



Young Scientist Competition

คู่มือการประกวด YSC 2027

เวทีการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 29
Young Scientist Competition (YSC) 2027

อัปเดต!

9 สาขาหลัก
64 สาขาย่อย



จัดทำและเผยแพร่โดย

โครงการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (YSC)
งานบริหารอัตลักษณ์และภาพลักษณ์บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร
ฝ่ายบริหารภาพลักษณ์และกิจกรรมด้านพัฒนากำลังคนของบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)

กรกฎาคม 2569
เอกสารเผยแพร่



สวทช.
NSTDA



SCB^x | SCB



Young Scientist Competition

คู่มือการประกวด YSC 2027

เวทีการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 29
Young Scientist Competition (YSC) 2027

จัดทำและเผยแพร่โดย

โครงการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (YSC)

งานบริหารอัตลักษณ์และภาพลักษณ์บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

ฝ่ายบริหารภาพลักษณ์และกิจกรรมด้านพัฒนากำลังคนของบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

<https://www.nstda.or.th/ysc>

Facebook: YSC Thailand Fanpage | Instagram: @YSCThailand | YouTube channel: YSC Thailand

สิงหาคม 2569

เอกสารเผยแพร่

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติสงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2569 ตาม พร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือฉบับนี้

นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น



สวทช.
NSTDA



SCB^x | SCB

บทนำ

การศึกษาและวิทยาศาสตร์เป็นกุญแจสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนของประเทศ การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งเวทีการประกวดที่เปิดโอกาสให้เยาวชนไทยได้เรียนรู้และสนุกไปกับการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน เยาวชนได้มีโอกาสตระหนักและร่วมกันคิดเพื่ออนาคตที่ยั่งยืน (Sustainable) พร้อมทั้งยังมีโอกาสได้แสดงศักยภาพและพัฒนาความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับนานาชาติ

เด็กและเยาวชนของชาติเป็นบุคคลที่มีบทบาทและส่วนสำคัญอย่างยิ่ง การสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ซึ่งเป็นรากฐานและกำลังสำคัญในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงจำเป็นที่จะต้องเร่งส่งเสริมและกระตุ้นให้เยาวชนหันมาสนใจและเพิ่มพูนทักษะทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ในระดับนักเรียน อีกทั้งสนับสนุนให้เยาวชนรู้จักใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ประสานกับความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาผลงานหรือประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สังคมไทยเป็นสังคมฐานความรู้ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมตระหนักและให้ความสำคัญอย่างยิ่งในเรื่องการพัฒนาศักยภาพเยาวชนให้มีความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี 2541 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ จึงได้ริเริ่มโครงการการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ โดยได้รับความร่วมมือจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเครือข่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ รวมทั้งได้รับการสนับสนุนจากบริษัท อินเทล ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้เยาวชนไทยได้มีโอกาสพัฒนาทักษะความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นนวัตกรรม และเพื่อคัดเลือักนักเรียนตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดในงาน International Science and Engineering Fair (ISEF) ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ตลอดจนผลักดันให้ผลงานเยาวชนไทยเป็นประจักษ์ในเวทีโลก

ต่อมาในปี 2562 สวทช. จึงได้เชิญคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ร่วมเป็นศูนย์ประสานงานภูมิภาค ภาคตะวันตก เพื่อรองรับการขยายตัวของนักเรียนที่ให้ความสนใจในการพัฒนาผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งได้รับการสนับสนุนจากธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด มหาชน ในการสนับสนุนให้เยาวชนเข้าร่วมการประกวดโครงงานในระดับนานาชาติ และในปี 2564 สวทช. ได้ร่วมมือกับสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในการสนับสนุนทุนพัฒนาโครงงานแห่งแก่นักพัฒนาและนวัตกรรมรุ่นใหม่ เพื่อร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยให้เข้มแข็งมากยิ่งขึ้น

คู่มือฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อแนะนำโครงการการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 29 (The 29th Young Scientist Competition: YSC 2027) และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนที่สนใจจะเสนอโครงงานเข้าประกวดทั้งในประเภทบุคคลหรือประเภททีม ซึ่งในปีนี้ โครงการฯ ได้เปิดรับสมัครโครงงาน 9 สาขาหลัก และเพิ่มสาขาย่อยจาก 50 สาขาย่อย เป็น 64 สาขาย่อย เพื่อให้สอดคล้องกับการประกวดเวที Regeneron ISEF และสถานการณ์ปัจจุบันที่เน้นเทคโนโลยีและนวัตกรรม พร้อมทั้งได้ระบุข้อกำหนดด้านจริยธรรม ข้อกำหนดหลัก เงื่อนไขในการเข้าร่วมประกวด คุณสมบัติ/บทบาทของผู้เข้าร่วมการประกวด และกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการประกวดได้ปฏิบัติตามชัดเจน

สำหรับการรับสมัคร นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 – 6 ที่สนใจ และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน สามารถลงทะเบียนเข้าร่วมการประกวดผ่านระบบจัดการข้อมูลและกิจกรรมด้าน ว. และ ท. (S&T Information and Activities Management System) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าระบบ SIMS ศึกษาข้อมูลการลงทะเบียนและรายละเอียดโครงการฯ เพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ <https://www.nstda.or.th/ysc> ลงทะเบียนออนไลน์ได้ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/login> หรือติดต่อศูนย์ประสานงานภูมิภาคของโครงการฯ และติดตามข่าวสารได้ที่เพจ Facebook: YSC Thailand Fanpage เข้าร่วมกลุ่ม Facebook: YSC Thailand หรือติดตามข่าวสารและคลิปการประกวดได้อีก 2 ช่องทางผ่าน Instagram: @YSCThailand และ YouTube channel: YSC Thailand

สารบัญ

หน้า

หลักการและเหตุผล: การประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (Young Scientist Competition: YSC).....	1
ความซื่อสัตย์ทางวิทยาศาสตร์และทางวิชาการ (Scientific and Academic Integrity).....	3
ข้อกำหนดด้านจริยธรรม.....	4
แนวปฏิบัติการใช้ Generative AI เพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย.....	6
จริยธรรมด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่องานวิจัย.....	8
ข้อกำหนดหลักในการเข้าร่วมประกวด.....	11
ลักษณะข้อเสนอโครงการหรือผลงานที่ส่งเข้าประกวด.....	11
ลักษณะโครงการต่อเนื่อง.....	12
ลักษณะโครงการที่ห้ามเข้าร่วมการประกวด.....	12
ลักษณะโครงการที่ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษก่อนการทดลอง.....	15
1. โครงการที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง.....	15
2. โครงการที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง.....	21
3. โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA).....	27
4. โครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย.....	32
5. โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี กิจกรรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย.....	36
ลักษณะโครงการที่จะถูกตัดสิทธิ์เข้าร่วมการประกวด.....	42
เงื่อนไขการประกวด และคุณสมบัติ/บทบาทของนักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษา.....	43
เงื่อนไขการประกวด.....	43
คุณสมบัติ/บทบาทของนักเรียนผู้เข้าประกวด.....	44
คุณสมบัติ/บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษา.....	45
สาขาที่จัดการประกวด.....	46
ชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ (Biology and Biotechnology, BI).....	51
เคมี (Chemistry, CH).....	54
วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science, CS).....	56
วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering, EN).....	59
วิทยาศาสตร์โลกและสิ่งแวดล้อม (Earth and Environmental Sciences, ES).....	62
คณิตศาสตร์และสถิติ (Mathematics and Statistics, MA).....	65
วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมการแพทย์ (Medical Sciences and Engineering, MD).....	68
วัสดุศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ (Materials Science and Engineering, MS).....	71
ฟิสิกส์ พลังงาน และดาราศาสตร์ (Physics, Energy, and Astronomy, PE).....	73
กำหนดการการประกวด.....	77
การจัดเตรียมเอกสารประกอบการลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ.....	78
การจัดเตรียมเอกสารประกอบ สำหรับโครงการที่ได้รับทุนรอบข้อเสนอโครงการ.....	84
การจัดเตรียมเอกสารประกอบ รอบนำเสนอผลงาน (รอบชิงชนะเลิศระดับภูมิภาค).....	86
การจัดเตรียมเอกสารประกอบ รอบชิงชนะเลิศระดับประเทศ.....	90
วิธีการลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ.....	92
การจัดทำข้อเสนอโครงการ.....	95
การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์.....	101
การจัดทำบอร์ดนำเสนอผลงาน.....	106
การจัดทำวิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน.....	111
การจัดทำวิดีโอ (Project Video).....	111

การจัดทำแผนภูมิ Quad Chart.....	112
การจัดทำวิดีโอสาธิตผลงาน (Video Demonstration/Simulation/Animation).....	115
ขั้นตอนการประกวดโครงงาน.....	116
การจัดแสดงผลงาน.....	117
สิ่งที่ใช้ในการนำเสนอ/จัดแสดงผลงาน รอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค).....	117
สิ่งที่ใช้ในการนำเสนอ/จัดแสดงผลงาน รอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ).....	117
กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน.....	117
คำแนะนำการจัดแสดงผลงาน.....	120
การระบุเครดิตกราฟิก (ภาพถ่าย/รูปภาพ/แผนภูมิ/กราฟ/ตาราง/โลโก้).....	121
รูปแบบการจัดแสดงผลงานและการนำเสนอ.....	125
รูปแบบการจัดแสดงผลงาน.....	125
รูปแบบการนำเสนอ.....	126
หลักเกณฑ์การตัดสินโครงงาน.....	127
การขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงงานและการพิจารณาอนุมัติ.....	140
ทุนสนับสนุนและรางวัล.....	141
ประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ.....	144
ภาคผนวก.....	145
การจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL).....	145
แนวทางกำหนดระดับความเสี่ยงในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง.....	148
แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA).....	150
แนวทางการเพิกเฉยต่อข้อกำหนดการแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร/การอนุญาตจากผู้ปกครองของ IRB.....	151
ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารควบคุม DEA.....	152
หมายเลขทะเบียน CAS (CAS registry) สารเคมีและเคมีภัณฑ์.....	154
แนวทางการจัดกลุ่มสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายและการประเมินความเสี่ยง.....	156
ตัวอย่างหน้าปกข้อเสนอโครงการ.....	176
ตัวอย่างหน้าปกรายงาน.....	178
ตัวอย่างการเขียนบทคัดย่อ/ภาพรวมโครงการ (กรณีที่ไม่มียุทธศาสตร์การศึกษา).....	179
ตัวอย่างการเขียนบทคัดย่อ/ภาพรวมโครงการ (กรณีที่มียุทธศาสตร์การศึกษา).....	181
ตัวอย่างฟอร์มบทคัดย่อ.....	183
การค้นคว้าวิจัยและกระบวนการแก้ปัญหา.....	185
เริ่มต้นโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างไร.....	188
ทำอย่างไรจึงจะประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์.....	189
จุดเริ่มต้นการทำวิจัย/โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ.....	189
งานวิจัยที่มีศักยภาพเป็นอย่างไร.....	190
ตัวอย่างบอร์ดนำเสนอผลงาน.....	191
ตัวอย่างแผนภูมิ Quad Chart.....	194
วิธีการเขียนบรรณานุกรมและอ้างอิง.....	196

หลักการและเหตุผล: การประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (Young Scientist Competition: YSC)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยความร่วมมือระหว่างศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเครือข่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จัดการประกวดโครงงานของ นักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (Young Scientist Competition) โดยเริ่มการประกวดเมื่อปี พ.ศ. 2542 ในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) ต่อมาในปี พ.ศ. 2545 เพิ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และปี พ.ศ. 2549 ได้เพิ่มการประกวดในประเภททีม (Team Project) โดยเปิดกว้างในทุกสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการฯ ได้จัดตั้งศูนย์ประสานงานส่วนภูมิภาค 4 ภาค คือ ภาคเหนือ-มหาวิทยาลัยนเรศวร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ-มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ภาคใต้-มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และภาคกลาง-มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ นอกจากนั้น ยังได้รับความร่วมมือจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และบริษัท อินเทล ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นและสนับสนุนเยาวชนในระดับมัธยมศึกษาจากทั่วประเทศ ให้มีโอกาสแสดงความสามารถและทักษะที่เป็นนวัตกรรมและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับประเทศ และเพื่อคัดเลือกนักเรียนตัวแทนประเทศไทยสำหรับเข้าประกวดในเวที International Science and Engineering Fair (ISEF) ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา อันจะเป็นการยกระดับมาตรฐานและผลักดันผลงานของเยาวชนไทยสู่เวทีระดับนานาชาติ ในปี 2562 สวทช. ได้เชิญคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร ร่วมเป็นศูนย์ประสานงานภูมิภาคภาคตะวันตก เพื่อรองรับการขยายตัวของนักเรียนที่ให้ความสนใจในการพัฒนาผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งได้รับการสนับสนุนจากธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด มหาชน ในการสนับสนุนให้เยาวชนเข้าร่วมการประกวดโครงงานในระดับนานาชาติ และในปี 2564 สวทช. ได้ร่วมมือกับสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในการสนับสนุนทุนพัฒนาโครงงานให้แก่ักพัฒนาและนวัตกรรมรุ่นใหม่ เพื่อร่วมกันส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมของประเทศไทยให้เข้มแข็งมากยิ่งขึ้น

การประกวดโครงงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ระดับนานาชาติ (International Science and Engineering Fair) เป็นเวทีการประกวดผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับโลกที่ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ที่มีความสามารถเยี่ยมยอดจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก งานนี้นับเป็นการแสดงผลงานวิทยาศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถึง 6 เพียงรายการเดียวของโลกที่ครอบคลุมวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มากที่สุด และนับเป็นเวทีที่ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ที่มีอายุระหว่าง 12–20 ปี ทั้งนี้ มีจำนวนนักเรียนมากกว่า 1 ล้านคนทั่วโลกที่ได้เข้าร่วมในงานประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยในปี 2569 ซึ่งเป็นการประกวดโครงงาน Regeneron ISEF ครั้งที่ 76 หรือ Regeneron ISEF 2026 มีนักเรียนเข้าร่วมการประกวดจำนวน 1,725 คน จาก 65 ประเทศ รัฐ และเขตการปกครองพิเศษ

สำหรับประเทศไทยนั้น ได้เข้าร่วมการประกวด ISEF ครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ในโครงงานประเภทบุคคล สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) และในปี พ.ศ. 2545 ได้ส่งสาขาวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เข้าประกวดเพิ่ม และเพื่อเป็นการเปิดวิสัยทัศน์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เยาวชนมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2549 จึงได้เข้าร่วมประกวดในโครงงานประเภททีม (Team Project) รวมทั้งมีการขยายสาขาการประกวดเป็น 8 สาขาในปีเดียวกัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2565 หรือโครงการ YSC ครั้งที่ 24 ได้มีการเพิ่มสาขาสหสาขา (Interdisciplinary Fields) อีก 1 สาขา เพื่อรองรับโครงงานด้านชีววิทยาเชิงคำนวณและชีวสารสนเทศ (Computational Biology and Bioinformatics) วิทยาการข้อมูล (Data Science) และจุลชีววิทยา (Microbiology) ต่อมาในการประกวดปี พ.ศ. 2567 หรือโครงการ YSC ครั้งที่ 26 โครงการได้ปรับเปลี่ยนสาขาเป็นวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมการแพทย์ (Medical Sciences and Engineering) เพื่อรองรับโครงงานที่เน้นการแก้ไขปัญหาทางการแพทย์และสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ พร้อมปรับเปลี่ยนชื่อสาขาหลักเดิม และเพิ่มเติมสาขาย่อยในแต่ละสาขาหลัก

รวมกว่า 50 สาขาย่อย และการประกวดปี พ.ศ. 2570 หรือโครงการ YSC ครั้งที่ 29 นี้ ได้เพิ่มเติมสาขาย่อยในแต่ละสาขาหลักเป็น 64 สาขาย่อย เพื่อให้สอดคล้องกับการประกวดเวที Regeneron ISEF และสถานการณ์ปัจจุบันที่เน้นงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยและนานาชาติ ซึ่งประโยชน์จากการได้เข้าร่วมการประกวดนั้น นอกเหนือไปจากรางวัลที่จะได้รับจากการประกวดแล้ว เด็กไทยยังได้มีโอกาสแสดงฝีมือในเวทีทางวิทยาศาสตร์ระดับโลก ซึ่งนับเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่าทั้งสำหรับนักเรียนที่เข้าร่วมประกวดเองและเป็นประโยชน์เป็นอย่างยิ่งต่อวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

ความซื่อสัตย์ทางวิทยาศาสตร์และทางวิชาการ (Scientific and Academic Integrity)

ความซื่อสัตย์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Integrity) เป็นหัวใจสำคัญต่อความน่าเชื่อถือ ความเที่ยงตรง และความก้าวหน้าของวงการวิทยาศาสตร์ นักวิจัยไม่ว่าจะอยู่ในวัยใดก็ตามจำเป็นต้องยึดมั่นในหลักความซื่อสัตย์ ความโปร่งใส และความเป็นกลาง ทั้งในการดำเนินการวิจัย การบันทึกข้อมูล และการนำเสนอผลงานของตน สิ่งนี้ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นเมื่อเป็นการนำผลงานเข้าร่วมการประกวดหรือแข่งขัน เพื่อให้มั่นใจว่าผู้เข้าประกวดทุกคนปฏิบัติตามข้อกำหนดและมาตรฐานอย่างเท่าเทียมกัน อันนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจที่ยุติธรรมและเที่ยงธรรม

การเข้าร่วมเวทีการประกวดโครงการ YSC และเวทีที่จัดโดย Society for Science รวมถึงเวทีในเครือข่ายนั้นมาพร้อมกับความรับผิดชอบทางศีลธรรมและจริยธรรม สำหรับนักเรียนผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนคาดหวังให้ประพฤติตนด้วยเกียรติและความซื่อตรง ทั้งในการทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์และในการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชมรมวิชาการ

- ห้ามมิให้มีการฉ้อฉลและการประพฤติมิชอบทางวิทยาศาสตร์ในทุกระดับของการวิจัยและการประกวดแข่งขัน
- นักเรียนผู้วิจัยต้องไม่สร้างหรือปลอมแปลงข้อมูลหรือภาพ ไม่ลอกเลียนผลงาน และไม่นำผลงานของผู้อื่นมาแอบอ้างเป็นของตน
- นักเรียนผู้วิจัยต้องแยกแยะผลงานของตนเองกับผลงานของผู้อื่นให้ชัดเจน และต้องอ้างอิงแหล่งที่มาทั้งหมด
- นักเรียนผู้วิจัยต้องเคารพการรักษาความลับและทรัพย์สินทางปัญญา

แม้ว่าการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในระดับก่อนอุดมศึกษาจะเป็นกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งอาจมีโอกาสดำเนินการผิดพลาดหรือการตกหล่นได้ แต่สิ่งสำคัญคือ เจตนาของนักเรียนจะต้องตั้งอยู่บนความซื่อสัตย์และปราศจากการหลอกลวง

นอกจากนี้ **ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ (Academic Integrity)** เป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งที่นักเรียนผู้วิจัยจะต้องทำงานอย่างใกล้ชิดกับผู้ใหญ่ที่ให้การสนับสนุนงานของตน (เช่น อาจารย์ที่ปรึกษา นักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง เป็นต้น) ทั้งเพื่อแสดงการขอบคุณต่อความช่วยเหลือที่ได้รับอย่างเหมาะสม และเพื่อขออนุญาตและขอการรับรองที่จำเป็นทั้งหมดในการนำเสนอผลงานวิจัย ในทุกกรณีที่ผลงานนั้นมีได้เป็นผลงานของตนเองเพียงลำพัง การทำงานในห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (Regulated Research Institutional, RRI) การทำงานกับข้อมูลที่ไม่ได้เปิดเผยต่อสาธารณะ หรือการทำงานที่เป็นส่วนย่อยของโครงการขั้นเรียนหรือชมรมใด ๆ ที่สามารถระบุตัวตนได้ ล้วนต้องมีการอ้างอิงและให้เครดิตผลงานของผู้อื่นอย่างถูกต้อง และอาจต้องผ่านการพิจารณาและอนุมัติอย่างเป็นทางการจากสถาบัน โดย RRI หรือคณะกรรมการพิจารณาที่เกี่ยวข้องของ RRI ก่อนที่จะนำเสนอต่อสาธารณะในงานประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์

การขอและได้รับอนุญาตควรดำเนินการตั้งแต่ตอนเริ่มต้นการพัฒนาผลงาน เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบถึงเจตนาที่จะจัดทำโครงงานและเข้าร่วมการประกวดในเวทีโครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นักเรียนผู้วิจัยจำเป็นต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนที่จะส่งผลงานวิจัยเข้าร่วมการประกวด การพูดคุยและตกลงกันตั้งแต่ก่อนที่โครงงานจะเสร็จสิ้นย่อมดีกว่ามาก โดยเฉพาะในกรณีที่อาจารย์ที่ปรึกษามีข้อกังวลเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาหรือข้อมูลอันเป็นกรรมสิทธิ์อื่น ๆ ในการเปิดเผยงานวิจัยที่นักเรียนได้ทำไว้ต่อสาธารณะผ่านการประกวดทางวิทยาศาสตร์

ข้อกำหนดด้านจริยธรรม

นักเรียนผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาที่มีบทบาทในโครงการ ได้รับการคาดหวังให้รักษามาตรฐานทางจริยธรรมขั้นสูงสุดตามมาตรฐานเหล่านี้:

1) ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ (Integrity)

โครงการที่จัดทำขึ้นอยู่บนพื้นฐานของความซื่อสัตย์ เป็นกลาง และหลีกเลี่ยงผลประโยชน์ทับซ้อนในทุกขั้นตอน โครงการควรสะท้อนถึงการวิจัยอิสระที่ทำโดยนักเรียนและนำเสนอด้วยคำพูดของตนเองพร้อมการอ้างอิงที่เหมาะสม

ห้ามนำเสนอข้อมูลที่เป็นเท็จหรือข้อมูลที่มีการฉ้อฉล หรือการคัดลอกผลงาน/หรือการลอกเลียนแบบ (plagiarism) หรือการใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างไม่เหมาะสม

2) ถูกต้องตามกฎหมาย (Legality)

โครงการทั้งหมดต้องปฏิบัติตามอย่างถูกต้องตามกฎหมาย และต้องได้รับการอนุมัติจากประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง และเมื่อมีความจำเป็นตามลักษณะของโครงงาน จะต้องได้รับการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม ได้แก่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ (Institutional Review Board, IRB) คณะกรรมการกำกับดูแลการดูแลและการใช้สัตว์ของสถาบัน (Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC) และคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพของสถาบัน (Institutional Biosafety Committee, IBC) ตามความเหมาะสมของโครงการ

3) การเคารพความลับและทรัพย์สินทางปัญญา (Respect for Confidentiality and Intellectual Property)

การสื่อสารที่เป็นความลับ ตลอดจนสิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ และทรัพย์สินทางปัญญาในรูปแบบอื่น ๆ จะต้องได้รับเกียรติ ไม่สามารถใช้ข้อมูล วิธีการ หรือผลลัพธ์ที่ไม่ได้เผยแพร่โดยปราศจากการได้รับอนุญาต นอกจากนี้ จะต้องมีการ ให้เครดิตหรือระบุการมีส่วนร่วมของบุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนช่วยในการดำเนินงานวิจัยอย่างเหมาะสม

4) การดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Stewardship of the Environment)

มีความรับผิดชอบในการปกป้องสิ่งแวดล้อมจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ห้ามนำเข้าสู่สิ่งแวดล้อม หรือกำจัด/ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ สิ่งมีชีวิตหรือชนิดพันธุ์พื้นถิ่น สิ่งมีชีวิตหรือชนิดพันธุ์ที่ผ่านการดัดแปลงทางพันธุกรรม และสิ่งมีชีวิตหรือชนิดพันธุ์รุกราน ซึ่งตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว ได้แก่ แมลง พืช สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง รวมถึงห้ามนำหรือปล่อยสิ่งต่อไปน้เข้าสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ เชื้อก่อโรค สารเคมีที่เป็นพิษ และสารหรือวัตถุจากภายนอกหรือสิ่งแปลกปลอม เป็นต้น

5) การตระหนักรู้ความเสี่ยง (Acknowledgment of Risks)

ทุกโครงการมีความเสี่ยงอยู่เสมอ ทุกคนได้รับการคาดหวังให้ตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ประเมินความเสี่ยง ลดหรือควบคุมความเสี่ยงให้น้อยที่สุด และเตรียมพร้อมสำหรับเหตุฉุกเฉิน

6) การดูแลสัตว์ทดลอง (Animal Care)

ต้องให้การดูแลและเคารพสัตว์ทดลองทุกชนิดอย่างเหมาะสม สนับสนุนการใช้วิธีวิจัยที่ไม่ใช้สัตว์ทดลองและแนวทางทางเลือก และต้องมีการสำรวจก่อนที่จะดำเนินโครงการเกี่ยวกับสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยยึดหลัก “4R” ได้แก่ Replace, Reduce, Refine, Respect

- Replace – แทนที่สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อาทิ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ/เซลล์ และ/หรือการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์หากเป็นไปได้
- Reduce – ลดจำนวนสัตว์โดยไม่ลดทอนความถูกต้องทางสถิติ
- Refine – ปรับปรุงระเบียบวิธีการทดลองเพื่อลดความเจ็บปวดหรือความทุกข์ทรมานของสัตว์
- Respect – เคารพสัตว์และการมีส่วนร่วมของสัตว์ในการวิจัย

7) การคุ้มครองนักเรียนผู้วิจัย/ผู้เข้าร่วมวิจัย (Human Participant Protection)

ยึดถือสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของนักเรียนผู้วิจัย และผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นสำคัญ

8) สารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents, PHBAs)

ต้องมีความรับผิดชอบในการดำเนินการและจัดทำเอกสารการประเมินความเสี่ยง และเพื่อจัดการและกำจัดสิ่งมีชีวิตและวัสดุที่เกี่ยวข้องอย่างปลอดภัยและเหมาะสม

การฉ้อฉลและการประพฤติมิชอบทางวิทยาศาสตร์จะไม่ได้รับยอมรับในการวิจัยหรือการแข่งขัน/การประกวดทุกระดับ ซึ่งรวมถึงการคัดลอก/ลอกเลียนแบบ การปลอมแปลง การใช้หรือการนำเสนอผลงานของนักวิจัยคนอื่นในฐานะที่เป็นของตนเอง และการประดิษฐ์ข้อมูลอันเป็นเท็จหรือข้อมูลที่ไม่มีหลักฐานเชิงประจักษ์

โครงการฉ้อโกงและละเมิดจรรยาบรรณอาจส่งผลทำให้ถูกตัดสิทธิ์ในการเข้าร่วมการประกวดเวที YSC และการเข้าร่วมการประกวดเวที ISEF และงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ขอสงวนสิทธิ์ในการเพิกถอนโครงการ หากพบว่าการฉ้อโกง รวมถึงรางวัล ของขวัญ การยอมรับ และเกียรติคุณใด ๆ ที่ได้รับ

แนวปฏิบัติการใช้ Generative AI เพื่อสนับสนุนโครงการวิจัย

ในปัจจุบันแอปพลิเคชันทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว และ Society for Science ร่วมกับ คณะกรรมการพิจารณาทางวิทยาศาสตร์ของ Regeneron ISEF ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ จึงได้จัดทำตารางด้านล่างนี้เพื่อเป็น แนวทางในการพิจารณาว่า เมื่อใดจึงยอมรับได้ที่จะใช้ Generative AI ในการพัฒนาและดำเนินโครงการวิจัย และควรอ้างอิง การใช้งานนี้อย่างไร โดยตารางนี้ได้ดัดแปลงมาจากคณะกรรมการเฉพาะกิจของ AHA (American Historical Association) ว่าด้วย ปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษาประวัติศาสตร์ (AI in History Education)¹

ทั้งนี้ตารางด้านล่างนี้เป็นเพียงแนวทางเบื้องต้นที่มีการประกาศจากเวที Regeneron ISEF และเวที YSC ในฐานะเวที ในเครือข่ายการประกวดที่เป็นพันธมิตร (Affiliated fairs) ได้มีการประกาศและนำมาปรับประยุกต์ใช้ในเวทีการประกวด

