

เอกสารเผยแพร่ การจัดการความรู้ (KM)



ด้านการผลิตบัณฑิต

แนวทางในการดำเนินงานนักศึกษา
อย่างมีประสิทธิภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์
อย่างมีจริยธรรม



ใช้ AI อย่างชาญฉลาด

ช่วยค้นคว้า วิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างสรรค์
เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน



มีจริยธรรมและความรับผิดชอบ

อ้างอิงแหล่งข้อมูล ระบุการใช้ AI ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์
และเคารพความเป็นส่วนตัว



พัฒนากิจกรรมรอบด้าน

คิดเชิงวิพากษ์ แก้ปัญหา ทำงานเป็นทีม
และสื่อสารอย่างมืออาชีพ



ผลลัพธ์มีคุณภาพและน่าเชื่อถือ

ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงงาน
อย่างเป็นระบบ



ด้านการวิจัย

แนวปฏิบัติที่ดีในการขับเคลื่อนงานวิจัย
สิ่งประดิษฐ์สู่การใช้ประโยชน์อย่างสร้างสรรค์
และสร้างมูลค่าด้วยทรัพย์สินทางปัญญา



ค้นหาและวิเคราะห์งานปราชญ์มาก่อน

(Prior Art) ก่อนเริ่มวิจัยและพัฒนา
เพื่อสร้างความใหม่และไม่ซ้ำซ้อน



พัฒนาเทคโนโลยีอย่างเป็นระบบ

ตามกรอบ TRL จากแนวคิดสู่การใช้งานจริง



คุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา

เลือกประเภทสิทธิที่เหมาะสม เช่น สิทธิบัตร
อนุสิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ ความลับทางการค้า



ถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ

ผ่านการอนุญาตให้ใช้สิทธิ สร้าง Spin-off/Startup
หรือถ่ายทอดสู่ชุมชนและสังคม



สร้างมูลค่าและผลกระทบอย่างยั่งยืน

ทั้งเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม



คิดอย่างมีจริยธรรม • สร้างสรรค์งานวิจัย • สู่การใช้ประโยชน์และสร้างคุณค่าอย่างยั่งยืน



ความรู้
ต่อยอด



นวัตกรรม
พัฒนาสังคม



ทรัพย์สินทางปัญญา
คุ้มครองและสร้างมูลค่า



ประโยชน์
ต่อชุมชนและประเทศ

จัดทำโดย

คณะกรรมการ KM ด้านการผลิตบัณฑิต และด้านการวิจัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีการศึกษา พ.ศ. 2568

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และเศรษฐกิจฐานนวัตกรรม ทำให้บทบาทของสถาบันอุดมศึกษาไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการผลิตบัณฑิตและการสร้างองค์ความรู้เท่านั้น แต่ยังสามารถพัฒนางานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้จริง ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคสังคม และการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ขณะเดียวกัน การใช้ AI เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการทำโครงการของนักศึกษา ก็กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษา หากใช้อย่างถูกต้อง โปร่งใส และมีจริยธรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จึงได้จัดทำ เอกสารเผยแพร่การจัดการความรู้ (Knowledge Management: KM) ประจำปี 2568 เรื่อง แนวทางการผลิตบัณฑิตและการขับเคลื่อนงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ด้วยปัญญาประดิษฐ์และทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อรวบรวมองค์ความรู้ แนวปฏิบัติที่ดี และประสบการณ์จากการดำเนินงานของคณาจารย์และนักวิจัย ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน การพัฒนาโครงการนักศึกษา การดำเนินงานวิจัย การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นระบบ เนื้อหาของเอกสารแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ (1) ด้านการผลิตบัณฑิต ซึ่งนำเสนอแนวทางการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการทำโครงการนักศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพและมีจริยธรรม และ (2) ด้านการวิจัย ซึ่งนำเสนอแนวทางการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา การประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (TRL) การสืบค้นงานปรากฏมาก่อน การควบคุมการเปิดเผยข้อมูล ตลอดจนแนวทางการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการสร้างมูลค่าจากผลงานวิจัย ทั้งในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารเผยแพร่ฉบับนี้จะเป็นแหล่งเรียนรู้และคู่มืออ้างอิงที่เป็นประโยชน์สำหรับคณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และผู้ที่สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน การวิจัย และการสร้างนวัตกรรมที่มีคุณภาพ พร้อมทั้งส่งเสริมการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีความรับผิดชอบ และการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาอย่างเหมาะสม อันจะนำไปสู่การสร้างผลงานที่มีคุณค่า สามารถใช้ประโยชน์ได้จริง และสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อมหาวิทยาลัย อุตสาหกรรม ชุมชน และประเทศชาติต่อไป

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ. 2568

พันธกิจด้านการผลิตบัณฑิต

เรื่อง แนวทางในการทำโครงการนักศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ
ด้วยปัญญาประดิษฐ์อย่างมีจริยธรรม

บทที่ 1

บทนำ บริบท และความสำคัญของ AI ต่อโครงการวิศวกรรมศาสตร์

1.1 วิวัฒนาการและการเปลี่ยนผ่านของการทำโครงการวิศวกรรมสู่ยุค AI

1.1.1 บทนำ

ตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา กระบวนการจัดทำโครงการทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Project) เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา ทั้งในด้านองค์ความรู้ทางวิชาการ ทักษะการแก้ปัญหา การคิดเชิงวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม และการสื่อสารเชิงวิศวกรรม โดยเฉพาะในระดับปริญญาตรี โครงการถือเป็นกระบวนการบูรณาการองค์ความรู้จากรายวิชาต่าง ๆ เพื่อสร้างผลงานหรือพัฒนานวัตกรรมที่สามารถแก้ไขปัญหาจริงในภาคอุตสาหกรรมและสังคม อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัลในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้ส่งผลให้รูปแบบการดำเนินโครงการทางวิศวกรรมเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ AI ไม่ได้ทำหน้าที่เพียงเป็นเครื่องมือค้นหาข้อมูล แต่ได้พัฒนาเป็น "ผู้ช่วยอัจฉริยะ" (Intelligent Assistant) ที่สามารถสนับสนุนการทำงานของนักศึกษาในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การค้นหาหัวข้อวิจัย การวิเคราะห์งานวิจัย การออกแบบระบบ การเขียนโปรแกรม การประมวลผลข้อมูล การจัดทำรายงาน ตลอดจนการนำเสนอผลงาน

ดังนั้น แนวคิดของการทำโครงการในปัจจุบันจึงเปลี่ยนจากการ "เรียนรู้ด้วยการค้นคว้าเพียงลำพัง" ไปสู่การ "เรียนรู้ร่วมกับ AI อย่างมีวิจารณญาณ" (Human-AI Collaborative Learning) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของวิศวกรในศตวรรษที่ 21

1.1.2 วิวัฒนาการของการทำโครงการวิศวกรรม

การพัฒนากระบวนการทำโครงการสามารถแบ่งออกเป็น 4 ยุค ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 วิวัฒนาการของการทำโครงการวิศวกรรม

ยุค	ลักษณะสำคัญ	เครื่องมือหลัก
Traditional Engineering	ศึกษาจากตำราและอาจารย์	หนังสือ ห้องสมุด

ยุค	ลักษณะสำคัญ	เครื่องมือหลัก
Digital Engineering	ใช้ Internet และฐานข้อมูลออนไลน์	Google, IEEE Xplore, Scopus
Smart Engineering	ใช้ Simulation และ IoT	MATLAB, Proteus, Multisim
AI Engineering	ใช้ AI ช่วยคิด วิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้	ChatGPT, Claude, Gemini, Copilot, Perplexity

จะเห็นได้ว่า AI ไม่ได้เข้ามาแทนที่กระบวนการเรียนรู้เดิม แต่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน ทำให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ระดับโลกได้อย่างรวดเร็วและสามารถใช้เวลาในการคิดวิเคราะห์เชิงลึกได้มากขึ้น

1.1.3 ความท้าทายของนักศึกษาในปัจจุบัน

แม้ว่าข้อมูลวิชาการจะมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่นักศึกษายังคงเผชิญกับปัญหาหลายประการ เช่น

- ไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นโครงการจากจุดใด
- ใช้เวลาค้นหางานวิจัยจำนวนมาก
- อ่านบทความภาษาอังกฤษได้ช้า
- ไม่สามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยได้
- ขาดแนวคิดในการออกแบบระบบ
- ขาดประสบการณ์ด้านการเขียนข้อเสนอโครงการ
- ขาดทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล
- ใช้เวลามากในการจัดทำรายงาน

ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้โครงการจำนวนไม่น้อยใช้เวลานานกว่าที่กำหนด และบางครั้งไม่สามารถพัฒนาต่อ ยอดเป็นผลงานวิจัย สิทธิบัตร หรือการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้

1.1.4 AI กับการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำโครงการ

AI สามารถสนับสนุนการทำโครงการได้ในทุกขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 บทบาทของ AI ในกระบวนการทำโครงการงาน

ขั้นตอน	วิธีการเดิม	วิธีการใช้ AI
ค้นหาหัวข้อ	ค้น Google	วิเคราะห์แนวโน้มด้วย AI
Literature Review	อ่าน Paper ที่ฉบับ	AI สรุปและเปรียบเทียบงานวิจัย
Design	ออกแบบเองทั้งหมด	AI ช่วยเสนอแนวคิดหลายทางเลือก
Coding	เขียนโปรแกรมทั้งหมด	AI ช่วยสร้างและอธิบายโค้ด
วิเคราะห์ข้อมูล	Excel	AI วิเคราะห์เชิงสถิติและ Machine Learning
รายงาน	เขียนเองทั้งหมด	AI ช่วยเรียบเรียงและตรวจภาษา
Presentation	PowerPoint	AI ช่วยออกแบบสไลด์และเตรียมคำพูด

1.1.5 แนวคิด Human-Centered AI

แม้ AI จะมีศักยภาพสูง แต่หัวใจสำคัญของการทำโครงการงานยังคงเป็น "มนุษย์"

AI ควรทำหน้าที่เป็น

- ผู้ช่วยค้นคว้า (Research Assistant)
- ผู้ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analyst)
- ผู้ช่วยเขียนโปรแกรม (Programming Assistant)
- ผู้ช่วยจัดทำรายงาน (Writing Assistant)
- ผู้ช่วยตรวจสอบความถูกต้อง (Reviewer)

ในขณะที่นักศึกษาจะต้องเป็นผู้

- ตั้งคำถาม
- วิเคราะห์ปัญหา
- ออกแบบแนวทางแก้ไข
- ตัดสินใจ
- ประเมินผล
- รับผิดชอบผลงาน

กล่าวอีกนัยหนึ่ง AI เป็นเครื่องมือสนับสนุน (Decision Support Tool) มิใช่ผู้สร้างองค์ความรู้แทนมนุษย์

AI ไม่ได้ทำให้วิศวกรหมดความสำคัญ แต่ทำให้วิศวกรที่ใช้ AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความได้เปรียบในการแข่งขัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการนำ AI มาช่วยเร่งการเรียนรู้และการวิเคราะห์เชิงลึก

1.2.1 แนวคิดพื้นฐาน

การใช้ AI ในการศึกษาไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อให้นักศึกษาทำงานน้อยลง แต่มีเป้าหมายเพื่อให้สามารถใช้เวลาที่มีอยู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ การออกแบบ และการสร้างนวัตกรรมมากขึ้น

แนวคิดนี้สอดคล้องกับการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) ซึ่งเน้นให้นักศึกษาเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และใช้ AI เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้

1.2.2 วัตถุประสงค์ของการใช้ AI

1) เพิ่มประสิทธิภาพในการค้นคว้าข้อมูล

AI สามารถสรุปบทความวิชาการจำนวนมากภายในเวลาอันสั้น พร้อมช่วยเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัด และช่องว่างขององค์ความรู้ (Research Gap) ทำให้นักศึกษาสามารถเริ่มต้นการศึกษาวิจัยได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2) พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์

แทนที่จะใช้ AI เพื่อหาคำตอบสำเร็จรูป นักศึกษาควรใช้ AI เพื่อสร้างทางเลือกหลายแนวทาง จากนั้นจึงใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมในการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด

3) ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล

AI สามารถอธิบายเนื้อหาในหลายระดับความยาก ปรับรูปแบบการอธิบายให้เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน และสร้างแบบฝึกหัดเพิ่มเติมตามจุดอ่อนของแต่ละคน ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4) ลดเวลาในการทำงานซ้ำ

งานที่ต้องใช้เวลามาก เช่น การจัดรูปแบบเอกสาร การตรวจภาษา การสร้างตาราง การสร้างกราฟ หรือการเขียนโค้ดพื้นฐาน สามารถใช้ AI ช่วยดำเนินการได้ ทำให้นักศึกษามีเวลามากขึ้นสำหรับการออกแบบ การทดลอง และการวิเคราะห์ผล

5) สนับสนุนการสร้างนวัตกรรม

AI สามารถช่วยระดมสมอง (Brainstorming) เสนอแนวคิดใหม่ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ และเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลายศาสตร์ ซึ่งช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และเพิ่มโอกาสในการพัฒนานวัตกรรม

1.2.3 AI กับการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning for Learners)

การเรียนรู้เชิงลึกในบริบทนี้หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถ

- เข้าใจหลักการ
- วิเคราะห์เหตุผล
- เชื่อมโยงองค์ความรู้
- ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่
- สร้างองค์ความรู้ใหม่

AI สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ในระดับนี้ได้โดยช่วยตั้งคำถาม อธิบายแนวคิดที่ซับซ้อน และเสนอกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง แต่ผู้เรียนยังคงต้องใช้วิจารณญาณในการประเมินความถูกต้องของข้อมูล

1.2.4 กรอบการใช้ AI อย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้การใช้ AI เกิดประโยชน์สูงสุด ผู้เขียนเสนอกรอบแนวคิด H-A-I Model (Human-AI Integration Model) สำหรับการทำโครงการวิศวกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **Define** – กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ของโครงการ
2. **Explore** – ใช้ AI ค้นคว้า สรุป และวิเคราะห์องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง
3. **Create** – ออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ทางวิศวกรรมร่วมกับข้อเสนอแนะจาก AI
4. **Validate** – ตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของผลลัพธ์ด้วยการทดลอง การจำลอง หรือข้อมูลจริง

5. Reflect – ประเมินผล สรุปทบทเรียน และพิจารณาประเด็นด้านจริยธรรม ความโปร่งใส และการอ้างอิง AI

โมเดลนี้เน้นให้ AI เป็น "เครื่องมือสนับสนุน" ในขณะที่มนุษย์ยังคงเป็นผู้กำหนดทิศทาง ตัดสินใจ และรับผิดชอบ ต่อผลลัพธ์ของโครงการ

สรุปท้ายบท

การเปลี่ยนผ่านสู่ยุค AI ไม่ได้เปลี่ยนเป้าหมายของการทำโครงการวิศวกรรม แต่เปลี่ยนวิธีการเรียนรู้และการสร้าง องค์ความรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นักศึกษาที่สามารถใช้ AI อย่างถูกต้อง มีวิจารณญาณ และยึดมั่นในจริยธรรม ทางวิชาการ จะสามารถพัฒนาโครงการที่มีคุณภาพสูง ใช้เวลาอย่างคุ้มค่า และต่อยอดสู่ผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ หรือทรัพย์สินทางปัญญาได้อย่างเป็นรูปธรรม

บทที่ 2

สรุปองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่ดี (Core Knowledge & Best Practices)

2.1 การจำแนกกลุ่มเครื่องมือ AI สำหรับการทำให้โครงงานวิศวกรรมศาสตร์

2.1.1 บทนำ

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้พัฒนาอย่างก้าวกระโดด ส่งผลให้เครื่องมือ AI (AI Tools) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบของผู้ช่วยสนทนา (Conversational AI) ระบบสร้างเนื้อหา (Generative AI) ระบบวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics AI) ระบบช่วยเขียนโปรแกรม (AI Coding Assistant) และระบบออกแบบเชิงวิศวกรรม (AI-Driven Engineering Design)

แม้เครื่องมือเหล่านี้จะมีศักยภาพสูง แต่หากนักศึกษาเลือกใช้ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูล หรือพึ่งพา AI มากเกินไป ดังนั้น การจำแนกประเภทของเครื่องมือ AI และการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละขั้นตอนของโครงงาน จึงเป็นแนวปฏิบัติที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพงานวิศวกรรม

ในบริบทของโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ เครื่องมือ AI สามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. AI สำหรับการค้นคว้าและทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)
2. AI สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและการเขียนโปรแกรม (Coding & Data Analytics)
3. AI สำหรับการออกแบบและการจำลองทางวิศวกรรม (Generative Design & Simulation)
4. AI สำหรับการจัดทำเอกสารและการนำเสนอ (Scientific Writing & Presentation)
5. AI สำหรับการบริหารจัดการโครงงาน (Project Management & Productivity)

2.1.2 AI สำหรับการค้นคว้าและทบทวนวรรณกรรม (Literature Review AI)

การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) เป็นขั้นตอนสำคัญของการทำโครงงาน เนื่องจากช่วยให้นักศึกษาทราบสถานะองค์ความรู้ในปัจจุบัน (State-of-the-Art) ระบุช่องว่างของงานวิจัย (Research Gap) และกำหนดแนวทางการพัฒนาโครงงานได้อย่างชัดเจน

ในอดีต นักศึกษามักใช้เวลาเป็นสัปดาห์หรือหลายเดือนในการอ่านบทความวิชาการจำนวนมาก แต่ในปัจจุบัน AI สามารถช่วยลดระยะเวลาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.1 เครื่องมือ AI สำหรับการทบทวนวรรณกรรม

เครื่องมือ	จุดเด่น	ตัวอย่างการใช้งาน
ChatGPT	อธิบายแนวคิดและสรุปบทความ	อธิบายหลักการ PID Control
Claude	วิเคราะห์เอกสารขนาดใหญ่	สรุปงานวิจัยหลายฉบับพร้อมกัน
Gemini	วิเคราะห์ข้อความ รูปภาพ และ PDF	อ่านบทความพร้อมรูปและตาราง
Perplexity	ค้นหาข้อมูลพร้อมแหล่งอ้างอิง	ค้นหางานวิจัยล่าสุด
Elicit	วิเคราะห์ Paper และเปรียบเทียบงานวิจัย	สร้าง Literature Matrix
Consensus	ค้นหาข้อสรุปจากงานวิจัย	ตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์

แนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice)

1. ใช้ AI เพื่อค้นหาบทความเบื้องต้น
2. ตรวจสอบต้นฉบับจากฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น IEEE Xplore, Scopus หรือ ScienceDirect
3. อ่านบทความต้นฉบับก่อนนำข้อมูลมาใช้
4. ใช้ AI เพื่อช่วยสรุปและเปรียบเทียบ ไม่ใช่คัดลอกเนื้อหา

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

นักศึกษาวิศวกรรมการวัดคุมต้องการศึกษาระบบ Smart Irrigation จึงใช้ Perplexity ค้นหาวิจัยในช่วง 5 ปี ล่าสุด จากนั้นใช้ Claude วิเคราะห์บทความจำนวน 20 ฉบับ เพื่อเปรียบเทียบเซนเซอร์ วิธีควบคุม และอัลกอริทึม ก่อนสรุปเป็นตารางเปรียบเทียบและระบุช่องว่างของงานวิจัยสำหรับกำหนดหัวข้อโครงการ

2.1.3 AI สำหรับ Coding และ Data Analytics

การพัฒนาซอฟต์แวร์และการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหัวใจสำคัญของโครงการวิศวกรรมสมัยใหม่ ไม่ว่าจะเป็น IoT ระบบควบคุมอัตโนมัติ หุ่นยนต์ หรือการประมวลผลสัญญาณ AI สามารถช่วยลดเวลาในการเขียนโปรแกรม ตรวจสอบข้อผิดพลาด และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกได้

ตารางที่ 2.2 เครื่องมือ AI สำหรับ Coding และ Data Analytics

เครื่องมือ	การประยุกต์ใช้
GitHub Copilot	ช่วยเขียนโค้ดและอธิบายฟังก์ชัน
ChatGPT	อธิบายอัลกอริทึมและแก้ไขข้อผิดพลาด
Claude	วิเคราะห์โค้ดจำนวนมาก
MATLAB AI Assistant	วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างสคริปต์ MATLAB
Google Colab AI	พัฒนาโมเดล Machine Learning
Jupyter Notebook + AI	วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

นักศึกษาต้องการวิเคราะห์ข้อมูลจากเซนเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น และความชื้นดินจำนวนหลายหมื่นรายการ AI สามารถช่วยเขียนโปรแกรม Python สำหรับการทำ Data Cleaning การสร้างกราฟ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการสร้างโมเดลพยากรณ์เบื้องต้น ก่อนที่นักศึกษาจะเป็นผู้ตรวจสอบและตีความผลลัพธ์ด้วยตนเอง

2.1.4 AI สำหรับ Generative Design และ Simulation

การออกแบบเชิงวิศวกรรมในปัจจุบันไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการสร้างแบบด้วยมนุษย์ แต่สามารถใช้ AI เพื่อสร้างทางเลือกการออกแบบหลายรูปแบบภายใต้ข้อกำหนดเดียวกัน เช่น ความแข็งแรง น้ำหนัก หรือประสิทธิภาพการใช้พลังงาน แนวคิดดังกล่าวเรียกว่า **Generative Design** ซึ่งเป็นการใช้ AI สร้างและประเมินรูปแบบการออกแบบจำนวนมาก เพื่อช่วยให้วิศวกรเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 2.3 เครื่องมือ AI สำหรับการออกแบบและการจำลอง

เครื่องมือ	การใช้งาน
Autodesk Fusion 360	Generative Design

เครื่องมือ	การใช้งาน
SolidWorks AI	วิเคราะห์โครงสร้าง
ANSYS	การจำลอง CFD และ FEA
MATLAB/Simulink	ระบบควบคุม
COMSOL	Multiphysics Simulation
LTspice + AI	การออกแบบวงจรไฟฟ้า

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

นักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกลสามารถใช้ AI ช่วยสร้างรูปแบบแขนกลหลายร้อยรูปแบบ จากนั้นจึงเลือกแบบที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และใช้วัสดุน้อยที่สุด ก่อนนำไปจำลองด้วย Finite Element Analysis (FEA)

2.1.5 AI สำหรับการเขียนรายงานและการนำเสนอ

การสื่อสารผลการดำเนินงานเป็นส่วนสำคัญของโครงการงาน AI สามารถช่วยตรวจภาษา จัดรูปแบบเอกสาร สร้างภาพประกอบ และช่วยออกแบบสไลด์ แต่การตีความผลและข้อสรุปยังคงเป็นหน้าที่ของผู้วิจัย

ตารางที่ 2.4 เครื่องมือ AI สำหรับ Scientific Writing

เครื่องมือ	การใช้งาน
Grammarly	ตรวจภาษาอังกฤษ
ChatGPT	เรียบเรียงเนื้อหา
Claude	ปรับโครงสร้างรายงาน
Napkin AI	สร้าง Infographic
Gamma	สร้าง Presentation
Canva AI	ออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์

เลือกใช้ AI ให้ตรงกับงาน จะช่วยลดเวลาการดำเนินโครงการงานได้ แต่คุณภาพของผลงานยังขึ้นอยู่กับความรู้ ความเข้าใจ และการตัดสินใจของผู้วิจัย

2.2 หลักการกำหนดบทบาท AI เป็นเพียง "ผู้ช่วยวิจัย (Co-pilot)" ไม่ใช่ผู้ทำแทน

2.2.1 แนวคิด Human-AI Collaboration

แม้ AI จะมีความสามารถในการสร้างข้อความ วิเคราะห์ข้อมูล และเขียนโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว แต่ AI ยังไม่สามารถทดแทนกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรมของมนุษย์ได้ เนื่องจาก AI ไม่มีความเข้าใจในบริบทของปัญหา ไม่มีประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง และไม่สามารถรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ของงานวิจัยได้

ดังนั้น หลักการสำคัญของการใช้ AI ในการศึกษา คือ **Human-in-the-Loop** หรือการให้มนุษย์เป็นผู้กำกับควบคุม และตรวจสอบทุกขั้นตอนของกระบวนการทำงาน โดย AI ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Co-pilot) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ไม่ใช่ผู้ปฏิบัติงานแทนทั้งหมด

2.2.2 บทบาทของ AI ในฐานะ Co-pilot

AI ควรมีบทบาทในการสนับสนุนงาน ดังนี้

1. ช่วยค้นคว้าและสรุปองค์ความรู้
2. ช่วยอธิบายแนวคิดที่ซับซ้อน
3. ช่วยสร้างตัวอย่างโค้ด
4. ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
5. ช่วยตรวจสอบภาษาและรูปแบบเอกสาร
6. ช่วยสร้างแนวคิดในการออกแบบ
7. ช่วยเตรียมสไลด์และสื่อประกอบ

ในทางกลับกัน งานที่ควรเป็นหน้าที่ของนักศึกษา ได้แก่

1. การกำหนดปัญหาวิจัย
2. การออกแบบวิธีดำเนินงาน
3. การทดลองและเก็บข้อมูล
4. การวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม

5. การตีความผลการทดลอง
6. การสรุปผลและอภิปรายผล
7. การตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม
8. การรับผิดชอบต่อผลงานและจริยธรรมทางวิชาการ

ตารางที่ 2.5 การแบ่งบทบาทระหว่างนักศึกษาและ AI

กิจกรรม	AI	นักศึกษา
ค้นหาข้อมูล	✓	ตรวจสอบความถูกต้อง
สรุปบทความ	✓	วิเคราะห์และสังเคราะห์
เขียนโค้ดตัวอย่าง	✓	ปรับปรุงและทดสอบ
วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	✓	ตีความผลลัพธ์
เขียนรายงาน	✓	ตรวจสอบและเรียบเรียงขั้นสุดท้าย
สรุปผลและอภิปราย	X	✓
รับผิดชอบผลงาน	X	✓

