

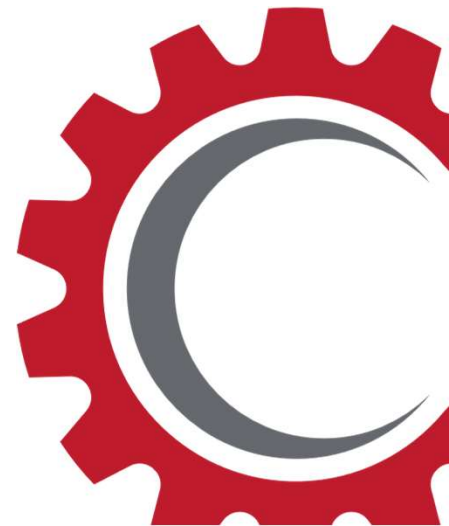
Capstone Design Project

รองศาสตราจารย์ ดร. จิรวัฒน์ ชีวรุ่งโรจน์

การเตรียมความพร้อมการขอรับการรับรองมาตรฐาน
คุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

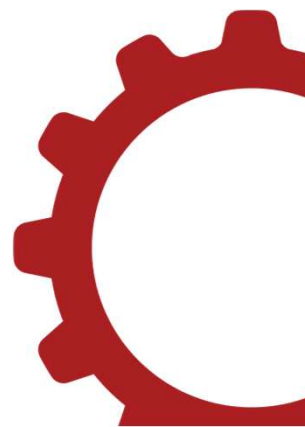
TABEE WORKSHOP

ระหว่างวันที่ 13 - 14 มีนาคม 2568



Content

- แนวทางปฏิบัติรายวิชา Capstone Design Project (TABEE)
- แลกเปลี่ยนเรียนรู้



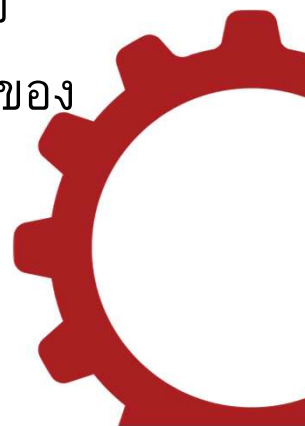
ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน

(Complex engineering problem)

ปัญหาทางวิศวกรรมที่ต้องใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในเชิงลึกเพื่อพิจารณาหาผลลัพธ์ซึ่งโดยส่วนมากเป็นความรู้ทางวิศวกรรมในชั้นแนวหน้า และ มีลักษณะของปัญหาดังต่อไปนี้

1. เกี่ยวพันกับการใช้เทคโนโลยีและวิศวกรรมที่หลากหลาย หรือ มีปัญหาความไม่สอดคล้องทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมและประเด็นในการพิจารณาอื่น
2. ไม่มีผลลัพธ์การแก้ไขปัญหาที่ชัดเจนและมีแนวความคิดของผลลัพธ์ของการแก้ไขปัญหาที่มีความคิดริเริ่มในเชิงนามธรรมและต้องการการวิเคราะห์เพื่อหาแบบจำลองของผลลัพธ์ที่เหมาะสม

(อธิบายความจากนิยามของคำศัพท์ complex engineering problem ของ IEA)



ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน

(Complex engineering problem)

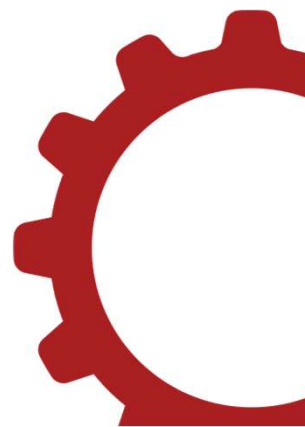
3. ต้องใช้ความรู้จากงานวิจัยพัฒนาทางวิศวกรรมเฉพาะสาขา ในระดับแนวหน้าและยินยอมให้เริ่มต้นจากการศึกษาวิเคราะห์แก้ไขปัญหาจากความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม
4. เป็นประเด็นปัญหาที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อน
5. เป็นปัญหาที่ไม่มีมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมกำกับการทำงาน
6. เป็นประเด็นปัญหาความขัดแย้งจากความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความหลากหลายมีผลกระทบสำคัญต่อเนื้องานต่าง ๆ ในวงกว้าง
7. เป็นปัญหาระดับสูงที่มีองค์ประกอบหลากหลายของงานและปัญหาในระดับล่าง