รูปแบบกิจกรรม	การอนุญาต/ยอมรับ	เงื่อนไข
1. ขอให้ AI ช่วยระบุหรือสรุปประเด็นสำคัญของบทความก่อนที่จะอ่าน ใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการทบทวนวรรณกรรม (literature review)	ได้	ยอมรับได้ โดยไม่จำเป็นต้องอ้างอิงอย่างชัดเจน
2. ขอให้ AI สรุปหนังสือ/บทความในสาขาที่สนใจ แล้วนำสรุปนั้นไปใส่ในส่วนการทบทวนวรรณกรรม (literature review) โดยที่ไม่ได้อ่านหนังสือ/บทความนั้น	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด เพราะไม่มีการอ่าน/มีส่วนร่วมกับแหล่งข้อมูลจริง
3. ใช้ AI เป็นเครื่องมือช่วยเขียนเพื่อการระดมความคิด และพัฒนาแนวคิด	ได้	ยอมรับได้ และอาจต้องอ้างอิงอย่างชัดเจน ขึ้นกับบริบท ควรเก็บบันทึกคำสั่งที่ใช้ไว้ในสมุดบันทึกการวิจัย (logbook)
4. ใช้ AI เพื่อเขียนชิ้นงานฉบับแรกเริ่ม ของแผนการวิจัย/บทคัดย่อ/บทความ/โปสเตอร์	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด ต้องเป็นผลงานอิสระของนักเรียน การขอคำแนะนำ/ปรับแต่งหลังจากเอกสารฉบับแรกเสร็จแล้ว สามารถทำได้ โดยต้องอ้างอิงอย่างชัดเจน และมีการบันทึกคำสั่งที่ใช้
5. ขอให้ AI เขียนบทคัดย่อ (abstract) หรือบางส่วนของบทความวิจัย เพื่อเป็นชิ้นงานของตนเอง	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด
6. ขอให้ AI ช่วยทำให้บทคัดย่อเองที่เขียนขึ้นเองนั้นมีภาษาที่คมชัดและตรงประเด็นมากขึ้น โดยไม่แก้ไข ไม่เพิ่ม และไม่แทนที่ประเด็นหลัก	ได้	ยอมรับได้ โดยไม่จำเป็นต้องอ้างอิงอย่างชัดเจน เฉพาะเมื่อการปรับโดยใช้ AI จำกัดอยู่แค่ ไวยากรณ์และโครงสร้างประโยค
7. ใช้ AI เพื่อเขียนโค้ดเริ่มต้น สำหรับโครงการวิจัย	ได้	ยอมรับได้ เฉพาะเมื่อมีการอ้างอิงอย่างชัดเจน ว่าส่วนใดของโค้ดถูกสร้างโดย AI และต้องมีการบันทึกคำสั่งที่ใช้
8. ขอให้ AI สร้างผลงาน/กราฟิก/รูปภาพ สำหรับบทความหรือสื่อเพื่อการนำเสนอ	ได้	ยอมรับได้ โดยต้องระบุให้ชัดเจนว่า สร้างโดยปัญญาประดิษฐ์ (AI-generated) และต้องมีการอ้างอิงอย่างชัดเจนว่าสร้างอย่างไร

รูปแบบกิจกรรม		การอนุญาต/ ยอมรับ	เงื่อนไข
9.	ขอให้ AI เพิ่มประเด็น/เนื้อหาใหม่เข้าไปในรายงานวิจัยที่ได้เขียนขึ้น	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด
10.	ใช้ AI เพื่อสร้างข้อสรุป วางแผนการในอนาคต/ขั้นตอนการทดลองถัดไป ฯลฯ	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด
11.	ใช้ AI ช่วยระบุการทดสอบทางสถิติหรือซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม โดยที่มีการตีความข้อมูลหรือผลลัพธ์โดยผู้วิจัย	ได้	ยอมรับได้ โดยต้องมีการบันทึกคำสั่งที่ใช้งาน ไว้ในสมุดบันทึกการวิจัย (logbook)
12.	ใช้ AI เก็บข้อมูลและเขียนแผนวิจัย และสร้างเอกสารอ้างอิง เพื่อรองรับข้อความที่อ้างถึง	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด
13.	ขอให้ AI สร้างบรรณานุกรมตั้งต้น	ไม่ได้	ไม่ยอมรับโดยเด็ดขาด
14.	ขอให้ AI ช่วยแก้โครงสร้าง/รูปแบบของบรรณานุกรม	ได้	ยอมรับได้ โดยไม่จำเป็นต้องอ้างอิงอย่างชัดเจน แต่ต้องตรวจทานและยืนยันว่าเอกสารอ้างอิงทั้งหมดถูกต้องและมีอยู่จริง

¹ ดัดแปลงจาก: Guiding Principles for Artificial Intelligence in History Education (อนุมัติโดย AHA Council วันที่ 29 ก.ค. 2568)

ลิงก์อ้างอิง:

<https://www.historians.org/resource/guiding-principles-for-artificial-intelligence-in-history-education/>

แปลจาก: Use of generative AI to support a research project

ลิงก์อ้างอิง:

<https://sspcdn.blob.core.windows.net/files/Documents/SEP/ISEF/2026/Rules/Generative-AI-Use-Table.pdf>

โดยใช้ ChatGPT 5.2 (OpenAI) ช่วยในการแปลเบื้องต้น (12 ธ.ค. 2568)

จริยธรรมด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่องานวิจัย

จริยธรรมด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่องานวิจัยเป็นกรอบกำกับการใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อความรู้ทางวิชาการ โดยไม่บิดเบือนหลักฐาน ละเมิดสิทธิ หรือสร้างผลกระทบเชิงลบต่อสังคมและผู้เกี่ยวข้อง แม้ปัญญาประดิษฐ์ จะช่วยเร่งการวิเคราะห์ข้อมูล การสังเคราะห์แนวคิด และการสื่อสารผลการศึกษได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็มีความเสี่ยงสำคัญ เช่น อคติจากข้อมูลฝึก ผลลัพธ์คลาดเคลื่อน/แต่งเติมข้อมูล ความไม่โปร่งใสของกระบวนการ และปัญหาความเป็นเจ้าของผลงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรใช้ปัญญาประดิษฐ์ภายใต้หลักการสำคัญ ได้แก่ ความเข้าใจในขีดความสามารถและข้อจำกัดของเครื่องมือ ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ การตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ ความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ และการสอดคล้องกับมาตรฐานจริยธรรม เพื่อให้การใช้ AI สนับสนุนการวิจัยอย่างน่าเชื่อถือ โปร่งใส และเป็นธรรมต่อทุกฝ่าย โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. เข้าใจขีดความสามารถและข้อจำกัดของเครื่องมือ (Understanding)

- ทำความเข้าใจความสามารถและข้อจำกัดของเครื่องมือ AI ที่ใช้ เช่น เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างโมเดล หรือการสร้างสมมติฐานใหม่หรือไม่
- ตรวจสอบว่าโมเดล/เครื่องมือที่ใช้ถูกออกแบบมาเพื่ออะไร (เช่น สรุปข้อความ, วิเคราะห์ภาพ, สร้างโค้ด, ทำสถิติ)
- รับรู้ว่า AI อาจมีการแต่งเติมข้อมูลที่ดูน่าเชื่อถือ (hallucination) และ/หรืออาจมีอคติจากข้อมูลที่ใช้ในการฝึก (bias) ดังนั้นต้องตรวจสอบผลลัพธ์กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
- ใช้เครื่องมือที่มีคู่มือหรือมีเอกสารอธิบายวิธีการทำงานและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการฝึก

2. ความซื่อสัตย์ทางวิชาการ (Integrity)

- ระบุงานที่ใช้เครื่องมือ AI ในงานวิจัย รายงาน หรือการนำเสนอของคุณ รวมถึงการอ้างอิงแหล่งที่มาอย่างเหมาะสม หาก AI สร้างเนื้อหาหรือให้ข้อมูลเชิงลึก (ศึกษาเพิ่มเติมที่: <https://ctl.utexas.edu/chatgpt-and-generative-ai-tools-sample-syllabus-policy-statements>)
- อย่าใช้เนื้อหา ภาพ หรือโค้ดที่ AI สร้างขึ้นโดยไม่ได้รับการยินยอม หรือแอบอ้างว่าเป็นผลงานของตนเอง
- ใช้เครื่องมือ AI เพื่อสนับสนุน ไม่ใช่แทนที่ การคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์

3. ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ (Validation)

- ตรวจสอบข้อมูลเชิงลึกที่ได้จาก AI กับแหล่งข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้ หรือทำซ้ำผลการวิจัยหากเป็นไปได้
- หากเป็นการคำนวณ/สถิติ ให้ทำการรันซ้ำด้วยโค้ด หรือใช้วิธีการที่ตรวจสอบได้ และบันทึกขั้นตอนการใช้งาน
- ใช้ผลลัพธ์จาก AI เป็นเพียงส่วนหนึ่งของหลักฐานที่ต้องตีความและวางในบริบทที่เหมาะสม
- นำผลการวิจัยเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อรับรองความถูกต้อง

4. มีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ (Accountability)

- เก็บบันทึกว่าใช้ AI ทำอะไรบ้าง (คำสั่ง/เวอร์ชัน/วันเวลา/ผลลัพธ์ที่นำมาใช้)
- ประเมินความเสี่ยงก่อนใช้ผลลัพธ์ AI ในเรื่องสำคัญ (เช่น ด้านคลินิก/นโยบาย/ความปลอดภัย)
- หลีกเลี่ยงการใช้ผล AI แบบอัตโนมัติในงานที่มีผลกระทบต่อคนจริง เช่น การคัดเลือกผู้เข้าร่วม การจัดกลุ่มเสี่ยง การตัดสินใจ
- อย่าเชื่อผลลัพธ์ของ AI อย่างไม่มีเงื่อนไข ต้องประเมินอย่างรอบคอบ
- รับผิดชอบต่อการสรุปและการตัดสินใจที่ใช้ AI เป็นข้อมูลสนับสนุน

5. สอดคล้องกับมาตรฐานจริยธรรม (Ethicality)

- ปฏิบัติตามแนวทางจริยธรรมสำหรับการใช้ AI ในการวิจัย เช่น แนวทางของสถาบันหรือองค์กรวิชาชีพ
- เคารพความเป็นส่วนตัวและข้อมูลอ่อนไหว โดยหลีกเลี่ยงใส่ข้อมูลผู้ป่วย/ข้อมูลระบุตัวตนลงในเครื่องมือที่ไม่ผ่านการอนุมัติ และการใช้การ de-identification/การไม่ระบุตัวตน หากจำเป็น
- มั่นใจว่างานวิจัยและการประยุกต์ใช้ AI จะสร้างประโยชน์แก่กลุ่มที่หลากหลายโดยไม่เพิ่มความเหลื่อมล้ำ
- พิจารณาผลกระทบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากงานวิจัยของคุณ

สถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต (Career for the Future Academy: CFA)
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

มีบทเรียนออนไลน์ที่เป็นหลักสูตรการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย
โดยสามารถเรียนได้ฟรีพร้อมมอบใบรับรอง ที่น่าสนใจ ดังนี้

- 1) มาตรฐานและจรรยาบรรณการวิจัย (RESEARCH INTEGRITY)
<https://elearn.career4future.com/courses/ri/>
- 2) จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ และ พรบ.สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558
<https://elearn.career4future.com/courses/scientific-animal-conduct-code-of-conduct/>
- 3) จรรยาบรรณการวิจัยในมนุษย์ (Human Research Ethics)
<https://elearn.career4future.com/courses/human-research-ethics/>
- 4) การบันทึกข้อมูลงานวิจัย
<https://elearn.career4future.com/courses/researchrecordkeeping/>
- 5) ผลประโยชน์ทับซ้อน (Conflict of Interest) ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
<https://elearn.career4future.com/courses/coi/>
- 6) ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (TRL)
<https://elearn.career4future.com/courses/trl/>
- 7) จรรยาบรรณปัญญาประดิษฐ์
<https://elearn.career4future.com/courses/artificial-intelligence-ethics/>

ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีศักยภาพสูง (YST) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
มีบทเรียนออนไลน์ ภายใต้หัวข้อ “JSTP พี่สอนน้องหัดวิจัย : JSTP Master Class”
เพื่อเป็นหลักสูตรการเรียนรู้ และส่งเสริมประสบการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และพัฒนาศักยภาพของเยาวชน

ผู้ที่สนใจ สามารถเข้าเรียนได้ที่ <https://www.nstda.or.th/jstp/online-lesson/>

ข้อกำหนดหลักในการเข้าร่วมประกวด

เพื่อเป็นการคุ้มครองสิทธิและสวัสดิภาพของนักเรียนผู้วิจัย การปกป้องป้องสิทธิและสวัสดิภาพของผู้เข้าร่วมการทดลอง การรับรองการปฏิบัติตามกฎหมาย และการรับรองการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการที่ปลอดภัย ซึ่งสร้างความตระหนักให้เยาวชนได้เข้าใจถึงความปลอดภัยในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และคำนึงถึงความปลอดภัยสูงสุดของนักเรียนผู้วิจัยเป็นสำคัญ **โครงการทั้งหมดต้องได้รับการอนุมัติจากประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง**

โดยโครงการ YSC ได้มีการกำหนดลักษณะของโครงการในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- ลักษณะข้อเสนอโครงการหรือผลงานที่ส่งเข้าประกวด
- ลักษณะโครงการต่อเนื่อง
- ลักษณะโครงการที่ห้ามเข้าร่วมการประกวด
- ลักษณะโครงการที่ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษก่อนการทดลอง
 - โครงการที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง
 - โครงการที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง
 - โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย
 - โครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย
 - โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี กิจกรรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย
- ลักษณะโครงการที่จะถูกตัดสิทธิ์เข้าร่วมการประกวด

ซึ่งต้องทำความเข้าใจ ดังต่อไปนี้

ลักษณะข้อเสนอโครงการหรือผลงานที่ส่งเข้าประกวด

1. **ข้อเสนอโครงการหรือผลงาน ต้องไม่ลอกเลียนแบบหรือนำเอาผลงานจากการศึกษาหรือการดำเนินการของผู้อื่นมาส่ง** เข้าประกวด หากนำความคิดของตนเองที่เคยส่งเข้าประกวดแล้วหรือผลงานผู้อื่นมาดำเนินการ (ให้ระบุลงในหัวข้อ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในรายงานวิจัยให้ชัดเจน) โดยในโครงการศึกษา/วิจัย ต้องระบุที่มาของโครงการต้นแบบ และจุดที่มีการปรับปรุงพัฒนาต่อยอดไปจากโครงการเดิมอย่างละเอียด
2. **ข้อเสนอโครงการต้องไม่พบลักษณะของ “โครงการที่ห้ามเข้าร่วมการประกวด”**
3. **ข้อเสนอโครงการบางโครงการที่เกี่ยวข้องกับ (1) ผู้เข้าร่วมการทดลอง (2) สัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง (3) สารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (4) เนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย และ (5) สารเคมี กิจกรรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย อาจต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ** โดยมีอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรเพิ่มเติมก่อนเริ่มการทดลอง ทั้งนี้โปรดศึกษารายละเอียดใน “ลักษณะโครงการที่ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษก่อนการทดลอง” และต้องมีการจัดส่งเอกสารเพิ่มเติมตามที่กำหนด
4. **ข้อเสนอโครงการที่เป็นโครงการต่อเนื่อง ต้องมีลักษณะตามที่กำหนดใน “ลักษณะโครงการต่อเนื่อง”**
5. **ข้อเสนอโครงการหรือผลงาน จะต้องไม่เคยได้รับรางวัลใด ๆ ในการประกวดทั้งในระดับประเทศหรือต่างประเทศมาก่อน** ไม่ว่ามูลค่ารางวัลที่ได้รับมาจะมีมูลค่าเท่าใดก็ตาม หากเป็นผลงานที่ได้รับรางวัลระหว่างการประกวดเวที YSC จะต้องรายงานให้โครงการ YSC ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร โดยต้องชี้แจงให้ทราบถึงจุดที่มีการปรับปรุงพัฒนาต่อยอดแตกต่างจากผลงานที่เคยได้รับรางวัลระหว่างการประกวด/แข่งขัน

ลักษณะโครงการต่อเนื่อง

1. โครงการต่อเนื่อง คือ โครงการที่พัฒนาต่อยอดจากงานของปีที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นการขยายขอบเขต ปรับปรุงวิธีวิจัย เพิ่มตัวแปร วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกยิ่งขึ้น หรือยกระดับความซับซ้อนของแบบจำลอง/ต้นแบบ ทั้งนี้ **ต้องแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามี “องค์ความรู้ใหม่” หรือ “ผลการวิจัยใหม่” เกิดขึ้นในรอบปีปัจจุบัน** สำหรับการทำการทดลองซ้ำด้วยวิธีการและคำถามการวิจัยเดียวกัน แม้ว่าจะมีขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นก็ตาม จะไม่ถือว่าเป็นโครงการต่อเนื่อง
2. นักเรียนผู้วิจัยจะต้องใช้ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ/การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดำเนินการต่อเนื่องกัน **โดยเป็นโครงการที่มีการดำเนินงานมาอย่างต่อเนื่องก่อนรอบการรับสมัครข้อเสนอโครงงาน โดยอาจมีหรือไม่มีสมาชิกจากทีมเดิมก็ได้**
3. โครงการเหล่านี้**ต้องชี้แจงในข้อเสนอโครงการและในผลงานอย่างชัดเจนว่ามีการวิจัยเพิ่มเติมและแตกต่างจากโครงการเดิมอย่างไร โดยต้องกล่าวในส่วนบทนำของข้อเสนอโครงการและรายงาน/รายงานฉบับสมบูรณ์ และต้องส่งแบบฟอร์มชี้แจงความแตกต่างโครงการต่อเนื่องและ/หรือโครงการที่ใช้ร่วมกับการประกวดในเวทีอื่น ๆ (Research Continuation & Clarification Form) ในรอบข้อเสนอโครงงาน**
4. บอร์ดแสดงผลงานและบทคัดย่อต้องสะท้อนถึงผลงานของปีปัจจุบันเท่านั้น ชื่อโครงการที่แสดงในบูธ อาจกล่าวถึงปี (เช่น “Year Two of an Ongoing Study”) สำหรับสมุดบันทึกข้อมูล (Logbook) เอกสารงานวิจัย และเอกสารประกอบของปีที่แล้วอาจอยู่ที่บูธได้ โดยต้องมีการติดฉลากไว้อย่างถูกต้อง
5. อนุญาตให้ทำการศึกษาระยะยาวเป็นการศึกษาต่อเนื่อง ที่ยอมรับได้ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้:
 - a. การศึกษานี้เป็นการทดสอบการศึกษาหลายปี หรือการบันทึกตัวแปรเดียวกันโดยที่เวลาเป็นตัวแปรที่สำคัญ (ตัวอย่าง: ผลกระทบของฝนหรือความแห้งแล้งต่อดินในแอ่งน้ำต่อการฟื้นฟูของพืชและสัตว์ในพื้นที่ ตามระยะเวลาที่ผ่านไป)
 - b. แต่ละปีการศึกษาที่ติดต่อกัน ต้องแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลา
 - c. บอร์ดแสดงผลงาน ต้องยึดตามข้อมูลสรุปในอดีตโดยรวมและเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลปีปัจจุบัน ห้ามแสดงข้อมูลดิบ (raw data) จากปีก่อนหน้า
6. ในการนำเสนอผลงาน **ต้องนำเสนอเฉพาะผลการทดลองในรอบปีการประกวดล่าสุดเท่านั้น**

ลักษณะโครงการที่ห้ามเข้าร่วมการประกวด

- โครงการที่ผิดกฎหมาย/ไม่ชอบด้วยกฎหมาย ขัดต่อจริยธรรม และหลักมนุษยธรรม

ลักษณะต้องห้ามของโครงการเกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง

- โครงการที่ก่อให้เกิดความเครียด ความทุกข์ทรมาน หรือความเจ็บปวดกับผู้เข้าร่วมการทดลอง
- โครงการที่มีช่วยเหลือนหรือก่อให้เกิดการตายอย่างไม่เจ็บปวด หรือการรุกราน
- โครงการที่มีการวินิจฉัยโรค การให้คำแนะนำ การจัดการให้ยา/การรักษา การทำหัตถการทางการแพทย์กับผู้เข้าร่วมการทดลอง รวมถึงการให้ข้อมูลการวินิจฉัยหรือข้อมูลทางการแพทย์แก่ผู้เข้าร่วม โดยนักเรียนผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติเองโดยตรง
- โครงการที่มีการเจาะเลือด หรือหัตถการทางการแพทย์ใด ๆ แก่ผู้เข้าร่วมวิจัย (ไม่อนุญาต แม้จะทำกับนักเรียนผู้วิจัยก็ตาม)
- โครงการที่มีการเผยแพร่แอปพลิเคชันวินิจฉัยและข้อมูลการวินิจฉัยโรค การจัดการให้ยา/การรักษา บนเว็บไซต์สาธารณะหรือ App Store โดยปราศจากการได้รับอนุญาตจากองค์การอาหารและยา (FDA)

- โครงการที่มีการเปิดเผยผลการศึกษาในมนุษย์หรือข้อมูลการศึกษาที่ได้จากผู้เข้าร่วมวิจัย หรือผ่านตัวระบุที่เชื่อมโยงถึงผู้เข้าร่วม (รวมถึงภาพถ่าย) โดยปราศจากความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เข้าร่วม (ตาม Public Health Service Act, 42 USC 241 (d))
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยไม่มี IRB จากหน่วยงานที่ทำการทดลองก่อนการสมัครรอบเสนอโครงงาน ทั้งนี้ต้องได้รับการยินยอมจาก SRC (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) เป็นลายลักษณ์อักษรก่อนทำการทดลอง และอยู่ภายใต้กฎหมาย

ลักษณะต้องห้ามของโครงการที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ทดลอง

- โครงการที่ทำให้สัตว์ทดลอง (โดยเฉพาะสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง) ที่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดหรือความทุกข์ทรมาน
- โครงการที่มีการศึกษาและออกแบบโดยคาดการณ์ว่าจะทำให้สัตว์ทดลอง (โดยเฉพาะสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง) ตาย หรือการุณยฆาต
- โครงการที่ทำให้สัตว์ทดลอง (โดยเฉพาะสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง) ต้องตายแบบการุณยฆาต เพื่อการเก็บชิ้นเนื้อหรือการตรวจพยาธิสภาพ โดยปราศจากผู้เชี่ยวชาญ
- โครงการที่ดำเนินการการุณยฆาตสัตว์ โดยดำเนินการ ณ โรงเรียน/บ้าน/ภาคสนาม เพื่อเก็บเนื้อเยื่อ และ/หรือเพื่อการวิเคราะห์ทางพยาธิวิทยา (โครงงานลักษณะดังกล่าวต้องดำเนินการ ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (RRI) โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทำการุณยฆาต)
- โครงการที่ดำเนินการการุณยฆาตสัตว์ เพื่องานด้านการเกษตร/การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อเป็นอาหาร
- โครงการที่มีการศึกษาและออกแบบให้สัตว์ทดลอง (โดยเฉพาะสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง) เกิดการชักนำพิษด้วยสารพิษที่ทราบแน่ชัด ซึ่งก่อความเจ็บปวดหรือตาย (เช่น แอลกอฮอล์ ฟังก์กรด ยามาแมลง โลหะหนัก) หรือการศึกษาที่มีเจตนาศึกษาผลกระทบที่เป็นพิษของสารต่อสัตว์
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ทดลอง (โดยเฉพาะสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง) โดยการปรับสภาพด้วยสิ่งเร้าที่ไม่พึงประสงค์ การแยกแม่/ทารก หรือการเหนี่ยวนำใด ๆ โดยปราศจากการดูแล/ช่วยเหลือ
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเหยื่อ/ผู้ล่ากับสัตว์ทดลอง (โดยเฉพาะสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง)
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเกี่ยวกับความเจ็บปวดของสัตว์
- โครงการที่มีการตกปลาด้วยไฟฟ้า (electrofishing) เบ็ดมีหนาม (เบ็ดเงี่ยง) หรือการใช้เหยื่อเป็น

ลักษณะต้องห้ามของโครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย

- โครงการที่เพาะเลี้ยงจุลชีพ/ชีวภัณฑ์ที่อาจเป็นอันตราย แม้จะเป็นสิ่งมีชีวิตระดับระดับ BSL-1 หรือใน *C. elegans* ก็ตาม ภายในสภาพแวดล้อมที่บ้าน (ต้องดำเนินการในโรงเรียนหรือห้องปฏิบัติการเท่านั้น) ทั้งนี้อนุญาตให้เก็บตัวอย่างที่บ้านได้ แต่ต้องนำส่งห้องปฏิบัติการที่มีระดับ BSL ตามที่กำหนดทันที
- โครงการที่มีศึกษา ออกแบบ หรือมีส่วนร่วม โดยมี Biosafety Level ระดับ BSL-2 ขึ้นไป (รวมถึง BSL-2+, BSL-3 และ BSL-4)
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการเก็บและตรวจสอบของเหลวในร่างกายที่อาจมีระดับ BSL-2 ขึ้นไป
- โครงการที่ดำเนินการใส่ยีนดื้อยาปฏิชีวนะหรือคัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่แสดงลักษณะดื้อยา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรักษาในมนุษย์ สัตว์ หรือพืชอย่างมีประสิทธิภาพ
- โครงการที่ก่อให้เกิดลักษณะการดื้อยาหรือเชื้อดื้อยาเพิ่มขึ้น (เช่น เพิ่มการต้านยาจาก 1 ตัวยาเป็น 2 ตัวยา)
- โครงการที่ออกแบบหรือคัดเลือกเชื้อดื้อยาหลายชนิด (Multidrug Resistant Organisms, MDROs) เพื่อตรวจสอบพยาธิสภาพ การพัฒนา หรือการรักษาโรคติดเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการใช้พรีออน (prion) หรือโปรตีนที่มีลักษณะคล้ายพรีออน (prion-like protein) ที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ซึ่งรวมถึงโปรตีนเบต้าอะไมลอยด์ (amyloid- β) เทา (tau) แอลฟา-ซินูคลิน (α -synuclein) โปรตีนจับดีเอ็นเอแบบทรานส์แอคทีฟ ขนาด 43 kDa (transactive response DNA-binding protein of 43 kDa)

เส้นใยอะไมลอยด์ และโปรตีนฮันติงตัน (huntingtin) นอกจากนี้ยังห้ามการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับพลาสมิดที่มียีนซึ่งเข้ารหัสโปรตีนคล้ายพร็อนด้วย

- โครงการที่มีขยายพันธุ์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่มีดีเอ็นเอซึ่งมีสารพิษของมนุษย์ พืช หรือสัตว์ (รวมถึงไวรัส)
- โครงการที่ปล่อยหรือกำจัดสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม และ/หรือชนิดพันธุ์รุกราน (เช่น แมลงหรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ พืช สัตว์มีกระดูกสันหลัง) เชื้อก่อโรค สารเคมีที่เป็นพิษ หรือสารแปลกปลอมออกสู่สิ่งแวดล้อม
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพ (Biological agents) ที่สามารถใช้ทำเป็นอาวุธได้
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับอาวุธและสารพิษชีวภาพ/ชีวพิษ (Biological and toxin weapons)
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือเพิ่มดีเอ็นเอลูกผสม (Recombinant DNA, rDNA) ของสิ่งมีชีวิต ที่ก่อให้เกิดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ ได้แก่ สารพิษ ชีวพิษ (toxin) เชื้อโรค ลักษณะการดื้อยาหรือเชื้อต้านยาเพิ่มขึ้น อาวุธและสารพิษชีวภาพ และสารชีวภาพที่สามารถใช้ทำเป็นอาวุธได้
- โครงการที่มีการปรับเปลี่ยน/ดัดแปลงพันธุกรรม (genetically-altered) ในสิ่งมีชีวิต
- โครงการที่นักเรียนผู้วิจัยเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์สาหร่ายสะพรั่งที่เป็นอันตราย (Harmful Algal Bloom: HAB) โดยต้องเก็บตัวอย่างโดยใช้บุคลากรผู้มีคุณสมบัติหรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น และส่งมอบตัวอย่างให้นักเรียนนำไปตรวจได้ ทั้งนี้การตรวจน้ำที่เก็บมาในช่วง HAB ต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-2 และภายใต้เงื่อนไข BSL-2

ลักษณะต้องห้ามของโครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย

- โครงการที่มีเก็บและตรวจตัวอย่างของเหลวจากร่างกาย (รวมถึงเลือด) ซึ่งอาจมีชีวภัณฑ์ระดับสูงกว่า BSL-2 (BSL-2+, BSL-3 หรือ BSL-4)
- โครงการที่ใช้เนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกายมนุษย์และสัตว์ทดลอง โดยไม่มี IRB จากหน่วยงานที่ทำการทดลองการสมัครรอบเสนอโครงงาน ทั้งนี้ต้องได้รับการยินยอมจาก SRC (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) เป็นลายลักษณ์อักษรก่อนทำการทดลอง และอยู่ภายใต้กฎหมาย

