

วิเคราะห์และประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอ สิทธิบัตร การประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นิตยา รุ่งเรืองผล* และ พิรवारณ ธงสวัสดิ์

สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

*อีเมลของผู้ประพันธ์บรรณกิจ: niyada76@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Technology Readiness Level - TRL) ของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 และวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมิน เพื่อวางแผนเชิงนโยบายในการสนับสนุนการผลิตผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ นวัตกรรม ผลักดันผลงานวิจัยสู่เชิงพาณิชย์ โดยวิธีการเก็บข้อมูลประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยี สู่ อุตสาหกรรม ผลการวิจัยจากการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีจำนวนคำขอ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 29 ผลงาน และ อนุสิทธิบัตรจำนวน 227 ผลงาน รวมทั้งสิ้น 256 ผลงาน พบว่า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีผลงานที่อยู่ระดับ TRL 1 - 3 เป็นการพัฒนางานและความรู้และการวิจัยพื้นฐาน เป็น เทคโนโลยีที่มีความพร้อมขั้นต้น จำนวน 32 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 12.5, ระดับ TRL 4 - 7 เป็นการพัฒนา และ ทดสอบต้นแบบในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ต้นแบบห้องปฏิบัติการ ต้นแบบภาคสนาม จำนวน 203 ผลงานคิดเป็น ร้อยละ 79.30, ระดับ TRL 8 มีการทดลองผลิตในปริมาณที่เหมาะสม หรือทดสอบความมีเสถียรภาพของระบบในระยะเวลาที่เหมาะสม และผ่านการทดสอบคุณภาพ และมาตรฐาน ที่ เกี่ยวข้อง หรือกรณีที่ผลงานไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ให้ใช้ข้อกำหนดที่เป็นที่ยอมรับได้ระหว่างผู้ผลิตกับ ผู้ใช้ จำนวน 15 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 5.86 และระดับ TRL 9 เทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานจริงโดย ลูกค้า อย่างต่อเนื่องในตลาดหรือมีการใช้งานในเชิงพาณิชย์หรือหลักฐานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้ งานจริงและได้รับการยอมรับ จำนวน 6 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 2.34 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีผลงานวิจัยที่ อยู่ในระดับ TRL 8 - 9 ที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 21 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 8.20 ซึ่งมหาวิทยาลัยควร คัดเลือกผลงานวิจัยที่อยู่ในระดับ 4 - 7 ซึ่งมีอยู่จำนวน จำนวน 203 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 79.30 เพื่อเยี่ยมชม ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ในรูปแบบการนำเสนอโดยการจัดแสดงผลงานวิจัยและนวัตกรรม คัดเลือกผลงานและ พัฒนาไปสู่ระดับ TRL ที่สูงขึ้น และสามารถต่อยอดจนเกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้จริง โดยการหาที่ปรึกษาด้านการ พัฒนานวัตกรรมส่งผลให้ผลงานวิจัยสามารถตอบโจทย์ผู้บริโภค สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ดี การให้ทุนสนับสนุน หรือผลักดันสู่การขอทุนจากแหล่งทุนภายนอกซึ่งเป็นการสนับสนุนผู้ประกอบการในการผลิตผลิตภัณฑ์ออกทดสอบ ตลาด ทั้งนี้ผลของการวิจัยอาจมีส่วนช่วยในการกำหนดเป้าหมาย ทิศทางวางแผนเชิงนโยบายในการสนับสนุนการ

ผลิตผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ นวัตกรรม บริหารจัดการงานด้านทรัพยากรสิ่งทางปัญญาของมหาวิทยาลัย นำไปสู่การนำองค์ความรู้ของผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ

คำสำคัญ: ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม, สิทธิบัตรการประดิษฐ์, อนุสิทธิบัตร

Analyze and Evaluate the Technology Readiness Level (TRL) of Works Submitted for Patent and Petty Patent Years 2018 - 2023 of Srinakharinwirot University

Niyada ROUNGREANGPHON* and Pirawan THONGSAWAT

*Strategic Wisdom and Research Institute, Srinakharinwirot University,
Wattana, Bangkok 10110, Thailand*