2.2.3 ความเสี่ยงของการพึ่งพา AI มากเกินไป

แม้ AI จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน แต่การใช้งานโดยขาดการตรวจสอบอาจก่อให้เกิดปัญหา ได้แก่

1. ข้อมูลคลาดเคลื่อนหรือ Hallucination
2. การอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง
3. การละเมิดลิขสิทธิ์
4. การสูญเสียทักษะการคิดวิเคราะห์
5. การละเมิดความซื่อสัตย์ทางวิชาการ
6. การเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลหรือข้อมูลลับของโครงการ

นักศึกษาจึงควรตรวจสอบข้อมูลทุกครั้ง เปรียบเทียบกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และใช้งาน AI ตามนโยบายของสถาบันการศึกษา

2.2.4 แนวปฏิบัติที่ดี (Best Practices)

1. กำหนดวัตถุประสงค์ก่อนใช้ AI ทุกครั้ง
2. ใช้ AI เพื่อสนับสนุน ไม่ใช่แทนกระบวนการคิด
3. ตรวจสอบข้อมูลกับแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ
4. อ้างอิงการใช้ AI ตามข้อกำหนดของรายวิชาหรือสถาบัน
5. ไม่ป้อนข้อมูลลับหรือข้อมูลส่วนบุคคลเข้าสู่ระบบ AI
6. บันทึก Prompt และผลลัพธ์ที่สำคัญเพื่อความโปร่งใสและสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้
7. ให้ผู้วิจัยเป็นผู้ตัดสินใจขั้นสุดท้ายเสมอ

สรุปท้ายบท

การเลือกใช้เครื่องมือ AI ให้เหมาะสมกับแต่ละขั้นตอนของโครงการ และการกำหนดบทบาทของ AI ในฐานะผู้ช่วยวิจัย (Co-pilot) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ลดเวลาในการดำเนินงาน และยกระดับคุณภาพของโครงการวิศวกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของโครงการยังคงขึ้นอยู่กับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความรับผิดชอบของนักศึกษา ดังนั้น AI จึงควรถูกใช้เพื่อ เสริมศักยภาพของมนุษย์ (Human Augmentation) มากกว่าการทดแทนกระบวนการเรียนรู้หรือการวิจัยทั้งหมด ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการใช้ AI อย่างมีจริยธรรมและยั่งยืนในงานวิศวกรรมศาสตร์

บทที่ 3

ขั้นตอนการทำงานนักศึกษาด้วย AI อย่างเป็นระบบ (Step-by-Step Workflow)

บทนำ

การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการทำโครงงานวิศวกรรมศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ควรเป็นการเลือกใช้เครื่องมือ AI แบบกระจัดกระจายหรือใช้เฉพาะเมื่อเกิดปัญหา แต่ควรวางแผนให้ AI เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำโครงงานอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การศึกษางานที่เกี่ยวข้อง การออกแบบและพัฒนาต้นแบบ การวิเคราะห์ผล ตลอดจนการจัดทำรายงานและนำเสนอผลงาน

แนวทางดังกล่าวเป็นการต่อยอดจากองค์ความรู้ในเล่ม KM ปี 2567 ซึ่งมุ่งเน้นการใช้ AI เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และกำหนดให้ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จาก AI อยู่เสมอ ในเล่ม KM ปี 2568 จึงยกระดับจากรู้จักและเลือกใช้เครื่องมือ ไปสู่การกำหนดกระบวนการปฏิบัติที่ชัดเจน โดยมีหลักสำคัญว่า

AI ช่วยเร่งกระบวนการค้นคว้า วิเคราะห์ และสื่อสาร แต่การกำหนดปัญหา การตัดสินใจเชิงวิศวกรรม การทดลอง และความรับผิดชอบต่อผลงานยังคงเป็นหน้าที่ของนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา

วงจรการทำงานด้วย AI ในบทนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะสำคัญ ได้แก่

1. **ระยะเตรียมการ (Ideation)** กำหนดปัญหา ระดมแนวคิด สืบค้นงานวิจัย และตรวจสอบแหล่งข้อมูลหลัก
2. **ระยะดำเนินการ (Design & Implementation)** ออกแบบระบบ ยกร่างโค้ด จำลอง วิเคราะห์ ทดลอง และสอบทานเชิงวิศวกรรม
3. **ระยะเรียบเรียงและนำเสนอ (Writing & Presentation)** วิเคราะห์และสื่อสารผล เกลาภาษา ตรวจศัพท์เทคนิค จัดทำรายงาน และบันทึกการใช้งาน AI

3.1 ระยะเตรียมการ

Ideation: การระดมสมอง การสืบค้นงานวิจัยอ้างอิง และการตรวจสอบแหล่งข้อมูลหลัก

3.1.1 ความสำคัญของระยะเตรียมการ

ระยะเตรียมการเป็นช่วงที่มีผลต่อความสำเร็จของโครงการมากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่ทีมโครงการต้องตอบคำถามพื้นฐานให้ได้ว่า

1. ปัญหาที่ต้องการแก้คืออะไร
2. ปัญหานั้นเกิดขึ้นกับใครหรือระบบใด
3. ปัญหามีความสำคัญเพียงใด
4. แนวทางเดิมแก้ปัญหามากน้อยเพียงใด
5. ยังมีข้อจำกัดหรือช่องว่างอะไร
6. ทีมมีทรัพยากรเพียงพอที่จะทำโครงการหรือไม่
7. ผลลัพธ์ที่ต้องการวัดคืออะไร

โครงการที่เริ่มจากหัวข้อกว้างเกินไป ไม่มีผู้ใช่เป้าหมาย ไม่มีข้อมูลสนับสนุน หรือไม่มีเกณฑ์วัดผลที่ชัดเจน มักประสบปัญหาในระยะดำเนินการ เช่น เปลี่ยนหัวข้อบ่อย ออกแบบระบบไม่เสร็จ หรือไม่สามารถสรุปผลได้อย่างมีหลักฐาน

AI สามารถช่วยให้ระยะนี้รวดเร็วขึ้น แต่ไม่ควรใช้ AI สร้างหัวข้อสำเร็จรูปโดยไม่มีการสำรวจปัญหาจริง นักศึกษาควรเริ่มจากปัญหาในพื้นที่ ห้องปฏิบัติการ ชุมชน หรือภาคอุตสาหกรรม แล้วใช้ AI ช่วยขยายแนวคิดและตรวจสอบความเป็นไปได้

3.1.2 ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดปัญหาเบื้องต้น

การกำหนดปัญหาควรเริ่มจากการสังเกตสถานการณ์จริง การสัมภาษณ์ผู้ใช้ หรือการวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิม โดยสามารถใช้กรอบคำถาม 5W1H ได้แก่

ประเด็น	คำถามนำ
What	ปัญหาคืออะไร
Who	ใครเป็นผู้ได้รับผลกระทบ
Where	ปัญหาเกิดขึ้นที่ใด
When	ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อใดหรือบ่อยเพียงใด
Why	เหตุใดปัญหานี้จึงสำคัญ

ประเด็น	คำถามนำ
How	ปัจจุบันจัดการปัญหาอย่างไร

ตัวอย่าง

ปัญหาเบื้องต้น

เกษตรกรให้น้ำพืชโดยกำหนดระยะเวลาเปิดปั๊มคงที่ ทำให้ปริมาณน้ำที่จ่ายจริงไม่สม่ำเสมอและอาจเกิดการใช้น้ำเกินความต้องการของพืช

การใช้ AI ที่เหมาะสม

1. ช่วยแยกสาเหตุของปัญหา
2. ช่วยตั้งคำถามที่ควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติม
3. ช่วยจัดทำแผนผังสาเหตุและผล
4. ช่วยเสนอแนวทางเทคโนโลยีหลายทางเลือก

การใช้ AI ที่ไม่เหมาะสม:

1. ขอให้ AI ตั้งหัวข้อโครงการและนำไปใช้ทันที
2. ใช้ข้อมูลที่ AI สร้างขึ้นแทนการสำรวจพื้นที่จริง
3. สรุปว่าปัญหามีอยู่จริงโดยไม่มีหลักฐาน

3.1.3 ขั้นตอนที่ 2 การระดมสมองด้วย AI

AI สามารถทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยระดมสมอง โดยช่วยเสนอแนวคิดหลายรูปแบบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด แต่ทีมโครงการต้องเป็นผู้คัดกรองและตัดสินใจ

แนวทางการระดมสมองอย่างเป็นระบบ

1. กำหนดปัญหาให้ชัดเจน
2. ระบุข้อจำกัดของโครงการ
3. ระบุทรัพยากรที่มี
4. ขอให้ AI เสนอแนวทางหลายระดับ

5. เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และความเสี่ยง
6. เลือกแนวทางที่มีความเป็นไปได้สูงสุด
7. นำแนวทางไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

ตัวอย่าง Prompt

คุณเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิศวกรรมการวัดคุม ช่วยเสนอแนวทางแก้ปัญหาการให้น้ำพืชที่ปริมาณน้ำไม่สม่ำเสมอ จำนวน 5 แนวทาง โดยมีข้อจำกัดว่าใช้งบประมาณไม่เกิน 15,000 บาท ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมได้ และต้องทดสอบต้นแบบภายใน 4 เดือน โปรดเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัด อุปกรณ์หลัก และความเสี่ยงของแต่ละแนวทาง

หลักการสำคัญ

Prompt ที่ดีควรประกอบด้วย

1. บทบาทของ AI
2. ปัญหาที่ชัดเจน
3. บริบทของผู้ใช้
4. ข้อจำกัด
5. ผลลัพธ์ที่ต้องการ
6. รูปแบบการนำเสนอ

3.1.4 ขั้นตอนที่ 3 การคัดกรองหัวข้อโครงการ

หลังจากได้แนวคิดจำนวนหนึ่งแล้ว ควรประเมินหัวข้อด้วยเกณฑ์ที่เป็นระบบ

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ประเมินหัวข้อโครงการเบื้องต้น

เกณฑ์	คำถามประเมิน
ความสำคัญของปัญหา	ปัญหามีผลกระทบจริงหรือไม่
ความใหม่	แตกต่างจากงานเดิมอย่างไร
ความเป็นไปได้	ทำเสร็จภายในเวลาและงบประมาณหรือไม่

เกณฑ์	คำถามประเมิน
ความพร้อมของข้อมูล	สามารถเก็บหรือเข้าถึงข้อมูลได้หรือไม่
ความพร้อมของเครื่องมือ	มีอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ และห้องปฏิบัติการหรือไม่
ความสามารถของทีม	ทีมมีพื้นฐานที่จำเป็นหรือสามารถเรียนรู้ได้หรือไม่
การวัดผล	มีตัวชี้วัดความสำเร็จที่ชัดเจนหรือไม่
การนำไปใช้ประโยชน์	มีผู้ใช้หรือหน่วยงานเป้าหมายหรือไม่
ความปลอดภัย	มีความเสี่ยงต่อบุคคล ระบบ หรือสิ่งแวดล้อมหรือไม่
จริยธรรมและกฎหมาย	เกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนบุคคล ลิขสิทธิ์ หรือสิทธิบัตรหรือไม่

สามารถให้คะแนนแต่ละเกณฑ์ตั้งแต่ 1–5 และเลือกหัวข้อที่มีคะแนนรวมสูง พร้อมพิจารณาความเสี่ยงร่วมด้วย

3.1.5 ขั้นตอนที่ 4 การสืบค้นงานวิจัยอ้างอิง

การสืบค้นงานวิจัยไม่ควรเริ่มจากการถาม AI เพียงอย่างเดียว แต่ควรกำหนดชุดคำสำคัญและใช้ฐานข้อมูลวิชาการโดยตรง

กระบวนการสืบค้นที่แนะนำ

1. กำหนดคำสำคัญหลัก
2. กำหนดคำพ้องหรือคำที่เกี่ยวข้อง
3. สร้างชุดคำค้นด้วย AND, OR และเครื่องหมายคำพูด
4. ค้นจากฐานข้อมูลวิชาการ
5. คัดกรองจากชื่อเรื่องและบทคัดย่อ
6. อ่านต้นฉบับ
7. จัดทำตารางวิเคราะห์งานวิจัย
8. สังเคราะห์ช่องว่างขององค์ความรู้

ตัวอย่างชุดคำค้น

หัวข้อ: ระบบควบคุมการให้น้ำตามปริมาณจริง

("smart irrigation" OR "precision irrigation")

AND

("flow sensor" OR "water volume")

AND

("feedback control" OR "closed-loop control")

ฐานข้อมูลที่ใช้

1. IEEE Xplore
2. Scopus
3. Web of Science
4. ScienceDirect
5. SpringerLink
6. Google Scholar
7. ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์
8. ฐานข้อมูลสิทธิบัตร

AI อาจช่วยเสนอคำค้นหรือสรุปบทความ แต่ข้อมูลอ้างอิงต้องตรวจสอบจากฐานข้อมูลและเอกสารต้นฉบับทุกครั้ง

3.1.6 การตรวจสอบแหล่งข้อมูลหลัก

แหล่งข้อมูลหลักหรือแหล่งปฐมภูมิ (Primary Sources) คือเอกสารหรือข้อมูลต้นฉบับที่รายงานผลโดยตรง เช่น

1. บทความวิจัยต้นฉบับ
2. มาตรฐานทางวิศวกรรม
3. คู่มือผู้ผลิต
4. Datasheet
5. รายงานการทดลอง
6. ชุดข้อมูลต้นฉบับ

7. เอกสารสิทธิบัตร
8. กฎหมายหรือประกาศทางราชการ
9. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสำรวจภาคสนาม

นักศึกษาไม่ควรอ้างอิงคำตอบของ AI เป็นหลักฐานทางวิชาการ เนื่องจาก AI เป็นเครื่องมือสังเคราะห์ข้อมูล ไม่ใช่แหล่งต้นฉบับ

ตารางที่ 3.2 ลำดับความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

ระดับ	ตัวอย่าง	แนวทางใช้
สูง	มาตรฐาน บทความวิจัย คู่มือผู้ผลิต	ใช้อ้างอิงหลัก
ค่อนข้างสูง	หนังสือวิชาการ รายงานหน่วยงานรัฐ	ใช้ประกอบแนวคิด
ปานกลาง	เว็บไซต์มหาวิทยาลัย บทความผู้เชี่ยวชาญ	ตรวจสอบกับแหล่งอื่น
ต่ำ	บล็อกทั่วไป โพสต์ออนไลน์	ใช้เพื่อหาแนวคิดเท่านั้น
ไม่ควรใช้เป็นหลักฐาน	คำตอบ AI ที่ไม่มีแหล่งอ้างอิง	ต้องค้นต้นฉบับเพิ่มเติม

3.1.7 การตรวจสอบข้อมูลอ้างอิงที่ AI แนะนำ

AI อาจสร้างข้อมูลอ้างอิงที่ดูสมจริงแต่ไม่มีอยู่จริง ดังนั้นนักศึกษาต้องตรวจสอบอย่างน้อย 6 ประเด็น

1. ชื่อบทความ
2. ชื่อผู้แต่ง
3. ชื่อวารสารหรือการประชุม
4. ปีที่เผยแพร่
5. เลข DOI
6. ความสอดคล้องของเนื้อหากับข้อความที่นำมาอ้างอิง

Checklist การตรวจสอบแหล่งข้อมูล

- ☐ พบเอกสารต้นฉบับจริง
- ☐ ผู้แต่งและชื่อเรื่องตรงกัน
- ☐ ปีเผยแพร่ถูกต้อง

- ☐ DOI หรือ URL ใช้งานได้
- ☐ เนื้อหาในเอกสารสนับสนุนข้อความที่อ้าง
- ☐ แหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ
- ☐ ไม่มีการอ้างอิงคำตอบของ AI แทนต้นฉบับ
- ☐ บันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมจัดการบรรณานุกรมแล้ว

3.1.8 การจัดทำ Literature Matrix

Literature Matrix ช่วยให้นักศึกษาเปรียบเทียบงานวิจัยหลายฉบับอย่างเป็นระบบ

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่าง Literature Matrix

ผู้วิจัย/ ปี	ปัญหา	วิธีการ	อุปกรณ์/ ข้อมูล	ตัวชี้วัด	ผลลัพธ์	ข้อจำกัด
A et al.	น้ำไม่เพียงพอ	Soil moisture control	Sensor + MCU	Water saving	ลดน้ำ 20%	ไม่วัดปริมาณจริง
B et al.	ใช้น้ำเกิน	ET-based scheduling	Weather data	Prediction error	คลาดเคลื่อน 8%	ไม่มี feedback
C et al.	ปริมาณน้ำต่างกัน รายโซน	Flow control	Flow sensor	Volume error	คลาดเคลื่อน 5%	ใช้เฉพาะโซนเดียว

AI สามารถช่วยดึงหัวข้อหรือจัดกลุ่มข้อมูลจากบทความ แต่ผู้เรียนต้องตรวจสอบทุกช่องกับเอกสารต้นฉบับ

3.1.9 การระบุช่องว่างของงานวิจัย

ช่องว่างของงานวิจัยไม่ใช่เพียงการระบุว่า “ยังไม่มีผู้ทำ” แต่ต้องแสดงให้เห็นว่างานเดิมมีข้อจำกัดอย่างไรและโครงการใหม่จะเพิ่มคุณค่าอย่างไร

ช่องว่างอาจเกิดจาก

1. ข้อจำกัดด้านความแม่นยำ
2. ข้อจำกัดด้านพื้นที่ทดลอง

3. ข้อจำกัดด้านต้นทุน
4. ข้อจำกัดด้านพลังงาน
5. ข้อจำกัดด้านการสื่อสาร
6. ข้อจำกัดด้านความเร็วในการประมวลผล
7. ขาดการทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง
8. ขาดระบบป้องกันกลับ
9. ขาดการประเมินผู้ใช้
10. ขาดการเชื่อมต่อกับระบบเดิม

ตัวอย่าง

งานเดิมส่วนใหญ่ควบคุมการให้น้ำด้วยค่าความชื้นในดินหรือเวลาการเปิดวาล์ว แต่ยังขาดการตรวจสอบปริมาณน้ำที่จ่ายจริงแบบสะสมรายโซน จึงเป็นช่องว่างสำหรับการพัฒนาระบบควบคุมแบบป้องกันกลับโดยใช้ข้อมูลจากมาตรวัดอัตราการไหล

3.1.10 ผลลัพธ์ที่ควรได้จากระยะเตรียมการ

เมื่อสิ้นสุดระยะ Ideation ทีมโครงการควรมีเอกสารอย่างน้อยดังนี้

1. ชื่อโครงการเบื้องต้น
2. ที่มาและความสำคัญของปัญหา
3. วัตถุประสงค์
4. ขอบเขตงาน
5. กลุ่มผู้ใช้เป้าหมาย
6. Literature Matrix
7. Research Gap
8. แนวคิดระบบเบื้องต้น
9. ตัวชี้วัดความสำเร็จ
10. แผนงานและงบประมาณเบื้องต้น
11. รายการความเสี่ยง
12. บันทึกการใช้ AI ในระยะเตรียมการ

3.2 ระยะดำเนินการ

Design & Implementation: การยกร่างโค้ด การวิเคราะห์สัญญาณหรือระบบจำลอง และการสอบทานเชิงวิศวกรรม

3.2.1 ภาพรวมของระยะดำเนินการ

ระยะดำเนินการเป็นช่วงที่เปลี่ยนแนวคิดให้เป็นแบบจำลอง ต้นแบบ หรือระบบที่สามารถทดสอบได้จริง โดยประกอบด้วย

1. การแปลงความต้องการเป็นข้อกำหนด
2. การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ
3. การเลือกอุปกรณ์และซอฟต์แวร์
4. การพัฒนาโค้ด
5. การจำลองและวิเคราะห์
6. การสร้างต้นแบบ
7. การทดสอบ
8. การปรับปรุงระบบ
9. การสอบทานเชิงวิศวกรรม

AI สามารถช่วยเร่งกระบวนการเหล่านี้ได้ แต่การตรวจสอบความถูกต้องต้องอาศัยหลักวิชาการ Datasheet มาตรฐาน และการทดลองจริง

3.2.2 ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดข้อกำหนดเชิงวิศวกรรม

ข้อกำหนดควรเปลี่ยนจากข้อความกว้าง ๆ ให้เป็นค่าที่วัดได้

ตัวอย่างข้อความกว้าง:

ระบบต้องวัดอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำ

ตัวอย่างข้อกำหนดที่วัดได้:

ระบบต้องวัดอุณหภูมิในช่วง 0–50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 0.5 องศาเซลเซียส และบันทึกข้อมูลทุก 1 นาที

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อกำหนดเชิงวิศวกรรม

หัวข้อ	ข้อกำหนด
ช่วงการวัด	0–50 °C
ความคลาดเคลื่อน	ไม่เกิน ± 0.5 °C
รอบการเก็บข้อมูล	ทุก 60 วินาที
ระยะเวลาทำงาน	ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
การสื่อสาร	Wi-Fi หรือ LoRa
การแจ้งเตือน	ภายใน 10 วินาที
ความปลอดภัย	แรงดันต่ำและมีอุปกรณ์ป้องกัน

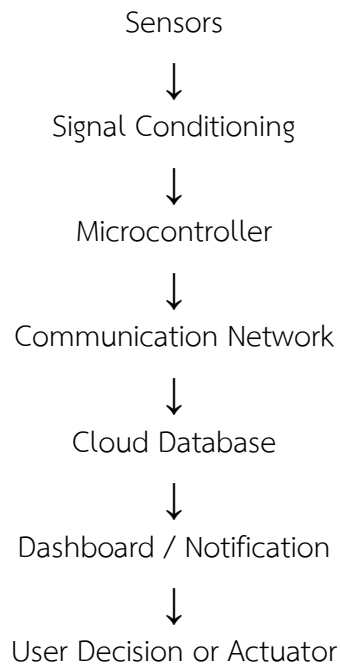
AI สามารถช่วยตรวจสอบว่าข้อกำหนดมีความชัดเจนหรือไม่ แต่ค่าข้อกำหนดต้องอ้างอิงจากผู้ใช้ มาตรฐาน หรือการวิเคราะห์ทางวิศวกรรม

3.2.3 ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ

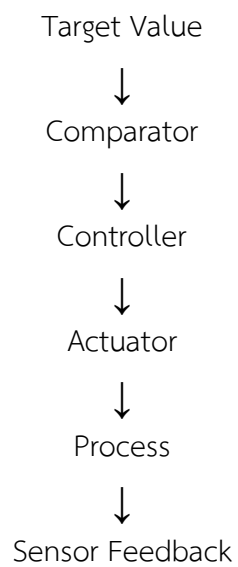
สถาปัตยกรรมระบบควรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบอย่างชัดเจน เช่น

1. Input
2. Sensor
3. Signal Conditioning
4. Controller
5. Communication
6. Database
7. Application
8. Output หรือ Actuator
9. Feedback

ตัวอย่างโครงสร้างระบบ IoT



ในระบบควบคุมแสดงวงรอบป้อนกลับให้ชัดเจน เช่น



AI สามารถช่วยเสนอ Block Diagram เบื้องต้น แต่ผู้เรียนต้องตรวจสอบทิศทางสัญญาณ หน่วยของข้อมูล และเงื่อนไขการทำงาน

3.2.4 ขั้นตอนที่ 3 การเลือกอุปกรณ์และเทคโนโลยี

การเลือกอุปกรณ์ไม่ควรพิจารณาเฉพาะราคาหรือคำแนะนำจาก AI แต่ต้องตรวจสอบจาก Datasheet และเงื่อนไขใช้งานจริง

เกณฑ์เลือกอุปกรณ์

- a. ช่วงการวัด
- b. ความละเอียด
- c. Accuracy
- d. Repeatability
- e. Response Time
- f. Operating Voltage
- g. Power Consumption
- h. Communication Protocol
- i. Environmental Rating
- j. Availability
- k. Cost
- l. Calibration Requirement
- m. Compatibility

ตัวอย่าง

หาก AI แนะนำเซนเซอร์วัดความชื้นดินรุ่นหนึ่ง นักศึกษาต้องตรวจสอบว่า

- a. เป็นแบบ Resistive หรือ Capacitive
- b. มีผลกระทบจากการก่อกวนหรือไม่
- c. ให้สัญญาณ Analog หรือ Digital
- d. ใช้แรงดันเท่าใด
- e. ต้องสอบเทียบกับดินประเภทใด
- f. เหมาะกับการฝังระยะยาวหรือไม่

3.2.5 ขั้นตอนที่ 4 การยกร่างโค้ดด้วย AI

AI Coding Assistant สามารถช่วย

- a. สร้างโครงสร้างโปรแกรม
- b. เขียนฟังก์ชันพื้นฐาน
- c. อธิบาย Syntax
- d. ตรวจสอบข้อผิดพลาด
- e. สร้าง Test Case
- f. แปลงโค้ดระหว่างภาษา
- g. ปรับปรุงการอ่านโค้ด
- h. จัดทำ Comment และ Documentation

อย่างไรก็ตาม โค้ดที่ AI สร้างไม่ควรถูกนำไปใช้โดยไม่ตรวจสอบ

กระบวนการใช้ AI ช่วยเขียนโค้ด

1. เขียน Flowchart หรือ Pseudocode ก่อน
2. แบ่งโปรแกรมเป็นโมดูล
3. ขอให้ AI สร้างโค้ดทีละโมดูล
4. อ่านและอธิบายโค้ดทุกบรรทัด
5. ตรวจสอบ Library และ Version
6. ทดสอบด้วยข้อมูลจำลอง
7. ทดสอบกับ Hardware
8. จัดทำ Test Log
9. ปรับปรุง Error Handling
10. ตรวจสอบความปลอดภัย