ลักษณะต้องห้ามของโครงการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย

- โครงการที่มีการใช้ยาที่ตามสั่งโดยแพทย์ (prescription drugs) นอกเหนือวัตถุประสงค์หรือสำหรับบุคคลที่มีผู้ซึ่งเป็นแพทย์สั่ง
- โครงการที่มีการทดลองการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์เพื่อการบริโภคด้วยวิธีการกลั่น
- โครงการที่มีการใช้ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารควบคุม DEA ที่เป็น Schedule I ทั้งนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหัวข้อ “ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารควบคุม DEA” ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับรังสีชนิดก่อกวนไอออนเกิน NRC: 0.5 mrem/ชั่วโมง หรือ 100 mrem/ปี
- โครงการที่ใช้รังสีไฟฟ้าแรงดันมากกว่า 25 กิโลโวลต์ ในโรงเรียนหรือที่บ้าน
- โครงการที่ใช้สารกัมมันตรังสี ทั้งนี้อาจทำได้ถ้าได้รับการยินยอมจาก Region Science Review Committee Chair (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) เป็นลายลักษณ์อักษรก่อนทำการทดลอง และอยู่ภายใต้กฎหมาย
- โครงการที่มีการใช้สารเคมีที่เป็นพิษแล้วเป็นอันตรายตาม GHS ที่ระดับ 1-3 หรือ NFPA ระดับ 3-4 และดำเนินการในบ้าน (ต้องดำเนินการในโรงเรียนหรือห้องปฏิบัติการเท่านั้น)
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการซื้ออาวุธปืน ดินปืนดำ และวัตถุระเบิด
- โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระเบิดและดินปืน อาจทำได้ถ้าได้รับการยินยอมจาก SRC (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) เป็นลายลักษณ์อักษรก่อนทำการทดลอง และอยู่ภายใต้กฎหมาย
- โครงการที่มีการใช้โดรนหรืออากาศยานไร้คนขับ โดยผู้พัฒนาอายุไม่ถึง 20 ปีบริบูรณ์เป็นผู้ควบคุมและบังคับการบินด้วยตนเอง (เป็นไปตามกฎหมายที่กำหนด)

ลักษณะโครงการที่ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษก่อนการทดลอง

1. โครงการที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง

โครงการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องได้รับการอนุมัติจาก Institutional Review Board (IRB) ก่อนเริ่มทำการทดลอง และ/หรือต้องยื่นหลักฐานการอนุมัติจากประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มทำการทดลอง

ตามประมวลกฎหมายแห่งสหพันธรัฐ ฉบับที่ 45 หมวด 46 (45 CFR 46) ผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์ หมายถึง บุคคลที่มีชีวิตซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยได้มาซึ่ง (1) ข้อมูลหรือตัวอย่างจากการแทรกแซงหรือปฏิสัมพันธ์กับบุคคลนั้น หรือ (2) ข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถระบุตัวตนได้

- 1) โครงการที่ต้องมีการศึกษาโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่นอกเหนือจากนักเรียนผู้วิจัย เพื่อวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้น
- 2) โครงการที่มีผู้เข้าร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทางร่างกาย (เช่น การออกแรงทางกายภาพ การกลืนสารหรืออาหารใด ๆ กระบวนการทางการแพทย์ใด ๆ)
- 3) โครงการที่มีการศึกษาทางจิตวิทยา การศึกษา และความคิดเห็น (เช่น แบบสำรวจ แบบสอบถาม แบบทดสอบทุกประเภท)
- 4) โครงการที่มีการศึกษาที่ผู้วิจัยเป็นผู้เข้าร่วมการทดสอบเอง
- 5) โครงการที่มีการทดสอบสิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ หรือแอปพลิเคชันคอมพิวเตอร์ที่ผู้พัฒนาออกแบบโดยมีผู้เข้าร่วมการทดลอง ที่นอกเหนือจากนักเรียนผู้วิจัย
- 6) โครงการที่มีการใช้ข้อมูล/บันทึกข้อมูลที่ไม่มีการระบุตัวตน (เช่น ชุดข้อมูลที่มีชื่อ วันเกิด หมายเลขโทรศัพท์ หรือตัวแปรระบุอื่น ๆ)
- 7) โครงการที่มีการสังเกตพฤติกรรม ซึ่ง
 - a) มีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับบุคคลที่สังเกตหรือเมื่อนักเรียนผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อม (เช่น ติดป้าย วางสิ่งของ) หรือ
 - b) เกิดขึ้นในสถานที่ที่ไม่ใช่พื้นที่สาธารณะหรือมีการจำกัดการเข้าถึง (เช่น สถานรับเลี้ยงเด็ก คลินิกแพทย์) หรือ
 - c) เกี่ยวข้องกับการบันทึกข้อมูลที่สามารถระบุตัวบุคคลได้

การศึกษาที่มีผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นมนุษย์ทั้งหมดต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Institutional Review Board: IRB) ก่อนการทดลอง โดย IRB ต้องประกอบด้วยกรรมการอย่างน้อย 3 ท่าน ได้แก่

- นักการศึกษา (ต้องไม่ใช่ครูที่ปรึกษา)
- ผู้บริหารสถานศึกษา (โดยควรเป็นผู้บริหารหรือรองผู้อำนวยการ)
- บุคลากรทางการแพทย์หรือสุขภาพจิต

**โปรดศึกษารายละเอียด แนวปฏิบัติการพิจารณาบททางด้านจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์ พ.ศ. 2563 โดย
สทช. จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>)**

กฎระเบียบ

- 1) โครงการที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ **ต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติจาก IRB ก่อนที่จะเริ่มมีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับผู้เข้าร่วม** (เช่น การรับสมัคร การเก็บข้อมูล) โดย IRB จะเป็นผู้กำหนดว่าต้องมีการกำกับดูแลเพิ่มเติมหรือไม่ ปรับแก้แผนการวิจัยตามที่เห็นสมควร และกำหนดระดับความเสี่ยงตลอดจนกระบวนการขอความยินยอมที่จำเป็น
- 2) **ต้องมีกระบวนการขอความยินยอม** การเข้าร่วมการวิจัยจะเริ่มต้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เข้าร่วมได้ให้ความยินยอมโดยได้รับข้อมูลครบถ้วนด้วยความสมัครใจแล้ว (และในหลายกรณีต้องได้รับอนุญาตจากผู้ปกครองด้วย)
 - a) ผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นผู้ใหญ่สามารถให้ความยินยอมด้วยตนเองได้
 - b) การศึกษาทั้งหมดที่มีผู้เข้าร่วมเป็นผู้เยาว์ (อายุต่ำกว่า 18 ปี) ต้องได้รับการยินยอมจากตัวผู้เข้าร่วม และได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ปกครองตามกฎหมาย
 - c) สำหรับการศึกษามีผู้เยาว์เข้าร่วม หากการศึกษามีแบบสำรวจ ต้องแนบแบบสำรวจนั้นไปกับแบบฟอร์มการยินยอม โดยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการขออนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ปกครองก่อนที่ผู้เยาว์จะเข้าถึงแบบสำรวจ
 - d) การยินยอมโดยได้รับข้อมูลกำหนดให้ผู้วิจัยต้องให้ข้อมูลอย่างครบถ้วนแก่ผู้เข้าร่วม (และผู้ปกครองในกรณีที่เกี่ยวข้อง) เกี่ยวกับความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าร่วมการศึกษา เพื่อให้ผู้เข้าร่วมและผู้ปกครองสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลว่าจะเข้าร่วมหรือไม่
 - e) ต้องแจ้งให้ผู้เข้าร่วมทราบว่าการเข้าร่วมเป็นไปโดยสมัครใจ และสามารถหยุดการเข้าร่วมได้ทุกเมื่อ (กล่าวคือ สามารถเข้าร่วมหรือปฏิเสธการเข้าร่วมได้ โดยไม่มีผลกระทบเชิงลบใด ๆ จากการไม่เข้าร่วมหรือการยุติการเข้าร่วมกลางคัน)
 - f) การขอความยินยอมต้องไม่มีการบีบบังคับใด ๆ
 - g) นักเรียนทำวิจัยอาจร้องขอให้ IRB ยกเว้นข้อกำหนดเรื่องการยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เข้าร่วมที่เป็นผู้ใหญ่ (อายุเกิน 18 ปี) ได้ หากการวิจัยมีความเสี่ยงเพียงเล็กน้อยและเป็นการเก็บข้อมูลแบบนิรนาม
- 3) **การศึกษาวิจัยต้องเป็นไปตามกฎหมายคุ้มครองความเป็นส่วนตัวทั้งหมด** (เช่น FERPA และ HIPAA ของสหรัฐอเมริกา) เมื่อกฎหมายเหล่านั้นมีผลบังคับใช้กับโครงการ (เช่น โครงการที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทางการแพทย์)
- 4) นักเรียนสามารถสังเกตและเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ห้ผลการทางการแพทย์ ประสิทธิภาพของยา/การรักษา และการวินิจฉัยโรคได้ **เฉพาะภายใต้การกำกับดูแลโดยตรงของผู้ให้บริการ/บุคลากรทางการแพทย์ที่มีใบอนุญาตเท่านั้น** โดยต้องระบุชื่อบุคลากรทางการแพทย์ท่านนั้นไว้ในแผนการวิจัย/โปรโตคอลที่ IRB อนุมัติ นอกจากนี้ IRB ต้องยืนยันด้วยว่านักเรียนไม่ได้ละเมิดกฎหมายว่าด้วยการประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง (การแพทย์ การพยาบาล เกษตรกรรม ฯลฯ) ของรัฐหรือประเทศที่นักเรียนดำเนินการวิจัย
- 5) **เครื่องมือวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่แล้วยังไม่เป็นสมบัติสาธารณะ ต้องได้รับการดำเนินการให้คะแนน และแปลผลโดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล** ตามที่ผู้จัดพิมพ์เครื่องมือกำหนด การใช้และการเผยแพร่แบบทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้จัดพิมพ์ รวมถึงการจัดหาสำเนาเครื่องมือที่ถูกต้องตามกฎหมาย

- 6) การศึกษาที่มีการรับสมัครและปฏิสัมพันธ์กับผู้เข้าร่วมทางออนไลน์หรือทางอินเทอร์เน็ตสามารถทำได้ หากปฏิบัติตามกฎเกี่ยวกับผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ข้างต้นทั้งหมด ทั้งในเรื่องกระบวนการขอความยินยอมและข้อจำกัดต่าง ๆ รวมถึงการขออนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษรสำหรับการศึกษาที่มีผู้เยาว์เข้าร่วม การขออนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษรนี้ต้องแนบสำเนาแบบสำรวจไปด้วย และต้องได้รับก่อนที่ผู้เยาว์จะเข้าถึงแบบสำรวจออนไลน์ ทั้งนี้ เพื่อคุ้มครองความลับของผู้เข้าร่วม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่**ต้องปกป้องหมายเลข IP address ตลอดจนข้อมูลที่ได้รับมาด้วย**
- 7) สิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ แอปพลิเคชันคอมพิวเตอร์ โครงงานวิศวกรรม/การออกแบบที่นักเรียนออกแบบขึ้น และการทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีการให้ผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ทดสอบสิ่งประดิษฐ์หรือผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคนั้น จำเป็นต้องให้ความใส่ใจต่อความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับบุคคลผู้ทดสอบหรือทดลองใช้สิ่งประดิษฐ์/ต้นแบบนั้น
 - a) ต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติล่วงหน้าจาก IRB เมื่อสิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ แอปพลิเคชัน ฯลฯ ที่นักเรียนออกแบบขึ้นถูกทดสอบโดยผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ซึ่งไม่ใช่ตัวนักเรียนทำวิจัยเอง หรือไม่ใช่ผู้ปกครอง/อาจารย์ที่ปรึกษา/QS/DS เพียงคนเดียว ในกรณีที่การทดสอบนั้นจำเป็นต้องใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้ใหญ่ (เช่น การขับรถหรือกิจกรรมอื่นที่มีข้อจำกัดด้านอายุ) ทั้งนี้รวมถึงการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนทั่วไปเกี่ยวกับการใช้งานหรือทัศนคติต่อสิ่งประดิษฐ์หรือผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคด้วย แต่ไม่รวมถึงการรับข้อเสนอแนะเชิงวิชาชีพจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่ศึกษา ก่อนการทดลอง
 - b) การทดสอบสิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ หรือโครงงานกับผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยหรือการแทรกแซงทางการแพทย์ (ตามนิยามของ FDA หรือกฎหมายว่าด้วยการประกอบวิชาชีพเวชกรรม) ต้องปฏิบัติตามข้อห้ามเรื่องหัตถการทางการแพทย์ และต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของบุคลากรทางการแพทย์ที่มีคุณสมบัติและความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในด้านการวินิจฉัยหรือการแทรกแซงทางการแพทย์ที่ทำการศึกษานั้น

เอกสารและการอนุมัติ

- 1) นักเรียนผู้วิจัยต้องมีแผนการวิจัยที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมาตรฐานทั้งหมด รวมถึงหัวข้อเฉพาะสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีมนุษย์เป็นผู้เข้าร่วม (Human Participants Research) ที่ระบุในข้อเสนอโครงงาน (Research Proposal) ดังนี้
 - a) ผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participants)
 - อธิบายช่วงอายุ เพศ และองค์ประกอบทางเชื้อชาติหรือชาติพันธุ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย
 - ระบุว่ามีการแบ่งบางหรือไม่ เช่น ผู้เยาว์ หญิงตั้งครรภ์ ผู้ต้องขัง ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาหรือจิตใจ และผู้เสียเปรียบทางเศรษฐกิจ เป็นต้น
 - b) การรับสมัครผู้เข้าร่วม (Recruitment)
 - จะค้นหาหรือรับสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัยจากที่ใด และจะเชิญให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยด้วยวิธีใด
 - c) วิธีดำเนินการ (Methods)
 - ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกให้ทำอะไรบ้าง
 - จะใช้แบบสำรวจ แบบสอบถาม หรือแบบทดสอบหรือไม่ หากใช้เครื่องมือที่ไม่ได้พัฒนาขึ้นเอง เครื่องมือดังกล่าวได้มาจากที่ใด และจำเป็นต้องขออนุญาตใช้หรือไม่ หากจำเป็น โปรดอธิบาย
 - ผู้เข้าร่วมแต่ละคนต้องเข้าร่วมกิจกรรมบ่อยเพียงใด และใช้เวลานานเท่าใด
 - d) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจเผชิญความเสี่ยงหรือความไม่สะดวกใดบ้าง เช่น ความเสี่ยงทางร่างกาย ความเสี่ยงทางจิตใจ ภาระด้านเวลา ความเสี่ยงทางสังคม และความเสี่ยงทางกฎหมาย เป็นต้น
 - จะลดความเสี่ยงเหล่านี้อย่างไร และการวิจัยมีประโยชน์ต่อสังคมหรือผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างไร
- e) การคุ้มครองความเป็นส่วนตัว (Protection of Privacy)
- จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถระบุตัวบุคคลได้หรือไม่ เช่น
 - ชื่อ หมายเลขโทรศัพท์ วันเดือนปีเกิด และที่อยู่อีเมล เป็นต้น
 - ข้อมูลจะถูกเก็บเป็นความลับหรือไม่เปิดเผยตัวตนหรือไม่
 - หากเป็นข้อมูลแบบไม่เปิดเผยตัวตน ให้อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล หากไม่ใช่ข้อมูลแบบไม่เปิดเผยตัวตน ต้องมีมาตรการใดในการรักษาความลับของข้อมูล
 - ข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้ที่ใด ใครสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ และจะดำเนินการอย่างไรกับข้อมูลหลังสิ้นสุดการวิจัย
- f) กระบวนการขอความยินยอมโดยได้รับข้อมูลครบถ้วน (Informed Consent Process)
- อธิบายวิธีการแจ้งให้ผู้เข้าร่วมทราบเกี่ยวกับ (1) วัตถุประสงค์ของการวิจัย (2) สิ่ง que ผู้เข้าร่วมต้องปฏิบัติ (3) การเข้าร่วมเป็นไปโดยสมัครใจ และ (4) สิทธิในการยุติหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อ
- 2) งานวิจัยของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติจาก IRB ก่อนที่จะเริ่มมีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับผู้เข้าร่วม (เช่น การรับสมัคร การเก็บข้อมูล) เป็นความรับผิดชอบของ IRB ที่จะประเมินความเสี่ยงทางกายภาพและ/หรือทางจิตใจที่อาจเกิดขึ้นจากโครงงาน และวินิจฉัยว่าโครงงานนั้นเหมาะสมสำหรับการวิจัยของนักเรียน และปลอดภัยต่อนักเรียนผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมหรือไม่
- a) โครงงานที่ดำเนินการ ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (RRI) (เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ศูนย์การแพทย์ ห้องปฏิบัติการของรัฐ) ต้องได้รับการอนุมัติจาก IRB ของสถาบันนั้น และต้องได้รับสำเนาเอกสารการอนุมัติของ IRB สำหรับโครงงานนั้นมาด้วย
 - b) IRB ของโรงเรียน (หรือ SRC/IRB ของงานประกวดในเครือของท่าน) ต้องประเมินความเสี่ยงและบันทึกผลการพิจารณาระดับความเสี่ยงลงในแบบฟอร์ม 4
 - c) โครงงานที่ดำเนินการ ณ RRI (เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ศูนย์การแพทย์ ห้องปฏิบัติการของรัฐ) ต้องได้รับการอนุมัติจาก IRB และต้องได้รับสำเนาเอกสารการอนุมัติของ IRB สำหรับโครงงานนั้น
 - d) จดหมายจากผู้ให้คำปรึกษาที่เป็นผู้ใหญ่ และ/หรือนักวิทยาศาสตร์ ไม่ถือเป็นเอกสารที่เพียงพอในการแสดงกระบวนการตรวจทานและอนุมัติของ IRB ของ RRI
- 3) เมื่อทำงานร่วมกับสถานที่สำหรับกลุ่มบุคคลที่ได้รับการคุ้มครอง ซึ่งผู้เข้าร่วมพักอาศัยหรือเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ (เช่น บ้านพักคนชรา สถานรับเลี้ยงเด็ก เรือนจำ ฯลฯ) ต้องได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถานที่นั้นก่อนการทดลอง รวมทั้งต้องได้รับการยินยอมโดยได้รับข้อมูลจากผู้เข้าร่วมแต่ละรายด้วย
- 4) นักเรียนต้องปฏิบัติตามข้อวินิจฉัยทั้งหมดของ IRB ของโรงเรียนหรือของ RRI ก่อนที่จะเริ่มมีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับผู้เข้าร่วมวิจัย (เช่น การรับสมัคร การเก็บข้อมูล)
- a) หาก IRB กำหนดให้ต้องมีนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล (QS) ต้องให้ QS กรอกแบบฟอร์ม 2 ให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะมีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับผู้เข้าร่วม โดย IRB ของโรงเรียนจะตรวจทานแบบฟอร์มที่กรอกเสร็จแล้วนี้ก่อนอนุมัติโครงงาน

- b) หาก IRB กำหนดให้ต้องมีผู้ควบคุมดูแลโดยตรง (DS) ต้องกรอกแบบฟอร์ม 3 ให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะมีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับผู้เข้าร่วม โดย IRB ของโรงเรียนจะตรวจทานแบบฟอร์มที่กรอกเสร็จแล้วนี้ก่อนอนุมัติโครงการ
- 5) ภายหลังได้รับการอนุมัติครั้งแรกจาก IRB แล้ว หากนักเรียนมีข้อเสนอเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในแผนการวิจัย จะต้องดำเนินการขออนุมัติใหม่ทั้งหมด และได้รับการอนุมัติอีกครั้งก่อนที่จะกลับมาปฏิสัมพันธ์ (การรับสมัคร การเก็บข้อมูล) กับผู้เข้าร่วมวิจัย
- 6) หลังการทดลองและก่อนการประกวด SRC จะตรวจทานความสอดคล้องกับกฎระเบียบทั้งหมด
- 7) แบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) จำเป็นสำหรับทุกโครงการที่มีการให้ผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์ทดสอบสิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ หรือผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคที่นักเรียนออกแบบขึ้น

จำเป็นต้องมีแบบฟอร์ม ต่อไปนี้:

- ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ที่มีการระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีมนุษย์เป็นผู้เข้าร่วม (Human Participants Research)
- แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor)
- แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist)
- แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form)
- แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form)
- แบบฟอร์ม 4 แบบฟอร์มทำวิจัยในมนุษย์ (Human Participants Form) – สำหรับโครงการที่ได้รับการตรวจสอบโดย IRB ของโรงเรียน หรือเอกสารการอนุมัติจาก IRB ของ RRI
- ตัวอย่างแบบฟอร์มการให้ความยินยอมเพื่อเก็บข้อมูล/การอนุญาตจากผู้ปกครอง (Human Informed Consent Form) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- ตัวอย่างแบบสำรวจ – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 3 Risk Assessment Form – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่ได้รับการยกเว้น (ไม่ต้องขออนุมัติล่วงหน้าจาก IRB หรือจัดทำเอกสารผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์)

- 1) สิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ แอปพลิเคชันคอมพิวเตอร์ โครงงานวิศวกรรม/การออกแบบ หรือการทดสอบผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคที่นักเรียนออกแบบขึ้น ซึ่งนักเรียนผู้วิจัย (หรือสมาชิกในทีม หากเป็นโครงการแบบทีม) เป็นผู้ทดสอบสิ่งประดิษฐ์ ต้นแบบ แอปพลิเคชัน หรือผลิตภัณฑ์นั้นแต่เพียงผู้เดียว และการทดสอบดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือความปลอดภัย
 - a) การยกเว้นนี้ยังใช้ได้ ในกรณีที่ผู้ทดสอบที่เป็นมนุษย์คือ ผู้ปกครองเพียงคนเดียว หรืออาจารย์ที่ปรึกษา/QS/DS ในกรณีที่การทดสอบจำเป็นต้องใช้อาจารย์ที่ปรึกษา (โดยเป็นการทดสอบแทนนักเรียนผู้วิจัย ไม่ใช้การทดสอบเพิ่มเติมจากนักเรียน)
 - b) ต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติล่วงหน้าจาก IRB หากโครงการมีผู้ทดสอบมากกว่านักเรียนผู้วิจัย (หรือผู้ปกครองคนเดียวที่ทำหน้าที่เป็นผู้ทดสอบแต่เพียงผู้เดียว ก็ตาม) หรือมีการนำตัวแปร

หรือปัจจัยด้านมนุษย์เข้ามาในการทดสอบผลิตภัณฑ์ผู้บริโภค/สิ่งประดิษฐ์/ต้นแบบ/แอปพลิเคชัน (เช่น ปริมาณการนอนหลับ ความแข็งแรงหรือความอดทนของผู้ทดสอบ เป็นต้น)

- 2) **การศึกษาที่ทบทวนข้อมูล/บันทึก** (เช่น สถิติเบสบอล สถิติอาชญากรรม) ซึ่งข้อมูลนำมาจากชุดข้อมูลที่มีอยู่ก่อนแล้วซึ่งเปิดเผยต่อสาธารณะและ/หรือได้รับการตีพิมพ์แล้ว และไม่มีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับมนุษย์ หรือไม่มีการเก็บข้อมูลใด ๆ จากผู้เข้าร่วมที่เป็นมนุษย์เพื่อวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยของนักเรียน
- 3) **การสังเกตพฤติกรรมในสถานที่สาธารณะที่ไม่มีการจำกัดการเข้าถึง** (เช่น ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ) ซึ่งเข้าเงื่อนไขต่อไปนี้ทั้งหมด
 - a) นักเรียนผู้วิจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ กับบุคคลที่ถูกสังเกต
 - b) นักเรียนผู้วิจัยไม่ได้ปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในทางใดทางหนึ่ง และ
 - c) นักเรียนไม่ได้บันทึกข้อมูลใด ๆ ที่ระบุตัวตนบุคคลได้
- 4) **โครงการที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนหลังที่มีอยู่ก่อนแล้วในรูปแบบที่ลบตัวระบุตัวตน/เป็นข้อมูลนิรนาม** ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งสองข้อต่อไปนี้
 - a) ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรว่าข้อมูลดังกล่าวได้ถูกลบตัวระบุตัวตนอย่างเหมาะสมแล้วก่อนส่งมอบให้นักเรียนผู้วิจัย และเป็นไปตามกฎหมายคุ้มครองความเป็นส่วนตัวและกฎหมาย HIPAA ทั้งหมด และ
 - b) SRC ได้ตรวจสอบยืนยันว่าข้อมูลได้ถูกลบตัวระบุตัวตนอย่างเหมาะสม โดยการตรวจทานเอกสารลายลักษณ์อักษรที่ผู้ให้ข้อมูลควบคุมดูแลจัดเตรียมไว้

2. โครงการที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

สำหรับโครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในสัตว์ในกระดูกสันหลัง โครงการ YSC แนะนำหลักปฏิบัติ 4R สำหรับการใช้สัตว์ในการทดลอง ดังต่อไปนี้

- Replace – แทนที่สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อาทิ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ/เซลล์ และ/หรือการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์หากเป็นไปได้
- Reduce – ลดจำนวนสัตว์โดยไม่ลดทอนความถูกต้องทางสถิติ
- Refine – ปรับปรุงระเบียบวิธีการทดลองเพื่อลดความเจ็บปวดหรือความทุกข์ทรมานของสัตว์
- Respect – เคารพสัตว์และการมีส่วนร่วมของสัตว์ในการวิจัย

หากจำเป็นต้องใช้สัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง นักเรียนผู้วิจัยต้องพิจารณาทางเลือกเพิ่มเติมเพื่อลดและปรับปรุงการใช้สัตว์

โครงการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องได้รับการอนุมัติจาก ประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง

สัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ครอบคลุมดังต่อไปนี้

- (1) สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่ไม่ใช่มนุษย์ (รวมถึงสัตว์จำพวกปลา) เมื่อพักไข่หรือเกิด
- (2) สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เมื่อพักไข่หรือเกิด
- (3) สัตว์เลื้อยคลาน เมื่อพักไข่หรือเกิด (เริ่มตั้งแต่สามวัน (72 ชั่วโมง) ก่อนพักไข่)
- (4) สัตว์ปีก เมื่อพักไข่หรือเกิด (เริ่มตั้งแต่สามวัน (72 ชั่วโมง) ก่อนพักไข่)
- (5) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อพักไข่หรือเกิด
- (6) ตัวอ่อนปลาหมึก (zebrafish) หลังการปฏิสนธิ 7 วัน (168 ชั่วโมง)
- (7) สัตว์ในชั้นเซฟาโลพอด (Cephalopods) ให้ถือปฏิบัติเสมือนเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

และสัตว์ที่อยู่ภายใต้พรบ. สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 ของประเทศไทย

- (1) สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่ไม่ใช่มนุษย์ ได้แก่
 - สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Class Mammalia)
 - สัตว์ปีก (Class Aves)
 - สัตว์เลื้อยคลาน (Class Reptilia)
 - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Class Amphibia)
 - ปลา (Class Pisces)
- (2) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางกลุ่ม ได้แก่
 - กุ้ง (Phylum Arthropoda)
 - ปู (Phylum Arthropoda)
 - แมง (Phylum Arthropoda)
 - แมลง (Phylum Arthropoda)
 - หมีก (Phylum Mollusca)

- หอย (Phylum Mollusca)
- หนอนตัวกลม (Phylum Nematoda)

ทั้งนี้โปรดศึกษาคู่มือ จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>)

- จรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (2542)
- จรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (2559)
- ราชกิจจานุเบกษา ข้อกำหนดจรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (2559)
- ราชกิจจานุเบกษา กำหนดประเภทและชนิดของสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (2566)

นอกจากนี้โปรดศึกษา

- ข้อเสนอแนะสำหรับการดูแลและการใช้สัตว์ทดลอง โดยสภาวิจัยแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 8 (2011)
- อาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการดูแลและใช้สัตว์ทดลอง โดยสภาวิจัยแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (1997)
- แนวทางปฏิบัติของสัตวแพทยสมาคมแห่งประเทศไทยสำหรับการุณยฆาตสัตว์ ฉบับปี ค.ศ. 2020 ที่ <https://issuu.com/thezerobooks/docs/guidelines-on-euthanasia-2020>
- ราชกิจจานุเบกษา กำหนดประเภทและชนิดของสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ณ 6 กันยายน 2566 ได้ที่ https://nrct.go.th/file/Mreg/2566_0406.5_1878-1.pdf

หมายเหตุ: หากเนื้อเยื่อได้จากสัตว์ที่ถูกทำการุณยฆาตด้วยเหตุผลอื่นที่ไม่เกี่ยวกับโครงการ จะไม่ถือเป็นการศึกษาสัตว์มีกระดูกสันหลัง โปรดศึกษาในหัวข้อ “โครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย”

