

การประเมินความพร้อมของงานวิจัย เทคโนโลยี หรือนวัตกรรม ด้วย Technology Readiness Level

8 มีนาคม 2560

ฝ่ายติดตามประเมินผลองค์กร
สำนักงานกลาง สวทช.

Technology Readiness Level: TRL

TRL คือ การบ่งชี้ระดับความพร้อมและเสถียรภาพของเทคโนโลยีตามบริบทการใช้งาน

TRL เป็นเครื่องมือบริหารจัดการโครงการหรือโปรแกรมที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเทคโนโลยีกับผู้ที่จะนำเทคโนโลยีไปถ่ายทอดสู่ลูกค้า

การถ่ายทอดเทคโนโลยีเกิดขึ้นได้ทุกระดับ TRL ขึ้นอยู่กับความพร้อม/ศักยภาพของลูกค้าในการรับถ่ายทอดเทคโนโลยี

TRL 1: Basic principles observed and reported

TRL 2: Concept and/or application formulated

TRL 3: Concepts demonstrated analytically or experimentally

TRL 4: Key elements demonstrated in laboratory environment

TRL 5: Key elements demonstrated in relevant environments

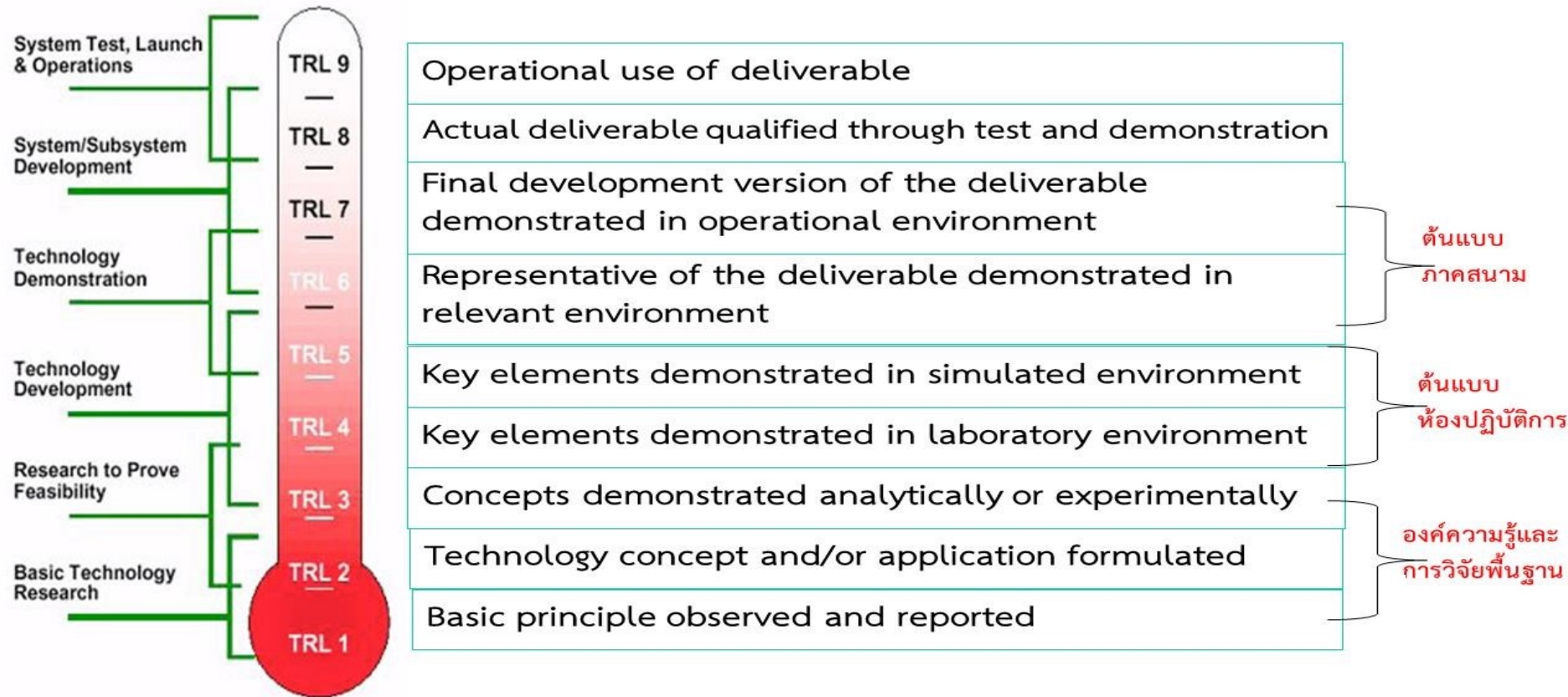
TRL 6: Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments

TRL 7: Final development version of the deliverable demonstrated in operational Environment

TRL 8: Actual deliverable qualified through test and demonstration

TRL 9: Operational use of deliverable

สวทช. ประยุกต์ใช้คำจำกัดความ TRL ของศูนย์ทดลองแห่งชาติซานเดี



ที่มา: รูปประกอบ TRL ประยุกต์มาจาก NASA

TRL 1 : หลักการพื้นฐานได้รับการพิจารณาและมีการรายงาน

คำอธิบาย มีการพิจารณาหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review/prior art)

เอกสารประกอบ

□ เอกสารรวบรวมและเอกสารสรุปผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีดังกล่าวที่เคยมีในอดีต โดยระบุอ้างอิงว่ามีใคร ทำการศึกษาเรื่องอะไร ได้ผลอย่างไร ที่ใด และเมื่อใด (literature review/prior art)

TRL 2 : มีการสร้างแนวคิดด้านเทคโนโลยี และ/หรือ การประยุกต์ใช้

คำอธิบาย เริ่มทำการศึกษาวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อยืนยันหลักการพื้นฐานทางเทคโนโลยีและความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ โดยยังไม่มี การพิสูจน์หรือวิเคราะห์ในรายละเอียดเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

เอกสารประกอบ

- แนวคิด/การประยุกต์ใช้ของเทคโนโลยี ขอบเขตงานวิจัย ซึ่งมีการกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค (specification) อย่างชัดเจน
- บทวิเคราะห์อ้างอิงผลงานตีพิมพ์หรือเอกสารที่สนับสนุนความเป็นไปได้ของแนวคิด/การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว ความจำเป็นหรือประโยชน์ในการทำวิจัย และระบุ technical challenge ว่างานชิ้นนี้มีความยาก ความท้าทาย และความใหม่อย่างไร

TRL 3 : แนวคิดได้ถูกสาธิตด้วยการวิเคราะห์หรือด้วยการทดลอง

คำอธิบาย มีผลการศึกษาระวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ว่าหลักการนั้นเป็นไปได้ (proof-of-concept) โดยอาจเป็นการวิเคราะห์ หรือด้วยการทดลอง

เอกสารประกอบ

□ บันทึกผลการวิเคราะห์ หรือผลการทดลองซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิดนั้นเป็นไปได้ (proof-of-concept) หรือแสดงให้เห็นว่าผลการทดลองน่าจะเป็นไปตามที่คาดการณ์

TRL 4 : องค์ประกอบที่สำคัญได้ถูกสาธิตในระดับห้องปฏิบัติการแล้ว

คำอธิบาย องค์ประกอบที่สำคัญ ได้ถูกประกอบเข้ากันเพื่อให้ชิ้นส่วนทำงานด้วยกันได้ และต้นแบบผ่านการสาธิตในระดับห้องปฏิบัติการสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะเรื่อง รวมทั้งแสดงให้เห็นมุมมองของการทำงานหลักๆ ของต้นแบบว่าสามารถทำงานได้ตามที่คาดหวังได้

เอกสารประกอบ

- วิธีการทดลอง และผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการที่สอดคล้องกับความต้องการที่จะประยุกต์ใช้งาน

TRL 5 : องค์ประกอบที่สำคัญ ได้ถูกสาธิตในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

คำอธิบาย องค์ประกอบที่สำคัญได้ถูกประกอบเข้ากันด้วยองค์ประกอบที่สนับสนุนจริง เพื่อให้เทคโนโลยีสามารถถูกทดสอบและสาธิตในสภาวะที่เลียนแบบที่ใกล้เคียงสภาพแวดล้อมจริง

เอกสารประกอบ

- วิธีการทดลอง และผลการทดสอบระบบย่อย/องค์ประกอบสำคัญ ซึ่งถูกประกอบเข้ากันกับองค์ประกอบสนับสนุนอื่นๆ ในสภาวะแวดล้อมที่เลียนแบบ โดยผลการทดสอบสอดคล้องกับความต้องการที่จะประยุกต์ใช้งาน
- มีการระบุความแตกต่างของสภาวะแวดล้อมที่เลียนแบบหรือการสร้างแบบจำลองที่คาดหวังในระบบคอมพิวเตอร์กับสภาวะแวดล้อมการทำงานจริงที่คาดหวัง

คำจำกัดความ TRL ของ สวทช.