ตัวอย่าง Prompt

เขียนโค้ดตัวอย่างสำหรับ ESP32 เพื่ออ่านค่า Flow Sensor แบบ Pulse Input และคำนวณอัตราการไหลหน่วย ลิตรต่อนาที โดยแยกเป็นฟังก์ชันอ่าน Pulse ฟังก์ชันคำนวณอัตราการไหล และฟังก์ชันสะสมปริมาตร โปรดใส่ คำอธิบายตัวแปรและระบุจุดที่ต้องสอบเทียบกับเซนเซอร์จริง

Checklist การตรวจสอบโค้ดจาก AI

- ☐ เข้าใจหลักการทำงานของโค้ด
- ☐ ตรวจสอบชื่อ Library แล้ว
- ☐ ตรวจสอบ Pin Configuration แล้ว
- ☐ ตรวจสอบชนิดข้อมูลและขอบเขตตัวแปรแล้ว
- ☐ ตรวจสอบหน่วยของข้อมูลแล้ว
- ☐ มีการจัดการกรณี Sensor Error
- ☐ มีการจัดการ Timeout
- ☐ มี Test Case อย่างน้อย 3 กรณี
- ☐ ทดสอบกับข้อมูลจำลองแล้ว
- ☐ ทดสอบกับอุปกรณ์จริงแล้ว
- ☐ ระบุส่วนที่ใช้ AI ช่วยพัฒนาแล้ว

3.2.6 ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์สัญญาณด้วย AI

ในโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า การวัดคุม ระบบสื่อสาร หรือเครื่องกล มักเกี่ยวข้องกับข้อมูลสัญญาณ เช่น

- a. สัญญาณแรงดัน
- b. กระแส
- c. อุณหภูมิ
- d. การสั่นสะเทือน
- e. เสียง
- f. คลื่นวิทยุ
- g. สัญญาณชีวภาพ
- h. ข้อมูลจากเซนเซอร์ IoT

AI สามารถช่วยเขียนสคริปต์สำหรับ

- a. การกรองสัญญาณ
- b. การทำ Moving Average
- c. การทำ FFT

- d. การแยก Feature
- e. การตรวจจับ Outlier
- f. การจำแนกรูปแบบ
- g. การพยากรณ์
- h. การตรวจจับความผิดปกติ

แต่การเลือกวิธีวิเคราะห์ต้องอ้างอิงธรรมชาติของสัญญาณและหลักวิชาการ

ขั้นตอนวิเคราะห์สัญญาณ

1. ตรวจสอบ Sampling Rate
2. ตรวจสอบหน่วย
3. ตรวจสอบ Missing Data
4. ตรวจสอบ Noise
5. เลือกวิธีกรอง
6. วิเคราะห์ Time Domain
7. วิเคราะห์ Frequency Domain
8. สกัด Feature
9. เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
10. ตรวจสอบผลด้วยข้อมูลจริง

ตัวอย่าง

สำหรับระบบตรวจจับการสั่นสะเทือนจากการเดินของบุคคล อาจวิเคราะห์

- a. Peak Amplitude
- b. RMS
- c. Dominant Frequency
- d. Signal Energy
- e. Event Duration
- f. Signal-to-Noise Ratio

AI อาจช่วยเสนอ Feature แต่ทีมต้องทดสอบว่า Feature เหล่านั้นสามารถแยกเหตุการณ์จริงออกจากสัญญาณรบกวนได้หรือไม่

3.2.7 ขั้นตอนที่ 6 การใช้ AI ช่วยสร้างระบบจำลอง

ระบบจำลองช่วยลดความเสี่ยงและค่าใช้จ่ายก่อนสร้างต้นแบบจริง เช่น

- a. MATLAB/Simulink สำหรับระบบควบคุม
- b. SPICE สำหรับวงจรไฟฟ้า
- c. ANSYS หรือ COMSOL สำหรับระบบกายภาพ
- d. CFD สำหรับการไหล
- e. FEA สำหรับโครงสร้าง
- f. Network Simulator สำหรับระบบสื่อสาร
- g. Digital Twin สำหรับระบบอุตสาหกรรม

AI สามารถช่วย

- a. สร้างสมการเบื้องต้น
- b. แนะนำพารามิเตอร์
- c. เขียนสคริปต์
- d. สร้างกรณีทดสอบ
- e. อธิบายผลจำลอง
- f. เปรียบเทียบผลหลายเงื่อนไข

แต่ต้องระวังว่าแบบจำลองเป็นเพียงตัวแทนของระบบจริง หากสมมติฐานหรือพารามิเตอร์ไม่ถูกต้อง ผลจำลองก็อาจคลาดเคลื่อน

แนวทางตรวจสอบระบบจำลอง

- a. ตรวจสอบสมการพื้นฐาน
- b. ตรวจสอบ Initial Condition
- c. ตรวจสอบ Boundary Condition
- d. ตรวจสอบหน่วย

- e. ตรวจสอบ Solver
- f. ตรวจสอบ Time Step
- g. ทดสอบกรณีง่ายที่ทราบคำตอบ
- h. เปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี
- i. เปรียบเทียบกับผลทดลองจริง

3.2.8 ขั้นตอนที่ 7 การสร้างต้นแบบและทดสอบ

ต้นแบบควรทดสอบเป็นลำดับจากระดับย่อยไปสู่ระบบรวม

ระดับการทดสอบ

1. **Component Test**
ทดสอบอุปกรณ์แต่ละตัว
2. **Module Test**
ทดสอบโมดูล เช่น Sensor Module หรือ Communication Module
3. **Integration Test**
ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างโมดูล
4. **System Test**
ทดสอบระบบครบวงจร
5. **Field Test**
ทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง
6. **User Acceptance Test**
ให้ผู้ใช้เป้าหมายทดลองใช้งาน

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่าง Test Plan

Test ID	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน	ผล
T01	ความแม่นยำเซนเซอร์	เปรียบเทียบเครื่องมืออ้างอิง	Error ≤ 5%	ผ่าน/ไม่ผ่าน
T02	การส่งข้อมูล	ส่งข้อมูล 100 ครั้ง	สำเร็จ ≥ 95%	ผ่าน/ไม่ผ่าน
T03	ระยะเวลาตอบสนอง	วัดเวลาจาก Event ถึง Alert	≤ 10 s	ผ่าน/ไม่ผ่าน

Test ID	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน	ผล
T04	การทำงานต่อเนื่อง	เดินระบบ 24 ชั่วโมง	ไม่หยุดทำงาน	ผ่าน/ไม่ผ่าน

3.2.9 การสอบทานเชิงวิศวกรรม

การสอบทานเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องแสดงว่าแบบหรือระบบมีเหตุผลรองรับ ไม่ได้เลือกตามคำแนะนำของ AI เพียงอย่างเดียว

ประเด็นที่ควรสอบทาน ได้แก่

1. ความถูกต้องเชิงทฤษฎี

- สมการถูกต้องหรือไม่
- หลักการทำงานสอดคล้องกับทฤษฎีหรือไม่
- สมมติฐานสมเหตุสมผลหรือไม่

2. ความถูกต้องด้านหน่วย

- Input และ Output ใช้หน่วยตรงกันหรือไม่
- มีการแปลงหน่วยถูกต้องหรือไม่
- ค่าคงที่สอดคล้องกับหน่วยหรือไม่

3. ความปลอดภัย

- แรงดันและกระแสเหมาะสมหรือไม่
- มี Fuse หรือ Circuit Protection หรือไม่
- อุปกรณ์สัมผัสน้ำหรือความร้อนหรือไม่
- มี Emergency Stop หรือไม่

4. ความน่าเชื่อถือ

- ระบบทำงานซ้ำได้หรือไม่
- มี Fail-safe หรือไม่
- เกิดอะไรขึ้นเมื่อ Sensor ชัดข้อง

- d. เกิดอะไรขึ้นเมื่อเครือข่ายขาดหาย

5. ความสามารถในการบำรุงรักษา

- a. เปลี่ยนอุปกรณ์ง่ายหรือไม่
- b. มีคู่มือหรือผังสายไฟหรือไม่
- c. มี Log สำหรับตรวจสอบปัญหาหรือไม่

6. ความคุ้มค่า

- a. ต้นทุนเหมาะสมหรือไม่
- b. มีทางเลือกที่ราคาต่ำกว่าหรือไม่
- c. ผลลัพธ์คุ้มกับทรัพยากรหรือไม่

3.2.10 Engineering Review Gate

เพื่อควบคุมคุณภาพ ควรกำหนดจุดตรวจสอบก่อนผ่านไปยังขั้นถัดไป

Gate 1: Concept Review

ตรวจสอบปัญหา วัตถุประสงค์ และความเป็นไปได้

Gate 2: Design Review

ตรวจสอบสถาปัตยกรรม อุปกรณ์ สมการ และแผนทดสอบ

Gate 3: Prototype Review

ตรวจสอบการทำงานของต้นแบบและความปลอดภัย

Gate 4: Validation Review

ตรวจสอบผลทดสอบ ความถูกต้อง และข้อจำกัด

Gate 5: Final Review

ตรวจสอบรายงาน การอ้างอิง AI Use Log และการนำเสนอ

ยะเรียบเรียง

Writing & Presentation: การেলাภาษา ศัพท์เทคนิค และการจัดทำบันทึกการใช้งาน AI

3.3.1 ความสำคัญของการเรียบเรียง

รายงานโครงการไม่ใช่เพียงเอกสารประกอบการประเมิน แต่เป็นหลักฐานที่แสดงกระบวนการคิด การออกแบบ การทดลอง และองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากโครงการ

AI สามารถช่วยปรับภาษาและโครงสร้างการเขียนได้ แต่เนื้อหาต้องสะท้อนสิ่งที่นักศึกษาดำเนินการจริง หากรายงานเขียนได้ดีเกินกว่าความเข้าใจของผู้จัดทำ หรือมีข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับการทดลอง จะสะท้อนการใช้ AI ที่ไม่เหมาะสม

3.3.2 ขั้นตอนที่ 1 การจัดโครงสร้างรายงาน

โครงสร้างรายงานโครงการโดยทั่วไปประกอบด้วย

1. บทนำ
2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง
3. วิธีดำเนินงาน
4. ผลการทดลองและอภิปรายผล
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
6. เอกสารอ้างอิง
7. ภาคผนวก

ก่อนใช้ AI ช่วยเขียน นักศึกษาควรจัดทำ Outline และระบุสาระสำคัญของแต่ละหัวข้อก่อน

ตัวอย่าง Outline

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน

1. ภาพรวมระบบ
2. การออกแบบ Hardware
3. การออกแบบ Software
4. การพัฒนา Communication
5. วิธีการทดสอบ
6. ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

AI สามารถช่วยตรวจว่าหัวข้อครบถ้วนหรือไม่ แต่ไม่ควรให้ AI สร้างวิธีดำเนินงานที่ไม่ได้ทำจริง

3.3.3 ขั้นตอนที่ 2 การแปลภาษา

AI เหมาะสำหรับการช่วย

- a. แก้ไวยากรณ์
- b. ปรับประโยคให้ชัดเจน
- c. ลดข้อความซ้ำ
- d. ปรับระดับภาษาให้เป็นทางวิชาการ
- e. แปลไทย-อังกฤษ
- f. ตรวจสอบความสม่ำเสมอของคำศัพท์
- g. ปรับรูปแบบ Abstract

ตัวอย่าง Prompt

ช่วยปรับย่อหน้าต่อไปนี้ให้เป็นภาษาไทยเชิงวิชาการกึ่งทางการ โดยคงความหมายและตัวเลขเดิมทั้งหมด ห้ามเพิ่มผลการทดลองหรือข้อสรุปที่ไม่มีในข้อความต้นฉบับ และโปรดแสดงรายการส่วนที่แก้ไขอย่างย่อ

ข้อกำหนดสำคัญคือ ควรกำชับ AI ไม่ให้เพิ่มข้อเท็จจริงใหม่

3.3.4 การตรวจศัพท์เทคนิค

ศัพท์เทคนิคควรใช้ให้ถูกต้องและสม่ำเสมอทั้งเล่ม

ตัวอย่างคำที่ควรกำหนดให้ชัดเจน

ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทยที่แนะนำ
Sensor	เซนเซอร์ หรือ ตัวตรวจวัด
Actuator	อุปกรณ์ขับเคลื่อน
Controller	ตัวควบคุม
Accuracy	ความถูกต้อง
Precision	ความเที่ยง
Resolution	ความละเอียด
Error	ค่าความคลาดเคลื่อน
Feedback	การป้อนกลับ
Sampling Rate	อัตราการสุ่มตัวอย่าง
Validation	การตรวจสอบความใช้ได้
Verification	การทวนสอบ
Prediction	การพยากรณ์
Classification	การจำแนกประเภท

ไม่ควรใช้ Accuracy และ Precision สลับกัน เพราะมีความหมายทางการวัดต่างกัน

Checklist ศัพท์เทคนิค

- ☐ ใช้ศัพท์เดียวกันทั้งเล่ม
- ☐ กำหนดคำย่อครั้งแรก
- ☐ ระบุหน่วยตามระบบ SI
- ☐ ชื่ออุปกรณ์ตรงกับ Datasheet

- ☐ ชื่ออัลกอริทึมสะกดถูกต้อง
- ☐ ไม่แปลคำศัพท์จนเสียความหมาย
- ☐ สมการและสัญลักษณ์สม่ำเสมอ

3.3.5 ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผลการทดลอง

ส่วนผลการทดลองควรรายงานข้อเท็จจริงที่ได้จากการทดสอบ โดยไม่ควรให้ AI สร้างหรือเติมตัวเลข

นักศึกษาสามารถใช้ AI ช่วย

- a. เสนอรูปแบบกราฟ
- b. ช่วยเขียนคำอธิบายกราฟ
- c. เปรียบเทียบผล
- d. ช่วยจัดลำดับประเด็นอภิปราย
- e. ตรวจสอบความสอดคล้องของตารางและข้อความ

แต่ต้องระบุข้อมูลจริงและตรวจสอบทุกตัวเลข

หลักการเขียนผล

1. รายงานเงื่อนไขการทดสอบ
2. แสดงผลเป็นตารางหรือกราฟ
3. ระบุค่าที่สำคัญ
4. เปรียบเทียบกับเกณฑ์
5. วิเคราะห์สาเหตุ
6. อธิบายข้อจำกัด

ตัวอย่าง

ไม่เหมาะสม:

ระบบมีประสิทธิภาพสูงและทำงานได้ดี

เหมาะสม:

จากการทดสอบจำนวน 100 ครั้ง ระบบส่งข้อมูลสำเร็จ 96 ครั้ง คิดเป็นอัตราความสำเร็จร้อยละ 96 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 95 อย่างไรก็ตาม ความล้มเหลว 4 ครั้งเกิดขึ้นในช่วงที่สัญญาณเครือข่ายไม่เสถียร

3.3.6 ขั้นตอนที่ 4 การอภิปรายผล

การอภิปรายผลเป็นส่วนที่ต้องใช้ความคิดของนักศึกษามากที่สุด จึงไม่ควรมอบหมายให้ AI เขียนแทนทั้งหมด

การอภิปรายที่ดีควรตอบคำถามว่า

1. ผลเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่
2. เหตุใดจึงได้ผลเช่นนั้น
3. สอดคล้องกับทฤษฎีหรือไม่
4. สอดคล้องกับงานวิจัยเดิมหรือไม่
5. มีข้อจำกัดอะไร
6. จะปรับปรุงอย่างไร

AI อาจช่วยตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ แต่การสรุปเหตุผลต้องอ้างอิงข้อมูลจริงและความเข้าใจของทีม

3.3.7 ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบการอ้างอิง

ก่อนส่งรายงานต้องตรวจสอบว่า

1. ทุกข้อความที่อ้างผลงานผู้อื่นมีแหล่งอ้างอิง
2. ทุกแหล่งในเนื้อหาปรากฏในบรรณานุกรม
3. ทุกแหล่งในบรรณานุกรมถูกกล่าวถึงในเนื้อหา
4. รูปและตารางจากภายนอกระบุที่มา
5. ไม่มีเอกสารที่ AI สร้างขึ้นโดยไม่มีอยู่จริง
6. รูปแบบอ้างอิงเป็นมาตรฐานเดียวกัน

โปรแกรมจัดการบรรณานุกรม เช่น Zotero, Mendeley หรือ EndNote สามารถช่วยลดข้อผิดพลาดได้

3.3.8 การจัดทำสไลด์นำเสนอด้วย AI

AI สามารถช่วยออกแบบโครงเรื่องของสไลด์ แต่ควรยึดหลักว่า 1 สไลด์ควรสื่อสาร 1 ประเด็นสำคัญ

โครงสร้างการนำเสนอที่แนะนำ

1. ปัญหาและความสำคัญ
2. วัตถุประสงค์
3. งานที่เกี่ยวข้องและช่องว่าง
4. แนวคิดระบบ
5. วิธีดำเนินงาน
6. ต้นแบบ
7. ผลการทดสอบ
8. อภิปรายผล
9. ข้อจำกัด
10. สรุปและการต่อยอด

AI สามารถช่วย

1. สรุปข้อความยาวให้เป็น Bullet
2. สร้าง Script
3. สร้างคำถามจำลองจากกรรมการ
4. ตรวจสอบลำดับการนำเสนอ
5. ช่วยปรับศัพท์ภาษาอังกฤษ
6. สร้างภาพแนวคิดหรือ Infographic

AI ไม่ควรทำ

1. สร้างผลการทดลอง
2. เปลี่ยนตัวเลขเพื่อให้ดูดี
3. ตัดข้อจำกัดออก
4. สร้างรูปแบบที่ไม่ตรงกับของจริง
5. สร้างข้อมูลอ้างอิงเท็จ

3.3.9 การเตรียมตอบคำถามกรรมการ

นักศึกษาสามารถใช้ AI จำลองบทบาทกรรมการ เช่น

คุณเป็นกรรมการสอบโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า โปรดตั้งคำถามเชิงเทคนิค 15 ข้อจากบทคัดย่อและผลการทดลองต่อไปนี โดยแบ่งเป็นคำถามด้านหลักการออกแบบ วิธีทดสอบ ความน่าเชื่อถือ และข้อจำกัด ห้ามสร้างข้อมูลที่ไม่มีในเอกสาร

หลังจากนั้น นักศึกษาควรฝึกตอบด้วยตนเอง ไม่ควรท่องคำตอบจาก AI โดยไม่เข้าใจ

3.3.10 การจัดทำบันทึกการใช้งาน AI

AI Use Log

AI Use Log เป็นเอกสารที่แสดงความโปร่งใสในการใช้ AI ช่วยทำโครงการ โดยระบุว่าใช้เครื่องมือใด ใช้ในขั้นตอนใด และนักศึกษาตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

AI Use Log ไม่ควรมีวัตถุประสงค์เพื่อลงโทษผู้ใช้ แต่ควรใช้เพื่อ

1. ส่งเสริมความซื่อสัตย์ทางวิชาการ
2. ทำให้ตรวจสอบย้อนกลับได้
3. แสดงกระบวนการเรียนรู้
4. ช่วยให้อาจารย์ประเมินบทบาทของนักศึกษา
5. ป้องกันการนำข้อมูลผิดพลาดมาใช้
6. สร้างหลักฐานการใช้ AI อย่างรับผิดชอบ

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่าง AI Use Log

วันที่	เครื่องมือ	วัตถุประสงค์	Prompt/งานที่ใช้	ผลลัพธ์ที่นำไปใช้	วิธีตรวจสอบ	ผู้รับผิดชอบ
10 ก.ค.	ChatGPT	ระดมแนวคิด	เสนอแนวทางควบคุม 5 แบบ	ใช้ 2 แนวทางเปรียบเทียบ	ตรวจกับอาจารย์	นาย ก
15 ก.ค.	Elicit	ค้นบทความ	Smart irrigation feedback	รายชื่อ 8 บทความ	ตรวจ DOI	นางสาว ข
5 ส.ค.	Copilot	ร่างฟังก์ชัน	อ่าน Pulse Sensor	ปรับเป็นโค้ดจริง	ทดสอบ Bench Test	นาย ค

วันที่	เครื่องมือ	วัตถุประสงค์	Prompt/งานที่ใช้	ผลลัพธ์ที่นำไปใช้	วิธีตรวจสอบ	ผู้รับผิดชอบ
20 ส.ค.	Grammarly	ตรวจภาษา	Abstract	แก้ไวยากรณ์	ตรวจโดยสมาชิก ทีม	นางสาว ข

3.3.11 ข้อมูลที่ควรบันทึกใน AI Use Log

อย่างน้อยควรประกอบด้วย

1. วันที่ใช้งาน
2. ชื่อเครื่องมือและรุ่น หากทราบ
3. วัตถุประสงค์
4. Prompt สำคัญ
5. ข้อมูลที่ป้อนเข้า
6. ผลลัพธ์ที่นำมาใช้
7. วิธีตรวจสอบ
8. การแก้ไขโดยมนุษย์
9. ผู้รับผิดชอบ
10. ตำแหน่งในรายงานหรือโค้ดที่เกี่ยวข้อง

ไม่จำเป็นต้องบันทึกทุกคำถามเล็กน้อย แต่ต้องบันทึกกรณีที่ AI มีส่วนต่อ

1. การเลือกหัวข้อ
2. วิธีวิจัย
3. การออกแบบระบบ
4. โค้ดหลัก
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผลสรุป
7. รูปและตาราง
8. รายงานฉบับสำคัญ

3.3.12 แบบข้อความเปิดเผยการใช้ AI

ตัวอย่างที่ 1 สำหรับรายงานโครงการ

โครงการนี้มีการใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนการค้นคว้าสำคัญ การอธิบายแนวคิด การตรวจสอบโครงสร้างโปรแกรม และการปรับปรุงภาษาในรายงาน ผู้จัดทำได้ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งต้นฉบับ ทดสอบโค้ดกับระบบจริง และเป็นผู้รับผิดชอบการวิเคราะห์ ความสำเร็จ และสรุปผลทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 2 สำหรับบทคัดย่อหรือภาคผนวก

ผู้จัดทำใช้ Generative AI เป็นเครื่องมือช่วยตรวจภาษาและเสนอรูปแบบการนำเสนอเท่านั้น ไม่มีการใช้ AI เพื่อสร้างหรือแก้ไขข้อมูลผลการทดลอง

3.3.13 Checklist ก่อนส่งรายงานและนำเสนอ

ด้านเนื้อหา

- ☐ วัตถุประสงค์สอดคล้องกับผลการทดลอง
- ☐ ขอบเขตงานชัดเจน
- ☐ วิธีดำเนินงานตรงกับสิ่งที่ทำจริง
- ☐ ตัวเลขในข้อความและตารางตรงกัน
- ☐ กราฟมีชื่อแกนและหน่วยครบ
- ☐ อภิปรายผลอย่างมีเหตุผล
- ☐ ระบุข้อจำกัดอย่างตรงไปตรงมา

ด้านการอ้างอิง

- ☐ ตรวจสอบเอกสารอ้างอิงทุกฉบับ
- ☐ ไม่มี DOI หรือชื่อบทความที่ AI สร้างขึ้น
- ☐ รูปและตารางมีแหล่งที่มา
- ☐ ใช้รูปแบบอ้างอิงเดียวกันทั้งเล่ม

ด้าน AI

- ☐ มี AI Use Log
- ☐ ระบุเครื่องมือที่ใช้
- ☐ ตรวจสอบผลลัพธ์จาก AI แล้ว
- ☐ ไม่ใช้ AI สร้างข้อมูลทดลอง
- ☐ ไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลหรือข้อมูลลับ
- ☐ สมาชิกทีมสามารถอธิบายเนื้อหาที่ AI ช่วยจัดทำได้

ด้านการนำเสนอ

- ☐ สไลด์อ่านง่าย
- ☐ รูปต้นแบบตรงกับระบบจริง
- ☐ นำเสนอผลลัพธ์หลักชัดเจน
- ☐ เตรียมคำตอบด้านเทคนิค
- ☐ เตรียมข้อมูลดิบหรือหลักฐานสำรอง
- ☐ ชื่อนำเสนอภายในเวลาที่กำหนด

3.4 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาใน Workflow

อาจารย์ที่ปรึกษามีบทบาทสำคัญในการกำกับการใช้ AI โดยไม่ควรห้ามใช้อย่างสิ้นเชิงหรือปล่อยให้ใช้อย่างไม่มีขอบเขต

บทบาทที่เหมาะสม ได้แก่

- a. กำหนดนโยบายการใช้ AI ตั้งแต่เริ่มโครงการ
- b. ระบุงานที่อนุญาตและไม่อนุญาตให้ใช้ AI
- c. ตรวจสอบความเข้าใจของนักศึกษา
- d. ให้ผู้เรียนอธิบายโค้ดและผลวิเคราะห์
- e. ตรวจสอบ AI Use Log
- f. กำหนด Design Review และ Test Review
- g. ตรวจสอบ Primary Sources

- h. เน้นผลการทดลองจริง
- i. ประเมินทั้งกระบวนการและผลลัพธ์

ตัวอย่างข้อตกลงในรายวิชา

อนุญาต

- a. ใช้ AI ช่วยค้นคำสำคัญ
- b. ใช้ AI ช่วยอธิบายแนวคิด
- c. ใช้ AI ช่วยร่างโค้ด
- d. ใช้ AI ช่วยตรวจภาษา
- e. ใช้ AI ช่วยสร้างคำถามฝึกซ้อม

ต้องเปิดเผย

- a. โค้ดที่ AI ช่วยสร้าง
- b. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย AI
- c. รูปภาพหรือ Infographic ที่สร้างด้วย AI
- d. เนื้อหาที่ AI ช่วยเรียบเรียงอย่างมีนัยสำคัญ

ไม่อนุญาต

- a. สร้างข้อมูลทดลอง
- b. สร้างเอกสารอ้างอิงปลอม
- c. ส่งข้อความที่ไม่เข้าใจ
- d. นำผลงาน AI ทั้งหมดมาส่งเป็นของตนเอง
- e. บ่อนข้อมูลลับหรือข้อมูลส่วนบุคคล

