การประเมินการเรียนรู้

การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบ เช่นเดียวกับความรู้เฉพาะทาง

คำอธิบาย: การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นเครื่องวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนบรรลุขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้ โดยปกติ ผู้สอนสร้างการประเมินนี้ขึ้นมาตามรายวิชาที่รับผิดชอบ การประเมินการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพใช้วิธีการที่หลากหลายที่เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในความรู้ตามสาขาวิชา เช่นเดียวกับทักษะส่วนบุคคล และระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 2 วิธีการเหล่านี้อาจรวมถึงการสอบเขียนหรือสอบปากเปล่า การสังเกตความสามารถของผู้เรียน มาตรฐาน ส่วน ปฏิบัติการของผู้เรียน วารสาร ผลงาน และการประเมินด้วยการสังเกตและการประเมินตัวเอง

เหตุผล: ถ้าเราประเมินค่าทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ และจัดการผลเหล่านั้นลงในหลักสูตรและประสบการณ์การเรียนรู้ ในเวลาต่อมา เราจะต้องมีกระบวนการประเมินที่มีประสิทธิภาพเพื่อวัดผลเหล่านั้น หมวดหมู่ที่แตกต่างของผลการเรียนรู้ต้องการวิธีการประเมินที่ต่างกันไป ตัวอย่างเช่น ผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความรู้เฉพาะทางอาจจะประเมินได้ด้วย การสอบปากเปล่าหรือสอบเขียน ขณะที่ผลที่เกี่ยวข้องกับทักษะการออกแบบและการดำเนินการอาจจะถูกประเมินได้ดีกว่าจากการสังเกตที่ดำเนินที่ไว้ การใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายรองรับขอบเขตของรูปแบบการเรียนรู้ที่กว้างกว่า และเพิ่มความน่าเชื่อถือและความสมบูรณ์ของข้อมูลการประเมิน ดังผลลัพธ์ การระบุการบรรลุผลการเรียนที่คาดหวังของผู้เรียนสามารถสร้างได้ด้วยความเชื่อมั่นที่สูงกว่า

หลักฐาน:

- วิธีการประเมินผลเหมาะสมกับผลลัพธ์การเรียนรู้แบบ CDIO
- ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้วิธีการประเมิน
- คณาจารย์จำนวนมากใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสม
- ผู้เรียนได้รับการประเมินความสำเร็จด้วยข้อมูลที่เชื่อถือได้และถูกต้อง

Standard 11 -- CDIO Skills Assessment*

Assessment of student learning in personal, interpersonal, and product and system building skills, as well as in disciplinary knowledge

Description: Assessment of student learning is the measure of the extent to which each student achieves specified learning outcomes. Instructors usually conduct this assessment within their respective courses. Effective learning assessment uses a variety of methods matched appropriately to learning outcomes that address *disciplinary knowledge*, as well as *personal, interpersonal, and product and system building skills*, as described in Standard 2. These methods may include written and oral tests, observations of student performance, rating scales, student reflections, journals, portfolios, and peer and self-assessment.

Rationale: If we value personal, interpersonal, and product and system building skills, set them as learning outcomes, and design them into curriculum and learning experiences, then we must have effective assessment processes for measuring these skills. Different categories of learning outcomes require different assessment methods. For example, learning outcomes related to *disciplinary knowledge* may be assessed with oral and written tests, while those related to design-build skills may be better measured with recorded observations. Using a variety of assessment methods accommodates a broader range of learning styles, and increases the reliability and validity of the assessment data. As a result, determinations of students' achievement of the intended learning outcomes can be made with greater confidence.

Evidence:

- assessment methods matched appropriately to CDIO learning outcomes
- successful implementation of assessment methods
- high number of instructors using appropriate assessment methods
- determination of student achievement based on reliable and valid data

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินวิจารณ์การใช้วิธีการประเมินการเรียนอย่างสม่ำเสมอและให้ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงแบบต่อเนื่อง
4	วิธีการประเมินการเรียนถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพในรายวิชาตลอดหลักสูตร
3	วิธีการประเมินการเรียนถูกดำเนินการตลอดหลักสูตร
2	มีแผนอย่างเป็นระบบของการพัฒนาคณาจารย์ทางด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
1	ความจำเป็นสำหรับการปรับปรุงวิธีการประเมินการเรียนเป็นที่รับรู้และการกำหนดเป็นมาตรฐานในการใช้กำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการ
0	วิธีการประเมินการเรียนไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม

Rubric:

Scale	Criteria
5	Evaluation groups regularly review the use of learning assessment methods and make recommendations for continuous improvement.
4	Learning assessment methods are used effectively in courses across the curriculum.
3	Learning assessment methods are implemented across the curriculum.
2	There is a plan to incorporate learning assessment methods across the curriculum.
1	The need for the improvement of learning assessment methods is recognized and benchmarking of their current use is in process.
0	Learning assessment methods are inadequate or inappropriate.