(อธิบายความจากนิยามของคำศัพท์ complex engineering problem ของ IEA)



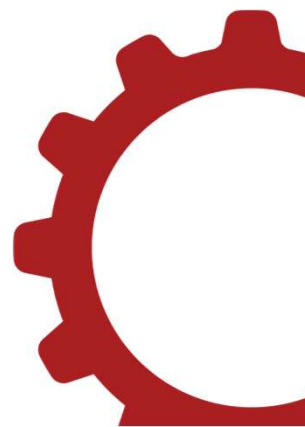
แนวทางปฏิบัติรายวิชา Capstone Design Project

- ลักษณะโครงการ
- ที่มาของโครงการ
- ผลลัพธ์การเรียนรู้ และผลลัพธ์การศึกษา
- วิธีการบริหารจัดการ



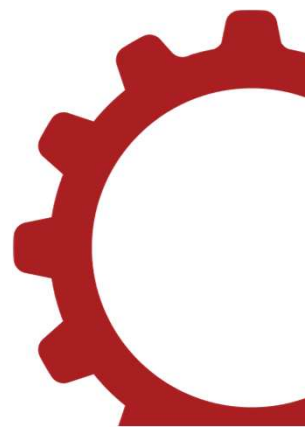
ลักษณะของโครงการ

- เป็นโครงการที่นักศึกษาต้องนำความรู้วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสายอาชีพของหลักสูตร มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบวิธีการ กระบวนการ เครื่องมือ หรือชิ้นงานที่แก้โจทย์ทางวิศวกรรมศาสตร์ หรือตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมหรือชุมชน
- โจทย์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่นำมาใช้ในรายวิชานี้ต้องเป็นสถานการณ์ หรือส่วนหนึ่งของสถานการณ์ที่มีอยู่จริง
- โจทย์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่นำมาใช้ในรายวิชานี้มีลักษณะที่จะต้องมีการบูรณาการองค์ความรู้ในสาขาวิชาย่อย อย่างน้อย 2 สาขาวิชา จึงจะสามารถตอบโจทย์ได้
- ผลงาน / รายงานของนักศึกษาต้องสะท้อนถึงกระบวนการออกแบบ



ที่มาของโครงการ

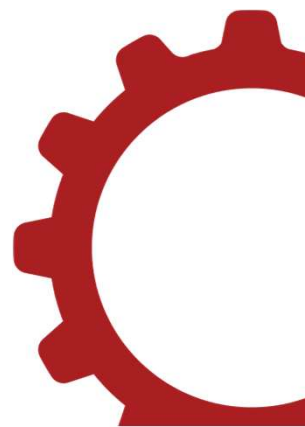
- โจทย์จากงานบริการวิชาการที่อาจารย์ในหลักสูตรได้รับมาจากอุตสาหกรรม
- โจทย์ที่ Industrial Advisory Board มอบหมาย
- โจทย์จากการเข้าร่วมการแข่งขัน โดยได้รับการเห็นชอบจากคณะผู้รับผิดชอบโครงการ Capstone Design Project
- โจทย์ที่นักศึกษาเสนอ โดยได้รับการเห็นชอบจากคณะผู้รับผิดชอบโครงการ Capstone Design Project
- โจทย์ที่มาจากภาคอุตสาหกรรมที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะผู้รับผิดชอบโครงการ Capstone Design Project