กฎระเบียบ

- 1) การศึกษาในสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ภายใต้พรบ. สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 ของประเทศไทยทั้งหมด ต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติก่อนที่การทดลองจะเริ่มต้น
 - a) หากการศึกษาดำเนินการ ณ โรงเรียน บ้าน หรือภาคสนาม คณะกรรมการพิจารณาทางวิทยาศาสตร์ (SRC) จะทำหน้าที่อนุมัติการศึกษาในสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดย SRC ที่ทำหน้าที่นี้ต้องมีสัตวแพทย์หรือผู้ดูแลสัตว์ที่ได้รับการฝึกอบรม และ/หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับชนิดสัตว์ที่ทำการศึกษาร่วมอยู่ด้วย
 - b) หากการศึกษาดำเนินการ ณ RRI จะต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (IACUC) ซึ่งเป็นองค์กรของสถาบันที่ทำหน้าที่ตรวจทานและอนุมัติการศึกษาในสัตว์ทั้งหมด ณ RRI นั้น
- 2) ต้องคำนึงถึงสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของสัตว์มีกระดูกสันหลังในทุกขั้นตอนของการศึกษา
- 3) ตลอดการศึกษา ต้องจัดให้มีการดูแลที่เหมาะสมตลอดเวลา รวมถึงวันหยุดสุดสัปดาห์ วันหยุดนักขัตฤกษ์ และช่วงปิดภาคเรียน ต้องสังเกตสัตว์ทุกวันเพื่อประเมินสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี และต้องเฝ้าติดตามสัญญาณของความทุกข์ทรมานอย่างต่อเนื่อง
 - a) ต้องปฏิบัติต่อสัตว์ด้วยความเมตตาและดูแลอย่างเหมาะสม
 - b) ต้องเลี้ยงสัตว์ในสภาพแวดล้อมที่สะอาด มีการระบายอากาศดี และสะดวกสบายเหมาะสมกับชนิดของสัตว์

- c) ต้องจัดหาน้ำและอาหารที่สะอาด (ไม่ปนเปื้อน) ให้อย่างต่อเนื่อง
- d) ต้องทำความสะอาดกรง คอก และตู้ปลาอย่างสม่ำเสมอ
- 4) โครงการเกี่ยวกับสัตว์มีกระดูกสันหลังต้องออกแบบให้มั่นใจว่าสัตว์จะไม่ได้รับความเจ็บปวดหรือความทุกข์ทรมานเกินกว่าระดับชั่วขณะหรือเพียงเล็กน้อย
 - a) หากดำเนินการ ณ RRI ภายใต้ขั้นตอนและระเบียบของ IACUC ความเจ็บปวดหรือความทุกข์ทรมานที่เกินกว่าระดับชั่วขณะหรือเล็กน้อยต้องได้รับการบรรเทาด้วยยาสลบ ยาระงับปวด และ/หรือยากล่อมประสาทที่ IACUC อนุมัติ
- 5) ต้องปรึกษาสัตวแพทย์และให้สัตวแพทย์รับรองการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสารอาหาร การให้ยาที่ต้องมีใบสั่งแพทย์ และ/หรือกิจกรรมที่สัตว์ไม่ได้พบเจอตามปกติในชีวิตประจำวัน
- 6) ต้องมีเหตุผลอันสมควรประกอบการออกแบบการทดลองที่มีการจำกัดอาหารหรือของเหลว และต้องเหมาะสมกับชนิดของสัตว์ หากการจำกัดดังกล่าวเกินกว่า 18 ชั่วโมง โครงการนั้นต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติจาก IACUC และต้องดำเนินการ ณ RRI
- 7) งานวิจัยที่ดำเนินการ ณ RRI เกี่ยวกับภาวะขาดสารอาหาร หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารหรือยาที่ยังไม่ทราบผลกระทบ สามารถทำได้จนถึงจุดที่พบสัญญาณทางคลินิกของความทุกข์ทรมาน หากพบความทุกข์ทรมานต้องระงับโครงการทันทีและดำเนินการแก้ไขภาวะขาดสารอาหารหรือผลของยานั้น โครงการจะดำเนินต่อไปได้ก็ต่อเมื่อมีการดำเนินการอย่างเหมาะสมเพื่อแก้ไขปัจจัยที่เป็นสาเหตุแล้ว
- 8) **ความเจ็บป่วยหรือการสูญเสียน้ำหนักที่ผิดปกติใด ๆ ต้องได้รับการตรวจสอบหาสาเหตุ และต้องปรึกษาสัตวแพทย์เพื่อรับการรักษาทันที**
 - a) การตรวจสอบนี้ต้องได้รับการบันทึกเป็นเอกสารโดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้ควบคุมดูแลโดยตรง ซึ่งต้องมีคุณสมบัติเพียงพอในการวินิจฉัยความเจ็บป่วยนั้น หรือโดยสัตวแพทย์
 - b) หากความเจ็บป่วยหรือความทุกข์ทรมานนั้นเกิดจากการศึกษา ต้องยุติการทดลองทันที
- 9) เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญเป็นสัญญาณหนึ่งของความเครียด จึงต้องบันทึกน้ำหนักอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง โดยกำหนดให้ **15% เป็นระดับสูงสุดที่ยอมรับได้** สำหรับการสูญเสียน้ำหนักหรือการชะลอการเจริญเติบโต (เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม) ของสัตว์ทดลองหรือสัตว์กลุ่มควบคุมตัวใดก็ตาม
 - a) หากไม่สามารถชั่งน้ำหนักสัตว์ได้อย่างปลอดภัยทั้งต่อผู้วิจัยและตัวสัตว์ ต้องระบุคำอธิบายและได้รับการอนุมัติจาก SRC หรือ IACUC ไว้ในแผนการวิจัย พร้อมทั้งระบุวิธีการทางเลือกอื่นในการติดตามสัญญาณของความทุกข์ทรมานด้วย
 - b) นอกจากนี้ ระบบการให้คะแนนสภาพร่างกาย (Body Condition Scoring: BCS) มีใช้สำหรับสัตว์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในงานวิจัยและการเกษตร และเป็นวิธีการเชิงประนีในการประเมินภาวะสุขภาพโดยรวมของสัตว์ทดลอง ไม่ว่าจะมีการสูญเสียน้ำหนักหรือไม่ก็ตาม ควรบรรจุระบบ BCS ไว้ในการออกแบบการศึกษาที่ใช้สัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีชีวิต และบันทึกผลอย่างสม่ำเสมอ
- 10) หากเกิดความเจ็บป่วยหรือเหตุฉุกเฉิน สัตว์ที่ได้รับผลกระทบต้องได้รับการดูแลทางการแพทย์หรือการพยาบาลที่เหมาะสมภายใต้การกำกับของสัตวแพทย์
- 11) **นักเรียนผู้วิจัยต้องหยุดการทดลอง หากเกิดการสูญเสียน้ำหนักผิดปกติหรือการตายในสัตว์ทดลอง**
 - a) การทดลองจะดำเนินต่อไปได้ก็ต่อเมื่อสาเหตุของความเจ็บป่วยหรือการตายไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทดลอง และได้ดำเนินการอย่างเหมาะสมเพื่อขจัดปัจจัยที่เป็นสาเหตุแล้ว
 - b) หากการตายเป็นผลมาจากกระบวนการทดลอง ต้องยุติการศึกษา และศึกษานั้นจะไม่ผ่านคุณสมบัติในการเข้าประกวด
- 12) นักเรียนที่ทำวิจัยในสัตว์มีกระดูกสันหลังต้องปฏิบัติตามกฎหมายของสหพันธรัฐสหรัฐอเมริกา ตลอดจนกฎหมาย ระเบียบข้อบังคับ และพระราชบัญญัติ ที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

- 13) ห้ามจับสัตว์จากธรรมชาติหรือปล่อยสัตว์คืนสู่ธรรมชาติ โดยไม่ได้รับอนุมัติจากเจ้าหน้าที่ด้านสัตว์ป่าหรือเจ้าหน้าที่กำกับดูแลอื่นที่มีอำนาจ ทั้งนี้ต้องใช้วิธีการและมาตรการป้องกันที่เหมาะสมทั้งหมดเพื่อลดความเครียดของสัตว์
- 14) สามารถจับปลาจากธรรมชาติได้ก็ต่อเมื่อผู้วิจัยปล่อยปลากลับคืนโดยไม่ได้รับอันตราย มีใบอนุญาตที่ถูกต้อง และปฏิบัติตามกฎหมายการประมงระดับรัฐ ท้องถิ่น และระดับประเทศ ส่วนการซื้อปลาด้วยไฟฟ้า อนุญาตให้ทำได้เฉพาะเมื่อดำเนินการโดยผู้ควบคุมดูแลที่ผ่านการฝึกอบรมแล้วเท่านั้น
- 15) โครงงานเกี่ยวกับสัตว์มีกระดูกสันหลังสามารถดำเนินการที่บ้าน โรงเรียน ฟาร์ม ไร่ปศุสัตว์ หรือในภาคสนามได้ ซึ่งรวมถึง
 - a) การศึกษาสัตว์ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติของมัน
 - b) การศึกษาสัตว์ในสวนสัตว์
 - c) การศึกษาปศุสัตว์ที่ใช้แนวปฏิบัติทางการเกษตรตามมาตรฐาน
 - d) การศึกษาปลาที่ใช้แนวปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามมาตรฐาน

โครงงานเหล่านี้ต้องเป็นไปตามแนวทางทั้งสองข้อต่อไปนี้

- งานวิจัยเกี่ยวข้องเฉพาะกับการศึกษาด้านการเกษตร ด้านพฤติกรรม การสังเกตการณ์ หรือการเสริมสารอาหารในสัตว์เท่านั้น และ
 - งานวิจัยใช้เฉพาะวิธีการที่ไม่รุกรานและไม่ก้าวร้าว ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพหรือความเป็นอยู่ที่ดีของสัตว์
- 16) ระเบียบขั้นตอนบางอย่างที่อนุญาตให้ทำได้ในสถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล อาจไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าร่วม ISEF การปฏิบัติตามกฎของ RRI จึงจำเป็น แต่อาจไม่เพียงพอ

ภายหลังการทดลอง / การอนุมาน

- 1) โครงงานที่ดำเนินการ ณ โรงเรียน/บ้าน/ภาคสนาม ต้องมีการวางแผนเรื่องการจัดการสัตว์ในการศึกษาเมื่อสิ้นสุดโครงงาน
 - a) การจัดการสัตว์เมื่อสิ้นสุดโครงงานต้องดำเนินการอย่างมีความรับผิดชอบและถูกต้องตามหลักจริยธรรม
 - b) ไม่อนุญาตให้ทำการอนุมานเพื่อเก็บเนื้อเยื่อและ/หรือเพื่อการวิเคราะห์ทางพยาธิวิทยา สำหรับโครงงานที่ดำเนินการ ณ โรงเรียน/บ้าน/ภาคสนาม
 - c) การปศุสัตว์หรือปลาที่เลี้ยงเพื่อเป็นอาหารโดยใช้แนวปฏิบัติการผลิตทางการเกษตร/การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามมาตรฐาน สามารถถูกทำการอนุมานโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินซากได้
- 2) การทำการอนุมานเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพื่อเก็บเนื้อเยื่อและ/หรือเพื่อการวิเคราะห์ทางพยาธิวิทยา สามารถทำได้ ณ RRI โดยบุคลากรผู้มีคุณสมบัติเท่านั้น มิใช่โดยนักเรียนผู้วิจัย ทั้งนี้วิธีการทำการอนุมานทั้งหมดต้องเป็นไปตามแนวทางฉบับปัจจุบันของสมาคมสัตวแพทย์อเมริกัน (American Veterinarian Medical Association, AVMA)

การตรวจสอบยืนยันการตาย

- 1) การตายที่ไม่คาดคิดใด ๆ ที่เกิดขึ้น ต้องได้รับการตรวจสอบโดยสัตวแพทย์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล หรือผู้ควบคุมดูแลโดยตรงที่มีคุณสมบัติเพียงพอในการวินิจฉัยว่าสาเหตุของการตายนั้นเป็นเหตุบังเอิญ หรือเกิดจากกระบวนการทดลอง
 - a) ต้องระบุปัจจัยการไวเกินกว่าจะทราบสาเหตุ จากนั้นต้องบันทึกผลไว้เป็นลายลักษณ์อักษร
 - b) หากการตายเป็นผลมาจากกระบวนการทดลอง ต้องยุติการศึกษา และการศึกษา นั้นจะไม่ผ่านคุณสมบัติในการเข้าประกวด

เอกสารและการอนุมัติ

- 1) นักเรียนผู้วิจัยต้องมีแผนการวิจัยที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมาตรฐานทั้งหมด รวมถึงหัวข้อเฉพาะสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีการใช้สัตว์ทดลอง (Animal Research) ที่ระบุในข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ดังนี้
 - a) อภิปรายทางเลือกอื่นที่อาจใช้แทนสัตว์ทดลองดังกล่าว และให้เหตุผลสนับสนุนความจำเป็นในการใช้สัตว์
 - b) อธิบายผลกระทบหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย
 - c) อธิบายขั้นตอนทั้งหมดที่จะดำเนินการ รวมถึงวิธีการลดความไม่สบาย ความเครียด ความเจ็บปวด และการบาดเจ็บที่อาจเกิดกับสัตว์ ระบุความเข้มข้นของสารเคมีและขนาดยาที่ใช้กับสัตว์อย่างละเอียด
 - d) ระบุจำนวนสัตว์ ชนิด สายพันธุ์ เพศ อายุ แหล่งที่มา และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนจำนวนสัตว์ที่วางแผนจะใช้
 - e) อธิบายสถานที่เลี้ยงสัตว์ การดูแล และการกำกับดูแลสัตว์ในแต่ละวัน
 - f) อธิบายวิธีการจัดการกับสัตว์เมื่อสิ้นสุดการศึกษา
- 2) การศึกษาในสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมดต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติก่อนที่การทดลองจะเริ่มต้น
 - a) SRC ทำหน้าที่นี้สำหรับการตรวจทานโครงการที่มีการใช้สัตว์มีกระดูกสันหลังที่ดำเนินการ ณ โรงเรียน บ้าน หรือภาคสนาม โดย SRC ที่ทำหน้าที่นี้ต้องมีสัตวแพทย์หรือผู้ดูแลสัตว์ที่ได้รับการฝึกอบรมและ/หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับชนิดสัตว์ที่ทำการศึกษาร่วมอยู่ด้วย
 - b) SRC ต้องพิจารณาว่าจำเป็นต้องมีการรับรองจากสัตวแพทย์สำหรับงานวิจัยและแผนการเลี้ยงดูสัตว์หรือไม่ การรับรองนี้ รวมถึงการอนุมัติจาก SRC ต้องได้มาก่อนการทดลอง และบันทึกไว้ในแบบฟอร์มทำวิจัยในสัตว์ (แบบฟอร์ม 5) ทั้งนี้ สัตวแพทย์ต้องรับรองการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสารอาหาร การให้ยาที่ต้องมีใบสั่งแพทย์ และ/หรือกิจกรรมที่สัตว์ไม่ได้พบเจอตามปกติในชีวิตประจำวัน
 - c) คณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (The Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC) เป็นองค์กรของสถาบันที่ทำหน้าที่ตรวจทานและอนุมัติการศึกษาในสัตว์ทั้งหมด ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล
 - d) เมื่อทำงาน ณ RRI คณะกรรมการ IACUC หรือคณะกรรมการกำกับดูแลสัตว์ที่เทียบเท่าต้องอนุมัติโครงการวิจัยของนักเรียนทั้งหมดก่อนที่การทดลองจะเริ่มต้น โครงการวิจัยดังกล่าวต้องดำเนินการภายใต้ความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัย (Principal Investigator) นอกจากนี้ SRC ต้อง

ตรวจทานโครงงานด้วยเพื่อรับรองว่าโครงงานวิจัยเป็นไปตามกฎของ ISEF โดยการตรวจทานของ SRC นี้ควรเกิดขึ้นก่อนเริ่มการทดลอง หากเป็นไปได้

- e) นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้ควบคุมดูแลโดยตรงต้องกำกับดูแลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมดโดยตรง ยกเว้นการศึกษาเชิงสังเกตการณ์ที่อยู่ภายใต้แนวทางการยกเว้นด้านล่าง
- f) ภายหลังได้รับการอนุมัติครั้งแรกจาก SRC แล้ว หากนักเรียนมีข้อเสนอเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในแผนการวิจัย/สรุปโครงงาน จะต้องดำเนินการขออนุมัติใหม่ก่อนที่จะกลับมาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ/เก็บข้อมูลต่อไป

จำเป็นต้องมีแบบฟอร์ม ต่อไปนี้:

- ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ที่มีการระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีการใช้สัตว์ทดลอง (Animal Research)
- แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor)
- แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist)
- แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form)
- แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form)
- แบบฟอร์ม 5 แบบฟอร์มทำวิจัยในสัตว์
- แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่ได้รับการยกเว้น (ไม่ต้องขออนุมัติล่วงหน้าจาก SRC)

- 1) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตพฤติกรรมของสัตว์ได้รับการยกเว้นจากการตรวจทานล่วงหน้าโดย SRC หากเข้าเงื่อนไขทั้งหมดต่อไปนี้
 - a) ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับสัตว์ที่กำลังสังเกต
 - b) ไม่มีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของสัตว์ในทางใดทางหนึ่ง และ
 - c) การศึกษาเป็นไปตามกฎหมายและระเบียบข้อบังคับด้านการเกษตร การประมง การล่าสัตว์ และสัตว์ป่าของของรัฐบาลกลาง รัฐ และประเทศทั้งหมด

3. โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA)

สำหรับโครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพอาจเป็นอันตราย หรือ Potentially Hazardous Biological Agents (PHBA) จะใช้กับการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพ และเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม โดยโครงการที่ต้องใช้หลัก Biosafety Level BSL-1 จะต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการ BSL-1 หรือสูงกว่า และสำหรับโครงการที่ต้องใช้หลัก Biosafety Level BSL-2 จะต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการ BSL-2 หรือสูงกว่า โดยต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ

สามารถศึกษาการจำแนกประเภทของสารชีวภาพตาม Biosafety Level (ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ) ได้จากหัวข้อ “การจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL)” ที่อยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม และศึกษาหัวข้อ “แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA)” ที่อยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม

โครงการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องได้รับการอนุมัติจาก ประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง

กฎระเบียบ

- 1) ต้องมีการตรวจทานและอนุมัติล่วงหน้าโดย SRC สำหรับการใช้อุบัติการณ์ที่อาจเป็นอันตราย (รวมถึงแบคทีเรีย ไวรัส ไรโรยด์ (viroid) เชื้อริกเก็ตเซีย (rickettsia) เชื้อรา สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และปรสิต) และเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม (Recombinant DNA, rDNA)
- 2) โครงการที่พิจารณาแล้วว่าอยู่ในระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ BSL-1 ต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-1 หรือสูงกว่า และต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของผู้ควบคุมดูแลโดยตรงที่ผ่านการฝึกอบรม หรือนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล โดยนักเรียนต้องได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสมในแนวปฏิบัติทางจุลชีววิทยามาตรฐาน
- 3) โครงการที่พิจารณาแล้วว่าอยู่ในระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ BSL-2 ต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระดับ BSL-2 หรือสูงกว่า และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขความปลอดภัยระดับ BSL-2 ตลอดการศึกษา (โดยทั่วไปจำกัดอยู่ที่สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (RRI)) งานวิจัยต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติจากคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพของสถาบัน (IBC) หาก RRI นั้นกำหนดให้ต้องมีการตรวจทาน สำหรับห้องปฏิบัติการระดับ BSL-2 ในโรงเรียนมัธยม SRC ต้องเป็นผู้ตรวจทานและอนุมัติ ทั้งนี้งานวิจัยต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล
- 4) การศึกษาในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเชื้อดื้อยาหลายชนิด (MDROs) ที่มีนัยสำคัญทางคลินิก ต้องมีเหตุผลอันสมควรเป็นลายลักษณ์อักษรประกอบการใช้ และต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการของ RRI ที่มีระดับการควบคุมอย่างน้อย BSL-2 พร้อมทั้งมีเอกสารการตรวจทานและอนุมัติจาก IBC
 - a) ตัวอย่างที่พบบ่อย รวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงเชื้อต่อไปนี้ ได้แก่ MRSA (*Staphylococcus aureus* ที่ดื้อต่อ Methicillin), VISA/VRSA (*Staphylococcus aureus* ที่ดื้อหรือดื้อปานกลางต่อ Vancomycin), VRE (*Enterococci* ที่ดื้อต่อ Vancomycin), CRE (*Enterobacteriaceae* ที่ดื้อต่อ Carbapenem), ESBLs (แบคทีเรียแกรมลบที่สร้างเอนไซม์ Extended Spectrum Beta-Lactamase) และเชื้อรา (ยีสต์หรือรา) ที่ทราบว่ายีสต์หรือราต้านเชื้อรา

- b) ต้องใช้ความระมัดระวังอย่างยิ่งในการคัดเลือกและเพาะเลี้ยงต่อเนื่องซึ่งสิ่งมีชีวิตที่ดื้อยาปฏิชีวนะ การศึกษาที่ใช้สิ่งมีชีวิตดังกล่าว รวมถึงสิ่งมีชีวิตระดับ BSL-1 ที่เดิมอาจได้รับการยกเว้นจากการขออนุมัติล่วงหน้าจาก SRC จำเป็นต้องมีระดับการควบคุมอย่างน้อย BSL-2
- c) อนุญาตให้ใส่เครื่องหมายการดื้อยาปฏิชีวนะเพื่อการคัดเลือกโคลนของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมได้ ยกเว้น
 - i) การดำเนินการใส่ยีนดื้อยาปฏิชีวนะหรือคัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่แสดงลักษณะดื้อยา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรักษาในมนุษย์ สัตว์ หรือพืชอย่างมีประสิทธิภาพ
 - ii) การดำเนินการที่ก่อให้เกิดลักษณะการดื้อยาหรือเชื้อต้านยาเพิ่มขึ้น (เช่น เพิ่มการต้านยาจาก 1 ตัวยาเป็น 2 ตัวยา)
 - iii) การดำเนินการที่ออกแบบหรือคัดเลือกเชื้อดื้อยาหลายชนิด (Multidrug Resistant Organisms, MDROs) เพื่อตรวจสอบพยาธิสภาพ การพัฒนา หรือการรักษาโรคติดเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ
- 5) การเพาะเลี้ยงของเสียจากมนุษย์หรือสัตว์ รวมทั้งกากตะกอนน้ำเสียถือเป็นการศึกษาในระดับ BSL-2
- 6) เชื้อโรคพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติสามารถศึกษาได้ที่บ้าน (แต่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้) แต่ห้ามนำเข้าสู่สภาพแวดล้อมในบ้าน/สวนโดยเด็ดขาด
- 7) เชื้อก่อโรคที่นำโดยแมลงและสัตว์ขาปล้อง เช่น เชื้อมาลาเรีย โรค Lyme (Lyme) ฯลฯ ถือเป็นการศึกษาในระดับ BSL-2
- 8) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ทดลองที่ถูกเพาะพันธุ์ให้แสดงออกโปรตีนคล้ายหรืออน รวมตั้งแต่ไม่จำกัดเพียง *C. elegans* และ *Drosophila* สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-1 หากเป็นการศึกษาด้านพฤติกรรมเพียงอย่างเดียว และไม่เกี่ยวข้องกับการทำให้เซลล์แตกสลาย (lysing) การผ่าตัดเซลล์ (dissection) หรือการทำโปรตีนให้บริสุทธิ์ ส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการทำให้เซลล์หรือเซลล์ไลน์แตกสลาย และ/หรือการทำโปรตีนคล้ายหรืออนให้บริสุทธิ์ ต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-2 ภายใต้เงื่อนไข BSL-2
- 9) โครงการต้องปฏิบัติตามกฎหมายระดับท้องถิ่น รัฐ และประเทศ รวมถึงข้อกำหนดด้านใบอนุญาตทั้งหมดเกี่ยวกับการขนส่งและการใช้จุลชีพ ไม่จำกัดเพียงแต่ ผักใบเขียวตระกูลส้ม หรือใบยาสูบ เป็นต้น
- 10) สารชีวภาพที่อาจเป็นอันตรายทั้งหมด ต้องได้รับการกำจัดอย่างเหมาะสมเมื่อสิ้นสุดการทดลองตามระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ ทั้งในสิ่งมีชีวิต BSL-1 และ BSL-2: หนึ่งมาเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ใช้สารละลายฟอกขาว 10% (เจือจางสารฟอกขาวในครีวรีออน 1:10) เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที การเผา การไฮโดรไลซิสด้วยด่าง การรับความปลอดภัยทางชีวภาพ และคำแนะนำอื่น ๆ ของผู้ผลิตที่เป็นที่ยอมรับ

โครงการที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพที่ไม่ทราบชนิด

การศึกษาเกี่ยวกับจุลชีพที่ไม่รู้จักเป็นสิ่งท้าทาย เนื่องจากไม่ทราบการมีอยู่ ความเข้มข้น และความสามารถในการก่อโรคของสารที่เป็นไปได้ การศึกษาเหล่านี้มักจะเกี่ยวข้องกับการรวบรวมและการเพาะเลี้ยงจุลชีพจากสิ่งแวดล้อม (เช่น ดิน พื้นผิวในครัวเรือน ผิวหนัง)

- 1) การศึกษากับจุลชีพที่ไม่ทราบชนิดสามารถถือเป็นการศึกษาระดับ BSL-1 ได้ ภายใต้เงื่อนไขดังนี้
 - a) การทดลองเกี่ยวข้องเฉพาะกับกระบวนการที่งานเพาะเชื้อยังคงถูกปิดผนึกไว้ตลอดการทดลอง (เช่น การนับจำนวนสิ่งมีชีวิตหรือโคโลนี)
 - b) งานเพาะเชื้อที่ปิดผนึกนั้นถูกกำจัดด้วยการนึ่งฆ่าเชื้อหรือการฆ่าเชื้อ ภายใต้การกำกับดูแลของผู้เชี่ยวชาญโดยตรง

- 2) หากเปิดภาชนะเพาะเชื้อที่มีจุลชีพที่ไม่ทราบชนิดถูกเปิดออกไม่ว่าด้วยวัตถุประสงค์ใดก็ตาม (ยกเว้นเพื่อ
การฆ่าเชื้อ/การกำจัด) จะต้องถือว่าเป็นการศึกษาระดับ BSL-2 และต้องใช้มาตรการป้องกันของห้องปฏิบัติการ
การระดับ BSL-2

โครงการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม (Recombinant DNA, rDNA)

การศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยี rDNA ในจุลชีพ พืช และ/หรือสัตว์ที่ได้รับการดัดแปลงพันธุกรรม จำเป็นต้องมีการ
การตรวจสอบอย่างใกล้ชิดเพื่อประเมินการกำหนดระดับความเสี่ยง การศึกษาดีเอ็นเอลูกผสม บางอย่าง
สามารถดำเนินการได้อย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของโรงเรียนมัธยมศึกษา (ภายใต้ BSL-1) โดยต้องมีการ
การตรวจสอบโดย SRC ก่อนเริ่มการทดลอง

- 1) การศึกษาเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต BSL-1 และระบบพาหะเซลล์เจ้าบ้าน
(host vector system) ที่เป็น BSL-1 รวมถึงชุดทดลองสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ จะต้องดำเนินการ
การในห้องปฏิบัติการ BSL-1 ภายใต้การดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ และต้องได้รับ
การอนุมัติจาก SRC ก่อนการทดลอง ตัวอย่างเช่น การโคลน DNA ในระบบ *E. coli* K-12, *S. cerevisiae*
และ *B. subtilis* พาหะเซลล์เจ้าบ้าน
- a) การศึกษาเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม โดยใช้สาร BSL-1 ที่อาจเปลี่ยนเป็นสาร BSL-2 ในระหว่างการ
ทดลอง ต้องดำเนินการทั้งหมดภายใต้ BSL-2 ที่มีผู้เชี่ยวชาญดูแล และต้องได้รับการอนุมัติก่อนเริ่ม
การทดลอง
 - b) การศึกษาเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต BSL-2 และ/หรือระบบพาหะเซลล์เจ้า
บ้าน BSL-2 จะต้องดำเนินการในสถาบันวิจัยที่มีการควบคุม (RRI) และได้รับอนุมัติก่อนการทดลอง
 - c) การศึกษาเกี่ยวกับการปรับแต่งจีโนมทั้งหมด ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของเซลล์สืบพันธุ์ การแทรก
ยีนไดรฟ์ (Gene drive) การใช้ระบบพัฒนาคุณลักษณะอย่างรวดเร็ว (Rapid Trait Development
Systems, RTDS[®]) ฯลฯ จัดเป็นการศึกษา BSL-2 และต้องดำเนินการภายใต้สถาบันการวิจัยที่มีการ
ควบคุม (RRI) พร้อมได้รับการอนุมัติจาก IBC ของสถาบันนั้น โดยมีนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล
หรือผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมดูแล เพื่อให้แน่ใจว่าขั้นตอนการดำเนินการได้ระบุมาตรการป้องกันการ
ควบคุมทั้งภายในและภายนอกอย่างเหมาะสม