*Corresponding author's e-mail: niyada76@gmail.com

Abstract

This research aimed to assess the Technology Readiness Level (TRL) of the works that were filed for patents and petty patents between 2018 and 2023, and to analyze the evaluation results to plan policies to support the production of research works, creative works, and innovations, and to drive research works toward commercialization by collecting data to assess the level of technology readiness for industry. The research results from the assessment of the level of technology readiness for industry of the works that were filed for patents and petty patents between 2018 and 2023 of Srinakharinwirot University showed a total of 29 invention patent applications and 227 utility models, totaling 256 works. It was found that Srinakharinwirot University had works at TRL 1 - 3, which was the development of knowledge and basic research, with 32 works accounting for 12.5%; and TRL 4 - 7, which was the development and testing of prototypes at various levels according to the intensity and changing environment, such as laboratory prototypes and field prototypes, with 203 works accounting for 79.30%. At the TRL 8 level, works have been tested in appropriate quantities or tested for system stability within an appropriate period of time, and have passed quality tests and related standards, or in cases where the work does not require related standards, use conditions that are acceptable between the manufacturer and the user were used, with 15 works accounting for 5.86%; and at the TRL 9 level, the technology or product has been continuously used by customers in the market or has been used for public benefit, or other evidence showing actual use and acceptance was provided, with 6 works accounting for 2.34%. Srinakharinwirot University has research works at TRL 8 - 9 levels that are ready to transfer technology, totaling 21 works accounting for 8.20%. The university should select research works at levels 4 - 7, which are 203 works accounting for 79.30%, to visit research works and innovations in

the form of presentations by displaying research works and innovations, select works and develop them to higher TRL levels, and further develop them until they are truly commercially beneficial by finding consultants for innovation development, resulting in research works that can meet consumer needs and can sell products well. This includes providing funding or pushing for funding from external sources to support entrepreneurs in producing products for market testing. The results of the research may help in setting goals and policy planning directions to support the production of research works, creative works, innovations, and management of intellectual property of the university, leading to the use of knowledge from research works and innovations of Srinakharinwirot University for commercial use, creating added economic value for the country.

Keywords: Technology Readiness Level, Invention patents, Petty patents

บทนำ

ทรัพย์สินทางปัญญา คือ ผลงานอันเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ที่เรียกว่า ทรัพย์สินทางอุตสาหกรรม และลิขสิทธิ์ ทรัพย์สินทางอุตสาหกรรม จึงสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ สิทธิบัตร (Patent), เครื่องหมายการค้า (Trademark) , แบบผังภูมิของวงจรรวม (Layout - Designs Of Integrated Circuit), ความลับทางการค้า (Trade Secrets), สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication) เป็นต้น (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2560) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้มีการการขอรับความคุ้มครองสิทธิบัตรการประดิษฐ์ อนุสิทธิบัตร ในช่วงปี พ.ศ. 2561 - 2566 จำนวน 256 ผลงาน แต่ยังไม่ได้มีการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่ อุตสาหกรรม ทำให้ขาดทิศทางการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ ผลงานตีพิมพ์เรื่องการยื่นคำขอทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยขอนแก่นจากผลงานตีพิมพ์ เรื่องการยื่นคำขอ ทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น (จิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์, 2561) แล้วพบว่างานดังกล่าวได้ทำการ เปรียบเทียบผลงานการยื่นจดความคุ้มครองงานทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเปรียบเทียบเป็น รายคณะ เพื่อให้ดูแนวโน้มของการยื่นจดความคุ้มครอง การตั้งค่าตอบแทนเป็นเงินเพื่อสร้างแรงจูงใจ ซึ่งมีความ แตกต่างจากงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งได้มีการนำผลงานที่มีการยื่นขอรับความคุ้มครองงานทรัพย์สินทางปัญญา มาประเมิน ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม จัดกลุ่มระดับความพร้อมของเทคโนโลยี สู่อุตสาหกรรม Technology Readiness Level หรือ TRL เป็นเครื่องมือในการสื่อสารความพร้อมของเทคโนโลยี ในบริบทของการใช้งานหรือ สภาพที่พร้อมใช้งาน ระหว่างผู้พัฒนาเทคโนโลยีและผู้นำเทคโนโลยีไปต่อยอดหรือนำไปใช้งาน (สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2564) ผู้ที่มีความเข้าใจ TRL ยังสามารถนำ TRL ไปช่วยในการบริหารจัดการ งานวิจัย ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย การวางแผนงานและทรัพยากร การประเมินงบประมาณดำเนินงาน การติดตาม และประเมินผลงานวิจัย การประเมินความเสี่ยงของการนำเทคโนโลยีไปใช้ ตลอดจนการตัดสินใจคัดเลือกและลงทุน ในเทคโนโลยีที่เหมาะสม การสนับสนุนการผลิตผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ นวัตกรรม เพื่อสร้างรายได้ ช่วยคัดเลือก ผลงานที่เหมาะสมในการผลักดันสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2565)