3.5 กรอบ Workflow โดยสรุป

ระยะ	กิจกรรมหลัก	บทบาท AI	ผลลัพธ์
Ideation	กำหนดปัญหาและระดมแนวคิด	เสนอทางเลือกและคำค้น	Project Concept
Literature Review	ค้นและวิเคราะห์งานเดิม	ช่วยสรุปและจัดตาราง	Research Gap

ระยะ	กิจกรรมหลัก	บทบาท AI	ผลลัพธ์
Planning	กำหนดวัตถุประสงค์และแผนงาน	ตรวจสอบความครบถ้วน	Project Proposal
Design	ออกแบบสถาปัตยกรรม	เสนอรูปแบบเบื้องต้น	System Design
Coding	พัฒนาโปรแกรม	ร่างและตรวจโค้ด	Source Code
Simulation	จำลองและวิเคราะห์	ช่วยสร้างสคริปต์	Simulation Results
Implementation	สร้างต้นแบบ	ช่วยแก้ปัญหา	Prototype
Testing	ทดสอบและเก็บข้อมูล	ช่วยจัด Test Plan	Test Results
Validation	สอบทานผล	ช่วยเปรียบเทียบ	Validated Findings
Writing	เขียนรายงาน	ตรวจภาษาและโครงสร้าง	Final Report
Presentation	สร้างสไลด์และข้ออม	สร้างคำถามจำลอง	Final Presentation
Disclosure	บันทึกการใช้ AI	จัดโครงสร้าง Log	AI Use Log

สรุปท้ายบท

การทำโครงงานนักศึกษาด้วย AI อย่างเป็นระบบต้องเริ่มจากการกำหนดปัญหาที่มีหลักฐานรองรับ ใช้ AI ช่วยระดมแนวคิดและค้นคว้า แต่ต้องตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิ เมื่อเข้าสู่ระยะออกแบบและพัฒนา AI สามารถช่วยยกร่างโค้ด วิเคราะห์สัญญาณ และสร้างระบบจำลองได้ แต่ทุกผลลัพธ์ต้องผ่านการตรวจสอบเชิงวิศวกรรม การทดลอง และการยืนยันด้วยข้อมูลจริง

ในระยะเรียบเรียง AI ควรใช้เพื่อเกลารายการ ตรวจสอบศัพท์เทคนิค และช่วยจัดโครงสร้างการสื่อสาร โดยไม่สร้างหรือบิดเบือนข้อมูล การจัดทำ AI Use Log จะช่วยให้กระบวนการใช้ AI มีความโปร่งใส ตรวจสอบย้อนกลับได้ และสอดคล้องกับหลักความซื่อสัตย์ทางวิชาการ

หัวใจสำคัญของ Workflow ทั้งหมดคือ

AI ช่วยทำให้กระบวนการรวดเร็วขึ้น แต่นักศึกษาต้องเป็นผู้ทำให้ผลงานถูกต้อง เชื่อถือได้ และมีคุณค่าทางวิศวกรรม

พันธกิจด้านการวิจัย

เรื่อง แนวปฏิบัติที่ดีในการขับเคลื่อนงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์สู่
การใช้ประโยชน์อย่างสร้างสรรค์และสร้างมูลค่าด้วยทรัพย์สิน
ทางปัญญา

บทที่ 1

บทนำ บริบทการยกระดับงานวิจัยสู่การสร้างมูลค่าด้วยทรัพย์สินทางปัญญา (IP)

บทนำ

มหาวิทยาลัยเป็นแหล่งสำคัญของการสร้างองค์ความรู้ เทคโนโลยี สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม ผ่านการวิจัยของ อาจารย์ นักวิจัย บุคลากร และนักศึกษา ผลงานที่เกิดขึ้นอาจอยู่ในรูปของบทความวิชาการ เครื่องมือ อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ ระบบควบคุม กระบวนการผลิต ฐานข้อมูล แบบจำลอง หรือต้นแบบที่สามารถนำไปแก้ปัญหาใน ภาคอุตสาหกรรม ชุมชน ภาครัฐ และสังคมได้

อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของงานวิจัยไม่ควรประเมินจากจำนวนบทความ ต้นแบบ หรือคำขอทรัพย์สินทางปัญญา เพียงอย่างเดียว แต่ควรพิจารณาว่าผลงานดังกล่าวสามารถนำไปใช้จริงและสร้างคุณค่าได้หรือไม่ เช่น ลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ เพิ่มความปลอดภัย ลดการใช้ทรัพยากร สร้างรายได้ หรือยกระดับคุณภาพชีวิต

งานวิจัยจำนวนหนึ่งสิ้นสุดลงเมื่อส่งรายงาน ตีพิมพ์บทความ หรือสร้างต้นแบบสำเร็จ แต่ไม่มีการพัฒนาต่อ ไม่มี ผู้ใช้หรือหน่วยงานรับช่วง และไม่มีแผนบริหารจัดการสิทธิในผลงาน ผลงานลักษณะนี้มักถูกเรียกว่า “งานวิจัยขึ้น หิ้ง” ซึ่งไม่ได้หมายความว่างานวิจัยไม่มีคุณค่าทางวิชาการ แต่หมายถึงคุณค่าดังกล่าวยังไม่ถูกเปลี่ยนให้เป็นผลลัพธ์ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง

การยกระดับงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์จึงต้องเชื่อมโยงการวิจัยเข้ากับปัญหาของผู้ใช้ การทดสอบในสภาพแวดล้อม จริง ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี ต้นทุน มาตรฐาน รูปแบบการถ่ายทอด ตลอดจนการคุ้มครองและบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาอย่างเหมาะสม

ทรัพย์สินทางปัญญา หรือ Intellectual Property: IP จึงไม่ควรถูกมองว่าเป็นเพียงเอกสารทางกฎหมายที่ ดำเนินการหลังงานวิจัยเสร็จสิ้น แต่ควรเป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ที่ใช้คุ้มครององค์ความรู้ สนับสนุนการเจรจา สร้าง ความได้เปรียบในการแข่งขัน และเพิ่มโอกาสในการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่ภาคอุตสาหกรรมและสังคม

1.1 การเปลี่ยนผ่านจากงานวิจัยขึ้นหิ้ง สู่นวัตกรรมใช้ประโยชน์จริงในระดับอุตสาหกรรมและสังคม

1.1.1 ความหมายและสาเหตุของงานวิจัยขึ้นหิ้ง

งานวิจัยชิ้นนี้ หมายถึง ผลงานวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้ว แต่ยังไม่ได้รับการพัฒนาหรือนำไปใช้ประโยชน์ในระดับที่เหมาะสม ผลงานอาจอยู่ในรูปของรายงาน บทความ วิทยานิพนธ์ แบบจำลอง ซอฟต์แวร์ หรือต้นแบบที่ยังคงอยู่ในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ตรวจวัดอาจทำงานได้ดีในห้องทดลอง แต่ยังไม่ผ่านการทดสอบภาคสนาม ตัวเครื่องยังไม่ทนต่อฝุ่น น้ำ ความร้อน หรือแรงสั่นสะเทือน ไม่มีคู่มือการใช้งาน ไม่มีระบบสอบเทียบ และมีต้นทุนสูงเกินกว่าผู้ใช้จะยอมรับได้ แม้ผลงานดังกล่าวมีคุณค่าทางวิชาการ แต่ยังไม่พร้อมสำหรับการใช้ประโยชน์จริง

สาเหตุที่พบได้บ่อย ได้แก่

- เริ่มต้นจากความสนใจของนักวิจัย โดยยังไม่ได้ยืนยันปัญหาจากผู้ใช้
- ไม่มีผู้ใช้หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกำหนดโจทย์
- กำหนดความสำเร็จเฉพาะการตีพิมพ์หรือการสร้างต้นแบบ
- ขาดการทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง
- ไม่ได้ประเมินต้นทุน การผลิต และการบำรุงรักษา
- ไม่พิจารณามาตรฐาน กฎหมาย และการรับรอง
- ไม่มีแผนคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา ก่อนเปิดเผย
- ไม่กำหนดเจ้าของสิทธิและเงื่อนไขการใช้ประโยชน์
- ไม่มีหน่วยงานหรือผู้ประกอบการรับช่วงหลังสิ้นสุดโครงการ

ดังนั้น ปัญหางานวิจัยชิ้นนี้ไม่ได้เกิดจากคุณภาพของงานวิจัยเพียงด้านเดียว แต่เกิดจากช่องว่างระหว่างการสร้างองค์ความรู้ การพัฒนาต้นแบบ การคุ้มครองสิทธิ และการนำไปใช้งานจริง

1.1.2 จากผลผลิตสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ

การประเมินความสำเร็จของงานวิจัยควรพิจารณา 3 ระดับ ได้แก่ ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ

ผลผลิตของงานวิจัย

ผลผลิต หรือ Research Outputs คือสิ่งที่เกิดขึ้นโดยตรงจากโครงการ เช่น

- รายงานวิจัยและบทความ
- ต้นแบบหรือสิ่งประดิษฐ์

- ซอฟต์แวร์และฐานข้อมูล
- คู่มือหรือกระบวนการทำงาน
- บุคลากรที่ได้รับการพัฒนา
- คำขอสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร

ผลผลิตแสดงว่าโครงการได้ดำเนินการตามแผน แต่ยังไม่ยืนยันว่ามีผู้ใช้ประโยชน์จริง

ผลลัพธ์ของงานวิจัย

ผลลัพธ์ หรือ Research Outcomes คือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อมีการนำผลงานไปใช้ เช่น

- โรงงานนำต้นแบบไปทดลอง
- หน่วยงานรัฐนำข้อมูลไปใช้วางแผน
- เกษตรกรนำระบบควบคุมไปใช้
- ชุมชนนำองค์ความรู้ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์
- บริษัทได้รับอนุญาตให้ใช้เทคโนโลยี

ผลกระทบของงานวิจัย

ผลกระทบ หรือ Research Impacts คือการเปลี่ยนแปลงในระดับกว้างและต่อเนื่อง เช่น

- ลดต้นทุนและเวลาในการทำงาน
- เพิ่มผลผลิตและรายได้
- ลดการใช้พลังงาน น้ำ หรือวัตถุดิบ
- ลดอุบัติเหตุหรือความเสียหาย
- เพิ่มคุณภาพชีวิต
- สร้างธุรกิจและการจ้างงาน
- สนับสนุนการกำหนดนโยบาย

ตารางที่ 1.1 ระดับความสำเร็จของงานวิจัย

ระดับ	คำถามสำคัญ	ตัวอย่าง
ผลผลิต	โครงการสร้างอะไร	ต้นแบบ บทความ ซอฟต์แวร์ หรือ IP
ผลลัพธ์	ใครนำผลงานไปใช้อย่างไร	โรงงานทดลองใช้ ชุมชนนำไปใช้
ผลกระทบ	เกิดการเปลี่ยนแปลงอะไร	ลดต้นทุน เพิ่มรายได้ เพิ่มความปลอดภัย

การบริหารงานวิจัยที่มุ่งใช้ประโยชน์จึงต้องวางแผนให้เห็นเส้นทางจากผลผลิตไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ

1.1.3 การเปลี่ยนจาก Research-Driven สู่ Problem-Driven Research

งานวิจัยจำนวนหนึ่งเริ่มจากคำถามว่า “นักวิจัยมีความรู้หรือเทคโนโลยีอะไร” แล้วจึงสร้างต้นแบบก่อนค้นหาคำถาม ในภายหลัง แนวทางนี้เรียกว่า Technology Push ซึ่งสามารถสร้างเทคโนโลยีใหม่ได้ แต่มีความเสี่ยงที่ผลงานจะไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

การวิจัยที่มุ่งใช้ประโยชน์ควรเพิ่มแนวทาง Problem-Driven Research โดยเริ่มจากคำถามสำคัญ ได้แก่

1. ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร
2. ใครเป็นผู้ได้รับผลกระทบ
3. ปัจจุบันแก้ปัญหาวัยวิธีใด
4. วิธีเดิมมีข้อจำกัดอะไร
5. ผู้ใช้ต้องการผลลัพธ์ในระดับใด
6. ผู้ใช้มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากร หรือโครงสร้างพื้นฐานอย่างไร
7. เทคโนโลยีใดเหมาะสมกับบริบทนั้น
8. ใครจะรับผิดชอบหลังโครงการสิ้นสุด

ตัวอย่างเช่น การพัฒนาระบบตรวจวัดสำหรับเกษตรกร ไม่ควรเริ่มจากการเลือกเซนเซอร์ที่นักวิจัยมีอยู่แล้ว แต่ควรเริ่มจากการศึกษาว่าเกษตรกรต้องตัดสินใจเรื่องใด ต้องการข้อมูลอะไร มีงบประมาณเท่าใด และสามารถดูแลรักษาระบบได้หรือไม่

การเปลี่ยนแนวคิดดังกล่าวไม่ได้ลดความสำคัญของงานวิจัยพื้นฐาน แต่ช่วยกำหนดให้ชัดเจนว่า งานวิจัยแต่ละประเภทจะสร้างคุณค่าต่อองค์ความรู้ เทคโนโลยี อุตสาหกรรม หรือสังคมในระยะใด

1.1.4 การพัฒนาร่วมกับผู้ใช้

การสร้างนวัตกรรมควรสร้างสมดุลระหว่าง

- Technology Push หรือความก้าวหน้าจากองค์ความรู้และเทคโนโลยี
- Market and Societal Pull หรือความต้องการจากตลาด ผู้ใช้ และสังคม

แนวคิด Co-creation หรือการพัฒนาร่วมกับผู้ใช้ ช่วยให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมตั้งแต่การกำหนดปัญหา ออกแบบ ทดสอบ และประเมินผล ผู้ใช้จึงไม่ควรเป็นเพียงผู้รับมอบผลงานในช่วงท้าย แต่ควรเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิจัย

ตารางที่ 1.2 เปรียบเทียบการวิจัยรูปแบบเดิมกับการวิจัยที่มุ่งใช้ประโยชน์

ประเด็น	รูปแบบเดิม	รูปแบบมุ่งใช้ประโยชน์
จุดเริ่มต้น	ความสนใจของนักวิจัย	ปัญหาและความต้องการของผู้ใช้
บทบาทผู้ใช้	ทดลองหรือรับมอบช่วงท้าย	มีส่วนร่วมตั้งแต่เริ่มโครงการ
เกณฑ์ความสำเร็จ	รายงาน บทความ หรือต้นแบบ	การนำไปใช้และผลลัพธ์
การทดสอบ	ห้องปฏิบัติการ	ห้องปฏิบัติการและพื้นที่จริง
การออกแบบ	เน้นสมรรถนะทางเทคนิค	รวมต้นทุน ผู้ใช้ และการบำรุงรักษา
การจัดการ IP	ดำเนินการหลังงานเสร็จ	วางแผนก่อนเปิดเผย
หลังสิ้นสุดทุน	ผู้รับช่วงไม่ชัดเจน	มีแผนถ่ายทอดและขยายผล

1.1.5 ช่องว่างระหว่างต้นแบบกับการใช้งานจริง

ต้นแบบในห้องปฏิบัติการแสดงว่าแนวคิดสามารถทำงานได้ แต่ยังไม่เท่ากับผลิตภัณฑ์หรือระบบที่พร้อมใช้งานจริง ช่องว่างดังกล่าวมักเรียกว่า “หุบเหวแห่งนวัตกรรม”

ก่อนนำต้นแบบไปใช้จริง อาจต้องดำเนินการเพิ่มเติม เช่น

- เพิ่มความทนทานและความน่าเชื่อถือ
- ทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง
- ลดต้นทุนการผลิต
- ออกแบบให้ติดตั้งและบำรุงรักษาได้ง่าย
- ทดสอบด้านความปลอดภัย
- ดำเนินการตามมาตรฐานหรือข้อกำหนด
- จัดทำคู่มือและฝึกอบรมผู้ใช้
- กำหนดระบบบริการหลังการใช้งาน
- วางแผนการผลิต การถ่ายทอด และการจัดจำหน่าย

กิจกรรมเหล่านี้มักต้องใช้งบประมาณและความเชี่ยวชาญเพิ่มเติม จึงควรกำหนดพันธมิตรและผู้รับช่วงตั้งแต่ต้น ไม่ควรรอจนโครงการสิ้นสุดแล้วจึงค้นหาผู้ใช้

1.1.6 ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี

ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี หรือ Technology Readiness Level: TRL ใช้ประเมินว่าเทคโนโลยีอยู่ในขั้นใด ตั้งแต่การศึกษาหลักการจนถึงการใช้งานจริง

ตารางที่ 1.3 ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีโดยสรุป

ระดับ ลักษณะ

TRL 1 ศึกษาหลักการพื้นฐาน

TRL 2 กำหนดแนวคิดการประยุกต์ใช้

TRL 3 พิสูจน์แนวคิด

TRL 4 ทดสอบต้นแบบในห้องปฏิบัติการ

TRL 5 ทดสอบในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

ระดับ ลักษณะ

TRL 6 สาธิตต้นแบบระดับระบบ

TRL 7 สาธิตในสภาพการใช้งานจริง

TRL 8 ระบบสมบูรณ์และผ่านการทดสอบหรือรับรอง

TRL 9 ใช้งานจริงอย่างต่อเนื่อง

งานวิจัยในมหาวิทยาลัยจำนวนมากอยู่ในช่วง TRL 2-4 หากต้องการถ่ายทอดสู่อุตสาหกรรมหรือหน่วยงานผู้ใช้ จำเป็นต้องวางแผนยกระดับไปสู่ TRL 5-8

การระบุ TRL ต้องมีหลักฐานรองรับ เช่น ผลการทดลอง รายงานการทดสอบ การสาธิตภาคสนาม หรือการยืนยันจากผู้ใช้ ไม่ควรประเมินจากความรู้สึกของนักวิจัยเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ TRL เป็นเพียงความพร้อมด้านเทคโนโลยี ยังต้องพิจารณาความพร้อมด้านผู้ใช้ การผลิต ตลาด บุคลากร กฎหมาย การลงทุน และสังคมควบคู่กัน

1.1.7 การออกแบบงานวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ตั้งแต่ต้น

การออกแบบงานวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ หรือ Research Utilization by Design หมายถึง การกำหนดเส้นทางการใช้ประโยชน์ตั้งแต่เริ่มโครงการ ไม่รอให้งานวิจัยเสร็จแล้วจึงหาผู้ใช้

องค์ประกอบสำคัญประกอบด้วย

1) ปัญหาและผู้ใช้เป้าหมาย

ระบุให้ชัดเจนว่าปัญหาเกิดกับใคร อยู่ในบริบทใด และมีผลกระทบอย่างไร

2) คุณค่าที่เสนอ

อธิบายว่าผลงานจะช่วยผู้ใช้อย่างไร เช่น ลดต้นทุน ลดเวลา เพิ่มประสิทธิภาพ หรือเพิ่มความปลอดภัย

3) ข้อกำหนดเชิงวิศวกรรม

แปลงความต้องการของผู้ใช้เป็นค่าที่วัดได้ เช่น ความแม่นยำ ระยะตรวจจับ เวลาในการตอบสนอง อายุการใช้งาน และต้นทุนเป้าหมาย

4) แผนยกระดับความพร้อม

ระบุ TRL เริ่มต้น TRL เป้าหมาย และการทดสอบที่ต้องดำเนินการ

5) แผนทรัพย์สินทางปัญญา

ระบุส่วนที่มีความใหม่ ผู้ประดิษฐ์ เจ้าของสิทธิ และแนวทางคุ้มครอง

6) พันธมิตรและผู้รับช่วง

กำหนดหน่วยงานที่สามารถร่วมทดสอบ ผลิต ให้บริการ หรือขยายผล

7) รูปแบบการใช้ประโยชน์

เช่น การอนุญาตใช้สิทธิ การให้บริการวิชาการ การพัฒนาร่วม การถ่ายทอดให้หน่วยงานรัฐ หรือการจัดตั้งธุรกิจ

8) ตัวชี้วัดผลลัพธ์

ควรกำหนดตัวชี้วัดนอกเหนือจากจำนวนบทความและต้นแบบ เช่น จำนวนผู้ใช้ ต้นทุนที่ลดลง หรือผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

1.1.8 ความหมายของนวัตกรรมที่ใช้ประโยชน์ได้จริง

นวัตกรรมไม่ได้หมายถึงเทคโนโลยีใหม่หรือสิ่งประดิษฐ์ที่ซับซ้อนเพียงอย่างเดียว แต่หมายถึงการนำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีไปใช้งานเกิดคุณค่า

ผลงานจะมีลักษณะเป็นนวัตกรรมเมื่อมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

1. มีความใหม่หรือมีการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญ
2. สามารถนำไปใช้ได้จริง
3. สร้างคุณค่าแก่ผู้ใช้ เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม

ต้นแบบที่ยังไม่มีผู้ใช้หรือยังไม่ได้ทดลองในสภาพจริง อาจเป็นผลงานวิจัยหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีศักยภาพ แต่ยังไม่ควรกล่าวอ้างว่าเป็นนวัตกรรมที่นำไปใช้ประโยชน์แล้ว

ตารางที่ 1.4 รูปแบบการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

รูปแบบ	ตัวอย่าง
เชิงวิชาการ	ใช้ต่อยอดการเรียนการสอนและงานวิจัย
เชิงนโยบาย	ใช้สนับสนุนแผนหรือมาตรการ
เชิงสังคม	ใช้แก้ปัญหาและยกระดับคุณภาพชีวิต
เชิงอุตสาหกรรม	เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน
เชิงพาณิชย์	ผลิต จำหน่าย ให้บริการ หรืออนุญาตใช้สิทธิ
เชิงสิ่งแวดล้อม	ลดพลังงาน น้ำ ของเสีย หรือการปล่อยคาร์บอน

1.1.9 บทบาทของทรัพย์สินทางปัญญา

ทรัพย์สินทางปัญญาเป็นสิทธิที่เกิดจากผลงานทางความคิดและการสร้างสรรค์ ช่วยให้เจ้าของสิทธิควบคุมการใช้ประโยชน์ภายใต้ขอบเขตที่กฎหมายกำหนด

IP ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางวิศวกรรม ได้แก่

- สิทธิบัตรการประดิษฐ์
- อนุสิทธิบัตร
- สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์
- ลิขสิทธิ์
- เครื่องหมายการค้า
- ความลับทางการค้า
- แบบผังภูมิวงจรรวม

ทรัพย์สินทางปัญญามีบทบาทสำคัญ ดังนี้

- คำนวณโครงการลงทุนด้านวิจัย
- ลดความเสี่ยงจากการถูกลอกเลียนแบบ
- สร้างความชัดเจนในการเจรจาถ่ายทอดเทคโนโลยี
- เพิ่มความมั่นใจแก่ผู้ประกอบการและผู้ลงทุน
- สร้างรายได้จากการอนุญาตใช้สิทธิหรือการโอนสิทธิ
- เพิ่มชื่อเสียงและโอกาสความร่วมมือของมหาวิทยาลัย

อย่างไรก็ตาม จำนวนสิทธิบัตรไม่ใช่ตัวชี้วัดความสำเร็จเพียงอย่างเดียว หากสิทธิบัตรไม่มีผู้ใช้ ไม่มีตลาด หรือไม่มีแผนพัฒนาต่อ ก็ยังไม่ก่อให้เกิดมูลค่าอย่างแท้จริง

1.1.10 IP เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางนวัตกรรม

การยื่นคำขอหรือได้รับสิทธิบัตรไม่ใช่ปลายทางของงานวิจัย แต่เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างมูลค่า หลังการยื่นคำขอ ยังต้องดำเนินการต่อ เช่น

- พัฒนาด้านแบบให้พร้อมใช้งาน
- ทดสอบร่วมกับผู้ใช้
- ประเมินต้นทุนและศักยภาพตลาด
- จัดทำข้อมูลเทคโนโลยี
- ค้นหาพันธมิตรหรือผู้รับอนุญาต
- เจรจาเงื่อนไขการใช้สิทธิ
- ติดตามผลการใช้ประโยชน์
- บริหารค่าใช้จ่ายและอายุของสิทธิ

การบริหาร IP จึงต้องเชื่อมโยงกับแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี และแผนธุรกิจ

1.1.11 การวางกลยุทธ์ทรัพย์สินทางปัญญา

การกำหนด IP Strategy ควรพิจารณาคำถามต่อไปนี้

1. ผลงานส่วนใดมีความใหม่

2. ส่วนใดเป็นสาระสำคัญที่อาจถูกลอกเลียนแบบ
3. ควรใช้สิทธิประเภทใด
4. ส่วนใดควรเก็บเป็นความลับ
5. มีการใช้เทคโนโลยีของผู้อื่นหรือไม่
6. ใครเป็นผู้ประดิษฐ์และเจ้าของสิทธิ
7. มีเงื่อนไขจากแหล่งทุนหรือหน่วยงานร่วมวิจัยหรือไม่
8. จะเปิดเผยผลงานเมื่อใด
9. จะนำสิทธิไปใช้ประโยชน์อย่างไร
10. ใครรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการคุ้มครองและรักษาสิทธิ

เทคโนโลยีหนึ่งรายการอาจใช้ IP หลายประเภท เช่น ระบบควบคุมหนึ่งระบบอาจคุ้มครองวิธีการทำงานด้วยสิทธิบัตร คุ้มครองโปรแกรมด้วยลิขสิทธิ์ เก็บค่าปรับตั้งเฉพาะเป็นความลับทางการค้า และจดทะเบียนชื่อผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องหมายการค้า

1.1.12 การคุ้มครองก่อนเปิดเผย

การเปิดเผยรายละเอียดของผลงานก่อนยื่นคำขออาจส่งผลต่อความใหม่ของสิ่งประดิษฐ์ การเปิดเผยอาจเกิดจาก

- การนำเสนอในการประชุม
- การตีพิมพ์บทความ
- การจัดนิทรรศการ
- การเผยแพร่รายงานออนไลน์
- การโพสต์ภาพหรือวิดีโอบนสื่อสังคม
- การนำวิทยานิพนธ์เข้าสู่ฐานข้อมูล
- การส่งข้อมูลให้บริษัทโดยไม่มีข้อตกลงรักษาความลับ