ผลลัพธ์การเรียนรู้ และผลลัพธ์การศึกษา

ผลลัพธ์การเรียนรู้ประจำวิชานี้พึงสนับสนุนผลลัพธ์การศึกษาให้ครอบคลุมอย่างน้อย 6 ผลลัพธ์การศึกษา ดังแสดงด้านล่าง และสามารถกำหนดเพิ่มเติมตามหลักสูตรเห็นสมควร หลักสูตรพึงแสดง ความสอดคล้องของผลลัพธ์การเรียนรู้กับผลลัพธ์การศึกษา

- ผลลัพธ์การศึกษาที่ 2: การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม
- ผลลัพธ์การศึกษาที่ 3: การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหา
- ผลลัพธ์การศึกษาที่ 4: การพิจารณาตรวจสอบ
- ผลลัพธ์การศึกษาที่ 6: การทำงานร่วมกันเป็นทีม
- ผลลัพธ์การศึกษาที่ 7: การติดต่อสื่อสาร
- ผลลัพธ์การศึกษาที่ 8: ความรับผิดชอบของวิศวกรต่อโลก



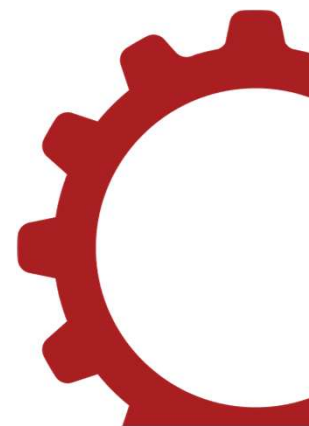
ผลลัพธ์การศึกษาของ TABEE

2. การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม

สามารถระบุปัญหา สืบค้นทางเอกสาร สร้างแบบจำลองรวมตั้งสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบ และแก้ไข**ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน** จนได้ข้อสรุปเบื้องต้น โดยใช้หลักการและเครื่องมือวิเคราะห์ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกองค์ประกอบ (ตามแบบความรู้ TK 1 ถึง TK 4)

3. การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหา

สามารถหาคำตอบของ**ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน** และออกแบบระบบงานหรือกระบวนการทางวิศวกรรมตามความต้องการและข้อกำหนดงานโดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านสังคม วัฒนธรรม ความปลอดภัย การอนามัยและสิ่งแวดล้อม มาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ และการพัฒนาที่ยั่งยืน อาทิ มูลค่าตลอดวัฏจักรชีวิต การปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ และประเด็นทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (ตามแบบความรู้ TK 5)



ผลลัพธ์การศึกษาของ TABEE

4. การพิจารณาตรวจสอบ

สามารถตรวจสอบ วินิจฉัย ประเมินผลงานและปัญหาทางวิศวกรรมซึ่งครอบคลุมถึง การตั้งสมมติฐาน การหาข้อมูล การทดลอง การวิเคราะห์ การแปลความหมายข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล ข้อเสนอแนะ และออกแบบเพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องตามหลักเหตุผล (ตามแบบความรู้ TK 8)

6. การทำงานร่วมกันเป็นทีม

สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลายในสาขาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานในฐานะสมาชิกของกลุ่มและผู้นำกลุ่มในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (ตามแบบความรู้ TK 9)



ผลลัพธ์การศึกษาของ TABEE

7. การติดต่อสื่อสาร

สามารถติดต่อสื่อสารเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษในงานวิศวกรรม วิชาชีพอื่น และบุคคลทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งด้วยวาจา ด้วยการเขียนรายงาน การเสนอผลงาน การเขียนและอ่านแบบทางวิศวกรรม ตลอดจนสามารถออกคำสั่งและรับคำสั่งงานได้อย่างชัดเจน

8. ความรับผิดชอบของวิศวกรต่อโลก

มีความเข้าใจและความรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมในบริบทของสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และกรอบของกฎหมาย รวมทั้งสามารถประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่มีต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วย (ตามแบบความรู้ TK 1 TK 5 และ TK 7)