เอกสารและการอนุมัติ

- 1) นักเรียนผู้วิจัยต้องมีแผนการวิจัยที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมาตรฐานทั้งหมด รวมถึงหัวข้อเฉพาะสำหรับ
รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous
Biological Agents Research) ที่ระบุในข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ดังนี้
- a. ระบุแหล่งที่มาของสิ่งมีชีวิต และอธิบายกระบวนการประเมินระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ รวมถึง
การกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ หรือ BSL
 - b. อธิบายมาตรการด้านความปลอดภัยอย่างละเอียด และอภิปรายวิธีการกำจัดวัสดุหรือของเสียทาง
ชีวภาพ
- 2) ต้องมีการตรวจทานและอนุมัติล่วงหน้าสำหรับการใช้จุลชีพที่อาจเป็นอันตราย (รวมถึงแบคทีเรีย ไวรัส ไวรอยด์
ริกเก็ตเซีย เชื้อรา สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และปรสิต) และเทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสมผสม (rDNA)

- a. SRC, IBC หรือ IACUC ต้องอนุมัติงานวิจัยทั้งหมดก่อนการทดลองจะเริ่มต้น
 - b. การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นที่กำหนดโดยนักเรียนผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา ต้องได้รับการยืนยันโดย SRC, IBC หรือ IACUC
- 3) ข้อเสนอเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในแผนการวิจัย/สรุปโครงงานของนักเรียนภายหลังได้รับการอนุมัติครั้งแรกจาก SRC ต้องผ่านการตรวจทานและอนุมัติจาก SRC, IBC หรือ IACUC อีกครั้ง ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวและก่อนที่จะดำเนินการทดลองต่อ

จำเป็นต้องมีแบบฟอร์ม ต่อไปนี้:

- ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ที่มีการระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents Research)
- แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor)
- แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist)
- แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form)
- แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form)
- แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่ได้รับการยกเว้น (ไม่ต้องขออนุมัติล่วงหน้าจาก SRC)

การศึกษาประเภทต่อไปนี้ได้รับการยกเว้นจากการตรวจทานล่วงหน้าโดย SRC แต่ยังคงต้องใช้แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

- 1) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในอาณาจักรโพรทิสตา (Protista) และสิ่งมีชีวิตในกลุ่มอาร์เคีย (Archaea)
- 2) โครงการที่ใช้มูลสัตว์ในการทำปุ๋ยหมัก การผลิตเชื้อเพลิง หรือการทดลองอื่น ๆ ที่ไม่ใช้การเพาะเลี้ยงเชื้อ
- 3) โครงการที่ใช้ชุดทดสอบแบคทีเรียโคลิฟอร์มเปลี่ยนสีที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ โดยชุดตรวจต้องคงอยู่ในสภาพปิดผนึกและต้องถูกกำจัดอย่างถูกต้อง
- 4) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการเน่าสลายของสิ่งมีชีวิตที่มีกระดูกสันหลัง (เช่น ในโครงการนิติวิทยาศาสตร์)
- 5) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงจุลชีพ ซึ่งอุปกรณ์ถูกปิดผนึกระหว่างการทดลองและกำจัดอย่างเหมาะสมเมื่อสิ้นสุดการศึกษา
- 6) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการหมักยีสต์ขนมปังและยีสต์เบียร์ ยกเว้นในการศึกษาดีเอ็นเอลูกผสม
- 7) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวข้องกับ *Lactobacillus*, *Bacillus thuringiensis*, แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน (ยกเว้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน), แบคทีเรียย่อยสลายน้ำมัน และแบคทีเรียที่กินตะไคร่น้ำ/สาหร่าย ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (ไม่ได้รับการยกเว้น หากมีการเพาะเลี้ยงในจานเพาะเชื้อ)
- 8) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับจุลชีพในน้ำหรือดิน ที่ไม่ได้ถูกทำให้เข้มข้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลชีพ
- 9) โครงการที่มีการศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร หากยุติการทดลองเมื่อปรากฏเชื้อราครั้งแรก

- 10) โครงการที่มีการศึกษาเมือกและเห็ด ที่กินได้
- 11) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวข้องกับ *E. coli* OP-50 และสายพันธุ์อื่นของ *E. coli* ที่ใช้เป็นแหล่งอาหารของ *C. elegans* เพียงอย่างเดียว และดำเนินการที่โรงเรียน และไม่ใช้การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอลูกผสมหรือการดัดต่อยาปฏิชีวนะ
- 12) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับ *E. coli* k-12 ซึ่งดำเนินการที่โรงเรียน และไม่ใช้การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอลูกผสมหรือการดัดต่อยาปฏิชีวนะ

4. โครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย

สำหรับโครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อสด/แช่แข็ง (รวมถึงเซลล์ไลน์ (cell line) ของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังมนุษย์ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) เลือด ผลิตภัณฑ์เลือด และของเหลวในร่างกายที่ได้จากมนุษย์และ/หรือสัตว์มีกระดูกสันหลัง อาจมีจุลชีพที่อาจมีศักยภาพในการก่อให้เกิดโรค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมินความเสี่ยงที่เหมาะสมเช่นเดียวกับโครงการที่เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA)

สามารถศึกษาการจำแนกประเภทของสารชีวภาพตาม Biosafety Level (ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ) ได้จากหัวข้อ “การจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL)” ที่อยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม และศึกษาหัวข้อ “แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA)” ที่อยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม

โครงการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องได้รับการอนุมัติจาก ประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง

กฎระเบียบ

- 1) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเก็บเซลล์ไลน์ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของมนุษย์และ/หรือสัตว์มีกระดูกสันหลัง และคลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (เช่น ที่ได้จาก American Type Culture Collection) ต้องพิจารณาว่าเป็นสิ่งมีชีวิตระดับ BSL-1 หรือ BSL-2 ตามที่ระบุโดยแหล่งข้อมูล ดังนั้น ต้องระบุแหล่งที่มาและ/หรือหมายเลขรายการในข้อเสนอโครงการ
- 2) หากได้รับเนื้อเยื่อจากสัตว์จากการการุณยฆาต หรือปราศจากความเจ็บปวด เพื่อจุดประสงค์อื่นนอกเหนือจากการศึกษา อาจถือว่าเป็นการศึกษาเนื้อเยื่อ
 - a) การใช้เนื้อเยื่อที่ได้มาจากการวิจัยที่ดำเนินการ ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (RRI) ต้องมีสำเนาหนังสือรับรองของคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ฯ (IACUC) ที่ระบุชื่อสถาบันวิจัย ชื่อการศึกษา หมายเลขการอนุมัติของ IACUC และวันที่ที่ IACUC อนุมัติ
 - b) การใช้เนื้อเยื่อที่ได้มาจากการศึกษาด้านการเกษตร/การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้าจาก SRC
- 3) หากสัตว์ถูกการุณยฆาตเพียงเพื่อการศึกษา การศึกษาจะต้องถูกพิจารณาว่าเป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับสัตว์มีกระดูกสันหลัง และอยู่ภายใต้กฎของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- 4) การเพาะเลี้ยงตัวอย่างจากเนื้อเยื่อสด/แช่แข็ง ของเหลวในร่างกาย หรือเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากเนื้อสัตว์ที่ได้มาจากร้านขายอาหาร ร้านอาหาร หรือโรงงานบรรจุเนื้อสัตว์ ต้องถือเป็นการศึกษาระดับความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ BSL-1 และต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-1 หรือสูงกว่า
- 5) หากของเหลวในร่างกายหรือเนื้อเยื่อสด/แช่แข็ง (รวมถึงเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากเนื้อสัตว์) **มิได้มาจากร้านขายอาหาร ร้านอาหาร หรือโรงงานบรรจุเนื้อสัตว์**
 - a) การเก็บตัวอย่างต้องดำเนินการด้วยมาตรการป้องกันด้านความปลอดภัยที่เหมาะสมกับเนื้อเยื่อ/ของเหลวชนิดนั้นโดยเฉพาะ
 - b) การตรวจสอบและการศึกษาต้องดำเนินการในลักษณะการศึกษาระดับ BSL-2 ในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-2 ภายใต้การดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล

- 6) นำนมแม่ที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิด เว้นแต่จะได้รับการรับรองว่าไม่มีเชื้อ HIV และไวรัสตับอักเสบบี รวมถึงนมสัตว์เลี้ยงที่ยังไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ถือเป็นระดับ BSL-2 ส่วนนมแม่อื่น ๆ ทั้งหมดถือเป็นระดับ BSL-1
- 7) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเลือดและ/หรือผลิตภัณฑ์จากเลือด
 - a) หากเกี่ยวข้องกับเลือดมนุษย์ จัดเป็นการศึกษาระดับ BSL-2 และดำเนินการภายใต้การกำกับดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล (รวมถึงเลือดของตัวนักเรียนผู้วิจัยเองก็ตาม)
 - b) หากเกี่ยวข้องกับเลือดของสัตว์ป่า จัดเป็นการศึกษาระดับ BSL-2 และดำเนินการภายใต้การกำกับดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล
 - c) หากเกี่ยวข้องกับเลือดของสัตว์เลี้ยง การศึกษานั้นอาจถือเป็นการศึกษาระดับ BSL-1
 - d) เลือดทั้งหมดต้องได้รับการจัดการตามมาตรฐานและแนวทางของ OSHA และ APHIS เนื้อเยื่อหรือเครื่องมือใด ๆ ที่อาจมีเชื้อก่อโรคที่ติดต่อทางเลือด (เช่น เลือด ผลิตภัณฑ์จากเลือด เนื้อเยื่อที่ปล่อยเลือดออกมาเมื่อถูกบีบอัด เครื่องมือที่ปนเปื้อนเลือด) ต้องถูกกำจัดอย่างถูกต้องภายหลังการทดลอง
- 8) การศึกษาของเหลวในร่างกายมนุษย์ ซึ่งตัวอย่างสามารถระบุตัวตนของบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้ ต้องผ่านการตรวจทานและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB) และต้องมีการยินยอมการเก็บตัวอย่าง
- 9) โครงการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยใช้ของเหลวในร่างกายของผู้ศึกษาเอง (หากไม่ได้เพาะเลี้ยงเชื้อ)
 - a) ต้องได้รับการตรวจทานและอนุมัติล่วงหน้าจาก SRC ก่อนการทดลอง
 - b) สามารถถือได้ว่าเป็นการศึกษาระดับ BSL-1
 - c) สามารถดำเนินการในสภาพแวดล้อมที่บ้านได้
 - d) ต้องได้รับการพิจารณาจาก IRB หากของเหลวในร่างกายนั้นใช้เป็นตัววัดผลกระทบของกระบวนการทดลองที่มีต่อตัวนักเรียนผู้วิจัยเอง (เช่น นักเรียนปรับเปลี่ยนอาหารที่รับประทานแล้วเก็บตัวอย่างเลือดหรือปัสสาวะ) ตัวอย่างโครงการที่ไม่จำเป็นต้องผ่านการตรวจทานของ IRB เช่น การเก็บปัสสาวะเพื่อใช้เป็นสารไล่กวาง
- 10) การศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนของมนุษย์ จะต้องดำเนินการใน RRI และตรวจสอบและรับรองโดยคณะกรรมการกำกับดูแลการวิจัยเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อน (Embryonic Stem Cell Research Oversight, ESCRO)

เอกสารและการอนุมัติ

- 1) นักเรียนผู้วิจัยต้องมีแผนการวิจัยที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมาตรฐานทั้งหมด รวมถึงหัวข้อเฉพาะสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents Research) ที่ระบุในข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ดังนี้
 - a. ระบุแหล่งที่มา และ/หรือหมายเลขแค็ตตาล็อกของเนื้อเยื่อ/สิ่งมีชีวิต และอธิบายกระบวนการประเมินระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ รวมถึงการกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ หรือ BSL
 - b. อธิบายมาตรการด้านความปลอดภัยอย่างละเอียด และอภิปรายวิธีการกำจัดวัสดุหรือของเสียทางชีวภาพ
- หมายเหตุ
- หากไม่มีหมายเลขแค็ตตาล็อก สามารถแนบใบเสร็จ และ/หรือจดหมายจากผู้ให้คำปรึกษาที่ระบุถึงแหล่งที่มาของสิ่งนั้นแทนได้
 - หากเนื้อเยื่อได้มาจากแหล่งส่วนบุคคล/แหล่งที่ไม่ใช่เชิงพาณิชย์ (ห้องปฏิบัติการของรัฐหรือเอกชน พิพิธภัณฑ์ ฯลฯ) ต้องมีเอกสารประกอบที่ได้รับจากผู้ให้ในข้อเสนอโครงการ รวมถึงหนังสืออนุมัติของ IACUC สำหรับการศึกษาต้นทางด้วย ทั้งนี้รวมถึงตัวอย่างจากธนาคารเลือดหรือน้ำนมแม่ด้วย

- หากได้มาจากการศึกษาของผู้ให้คำปรึกษาหรือของห้องปฏิบัติการอื่น ต้องอัปโหลดหนังสืออนุมัติของ IACUC ของการศึกษาต้นทาง หรือ ต้องมีการอ้างอิงถึงผลงานตีพิมพ์ของการศึกษาต้นทางนั้น
- 2) ต้องมีการตรวจทานและอนุมัติล่วงหน้าสำหรับการใช้เนื้อเยื่อสด/แช่แข็ง เลือด หรือของเหลวในร่างกายของมนุษย์หรือสัตว์มีกระดูกสันหลัง
 - a. SRC, IBC หรือ IACUC ต้องอนุมัติงานวิจัยทั้งหมดก่อนการทดลองจะเริ่มต้น
 - b. การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นที่กำหนดโดยนักเรียนผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษา ต้องได้รับการยืนยันโดย SRC, IBC หรือ IACUC
- 3) ข้อเสนอเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในแผนการวิจัย/สรุปโครงงานของนักเรียนภายหลังได้รับการอนุมัติครั้งแรกจาก SRC ต้องผ่านการตรวจทานและอนุมัติจาก SRC หรือ IBC อีกครั้ง ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และก่อนที่จะดำเนินการทดลองต่อ

จำเป็นต้องมีแบบฟอร์ม ต่อไปนี้:

- ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ที่มีการระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents Research)
- แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor)
- แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist)
- แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form)
- แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form)
- แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่ได้รับการยกเว้น (ไม่ต้องขออนุมัติล่วงหน้าจาก SRC)

- 1) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อเยื่อประเภทต่อไปนี้ไม่จำเป็นต้องถือปฏิบัติเสมือนเป็นสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย
 - i) เนื้อเยื่อพืช (ยกเว้นเนื้อเยื่อที่ทราบว่าเป็นพิษหรือเป็นอันตราย)
 - ii) เซลล์ไลน์ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่สร้างจากพืชและสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง และคลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (เช่น ที่ได้จาก American Type Culture Collection) ทั้งนี้ต้องระบุแหล่งที่มาและ/หรือหมายเลขแคตตาล็อกของการเพาะเลี้ยงไว้ในแผนการวิจัย/สรุปโครงงาน และในแบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
 - iii) การเก็บ และ/หรือศึกษาโดยไม่มีการเพาะเลี้ยงเชื้อ ซึ่งใช้ นมพาสเจอร์ไรซ์ หรือเนื้อสัตว์สด/แช่แข็งและผลิตภัณฑ์พลอยได้จากเนื้อสัตว์ที่ได้มาจากร้านขายอาหาร ร้านอาหาร หรือโรงงานบรรจุเนื้อสัตว์
 - iv) เส้นผม/ขน กีบ เล็บ และขนนก
 - v) ฟันที่ผ่านการฆ่าเชื้อเพื่อกำจัดเชื้อก่อโรคที่ติดต่อกับเลือดซึ่งอาจมีอยู่แล้ว
 - vi) เนื้อเยื่อที่กลายเป็นฟอสซิลหรือตัวอย่างทางโบราณคดี

- 2) โครงการที่ใช้เพียงข้อมูลหรือภาพ จะได้รับการยกเว้นจากการขออนุมัติล่วงหน้าจาก IACUC เฉพาะในกรณี que การศึกษาต้นทางได้รับการตีพิมพ์ในวารสารที่มีการทบทวนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ หรือข้อมูลนั้นมื่ออยู่ในฐานข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณะ ในกรณีนี้ นักเรียนต้องระบุงการอ้างอิงถึงการศึกษาต้นทาง หรือ ลิงก์ไปยังฐานข้อมูลนั้น
- 3) หากข้อมูลหรือภาพได้มาจากนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น (ไม่ว่าจะเป็นผู้ให้คำปรึกษาหรือไม่ก็ตาม) หรือจากแหล่งอื่น และงานวิจัยนั้นยังมิได้รับการตีพิมพ์ (ยังไม่เปิดเผยต่อสาธารณะ) นักเรียนผู้วิจัยจะต้องจัดหาหนังสืออนุมัติของ IACUC สำหรับการศึกษาด้นทางนั้นมาแสดง

5. โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย

สำหรับโครงการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตรายที่มีการควบคุมโดยกฎหมาย โดยส่วนใหญ่จะมีข้อจำกัดในการใช้งานโดยผู้เยาว์ เช่น สารที่ควบคุมโดย DEA (Drug Enforcement Administration ของสหรัฐอเมริกา) ยาตามใบสั่งของแพทย์ แอลกอฮอล์ ยาสูบ อาวุธปืน และวัตถุระเบิด รวมถึงกิจกรรมที่เป็นอันตราย คือ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระดับความเสี่ยงที่สูงกว่าและเกินกว่าที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียนผู้วิจัย

โครงการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องได้รับการอนุมัติจาก ประธาน Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค) ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง

กฎระเบียบ

- 1) นักเรียนผู้วิจัยต้องดำเนินการประเมินความเสี่ยงร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาหรือนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล ก่อนทำการทดลอง โดยการทดลองต้องได้รับการกำกับดูแลอย่างเหมาะสมกับสารเคมี กิจกรรม หรืออุปกรณ์ อันตรายที่นำมาใช้
- 2) นักเรียนผู้วิจัยต้องปฏิบัติตามมาตรฐานและกฎระเบียบทั้งหมดที่กำหนดในการประกวด
- 3) นักเรียนผู้วิจัยต้องใช้สารเคมีที่มีการควบคุมตามกฎหมายที่กำหนด
- 4) นักเรียนผู้วิจัยต้องดำเนินโครงการและเป็นไปตามข้อบังคับสารควบคุมตามกฎหมายท้องถิ่น รัฐ รัฐบาลกลาง ของสหรัฐอเมริกา และกฎหมายของประเทศ ซึ่งรวมถึง:
 - ก. ระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับสารควบคุมตามบัญชีของ DEA
 - ข. กฎหมายของ FDA และของรัฐเกี่ยวกับยาที่ต้องมีใบสั่งแพทย์
 - ค. กฎหมาย TTB และของรัฐเกี่ยวกับแอลกอฮอล์และยาสูบ
 - ง. กฎหมาย ATF และของรัฐเกี่ยวกับอาวุธปืนและวัตถุระเบิด และ
 - จ. กฎหมายของ FAA และของรัฐเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ (โดรน)
- 5) **สำหรับสารเคมี อุปกรณ์ หรือกิจกรรมทั้งหมดที่ต้องได้รับอนุญาตจากรัฐบาล นักเรียนผู้วิจัยจะต้องได้รับใบอนุญาตก่อนที่จะเริ่มการทดลอง** ทั้งนี้การขนส่งและการจัดหาวัสดุทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎหมายของประเทศและระเบียบข้อบังคับของรัฐบาล
- 6) **สำหรับโครงการที่ใช้สารเคมีต้องอธิบายกระบวนการกำจัดอย่างละเอียดเพียงพอ** เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามแนวทางของ EPA ตามที่ระบุไว้ในเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS) ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น การใช้สารเคมี ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นซึ่งจะต้องกำจัดในภายหลัง และการทำให้มั่นใจว่าการกำจัดทั้งหมดดำเนินการ ในลักษณะที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม การกำจัดสารเคมี ของมีคม และวัสดุอันตรายอื่น ๆ อย่างถูกต้อง ต้องเป็นไปตามแนวทางของท้องถิ่น รัฐ และประเทศ

สารเคมี

- 1) **โครงการทั้งหมดที่ใช้สารเคมีในสภาพแวดล้อมที่บ้าน โรงเรียน หรือห้องปฏิบัติการ ต้องดำเนินการภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้**
 - จัดหาและอ่านเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheets: SDS) ของสารเคมีแต่ละชนิดที่นำมาใช้
 - ปฏิบัติตามแนวปฏิบัติมาตรฐานของห้องปฏิบัติการสำหรับการจัดการสารเคมี ความปลอดภัย การระบายอากาศ และกระบวนการกำจัดเฉพาะตามที่ระบุไว้ในเอกสาร SDS
 - ห้ามนำภาชนะเครื่องแก้ว อุปกรณ์เครื่องใช้ และ/หรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่ใช้ระหว่างการทดลองกลับมาใช้เพื่อการใช้ในครัวเรือนตามปกติอีก
 - ต้องดำเนินการโดยมีผู้ควบคุมดูแลโดยตรงที่ผ่านการฝึกอบรมและมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้เป็นอย่างดี
- 2) **โครงการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีซึ่งระบุใน SDS ว่าเป็นสารก่อมะเร็ง สารก่อวิรูป หรือสารที่ทำลายระบบสืบพันธุ์ ต้องดำเนินการ ณ RRI หรือในตู้ดูดควันที่มีการจำกัดการเข้าถึงซึ่งอยู่นอกห้องเรียนปกติ (เช่น ห้องปฏิบัติการของโรงเรียน) ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลและผู้ควบคุมดูแลโดยตรงต้องได้รับการฝึกอบรมในเรื่องการใช้ การจัดการอย่างปลอดภัย และการกำจัดสารเคมีดังกล่าว**

หมายเหตุ: สามารถค้นหาเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS) ได้ทางออนไลน์ ซึ่งจะระบุการจัดระดับตามระบบ GHS (Globally Harmonized System) สำหรับสารเคมี การจัดระดับนี้ใช้หมวดหมู่ต่าง ๆ เพื่อกำหนดความเป็นอันตรายทางกายภาพ ต่อสุขภาพ และต่อสิ่งแวดล้อมของสารเคมี จึงควรนำการจัดระดับ GHS มาประกอบการประเมินความเสี่ยงและการกำหนดมาตรการความปลอดภัยของนักเรียนผู้วิจัย นอกจากนี้สารเคมีอาจมีการจัดระดับตามมาตรฐานของสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ (National Fire Protection Association: NFPA) ด้วย ซึ่งมีระดับตั้งแต่ 0–4 โดย 4 คืออันตรายมากที่สุด (ระดับ GHS ที่เป็น 1 เทียบเท่ากับระดับ NFPA ที่เป็น 4)

สำหรับสารเคมีที่เป็นอันตราย โปรดศึกษาเพิ่มเติมที่หัวข้อ “แนวทางการจัดกลุ่มสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายและการประเมินความเสี่ยง” ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม

สารควบคุมตามบัญชีของ DEA

สำนักงานปราบปรามยาเสพติดแห่งสหรัฐอเมริกา (DEA) มีการควบคุมสารเคมีที่สามารถเปลี่ยนจากการใช้ตามวัตถุประสงค์เพื่อผลิตยาเสพติดที่ผิดกฎหมาย สำหรับประเทศไทยนั้นก็มีกองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ที่กำกับดูแล ดังนั้น นอกเหนือจากรายชื่อสารควบคุมโดย DEA แล้ว ต้องพิจารณาถึงวัตถุเสพติดและสารตั้งต้นโดยกองควบคุมวัตถุเสพติด อีกด้วย

- 1) การศึกษาที่ใช้สารควบคุม DEA หรือสารตั้งต้นโดยกองควบคุมวัตถุเสพติด จะต้องอยู่ภายใต้การดูแลของนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล และต้องดำเนินการ ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (RRI) ซึ่งได้รับใบอนุญาตจาก DEA (หรือหน่วยงานกำกับดูแลระหว่างประเทศอื่น) ให้ใช้สารควบคุมนั้นได้

- 2) การศึกษาทั้งหมดที่ใช้สารในบัญชีที่ 1 (Schedule 1) ของ DEA ต้องได้รับการอนุมัติตามระเบียบขั้นตอนการวิจัยของ DEA ก่อนเริ่มทำการศึกษ สำหรับสารในบัญชีที่ 2, 3, และ 4 (Schedule II, III, และ IV) ไม่จำเป็นต้องได้รับการอนุมัติตามระเบียบขั้นตอนการวิจัยของ DEA
 - a) โปรดศึกษารายการสารที่ควบคุมที่ <https://www.deadiversion.usdoj.gov/schedules/schedules.html> ที่ Lists of Scheduling Actions, Controlled Substances, Regulated Chemicals (PDF) โดยดูที่คอลัมน์ CSA SCHEDULE หรือ CSA SCH
- 3) การศึกษาที่ใช้วัตถุเสพติด (ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารระเหย) เป็นสิ่งต้องห้าม สำหรับสารตั้งต้นและเคมีภัณฑ์ที่ใช้ผลิตวัตถุเสพติด อาจใช้งานได้
 - a) โปรดศึกษารายการที่ <https://narcotic.fda.moph.go.th/information-about-drugs>

หมายเหตุ: สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากหัวข้อ “ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารควบคุม DEA” ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม

ยาตามใบสั่งแพทย์

ในสหรัฐอเมริกา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (FDA) กำกับดูแลการออกใบสั่งยาอย่างเข้มงวด รวมถึงยาที่ไม่ใช้สารควบคุมด้วย การนำใบสั่งยาไปใช้กับบุคคลอื่นหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกเหนือจากเจตนาเดิมของใบสั่งยานั้น หรือนอกเหนือจากบุคคลที่ได้รับการสั่งจ่ายไว้แต่แรก ถือเป็นการกระทำที่ผิดกฎหมาย ทั้งนี้ต้องปฏิบัติตามกฎหมายของรัฐบาลกลาง รัฐ และประเทศที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

- 1) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับยาตามใบสั่งแพทย์ **ต้องได้รับยานั้นมาโดยผ่านอำนาจของผู้ประกอบวิชาชีพหรือผู้วิจัยที่ได้รับยาที่ไม่ใช้สารควบคุมที่มีการอนุมัติอย่างเหมาะสม หรือต้องใช้ยาที่เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสำหรับการวิจัยหรือการศึกษาซึ่งมิได้มีไว้เพื่อการบริโภคของมนุษย์**
- 2) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการให้ยาตามใบสั่งแพทย์แก่สัตว์มีกระดูกสันหลัง **สามารถทำได้ภายใต้การกำกับดูแลของสัตวแพทย์เท่านั้น และต้องมีใบสั่งยาที่ออกให้เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวโดยเฉพาะ**

แอลกอฮอล์และยาสูบ

สำนักงานภาษีและการค้าแอลกอฮอล์และยาสูบแห่งสหรัฐอเมริกา (TTB) กำกับดูแลการผลิตแอลกอฮอล์ ตลอดจนการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์และยาสูบ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จำนวนมากมีข้อจำกัดด้านอายุในการซื้อ การครอบครอง และการบริโภค

- 1) อนุญาตให้ทำการศึกษาด้านการหมักที่มีการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ในปริมาณเล็กน้อยได้
- 2) อาจารย์ที่ปรึกษามีหน้าที่รับผิดชอบในการได้มา การใช้ และการกำจัดผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์ ยาสูบ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาอย่างเหมาะสม
- 3) การผลิตไวน์หรือเบียร์โดยผู้ใหญ่มักทำได้ที่บ้าน และต้องเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับของ TTB ว่าด้วยการผลิตในครัวเรือน ทั้งนี้นักเรียนสามารถออกแบบและดำเนินโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไวน์หรือเบียร์อย่างถูกกฎหมายได้ ภายใต้การกำกับดูแลโดยตรงของผู้ปกครอง

- 4) นักเรียนผู้วิจัยสามารถกลั่นแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือผลิตวัตถุดิบอื่นที่ไม่ใช่เพื่อการบริโภคได้ แต่งานดังกล่าวต้องดำเนินการที่โรงเรียนหรือ ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล และต้องปฏิบัติตามกฎหมายท้องถิ่น และกฎหมายของประเทศทั้งหมด