ก่อนเผยแพร่ผลงาน นักวิจัยควรแจ้งหน่วยงานด้านทรัพย์สินทางปัญญาเพื่อประเมินว่าควรยื่นคำขอก่อนหรือไม่ หลักปฏิบัติที่สำคัญคือ “คุ้มครองก่อนเปิดเผย” ซึ่งสามารถดำเนินการควบคู่กับการตีพิมพ์ได้ โดยวางแผนยื่นคำขอก่อนการเปิดเผยต่อสาธารณะ

1.1.13 รูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การนำผลงานวิจัยไปใช้สามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบ ได้แก่

- การอนุญาตให้ใช้สิทธิแก่ผู้ประกอบการ
- การโอนสิทธิ
- การวิจัยและพัฒนาร่วม
- การให้บริการวิชาการ
- การจัดตั้ง Startup หรือ Spin-off
- การถ่ายทอดให้หน่วยงานรัฐหรือชุมชน
- การเปิดเผยบางส่วนเพื่อการพัฒนา

ตารางที่ 1.5 แนวทางเลือกรูปแบบการถ่ายทอด

ลักษณะผลงาน	รูปแบบที่เหมาะสม
มีตลาดและผู้ผลิตพร้อม	การอนุญาตใช้สิทธิ
ผู้รับต้องการถือสิทธิทั้งหมด	การโอนสิทธิ
ยังต้องพัฒนาร่วมกับผู้ใช้	การวิจัยและพัฒนา
เป็นองค์ความรู้เฉพาะทาง	การให้บริการวิชาการ
มีศักยภาพสร้างธุรกิจใหม่	Startup หรือ Spin-off
มุ่งประโยชน์สาธารณะ	การถ่ายทอดให้รัฐหรือชุมชน

การเลือกรูปแบบต้องพิจารณาลักษณะเทคโนโลยี ผู้ใช้ ตลาด ศักยภาพของนักวิจัย และนโยบายของมหาวิทยาลัยร่วมกัน

1.1.14 การสร้างมูลค่าในหลายมิติ

มูลค่าจากงานวิจัยไม่ได้จำกัดเฉพาะรายได้ แต่ครอบคลุมอย่างน้อย 3 มิติ

มูลค่าทางเศรษฐกิจ

- รายได้จากผลิตภัณฑ์และบริการ

- ค่าธรรมเนียมการใช้สิทธิ
- การลดต้นทุนและเวลา
- การเพิ่มผลิตภาพ
- การลดการนำเข้า
- การสร้างธุรกิจและการจ้างงาน

มูลค่าทางสังคม

- เพิ่มการเข้าถึงบริการ
- ลดความเหลื่อมล้ำ
- เพิ่มความปลอดภัย
- เพิ่มคุณภาพชีวิต
- เสริมศักยภาพชุมชน
- เพิ่มประสิทธิภาพบริการสาธารณะ

มูลค่าทางสิ่งแวดล้อม

- ลดการใช้พลังงานและน้ำ
- ลดของเสียและมลพิษ
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร
- สนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน

งานวิจัยบางประเภทอาจไม่สร้างรายได้โดยตรง แต่ช่วยลดความสูญเสียหรือเพิ่มประสิทธิภาพของบริการสาธารณะ ซึ่งถือเป็นการสร้างมูลค่าที่สำคัญเช่นเดียวกัน

1.1.15 ระบบนิเวศการขับเคลื่อนงานวิจัย

การนำงานวิจัยไปใช้จริงไม่สามารถดำเนินการโดยนักวิจัยเพียงฝ่ายเดียว แต่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายส่วนได้แก่

- นักวิจัย ทำหน้าที่สร้างองค์ความรู้และพัฒนาเทคโนโลยี
- หน่วยงานทรัพย์สินทางปัญญา สนับสนุนการคุ้มครองและการเจรจา

- ภาคอุตสาหกรรม ให้โจทย์ พื้นที่ทดสอบ ความรู้ด้านการผลิต และตลาด
- หน่วยงานรัฐและแหล่งทุน สนับสนุนงบประมาณ นโยบาย และโครงสร้างพื้นฐาน
- ผู้ใช้และชุมชน ให้ข้อมูลปัญหา ร่วมทดสอบ และประเมินผล
- ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมาย ธุรกิจ และมาตรฐาน สนับสนุนการขยายผล

ความสำเร็จของนวัตกรรมจึงเกิดจากการเชื่อมโยงทั้งระบบ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมรรถนะทางเทคนิคเพียงอย่างเดียว

1.1.16 กรอบเส้นทางจากงานวิจัยสู่ผลกระทบ

เส้นทางจากงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์สามารถสรุปเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. Problem Identification
ระบุปัญหา ผู้ใช้ และผลกระทบ
2. Research and Knowledge Creation
สร้างองค์ความรู้และแนวทางแก้ไข
3. Proof of Concept
พิสูจน์ว่าแนวคิดสามารถทำงานได้
4. IP Assessment and Protection
ประเมินความใหม่และคุ้มครองผลงาน
5. Prototype Development
พัฒนาต้นแบบให้เหมาะกับการใช้งาน
6. Validation and Demonstration
ทดสอบในสภาพจริงร่วมกับผู้ใช้
7. Technology Transfer and Deployment
ถ่ายทอด อนุญาตใช้สิทธิ หรือขยายผล
8. Impact Measurement
ติดตามผลลัพธ์และผลกระทบ

กระบวนการดังกล่าวอาจย้อนกลับไปปรับปรุงได้ตามผลการทดลองและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้ จึงควรบริหารในลักษณะวงจรการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

1.1.17 แนวปฏิบัติสำหรับลดงานวิจัยขึ้นหิ้ง

แนวปฏิบัติสำคัญประกอบด้วย

1. เริ่มต้นจากปัญหาและคุณค่าที่ต้องการสร้าง
2. ให้ผู้มีส่วนร่วมตั้งแต่กำหนดโจทย์
3. กำหนดข้อกำหนดที่วัดผลได้
4. ประเมินและวางแผนยกระดับ TRL
5. ประเมิน IP ก่อนเปิดเผยผลงาน
6. กำหนดผู้ประดิษฐ์และเจ้าของสิทธิให้ชัดเจน
7. ทดสอบต้นแบบในสภาพแวดล้อมจริง
8. ประเมินต้นทุน มาตรฐาน และการบำรุงรักษา
9. กำหนดพันธมิตรและผู้รับช่วง
10. ติดตามผลลัพธ์และผลกระทบหลังถ่ายทอด

1.1.18 Checklist เบื้องต้นสำหรับประเมินศักยภาพการใช้ประโยชน์

ด้านปัญหาและผู้ใช้

- ☐ มีปัญหาจริงและหลักฐานสนับสนุน
- ☐ ระบุผู้ใช้เป้าหมายชัดเจน
- ☐ ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการกำหนดโจทย์
- ☐ ทราบข้อจำกัดของวิธีเดิม
- ☐ ระบุคุณค่าที่ผลงานจะสร้างได้

ด้านเทคโนโลยี

- ☐ มีหลักฐานพิสูจน์แนวคิด
- ☐ ระบุ TRL ปัจจุบันและ TRL เป้าหมาย
- ☐ มีข้อกำหนดเชิงวิศวกรรม
- ☐ มีแผนทดสอบภาคสนาม
- ☐ ประเมินต้นทุนและการบำรุงรักษา
- ☐ พิจารณามาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ด้านทรัพย์สินทางปัญญา

- ☐ ระบุส่วนที่มีความใหม่
- ☐ ตรวจสอบงานเดิมเบื้องต้น
- ☐ ระบุผู้ประดิษฐ์และเจ้าของสิทธิ
- ☐ ตรวจสอบเงื่อนไขของแหล่งทุน
- ☐ ยังไม่เปิดเผยสาระสำคัญก่อนประเมิน IP
- ☐ เลือกรูปแบบการคุ้มครองเบื้องต้น

ด้านการใช้ประโยชน์

- ☐ ระบุรูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยี
- ☐ มีผู้ใช้หรือพันธมิตรเป้าหมาย
- ☐ มีหน่วยงานรับช่วงหลังสิ้นสุดโครงการ
- ☐ กำหนดตัวชี้วัดผลลัพธ์และผลกระทบ
- ☐ มีแผนติดตามผลหลังการถ่ายทอด

สรุปท้ายบท

การเปลี่ยนผ่านจากงานวิจัยขั้นพื้นฐานสู่นวัตกรรมที่ใช้ประโยชน์จริง ไม่ได้เกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีให้มีสมรรถนะสูงเพียงอย่างเดียว แต่ต้องเชื่อมโยงองค์ความรู้กับปัญหาจริง ผู้ใช้จริง สภาพแวดล้อมการใช้งาน ต้นทุน มาตรฐาน และรูปแบบการถ่ายทอดที่เหมาะสม

งานวิจัยที่มุ่งใช้ประโยชน์ควรได้รับการออกแบบตั้งแต่ต้น โดยระบุผู้ใช้และคุณค่าที่ต้องการสร้าง ประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยี วางแผนทดสอบในสภาพจริง และกำหนดผู้รับช่วงหลังสิ้นสุดโครงการ

ทรัพย์สินทางปัญญาควรทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ในการคุ้มครององค์ความรู้ สร้างความชัดเจนด้านสิทธิ และเพิ่มโอกาสในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ไม่ควรถูกมองว่าเป็นเพียงตัวชี้วัดจำนวนคำขอหรือเป็นปลายทางของงานวิจัย

งานวิจัยที่สร้างคุณค่าอย่างแท้จริง ต้องได้รับการพัฒนา คุ้มครอง ถ่ายทอด และนำไปใช้จนเกิดผลลัพธ์และผลกระทบต่ออุตสาหกรรม สังคม และประเทศอย่างเป็นรูปธรรม

บทที่ 2

องค์ความรู้ด้านการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาและการประเมิน TRL

บทนำ

การพัฒนางานวิจัยทางวิศวกรรมให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์จริง จำเป็นต้องดำเนินการสองส่วนควบคู่กัน ได้แก่ การคุ้มครององค์ความรู้และเทคโนโลยีด้วยทรัพย์สินทางปัญญา และการประเมินว่าผลงานมีความพร้อมสำหรับการใช้งานในระดับใด

ทรัพย์สินทางปัญญาช่วยกำหนดสิทธิในผลงาน ลดความเสี่ยงจากการนำเทคโนโลยีไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต และสร้างความชัดเจนสำหรับการเจรจาถ่ายทอดเทคโนโลยี ขณะที่ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี หรือ Technology Readiness Level TRL ช่วยให้นักวิจัย หน่วยงานผู้ใช้ ผู้ประกอบการ และผู้ให้ทุนเข้าใจตรงกันว่า เทคโนโลยีอยู่ในขั้นการศึกษาหลักการ การพิสูจน์แนวคิด การพัฒนาต้นแบบ หรือการใช้งานจริง

การมีทรัพย์สินทางปัญญาเพียงอย่างเดียวไม่ได้หมายความว่าเทคโนโลยีพร้อมใช้ เช่นเดียวกับการมีต้นแบบที่ใช้งานได้ก็ไม่ได้หมายความว่าสามารถนำไปผลิตหรือจำหน่ายได้โดยไม่มีความเสี่ยงด้านสิทธิ ดังนั้น การวางแผน IP และ TRL จึงควรเริ่มตั้งแต่การออกแบบโครงการวิจัยและทบทวนอย่างต่อเนื่องตลอดวงจรการพัฒนา

บทนี้ครอบคลุมทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรม 4 ประเภท ได้แก่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ อนุสิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ และความลับทางการค้า รวมทั้งแนวทางประเมิน TRL ตั้งแต่ระดับ 1 ถึงระดับ 9 เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวางแผนคุ้มครอง พัฒนา ทดสอบ และถ่ายทอดผลงานวิจัย

2.1 ประเภททรัพย์สินทางปัญญาทางวิศวกรรม

2.1.1 ความหมายและความสำคัญของทรัพย์สินทางปัญญา

ทรัพย์สินทางปัญญา หรือ Intellectual Property IP หมายถึง สิทธิที่เกี่ยวข้องกับผลงานซึ่งเกิดจากการประดิษฐ์ คิดค้น หรือสร้างสรรค์ของมนุษย์ งานวิจัยทางวิศวกรรมหนึ่งโครงการอาจประกอบด้วยทรัพย์สินทางปัญญาหลาย

ประเภท เช่น วิธีควบคุมระบบอาจเหมาะสมกับสิทธิบัตร โปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจได้รับความคุ้มครองทางลิขสิทธิ์ ค่าปรับตั้งหรือสูตรเฉพาะอาจเก็บเป็นความลับทางการค้า และรูปลักษณะของอุปกรณ์อาจพิจารณาสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์

การเลือกประเภทการคุ้มครองจึงไม่ควรพิจารณาจากชื่อโครงการ แต่ต้องแยกองค์ประกอบของผลงานออกเป็น ส่วน ๆ แล้วประเมินว่าแต่ละส่วนมีลักษณะอย่างไร เปิดเผยต่อสาธารณะได้หรือไม่ ตรวจสอบการละเมิดได้ง่ายหรือไม่ และมีคุณค่าทางการค้าหรือการใช้งานในระยะยาวเพียงใด

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างองค์ประกอบของงานวิจัยทางวิศวกรรมและแนวทางคุ้มครอง

องค์ประกอบของผลงาน	ตัวอย่าง	รูปแบบการคุ้มครองที่อาจเหมาะสม
หลักการหรือวิธีการทางเทคนิค	วิธีควบคุม กระบวนการตรวจวัด วงจร	สิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร
โครงสร้างอุปกรณ์	ชุดกลไก ระบบเซนเซอร์ เครื่องมือ	สิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร
โปรแกรมคอมพิวเตอร์	Source Code, Firmware, Application	ลิขสิทธิ์
เอกสารและสื่อ	คู่มือ แบบจำลอง ภาพ แผนผัง รายงาน	ลิขสิทธิ์
สูตรหรือค่าปรับตั้งเฉพาะ	สูตรการผลิต พารามิเตอร์ Algorithm	ความลับทางการค้า
ข้อมูลธุรกิจหรือฐานข้อมูลเฉพาะ	รายชื่อลูกค้า ต้นทุน วิธีดำเนินงาน	ความลับทางการค้าและสัญญา
รูปลักษณะภายนอก	รูปร่าง ลวดลาย หรือส่วนประกอบภายนอก	สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์

การเลือกความคุ้มครองควรพิจารณาร่วมกับนโยบายของมหาวิทยาลัย เงื่อนไขของแหล่งทุน สัญญาวิจัยร่วม และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพย์สินทางปัญญา

2.1.2 สิทธิบัตรการประดิษฐ์

สิทธิบัตรการประดิษฐ์เป็นสิทธิที่รัฐออกให้เพื่อคุ้มครองการประดิษฐ์ตามเงื่อนไขที่กฎหมายกำหนด เจ้าของสิทธิมีสิทธิควบคุมการผลิต ใช้ จำหน่าย หรือดำเนินการอื่นต่อการประดิษฐ์ภายในขอบเขตของข้อถือสิทธิ สิทธิบัตรการ

ประดิษฐ์ในประเทศไทยมีอายุ 20 ปีนับจากวันยื่นคำขอ โดยต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขและชำระค่าธรรมเนียมที่เกี่ยวข้อง ([กรมทรัพย์สินทางปัญญา](#))

การประดิษฐ์ที่ยื่นขอสิทธิบัตรอาจเป็น

- ผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์
- เครื่องจักร
- วงจร
- ระบบตรวจวัด
- โครงสร้างทางกล
- สารหรือส่วนประกอบ
- กรรมวิธีการผลิต
- กระบวนการควบคุม
- วิธีประมวลผลที่มีลักษณะทางเทคนิค
- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดผลทางเทคนิค

คุณสมบัติสำคัญของการประดิษฐ์

โดยหลัก การประดิษฐ์ที่มีโอกาสได้รับสิทธิบัตรต้องพิจารณาองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

1. ความใหม่

สาระสำคัญของการประดิษฐ์ต้องยังไม่ถูกเปิดเผยต่อสาธารณะก่อนวันยื่นคำขอ

2. ขั้นการประดิษฐ์ที่สูงขึ้น

ผลงานต้องไม่เป็นที่ผู้มีความรู้ในสาขานั้นสามารถคิดหรือคาดหมายได้โดยง่ายจากงานเดิม

3. การประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม

ผลงานต้องสามารถผลิต ใช้ หรือประยุกต์ใช้ได้จริง ไม่ใช่เพียงแนวคิดที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ

การตรวจสอบว่างานวิจัยมีคุณสมบัติครบถ้วนหรือไม่ต้องอาศัยการสืบค้นสิทธิบัตร บทความ ผลิตภัณฑ์ และข้อมูลที่เปิดเผยก่อนหน้า การสืบค้นเฉพาะชื่อโครงการไม่เพียงพอ ควรสืบค้นทั้งหลักการทำงาน องค์ประกอบ โครงสร้าง และผลทางเทคนิค

ตัวอย่างผลงานที่อาจเหมาะกับสิทธิบัตร

- ระบบตรวจจับความผิดปกติที่มีโครงสร้างหรือวิธีประมวลผลเฉพาะ
- วงจรปรับสภาพสัญญาณที่ให้ผลทางเทคนิคแตกต่างจากงานเดิม
- วิธีควบคุมการจ่ายน้ำตามปริมาตรจริงแบบป้อนกลับ
- เครื่องจักรที่มีชุดกลไกใหม่
- กระบวนการผลิตวัสดุให้คุณสมบัติเฉพาะ
- ระบบสื่อสารที่ปรับปรุงระยะ ความน่าเชื่อถือ หรือพลังงาน
- เครื่องมือทดสอบที่มีวิธีการวัดหรือสอบเทียบใหม่

ข้อดีของสิทธิบัตร

- ให้สิทธิที่ชัดเจนต่อการประดิษฐ์ภายใต้ข้อถือสิทธิ
- ใช้เป็นฐานในการอนุญาตใช้สิทธิหรือถ่ายทอดเทคโนโลยี
- เพิ่มความมั่นใจแก่ผู้ประกอบการและผู้ลงทุน
- สร้างอำนาจต่อรองในการพัฒนาร่วม
- ช่วยแสดงความแตกต่างทางเทคนิคของผลงาน

ข้อจำกัดของสิทธิบัตร

- ผู้ขอต้องเปิดเผยรายละเอียดของการประดิษฐ์ให้เพียงพอ
- มีค่าใช้จ่ายในการยื่น ตรวจสอบ และรักษาสิทธิ
- ขอบเขตความคุ้มครองขึ้นอยู่กับการร่างข้อถือสิทธิ
- สิทธิเป็นรายประเทศหรือเขตอำนาจ
- การได้รับสิทธิบัตรไม่ได้ยืนยันว่าผลิตภัณฑ์พร้อมใช้หรือสามารถจำหน่ายได้ทันที
- การมีสิทธิบัตรของตนเองไม่ได้รับรองว่าจะไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น

2.1.3 อนุสิทธิบัตร

อนุสิทธิบัตรเป็นการคุ้มครองการประดิษฐ์ที่มีลักษณะใหม่และสามารถประยุกต์ใช้ได้ แต่ระดับการพัฒนาทางเทคโนโลยีหรือความซับซ้อนอาจไม่สูงเท่าสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เหมาะกับการปรับปรุงอุปกรณ์ โครงสร้าง หรือกระบวนการที่ให้ประโยชน์ใช้สอยเพิ่มขึ้น ([กรมทรัพย์สินทางปัญญา](#))

อนุสิทธิบัตรในประเทศไทยมีอายุเริ่มต้น 6 ปีนับจากวันยื่นคำขอ และสามารถขอต่ออายุได้ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ปี รวมระยะเวลาสูงสุด 10 ปี ([กรมทรัพย์สินทางปัญญา](#))

ตัวอย่างผลงานที่อาจเหมาะกับอนุสิทธิบัตร

- ชุดยี่ดอุปกรณ์ที่ปรับปรุงให้ติดตั้งง่ายขึ้น
- โครงสร้างกล่องควบคุมที่ลดความเสียหายจากน้ำ
- เครื่องมือช่วยประกอบชิ้นงาน
- การปรับตำแหน่งเซนเซอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
- ระบบกลไกที่ลดจำนวนชิ้นส่วน
- การดัดแปลงเครื่องจักรเพื่อเพิ่มความปลอดภัย
- อุปกรณ์เฉพาะงานที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมาก

ข้อดีของอนุสิทธิบัตร

- เหมาะกับนวัตกรรมเชิงปรับปรุง
- กระบวนการขอรับความคุ้มครองโดยทั่วไปไม่ซับซ้อนเท่าสิทธิบัตรการประดิษฐ์
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและรักษาสินทรัพย์โดยทั่วไปต่ำกว่า
- เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีวงจรชีวิตไม่ยาวมาก
- สามารถใช้เป็นฐานในการถ่ายทอดหรืออนุญาตใช้สิทธิได้

ข้อควรพิจารณา

การเลือกอนุสิทธิบัตรไม่ควรพิจารณาเฉพาะความรวดเร็ว แต่ควรประเมินระดับความใหม่ อายุทางการตลาด และความสามารถในการตรวจพบการละเมิด หากผลงานมีเทคโนโลยีหลักที่ซับซ้อนและมีศักยภาพใช้งานระยะยาว การยื่นสิทธิบัตรอาจเหมาะสมกว่า

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบสิทธิบัตรการประดิษฐ์กับอนุสิทธิบัตร

ประเด็น	สิทธิบัตรการประดิษฐ์	อนุสิทธิบัตร
ลักษณะผลงาน	เทคโนโลยีหรือการประดิษฐ์ที่มีขั้นสูง	การประดิษฐ์ใหม่หรือการปรับปรุงที่ไม่ซับซ้อนมาก

ประเด็น	สิทธิบัตรการประดิษฐ์	อนุสิทธิบัตร
เงื่อนไขหลัก	ความใหม่' ขั้นตอนการประดิษฐ์ และใช้ในอุตสาหกรรมได้	ความใหม่และใช้ในอุตสาหกรรมได้
อายุสูงสุดในไทย	20 ปี	10 ปี
ความเหมาะสม	เทคโนโลยีหลักที่มีมูลค่าระยะยาว	สิ่งประดิษฐ์เชิงปรับปรุงหรือวงจรชีวิตสั้นกว่า
การเปิดเผย	ต้องเปิดเผยรายละเอียดการประดิษฐ์	ต้องเปิดเผยรายละเอียดการประดิษฐ์
การใช้ประโยชน์	Licensing, ผลิตภัณท์, ร่วมลงทุน	Licensing, ผลิตภัณท์เฉพาะทาง, SME

2.1.4 ลิขสิทธิ์

ลิขสิทธิ์เป็นสิทธิแต่เพียงผู้เดียวที่เกี่ยวข้องกับงานสร้างสรรค์ ซึ่งผู้สร้างสรรค์ได้จัดทำขึ้นด้วยความคิด ความรู้ และความสามารถของตน งานที่เข้าเงื่อนไขได้รับความคุ้มครองทันทีเมื่อสร้างสรรค์ โดยไม่ต้องจดทะเบียน ([กรมทรัพย์สินทางปัญญา](#))

ผลงานทางวิศวกรรมที่อาจได้รับความคุ้มครองทางลิขสิทธิ์ ได้แก่

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- Source Code และ Firmware
- คู่มือการใช้งาน
- แบบจำลองหรือแผนภาพ
- ภาพถ่ายและกราฟิก
- รายงานวิจัย
- บทความ
- ฐานข้อมูลที่มีการจัดเรียงหรือรวบรวมอย่างสร้างสรรค์
- สื่อการฝึกอบรม
- วิดีโอสาธิต
- แบบเขียนและงานสถาปัตยกรรมบางประเภท

ลิขสิทธิ์คุ้มครอง “รูปแบบการแสดงออก” ของความคิด ไม่ได้คุ้มครองความคิด หลักการ อัลกอริทึม หรือหน้าที่การทำงานในลักษณะเดียวกับสิทธิบัตร ตัวอย่างเช่น ลิขสิทธิ์อาจคุ้มครอง Source Code ที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้น แต่ไม่จำเป็นต้องห้ามบุคคลอื่นพัฒนาโปรแกรมใหม่ที่ทำงานคล้ายกันโดยเขียนโค้ดขึ้นเองอย่างอิสระ

ตัวอย่างการใช้ลิขสิทธิ์ในโครงการวิศวกรรม

โครงการระบบ IoT อาจมีองค์ประกอบที่ได้รับความคุ้มครองทางลิขสิทธิ์ ได้แก่

- โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์
- โปรแกรมฐานข้อมูล
- Dashboard
- Mobile Application
- ภาพไอคอนและส่วนติดต่อผู้ใช้
- คู่มือการติดตั้ง
- เอกสารสถาปัตยกรรมระบบ

ข้อดีของลิขสิทธิ์

- ความคุ้มครองเกิดขึ้นทันทีเมื่อสร้างสรรค์
- ไม่ต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบความใหม่แบบสิทธิบัตร
- เหมาะกับซอฟต์แวร์ เอกสาร และสื่อ
- สามารถกำหนดเงื่อนไขการอนุญาตใช้สิทธิได้
- ใช้ร่วมกับสัญญาจ้าง สัญญาวิจัย หรือ Open-source License ได้

ข้อควรระวัง

- ต้องเก็บหลักฐานผู้สร้างสรรค์และวันที่สร้างงาน
- ควรมี Version Control และประวัติการพัฒนา
- ต้องตรวจสอบสิทธิใน Library, รูปภาพ, Font, Dataset และ Source Code ของบุคคลอื่น
- การนำ Open-source Software มาใช้ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของ License
- ผู้เขียนโค้ดอาจไม่ใช่เจ้าของสิทธิแต่เพียงผู้เดียว หากสร้างในฐานะลูกจ้าง ผู้รับจ้าง หรือภายใต้โครงการที่มีเงื่อนไขเรื่องสิทธิ

- การแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ต่อหน่วยงานเป็นหลักฐานประกอบ แต่ไม่ใช่การทำให้สิทธิเกิดขึ้นแทนการสร้างสรรค

2.1.5 ความลับทางการค้า

ความลับทางการค้าเป็นการคุ้มครองข้อมูลที่มีคุณค่าทางการค้าเนื่องจากไม่เป็นที่รู้จักทั่วไป จำกัดการเข้าถึง และมีมาตรการที่เหมาะสมในการรักษาความลับ ข้อมูลดังกล่าวอาจขายหรืออนุญาตให้ใช้ได้โดยไม่ต้องจดทะเบียน ([WIPO](#))

ตัวอย่างความลับทางการค้าในงานวิศวกรรม ได้แก่

- สูตรการผลิต
- สัดส่วนวัสดุ
- ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร
- ค่าพารามิเตอร์ของระบบ
- Dataset ที่มีมูลค่าทางธุรกิจ
- กระบวนการสอบเทียบ
- วิธีวิเคราะห์ภายใน
- รายชื่อลูกค้าและข้อมูลต้นทุน
- Algorithm หรือ Source Code ที่ไม่เปิดเผย
- แผนการผลิตหรือกลยุทธ์การตลาด

ความลับทางการค้าไม่กำหนดอายุคุ้มครองตายตัว ครอบคลุมข้อมูลที่ข้อมูลยังเป็นความลับและมีการรักษาความลับอย่างเหมาะสม แต่ไม่สามารถห้ามบุคคลอื่นที่พัฒนาองค์ความรู้เดียวกันได้โดยอิสระ หรือค้นพบข้อมูลนั้นโดยวิธีที่ชอบด้วยกฎหมาย ([WIPO](#))

มาตรการรักษาความลับ

การระบุเอกสารว่า “ลับ” เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ หน่วยงานควรมีมาตรการที่แสดงถึงการควบคุมข้อมูล เช่น

- จัดระดับข้อมูล
- จำกัดผู้เข้าถึง

- ใช้รหัสผ่านและการเข้ารหัส
- ทำข้อตกลงไม่เปิดเผยข้อมูล
- กำหนดสิทธิในสัญญาจ้างและสัญญาวิจัย
- แยกข้อมูลสำคัญออกจากข้อมูลทั่วไป
- บันทึกการเข้าถึงและการส่งต่อ
- อบรมบุคลากร
- ควบคุมการใช้ Cloud และ AI ภายนอก
- คั่นหรือทำลายข้อมูลเมื่อสิ้นสุดโครงการ

ข้อดีของความลับทางการค้า

- ไม่ต้องเปิดเผยรายละเอียดต่อสาธารณะ
- ไม่มีค่าจดทะเบียน
- อาจคุ้มครองได้อย่างต่อเนื่องตราบเท่าที่ยังคงเป็นความลับ
- ใช้คุ้มครองข้อมูลที่อาจไม่เข้าเงื่อนไขสิทธิบัตร
- เหมาะกับกระบวนการภายในหรือองค์ความรู้ที่ตรวจสอบจากผลิตภัณฑ์ภายนอกได้ยาก

ข้อจำกัด

- หากข้อมูลถูกเปิดเผย ความคุ้มครองอาจสิ้นสุดลง
- ไม่ห้ามการค้นพบหรือพัฒนาอย่างอิสระ
- ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่สามารถวิเคราะห์ย้อนกลับได้ง่าย
- ต้องมีระบบรักษาความลับจริง
- การพิสูจน์การละเมิดอาจซับซ้อน

2.1.6 การเลือกรูปแบบการคุ้มครอง

การเลือก IP ควรพิจารณาจากลักษณะเทคโนโลยี เป้าหมายทางธุรกิจ และความเสี่ยง ไม่ควรยื่นสิทธิบัตรทุกผลงานโดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.3 แนวทางเลือกรูปแบบการคุ้มครอง

คำถาม	หากคำตอบเป็น “ใช่”	แนวทางที่ควรพิจารณา
มีหลักการหรือโครงสร้างทางเทคนิคใหม่หรือไม่	มี	สิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร
เป็นการปรับปรุงอุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนมากหรือไม่	มี	อนุสิทธิบัตร
เป็น Source Code เอกสาร หรือภาพหรือไม่	มี	ลิขสิทธิ์
ต้องเปิดเผยผลิตภัณฑ์ต่อสาธารณะหรือไม่	มี	ประเมินสิทธิบัตรก่อนเปิดเผย
สามารถเก็บองค์ความรู้ไว้ภายในได้หรือไม่	มี	ความลับทางการค้า
คู่แข่งสามารถวิเคราะห์ย้อนกลับได้ง่ายหรือไม่	มี	สิทธิบัตรอาจเหมาะกว่าความลับ
เทคโนโลยีมีอายุการตลาดสั้นหรือไม่	มี	อนุสิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ หรือความลับ
ต้องการถ่ายทอดให้หลายบริษัทหรือไม่	มี	สิทธิที่มีขอบเขตชัดเจนและสัญญาอนุญาต ใช้

ในทางปฏิบัติสามารถใช้การคุ้มครองหลายประเภทประกอบกัน ตัวอย่างเช่น

ระบบตรวจวัดหนึ่งระบบอาจยื่นสิทธิบัตรในส่วนโครงสร้างและวิธีวัด คุ้มครองโปรแกรมด้วยลิขสิทธิ์ เก็บค่าปรับตั้งเป็นความลับทางการค้า และใช้สัญญากำหนดขอบเขตการเข้าถึงข้อมูล

2.1.7 ขั้นตอนบริหาร IP สำหรับงานวิจัย

กระบวนการบริหาร IP เบื้องต้นประกอบด้วย

1. แยกองค์ประกอบของผลงาน
2. ระบุผู้มีส่วนร่วมและผู้ประดิษฐ์
3. ตรวจสอบเงื่อนไขของแหล่งทุนและสัญญา
4. สืบค้นงานเดิม
5. ประเมินความใหม่และศักยภาพการใช้ประโยชน์
6. เลือกรูปแบบการคุ้มครอง
7. ควบคุมการเปิดเผย

8. ยื่นคำขอหรือจัดทำมาตรการรักษาความลับ
9. พัฒนาต้นแบบและทดสอบต่อ
10. วางแผนอนุญาตใช้สิทธิหรือถ่ายทอดเทคโนโลยี

Checklist ด้านทรัพย์สินทางปัญญา

- ☐ ระบุองค์ประกอบของผลงานที่ต้องคุ้มครองแล้ว
- ☐ ระบุผู้ประดิษฐ์และผู้สร้างสรรค์จากการมีส่วนร่วมจริง
- ☐ ตรวจสอบเจ้าของสิทธิตามสัญญาและนโยบายแล้ว
- ☐ สืบค้นสิทธิบัตรและเอกสารที่เกี่ยวข้องแล้ว
- ☐ ยังไม่เปิดเผยสาระสำคัญก่อนประเมินสิทธิ
- ☐ เลือกประเภทการคุ้มครองเหมาะกับผลงาน
- ☐ มีหลักฐานการพัฒนาและ Version History
- ☐ มีข้อตกลงรักษาความลับเมื่อจำเป็น
- ☐ ตรวจสอบสิทธิในซอฟต์แวร์และข้อมูลของบุคคลอื่น
- ☐ มีแผนการใช้ประโยชน์หลังได้รับความคุ้มครอง

2.2 กรอบการประเมินระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี

2.2.1 ความหมายของ TRL

Technology Readiness Level TRL เป็นกรอบสำหรับประเมินระดับความก้าวหน้าและความพร้อมของเทคโนโลยี โดยเริ่มจาก TRL 1 ซึ่งเป็นการสังเกตหลักการพื้นฐาน ไปจนถึง TRL 9 ซึ่งเป็นระบบที่ผ่านการใช้งานจริงและมีหลักฐานยืนยันผลในสภาพปฏิบัติการ NASA ใช้โครงสร้าง TRL 1-9 เพื่อสื่อสารความพร้อมของเทคโนโลยีอย่างเป็นระบบ ([NASA](#))

TRL ช่วยตอบคำถามว่า

- เทคโนโลยีอยู่ในขั้นใด
- ผ่านการทดสอบในสภาพแวดล้อมแบบใด
- มีหลักฐานเพียงพอหรือไม่
- ต้องพัฒนาส่วนใดต่อ

- มีความเสี่ยงก่อนนำไปใช้งานมากนักน้อยเพียงใด
- งบประมาณระยะถัดไปควรใช้เพื่อกิจกรรมใด

TRL ไม่ใช่คะแนนคุณภาพของงานวิจัย เทคโนโลยี TRL 3 อาจมีคุณค่าทางวิชาการสูง แต่ยังไม่พร้อมสำหรับใช้งาน ขณะที่เทคโนโลยี TRL 8 อาจไม่ได้มีความใหม่ทางวิชาการมาก แต่ผ่านการพัฒนาและทดสอบจนพร้อมใช้งานแล้ว

2.2.2 ระดับ TRL 1-9

TRL 1 หลักการพื้นฐานได้รับการสังเกตและรายงาน

เป็นระยะเริ่มต้นของการวิจัย มีการศึกษาทฤษฎี หลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือปรากฏการณ์ที่อาจนำไปสู่เทคโนโลยีใหม่ ยังไม่มีแนวทางประยุกต์ใช้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างหลักฐาน

- บทความทบทวน
- ผลการศึกษาทางทฤษฎี
- สมการหรือแบบจำลองพื้นฐาน
- ผลการสังเกตปรากฏการณ์
- รายงานหลักการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างทางวิศวกรรม

- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณสั่นสะเทือนกับการเคลื่อนที่
- ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุชนิดใหม่
- วิเคราะห์หลักการแพร่กระจายคลื่น

TRL 2 กำหนดแนวคิดเทคโนโลยีหรือการประยุกต์ใช้

มีการนำหลักการพื้นฐานมาเชื่อมโยงกับแนวทางใช้งาน เริ่มระบุฟังก์ชัน ระบบ หรือเทคโนโลยีเป้าหมาย แต่ยังไม่มีหลักฐานทดลองที่เพียงพอ

ตัวอย่างหลักฐาน

- Concept Paper
- System Concept
- Functional Block Diagram
- สมมติฐานการทำงาน
- การวิเคราะห์ความเป็นไปได้เบื้องต้น
- การระบุผู้ใช้หรือปัญหาเป้าหมาย

ตัวอย่าง

- แนวคิดระบบตรวจจับบุคคลด้วยเซนเซอร์สั่นสะเทือน
- แนวคิดระบบพยากรณ์ความเสียหายของเครื่องจักร
- แบบร่างระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ

TRL 3 พิสูจน์แนวคิดด้วยการวิเคราะห์หรือการทดลอง

มีการทดลองหรือวิเคราะห์เพื่อแสดงว่าแนวคิดหลักสามารถทำงานได้ อาจทดสอบเฉพาะองค์ประกอบสำคัญในสถานะควบคุม

ตัวอย่างหลักฐาน

- Proof of Concept
- ผลการจำลอง
- ชุดทดลองขนาดเล็ก
- ผลการวัดเบื้องต้น
- โค้ดต้นแบบ
- รายงานยืนยันสมมติฐานหลัก

ตัวอย่าง

- วงจรต้นแบบสามารถอ่านสัญญาณได้
- Algorithm สามารถจำแนกข้อมูลตัวอย่างได้
- วัสดุทดลองแสดงคุณสมบัติตามเป้าหมาย

TRL 4 องค์ประกอบหรือต้นแบบผ่านการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

องค์ประกอบหลักถูกนำมารวมกันเป็นต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ และทดสอบภายใต้เงื่อนไขควบคุม

ตัวอย่างหลักฐาน

- Laboratory Prototype
- แผนผังวงจรและรายการอุปกรณ์
- ผลทดสอบฟังก์ชัน
- Calibration Record
- Test Report
- Source Code หรือ Firmware ที่ทำงานกับต้นแบบ

ตัวอย่าง

- ระบบเซนเซอร์ส่งข้อมูลเข้าสู่ Dashboard ได้
- เครื่องมือวัดต้นแบบผ่านการสอบเทียบในห้องปฏิบัติการ
- เครื่องจักรขนาดทดลองสามารถทำงานตามลำดับที่กำหนด

TRL 5 ต้นแบบผ่านการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีถูกทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากขึ้น แต่ยังอาจไม่ใช่พื้นที่ปฏิบัติงานจริงเต็มรูปแบบ

ตัวอย่างหลักฐาน

- การทดสอบในสนามจำลอง
- การทดสอบอุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่น หรือการสั่นสะเทือน
- การทดสอบร่วมกับอุปกรณ์จริงบางส่วน
- ผลการเปรียบเทียบกับข้อกำหนด
- ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้กลุ่มทดลอง

ตัวอย่าง

- ระบบเกษตรทดสอบในแปลงทดลอง
- อุปกรณ์ตรวจจับทดสอบในพื้นที่จำลอง
- ระบบโรงงานทดสอบกับเครื่องจักรจริงนอกสายการผลิต

TRL 6 สาธิตต้นแบบระดับระบบในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

ระบบต้นแบบมีองค์ประกอบสำคัญค่อนข้างครบ และผ่านการสาธิตในสภาพแวดล้อมที่สะท้อนการใช้งานจริงอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวอย่างหลักฐาน

- Engineering Prototype
- การรวม Hardware, Software และ Communication
- ผลการทดสอบตาม Test Plan
- การทดสอบต่อเนื่อง
- Failure Log และการแก้ไข
- รายงานจากหน่วยงานร่วมทดสอบ

ตัวอย่าง

- ระบบ IoT ครบวงจรทำงานในพื้นที่นำร่อง
- เครื่องจักรต้นแบบทำงานร่วมกับกระบวนการจริง
- ระบบวิเคราะห์ข้อมูลรับข้อมูลจริงจากหน่วยงานผู้ใช้

TRL 7 สาธิตระบบต้นแบบในสภาพการใช้งานจริง

ระบบถูกติดตั้งและสาธิตในสถานที่ใช้งานจริง มีผู้ใช้จริงและสภาพแวดล้อมจริง แต่ยังคงเป็นระบบนำร่องหรือมีจำนวนจำกัด

ตัวอย่างหลักฐาน

- Field Deployment
- รายงานผลจากสถานที่จริง

- บันทึกการใช้งาน
- การประเมินความเสี่ยง
- ข้อเสนอแนะจากผู้ปฏิบัติงาน
- รายงานปัญหา การซ่อม และการบำรุงรักษา

ตัวอย่าง

- ระบบตรวจจับติดตั้งในพื้นที่ปฏิบัติงานจริง
- ระบบบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ใช้กับเครื่องจักรจริง
- ซอฟต์แวร์ให้ผู้ใช้ในหน่วยงานทดลองใช้งานจริง

TRL 8 ระบบสมบูรณ์และผ่านการทดสอบหรือรับรอง

ระบบได้รับการพัฒนาจนสมบูรณ์ตามข้อกำหนด ผ่านการทดสอบ การยืนยัน หรือการรับรองที่จำเป็น และมีความพร้อมต่อการนำไปใช้งานหรือขยายผล

ตัวอย่างหลักฐาน

- Final System Specification
- รายงาน Qualification Test
- เอกสารรับรองมาตรฐาน
- คู่มือการติดตั้งและบำรุงรักษา
- ระบบควบคุมคุณภาพ
- เอกสารการผลิต
- แผนบริการหลังการใช้งาน

TRL 9 ระบบผ่านการใช้งานจริงอย่างต่อเนื่อง

เทคโนโลยีถูกนำไปใช้งานจริงในภารกิจหรือกระบวนการปกติ และมีข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือ และการบำรุงรักษาจากการดำเนินงานจริง ([NASA Earth Science and Technology Office](#))

ตัวอย่างหลักฐาน

- Operational Records
- จำนวนผู้ใช้หรือหน่วยติดตั้งจริง
- ข้อมูลประสิทธิภาพระยะยาว
- รายงานความขัดข้อง
- หลักฐานการผลิตหรือให้บริการ
- การซื้อขายหรือการใช้ในกระบวนการประจำ
- การติดตามผลลัพธ์และผลกระทบ

ตารางที่ 2.4 สรุป TRL 1-9

TRL	สถานะสำคัญ	สภาพแวดล้อมหลัก	ผลลัพธ์ที่ควรมี
1	ศึกษาหลักการ	การศึกษาเชิงทฤษฎี	องค์ความรู้พื้นฐาน
2	กำหนดแนวคิด	การวิเคราะห์	แนวคิดและการประยุกต์
3	พิสูจน์แนวคิด	ห้องปฏิบัติการเบื้องต้น	PoC
4	ทดสอบต้นแบบ	ห้องปฏิบัติการ	Laboratory Prototype
5	ทดสอบสภาพเกี่ยวข้อง	สนามจำลอง/พื้นที่นำร่อง	Validated Prototype
6	สาธิตระดับระบบ	สภาพเกี่ยวข้อง	Engineering Prototype
7	สาธิตสถานที่จริง	Operational Environment	Field Prototype
8	ระบบสมบูรณ์	ทดสอบและรับรอง	Qualified System
9	ใช้งานจริง	การดำเนินงานปกติ	Proven Operational System

2.2.3 หลักฐานที่ใช้ยืนยัน TRL

การประเมิน TRL ต้องอาศัยหลักฐาน ไม่ควรกำหนดระดับจากคำอธิบายของผู้วิจัยเพียงอย่างเดียว หลักฐานที่ควรจัดเก็บ ได้แก่

- Requirement Specification
- System Architecture
- รายงานออกแบบ
- ภาพและหมายเลขต้นแบบ

- รายงานการทดลอง
- Raw Data
- Test Procedure
- Test Result
- Calibration Certificate
- Source Code Version
- Bill of Materials
- Failure and Maintenance Log
- ความเห็นของผู้ใช้
- หนังสือรับรองการทดสอบ
- คู่มือและเอกสารการผลิต
- หลักฐานการใช้งานจริง

หลักฐานควรระบุวัน สถานที่ รุ่นของต้นแบบ ผู้ดำเนินการ เงื่อนไขการทดลอง และเกณฑ์ผ่านหรือไม่ผ่านอย่างชัดเจน

2.2.4 ขั้นตอนประเมิน TRL

การประเมินสามารถดำเนินการตามลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุเทคโนโลยีที่ประเมิน

ต้องกำหนดขอบเขตให้ชัดว่าเป็น

- องค์ประกอบย่อย
- Subsystem
- Software Module
- อุปกรณ์ต้นแบบ
- ระบบครบวงจร
- กระบวนการผลิต

ไม่ควรประเมิน TRL รวมทั้งโครงการ หากองค์ประกอบแต่ละส่วนมีความพร้อมต่างกัน

ขั้นตอนที่ 2 ระบุสภาพแวดล้อมเป้าหมาย

ตัวอย่างเช่น

- ห้องปฏิบัติการ
- โรงงาน
- แปลงเกษตร
- พื้นที่กลางแจ้ง
- รถไฟ
- โรงพยาบาล
- ระบบไฟฟ้าแรงสูง
- ระบบออนไลน์ที่มีผู้ใช้จริง

คำว่า “สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง” และ “สภาพการใช้งานจริง” ต้องนิยามให้เหมาะกับเทคโนโลยีนั้น

ขั้นตอนที่ 3 รวบรวมหลักฐาน

รวบรวมผลการทดสอบ เอกสารต้นแบบ ข้อมูลจากผู้ใช้ และหลักฐานการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบกับเกณฑ์

พิจารณาว่าผลงานผ่านเกณฑ์ของระดับใดครบถ้วน ไม่ควรข้ามระดับเพราะมีต้นแบบภายนอกดูสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินช่องว่าง

ระบุสิ่งที่ยังขาด เช่น

- การทดสอบภาคสนาม
- ความทนทาน
- Cybersecurity
- มาตรฐาน
- ต้นทุน
- คู่มือ

- การบำรุงรักษา
- การยืนยันโดยผู้ใช้

ขั้นตอนที่ 6 จัดทำแผนยกระดับ

กำหนดกิจกรรม งบประมาณ ระยะเวลา ผู้รับผิดชอบ และหลักฐานเป้าหมายสำหรับ TRL ระดับถัดไป

2.2.5 ตัวอย่างการประเมิน TRL ของระบบวิศวกรรม

ตัวอย่าง ระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนผ่าน IoT

ระยะการพัฒนา	กิจกรรม	TRL โดยประมาณ
ศึกษาหลักการเซนเซอร์และการสื่อสาร	ทบทวนทฤษฎีและงานเดิม	1-2
ทดลองอ่านค่าจากเซนเซอร์	Breadboard และโค้ดเบื้องต้น	3
รวมเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Dashboard	ทดสอบในห้องปฏิบัติการ	4
ทดสอบระบบในพื้นที่จำลอง	ประเมินระยะสื่อสารและสิ่งแวดล้อม	5
ติดตั้งต้นแบบระบบในพื้นที่นำร่อง	ทดสอบต่อเนื่องและบันทึกความผิดพลาด	6
ใช้งานโดยหน่วยงานเป้าหมาย	ทดสอบในการกิจจริง	7
ปรับระบบตามข้อกำหนดและมาตรฐาน	คู่มือ การรับรอง และพร้อมขยายผล	8
ใช้งานหลายพื้นที่อย่างต่อเนื่อง	มีข้อมูลผลการดำเนินงานจริง	9

ระดับดังกล่าวเป็นตัวอย่างเบื้องต้น การประเมินจริงต้องพิจารณาหลักฐานและนิยามสภาพแวดล้อมของแต่ละโครงการ

2.2.6 ข้อผิดพลาดที่พบบ่อยในการระบุ TRL

1. ใช้การสร้างต้นแบบเป็นหลักฐาน TRL 7

การมีต้นแบบไม่ได้หมายความว่าผ่านการสาธิตในสภาพจริง หากทดสอบเฉพาะในห้องปฏิบัติการ อาจอยู่เพียง TRL 4

2. ประเมินทั้งระบบจากส่วนที่พร้อมที่สุด

ระบบอาจมี Hardware TRL 7 แต่ Software หรือ Communication ยังอยู่ TRL 4 ระดับรวมควรพิจารณาองค์ประกอบวิกฤตที่ยังไม่พร้อม

3. ไม่มีเกณฑ์ผ่านก่อนทดสอบ

การทดลองโดยไม่กำหนด Requirement และ Acceptance Criteria ทำให้ไม่สามารถยืนยันว่าเทคโนโลยีผ่านระดับนั้นจริง

4. ใช้พื้นที่มหาวิทยาลัยแทนสภาพจริงโดยอัตโนมัติ

พื้นที่ทดสอบจะถือว่าเกี่ยวข้องหรือเป็นสถานการณ์จริงได้ต่อเมื่อมีปัจจัยสำคัญใกล้เคียงกับพื้นที่ใช้งานเป้าหมาย

5. ระบุ TRL จากจำนวนผู้เข้าร่วม

จำนวนผู้ทดลองใช้ไม่ได้ยืนยันระดับ หากระบบยังไม่ครบหรือไม่ได้ใช้ในกระบวนการจริง

6. มองข้ามความเสี่ยงและการบำรุงรักษา

TRL สูงต้องพิจารณาความต่อเนื่อง การแก้ไขข้อผิดพลาด อะไหล่ คู่มือ และผู้รับผิดชอบ ไม่ใช่เพียงการสาธิตครั้งเดียว

2.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง IP และ TRL

การวางแผน IP ควรสอดคล้องกับระดับ TRL

ตารางที่ 2.5 แนวทางบริหาร IP ตามระดับ TRL

ช่วง TRL	ลักษณะงาน	กิจกรรม IP ที่เหมาะสม
TRL 1-2	หลักการและแนวคิด	บันทึกแนวคิด ตรวจสอบเดิม กำหนดการรักษาความลับ

ช่วง TRL	ลักษณะงาน	กิจกรรม IP ที่เหมาะสม
TRL 3	Proof of Concept	ประเมินความใหม่ ระบุผู้ประดิษฐ์ จัดทำ Invention Disclosure
TRL 4	ต้นแบบห้องปฏิบัติการ	ตัดสินใจยื่นคำขอก่อนเปิดเผย ตรวจสอบสิทธิใน Software และข้อมูล
TRL 5-6	ทดสอบและสาธิต	ปรับขอบเขต IP ใช้ NDA และสัญญาทดสอบร่วม
TRL 7	ทดลองในสถานที่จริง	กำหนดสิทธิในข้อมูลและการปรับปรุงจากผู้ใช้
TRL 8	พร้อมถ่ายทอด	ประเมิน Licensing, FTO, มาตรฐาน และมูลค่าเทคโนโลยี
TRL 9	ใช้งานจริง	บริหารสัญญา รายได้ การรักษาสหสิทธิ และการละเมิด

ไม่ควรรออนเทคโนโลยีถึง TRL 7 หรือ TRL 8 จึงพิจารณาสิทธิบัตร เพราะอาจมีการเปิดเผยผลงานไปก่อนแล้ว ในทางกลับกัน ไม่ควรยื่นคำขอทุกแนวคิดตั้งแต่ TRL 1 โดยยังไม่ประเมินศักยภาพทางเทคนิคและการใช้ประโยชน์

2.2.8 แบบประเมิน TRL เบื้องต้น

ผู้วิจัยสามารถใช้คำถามต่อไปนี้ประกอบการประเมิน

ด้านหลักการและแนวคิด

- ☐ มีหลักการทางวิทยาศาสตร์รองรับ
- ☐ ระบุการประยุกต์ใช้ที่ชัดเจน
- ☐ มี System Concept หรือ Block Diagram
- ☐ ระบุปัญหาและผู้ใช้เป้าหมายแล้ว

ด้าน Proof of Concept และต้นแบบ

- ☐ พิสูจน์ฟังก์ชันหลักแล้ว
- ☐ มีข้อมูลทดลองสนับสนุน
- ☐ มีต้นแบบที่สามารถทำงานซ้ำได้
- ☐ องค์ประกอบสำคัญถูกรวมเข้าด้วยกัน
- ☐ มีรายงานการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ด้านสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