TRL 6 : ตัวแทนสิ่งที่จะส่งมอบ 'ได้ถูกสาธิตในสภาวะที่เกี่ยวข้อง

คำอธิบาย ตัวแทนสิ่งที่จะส่งมอบ (ต้นแบบที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว) 'ได้ถูกทดสอบและสาธิตในสภาวะที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสภาวะที่เกี่ยวข้อง (relevant environment) หมายถึง ปัจจัยของสิ่งแวดล้อมที่มีผลเกี่ยวข้องต่อความสำเร็จ/ล้มเหลวในการทำงานของระบบ 'ได้ถูกควบคุมให้เหมือนกับสภาวะทำงานจริง

เอกสารประกอบ

- วิธีการทดลอง และผลการทดสอบระบบต้นแบบ (prototype system) ในสภาวะที่เกี่ยวข้อง โดยผลการทดสอบสอดคล้องกับความต้องการที่จะประยุกต์ใช้งาน
- มีการระบุ ว่าสภาวะแวดล้อมที่ทดสอบ (test environment) แตกต่างจากสภาวะแวดล้อมการทำงานจริง (operational environment) อย่างไร

TRL 7 : ผลของการพัฒนาขั้นสุดท้าย ได้ถูกสาธิตในสภาวะทำงานจริง

คำอธิบาย ผลของการพัฒนาขั้นสุดท้ายผ่านการสาธิตในสภาวะทำงานจริง ซึ่งสภาวะทำงานจริง (operational environment) หมายถึง สภาพแวดล้อมจริงในการทำงานของระบบ ซึ่งไม่สามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้องต่อความสำเร็จ/ล้มเหลวในการทำงานของระบบได้

เอกสารประกอบ

- วิธีการทดลอง และผลการทดสอบระบบต้นแบบ (prototype system) ในสภาวะแวดล้อมการทำงานจริง (operational environment) ที่สอดคล้องกับความต้องการที่จะประยุกต์ใช้งาน
- ระบบผู้ทดสอบที่เชื่อถือได้ เช่น หน่วยงานคู่สัญญา หรือวิธีการทดสอบที่เชื่อถือได้ เช่น สามารถอ้างอิงกับหลักการหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้

TRL 8 : สิ่งที่ส่งมอบจริง ได้ผ่านการทดสอบและสาธิต

คำอธิบาย ต้นแบบผ่านการทดสอบคุณภาพการใช้งาน และมาตรฐานคุณภาพที่เกี่ยวข้อง พร้อมส่งมอบให้ลูกค้า / ผู้ใช้งาน หรือถูกบูรณาการเข้ากับระบบของลูกค้า/ผู้ใช้งานแล้ว

เอกสารประกอบ

- วิธีการทดสอบ และผลการทดสอบการทำงานของระบบที่ประกอบเข้ากับระบบเดิมที่มีอยู่แล้วอย่างครบวงจร ภายใต้สภาวะแวดล้อมจริง โดยผลการทดสอบต้องสอดคล้องกับความต้องการในเชิงปฏิบัติงานจริงที่คาดหวัง
- ผลการทดสอบคุณภาพ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) มีความน่าเชื่อถือและอ้างอิงได้ หรือตรวจสอบด้วยหน่วยงานภายนอกที่เป็นตัวแทนการควบคุมมาตรฐานนั้นๆ

TRL 9 : การใช้งานของสิ่งที่ส่งมอบ

คำอธิบาย เทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานจริง และติดตามผลการใช้งานอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่เหมาะสม โดยหากมีข้อบกพร่อง ต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อย

เอกสารประกอบ

□ ข้อมูลป้อนกลับจากการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่เหมาะสมโดยผู้ใช้งานจริง ซึ่งประกอบด้วย การแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน หรือ จดหมายรับรองว่า มีการใช้งานผลิตภัณฑ์ได้จริงอย่างต่อเนื่องในตลาดหรือมีการใช้งานในเชิงสาธารณประโยชน์ หรือหลักฐานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้งานจริงและได้รับการยอมรับ

ขอบคุณ
😊