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษาการวิเคราะห์และประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยี สู่ อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อกำหนดเป้าหมาย ทิศทางวางแผนเชิงนโยบาย ในการสนับสนุนการผลิตผลงานวิจัยงาน สร้างสรรค์ นวัตกรรม มีแนวทางในการบริหารจัดการงานด้านทรัพย์สินทางปัญญา นำไปสู่การนำองค์ความรู้ของ ผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) ประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561-2566
- 2) วิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 เพื่อกำหนดเป้าหมาย ทิศทางวางแผนเชิงนโยบาย

ในการสนับสนุนการผลิตผลงานวิจัยงานสร้างสรรค์ นวัตกรรม มีแนวทางในการบริหารจัดการงานด้านทรัพย์สินทางปัญญา นำไปสู่การนำองค์ความรู้ของผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตร ปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีจำนวนคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 29 ผลงาน และ อนุสิทธิบัตรจำนวน 227 ผลงาน รวมทั้งสิ้น 256 ผลงาน ดังตารางที่ 1 การเลือกกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือเฉพาะผลงานสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

ตารางที่ 1 จำนวนผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประเภท	จำนวน (ผลงาน)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์	29
อนุสิทธิบัตร	227
รวม	256

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างคุณภาพและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
- 2) รวบรวม แยกข้อมูลผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- 3) สร้างแบบประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม โดยการใช้การตรวจสอบรายการ (checklist) สิ่งที่ต้องดำเนินการและมีหลักฐานเชิงคุณภาพ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคือต้องมี checklist ครบทุกรายการ จึงเป็นการพิสูจน์ว่าผลงานนั้น อยู่ในระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมระดับใด
- 4) ผู้วิจัยนำแบบประเมินปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญทางด้านการสร้างนวัตกรรม เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความถูกต้อง
- 5) ผู้วิจัยนำแบบประเมินที่ได้รับการเสนอแนะจากที่ปรึกษาไปปรับปรุงแก้ไขและทดลองใช้
- 6) เก็บข้อมูลประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยให้ผู้ประดิษฐ์ผลงานเป็นผู้ทำแบบประเมิน

7) ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา เป็นการอธิบายและสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ให้อยู่ในรูปของร้อยละ และนำข้อมูลที่ได้ไปสรุปให้อยู่ในรูปของกราฟ ตาราง (Data Investigator Team, 2021)

8) สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์

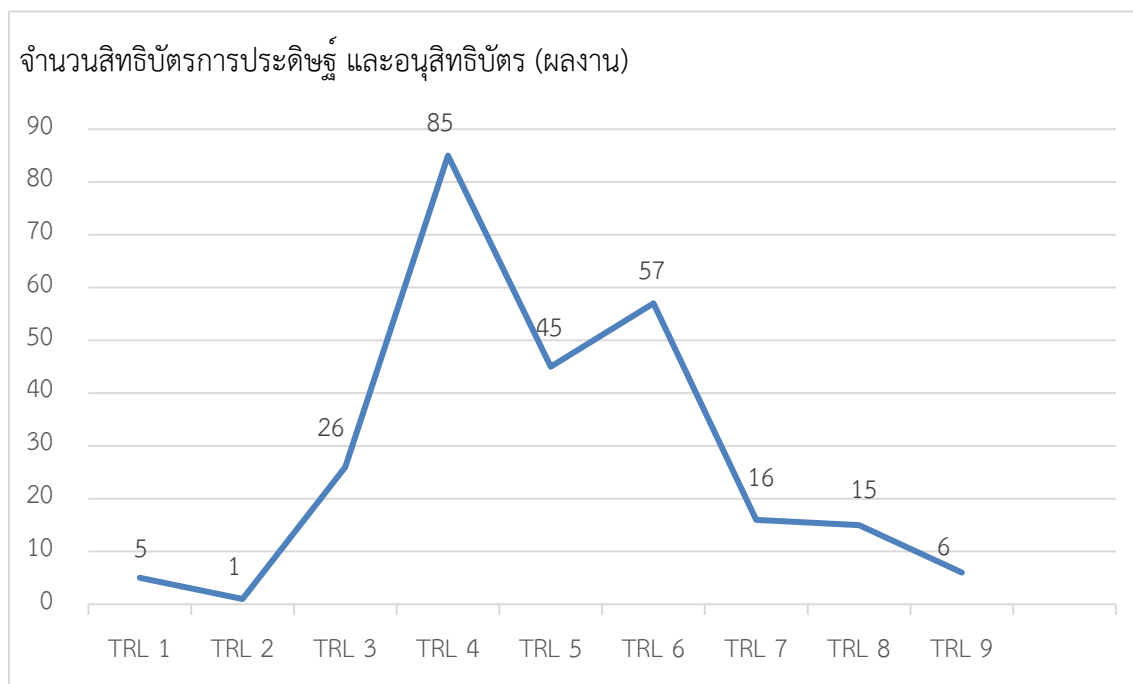
9) เรียบเรียงผลการศึกษาและจัดพิมพ์รายงานและทำรูปเล่ม