อาวุธปืนและวัตถุระเบิด

สำนักงานแอลกอฮอล์ ยาสูบ อาวุธปืนและวัตถุระเบิดแห่งสหรัฐอเมริกา (ATF) ร่วมกับหน่วยงานระดับรัฐ กำกับดูแลการซื้อขายและการใช้อาวุธปืนและวัตถุระเบิด วัตถุระเบิดรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงไดนาไมต์ ดินปืนดำ ดินขับ ตัวจุดชนวน และตัวจุดระเบิด โดยทั่วไปการซื้อขายอาวุธปืนโดยผู้เยาว์ถือเป็นการกระทำที่ผิดกฎหมาย และการใช้อาวุธปืนโดยไม่มีหนังสือรับรองจากรัฐอย่างถูกต้องก็ผิดกฎหมายเช่นกัน

นักเรียนผู้วิจัยควรตรวจสอบข้อกำหนดด้านการฝึกอบรมและการรับรองของแต่ละรัฐและแต่ละประเทศ

- 1) โครงการที่มีการศึกษาเกี่ยวข้องกับอาวุธปืนและวัตถุระเบิดสามารถทำได้ เมื่อดำเนินการภายใต้การกำกับดูแลโดยตรงของผู้ควบคุมดูแลโดยตรง และเป็นไปตามกฎหมายสหพันธรัฐ รัฐ และท้องถิ่นทั้งหมด ทั้งนี้การใช้อาวุธปืนใด ๆ ต้องดำเนินการโดยมีหนังสือรับรองและการฝึกอบรมจากรัฐอย่างถูกต้อง
- 2) มอเตอร์จรวดที่ประกอบสำเร็จแล้ว ชุดบรรจุเชื้อเพลิงซ้ำ หรือโมดูลเชื้อเพลิงขับเคลื่อนที่มีเชื้อเพลิงมากกว่า 62.5 กรัม อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเรื่องใบอนุญาต การจัดเก็บ การขนส่ง และข้อกำหนดอื่น ๆ ตามกฎหมายและระเบียบข้อบังคับว่าด้วยวัตถุระเบิดของรัฐบาล/ประเทศ

อากาศยานไร้คนขับ หรือ โดรน

- 1) โครงการที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ (UAS)/โดรน ต้องปฏิบัติตามกฎหมายของรัฐ รัฐบาลกลาง และของประเทศทั้งหมด ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากองค์การบริหารการบินแห่งชาติสหรัฐฯ (FAA) ที่ <https://faa.gov/uas/>
- 2) สำหรับการใช้อากาศยานไร้คนขับ โดยผู้พัฒนาเป็นผู้ควบคุมและบังคับการบินด้วยตนเอง (อายุต่ำกว่า 20 ปี บริบูรณ์) ถือเป็นเรื่องผิดกฎหมายในประเทศไทย อย่างไรก็ตามโครงการที่ใช้โดรน อาจได้รับการยกเว้น หาก
 - a) การบังคับโดรนที่ควบคุมโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ปกครอง หรือผู้แทนโดยชอบธรรมที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 20 ปี และ
 - b) อาจต้องมีการลงทะเบียนโดรนและนักบินโดรน (หากจำเป็น) และการใช้งานต้องเป็นไปตามกฎหมายที่กำหนด

รังสี

โครงงานที่เกี่ยวข้องกับรังสีชนิดก่อก่อไอออน นิวไคลด์กัมมันตรังสี (ไอโซโทปรังสี) และรังสีเอกซ์ ต้องมีการตรวจสอบความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาอย่างรอบคอบ และต้องดำเนินการมาตรการป้องกันด้านความปลอดภัยอย่างเหมาะสม สำหรับโครงงานที่ใช้ระบบสุญญากาศสูง

- 1) หากแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในโครงงาน น้อยกว่า 10 กิโลโวลต์ (keV) ต้องดำเนินการประเมินความเสี่ยง โดยสามารถทำการศึกษาที่บ้านหรือที่โรงเรียนได้ และไม่จำเป็นต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้าจาก SRC
- 2) โครงงานที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 10-25 กิโลโวลต์ (keV) ต้องดำเนินการประเมินความเสี่ยง และต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้าจาก SRC โดยโครงงานดังกล่าวต้องดำเนินการในห้องโลหะและสังเกตการณ์ผ่านกล้องเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ห้องกระจกหรือสังเกตการณ์โดยตรง ทั้งนี้ต้องใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีหรือเครื่องสำรวจรังสีเพื่อประเมินการได้รับรังสี
- 3) โครงงานทั้งหมดที่ใช้แรงดันไฟฟ้า มากกว่า 25 กิโลโวลต์ (keV) ต้องดำเนินการในสถาบันที่มีโครงการด้านรังสีที่ได้รับใบอนุญาต และต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้าจากเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีของสถาบัน หรือจากคณะกรรมการที่กำกับดูแลการใช้รังสีชนิดก่อก่อไอออน เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับของรัฐและประเทศ
- 4) อนุญาตให้ทำการทดลองได้เฉพาะกับนิวไคลด์กัมมันตรังสีในปริมาณที่ได้รับการยกเว้น และวัสดุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (NORM) เท่านั้น โดยต้องมีการประเมินความเสี่ยง ส่วนการใช้วัสดุกัมมันตรังสีในกรณีอื่น ต้องดำเนินการในสถาบันที่มีโครงการด้านรังสีที่ได้รับใบอนุญาต และต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้าจากเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีของสถาบัน หรือจากคณะกรรมการที่กำกับดูแลการใช้รังสีชนิดก่อก่อไอออน เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับของรัฐและประเทศ

เอกสารและการอนุมัติ

- 1) นักเรียนผู้วิจัยต้องมีแผนการวิจัยที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมาตรฐานทั้งหมด รวมถึงหัวข้อเฉพาะสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่เป็นอันตราย (Hazardous Chemicals, Activities & Devices Research) ที่ระบุในข้อเสนอโครงงาน (Research Proposal) ดังนี้
 - a. อธิบายกระบวนการประเมินความเสี่ยง การควบคุมดูแล มาตรการด้านความปลอดภัย และวิธีการกำจัดสารหรือวัสดุอย่างเฉพาะเจาะจง
 - b. ต้องศึกษาเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี หรือ Safety Data Sheet: SDS และควรระบุ SDS ไว้เป็นเอกสารอ้างอิง โดยไม่จำเป็นต้องแนบ SDS มาพร้อมข้อเสนอโครงการ
- 2) นักเรียนผู้วิจัยต้องดำเนินการประเมินความเสี่ยงร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาหรือนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลก่อนการทดลอง โดยผลของการตรวจทานนี้ต้องบันทึกไว้ในแบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ด้วย
- 3) ใบอนุญาตและ/หรือใบรับรองใด ๆ ที่จัดหามาตามข้อกำหนดของโครงการ ต้องรวมอยู่ในเอกสารข้อเสนอโครงการ/รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการ และต้องพร้อมให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจน SRC ตรวจทานก่อนการประกวด

จำเป็นต้องมีแบบฟอร์ม ต่อไปนี้:

- ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) ที่มีการระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่เป็นอันตราย (Hazardous Chemicals, Activities & Devices Research)
- แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor)
- แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist)
- แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form)
- แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form)
- แบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
- แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง
- แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI) – ในกรณีที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะโครงการที่จะถูกตัดสิทธิ์เข้าร่วมการประกวด

1. หากไม่เป็นไปตาม “ลักษณะข้อเสนอโครงการหรือผลงานที่ส่งเข้าประกวด” และ “เงื่อนไขการประกวด และคุณสมบัติ/บทบาทของนักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษา” โครงการ YSC ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาตัดสิทธิ์ในการเข้าร่วมการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 29 (YSC 2027) โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า
2. โครงการที่ไม่อัปโหลดไฟล์ข้อเสนอโครงการ พร้อมแบบฟอร์มเอกสารเพิ่มเติม (ถ้ามี) ไม่ครบ และไฟล์รายงานฉบับสมบูรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด
3. โครงการที่อัปโหลดไฟล์ข้อเสนอโครงการ และไฟล์รายงานฉบับสมบูรณ์ที่ไม่เรียบร้อย ตัวอย่างเช่น ส่งเฉพาะไฟล์หน้าปก ซึ่งส่งผลให้คณะกรรมการไม่สามารถตรวจประเมินได้

หมายเหตุ: ผู้เข้าประกวดต้องทำการอัปโหลดไฟล์ข้อเสนอโครงการ ไฟล์รายงาน และรายงานฉบับสมบูรณ์ (เป็นไฟล์ pdf) ในระบบ SIMS ด้วยตัวท่านเองภายในเวลาที่กำหนด โครงการ YSC และผู้ประสานงานโครงการ YSC ศูนย์ประสานงานภูมิภาคไม่สามารถดำเนินการอัปโหลดไฟล์ข้อเสนอโครงการ รายงาน และรายงานฉบับสมบูรณ์ให้ท่านได้

เงื่อนไขการประกวด และคุณสมบัติ/บทบาทของนักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษา

เงื่อนไขการประกวด

1. เป็นโครงงานประเภทเดี่ยว (สมาชิกจำนวน 1 คน) หรือโครงงานประเภททีม (สมาชิกจำนวน 2-3 คน)
2. โครงงาน 1 โครงงาน อนุญาตให้มีอาจารย์ที่ปรึกษาได้ไม่เกิน 2 คน และอาจารย์ที่ปรึกษาที่ 1 ต้องเป็นที่ปรึกษาภายในโรงเรียนที่สังกัด
3. สามารถเป็นโครงการต่อเนื่องได้ โดยในกรณีที่โครงงานประเภททีม ไม่จำเป็นต้องมีสมาชิกเดิมที่อยู่ในโครงการก่อนหน้าทั้งหมด (โปรดศึกษา “ลักษณะโครงการต่อเนื่อง” ในหัวข้อ “ข้อกำหนดหลักในการเข้าร่วมประกวด”)
4. ข้อเสนอโครงการและผลงานที่เป็นการสาธิต การวิจัยเชิงค้นหา (ที่ไม่ใช่เชิงสำรวจ) หรือโครงการเชิงข้อมูล และ/หรือแบบจำลองเชิงคำอธิบาย ที่ไม่ได้มีการทดลองโดยการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม หรือเชิงคำนวณ ไม่แนะนำสำหรับเวที YSC (สามารถศึกษาได้จากหัวข้อ “การค้นคว้าวิจัยและกระบวนการแก้ปัญหา” ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม)
5. โครงการทั้งหมดต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านจริยธรรม ข้อกำหนดหลักในการเข้าร่วมประกวด และไม่ขัดแย้งกับข้อห้ามการประกวด
6. ทุกโครงการที่เข้าร่วมการส่งข้อเสนอโครงการเวที YSC ต้องตรวจสอบสาขาการประกวด 9 สาขาหลัก และสาขาย่อยทั้งหมด พร้อมคำจำกัดความ
7. โครงการศึกษาต้องไม่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยขนาดใหญ่ หรือไม่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานของอาจารย์ที่ปรึกษาหรือนักวิทยาศาสตร์ ข้อเสนอโครงการและผลงานที่นำเสนอจะต้องเป็นการศึกษาโดยนักเรียนเป็นผู้วิจัยและพัฒนาเท่านั้น
8. สามารถใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เป็นแหล่งข้อมูลของโครงการได้ อย่างไรก็ตาม ต้องมีการระบุการใช้งาน พร้อมมีการอ้างอิงเครื่องมือที่ใช้งาน และกล่าวขอบคุณในกิตติกรรมประกาศอย่างเหมาะสม โดยเอกสารทั้งหมดที่นำเสนอต้องเขียนด้วยถ้อยคำของตนเอง
9. หากข้อเสนอโครงงานมีแผนการทดลองเกี่ยวกับมนุษย์ (รวมถึงการจัดทำแบบสอบถาม) หรือสัตว์ทดลองจะต้องมีการจัดทำแบบฟอร์มจริยธรรมวิจัยในมนุษย์หรือสัตว์แนบมาเป็นหลักฐานด้วย
10. นักเรียนที่ส่งโครงงานเข้าร่วมโครงการ YSC และได้รับทุนพัฒนาผลงานแล้วจะไม่มีสิทธิ์ส่งผลงานเข้าร่วมโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย (NSC) ที่จัดการแข่งขันในช่วงเดียวกันของปีนั้น ๆ
11. นักเรียนที่ส่งโครงงานเข้าร่วมโครงการ YSC แล้ว และไม่ได้รับการคัดเลือกให้รับทุนสนับสนุนรอบแรก จะไม่มีสิทธิ์ขอเพิ่มชื่อเข้าร่วมโครงงาน YSC ที่ได้รับคัดเลือกให้รับทุนในปีเดียวกัน
12. ระยะเวลาในการดำเนินโครงการประมาณ 3-4 เดือน นักเรียนผู้รับทุนสนับสนุนจาก สวทช. ต้องส่งผลงานตาม เงื่อนไข และเวลาที่กำหนด
13. โครงงานที่ได้รับทุนต้องจัดทำข้อตกลงการรับทุนให้แล้วเสร็จภายในเดือนธันวาคม หากพ้นกำหนดทางโครงการ YSC ขอสงวนสิทธิ์ในการจ่ายเงินทุนให้กับผู้พัฒนา และการจ่ายเงินสนับสนุนการพัฒนาโครงงานในรอบข้อเสนอโครงการ และรอบนำเสนอผลงาน ทางศูนย์ประสานงานภูมิภาคของโครงการ จะเบิกจ่ายเงินทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงงานให้ผู้พัฒนาเมื่อโครงการฯ ได้รับเงินจากผู้สนับสนุนโครงการเรียบร้อยแล้วเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้พัฒนาอาจได้รับทุนสนับสนุนหลังการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศเสร็จสิ้นแล้ว
14. ทรัพย์สินทางปัญญาของผลงานที่เกิดขึ้นเป็นของผู้พัฒนา ทั้งนี้ สวทช. และ วช. สามารถนำผลงานไปเผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือโฆษณาประชาสัมพันธ์ เพื่อการศึกษา วิจัย ตีพิมพ์ วิจารณ์ หรือแนะนำผลงานได้

15. ในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการพัฒนาโครงงาน ผู้พัฒนาโครงงานจะต้องระบุ บัณฑิตหรือแจ้งให้สาธารณชนทราบว่า **“ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ”** **“This research and innovation activity is funded by National Science and Technology Development Agency (NSTDA) and National Research Council of Thailand (NRCT)”**
16. ผู้พัฒนาโครงงานต้องติดตามข้อมูลข่าวสารที่ สวทช. หรือ ศูนย์ประสานงานภูมิภาคประกาศเป็นระยะ ๆ ผ่านทางเว็บไซต์ของโครงการ
17. หากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากข้อเสนอโครงงานที่ส่งมาแล้ว ผู้พัฒนาโครงงานจะต้องแจ้งปรับปรุงข้อมูลของตนเองเป็นลายลักษณ์อักษรทุกครั้ง โดยแจ้งแก่ศูนย์ประสานงานภูมิภาคและ สวทช. ทราบตามลำดับ เพื่อผลประโยชน์ของผู้พัฒนาเอง
18. หากผู้รับทุนไม่สามารถพัฒนาผลงานได้ตามที่เสนอ จะต้องมียกเลิกเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อขอยกเลิกและส่งคืนเงินทุนให้แก่ สวทช.

คุณสมบัติ/บทบาทของนักเรียนผู้เข้าประกวด

1. ต้องเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2-6 หรือเทียบเท่า (อาชีวศึกษา) ที่กำลังศึกษาอยู่ในประเทศไทย ทั้งจากโรงเรียนรัฐบาล เอกชน กรณีเป็น Home School (ต้องได้รับอนุญาตจดทะเบียนจัดการศึกษาอย่างถูกต้อง ทีมพัฒนาต้องเป็นผู้ที่อยู่ในครอบครัวเดียวกัน โดยมีผู้ปกครอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และหัวหน้าสถาบัน) ไม่จำกัดสัญชาติ และอายุไม่เกิน 20 ปีบริบูรณ์ ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2570
2. นักเรียนแต่ละคนได้รับอนุญาตให้เข้าร่วมโครงการได้เพียง 1 โครงการเท่านั้น
3. ในกรณีโครงงานประเภททีม ต้องเป็นสมาชิกที่มาจากรโรงเรียนเดียวกันเท่านั้น ซึ่งอยู่ในการดูแลของศูนย์ประสานงานภูมิภาคเดียวกัน ทั้งนี้การลงนามเอกสารอนุมัติให้เข้าร่วมการประกวดให้ยึดตามผู้บริหารโรงเรียนต้นสังกัดของหัวหน้าโครงการ
4. นักเรียนมีหน้าที่รับผิดชอบในทุกด้านของโครงการ:
 - a. ขอความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาเท่าที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการทดลองที่มีความเสี่ยงหรือเป็นอันตราย
 - b. ปฏิบัติตามกฎหมายและแนวทางที่เวที YSC ได้กำหนด ได้รับการอนุมัติที่จำเป็นทั้งหมด รวมถึงการกรอกเอกสารที่ถูกต้องเหมาะสม
 - c. การดำเนินโครงการ (ซึ่งอาจรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียง) การทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และกระบวนการหรือขั้นตอนอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
 - d. ทำความเข้าใจและปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านจริยธรรม ข้อกำหนดหลักในการเข้าร่วมประกวด และเงื่อนไขการประกวด
 - e. ในกรณีโครงงานประเภททีม หัวหน้าโครงการมีหน้าประสานงาน สมาชิกทุกคนควรมีส่วนร่วมกับโครงการอย่างเต็มที่ และทำความคุ้นเคยกับทุกแง่มุมของโครงการ งานควรสะท้อนถึงความพยายามและความร่วมมือของสมาชิกในทีมทั้งหมด
5. หากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากข้อเสนอโครงการที่ส่งมาแล้ว จะต้องแจ้งปรับปรุงข้อมูลของตนเองเป็นลายลักษณ์อักษรทุกครั้ง โดยแจ้งแก่ศูนย์ประสานงานภูมิภาคและ สวทช. ทราบ ตามลำดับ เพื่อผลประโยชน์ของผู้พัฒนา

คุณสมบัติ/บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษา

1. อาจารย์ที่ปรึกษาของแต่ละโครงงาน สามารถมีมากกว่า 1 ท่าน แต่ไม่เกิน 2 ท่าน
2. อาจารย์ที่ปรึกษาท่านที่ 1 ต้องเป็นที่ปรึกษาสังกัดโรงเรียนเดียวกันกับนักเรียน และสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษาที่ 2 สามารถเป็นได้ทั้งครู/อาจารย์จากโรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน หรือผู้ที่เป็นการจ้าง และพนักงานองค์กรของรัฐ
3. อาจารย์ที่ปรึกษาสามารถเป็นที่ปรึกษาได้มากกว่า 1 โครงการ
4. ควรมีการติดต่ออย่างใกล้ชิดกับนักเรียนตลอดระยะเวลาของโครงการ
5. อาจารย์ที่ปรึกษามีหน้าที่รับผิดชอบ:
 - a. ทำการศึกษาภาวะเสี่ยงและขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการประกวดของโครงการ YSC ในปีที่เข้าร่วมการประกวด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อโครงงานมีความเกี่ยวข้องกับ (1) ผู้เข้าร่วมการทดลอง (2) สัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง (3) สารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (4) เนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย และ/หรือ (5) สารเคมี อุปกรณ์ หรือกิจกรรมที่เป็นอันตราย
 - b. ให้คำแนะนำและสนับสนุนพื้นที่และเครื่องมือการวิจัยให้นักเรียนได้อย่างเต็มความสามารถ โดยโครงงานที่นักเรียนส่งเข้าร่วมการประกวดโครงการ YSC ต้องเป็นผลงานและแนวคิดของนักเรียนเอง และต้องไม่เป็นส่วนหนึ่งของผลงานของอาจารย์ที่ปรึกษา หรือเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงการวิจัยขนาดใหญ่
 - c. ทำงานร่วมกับนักเรียนเพื่อประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจในสุขภาพและความปลอดภัยของนักเรียนที่ทำวิจัย รวมถึงผู้ร่วมที่เป็นมนุษย์และ/หรือสัตว์ที่เกี่ยวข้องในการศึกษา
 - d. ช่วยตรวจสอบผลงาน และความถูกต้องของโครงการ เพื่อให้แน่ใจว่า:
 - i. การทดลองเป็นไปตามกฎหมายและกฎของเวที YSC
 - ii. การกรอกแบบฟอร์มขออนุญาตต่าง ๆ ของเวที YSC ครบถ้วน
 - iii. ข้อเสนอโครงการและผลงานของนักเรียนมีสิทธิ์เข้าร่วมเวที YSC

หมายเหตุ:

- อาจารย์ที่ปรึกษาไม่ควรคิดหัวข้อโครงงานหรือทำการทดลองแทนนักเรียน ยกเว้นในขั้นตอนที่มีความเสี่ยงหรือเป็นอันตราย
- อาจารย์ที่ปรึกษาควรส่งเสริมและผลักดันให้นักเรียนพัฒนาผลงานตามแรงบันดาลใจและความสนใจของนักเรียนเป็นหลัก

สาขาที่จัดการประกวด

คำแนะนำสำหรับการเลือกประเภทสาขาของโครงการเพื่อการประกวด

การพิจารณาเพื่อเลือกสาขา: โครงงาน หรือโครงการวิจัยสามารถสร้างหรือเพิ่มพูนองค์ความรู้ ช่วยแก้ปัญหา หรือนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านใดมากที่สุด โดย 1 โครงงานสามารถเลือกส่งได้เพียง 1 สาขาหลัก และ 1 สาขาย่อยของโครงการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (YSC) เท่านั้น

รายละเอียดที่แสดงเอาไว้ด้านล่างนี้ คือประเภทสาขาของโครงงานที่ใช้ในการประกวด การเลือกประเภทสาขาใดสาขาหนึ่งขึ้นอยู่กับความถูกต้องและความเหมาะสม โครงการ YSC จะมอบหมายผู้เชี่ยวชาญร่วมเป็นคณะกรรมการตามความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาการประกวด ดังนั้น เพื่อประโยชน์สูงสุดขอให้ผู้พัฒนาตรวจสอบประเภทสาขาของโครงการที่เหมาะสมกับโครงงานมากที่สุด

หลายโครงงานอาจมีเทคโนโลยีหรือลักษณะที่สามารถจัดให้อยู่ในประเภทสาขาโครงงานได้มากกว่าหนึ่งประเภท ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงต้องตัดสินใจเลือกประเภทสาขาที่เหมาะสมกับโครงงาน โดยดูวัตถุประสงค์ของโครงงานเป็นหลัก

เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้นในการเลือกสาขาโครงงาน ท่านควรคำนึงถึงคำถามเหล่านี้

- 1) ใครคือผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดที่จะเป็นคณะกรรมการตัดสินโครงงาน สาขาของความเชี่ยวชาญเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการประเมินที่พึงมีในการตัดสินโครงงาน (ตัวอย่างเช่น กรรมการมีพื้นหลังเป็นแพทย์ หรือเป็นวิศวกรรมา?)
- 2) โครงงานที่กำลังจัดทำนั้นอะไร ลักษณะใดในโครงงานที่มีความเป็นเอกลักษณ์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากที่สุด หรือเป็นนวัตกรรมมากที่สุด ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ในทางการแพทย์หรือทางวิศวกรรมของเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น หรือวิธีการทำแผนที่คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงให้เห็นผลลัพธ์อย่างชัดเจน

ภาพรวมการแบ่งสาขาย่อย ทั้ง 9 สาขาหลัก



สาขาหลัก (9 สาขา)	สาขาย่อย (64 สาขาย่อย)
ชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ  Biology and Biotechnology	ประกอบไปด้วย 9 สาขาย่อย ☐ ชีวเคมีและชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล (Biochemistry and Cellular and Molecular Biology, BIBC) ☐ จุลชีววิทยาและไวรัสวิทยา (Microbiology and Virology, BIMC) ☐ สัตวศาสตร์ การเกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ (Animal Sciences, Agricultural Science, and Biotechnology, BIAN) ☐ พืชศาสตร์ การเกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพพืช (Plant Sciences, Agricultural Science, and Biotechnology, BIPT) ☐ ความหลากหลายทางชีวภาพ และทรัพยากรชีวภาพ (Biodiversity and Bioresources, BIDV) ☐ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร (Food Science and Technology, BIFO) ☐ ชีววิศวกรรมและชีววิทยาสังเคราะห์ (Bioengineering and Synthetic Biology, BIEN) ☐ ชีวนวัตกรรม ชีวกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ (Bioinnovation, Bioprocesses, and Bio-based Products, BIBP) ☐ อื่น ๆ (Other, BIOT)
เคมี  Chemistry	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ เคมีอินทรีย์และอนินทรีย์ (Organic and Inorganic Chemistry, CHOR) ☐ เคมีเชิงฟิสิกส์และวิเคราะห์ (Physical and Analytical Chemistry, CHPH) ☐ เคมีเชิงทฤษฎีและเชิงคำนวณ (Theoretical and Computational Chemistry, CHTH) ☐ เคมีสิ่งแวดล้อมและสีเขียว (Environmental and Green Chemistry, CHEV) ☐ เคมีวัสดุและอุตสาหกรรม (Materials and Industrial Chemistry, CHMS) ☐ เทคโนโลยี วิศวกรรม และนวัตกรรมเคมี (Chemical Technology, Engineering, and Innovation, CHEN) ☐ อื่น ๆ (Other, CHOT)
วิทยาการคอมพิวเตอร์  Computer Science	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (Artificial Intelligence and Machine Learning, CSAI) ☐ ชีววิทยาเชิงคำนวณและชีวสารสนเทศ (Computational Biology and Bioinformatics, CSBI) ☐ ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems, CSEB) ☐ วิทยาการหุ่นยนต์และจักรกลอัจฉริยะ (Robotics and Intelligent Machines, CSRO) ☐ การออกแบบซอฟต์แวร์และวิทยาการข้อมูล (Software Design and Data Science, CSSD) ☐ เทคโนโลยีเพื่อยกระดับศิลปะและปฏิสัมพันธ์ทางดิจิทัล (Technology Enhances the Arts and Digital Interactions, CSAR) ☐ อื่น ๆ (Other, CSOT)

สาขาหลัก (9 สาขา)	สาขาย่อย (64 สาขาย่อย)
วิศวกรรมศาสตร์  Engineering	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and Electronics Technology & Engineering, ENEE) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมโยธาและโครงสร้าง (Civil and Structural Technology & Engineering, ENCV) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ (Industrial and Logistics Technology & Engineering, ENIN) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเครื่องกลและเมคคาทรอนิกส์ (Mechanical and Mechatronics Technology & Engineering, ENMC) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมการสื่อสารและโทรคมนาคม (Communication and Telecommunications Technology & Engineering, ENTE) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมยานยนต์และระบบเคลื่อนที่ (Automotive and Mobility Systems Technology & Engineering, ENMO) ☐ อื่น ๆ (Other, ENOT)
วิทยาศาสตร์โลกและสิ่งแวดล้อม  Earth and Environmental Sciences	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ วิทยาศาสตร์บรรยากาศและภูมิอากาศ (Atmospheric and Climate Sciences, ESAT) ☐ ธรณีศาสตร์และระบบโลก (Geosciences and Earth Systems, ESEA) ☐ วิทยาศาสตร์น้ำ ทรัพยากร และการจัดการ (Water Science, Resources, and Management, ESWT) ☐ ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมต่อระบบนิเวศ (Environmental Effects on Ecosystems, ESEV) ☐ การควบคุมมลพิษ จัดการของเสีย และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม (Pollution Control, Waste Management, and Environmental Remediation, ESPC) ☐ เทคโนโลยี วิศวกรรม และนวัตกรรมเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Technology, Engineering, and Management Innovation, ESEN) ☐ อื่น ๆ (Other, ESOT)
คณิตศาสตร์และสถิติ  Mathematics and Statistics	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ พีชคณิตและทฤษฎีจำนวน (Algebra and Number Theory, MAAB) ☐ คณิตศาสตร์เชิงวิเคราะห์ (Mathematical Analysis, MAAN) ☐ เรขาคณิตและทอพอโลยี (Geometry and Topology, MAGE) ☐ คอมบินาทอริกส์ ทฤษฎีกราฟ และทฤษฎีเกม (Combinatorics, Graph Theory, and Game Theory, MACG) ☐ คณิตศาสตร์ประยุกต์และเชิงคำนวณ (Applied and Computational Mathematics, MAAP) ☐ สถิติและความน่าจะเป็น (Statistics and Probability, MAST) ☐ อื่น ๆ (Other, MAOT)