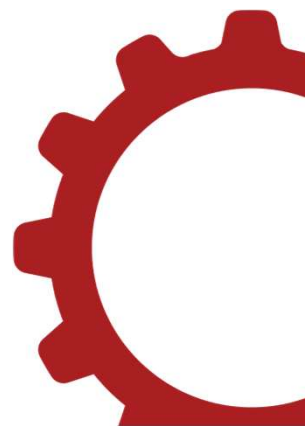
ผลลัพธ์การศึกษาของ TABEE (เพิ่มเติม)

5. การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย

สามารถสร้าง เลือก และประยุกต์ใช้เทคนิควิธี ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและทันสมัย โดยคำนึงถึงข้อกำหนดและข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านั้น (ตามแบบความรู้ TK2 และ TK6)

10. การบริหารงานวิศวกรรม

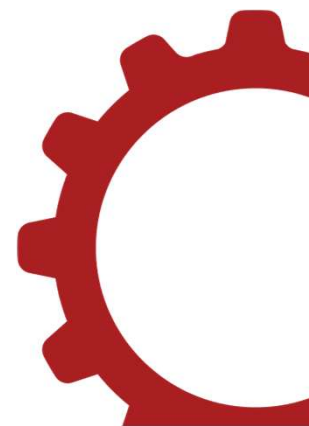
มีความรู้และความเข้าใจในด้านเศรษฐศาสตร์และการบริหารงานวิศวกรรมโดยคำนึงถึง ความเสี่ยงและความเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น



วิธีการบริหารจัดการ

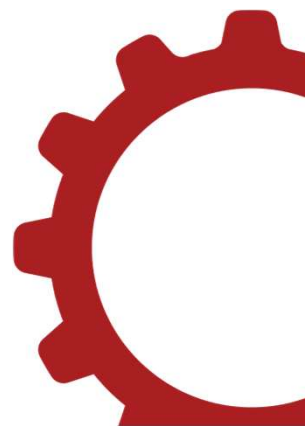
หลักสูตรพึงแต่งตั้งคณะกรรมการผู้รับผิดชอบรายวิชา Capstone Design Project โดยมีความรับผิดชอบขั้นต่ำ ดังต่อไปนี้

- ให้ความเห็นชอบความเหมาะสมของหัวข้อ และขอบเขตของโครงการ
- ให้ความเห็นชอบความเหมาะสมของคุณสมบัติของคณาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก และที่ปรึกษาร่วมจากภายนอกหลักสูตร (ถ้ามี)
- ให้ความเห็นชอบความเหมาะสมของคุณสมบัติกรรมการสอบ หรือกรรมการตัดสินผลทั้งภายในและภายนอก (ถ้ามี)
- กำหนดกระบวนการให้คำปรึกษาโครงการ
- ติดตามการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ตามรอบที่รายวิชากำหนด
- จัดการการสอบให้เป็นไปตามที่รายวิชากำหนดไว้
- รวบรวมประมวลผลการดำเนินการ และจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา/ปรับปรุงในรอบถัดไป



วิธีการบริหารจัดการ

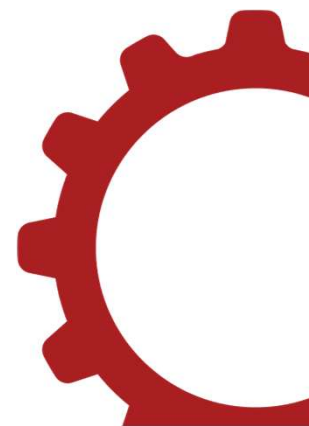
- คณาจารย์ที่ปรึกษาโครงการแต่ละโครงการพึงมีผู้เชี่ยวชาญจากอย่างน้อย 2 สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของโครงการโดยตรงโดยที่จะต้องเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรอย่างน้อย 1 ท่าน และอาจจะมีที่ปรึกษาร่วมจากสาขาอื่นเพิ่มเติม หากมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องบางส่วนหรือจากอุตสาหกรรมได้