- ☐ นิยามสภาพแวดล้อมเป้าหมายแล้ว
- ☐ ทดสอบปัจจัยด้านอุณหภูมิ ความชื้น หรือการรบกวน
- ☐ ทดสอบกับข้อมูลหรืออุปกรณ์จริง
- ☐ มีผู้ใช้ร่วมประเมิน
- ☐ ผ่าน Requirement สำคัญ

ด้านการใช้งานจริง

- ☐ ติดตั้งในสถานที่จริง
- ☐ มีบันทึกการใช้งานต่อเนื่อง
- ☐ มีการวิเคราะห์ความขัดข้อง
- ☐ มีคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา
- ☐ มีบุคลากรผู้รับผิดชอบ
- ☐ ผ่านมาตรฐานหรือการรับรองที่จำเป็น
- ☐ มีหลักฐานผลลัพธ์จากผู้ใช้จริง

2.2.9 ตารางวางแผนยกระดับ TRL

ประเด็น	สถานะปัจจุบัน	ช่องว่าง	กิจกรรมระยะถัดไป	หลักฐานเป้าหมาย
Function				
Hardware				
Software				
Communication				
Environment				
Safety				
Reliability				
User Validation				
Standard				

ประเด็น	สถานะปัจจุบัน	ช่องว่าง	กิจกรรมระยะถัดไป	หลักฐานเป้าหมาย
Production				
Maintenance				
IP				

ตารางนี้ช่วยให้การยกระดับ TRL ไม่จำกัดเฉพาะการสร้างต้นแบบรุ่นใหม่ แต่ครอบคลุมความพร้อมด้านการผลิต การใช้งาน ความปลอดภัย และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วย

สรุปท้ายบท

การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาและการประเมิน TRL เป็นเครื่องมือสำคัญในการนำงานวิจัยทางวิศวกรรมไปสู่การใช้ประโยชน์ สิทธิบัตรเหมาะกับการประดิษฐ์ที่มีความใหม่และมีขั้นการประดิษฐ์ อนุสิทธิบัตรเหมาะกับการประดิษฐ์ใหม่หรือการปรับปรุงที่มีความซับซ้อนไม่สูง ลิขสิทธิ์เหมาะกับโปรแกรม เอกสาร และรูปแบบการแสดงออก ส่วนความลับทางการค้าเหมาะกับข้อมูลที่มีมูลค่าและสามารถรักษาไว้เป็นความลับได้

งานวิจัยหนึ่งโครงการอาจใช้การคุ้มครองหลายประเภทร่วมกัน โดยต้องพิจารณาลักษณะผลงาน ความสามารถในการรักษาความลับ อายุทางการตลาด และแผนการถ่ายทอด การคุ้มครองที่ดีไม่ใช่การยื่นคำขอให้มากที่สุด แต่เป็นการเลือกสิทธิที่เหมาะสมและนำสิทธินั้นไปสนับสนุนการใช้ประโยชน์

TRL ช่วยสื่อสารว่าเทคโนโลยีอยู่ในขั้นใด ตั้งแต่การศึกษาหลักการใน TRL 1 ไปจนถึงการใช้งานจริงใน TRL 9 ภาระของ TRL ต้องมีหลักฐานจากการออกแบบ การทดลอง การสาธิต และการใช้งาน ไม่ควรประเมินจากลักษณะภายนอกของต้นแบบเพียงอย่างเดียว

หลักฐานสำคัญสามารถสรุปได้ว่า

IP ช่วยคุ้มครองและสร้างสิทธิในเทคโนโลยี ขณะที่ TRL ช่วยยืนยันความพร้อมของเทคโนโลยี ทั้งสองส่วนต้องได้รับการวางแผนร่วมกันเพื่อให้งานวิจัยสามารถพัฒนา ถ่ายทอด และสร้างมูลค่าได้อย่างเป็นรูปธรรม

บทที่ 3

เส้นทางและแนวปฏิบัติที่ดีในการคุ้มครอง IP (IP Protection Journey)

บทนำ

การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาไม่ใช่กิจกรรมที่เริ่มต้นเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ แต่เป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินควบคู่กับการพัฒนางานวิจัย ตั้งแต่การกำหนดโจทย์ การสืบค้นองค์ความรู้เดิม การบันทึกการพัฒนา การสร้างต้นแบบ การทดสอบ ไปจนถึงการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผลงานวิจัยทางวิศวกรรมอาจสูญเสียโอกาสในการขอรับความคุ้มครอง หากนักวิจัยเปิดเผยรายละเอียดสำคัญต่อสาธารณะก่อนยื่นคำขอ เช่น การตีพิมพ์บทความ การนำเสนอผลงาน การจัดนิทรรศการ หรือการเผยแพร่ภาพต้นแบบผ่านสื่อออนไลน์ ในขณะเดียวกัน การยื่นคำขอโดยไม่สืบค้นงานที่มีอยู่ก่อนอาจทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย เนื่องจากเทคโนโลยีที่ต้องการคุ้มครองอาจไม่มีความใหม่หรือมีความแตกต่างจากงานเดิมไม่เพียงพอ

เส้นทางในการคุ้มครอง IP จึงควรเริ่มจากการจำแนกสาระสำคัญของผลงาน สืบค้นงานปรากฏมาก่อน วิเคราะห์ความใหม่ ควบคุมการเปิดเผย ระบุผู้ประดิษฐ์และเจ้าของสิทธิ จัดทำคำขอคุ้มครอง และเชื่อมโยงสิทธิดังกล่าวกับแผนพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี

บทนี้แนะนำแนวปฏิบัติสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ การสืบค้นงานปรากฏมาก่อนผ่านฐานข้อมูล WIPO PATENTSCOPE, Google Patents และกรมทรัพย์สินทางปัญญา และการควบคุมการเปิดเผยข้อมูลก่อนยื่นคำขอ เพื่อรักษาความใหม่และลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียสิทธิ

3.1 การสืบค้นงานปรากฏมาก่อนผ่านฐานข้อมูล WIPO, Google Patents และ DIP

3.1.1 ความหมายของงานปรากฏมาก่อน

งานปรากฏมาก่อน หรือ Prior Art หมายถึง ข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่ได้รับการเปิดเผยต่อสาธารณะก่อนวันที่เกี่ยวข้องกับการยื่นคำขอรับสิทธิ ข้อมูลดังกล่าวอาจอยู่ในรูปของ

- สิทธิบัตรหรือคำขอสิทธิบัตรที่ประกาศเผยแพร่แล้ว
- บทความวิจัย
- วิทยานิพนธ์
- หนังสือและตำรา
- รายงานทางเทคนิค
- มาตรฐาน
- คู่มือผลิตภัณฑ์
- Datasheet
- เว็บไซต์
- วิดีโอ
- เอกสารการประชุม
- ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่าย
- การจัดแสดงหรือสาธิตต่อสาธารณะ
- การใช้งานที่บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงได้

Prior Art ไม่ได้จำกัดเฉพาะเอกสารสิทธิบัตร และไม่จำกัดเฉพาะข้อมูลในประเทศไทย หากข้อมูลถูกเปิดเผยในประเทศอื่นหรือในภาษาต่างประเทศ ก็อาจมีผลต่อการพิจารณาความใหม่ของการประดิษฐ์ได้

การสืบค้นจึงต้องครอบคลุมทั้ง Patent Literature และ Non-patent Literature โดยใช้หลายฐานข้อมูลร่วมกัน ไม่ควรสรุปว่าเทคโนโลยีมีความใหม่เพียงเพราะค้นไม่พบด้วยคำสำคัญเพียงหนึ่งหรือสองคำ

3.1.2 วัตถุประสงค์ของการสืบค้น Prior Art

การสืบค้นงานเดิมมีวัตถุประสงค์มากกว่าการตรวจว่ามีสิทธิบัตรเหมือนกับผลงานหรือไม่ โดยสามารถใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. ประเมินความใหม่ของผลงาน

ช่วยตรวจสอบว่าองค์ประกอบหรือวิธีการสำคัญเคยถูกเปิดเผยแล้วหรือไม่ หากพบงานที่เหมือนกันทั้งหมด อาจไม่เหมาะที่จะยื่นคำขอในรูปแบบเดิม

2. ประเมินขั้นการประดิษฐ์

แม้ไม่พบเอกสารฉบับเดียวที่เปิดเผยทุกองค์ประกอบ แต่หลายเอกสารอาจเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกันแล้ว ทำให้แนวทางดังกล่าวเป็นสิ่งที่คาดหมายได้โดยง่ายสำหรับผู้เชี่ยวชาญในสาขา

3. ปรับปรุงทิศทางการวิจัย

งานเดิมช่วยให้เห็นข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่มีอยู่ และช่วยกำหนดจุดแตกต่างที่ควรพัฒนาต่อ

4. ลดการทำงานซ้ำ

ช่วยหลีกเลี่ยงการลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีที่มีผู้ดำเนินการไว้แล้ว

5. สนับสนุนการร่างคำขอ

ผลการสืบค้นช่วยให้ระบุภูมิหลังของการประดิษฐ์ ปัญหาทางเทคนิค จุดแตกต่าง และขอบเขตข้อถือสิทธิได้ชัดเจนขึ้น

6. วิเคราะห์คู่แข่งและแนวโน้มเทคโนโลยี

ข้อมูลสิทธิบัตรสามารถแสดงผู้ยื่นคำขอ ประเทศที่ยื่น ช่วงเวลาที่พัฒนา และกลุ่มเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจ

7. ประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น

การพบสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องช่วยให้นักวิจัยทราบว่าควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมก่อนพัฒนา ผลิตภัณฑ์ หรือถ่ายทอดเทคโนโลยี

WIPO ระบุว่า การสืบค้น Prior Art สามารถช่วยลดการยื่นคำขอที่มีโอกาสไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากมีข้อมูลเดิมที่ทำลายความใหม่หรือส่งผลต่อความสามารถในการขอรับสิทธิ ([WIPO](#))

3.1.3 ความแตกต่างระหว่าง Prior Art Search กับ Freedom to Operate

นักวิจัยควรแยกวัตถุประสงค์ของการสืบค้นสองประเภทให้ชัดเจน

Prior Art หรือ Patentability Search

ใช้ประเมินว่า “ผลงานของเรามีความใหม่และมีโอกาสขอรับความคุ้มครองหรือไม่”

ประเด็นที่พิจารณา ได้แก่

- มีเอกสารเดิมเปิดเผยสาระสำคัญหรือไม่
- จุดแตกต่างจากงานเดิมคืออะไร
- จุดแตกต่างมีผลทางเทคนิคหรือไม่
- ผลงานมีโอกาสผ่านเงื่อนไขการขอรับสิทธิหรือไม่

Freedom to Operate: FTO Search

ใช้ประเมินว่า “การผลิต ใช้ จำหน่าย หรือนำเทคโนโลยีออกสู่ตลาด มีความเสี่ยงละเมิดสิทธิของผู้อื่นหรือไม่”

FTO ต้องพิจารณาเพิ่มเติม เช่น

- ข้อถือสิทธิที่ยังมีผลบังคับ
- ประเทศหรือเขตอำนาจที่ต้องการดำเนินธุรกิจ
- วันหมดอายุและสถานะทางกฎหมาย
- องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ
- เงื่อนไขการอนุญาตใช้สิทธิ

การสืบค้นเบื้องต้นโดยนักวิจัยไม่สามารถทดแทนการวิเคราะห์ FTO โดยผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายสิทธิบัตร โดยเฉพาะเมื่อเทคโนโลยีกำลังเข้าสู่การผลิต การลงทุน หรือการจำหน่ายเชิงพาณิชย์

3.1.4 การเตรียมข้อมูลก่อนเริ่มสืบค้น

ก่อนเข้าสู่ฐานข้อมูล นักวิจัยควรจัดทำ Technology Breakdown โดยแยกผลงานออกเป็นองค์ประกอบสำคัญ ไม่ควรค้นจากชื่อโครงการแบบเต็มเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างโครงการ “ระบบควบคุมการให้น้ำตามปริมาณจริงแบบป้อนกลับรายโซน” สามารถแยกองค์ประกอบได้เป็น

- ระบบให้น้ำหลายโซน
- การกำหนดปริมาณเป้าหมาย

- มาตรฐานอัตราการไหล
- การสะสมปริมาตรน้ำจริง
- การเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าเป้าหมาย
- การปิดวาล์วเมื่อถึงค่ากำหนด
- การควบคุมปั๊ม
- การบันทึกข้อมูล
- การใช้ข้อมูลสภาพอากาศหรือความชื้นดิน

จากนั้นให้ระบุ 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่

1. ปัญหาทางเทคนิค

ระบบเดิมมีข้อจำกัดอย่างไร เช่น ควบคุมจากเวลาโดยไม่ตรวจสอบปริมาตรจริง

2. วิธีแก้ปัญหา

ผลงานใช้โครงสร้าง ขั้นตอน หรือหลักการใดในการแก้ปัญหา

3. ผลทางเทคนิค

ผลที่เกิดขึ้นแตกต่างจากงานเดิมอย่างไร เช่น ลดความคลาดเคลื่อนของน้ำในแต่ละโซน หรือปิดวาล์วตามปริมาตรสะสมจริง

การสืบค้นที่ดีควรให้ความสำคัญกับ “วิธีทำงาน” และ “ผลทางเทคนิค” มากกว่าคำโฆษณาหรือชื่อผลิตภัณฑ์

3.1.5 การจัดทำคำสำคัญ

คำสำคัญควรจัดเป็นกลุ่ม เพื่อให้สามารถผสมคำค้นได้หลายรูปแบบ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการจัดกลุ่มคำสำคัญ

กลุ่ม	ตัวอย่างคำสำคัญ
อุปกรณ์	irrigation controller, flow meter, solenoid valve

กลุ่ม	ตัวอย่างคำสำคัญ
หน้าที่	control, regulate, measure, terminate
ตัวแปร	volume, flow rate, accumulated flow
วิธีการ	feedback control, closed-loop control
โครงสร้าง	multi-zone, zone-based, distributed
ผลลัพธ์	precise irrigation, water saving, volume accuracy

ควรเตรียมคำพ้องและคำใกล้เคียง เช่น

- irrigation / watering
- flow sensor / flow meter
- actual volume / delivered volume / accumulated volume
- terminate / stop / close / shut off
- zone / section / irrigation area
- controller / control unit / processor

การค้นควรเริ่มจากคำกว้าง แล้วค่อยเพิ่มเงื่อนไขเพื่อจำกัดผลลัพธ์ หากเริ่มจากประโยคที่เฉพาะเกินไป อาจไม่พบเอกสารที่ใช้ถ้อยคำต่างกันแต่มีหลักการเดียวกัน

3.1.6 การค้นด้วยรหัสจำแนกสิทธิบัตร

การค้นด้วยคำสำคัญเพียงอย่างเดียวมีข้อจำกัดจากภาษา การแปล และการเลือกใช้ศัพท์ จึงควรใช้รหัสจำแนกสิทธิบัตรร่วมด้วย เช่น

- International Patent Classification: IPC
- Cooperative Patent Classification: CPC

รหัสจำแนกช่วยจัดกลุ่มสิทธิบัตรตามลักษณะเทคโนโลยี ทำให้สามารถค้นเอกสารที่มีแนวคิดใกล้เคียงแม้ใช้คำศัพท์ต่างกัน

แนวทางใช้งาน ได้แก่

1. ค้นด้วยคำสำคัญเพื่อหาเอกสารที่ใกล้เคียง
2. เปิดดูรหัส IPC หรือ CPC ของเอกสารนั้น
3. ใช้รหัสดังกล่าวค้นซ้ำ
4. ผสมรหัสกับคำสำคัญเฉพาะของผลงาน
5. ตรวจสอบหมวดย่อยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับระบบ DIP อาจต้องทดลองรูปแบบรหัสทั้งที่มีและไม่มีช่องว่าง เนื่องจากหน้าระบบค้นหามีคำแนะนำให้ค้น IPC หลายรูปแบบในบางกรณี ([IP Thailand](#))

3.1.7 การสืบค้นผ่าน WIPO PATENTSCOPE

PATENTSCOPE เป็นฐานข้อมูลขององค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก สามารถสืบค้นคำขอระหว่างประเทศภายใต้ระบบ PCT รวมถึงเอกสารจากสำนักงานสิทธิบัตรระดับประเทศและภูมิภาคที่เข้าร่วม ฐานข้อมูลรองรับการค้นด้วยคำสำคัญ รหัส IPC เลขที่เอกสาร ชื่อผู้ประดิษฐ์ ผู้ยื่นคำขอ และเกณฑ์อื่น ๆ ([Patentscope](#))

จุดเด่น

- เหมาะสำหรับค้นเอกสารสิทธิบัตรระหว่างประเทศ
- รองรับการค้นหาหลายเขตข้อมูล
- สามารถใช้ IPC ร่วมกับคำสำคัญ
- แสดงข้อมูลครอบครัวสิทธิบัตรในหลายประเทศ
- มี Abstract, Description, Claims และ Drawing ตามข้อมูลที่เผยแพร่
- เหมาะกับการตรวจสอบเส้นทางการยื่นผ่านระบบ PCT

ขั้นตอนการค้นเบื้องต้น

1. กำหนดคำสำคัญภาษาอังกฤษ
2. ค้นแบบ Simple Search เพื่อดูภาพรวม

3. เลือกเอกสารที่ใกล้เคียง
4. ตรวจสอบ Abstract และ Drawing
5. ตรวจสอบ Claims ของเอกสารที่สำคัญ
6. บันทึกรหัส IPC
7. ค้นหาด้วย IPC และคำสำคัญ
8. ตรวจสอบเอกสารที่ถูกอ้างถึงและเอกสารที่อ้างถึงงานนั้น
9. ตรวจสอบ Patent Family และวันที่สำคัญ
10. บันทึกผลลงใน Prior Art Matrix

สิ่งที่ควรตรวจสอบในเอกสาร

- Publication Number
- Application Number
- Priority Date
- Filing Date
- Publication Date
- Applicant
- Inventor
- IPC/CPC
- Abstract
- Claims
- Drawings
- Cited Documents
- Patent Family
- Legal Status ที่แสดงในระบบ

ไม่ควรอ่านเฉพาะชื่อเรื่องหรือบทคัดย่อ เนื่องจากรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับผลงานอาจอยู่ใน Description หรือ Claims

3.1.8 การสืบค้นผ่าน Google Patents

Google Patents เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการค้นเบื้องต้น เนื่องจากรองรับการค้นแบบข้อความทั่วไป วลี เฉพาะ เลขเอกสาร ชื่อผู้ประดิษฐ์ และชื่อผู้ยื่นคำขอ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ตัวกรอง เช่น inventor:, assignee: และเงื่อนไขวันที่ได้ และมีตัวเลือกให้รวม Non-patent Literature จาก Google Scholar ในการค้น Prior Art ([Google Support](#))

Google ระบุว่าฐานข้อมูลครอบคลุมเอกสารสิทธิบัตรจากสำนักงานมากกว่า 100 แห่ง รวมทั้งเอกสารทางเทคนิค หนังสือ และข้อมูลที่เชื่อมโยงกับ Google Scholar และ Google Books ([Google Support](#))

จุดเด่น

- ใช้งานง่ายและค้นแบบภาษาธรรมชาติได้
- แสดงรูป Drawing และ PDF
- แสดงเอกสารอ้างอิง
- แสดง Similar Documents
- เชื่อมโยง Patent Family
- รองรับการค้นวลีและตัวกรอง
- เหมาะกับการสำรวจคำศัพท์และคู่แข่ง

ตัวอย่างรูปแบบคำค้น

"closed loop irrigation" flow volume

(irrigation OR watering) "accumulated volume" valve

assignee:"Company Name" irrigation controller

inventor:"Surname" flow sensor

before:2024-01-01 multi-zone irrigation

แนวทางการใช้งาน

1. เริ่มจากคำสำคัญ 2-4 คำ
2. ตรวจสอบคำศัพท์ที่ใช้ในเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3. เพิ่มคำฟ้องหรือวลีเฉพาะ
4. ใช้ตัวกรองวันที่และผู้ยื่นคำขอ
5. ตรวจสอบ Similar Documents
6. เปิดอ่าน Claims และ Drawing
7. ตรวจสอบลิงก์ไปยังเอกสารต้นฉบับ
8. นำเลขเอกสารไปตรวจสอบใน WIPO หรือฐานข้อมูลสำนักงานที่เกี่ยวข้อง

ผลลัพธ์ใน Google Patents แสดงข้อความเต็ม รูปภาพ Metadata เอกสาร PDF และรายการอ้างอิงตามข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ ([Google Support](#))

3.1.9 การสืบค้นผ่านกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ระบบสืบค้นของกรมทรัพย์สินทางปัญญาเหมาะสำหรับตรวจสอบคำขอและเอกสารที่ประกาศเผยแพร่ในประเทศไทย สามารถค้นข้อมูลสิทธิบัตรการประดิษฐ์ อนุสิทธิบัตร และสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามประเภทข้อมูลที่ระบบรองรับ ([IP Thailand](#))

จุดเด่น

- ใช้ตรวจคำขอที่ยื่นหรือประกาศในประเทศไทย
- ค้นด้วยคำภาษาไทยได้
- ตรวจสอบชื่อผู้ยื่นและผู้ประดิษฐ์ในประเทศไทย
- ตรวจสอบเลขที่คำขอ เลขประกาศ และข้อมูลสถานะที่ระบบแสดง
- เหมาะสำหรับตรวจสอบผลงานของมหาวิทยาลัย บริษัท และนักประดิษฐ์ไทย

ขั้นตอนการค้น

1. ค้นด้วยคำสำคัญภาษาไทย
2. ค้นซ้ำด้วยคำภาษาอังกฤษ
3. ทดลองคำฟ้องและรูปแบบการสะกด
4. ใช้เลขที่คำขอหรือเลขประกาศเมื่อทราบ
5. ตรวจสอบชื่อผู้ยื่นและผู้ประดิษฐ์
6. ตรวจสอบรหัส IPC

7. เปิดเอกสารประกาศเพื่ออ่านรายละเอียด
8. บันทึกเลขที่ วันที่ และสาระสำคัญ

ข้อมูลที่สืบค้นได้ในระบบ DIP เป็นข้อมูลที่ประกาศโฆษณาแล้ว จึงอาจไม่ครอบคลุมคำขอที่ยังไม่ถึงขั้นเผยแพร่ต่อสาธารณะ ([IP Thailand](#))

3.1.10 การอ่านเอกสารสิทธิบัตรอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารสิทธิบัตรมีความยาวมาก การอ่านจึงควรเป็นลำดับ

ขั้นที่ 1 อ่านข้อมูลบรรณานุกรม

ตรวจสอบชื่อเรื่อง ผู้ยื่น ผู้ประดิษฐ์ วันที่ยื่น วันที่ถือสิทธิก่อน และรหัส IPC/CPC

ขั้นที่ 2 อ่าน Abstract

ใช้คัดกรองว่าเอกสารเกี่ยวข้องกับงานหรือไม่ แต่ยังไม่ควรสรุปจาก Abstract เพียงอย่างเดียว

ขั้นที่ 3 ดู Drawing

ช่วยให้เข้าใจโครงสร้าง องค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบได้รวดเร็ว

ขั้นที่ 4 อ่าน Independent Claims

ข้อถือสิทธิอิสระแสดงองค์ประกอบหลักที่ผู้ยื่นต้องการคุ้มครอง จึงเป็นส่วนสำคัญที่สุดสำหรับการเปรียบเทียบขอบเขตเทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 อ่าน Description

ใช้ทำความเข้าใจปัญหา วิธีทำงาน ตัวอย่าง และความหมายของคำที่ใช้ใน Claims

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบเอกสารอ้างอิง

ช่วยค้นต่อไปยังงานที่เก่ากว่าและเกี่ยวข้องมากขึ้น

3.1.11 การจัดทำ Prior Art Matrix

ผลการสืบค้นควรถูกบันทึกอย่างเป็นระบบ ไม่ควรเก็บเฉพาะลิงก์หรือไฟล์ PDF โดยไม่มีการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่าง Prior Art Matrix

ลำดับ	เลขเอกสาร/ แหล่งข้อมูล	วันที่ เผยแพร่	สาระสำคัญ	ส่วนที่ เหมือน	ส่วนที่ แตกต่าง	ระดับความ เกี่ยวข้อง
1						
2						
3						

ควรแยกคุณลักษณะสำคัญของการประดิษฐ์เป็นรายชื่อ แล้วเปรียบเทียบกับเอกสารแต่ละฉบับ

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่าง Claim Feature Mapping

คุณลักษณะของผลงาน	เอกสาร A	เอกสาร B	เอกสาร C	ผลงานของผู้วิจัย
ระบบหลายโซน	✓	✓	–	✓
วัดอัตราการไหลจริง	✓	–	✓	✓
สะสมปริมาตรรายโซน	–	–	✓	✓
เปรียบเทียบค่าเป้าหมายกับค่าจริง	–	✓	–	✓
ปิดวาล์วตามปริมาตรสะสม	–	–	–	✓

เครื่องหมายว่าไม่พบคุณลักษณะในเอกสารที่สืบค้น ไม่ได้ยืนยันโดยอัตโนมัติว่าผลงานมีความใหม่ทั่วโลก แต่ช่วยให้นักวิจัยระบุจุดที่ควรสืบค้นและวิเคราะห์เพิ่มเติม

3.1.12 การสรุปผลการสืบค้น

ผลการสืบค้นเบื้องต้นอาจสรุปได้ 4 ลักษณะ

กรณีที่ 1 พบงานเหมือนหรือใกล้เคียงมาก

ควรทบทวนความเหมาะสมในการยื่นคำขอ หรือปรับจุดเน้นไปยังส่วนที่มีความแตกต่างจริง

กรณีที่ 2 พบองค์ประกอบบางส่วนในหลายเอกสาร

ต้องวิเคราะห์ว่าการรวมองค์ประกอบเหล่านั้นเป็นสิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญสามารถทำได้โดยง่ายหรือไม่