ผลการวิจัย

จากการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตร การประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีจำนวนคำขอสิทธิบัตร การประดิษฐ์ จำนวน 29 ผลงาน และ อนุสิทธิบัตรจำนวน 227 ผลงาน รวมทั้งสิ้น 256 ผลงาน พบว่ามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีผลงานวิจัยที่อยู่ระดับ TRL 1 จำนวน 5 ผลงาน, TRL 2 จำนวน 1 ผลงาน, TRL 3 จำนวน 26 ผลงาน , TRL 4 จำนวน 85 ผลงาน, TRL 5 จำนวน 45 ผลงาน, TRL 6 จำนวน 57 ผลงาน, TRL 7 จำนวน 16 ผลงาน, TRL 8 จำนวน 15 ผลงาน และ TRL 9 จำนวน 6 ผลงาน ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 จำนวนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรที่ยื่นคำขอปี พ.ศ. 2561 - 2566 แยกตามระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม

ระดับ TRL	จำนวนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตร (ผลงาน)
TRL 1	5
TRL 2	1
TRL 3	26
TRL 4	85
TRL 5	45
TRL 6	57
TRL 7	16
TRL 8	15
TRL 9	6
รวม	256



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรที่ยื่นคำขอปี พ.ศ. 2561-2566 แยกตามระดับ ความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561-2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่ามีผลงานที่อยู่ระดับ TRL 1 - 3 เป็นการพัฒนาองค์ความรู้และการวิจัยพื้นฐาน เป็นเทคโนโลยีที่มีความพร้อมขั้นต้น มีผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ หรือมีการจดทรัพย์สินทางปัญญา จำนวน 32 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 12.5, ระดับ TRL 4 - 7 เป็นการพัฒนา และทดสอบต้นแบบในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ต้นแบบห้องปฏิบัติการ ต้นแบบภาคสนาม จำนวน 203 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 79.30, ระดับ TRL 8 มีการทดลองผลิตในปริมาณที่เหมาะสม หรือทดสอบความมีเสถียรภาพของระบบในระยะเวลาที่เหมาะสม และผ่านการทดสอบคุณภาพและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง หรือ กรณีที่ผลงานไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ให้ใช้ข้อกำหนดที่เป็นที่ยอมรับได้ระหว่างผู้ผลิตกับผู้ใช้ จำนวน 15 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 5.86 และ ระดับ TRL 9 เทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานจริงโดยลูกค้าอย่างต่อเนื่องในตลาดหรือมีการใช้งานในเชิงพาณิชย์ ประโยชน์ หรือหลักฐานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้งานจริงและได้รับการยอมรับ จำนวน 6 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 2.34 รายละเอียดดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 วิเคราะห์การประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ระดับ TRL	จำนวนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตร (ผลงาน)	ร้อยละ
TRL 1	5	1.95
TRL 2	1	0.39
TRL 3	26	10.16
TRL 4	85	33.20
TRL 5	45	17.58
TRL 6	57	22.27
TRL 7	16	6.25
TRL 8	15	5.86
TRL 9	6	2.34
รวมทั้งสิ้น	256	100

ตารางที่ 4 วิเคราะห์การประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แยกตามกลุ่ม TRL

ระดับ TRL	จำนวนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตร	ร้อยละ
TRL 1-3	32	12.50
TRL 4-7	203	79.30
TRL 8	15	5.86
TRL 9	6	2.34
รวม	256	100