วิธีการบริหารจัดการ

คณะกรรมการสอบ หรือคณะกรรมการตัดสินผลพึงมีองค์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- คณาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- คณาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง นอกเหนือจากคณาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- ตัวแทนภาคอุตสาหกรรมที่เป็นผู้มอบหมายโจทย์ (ถ้ามี)
- ตัวแทนผู้จัดการแข่งขันที่เป็นที่มาของโจทย์ หรือผลการแข่งขัน หรือความคิดเห็นของกรรมการตัดสินผลการแข่งขัน (ถ้ามี)

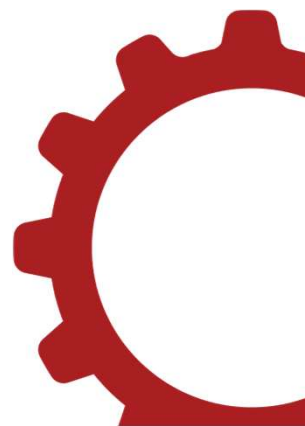


Team Formation

- Number of members (3-5)
- Team members (Personal Indicator)
- Team leader

What Makes a Good Capstone Project?

- **Significant Engineering Content**
- **Design Process**
- **Analysis-Driven Design**
- **Appropriate Scope**
- **Innovative**
- **Challenging**

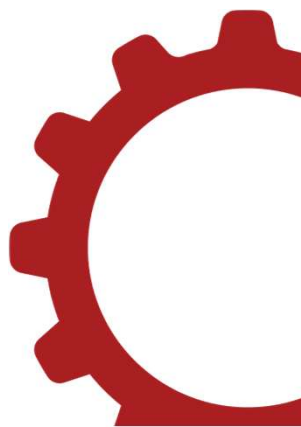


Realistic Constraints

- ☐ Manufacturability,
- ☐ Health and Safety,
- ☐ Economic,
- ☐ Environmental,
- ☐ Sustainability,
- ☐ Social,
- ☐ Cultural, and
- ☐ Ethical

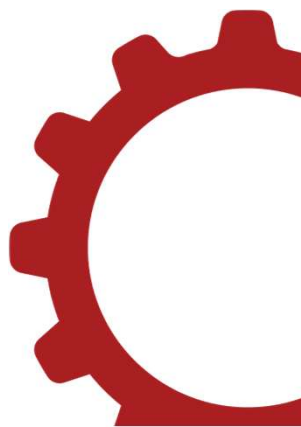
Capstone Design Project I

- Selecting a design project topic;
- Identifying the problem;
- Developing work plan;
- Formulating the problem through reviewing background and integrating knowledge;
- Preparing for / or preliminary conducting of the experiments;
- Collecting the field data and developing the mathematical model if applicable;
- Writing the first part along with any preliminary findings.



Capstone Design Project II

- **Selecting appropriate design and/or experimental tools;**
- **Performing design / experiments;**
- **Performing analysis and evaluation of result;**
- **Interpreting and conclusions of results;**
- **Recommendation and future work**