กรณีที่ 3 พบงานใกล้เคียงแต่มีผลทางเทคนิคต่างกัน

ควรอธิบายให้ชัดว่าความแตกต่างดังกล่าวแก้ปัญหาอะไรและให้ผลที่พิสูจน์ได้อย่างไร

กรณีที่ 4 ยังไม่พบงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง

ควรขยายคำค้น ใช้ IPC/CPC ค้นฐานข้อมูลอื่น และตรวจ Non-patent Literature ก่อนสรุป

3.1.13 ข้อผิดพลาดที่พบบ่อยในการสืบค้น

- ค้นเฉพาะชื่อโครงการ
- ใช้คำภาษาไทยเพียงภาษาเดียว
- ใช้คำค้นยาวและเฉพาะเกินไป
- ไม่ใช้คำพ้อง
- ไม่ค้นด้วย IPC หรือ CPC
- อ่านเฉพาะ Abstract
- ไม่ตรวจ Claims
- ไม่ตรวจเอกสารอ้างอิง
- ไม่ตรวจวันที่เผยแพร่
- เชื่อว่าค้นไม่พบเท่ากับไม่มีงานเดิม
- ใช้ผลค้นจากฐานข้อมูลเดียว
- สรุปสถานะทางกฎหมายจากข้อมูลไม่ครบ

- สัมพันธ์ระหว่าง Patentability กับ FTO

3.1.14 Checklist การสืบค้น Prior Art

- ☐ แยกองค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีแล้ว
- ☐ ระบุปัญหา วิธีแก้ และผลทางเทคนิคแล้ว
- ☐ จัดทำคำสำคัญภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ เตรียมคำฟ้องและคำที่เกี่ยวข้อง
- ☐ ค้นด้วย IPC หรือ CPC
- ☐ ค้นทั้ง Patent และ Non-patent Literature
- ☐ ใช้ WIPO PATENTSCOPE
- ☐ ใช้ Google Patents
- ☐ ใช้ฐานข้อมูล DIP
- ☐ อ่าน Claims ของเอกสารสำคัญ
- ☐ ตรวจ Drawing และ Description
- ☐ ตรวจเอกสารอ้างอิงและ Patent Family
- ☐ ตรวจวันที่เผยแพร่
- ☐ จัดทำ Prior Art Matrix
- ☐ ระบุจุดเหมือนและจุดแตกต่าง
- ☐ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบก่อนตัดสินใจยื่นคำขอ

3.2 ข้อควรระวังด้าน Public Disclosure Control

3.2.1 ความหมายของการเปิดเผยต่อสาธารณะ

Public Disclosure หมายถึง การเปิดเผยสาระของการประดิษฐ์ในลักษณะที่บุคคลภายนอกสามารถเข้าถึงหรือรับรู้ได้ โดยไม่มีข้อผูกพันในการรักษาความลับ

การเปิดเผยอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจ และไม่จำเป็นต้องเป็นการตีพิมพ์บทความอย่างเป็นทางการเท่านั้น การเปิดเผยผ่านการนำเสนอ การแสดงต้นแบบ เว็บไซต์ หรือสื่อสังคมอาจส่งผลกระทบต่อความใหม่ได้เช่นกัน

WIPO เตือนว่าการเปิดเผยสิ่งประดิษฐ์ก่อนยื่นคำขออาจทำลายความใหม่และทำให้ไม่สามารถขอรับสิทธิบัตรได้ เว้นแต่กฎหมายที่เกี่ยวข้องจะมีข้อยกเว้นหรือ Grace Period ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ([WIPO](#))

หลักปฏิบัติที่ปลอดภัยจึงควรถือว่า

ห้ามเปิดเผยสาระสำคัญของการประดิษฐ์ต่อสาธารณะก่อนยื่นคำขอ เว้นแต่ได้รับการประเมินและอนุมัติจากหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว

3.2.2 ตัวอย่างกิจกรรมที่อาจเป็น Public Disclosure

ด้านวิชาการ

- การตีพิมพ์บทความ
- การเผยแพร่ Preprint
- การนำเสนอในการประชุม
- การเผยแพร่ Proceeding
- การสอบวิทยานิพนธ์แบบเปิด
- การนำวิทยานิพนธ์เข้าสู่ฐานข้อมูลสาธารณะ
- การเผยแพร่รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
- การส่งเอกสารประกอบการสอนที่เปิดให้บุคคลทั่วไปเข้าถึง

ด้านนิทรรศการและการแข่งขัน

- การจัดแสดงต้นแบบ
- การสาธิตการทำงาน
- การส่งรายละเอียดประกวด
- การเผยแพร่โปสเตอร์
- การแจกเอกสารผลิตภัณฑ์
- การให้กรรมการหรือผู้เยี่ยมชมถ่ายภาพรายละเอียดโดยไม่มีข้อจำกัด

ด้านออนไลน์

- การโพสต์รูปหรือวิดีโอ

- การเผยแพร่ Source Code บน Repository สาธารณะ
- การอัปโหลดไฟล์บนเว็บไซต์
- การนำเสนอผ่านระบบออนไลน์ที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้
- การเผยแพร่ผ่าน Social Media
- การอัปโหลดรายละเอียดเข้าสู่แพลตฟอร์ม AI ภายนอกโดยไม่มีมาตรการรักษาความลับ

ด้านธุรกิจและความร่วมมือ

- การส่ง Proposal ที่มีรายละเอียดทางเทคนิคให้บริษัท
- การเสนอขายต้นแบบ
- การสาธิตให้ผู้ลงทุน
- การส่ง Drawing หรือ Source Code ให้ผู้รับจ้าง
- การประชุมกับคู่ค้าโดยไม่มีข้อตกลงรักษาความลับ
- การขายหรือส่งมอบผลิตภัณฑ์ก่อนยื่นคำขอ

3.2.3 ข้อมูลใดถือเป็นสาระสำคัญของการประดิษฐ์

ไม่ใช่การเปิดเผยทุกข้อมูลจะมีผลในระดับเดียวกัน ข้อมูลทั่วไป เช่น ชื่อโครงการ วัตถุประสงค์ หรือประโยชน์ในภาพรวม อาจเปิดเผยได้ในบางกรณี หากไม่ทำให้บุคคลที่มีความรู้ในสาขาสามารถนำไปสร้างหรือปฏิบัติตามการประดิษฐ์ได้

ข้อมูลที่ควรควบคุมเป็นพิเศษ ได้แก่

- หลักการทำงานใหม่
- โครงสร้างหรือการจัดวางองค์ประกอบ
- ลำดับขั้นตอนของวิธีการ
- สมการหรืออัลกอริทึมเฉพาะ
- วงจรและรายละเอียดการเชื่อมต่อ
- ค่าพารามิเตอร์สำคัญ
- สูตร วัสดุ หรือสัดส่วน
- Drawing ที่แสดงกลไก
- Source Code ส่วนสำคัญ

- ผลการทดลองที่พิสูจน์ประสิทธิผล
- Claims Draft
- รายละเอียดที่ทำให้สามารถสร้างผลงานซ้ำได้

3.2.4 หลัก Protect Before Publish

แนวปฏิบัติที่เหมาะสมไม่ใช่การห้ามนักวิจัยตีพิมพ์ผลงาน แต่เป็นการจัดลำดับกิจกรรมให้ถูกต้อง ดังนี้

1. สร้างและบันทึกผลงาน
2. สืบค้น Prior Art
3. แจ้งการประดิษฐ์ต่อหน่วยงาน
4. ประเมินความใหม่และศักยภาพ
5. ตัดสินใจเลือกการคุ้มครอง
6. จัดทำและยื่นคำขอ
7. ตรวจสอบว่าได้รับเลขที่และวันที่ยื่นแล้ว
8. จึงดำเนินการตีพิมพ์หรือนำเสนอ

หลักการนี้เรียกว่า Protect Before Publish หรือ “คุ้มครองก่อนเผยแพร่”

การยื่นคำขอไม่ได้หมายความว่าต้องรอให้ได้รับสิทธิบัตรก่อนจึงตีพิมพ์ โดยทั่วไป ประเด็นสำคัญคือควรวางแผนยื่นคำขอก่อนการเปิดเผยสู่สาธารณะ และตรวจสอบกับหน่วยงาน IP ว่าเอกสารที่ยื่นครอบคลุมสาระที่จะเปิดเผยแล้วหรือไม่

3.2.5 เส้นทางควบคุมการเปิดเผยภายในมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยควรกำหนดกระบวนการ Disclosure Review ก่อนกิจกรรมสำคัญ เช่น การส่งบทความ การจัดนิทรรศการ และการสอบวิทยานิพนธ์

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยแจ้งแผนการเปิดเผย

ระบุ

- ชื่อผลงาน

- รูปแบบการเผยแพร่
- วันที่กำหนดเผยแพร่
- เอกสารที่จะเผยแพร่
- ผู้รับข้อมูล
- สถานะการยื่นคำขอ

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินสาระสำคัญ

พิจารณาว่าเอกสารเปิดเผยองค์ประกอบใหม่หรือรายละเอียดที่สามารถนำไปทำซ้ำได้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบสิทธิและข้อมูลผู้ก่พ่น

ตรวจ

- ผู้ประดิษฐ์
- เจ้าของสิทธิ
- เงื่อนไขทุน
- สัญญาวิจัยร่วม
- NDA
- สิทธิของนักศึกษาและหน่วยงานภายนอก

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดแนวทาง

ผลการพิจารณาอาจเป็น

- เปิดเผยได้
- เปิดเผยได้หลังตัดบางส่วน
- ต้องยื่นคำขอก่อน
- ต้องใช้ NDA
- ยังไม่อนุญาตให้เปิดเผย

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกการอนุมัติ

ควรจัดเก็บฉบับเอกสารที่ได้รับอนุมัติ วันที่ และผู้ให้ความเห็น เพื่อให้ตรวจสอบย้อนหลังได้

3.2.6 การใช้ข้อตกลงไม่เปิดเผยข้อมูล

Non-disclosure Agreement: NDA เป็นข้อตกลงที่กำหนดให้ผู้รับข้อมูลต้องรักษาความลับและใช้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด หากจำเป็นต้องเปิดเผยข้อมูลก่อนยื่นคำขอแก่ผู้ลงทุน ผู้ผลิต ผู้รับจ้าง หรือพันธมิตร ควรจัดทำ NDA ก่อนส่งรายละเอียด

WIPO แนะนำว่า หากหลีกเลี่ยงการเปิดเผยก่อนยื่นไม่ได้ การเปิดเผยต่อผู้ลงทุนหรือพันธมิตรควรดำเนินการภายใต้ข้อตกลงรักษาความลับ ([WIPO](#))

NDA ควรพิจารณาประเด็นอย่างน้อย ได้แก่

- คู่สัญญา
- คำนิยามข้อมูลลับ
- วัตถุประสงค์ของการเปิดเผย
- บุคคลที่เข้าถึงได้
- ระยะเวลาการรักษาความลับ
- ข้อยกเว้นของข้อมูลลับ
- การห้ามส่งต่อ
- การคืนหรือทำลายข้อมูล
- สิทธิในผลงานที่พัฒนาต่อ
- กฎหมายและการระงับข้อพิพาท

NDA ไม่ใช่การคุ้มครองสิทธิบัตร และไม่ควรใช้แทนการยื่นคำขอเมื่อผลงานมีศักยภาพสูง แต่เป็นเครื่องมือช่วยรักษาสถานะความลับระหว่างการหารือแบบจำกัดผู้รับ

3.2.7 การควบคุมการเผยแพร่บทความและวิทยานิพนธ์

บทความวิจัย

ก่อนส่งบทความ ควรตรวจ

- มีหลักการหรือวิธีใหม่หรือไม่
- มี Drawing หรือ Algorithm ที่ยังไม่ได้ยื่นหรือไม่
- มีผลทดลองที่ยืนยันการประดิษฐ์หรือไม่
- บทความเพิ่มสาระจากคำขอเดิมหรือไม่
- ผู้ร่วมวิจัยทุกฝ่ายเห็นชอบหรือไม่

หากมีศักยภาพด้าน IP ควรประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องก่อนกดส่งบทความ ไม่ควรรอจนบทความได้รับการตอบรับหรือเผยแพร่ออนไลน์แล้ว

วิทยานิพนธ์และโครงการนักศึกษา

ควรกำหนดกระบวนการตรวจ IP ก่อน

- การสอบแบบเปิด
- การจัดทำโปสเตอร์
- การส่งเล่มฉบับสมบูรณ์
- การอัปโหลดเข้าคลังสถาบัน
- การนำเสนอในงาน Open House
- การส่งแข่งขัน

ในกรณีจำเป็น อาจพิจารณาจำกัดการเข้าถึงเอกสารบางช่วงเวลา หรือจัดทำบับสาธารณะที่ไม่เปิดเผยรายละเอียดสำคัญ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามระเบียบของมหาวิทยาลัยและเงื่อนไขทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3.2.8 การจัดนิทรรศการและการประกวด

งานนิทรรศการและการประกวดมีความเสี่ยงสูง เนื่องจากต้องแสดงความโดดเด่นของผลงาน แต่พื้นที่มักเปิดให้บุคคลทั่วไปเข้าถึง

แนวทางควบคุม ได้แก่

- ยื่นคำขอก่อนวันจัดแสดง
- จัดทำโปสเตอร์ฉบับ Public Version
- ไม่แสดงวงจรหรือสูตรสำคัญ

- ไม่แจก Source Code
- จำกัดการเปิดกล่องหรือถอดชิ้นส่วน
- ควบคุมการถ่ายภาพรายละเอียด
- เตรียมคำตอบที่ไม่เปิดเผย Know-how
- ตรวจสอบเงื่อนไขการประกวดว่าองค์กรผู้จัดมีสิทธิใช้ข้อมูลหรือไม่
- เก็บหลักฐานวันที่ส่งและเนื้อหาที่ส่ง
- แจ้งสมาชิกทุกคนให้ใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน

3.2.9 การใช้ระบบออนไลน์และ AI

การป้อนรายละเอียดสิ่งประดิษฐ์เข้าสู่ระบบภายนอกอาจมีความเสี่ยงด้านการรักษาความลับ โดยเฉพาะเมื่อผู้ใช้ไม่ทราบนโยบายการเก็บข้อมูล การใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงระบบ หรือสิทธิของผู้ให้บริการ

ก่อนอัปโหลดเอกสาร ควรตรวจสอบ

- ระบบเป็นระบบภายในหรือระบบสาธารณะ
- มีข้อตกลงคุ้มครองข้อมูลหรือไม่
- ข้อมูลถูกเก็บที่ใด
- ใครสามารถเข้าถึงได้
- ข้อมูลถูกใช้กี่ระบบหรือไม่
- สามารถลบข้อมูลได้หรือไม่
- มหาวิทยาลัยอนุญาตให้ใช้หรือไม่

ไม่ควรป้อนข้อมูลต่อไปนี้เข้าสู่ระบบ AI สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุมัติ

- ร่างคำขอสิทธิบัตร
- Claims
- Drawing
- สูตร
- Algorithm ที่เป็นสาระสำคัญ
- Source Code ที่เป็นความลับ
- ผลทดลองที่ยังไม่เปิดเผย

- รายละเอียดของพันธมิตร
- เอกสารภายใต้ NDA

ควรใช้ข้อมูลที่ตัดรายละเอียดสำคัญออก หรือใช้ระบบที่มหาวิทยาลัยรับรองและมีมาตรการรักษาความลับ

3.2.10 ผู้ประติษฐ์กับผู้เขียนบทความ

ผู้ประติษฐ์และผู้เขียนบทความไม่จำเป็นต้องเป็นบุคคลชุดเดียวกัน

ผู้เขียนบทความ

พิจารณาจากการมีส่วนร่วมทางวิชาการ เช่น การออกแบบวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล เขียนหรือทบทวนบทความ

ผู้ประติษฐ์

พิจารณาจากการมีส่วนร่วมทางความคิดต่อสาระของการประติษฐ์ที่ถูกนำไปกำหนดในข้อถ้อยสิทธิ

บุคคลที่เพียง

- ปฏิบัติตามคำสั่ง
- ประกอบอุปกรณ์ตามแบบ
- เก็บข้อมูล
- สนับสนุนงบประมาณ
- เป็นผู้บริหาร
- จัดหาสถานที่

อาจไม่ถือเป็นผู้ประติษฐ์ หากไม่ได้มีส่วนร่วมต่อแนวคิดของการประติษฐ์

การระบุผู้ประติษฐ์ไม่ถูกต้องอาจสร้างปัญหาต่อความเป็นเจ้าของ การยื่นคำขอ และการแบ่งผลประโยชน์ จึงควรบันทึกการมีส่วนร่วมอย่างเป็นระบบ

3.2.11 เอกสารที่ควรจัดเก็บ

เพื่อสนับสนุนการคุ้มครองและตรวจสอบย้อนหลัง ควรจัดเก็บ

- สมุดบันทึกงานวิจัย
- Concept Note
- Drawing แต่ละรุ่น
- Source Code Version
- รายงานการประชุม
- รายชื่อผู้มีส่วนร่วม
- ผลการทดลองและ Raw Data
- ภาพต้นแบบพร้อมวันที่
- Prior Art Search Report
- Invention Disclosure Form
- NDA
- สัญญาทุนและสัญญาวิจัยร่วม
- เอกสาร Disclosure Review
- สำเนาคำขอและหลักฐานวันยื่น
- บันทึกการเผยแพร่หลังยื่นคำขอ

เอกสารควรมีวันที่ เลขรุ่น ผู้จัดทำ และการแก้ไขอย่างชัดเจน

3.2.12 การรับมือเมื่อเกิดการเปิดเผยก่อนยื่น

หากพบว่าอาจมีการเปิดเผยผลงานแล้ว ควรดำเนินการทันที

1. หยุดการเผยแพร่เพิ่มเติม
2. เก็บหลักฐานเนื้อหา วันที่ ช่องทาง และผู้เข้าถึง
3. ตรวจสอบว่าการเปิดเผยเป็นสาธารณะหรืออยู่ภายใต้ความลับ
4. แจ้งหน่วยงานทรัพย์สินทางปัญญา
5. ประเมินประเทศที่ต้องการยื่น
6. ตรวจสอบข้อยกเว้นหรือ Grace Period ตามกฎหมายของแต่ละประเทศ
7. ห้ามสรุปเองว่ายังยื่นได้หรือยื่นไม่ได้
8. พิจารณาสาระส่วนที่ยังไม่ถูกเปิดเผย
9. ปรับแผนคุ้มครองและการเผยแพร่

10. บันทึกเหตุการณ์และมาตรการป้องกันซ้ำ

เนื่องจากเงื่อนไขและข้อยกเว้นด้านความใหม่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ ควรขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญโดยเร็ว
ไม่ควรอาศัย Grace Period เป็นแผนปฏิบัติปกติ ([WIPO](#))

3.2.13 ตารางประเมินความเสี่ยงก่อนเปิดเผย

ตารางที่ 3.4 Public Disclosure Risk Assessment

รายการตรวจสอบ	ใช่	ไม่ใช่	แนวทาง
ผลงานมีหลักการหรือวิธีใหม่			ประเมิน IP ก่อนเผยแพร่
เอกสารเปิดเผยวิธีสร้างหรือใช้งาน			ตัดรายละเอียดหรือยื่นก่อน
มี Drawing หรือ Algorithm สำคัญ			จำกัดการเปิดเผย
ยังไม่ได้ยื่นคำขอ			ชะลอการเผยแพร่
ผู้รับข้อมูลไม่มี NDA			จัดทำ NDA ก่อนส่ง
มีผู้ร่วมวิจัยภายนอก			ตรวจสอบสัญญาและสิทธิ
เป็นกิจกรรมเปิดต่อสาธารณะ			ใช้ Public Version
มีการอัปโหลดออนไลน์			ตรวจสอบสิทธิการเข้าถึง
มีข้อมูลภายใต้สัญญา			ขออนุมัติเจ้าของข้อมูล
หน่วยงาน IP ตรวจสอบแล้ว			บันทึกผลการอนุมัติ

3.2.14 Checklist ก่อนการตีพิมพ์หรือนำเสนอ

- ☐ ตรวจสอบว่าผลงานมีความใหม่หรือไม่
- ☐ ดำเนินการ Prior Art Search เบื้องต้นแล้ว

- ☐ แจ้งการประดิษฐ์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแล้ว
- ☐ ระบุผู้ประดิษฐ์และเจ้าของสิทธิแล้ว
- ☐ ตรวจสอบเงินทุนและสัญญาพร้อมแล้ว
- ☐ ตัดสินใจเรื่องรูปแบบการคุ้มครองแล้ว
- ☐ ยื่นคำขอเรียบร้อยแล้วก่อนเปิดเผย
- ☐ ตรวจสอบเลขที่และวันที่ยื่นแล้ว
- ☐ เนื้อหาที่จะเผยแพร่ไม่เกินขอบเขตที่ประเมิน
- ☐ ไม่มีข้อมูลภายใต้ NDA
- ☐ ไม่มีความลับทางการค้าปะปน
- ☐ ผู้ร่วมโครงการทุกฝ่ายเห็นชอบ
- ☐ มีเอกสารอนุมัติการเผยแพร่
- ☐ เก็บสำเนาฉบับที่เผยแพร่ไว้แล้ว

3.3 สรุปเส้นทางการคุ้มครอง IP

เส้นทางการคุ้มครอง IP สำหรับงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. Identify

ระบุผลงานและองค์ประกอบที่มีศักยภาพ

2. Record

บันทึกแนวคิด ผู้พัฒนา รุ่นต้นแบบ และผลการทดลอง

3. Search

สืบค้น Prior Art จากหลายฐานข้อมูล

4. Analyze

วิเคราะห์ความใหม่ จุดแตกต่าง และศักยภาพการใช้ประโยชน์

5. Control Disclosure

ควบคุมการตีพิมพ์ การนำเสนอ และการส่งข้อมูล

6. Disclose Internally

แจ้งการประดิษฐ์ต่อมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบ

7. Select Protection

เลือกสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ หรือความลับทางการค้า

8. File

จัดทำและยื่นคำขอคุ้มครอง

9. Publish and Demonstrate

เผยแพร่หรือนำเสนอภายหลังตรวจสอบการยื่นแล้ว

10. Develop and Transfer

พัฒนาต้นแบบ เจริญ และถ่ายทอดเทคโนโลยี

11. Maintain and Review

ติดตามสถานะ รักษาสิทธิ และประเมินความคุ้มค่า

ตารางที่ 3.5 ผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน	นักวิจัย	หน่วยงาน IP	ผู้บริหารโครงการ/พันธมิตร
ระบุงการประดิษฐ์	จัดทำรายละเอียด	ให้คำแนะนำ	แจ้งเงื่อนไขโครงการ
สืบค้น Prior Art	ค้นและวิเคราะห์เชิงเทคนิค	สนับสนุนการค้น	ให้ข้อมูลตลาด
ระบุผู้ประดิษฐ์	แจ้งการมีส่วนร่วมจริง	ตรวจเอกสาร	รับรองตามสัญญา
ควบคุมการเปิดเผย	ส่งเอกสารก่อนเผยแพร่	ประเมินความเสี่ยง	ปฏิบัติตาม NDA
เลือกการคุ้มครอง	ให้ข้อมูลเทคนิค	เสนอแนวทาง IP	พิจารณาแผนใช้ประโยชน์
ยื่นคำขอ	ตรวจสอบความถูกต้องทางเทคนิค	ดำเนินการยื่น	สนับสนุนค่าใช้จ่ายตามข้อตกลง
ถ่ายทอด	สนับสนุนการพัฒนา	เจรจาสิทธิ	ผลิต ทดลอง หรือใช้งาน

สรุปท้ายบท

การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาที่มีประสิทธิภาพต้องเริ่มก่อนการยื่นคำขอ โดยเริ่มจากการแยกองค์ประกอบของเทคโนโลยี สืบค้นงานปรากฏมาก่อน และวิเคราะห์จุดแตกต่างอย่างเป็นระบบ การใช้ WIPO PATENTSCOPE,

Google Patents และฐานข้อมูลกรรมทรัพย์สินทางปัญญาร่วมกัน ช่วยเพิ่มความครอบคลุมของการค้น แต่ผลการค้นเบื้องต้นโดยนักวิจัยไม่ควรถูกใช้แทนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจทางกฎหมาย

การสืบค้นที่ดีต้องไม่จำกัดเฉพาะชื่อโครงการหรือคำสำคัญชุดเดียว แต่ควรใช้คำพ้อง รหัส IPC/CPC เอกสารอ้างอิง และ Patent Family พร้อมจัดทำ Prior Art Matrix เพื่อแสดงสิ่งที่เหมือน สิ่งที่แตกต่าง และผลทางเทคนิคของผลงาน

ด้านการเปิดเผยข้อมูล นักวิจัยควรยึดหลัก Protect Before Publish หรือคุ้มครองก่อนเผยแพร่ การตีพิมพ์บทความ นำเสนอผลงาน จัดนิทรรศการ เผยแพร่ Source Code หรือโพสต์ข้อมูลออนไลน์ก่อนยื่นคำขอ อาจกระทบต่อความใหม่และโอกาสขอรับสิทธิได้ หากจำเป็นต้องเปิดเผยแก่บุคคลภายนอก ควรใช้ NDA และเปิดเผยเฉพาะข้อมูลที่จำเป็น

หัวใจสำคัญของ IP Protection Journey จึงสรุปได้ว่า

สืบค้นก่อนพัฒนา วิเคราะห์ก่อนยื่น คุ้มครองก่อนเปิดเผย และเชื่อมสิทธิกับแผนการใช้ประโยชน์ตั้งแต่ต้น



แบบประเมินเอกสารเผยแพร่ (KM)

เอกสารเผยแพร่นี้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

จัดทำโดย

คณะกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ด้านการผลิตบัณฑิต และด้านการวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีการศึกษา 2568