มาตรฐาน 12 – การประเมินหลักสูตร

ระบบหนึ่งๆที่ประเมินหลักสูตรเทียบกับทั้ง 12 มาตรฐาน และให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียน คณาจารย์และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

คำอธิบาย: การประเมินหลักสูตรเป็นการตัดสินใจการบรรลุเป้าประสงค์ทั้งหมดของหลักสูตรอิงตามหลักฐานที่บ่งชี้ความคืบหน้าของหลักสูตรต่อจุดมุ่งหมายที่ลุล่วง หลักสูตร CDIO ควรได้รับการประเมินเทียบกับมาตรฐาน CDIO ทั้ง 12 มาตรฐาน หลักฐานที่บ่งชี้การบรรลุของทั้งหลักสูตรสามารถถูกเก็บสะสมไว้ได้ด้วยการประเมินรายวิชา ปฏิบัติการของผู้สอน การสัมภาษณ์ก่อนและหลัง การรายงานจากผู้ประเมินภายนอก และการศึกษาแบบติดตามพร้อมด้วยบัณฑิตและผู้ว่าจ้าง หลักฐานสามารถถูกรายงานกลับไปยังผู้สอน ผู้เรียน ผู้ดูแลหลักสูตร ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ อย่างสม่ำเสมอ ข้อเสนอแนะนี้จะเป็พื้นฐานของการตัดสินใจเกี่ยวกับหลักสูตรและแผนการของหลักสูตรเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

เหตุผลที่มา: หน้าที่สำคัญของการประเมินหลักสูตร คือ เพื่อระบุถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหลักสูตรในการบรรลุจุดหมายที่ประสงค์ หลักฐานที่ถูกสะสมไว้ตลอดกระบวนการประเมินหลักสูตรทำหน้าที่เป็นรากฐานของการปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น

Standard 12 -- CDIO Program Evaluation

A system that evaluates programs against these twelve standards, and provides feedback to students, faculty, and other stakeholders for the purposes of continuous improvement

Description: Program evaluation is a judgment of the overall value of a program based on evidence of a program's progress toward attaining its goals. A CDIO program should be evaluated relative to *these 12 CDIO Standards*. Evidence of overall program value can be collected with course evaluations, instructor reflections, entry and exit interviews, reports of external reviewers, and follow-up studies with graduates and employers. The evidence can be regularly reported back to instructors, students, program administrators, alumni, and other key stakeholders. This *feedback* forms the basis of decisions about the program and its plans for *continuous improvement*.

Rationale: A key function of program evaluation is to determine the program's effectiveness and efficiency in reaching its intended goals. Evidence collected during the program evaluation process also serves as the basis of continuous program

ถ้าการสัมภาษณ์รอบหลัง ผู้เรียนส่วนใหญ่แจ้งว่า ผู้เรียนไม่สามารถบรรลุผลการเรียนรู้ที่เจาะจงไว้บางส่วนได้ ก็ควรจะมีแผนการที่ถูกริเริ่มเพื่อระบุสาเหตุและการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการให้ได้ นอกจากนี้ ผู้ประเมินภายนอกและผู้ได้การรับรองหลายท่านเรียกร้องการประเมินหลักสูตรอย่างสม่ำเสมอและสอดคล้องกัน

หลักฐาน:

- วิธีการประเมินหลักสูตรที่หลากหลายถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้เรียน ผู้สอน ประธานหลักสูตร ศิษย์เก่า และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักอื่นๆ
- มีหลักฐานเอกสารแสดงกระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากผลการประเมินหลักสูตร
- กระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	การปรับปรุงอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องเป็นไปตามผลการประเมินหลักสูตรจากหลากหลายแหล่งและถูกรวบรวมโดยหลากหลายวิธีการ
4	วิธีการประเมินหลักสูตรถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยผู้เกี่ยวข้องทุกกลุ่ม
3	วิธีการประเมินหลักสูตรถูกดำเนินการตลอดหลักสูตร เพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียน คณาจารย์ ผู้นำหลักสูตร ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ
2	มีแผนการประเมินหลักสูตร
1	ความจำเป็นสำหรับการประเมินหลักสูตรเป็นที่รับรู้กัน และการกำหนดเป็นมาตรฐานวิธีการประเมินกำลังดำเนินการอยู่
0	การประเมินหลักสูตรไม่เพียงพอและไม่สอดคล้องกัน

improvement. For example, if in an exit interview, a majority of students reported that they were not able to meet some specific learning outcome, a plan could be initiated to identify root causes and implement changes. Moreover, many external evaluators and accreditation bodies require regular and consistent program evaluation.

Evidence:

- a variety of program evaluation methods used to gather data from students, instructors, program leaders, alumni, and other key stakeholders
- a documented continuous improvement process based on results of the program evaluation
- data-driven changes as part of a continuous improvement process

Rubric:

Scale	Criteria
5	Systematic and continuous improvement is based on program evaluation results from multiple sources and gathered by multiple methods.
4	Program evaluation methods are being used effectively with all stakeholder groups.
3	Program evaluation methods are being implemented across the program to gather data from students, faculty, program leaders, alumni, and other stakeholders.
2	A program evaluation plan exists.
1	The need for program evaluation is recognized and benchmarking of evaluation methods is in process.
0	Program evaluation is inadequate or inconsistent.

เอกสารอ้างอิง References

[1] Crawley, E. F. *The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*, MIT CDIO Report #1, 2001.. Available at <http://www.cdio.org>