Example of Assessment Rubric

Requirement	Exemplary (5)	Proficient (3)	Novice (1)
Real life problem: related to the industry	Title clearly indicate Clarified in problem description	Title Clarified in problem description	In the title only
Advisory committee: one advisor from the academia and one advisor from the industry	The cover page Acknowledgement Indication of their contributions	In the cover page Acknowledgement	In the cover page only
Situation description:	Situation analyzed Problem areas described by students	Situation analyzed Problem areas described by advisors	Vague description only
Problem definition	Problem defined At least five constraints in the problem domain analyzed	Problem defined A few constraints in the problem domain analyzed	Only problem defined
Open-ended design problem	Problem has many solutions	Only two solutions	
Alternative solutions:	At least two solutions Analyzes of solutions Selection using criteria	At least two solutions Selection using criteria	At least two solutions
Aesthetics:	Beauty and appearance Acceptability Preferences	Beauty and appearance Acceptability	Acceptability Preferences
Rationale of the Project	Road map of thinking Rationale of selected solution Curriculum sources contributed	Rationale of selected solution Curriculum sources contributed	Curriculum sources contributed
Specifications and regulations:	Product design specifications: size weight, power etc Regulations and standards	Product design specifications: size weight, power etc	Poor product design specifications
Statistics and reliability	Database established Statistical analysis performed Design reliability assessed (maybe with risk assessment)	Database established Statistical analysis performed	Database established
Teamwork:	Names in the cover Distribution of responsibilities Indication of contributions	Names in the cover Distribution of responsibilities	Names in the cover
Professional ethics:	Acknowledgement References in text List of references Even division of responsibilities	Acknowledgement List of references Division of responsibilities	Acknowledgement List of references
Environmental impact statement	Assessment of impact of project on the environment		
Cultural and social assessment	Impact on society Contribution to neighborhood Technology transfer	Contribution to neighborhood Technology transfer	Technology transfer
Financial analysis and marketing	Cost estimate Actual Cost Marketability	Cost estimate Actual cost	Actual cost
Final product	Report in English, Working Prototype, User manual	Report in English Prototype	Report in English



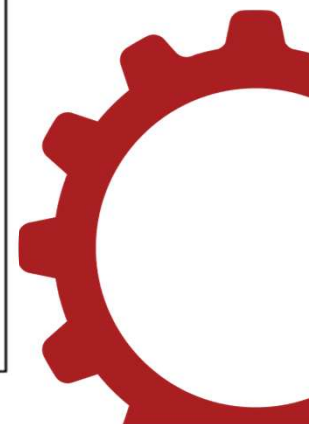
Example of Assessment Rubric

Ranking and Score Area of Evaluation	Unacceptable 1	Poor 2	Marginal 3	Satisfactory 4	Very Good 5	Excellent 6
Design and Technical contributions	Technical work is largely incorrect and inaccurate.	Work must be redone by others to meet standards	Keeps a consistent quality of work, but falls short of satisfactory standards.	Quality of work is generally of acceptable or good quality. Rarely added depth or quantity.	Work is of high quality and typically above standard. Occasionally added depth and quantity.	Technical work is of always of exceptional quality and accuracy. Consistently more depth and quantity than required.
Communication	Ineffective communicator with no effort to improve.	Skills ineffective. Makes little effort to improve.	Frequently confusing - improper use of terms, descriptions of methods and results unclear, with little effort to clarify or improve.	Sometimes confusing but effort is made to clarify and improve.	Clear communication but with occasional errors in terminology, methods, and results. Concerted effort to improve weak areas.	Clear communication with proper use of terms, methods, and results that are immediately understandable by group members, project members, and external stakeholders.
Management of Resources and Planning	Little to no useful work. Takes away from the productivity of the team as a whole. No individual plan and no contribution to group plan.	Not enough useful work done in group or out. Sometimes wastes his/her time and others. Work is typically late and no consistent planning done. No plan.	Does not work well within the team, occasionally wastes team's time. Has trouble in doing productive work. Some tasks completed late. Plan includes some tasks.	Is not time-efficient in working with the group, but works hard when a deadline is near. Most tasks completed on time. Plan includes all tasks but incomplete dates.	Uses time effectively in and of group. Completes all tasks on time. Plan includes tasks and dates but interdependencies not noted.	Uses time effectively in and out of group and works to get others to do the same. All tasks completed on or ahead of schedule. Complete plan with list of tasks, task interdependencies, dates of completion.
Initiative and Commitment	Must be constantly told what to do by supervisors and peers. Performs few if any assigned tasks.	Lets others do the work; does the minimum he/she thinks is needed to get by. Performs few assigned tasks.	Tends to watch others work, but does get involved when necessary. Volunteers to help when only when a necessity. Performs most assigned tasks.	Gets involved enough to complete tasks. Does his/her share and volunteers for multiple tasks.	Readily accepts tasks, sometimes seeks more work. Gets involved in the project. Sometimes does more than required. A producer.	Takes initiative to seek out work, concerned with getting the job done. Very involved in the technical project. Consistently does more than required and motivates others.
Attitude and Team Spirit	Negative attitude that adversely affects other members. Never participates in team or group meetings. Frequently absent without notifying Lead Engineers.	Negative attitude that adversely affects other members. Rarely participates or contributes to team or group meetings.	Negative attitude toward project and/or project. Occasionally participates in group meetings or discussion	Neutral attitude. Always participates in team meetings. Contributes moderately to the discussions and team effort.	Positive attitude toward project and the team. Actively involved in team activities. Shares knowledge with team members. Communicates design updates with other team member when requested.	Positive and professional attitude that provides a positive influence to other team members. Organizes team meetings. Shares knowledge with team members. Proactively communicates design updates with team members.