สรุปภาพรวมของ TRL 9 ระดับ

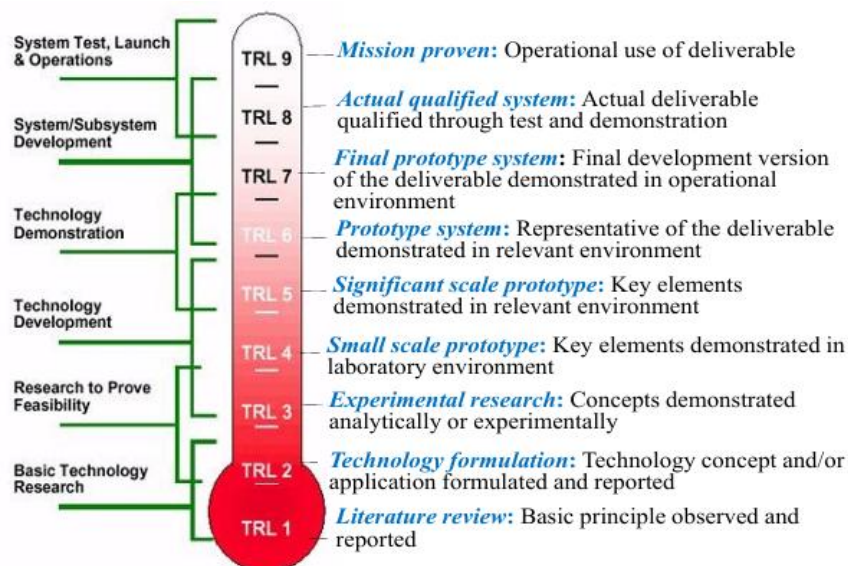
TRL 1 - 3 เป็นการพัฒนางานความรู้และการวิจัยพื้นฐาน มีผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ หรือมีการจดทรัพย์สินทางปัญญา

TRL 4 - 7 เป็นการพัฒนา และทดสอบต้นแบบในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ต้นแบบห้องปฏิบัติการ ต้นแบบภาคสนาม

TRL 8 คือ มีการทดลองผลิตในปริมาณที่เหมาะสม หรือทดสอบความมีเสถียรภาพของระบบในระยะเวลาที่เหมาะสม และผ่านการทดสอบคุณภาพ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง หรือกรณีทีผลงานไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ให้ใช้ข้อกำหนดที่เป็นที่ยอมรับได้ระหว่างผู้ผลิตกับผู้ใช้

TRL 9 คือ เทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานจริงโดยลูกค้าอย่างต่อเนื่องในตลาด หรือมีการใช้งานในเชิงสาธารณประโยชน์ หรือหลักฐานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้งานจริงและได้รับการยอมรับ (สำนักงานพัฒนา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2562), (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2564) และ (บริษัท ดีบุญมี ณ ชุมแพ 4289 จำกัด, 2563) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงการอธิบายระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Adapted from Sandia National Labs, 2007)

เมื่อมีการแยกตามคณะที่มีการยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตร สูงสุด อันดับที่ 1 - 5 ตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีจำนวนการยื่นคำขอ ระหว่างปี พ.ศ. 2561 - 2566 ทั้งสิ้น 59 ผลงาน มีระดับ TRL 1 - 3 จำนวน 7 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 11.86, ระดับ TRL 4 - 7 จำนวน 52 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 88.14 และ ไม่มีระดับ TRL 8 - 9 คณะวิทยาศาสตร์ มีจำนวนการยื่นคำขอ ระหว่างปี พ.ศ. 2561 - 2566 ทั้งสิ้น 47 ผลงาน มีระดับ TRL 1 - 3 จำนวน 2 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 4.26 , ระดับ TRL 4 - 7 จำนวน 42 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 89.36 และ ระดับ TRL 8 - 9 จำนวน 3 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 6.38 คณะเภสัชศาสตร์ มีจำนวนการยื่นคำขอ ระหว่างปี พ.ศ. 2561 - 2566 ทั้งสิ้น 41 ผลงาน มีระดับ TRL 1 - 3 จำนวน 16 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 39.02, ระดับ TRL 4 - 7 จำนวน 22 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 53.66 และ ระดับ TRL 8 - 9 จำนวน 3 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 7.32 คณะแพทยศาสตร์ มีจำนวนการยื่นคำขอ ระหว่างปี พ.ศ. 2561 - 2566 ทั้งสิ้น 38 ผลงาน มีระดับ TRL 1 - 3 จำนวน 3 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 7.89, ระดับ TRL 4 - 7 จำนวน 30 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และ ระดับ TRL 8 - 9 จำนวน 5 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 13.16 คณะทันตแพทยศาสตร์ มีจำนวนการยื่นคำขอ ระหว่างปี พ.ศ. 2561 - 2566 ทั้งสิ้น 31 ผลงาน มีระดับ TRL 1 - 3 จำนวน 1 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 3.23, ระดับ TRL 4 - 7 จำนวน 25 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 80.65 และ ระดับ TRL 8 - 9 จำนวน 5 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 16.13

ผลการวิเคราะห์การประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมแยกตามคณะ พบว่าคณะที่มีผลงานวิจัยระดับ TRL 4-7 การพัฒนา และทดสอบต้นแบบในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป คือวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 89.36, คณะวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 88.14, คณะทันต

แพทยศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 80.65, คณะแพทยศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 78.95, และคณะเภสัชศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 53.66 คณะที่มีผลงานวิจัยระดับ TRL 8 - 9 ที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ คณะทันตแพทยศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 16.13, คณะแพทยศาสตร์ ร้อยละ 13.16, คณะเภสัชศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 7.32, คณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 6.38 ตามลำดับ โดยหากมหาวิทยาลัยมีงบประมาณในการสนับสนุนทุนจำกัด ควรมีการคัดเลือกผลงานในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ ตามลำดับ ในการสนับสนุนทุน หรือผลักดันสู่การขอทุนจากแหล่งทุนภายนอกซึ่งเป็นการสนับสนุนนักวิจัย และผู้ประกอบการ ในการผลิตผลิตภัณฑ์ออกทดสอบตลาด หากที่ปรึกษาด้านการพัฒนานวัตกรรมส่งผลให้ผลงานวิจัยสามารถตอบโจทย์ ผู้บริโภค สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้คือการพัฒนางานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 วิเคราะห์การประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แยกตามคณะที่มีการยื่นคำขอสูงสุด ลำดับที่ 1 - 5

จำนวนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตร							
คณะ	TRL 1-3		TRL 4-7		TRL 8-9		รวมทั้งสิ้น
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
วิศวกรรมศาสตร์	7	11.86	52	88.14	0	0	59
วิทยาศาสตร์	2	4.26	42	89.36	3	6.38	47
เภสัชศาสตร์	16	39.02	22	53.66	3	7.32	41
แพทยศาสตร์	3	7.89	30	78.95	5	13.16	38
ทันตแพทยศาสตร์	1	3.23	25	80.65	5	16.13	31

อภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 พบว่า ในการผลักดันผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ จากผลงานที่ได้มีการยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561 - 2566 จำนวนคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 29 ผลงาน และ อนุสิทธิบัตรจำนวน 227 ผลงาน รวมทั้งสิ้นจำนวน 256 ผลงาน สามารถเกิดขึ้นได้ทุกระดับ TRL ขึ้นอยู่กับศักยภาพของภาคเอกชนในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลงานตีพิมพ์เรื่องการยื่นคำขอทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น (จิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์, 2561) แล้วพบว่า งานดังกล่าวได้ทำการเปรียบเทียบผลงานการยื่นจดความคุ้มครองงานทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเปรียบเทียบเป็นรายคณะ เพื่อให้ดูแนวโน้มของการยื่นจดความคุ้มครอง การตั้งค่าตอบแทนเป็นเงินเพื่อสร้างแรงจูงใจ ซึ่งมีความแตกต่างจากงานวิจัยฉบับซึ่งได้มีการนำผลงานที่มีการยื่นขอรับความคุ้มครองงานทรัพย์สินทางปัญญา มาประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม จัดกลุ่มระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม ให้มีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายให้มหาวิทยาลัย

สามารถมีทิศทางในการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา การถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งหากภาคเอกชนมีศักยภาพสูงก็สามารถเลือกผลงานที่มี ระดับ TRL ต่ำได้ แต่หากภาคเอกชนมีศักยภาพไม่สูงนัก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีผลงานวิจัยที่อยู่ในระดับ TRL 8 - 9 ที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 21 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 8.20 และมหาวิทยาลัยควรคัดเลือกผลงานวิจัยที่อยู่ในระดับ 4 - 7 ซึ่งมีอยู่จำนวน จำนวน 203 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 79.30 เพื่อเยี่ยมชมผลงานวิจัยและนวัตกรรมในรูปแบบการนำเสนอโดยการจัดแสดงผลงานวิจัยและนวัตกรรม คัดเลือกผลงานเพื่อพัฒนาไปสู่ระดับ TRL ที่สูงขึ้น และสามารถต่อยอดจนเกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้จริง การหาที่ปรึกษาด้านการพัฒนานวัตกรรมส่งผลให้ผลงานวิจัยสามารถตอบโจทย์ผู้บริโภค สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ดี การให้ทุนสนับสนุน หรือผลักดันสู่การขอทุนจากแหล่งทุนภายนอกซึ่งเป็นการสนับสนุนผู้ประกอบการในการผลิตผลิตภัณฑ์ออกทดสอบตลาด การรู้สถานะของผลงานวิจัย และโอกาสในการขอทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายนอก ซึ่งมีการกำหนดเงื่อนไขของระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม เช่น สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ สนับสนุนทุนผลงานวิจัยในระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม ระดับ 5 ขึ้นไป (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2567), หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) และหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) สนับสนุนทุนผลงานวิจัยในระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมระดับ 4 ขึ้นไป (หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่, 2566), (หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ, 2566) เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของมหาวิทยาลัยนครพนม (ชนิดายุบลไสย์, 2568) ได้กล่าวว่าการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ด้วยการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับงานวิจัยและนวัตกรรม มีบทบาทสำคัญในการนำผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ทั้งในเชิงพาณิชย์และสังคม ซึ่งผลของการวิจัยนี้ยังสามารถช่วยในการกำหนดเป้าหมาย ทิศทางวางแผนเชิงนโยบาย ในการสนับสนุนการผลิตผลงานวิจัยงานสร้างสรรค์ นวัตกรรม บริหารจัดการงานด้านทรัพย์สินทางปัญญา นำไปสู่การนำองค์ความรู้ของผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ

สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมของผลงานที่ได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และอนุสิทธิบัตรปี พ.ศ. 2561-2566 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่ามีผลงานที่อยู่ระดับ TRL 1 - 3 เป็นการพัฒนาองค์ความรู้และการวิจัยพื้นฐาน เป็นเทคโนโลยี ที่มีความพร้อมขั้นต้น จำนวน 32 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 12.5, ระดับ TRL 4 - 7 เป็นการพัฒนา และทดสอบต้นแบบในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมที่ เปลี่ยนแปลงไป เช่น ต้นแบบห้องปฏิบัติการ ต้นแบบภาคสนาม จำนวน 203 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 79.30, ระดับ TRL 8 มีการทดลองผลิตในปริมาณที่เหมาะสม หรือทดสอบความมีเสถียรภาพของระบบในระยะเวลาที่ เหมาะสม และผ่านการทดสอบคุณภาพ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง หรือ กรณีที่ผลงานไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ให้ใช้ข้อกำหนดที่เป็นที่ยอมรับได้ระหว่างผู้ผลิตกับผู้ใช้ จำนวน 15 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 5.86 และ ระดับ TRL 9 เทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ถูกนำไปใช้งานจริงโดยลูกค้า อย่างต่อเนื่องในตลาดหรือมีการใช้งานในเชิงพาณิชย์ ประโยชน์ หรือหลักฐานอื่นที่แสดงให้เห็นถึงการนำไปใช้งานจริงและได้รับการยอมรับ จำนวน 6 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 2.34

ผลการวิเคราะห์การประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Technology Readiness Level - TRL) แยกตามคณะ พบว่าคณะที่มีผลงานวิจัยระดับ TRL 4 - 7 การพัฒนา และทดสอบต้นแบบในระดับต่าง ๆ ตามความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป คือวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 89.36, คณะวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 88.14, คณะทันตแพทยศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 80.65, คณะแพทยศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 78.95, และคณะเภสัชศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 53.66 คณะที่มีผลงานวิจัยระดับ TRL 8 - 9 ที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ คณะทันตแพทยศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 16.13, คณะแพทยศาสตร์ ร้อยละ 13.16, คณะเภสัชศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 7.32, คณะวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 6.38 ตามลำดับ โดยหากมหาวิทยาลัยมีงบประมาณในการสนับสนุนทุนจำกัด ควรมีการคัดเลือกผลงานในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ ตามลำดับ โดยพิจารณาควบคู่กับการทำ Project Feasibility ในการวิเคราะห์ด้านการเงิน การตลาด งบประมาณการลงทุน ในการสนับสนุน การพัฒนางานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ดังตารางที่ 4

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒควรคัดเลือกผลงานวิจัยที่อยู่ในระดับ 4 - 7 ซึ่งมีอยู่จำนวน จำนวน 203 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 79.30 เพื่อเยี่ยมชมผลงานวิจัยและนวัตกรรมในรูปแบบการนำเสนอโดยการจัดแสดงผลงานวิจัยและนวัตกรรม คัดเลือกผลงานและพัฒนาไปสู่ระดับ TRL ที่สูงขึ้น และสามารถต่อยอดจนเกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้จริง โดยการหาที่ปรึกษาด้านการพัฒนานวัตกรรมส่งผลให้ผลงานวิจัยสามารถตอบโจทย์ผู้บริโภค สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้ดี การให้ทุนสนับสนุน หรือผลักดันสู่การขอทุนจากแหล่งทุนภายนอก ได้แก่ หน่วยงานให้ทุน โครงการที่เน้นชุมชน คือ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.), เน้นด้านการเกษตร คือ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.), เน้นด้านระบบสาธารณสุข คือ สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.), เน้นด้านอุตสาหกรรม การแพทย์และสุขภาพ การท่องเที่ยว เศรษฐกิจสร้างสรรค์ อาหารมูลค่าสูง โลจิสติกส์และระบบราง คือ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) และสำหรับโครงการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์ หน่วยงานให้ทุน คือ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.), ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน) (TCELS) (สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร. สุวรรณภูมิ, 2567)

2) หากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมีงบประมาณในการสนับสนุนทุนวิจัยจำกัด ควรมีการคัดเลือกผลงานในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ ตามลำดับ โดยพิจารณาควบคู่กับการทำ Project Feasibility ในการวิเคราะห์ด้านการเงิน การตลาด งบประมาณการลงทุน ในการสนับสนุน การพัฒนางานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพย์สินทางปัญญา. (2560). *ความรู้เบื้องต้น ด้านทรัพย์สินทางปัญญา* (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: สำนักพิมพ์ ก่อนเมฆ.
- จตุรงค์ กอบแก้ว. (2566). *TRL คืออะไร ทำไมการขอทุนวิจัยและพัฒนาจึงต้องมี TRL บพข. ไขความกระจ่าง สร้างศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมไทยในตลาดโลก*. สืบค้นจาก <https://www.salika.co/2024/04/11/pmuc-technology-readiness-level/>
- จิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์. (2561). *การยื่นคำขอทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. ขอนแก่น: ศูนย์ทรัพย์สินทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนิดา ยุบลไสย์. (2568). การศึกษาการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาจากผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยนครพนม. *วารสารวิจัยและพัฒนาอนุภูมิภาคุ่มน้ำโขง*, 4(1), 37-52.
- บริษัท ดีบุญมี ณ ชุมแพ 4289 จำกัด. (2563). *ร่วมสร้างสรรค์แบ่งปันความรู้เพื่อสังคมแห่งการเรียนรู้ – Knowledge Sharing*. สืบค้นจาก <https://www.thailibrary.in.th/2021/10/15/tr/>
- สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.สุวรรณภูมิ. (2567). *มารู้จักกับหน่วยงานบริหารและจัดการทุนวิจัยภายนอก และกำหนดการเปิดรับทุนวิจัยแต่ละแหล่งทุน*. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/719140>
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2567). *การขอรับการสนับสนุนโครงการนวัตกรรมเพื่อสังคม*. สืบค้นจาก <https://social.nia.or.th/service/support/>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2565). *Factsheet ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (TRL: Technology Readiness Level)*. สืบค้นจาก <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/TRL%20Factsheet%20Rev.04.pdf>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ฝ่ายบริหารกลยุทธ์และนโยบายองค์กร. (2562). *Technology Readiness Levels (TRLs) กับการบริหารงานวิจัยของ สวทช. NSTDA Style*. สืบค้นจาก <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2020/20200420-TRL.pdf>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ฝ่ายพัฒนาคุณภาพการวิจัย. (2562). *คู่มือการประยุกต์ใช้ Technology Readiness Level: TRL ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (ฉบับเผยแพร่หน่วยงานภายนอก)*. สืบค้นจาก <https://www.nstda.or.th/rqm/allmedia/category/1-pr.html?download=25:trl-ver-2-1-external>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, สถาบันวัคซีนแห่งชาติ วราภรณ์ ปัญญากรวงศ์, สุพัตรา ลออรัตน์ศักดิ์, และ สุดารัตน์ ลือพงศ์พัฒนะ. (2564). *ประเมินระดับความพร้อมของเทคโนโลยีอย่างไรเมื่อต้องยื่นขอทุนวิจัย*. สืบค้นจาก <https://research.cri.or.th/administrative-office/trl>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2553). *Technology Readiness Levels: ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม*. สืบค้นจาก https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/technology-readiness-levels/

- หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่. (2566). *เกณฑ์การพิจารณาข้อเสนอโครงการ บพข.* สืบค้นจาก <https://pmua.or.th/process/>
- หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ-บพข. (2564). *การสนับสนุนทุนเพื่อการ พัฒนางานวิจัย และระดับ TRL.* กรุงเทพฯ: บพข.
- หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ. (2566). *คู่มือการส่งข้อเสนอโครงการ บพข.* (2566). สืบค้นจาก <https://pmuc.or.th/proposal-guide-book/>
- Adapted from Sandia National Labs. (2007). *Measuring the maturity of a technology: Guidance on assigning a TRL.* Retrieved from <https://www.spacecomm.nasa.gov/spacecomm/programs/technology/>
- Data Investigator Team. (2021). *การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน.* สืบค้นจาก <https://www.datainvestigatorth.com/post/descriptiveandinferentialstatistics>
- National Aeronautics and Space Administration. (2012). *Technology readiness level.* Retrieved from https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/technology_readiness_level