สาขาหลัก (9 สาขา)	สาขาย่อย (64 สาขาย่อย)
วิทยาศาสตร์และ วิศวกรรมแพทย์  Medical Sciences and Engineering	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ วิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน (Basic Medical Sciences, MDSC) ☐ พฤติกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และสังคมศาสตร์ (Behavioral, Psychological, and Social Sciences, MDBS) ☐ วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์และสุขภาพ (Biomedical and Health Sciences, MDBH) ☐ วิทยาศาสตร์การแพทย์ปรัวรรตและคลินิก (Translational Medical and Clinical Sciences, MDTM) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมชีวการแพทย์ (Biomedical Technology and Engineering, MDEN) ☐ สุขภาพดิจิทัลและนวัตกรรมดูแลสุขภาพ (Digital Health and Healthcare Innovation, MDDT) ☐ อื่น ๆ (Other, MDOT)
วัสดุศาสตร์และ วิศวกรรมวัสดุ  Materials Science and Engineering	ประกอบไปด้วย 6 สาขาย่อย ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมชีววัสดุ (Biomaterials Technology and Engineering, MSBI) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมวัสดุเฉพาะทาง (Functional Materials Technology and Engineering, MSFN) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมวัสดุนาโน (Nanomaterials Technology and Engineering, MSNA) ☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมพอลิเมอร์ (Polymer Technology and Engineering, MSPO) ☐ วัสดุศาสตร์เชิงทฤษฎีและเชิงคำนวณ (Theoretical and Computational Materials Science, MSTH) ☐ อื่น ๆ (Other, MSOT)
ฟิสิกส์ พลังงาน และ ดาราศาสตร์  Physics, Energy, and Astronomy	ประกอบไปด้วย 7 สาขาย่อย ☐ ฟิสิกส์อะตอม โมเลกุล และแสง (Atomic, Molecular, and Optical Physics, PEAM) ☐ กลศาสตร์และชีวฟิสิกส์ (Mechanics and Biophysics, PEMB) ☐ สสารควบแน่นและวัสดุ (Condensed Matter and Materials, PECM) ☐ ฟิสิกส์เชิงทฤษฎี เชิงคำนวณ และฟิสิกส์สมัยใหม่ (Theoretical, Computational, and Modern Physics, PETH) ☐ ดาราศาสตร์และจักรวาลวิทยา (Astronomy and Cosmology, PEAS) ☐ เทคโนโลยี วิศวกรรม และนวัตกรรมพลังงาน (Energy Technology, Engineering, and Innovation, PEEN) ☐ อื่น ๆ (Other, PEOT)

รายละเอียดแต่ละสาขาหลักและสาขาย่อย



ชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ (Biology and Biotechnology, BI)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ หรือ พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและระบบชีวภาพ ทั้งในด้านโครงสร้าง หน้าที่ กระบวนการดำรงชีวิต พันธุกรรม วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่ระดับชีวโมเลกุล เซลล์ จุลินทรีย์ พืช สัตว์ ประชากร ไปจนถึงระบบชีวภาพในบริบทต่าง ๆ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ พัฒนาเครื่องมือ กระบวนการ ผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการเกษตร อาหาร อุตสาหกรรมชีวภาพ สิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากรชีวภาพ และการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สาขาย่อย

☐ ชีวเคมีและชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล (Biochemistry and Cellular and Molecular Biology, BIBC)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ หรือ พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ ปฏิสัมพันธ์ และกระบวนการพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตในระดับชีวโมเลกุล เซลล์ ยีน โปรตีน กรดนิวคลีอิก เมแทบอลิซึม และระบบควบคุมภายในเซลล์ เพื่อทำความเข้าใจกลไกพื้นฐานของการดำรงชีวิต การทำงานของเซลล์ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางชีวภาพในระดับโมเลกุล ครอบคลุมชีวเคมี พันธุศาสตร์ ชีววิทยาระดับโมเลกุล ชีววิทยาของเซลล์ การแสดงออกของยีน การควบคุมการทำงานของโปรตีน เอนไซม์และจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ วิถีเมแทบอลิซึม การส่งสัญญาณภายในเซลล์ การแบ่งเซลล์ การเจริญและการตอบสนองของเซลล์ ตลอดจนโครงสร้างและหน้าที่ของสารชีวโมเลกุลและกลไกระดับโมเลกุลหรือระดับเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

หมายเหตุ: หากโครงการเน้นการศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ ไวรัส การเจริญของจุลินทรีย์ ชุมชนจุลินทรีย์ ฟิล์มชีวภาพ สารต้านจุลชีพ หรือไวรัสวิทยาโดยตรง ควรพิจารณาเลือกสาขาย่อยจุลชีววิทยาและไวรัสวิทยา (BIMC) แทน และหากโครงการเน้นการผลิต การหมัก เอนไซม์เชิงอุตสาหกรรม หรือผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ ควรพิจารณาเลือกสาขาย่อยชีวนวัตกรรม ชีวกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ (BIBP)

☐ จุลชีววิทยาและไวรัสวิทยา (Microbiology and Virology, BIMC)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ หรือ พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ ไวรัส และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ทั้งในด้านโครงสร้าง หน้าที่ การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ พันธุกรรม วิวัฒนาการ เมแทบอลิซึม ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นหรือสิ่งแวดล้อม การก่อโรค การควบคุม การยับยั้ง และการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ เพื่อทำความเข้าใจบทบาทของจุลินทรีย์และไวรัสในระบบชีวภาพ สุขภาพ เกษตร อาหาร สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพ ครอบคลุมการศึกษาแบคทีเรีย อาร์เคีย เชื้อรา ยีสต์ โปรโตซัว สาหร่ายขนาดเล็ก ไวรัส และอนุภาคติดเชื้อที่เกี่ยวข้อง รวมถึงแบคทีเรียวิทยา ไวรัสวิทยา จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม จุลชีววิทยาประยุกต์ จุลชีววิทยาอาหาร จุลชีววิทยาทางการแพทย์ พันธุศาสตร์ของจุลินทรีย์ การเพาะเลี้ยงและการจำแนกจุลินทรีย์ การเจริญและการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อม ฟิล์มชีวภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์กับโฮสต์ สารต้านจุลชีพ การดื้อยาต้านจุลชีพ และการใช้จุลินทรีย์หรือไวรัสเพื่อการตรวจวัด การควบคุม หรือการประยุกต์ใช้ทางชีวภาพ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ไบโอชิปและเซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biochips and Biosensors) — ใน

กรณีที่ใช้จุลินทรีย์หรือไวรัสเป็นองค์ประกอบของระบบตรวจวัด

หมายเหตุ: หากโครงการเน้นการผลิต การหมัก หรือผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ ควรพิจารณาเลือกสาขาย่อยชีวนวัตกรรม ชีวกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ (BIBP) หากโครงการเน้นกลไกระดับยีน โปรตีน เอนไซม์ หรือกระบวนการภายในเซลล์โดยไม่ได้มุ่งศึกษาจุลินทรีย์หรือไวรัสเป็นแกนหลัก ควรพิจารณาเลือกสาขาย่อยชีวเคมีและชีววิทยาระดับเซลล์และโมเลกุล (BIBC) และหากโครงการเน้นโรค การวินิจฉัย การรักษา หรือการประยุกต์ทางคลินิกในมนุษย์โดยตรง ควรพิจารณาสาขาหลักวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมการแพทย์ (MD) ร่วมด้วย

☐ สัตวศาสตร์ การเกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ (Animal Sciences, Agricultural Science, and Biotechnology, BIAN)

การศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ในมิติต่าง ๆ ทั้งโครงสร้าง หน้าที่ สรีรวิทยา พฤติกรรม การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ พันธุกรรม วิวัฒนาการ สุขภาพ โรค การจัดการ และการใช้ประโยชน์จากสัตว์ รวมถึงการนำความรู้ทางชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการเกษตรมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการจัดการสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ครอบคลุมสัตว์เศรษฐกิจ ปศุสัตว์ สัตว์ปีก สัตว์น้ำ สัตว์ทดลอง แมลงที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรหรือสิ่งแวดล้อม การจัดการฟาร์ม สุขภาพและสวัสดิภาพสัตว์ คุณภาพผลผลิตจากสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การใช้จุลินทรีย์หรือผลิตภัณฑ์ชีวภาพเพื่อสนับสนุนการจัดการสัตว์ ตลอดจนการประยุกต์ใช้ข้อมูล เช่น เซอร์ ระบบอัจฉริยะ หรือการเกษตรแบบแม่นยำในงานด้านสัตว์

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture)

☐ พืชศาสตร์ การเกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพพืช (Plant Sciences, Agricultural Science, and Biotechnology, BIPT)

การศึกษาเกี่ยวกับพืชในมิติต่าง ๆ ทั้งโครงสร้าง หน้าที่ สรีรวิทยา การสังเคราะห์ด้วยแสง การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ พันธุกรรม วิวัฒนาการ การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โรคพืช ศัตรูพืช และการจัดการพืช รวมถึงการนำความรู้ทางชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการเกษตรมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต คุณภาพ ความทนทาน และความยั่งยืนของระบบการปลูกพืช ครอบคลุมพืชไร่ พืชสวน พืชเศรษฐกิจ พืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชท้องถิ่น การปรับปรุงพันธุ์พืช การจัดการโรคและศัตรูพืช การตอบสนองต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม การใช้จุลินทรีย์หรือชีวภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการเจริญของพืช การเกษตรแบบแม่นยำ ระบบตรวจวัดพืช และเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture)

☐ ความหลากหลายทางชีวภาพ และทรัพยากรชีวภาพ (Biodiversity and Bioresources, BIDV)

การศึกษาสำรวจ จำแนก วิเคราะห์ หรือประเมินความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและทรัพยากรชีวภาพ ตั้งแต่ระดับพันธุกรรม ชนิดพันธุ์ ประชากร ชุมชนสิ่งมีชีวิต ไปจนถึงระบบนิเวศ โดยมุ่งเน้นความเข้าใจองค์ประกอบ การกระจายตัว ความสัมพันธ์ วิวัฒนาการ และศักยภาพการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรชีวภาพ ครอบคลุมการสำรวจและจำแนกชนิดสิ่งมีชีวิต อนุกรมวิธาน ชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography) ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ ความหลากหลายของจุลินทรีย์ พืช สัตว์ หรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งธรรมชาติ การอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพ การประเมินศักยภาพของสิ่งมีชีวิตหรือชีวมวลเพื่อการใช้ประโยชน์ และการศึกษาแหล่งทรัพยากรชีวภาพที่อาจนำไปต่อยอดด้านอาหาร เกษตร อุตสาหกรรมชีวภาพ หรือสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ: หากโครงการเน้นการนำทรัพยากรชีวภาพไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือเทคโนโลยีเชิงอุตสาหกรรมโดยตรง ควรพิจารณาเลือกสาขาย่อยชีวนวัตกรรม ชีวกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ (BIBP) หรือชีววิศวกรรมและ

ชีววิทยาสังเคราะห์ (BIEN) และหากโครงการเน้นผลกระทบของมลพิษ ภูมิอากาศ หรือการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมต่อระบบนิเวศ ควรพิจารณาสาขาหลักวิทยาศาสตร์โลกและสิ่งแวดล้อม (ES) แทน

☐ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร (Food Science and Technology, BIFO)

การศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ หรือพัฒนาความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี หรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร วัตถุดิบอาหาร การแปรรูป การถนอมอาหาร คุณภาพ ความปลอดภัย คุณค่าทางโภชนาการ และการยอมรับของผู้บริโภค ครอบคลุมสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของอาหาร การจัดการและแปรรูปอาหาร การถนอมอาหาร การหมักอาหาร การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร การปรับปรุงคุณภาพอาหาร อาหารฟังก์ชัน (Functional Food) บรรจุภัณฑ์อาหาร ความปลอดภัยทางอาหาร การปนเปื้อนในอาหาร การตรวจสอบคุณภาพอาหาร และการใช้เทคโนโลยีชีวภาพหรือเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อเพิ่มคุณภาพ โภชนาการ หรือความยั่งยืนของผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับมนุษย์หรือสัตว์

☐ ชีววิศวกรรม และชีววิทยาสังเคราะห์ (Bioengineering and Synthetic Biology, BIEN)

การศึกษา ออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาระบบชีวภาพหรือองค์ประกอบทางชีวภาพโดยใช้หลักการทางชีววิทยา วิศวกรรมชีวเคมี ชีววิทยาระดับโมเลกุล ชีวสารสนเทศ (Bioinformatics) และการออกแบบเชิงระบบ เพื่อปรับปรุงหน้าที่ของสิ่งมีชีวิต เซลล์ เอนไซม์ วงจรชีวภาพ หรือกระบวนการทางชีวภาพให้มีสมบัติตามต้องการ ครอบคลุมชีววิศวกรรม วิศวกรรมชีวเคมี วิศวกรรมชีวโมเลกุล วิศวกรรมเมแทบอลิซึม ชีววิทยาสังเคราะห์ ระบบเซลล์ที่ออกแบบใหม่ วงจรพันธุกรรม (Genetic Circuits) ระบบไร้เซลล์ (Cell-free Systems) เซลล์หรือจุลินทรีย์ที่ได้รับการออกแบบเพื่อทำหน้าที่เฉพาะ วิศวกรรมเอนไซม์ ไบโอเซนเซอร์ (Biosensors) และระบบชีวภาพที่พัฒนาขึ้นเพื่อการตรวจวัด การผลิต การควบคุม หรือการประยุกต์ใช้งานเฉพาะด้าน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology), ชีวสารสนเทศ (Bioinformatics), ไบโอชิปและเซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biochips and Biosensors)

หมายเหตุ: หากโครงการเน้นกระบวนการผลิตหรือการแปรรูปชีวมวลเป็นหลัก ควรพิจารณาสาขาย่อยชีววัตรกรรม ชีวกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ (BIBP)

☐ ชีวนวัตกรรม ชีวกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ (Bioinnovation, Bioprocesses, and Bio-based Products, BIBP)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนานวัตกรรม กระบวนการ หรือผลิตภัณฑ์ที่อาศัยสิ่งมีชีวิต จุลินทรีย์ เอนไซม์ ชีวมวล วัตถุดิบชีวภาพ หรือระบบชีวภาพ เพื่อผลิตสาร ผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการที่มีประโยชน์ในด้านเกษตร อาหาร อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ หรือเศรษฐกิจชีวภาพ ครอบคลุมชีวกระบวนการ การหมัก การเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ การผลิตเอนไซม์ สารชีวภาพ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ชีวภัณฑ์ ปุ๋ยชีวภาพ ผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ การแปรรูปชีวมวล การเพิ่มมูลค่าของเสียชีวภาพ ผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ ไบโอดีไฟเนอรี และการพัฒนาต้นแบบหรือกระบวนการผลิตที่ใช้หลักการทางชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ

☐ อื่น ๆ (Other, BIOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ ระบบชีวภาพ สิ่งมีชีวิต กระบวนการชีวภาพ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการศึกษา วิเคราะห์ หรือพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีทางชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ



เคมี (Chemistry, CH)

การศึกษาสำรวจ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ปรับปรุง หรือพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับสสาร สารเคมี องค์ประกอบ โครงสร้าง สมบัติ ปฏิกริยา และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ตั้งแต่ระดับอะตอม โมเลกุล สารประกอบ วัสดุ ไปจนถึงระบบและกระบวนการทางเคมี เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ พัฒนาวิธีวิเคราะห์ สังเคราะห์สาร ออกแบบวัสดุ พัฒนากระบวนการ ผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม พลังงาน สุขภาพ วัสดุ และการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สาขาย่อย

☐ เคมีอินทรีย์และอนินทรีย์ (Organic and Inorganic Chemistry, CHOR)

การศึกษาโครงสร้าง สมบัติ ปฏิกริยา การสังเคราะห์ การสกัด การดัดแปลง หรือการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบอินทรีย์ และสารประกอบอนินทรีย์ เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมของสาร หรือพัฒนาสารที่มีสมบัติตามต้องการสำหรับการใช้งาน เฉพาะด้าน ครอบคลุมสารประกอบคาร์บอน ไฮโดรคาร์บอน สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สารอินทรีย์สังเคราะห์ การเปลี่ยนสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ สารประกอบอนินทรีย์ สารเชิงซ้อนโคออร์ดิเนชัน (Coordination Complexes) สารประกอบโลหะและโลหะ เคมีซูพราโมเลกุล (Supramolecular Chemistry) สารเชิงซ้อนแม่เหล็กหรือเรืองแสง และการศึกษาปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์หรือวิวิธพันธุ์ (Homogeneous and Heterogeneous Catalysis)

☐ เคมีเชิงฟิสิกส์และวิเคราะห์ (Physical and Analytical Chemistry, CHPH)

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและพฤติกรรมพื้นฐานของระบบเคมี โดยใช้แนวคิด ทฤษฎี และวิธีการทางฟิสิกส์เพื่ออธิบาย สมบัติ ปฏิกริยา และการเปลี่ยนแปลงของสสาร รวมถึงการพัฒนาเทคนิค วิธีการ หรือเครื่องมือสำหรับการแยก จำแนก ตรวจวัด และหาปริมาณสารอย่างถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้ ครอบคลุมจลนพลศาสตร์เคมี อุณหพลศาสตร์เคมี เคมีไฟฟ้า เคมีแสง เคมีพื้นผิว สเปกโทรสโกปี (Spectroscopy) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การพัฒนาเทคนิคการตรวจวัด การแยกสาร การจำแนกชนิดสาร การตรวจหาปริมาณสาร เซนเซอร์เชิงเคมี เซนเซอร์เชิงเคมีไฟฟ้า และเทคนิควิเคราะห์สารตัวอย่างในบริบทต่าง ๆ

☐ เคมีเชิงทฤษฎีและเชิงคำนวณ (Theoretical and Computational Chemistry, CHTH)

การศึกษา พัฒนา หรือประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางเคมี แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การจำลองเชิงคำนวณ หรือวิธีการทางคอมพิวเตอร์ เพื่ออธิบาย ทำนาย หรือออกแบบโครงสร้าง สมบัติ พลังงาน ปฏิกริยา และปฏิสัมพันธ์ของสารหรือโมเลกุล ครอบคลุมเคมีควอนตัม การทำนายโครงสร้างโมเลกุล การยึดจับระหว่างโมเลกุล (Molecular Docking) ไดนามิกส์ของพันธะ กลไกปฏิกิริยา สมบัติทางกายภาพ การตอบสนองทางสเปกโทรสโกปี การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟังก์ชันความหนาแน่น (Density Functional Theory, DFT) การจำลองโมเลกุล (Molecular Simulation/Molecular Dynamics) และการใช้คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ หรือปัญญาประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาทางเคมีที่มีความซับซ้อน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) — กรณีใช้ AI ช่วยทำนาย หรือออกแบบโมเลกุล/ปฏิกิริยา และอาจเกี่ยวข้องกับการประมวลผลแบบควอนตัม (Quantum Computing) หากโครงการประยุกต์ใช้การคำนวณเชิงควอนตัมในการจำลองระบบเคมี

☐ เคมีสิ่งแวดล้อมและสีเขียว (Environmental and Green Chemistry, CHEV)

การศึกษาสารเคมี ปฏิกิริยา แหล่งกำเนิด การกระจายตัว การเปลี่ยนแปลง และผลกระทบของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม รวมถึงการออกแบบหรือพัฒนาวิธีการทางเคมีที่ช่วยลดหรือหลีกเลี่ยงการใช้ การเกิด หรือการปล่อยสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมเคมีสิ่งแวดล้อม การตรวจวิเคราะห์สารปนเปื้อนในน้ำ ดิน อากาศ หรือระบบธรรมชาติ พฤติกรรมของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม ปฏิกิริยาและการเปลี่ยนรูปของมลพิษ การลดสารพิษ การกำจัดหรือบำบัดสารปนเปื้อน การสังเคราะห์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Synthesis) ตัวทำละลายสีเขียวหรือตัวทำละลายทางเลือก (Green Solvents) วัสดุหรือสารเคมีที่ย่อยสลายได้ และกระบวนการทางเคมีที่ลดของเสียหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การดักจับและจัดเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage) — กรณีโครงการเน้นการดักจับ กักเก็บ หรือแปรรูปคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรง

☐ เคมีวัสดุและอุตสาหกรรม (Materials and Industrial Chemistry, CHMS)

การศึกษา ออกแบบ สังเคราะห์ ปรับปรุง หรือวิเคราะห์สารเคมี/องค์ประกอบทางเคมี ที่มีเป้าหมายเพื่อการใช้งานด้านวัสดุ อุตสาหกรรม พลังงาน สิ่งแวดล้อม หรือเทคโนโลยีเฉพาะทาง ครอบคลุมเคมีของพอลิเมอร์ คอมโพสิต สารเคลือบ ตัวเร่งปฏิกิริยา สารเติมแต่ง วัสดุพูน วัสดุดูดซับ วัสดุนาโน วัสดุพลังงาน สารเคมีอุตสาหกรรม การปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์ การออกแบบสมบัติของวัสดุจากองค์ประกอบทางเคมี และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง องค์ประกอบ และสมบัติของสารหรือวัสดุเพื่อการใช้งานจริง

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: วัสดุนาโน (Nanomaterials), วัสดุเฉพาะทาง (Functional Materials) และหากเป็นวัสดุพลังงานโดยเฉพาะ อาจเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานขั้นสูง (Advanced Energy Storage Technologies), เซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaics), เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells) หรือท่อนาโนคาร์บอนและกราฟีน (Carbon Nanotubes and Graphene) แล้วแต่ประเภทของวัสดุที่ศึกษา

หมายเหตุ: หากโครงการเน้นการศึกษา ออกแบบ และพัฒนาวัสดุเป็นหลัก อาจพิจารณาสาขาวัสดุศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ (MS) ร่วมด้วย

☐ เทคโนโลยี วิศวกรรม และนวัตกรรมเคมี (Chemical Technology, Engineering, and Innovation, CHEN)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา หรือปรับปรุงวิธีการ กระบวนการ ต้นแบบ ระบบ หรือเทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้หลักการทางเคมี ฟิสิกส์ และวิศวกรรม เพื่อเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย ความคุ้มค่า และความยั่งยืนของกระบวนการทางเคมี ครอบคลุมกระบวนการผลิตทางเคมี การแยกสาร การปรับปรุงกระบวนการ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดต้นทุน การควบคุมคุณภาพ การขยายขนาดกระบวนการ ความปลอดภัยของกระบวนการ การออกแบบต้นแบบหรือระบบทางเคมี และนวัตกรรมที่นำความรู้ทางเคมีไปใช้ในการผลิตหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การผลิตแบบเติมเนื้อ (Additive Manufacturing) — กรณีโครงการเน้นการขึ้นรูปต้นแบบหรือชิ้นงานทางเคมี/วัสดุด้วยกระบวนการพิมพ์สามมิติหรือการผลิตแบบเติมเนื้อ

☐ อื่น ๆ (Other, CHOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านเคมี สารเคมี ปฏิกิริยา การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การออกแบบสาร กระบวนการทางเคมี หรือการประยุกต์ใช้เคมีที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการศึกษา วิเคราะห์ หรือพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีทางเคมี



วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science, CS)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา วิเคราะห์ หรือประยุกต์ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ อัลกอริทึม ซอฟต์แวร์ ข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์ ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว หุ่นยนต์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเทคโนโลยี ตั้งแต่ระดับทฤษฎีการคำนวณ การประมวลผลข้อมูล การพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ ไปจนถึงการสร้างระบบอัจฉริยะและเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะทางในบริบทต่าง ๆ

สาขาย่อย

☐ ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (Artificial Intelligence and Machine Learning, CSAI)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา หรือประยุกต์ใช้อัลกอริทึม แบบจำลอง หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถเรียนรู้จากข้อมูล วิเคราะห์รูปแบบ ทำนายผล ตัดสินใจ สร้างเนื้อหา หรือทำงานที่ต้องอาศัยความสามารถเชิงปัญญาของเครื่องจักร ครอบคลุมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) ระบบแนะนำ (Recommendation System) การรู้จำเสียง การรู้จำภาพ ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI) ปัญญาประดิษฐ์ที่อธิบายได้ (Explainable AI) การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) ปัญญาประดิษฐ์ที่น่าเชื่อถือ (Trustworthy AI) การเพิ่มประสิทธิภาพปัญญาประดิษฐ์ การให้เหตุผลอัตโนมัติ รวมถึงการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ เกษตร สิ่งแวดล้อม การศึกษา อุตสาหกรรม และสังคม

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI)

☐ ชีววิทยาเชิงคำนวณและชีวสารสนเทศ (Computational Biology and Bioinformatics, CSBI)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนาวิธีการทางคอมพิวเตอร์ อัลกอริทึม ฐานข้อมูล แบบจำลอง หรือเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจัดเก็บ ประมวลผล วิเคราะห์ ตีความ หรือใช้ประโยชน์จากข้อมูลทางชีววิทยา การแพทย์ และระบบชีวภาพ ครอบคลุมชีวสารสนเทศ การวิเคราะห์ลำดับพันธุกรรม จีโนมิกส์ ทรานสคริปโตมิกส์ โปรตีโอมิกส์ เมตาโบโลมิกส์ พหุโอมิกส์ (Multi-omics) ระบบชีววิทยาเชิงคำนวณ แบบจำลองทางชีวภาพ แบบจำลองทางระบาดวิทยา ชีววิทยาวิวัฒนาการเชิงคำนวณ ประสาทวิทยาเชิงคำนวณ เภสัชวิทยาเชิงคำนวณ การออกแบบยาเชิงคำนวณ รวมถึงการใช้ปัญญาประดิษฐ์หรือการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลชีวภาพหรือการแพทย์

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ชีวสารสนเทศ (Bioinformatics) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) หากใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลชีวภาพหรือการแพทย์ อีกทั้งอาจเชื่อมโยงกับการแพทย์เฉพาะบุคคล (Personalized Medicine) หากโครงการเน้นการออกแบบยาหรือแนวทางการรักษาเฉพาะบุคคล

หมายเหตุ: หากโครงการเกี่ยวข้องกับโรค การวินิจฉัย หรือการใช้ทางคลินิกของมนุษย์โดยตรง อาจพิจารณาสาขาหลักวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมทางการแพทย์ (MD) ร่วมด้วย

☐ ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems, CSEB)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังอยู่ในอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือระบบเฉพาะทาง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เซนเซอร์ ตัวกระตุ้น (Actuator) วงจรอิเล็กทรอนิกส์ และซอฟต์แวร์ควบคุม เพื่อรับข้อมูล ประมวลผล สื่อสาร สั่งการ หรือตรวจจับสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติ ครอบคลุมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบเซนเซอร์ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) อุปกรณ์อัจฉริยะ การเก็บข้อมูลจากภาคสนาม การประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น ระบบควบคุมแบบฝังตัว การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ และการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ที่ผสานฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์เพื่อการใช้งานเฉพาะด้าน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT)

☐ วิทยาการหุ่นยนต์และจักรกลอัจฉริยะ (Robotics and Intelligent Machines, CSRO)

การศึกษา ออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาหุ่นยนต์ จักรกลอัจฉริยะ ระบบอัตโนมัติ หรือเครื่องจักรที่สามารถรับรู้สภาพแวดล้อม ประมวลผล ตัดสินใจ เคลื่อนที่ ปฏิบัติงาน หรือมีปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม ครอบคลุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ แบบกล หุ่นยนต์บริการ หุ่นยนต์เพื่อการเกษตร หุ่นยนต์เพื่อสุขภาพ หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม จักรกลอัตโนมัติ การรับรู้ของหุ่นยนต์ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) การวางแผนการเคลื่อนที่ การควบคุมหุ่นยนต์ จลนศาสตร์ หุ่นยนต์ (Robot Kinematics) ระบบรู้คิดของเครื่องจักร (Machine Cognition) การเรียนรู้ของเครื่องสำหรับหุ่นยนต์ และระบบที่ช่วยลดภาระหรือเพิ่มขีดความสามารถของมนุษย์

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: วิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) และอาจเกี่ยวข้องกับยานพาหนะอัตโนมัติ (Autonomous Vehicles) หากผลงานเป็นหุ่นยนต์หรือระบบที่เคลื่อนที่ได้ด้วยตนเองในลักษณะยานพาหนะไร้คนขับ

☐ การออกแบบซอฟต์แวร์และวิทยาการข้อมูล (Software Design and Data Science, CSSD)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนาซอฟต์แวร์ ระบบคอมพิวเตอร์ ฐานข้อมูล แพลตฟอร์ม แอปพลิเคชัน ระบบจัดการข้อมูล หรือวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแก้ปัญหา จัดการกระบวนการ ประมวลผลข้อมูล แสดงผลข้อมูล หรือสนับสนุนการตัดสินใจ ครอบคลุมการพัฒนาอัลกอริทึม ซอฟต์แวร์ระบบ เว็บแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ฐานข้อมูล ระบบสารสนเทศ การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) การแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) การประมวลผลบนระบบคลาวด์ (Cloud Computing) การประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) ความปลอดภัยไซเบอร์ (Cybersecurity) บล็อกเชน (Blockchain) การจำลองสถานการณ์และการสร้างแบบจำลองเชิงคอมพิวเตอร์และเกม (Modeling Simulation and Gaming) โดยเน้นระบบซอฟต์แวร์และแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการใช้งานด้านต่าง ๆ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การประมวลผลบนระบบคลาวด์ (Cloud Computing), การประมวลผลแบบกริด (Grid Computing), การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics), บล็อกเชน (Blockchain), การสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการเล่นเกม (Modeling Simulation and Gaming)