Example of Rubric for Team Performance

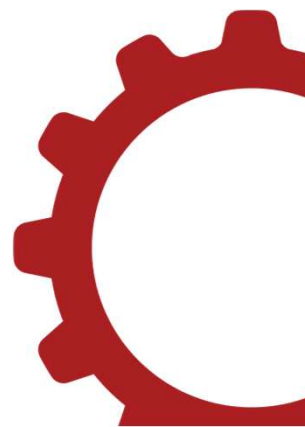
Assessment criteria	Scaling and descriptors			
	Low (Score = 1)	Needs improvement (Score = 2)	Good (Score = 3)	Excellent (Score = 4)
The team allocated resources and tasks clearly	<ul style="list-style-type: none"> Only one person contributed to tasks Tasks were handled randomly, no clear criteria imposed 	<ul style="list-style-type: none"> Half of members contributed to tasks One or two member/s handled tasks based on their subject strength 	<ul style="list-style-type: none"> Majority of members contributed to tasks completion Most of tasks were handled by each member based on student subject strength 	<ul style="list-style-type: none"> All members contributed to tasks completion All tasks were handled by each member based on student subject strength
The team members participated and functioned effectively	<ul style="list-style-type: none"> Members were always late in completing tasks even after constant reminders, too much unnecessary (speaking) excuses Group meetings conducted were very minimal Frictions were still detected between members, and no resolution was found to resolve them 	<ul style="list-style-type: none"> Members were sometime late in completing tasks and needed constant reminders, too much speaking Group meetings conducted were adequate Little friction was still detected between members after trying to resolve it 	<ul style="list-style-type: none"> Members completed tasks on time with occasional reminders, and not too much speaking Group meetings were conducted regularly with occasional excuses No frictions were detected at the end, after initial issues resolved 	<ul style="list-style-type: none"> Members always completed tasks on time without being reminded, with less speaking Group meetings were conducted regularly, at least once a week No frictions were detected between members since the start

Reference: Saidur R. Chowdhury, Tahar Ayadat & Andi Asiz, Prince Mohammad Bin Fahd University



ประสบการณ์ของนักศึกษา

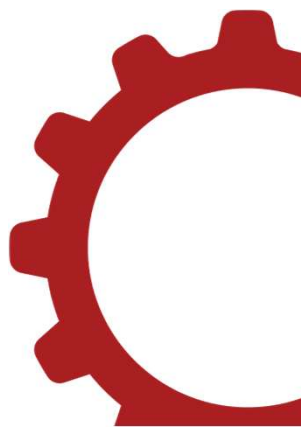
- ✓ ฝึกฝนประมวลความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อตอบโจทย์ที่เกิดขึ้นจริง
- ✓ ฝึกฝนการประยุกต์ใช้ระบบความคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ในการทำงาน
- ✓ ได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และบูรณาการองค์ความรู้กับการทำงานในสายวิชาชีพ
- ✓ ฝึกทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม
- ✓ ฝึกทักษะการสื่อสารกับผู้ทำงานในสายวิชาชีพ



*Capstone Design Project is **not only** Finding a
Technical Solution*

But Also

How Student can Work as Engineer





THANK YOU