☐ เทคโนโลยีเพื่อยกระดับศิลปะและปฏิสัมพันธ์ทางดิจิทัล (Technology Enhances the Arts and Digital Interactions, CSAR)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล ซอฟต์แวร์ ระบบโต้ตอบ หรือสื่อเชิงคำนวณที่ช่วยยกระดับการสร้างสรรค ศิลปะ การสื่อสาร ประสบการณ์ของผู้ใช้ การเรียนรู้ ความบันเทิง หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ครอบคลุมการเขียนโค้ดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Coding) ศิลปะเชิงสร้างสรรค์ (Generative Art) สื่อดิจิทัล เกม เทคโนโลยีดนตรี การแสดงดิจิทัล ความจริงเสริมและความจริงเสมือน (AR/VR) พิพม์ภัณฑ์เสมือนจริง การโต้ตอบระหว่างมนุษย์กับ

คอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction, HCI) สื่อการเรียนรู้แบบโต้ตอบ สื่อสร้างสรรค์โดยปัญญาประดิษฐ์ การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience Design) เทคโนโลยีทางการศึกษา และระบบดิจิทัลที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้หรือการสร้างประสบการณ์เชิงศิลปะและสังคม

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการเล่นเกม (Modeling Simulation and Gaming) กรณีโครงการเน้นการพัฒนาเกมหรือการจำลองเชิงโต้ตอบ

☐ อื่น ๆ (Other, CSOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีดิจิทัล ระบบข้อมูล อัลกอริทึม ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ฝังตัว ระบบอัจฉริยะ หรือการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการคำนวณ ข้อมูล ระบบคอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีดิจิทัล



วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering, EN)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ออกแบบ สร้าง ทดสอบ หรือ พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบทางวิศวกรรม เทคโนโลยี เครื่องมือ อุปกรณ์ ต้นแบบ กระบวนการ โครงสร้าง และสิ่งประดิษฐ์ โดยประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อแก้ปัญหา เพิ่มประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง พัฒนาการผลิต สนับสนุนการใช้งานจริง หรือสร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์สังคม อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิต

สาขาย่อย

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and Electronics Technology & Engineering, ENEE)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ หรือปรับปรุงระบบ อุปกรณ์ วงจร หรือเทคโนโลยีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการแปลง ควบคุม ส่งผ่าน วัด ตรวจสอบ หรือใช้ประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้าและสัญญาณไฟฟ้า ครอบคลุมวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระบบกำลังไฟฟ้า เครื่องมือวัด เซนเซอร์และตัวกระตุ้น ระบบควบคุมทางไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบแปลงพลังงาน แผงวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board, PCB) ต้นแบบฮาร์ดแวร์ และระบบไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรม เกษตร พลังงาน สิ่งแวดล้อม สุขภาพ หรือการใช้งานทั่วไป

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grids) หากโครงการเน้นระบบไฟฟ้ากำลังที่เชื่อมต่อและควบคุมอัจฉริยะ และเทคโนโลยีโฟโตนิกส์และแสง (Photonics and Light Technologies) หากเกี่ยวข้องับอุปกรณ์ทางแสงหรือออปโตอิเล็กทรอนิกส์

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมโยธาและโครงสร้าง (Civil and Structural Technology & Engineering, ENCV)

การศึกษา ออกแบบ วิเคราะห์ หรือพัฒนาระบบ โครงสร้าง สิ่งก่อสร้าง และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต การคมนาคม การจัดการพื้นที่ และความปลอดภัยของสังคม โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมโครงสร้าง วัสดุศาสตร์ กลศาสตร์ และการออกแบบเชิงวิศวกรรม ครอบคลุมอาคาร สะพาน ถนน เขื่อน ระบบระบายน้ำ ระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบขนส่ง โครงสร้างพื้นฐานเมือง โครงสร้างต้านทานภัยพิบัติ วัสดุก่อสร้าง การวิเคราะห์แรงและความมั่นคงของโครงสร้าง การออกแบบโครงสร้างให้ปลอดภัย ประหยัด และเหมาะสมต่อการใช้งาน รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีหรือต้นแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความทนทาน หรือความยั่งยืนของโครงสร้างและงานโยธา

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องับการผลิตแบบเติมเนื้อ (Additive Manufacturing) หากโครงการเน้นการขึ้นรูปชิ้นส่วนหรือต้นแบบโครงสร้างด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ (Industrial and Logistics Technology & Engineering, ENIN)

การศึกษา ออกแบบ วิเคราะห์ ปรับปรุง หรือพัฒนาระบบ กระบวนการผลิต กระบวนการทำงาน ห่วงโซ่อุปทาน การขนส่ง คลังสินค้า หรือระบบโลจิสติกส์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ผลผลิต คุณภาพ ความปลอดภัย ความคุ้มค่า และความยั่งยืนของระบบ ครอบคลุมการออกแบบและปรับปรุงสายการผลิต การจัดการกระบวนการ การวางแผนทรัพยากร การควบคุมคุณภาพ การลดต้นทุน การจัดการการผลิต การจำลองสถานการณ์ การยศาสตร์ (Ergonomics) ความปลอดภัยในการทำงาน การจัดการคลังสินค้า การกระจายสินค้า การขนส่ง การเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์ และการใช้ข้อมูลหรือเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุน

การตัดสินใจในระบบอุตสาหกรรมและบริการ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการเล่นเกม (Modeling Simulation and Gaming) และอาจเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) หรืออินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) หากโครงการใช้ข้อมูลปริมาณมากหรือระบบเซนเซอร์เชื่อมต่อเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในกระบวนการผลิตหรือโลจิสติกส์

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเครื่องกลและเมคคาทรอนิกส์ (Mechanical and Mechatronics Technology & Engineering, ENMC)

การศึกษา ออกแบบ วิเคราะห์ สร้าง หรือพัฒนาระบบเครื่องกล เครื่องจักร กลไก อุปกรณ์ ระบบควบคุม หรือระบบเมคาทรอนิกส์ที่ผสมผสานองค์ความรู้ด้านเครื่องกล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ ตัวกระตุ้น และระบบควบคุม เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ การถ่ายโอนพลังงาน หรือการทำงานอัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมกลศาสตร์ของแข็ง กลศาสตร์ของไหล อากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) การถ่ายเทความร้อน เครื่องจักรกล ระบบขับเคลื่อน กลไก ระบบควบคุม เซนเซอร์ ตัวกระตุ้น ระบบอัตโนมัติ เมคาทรอนิกส์ (Mechatronics) การออกแบบเครื่องมือและต้นแบบเชิงกล และการพัฒนาระบบที่ใช้พลังงานกลหรือพลังงานความร้อนเพื่อการใช้งานด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม สิ่งแวดล้อม สุขภาพ หรือการใช้งานทั่วไป

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับการวิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) หากระบบเมคาทรอนิกส์ที่พัฒนาเป็นหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติที่มีการรับรู้และตัดสินใจ และการผลิตแบบเติมเนื้อ (Additive Manufacturing) หากใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการขึ้นรูปชิ้นส่วนหรือต้นแบบ

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมสื่อสารและโทรคมนาคม (Communication and Telecommunications Technology & Engineering, ENTE)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา หรือทดสอบระบบ อุปกรณ์ เทคโนโลยี หรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการรับ ส่ง ประมวลผล และจัดการสัญญาณหรือข้อมูล เพื่อสนับสนุนการสื่อสารและโทรคมนาคมในรูปแบบต่าง ๆ ครอบคลุมระบบสื่อสารไร้สาย และมีสาย เครือข่ายการสื่อสาร สัญญาณวิทยุ คลื่นความถี่ สายอากาศ เครื่องรับส่งสัญญาณ ระบบดาวเทียม ดาวเทียมขนาดเล็ก การประมวลผลสัญญาณ การสื่อสารข้อมูล ระบบสื่อสารในสถานการณ์ฉุกเฉิน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้านการสื่อสาร (Internet of Things, IoT) และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยให้การสื่อสารมีความเร็ว ความเสถียร ความปลอดภัย และความพร้อมใช้งานสูงขึ้น

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ดาวเทียมไมโครและนาโน (Micro and Nano Satellites), อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) และอาจเกี่ยวข้องกับการเทคโนโลยีโฟโตนิกส์และแสง (Photonics and Light Technologies) หากใช้การสื่อสารด้วยแสงหรือใยแก้วนำแสง

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมยานยนต์และระบบเคลื่อนที่ (Automotive and Mobility Systems Technology & Engineering, ENMO)

การศึกษา ออกแบบ วิเคราะห์ สร้าง ทดสอบ หรือพัฒนายานพาหนะ ระบบขับเคลื่อน ระบบเคลื่อนที่ หรือระบบขนส่งที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายคน สิ่งของ หรืออุปกรณ์ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยใช้หลักการทางวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ควบคุม พลังงาน และระบบอัจฉริยะ ครอบคลุมยานยนต์ ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles) ยานยนต์อัตโนมัติ ระบบส่งกำลัง ระบบแรงขับเคลื่อน ระบบเบรก ระบบความปลอดภัยของยานพาหนะ โครงสร้างยานพาหนะ อากาศยาน เรือ โดรน หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ระบบขนส่งอัจฉริยะ ระบบเคลื่อนที่สำหรับเกษตรกรรม อุตสาหกรรม หรือชุมชน และเทคโนโลยีที่

ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย ความประหยัดพลังงาน หรือความยั่งยืนของการเคลื่อนที่

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ยานพาหนะอัตโนมัติ (Autonomous Vehicles), ยานพาหนะไฟฟ้า (Electric Vehicles) และโดรน (Drones) — สอดคล้องโดยตรงกับเนื้อหาของสาขาย่อยนี้ทั้งสามรายการ และอาจเกี่ยวข้องกับวิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) หากเป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ รวมถึงเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานขั้นสูง (Advanced Energy Storage Technologies), เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells) หรือพลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen Energy) แล้วแต่ระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าที่ศึกษา

☐ อื่น ๆ (Other, ENOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างต้นแบบ ระบบเครื่องมือ กระบวนการผลิต ระบบควบคุม ระบบโครงสร้าง ระบบขนส่ง หรือระบบใช้งานจริงที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมเพื่อออกแบบ พัฒนา ทดสอบ หรือปรับปรุงระบบ เทคโนโลยี หรือสิ่งประดิษฐ์



วิทยาศาสตร์โลกและสิ่งแวดล้อม (Earth and Environmental Sciences, ES)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ หรือพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบโลก บรรยากาศ ภูมิอากาศ ธรณีศาสตร์ ทรัพยากรน้ำ ระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม มลพิษ ทรัพยากรธรรมชาติ และผลกระทบจากกระบวนการธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และการจัดการ เพื่อทำความเข้าใจ เผื่อระวัง ป้องกัน ควบคุม บำบัดฟื้นฟู หรือบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

สาขาย่อย

☐ วิทยาศาสตร์บรรยากาศและภูมิอากาศ (Atmospheric and Climate Sciences, ESAT)

การศึกษาชั้นบรรยากาศของโลก สภาพอากาศ ภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิอากาศ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ไปจนถึงระดับโลก รวมถึงการสำรวจ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่ส่งผลต่อบรรยากาศและภูมิอากาศ ครอบคลุมอุตุนิยมวิทยา ภูมิอากาศวิทยา เคมีบรรยากาศ คุณภาพอากาศ ฝุ่นละออง มลพิษทางอากาศ ก๊าซเรือนกระจก ลม พายุ ภัยพิบัติจากสภาพอากาศสุดขั้ว และผลกระทบของสภาพอากาศหรือภูมิอากาศต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการเล่นเกม (Modeling Simulation and Gaming) หากโครงการเน้นการสร้างแบบจำลองภูมิอากาศเชิงคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) หากใช้ข้อมูลบรรยากาศปริมาณมากในการวิเคราะห์

☐ ธรณีศาสตร์และระบบโลก (Geosciences and Earth Systems, ESEA)

การศึกษากระบวนการเคลื่อนไหว การเปลี่ยนแปลง โครงสร้าง องค์ประกอบ และวิวัฒนาการของโลก ตั้งแต่กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน ทั้งบนพื้นผิวโลกและใต้พื้นผิวโลก รวมถึงการสำรวจ เก็บสถิติข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายกระบวนการของระบบโลกในระดับกายภาพ เคมี ชีวภาพ และธรณีวิทยา ครอบคลุมธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ แร่และหิน ดิน ตะกอน แผ่นเปลือกโลก การเคลื่อนตัวของแผ่นธรณี ภูเขาไฟ แผ่นดินไหว ภูมิฐานฐาน การกัดเซาะ การทับถม ภัยพิบัติทางธรณี บรรพชีวินวิทยา ชาดึกดำบรรพ์ ลำดับชั้นหิน อายุทางธรณีกาล และประวัติของโลก รวมถึงการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ธรณีศาสตร์และหลักการทางวิศวกรรมเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมพื้นผิวและใต้พื้นผิว

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับการดาวเทียมไมโครและนาโน (Micro and Nano Satellites) หากโครงการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อสำรวจหรือตรวจวัดพื้นผิวโลก

☐ วิทยาศาสตร์น้ำ ทรัพยากร และการจัดการ (Water Science, Resources, and Management, ESWT)

การศึกษากระบวนการของน้ำของโลก ทั้งน้ำจืด น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ทะเล ชายฝั่ง และมหาสมุทร รวมถึงการสำรวจ วิเคราะห์ และจัดการทรัพยากรน้ำในมิติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมอุทกวิทยา (Hydrology) สมุทรศาสตร์ (Oceanography) ธรณีสมุทรศาสตร์ สมุทรศาสตร์เคมี คุณภาพน้ำ มลพิษทางน้ำ การไหลของน้ำ น้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำ คลื่น น้ำท่วม ภัยแล้ง สุ่มน้ำ การใช้น้ำ การอนุรักษ์น้ำ การจัดการทรัพยากรน้ำ และการประเมินผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์หรือการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมต่อระบบน้ำและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีพลังงานทางทะเลและน้ำขึ้นน้ำลง (Marine and Tidal Power Technologies) หากโครงการศึกษาค้นคว้าของกระแสน้ำ คลื่น หรือน้ำขึ้นน้ำลงเพื่อการผลิตพลังงาน โดยเฉพาะ

☐ ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมต่อระบบนิเวศ (Environmental Effects on Ecosystems, ESEV)

การศึกษาปฏิสัมพันธ์และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม มลพิษ ภูมิอากาศ การใช้ที่ดิน การบุกรุกทางชีวภาพ หรือกิจกรรมของมนุษย์ต่อประชากร ชุมชนสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศ ครอบคลุมนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาเชิงประชากร นิเวศวิทยาเชิงชุมชน นิเวศวิทยาระดับมหภาค ชีวภูมิศาสตร์ ผลกระทบของสารปนเปื้อนต่อระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัย การเสื่อมโทรมและการฟื้นตัวของระบบนิเวศ การประเมินความเสี่ยงทางนิเวศวิทยา การบุกรุกทางชีวภาพ และการอนุรักษ์ธรรมชาติในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ: หากโครงงานเน้นการสำรวจ จำแนกชนิด อนุกรมวิธาน หรือความหลากหลายทางชีวภาพเป็นหลัก โดยไม่ได้เน้นผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม ควรพิจารณาสาขาหลักชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ (BI) แทน

☐ การควบคุมมลพิษ จัดการของเสีย และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม (Pollution Control, Waste Management, and Environmental Remediation, ESPC)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนาวิธีการ เทคโนโลยี กระบวนการ หรือต้นแบบสำหรับการป้องกัน ลด ควบคุม บำบัด หรือกำจัดมลพิษและของเสีย รวมถึงการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติหรือพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งปนเปื้อนหรือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมการควบคุมมลพิษทางอากาศ น้ำ และดิน การบำบัดน้ำเสีย การจัดการขยะมูลฝอย การจัดการของเสียอันตราย การรีไซเคิล การลดของเสีย การใช้ประโยชน์จากของเสีย การทำปุ๋ยหมัก การฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อน การฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรม การบำบัดด้วยพืชหรือจุลินทรีย์ การย่อยสลายทางชีวภาพ และกระบวนการที่ช่วยลดผลกระทบของมลพิษต่อสุขภาพ สิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels) หากโครงการเน้นการแปรรูปของเสียหรือชีวมวลให้เป็นพลังงาน

☐ เทคโนโลยี วิศวกรรม และนวัตกรรมเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Technology, Engineering, and Management Innovation, ESEN)

การศึกษา ออกแบบ สร้างแบบจำลอง พัฒนา หรือทดสอบเทคโนโลยี ระบบ เครื่องมือ ต้นแบบ หรือแนวทางการจัดการที่ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือสนับสนุนการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ครอบคลุมระบบตรวจวัดและเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม เซนเซอร์สิ่งแวดล้อม ระบบจัดการข้อมูลสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ระบบจัดการคาร์บอน การดักจับและกักเก็บคาร์บอน การออกแบบกระบวนการหรือระบบที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ นวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน และเทคโนโลยีหรือวิศวกรรมที่ช่วยสนับสนุนการจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน เมือง อุตสาหกรรม หรือระบบนิเวศ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การดักจับและจัดเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage) และอาจเกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) หรือการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) หากใช้เครือข่ายเซนเซอร์หรือข้อมูลปริมาณมากในการตรวจวัดและเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม

☐ อื่น ๆ (Other, ESOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์โลก สิ่งแวดล้อม
ทรัพยากรธรรมชาติ หรือวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่
ในขอบเขตของการศึกษา วิเคราะห์ หรือจัดการระบบโลก ระบบสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ



คณิตศาสตร์และสถิติ (Mathematics and Statistics, MA)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ หรือ พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับจำนวน ปริมาณ โครงสร้าง รูปแบบ ความสัมพันธ์ การเปลี่ยนแปลง ความไม่แน่นอน และการให้เหตุผลเชิงตรรกะ โดยใช้สัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี แบบจำลอง การพิสูจน์ การคำนวณ และวิธีการทางสถิติ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ แก้ปัญหา พัฒนาวิธีการใหม่ สร้างแบบจำลอง ทำนายผล หรือสนับสนุนการตัดสินใจในบริบททางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม สังคม เศรษฐศาสตร์ ชีววิทยา การแพทย์ และสาขาอื่น ๆ

สาขาย่อย

☐ พีชคณิตและทฤษฎีจำนวน (Algebra and Number Theory, MAAB)

การศึกษากำหนดดำเนินการ ความสัมพันธ์ สมการ โครงสร้างเชิงพีชคณิต (Algebraic Structures) และสมบัติของจำนวน โดยใช้สัญกรณ์และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายหรือพิสูจน์รูปแบบและความสัมพันธ์ของวัตถุทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมจำนวนจริง จำนวนเชิงซ้อน จำนวนเต็ม สมการ พหุนาม เมทริกซ์ เวกเตอร์ ระบบสมการ โครงสร้างพีชคณิต เช่น กลุ่ม (Group) ริง (Ring) ฟิวด์ (Field) และเวกเตอร์สเปซ (Vector Space) รวมถึงทฤษฎีจำนวน เช่น จำนวนเฉพาะ การหารลงตัว การเทียบเศษ (Modular Arithmetic) การแยกตัวประกอบ และการประยุกต์ใช้ในรหัสลับ การเข้ารหัส (Cryptography) หรือการสื่อสารข้อมูล

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับบล็อกเชน (Blockchain) หากโครงการเน้นการประยุกต์ทฤษฎีจำนวนและการเข้ารหัสในระบบบัญชีแยกประเภทแบบกระจายศูนย์ และการประมวลผลแบบควอนตัม (Quantum Computing) หากเกี่ยวข้องกับอัลกอริทึมการแยกตัวประกอบเชิงควอนตัมที่ส่งผลต่อการเข้ารหัส

☐ คณิตศาสตร์เชิงวิเคราะห์ (Mathematical Analysis, MAAN)

การศึกษาระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชัน การเปลี่ยนแปลง ความต่อเนื่อง ลิมิต อนุพันธ์ ปริพันธ์ ลำดับอนุกรม และสมการเชิงอนุพันธ์ โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์พฤติกรรมของปริมาณหรือระบบที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ครอบคลุมแคลคูลัส การวิเคราะห์จริง (Real Analysis) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Complex Analysis) ลำดับและอนุกรม ฟังก์ชันของตัวแปรเดียวหรือหลายตัวแปร สมการเชิงอนุพันธ์ สมการเชิงปริพันธ์ ระบบไดนามิกส์ (Dynamical Systems) และการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม หรือระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

☐ เรขาคณิตและทอพอโลยี (Geometry and Topology, MAGE)

การศึกษารูปร่าง ขนาด ตำแหน่ง ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร ความโค้ง และสมบัติเชิงพื้นที่ของวัตถุทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสมบัติของรูปทรงหรือโครงสร้างที่ยังคงอยู่ภายใต้การเปลี่ยนรูปร่างอย่างต่อเนื่อง ครอบคลุมเรขาคณิตแบบยูคลิด (Euclidean Geometry) เรขาคณิตนอนยูคลิด (Non-Euclidean Geometry) เรขาคณิตวิเคราะห์ เรขาคณิตเชิงอนุพันธ์ ทอพอโลยี (Topology) ทฤษฎีปม (Knot Theory) ปริภูมิเมตริก (Metric Space) พื้นผิว เส้นโค้ง รูปทรงหลายมิติ และการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุเรขาคณิตหรือโครงสร้างเชิงพื้นที่ที่นำไปประยุกต์ใช้ในฟิสิกส์ วิศวกรรม คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ วิทยาการข้อมูล หรือการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการเล่นเกม (Modeling Simulation and Gaming) หากโครงการนำหลักเรขาคณิตหรือทอพอโลยีไปประยุกต์ใช้ในคอมพิวเตอร์ กราฟิกหรือการจำลองเชิงพื้นที่

☐ **คอมบินาทอริกส์ ทฤษฎีกราฟ และทฤษฎีเกม (Combinatorics, Graph Theory, and Game Theory, MACG)**

การศึกษาโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง การนับ การจัดเรียง การเลือก การจับคู่ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ และแบบจำลองเชิงกลยุทธ์ โดยมักเกี่ยวข้องกับเซตจำกัด กราฟ เครือข่าย เกม หรือระบบที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่แยกจากกัน ครอบคลุมคอมบินาทอริกส์ (Combinatorics) การนับ การเรียงสับเปลี่ยน การจัดหมู่ ทฤษฎีกราฟ เครือข่าย เส้นทาง การเชื่อมต่อ การจับคู่ การระบายสีกราฟ (Graph Coloring) ทฤษฎีเกม กลยุทธ์ การตัดสินใจ การแข่งขัน ความร่วมมือ และการประยุกต์ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ เครือข่าย การจัดตารางเวลา โลจิสติกส์ การเพิ่มประสิทธิภาพ และระบบสังคมหรือเศรษฐกิจ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) หากใช้ทฤษฎีกราฟหรือทฤษฎีเกมเป็นพื้นฐานของอัลกอริทึมหรือระบบหลายตัวแทน (Multi-agent Systems) และบล็อกเชน (Blockchain) หากใช้โครงสร้างกราฟหรือเครือข่ายเป็นพื้นฐานของระบบบัญชีแยกประเภทแบบกระจายศูนย์

☐ **คณิตศาสตร์ประยุกต์และเชิงคำนวณ (Applied and Computational Mathematics, MAAP)**

การศึกษา พัฒนา หรือประยุกต์ใช้ทฤษฎี แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธีเชิงตัวเลข อัลกอริทึม การจำลอง หรือการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะทางหรืออธิบายปรากฏการณ์ในระบบจริง ครอบคลุมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การจำลองเชิงคำนวณ วิธีเชิงตัวเลข การหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization) คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ชีวภาพ คณิตศาสตร์การเงิน คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม การวิเคราะห์ระบบพลวัต และการใช้คณิตศาสตร์ร่วมกับวิทยาการคอมพิวเตอร์หรือสถิติเพื่อแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ ชีววิทยา การแพทย์ หรือสาขาประยุกต์อื่น ๆ โดยเน้นแบบจำลอง การจำลอง การคำนวณ วิธีเชิงตัวเลข หรือการนำคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาจริง

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ขึ้นอยู่กับสาขาที่นำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ อาจเชื่อมโยงกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI), การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics), การประมวลผลแบบควอนตัม (Quantum Computing) หรือชีวสารสนเทศ (Bioinformatics) หากโครงการเป็นคณิตศาสตร์ชีวภาพที่วิเคราะห์ข้อมูลทางชีววิทยา

☐ **สถิติและความน่าจะเป็น (Statistics and Probability, MAST)**

การศึกษาปรากฏการณ์สุ่ม ความไม่แน่นอน การแจกแจงของข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อสรุปความหมาย หรือสนับสนุนการตัดสินใจจากข้อมูลหรือกลุ่มตัวอย่าง ครอบคลุมความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การแจกแจง การประมาณค่า การทดสอบสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูล การถดถอย (Regression) แบบจำลองทางสถิติ การพยากรณ์ การวิเคราะห์ความเสี่ยง สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) สถิติเชิงคำนวณ และการประยุกต์ใช้สถิติกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ สังคม สุขภาพ เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม หรือข้อมูลขนาดใหญ่

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) และอาจเกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) หากแบบจำลองทางสถิติเป็นส่วนหนึ่งของระบบการเรียนรู้ของเครื่อง

☐ **อื่น ๆ (Other, MAOT)**

การศึกษาสำรวจ วิเคราะห์ และพัฒนาองค์ความรู้และกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สถิติ ความน่าจะเป็น การให้

เหตุผลเชิงตรรกะ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีการเชิงปริมาณที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์และสถิติ



วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมแพทย์ (Medical Sciences and Engineering, MD)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ หรือพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับร่างกายมนุษย์ สุขภาพ โรค
กลไกทางชีวการแพทย์ พฤติกรรมสุขภาพ การวินิจฉัย การป้องกัน การรักษา การฟื้นฟู
สุขภาพ และระบบการดูแลสุขภาพ รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางการแพทย์เพื่อสร้าง
 องค์ความรู้ เครื่องมือ วิธีการ ระบบ เทคโนโลยี หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ
 ของมนุษย์ การแพทย์ คลินิก สาธารณสุข และคุณภาพชีวิตของประชาชน

สาขาย่อย

☐ วิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน (Basic Medical Sciences, MDSC)

การศึกษาขององค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกลไกการทำงานของร่างกายมนุษย์ ทั้งในภาวะปกติและภาวะผิดปกติ เพื่อทำความเข้าใจพื้นฐานของสุขภาพและการเกิดโรค ครอบคลุมกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา ชีวเคมีทางการแพทย์ ชีววิทยาของเซลล์ พันธุศาสตร์ ภูมิคุ้มกันวิทยา ประสาทวิทยา จุลชีววิทยาทางการแพทย์ พยาธิวิทยา (Pathology) พยาธิสรีรวิทยา และกลไกระดับโมเลกุล เซลล์ เนื้อเยื่อ หรือระบบอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพมนุษย์ โดยมุ่งเน้นทำความเข้าใจกลไกพื้นฐานของร่างกายมนุษย์ สุขภาพ และโรค โดยยังไม่จำเป็นต้องมีการนำไปใช้ทางคลินิกหรือพัฒนาเป็นเทคโนโลยีการแพทย์โดยตรง

☐ วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์และสุขภาพ (Biomedical and Health Sciences, MDBH)

การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยา สุขภาพ และโรคของมนุษย์ โดยมุ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางชีวภาพ พันธุกรรม โมเลกุล สิ่งแวดล้อม โภชนาการ หรือสารออกฤทธิ์กับภาวะสุขภาพ การเกิดโรค หรือการป้องกันโรค ครอบคลุมการศึกษาโรคและปัจจัยเสี่ยง ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) กลไกระดับเซลล์และโมเลกุลของโรค ภูมิคุ้มกัน สุขภาพมนุษย์ โภชนาการ ผลิตภัณฑ์สุขภาพ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สมุนไพร ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ และการศึกษาทางชีวการแพทย์ที่ช่วยสนับสนุนการป้องกัน วินิจฉัย หรือดูแลสุขภาพ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับไบโอชิปและเซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biochips and Biosensors) หากโครงการเน้นการตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพด้วยเทคโนโลยีเซนเซอร์

☐ พฤติกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และสังคมศาสตร์ (Behavioral, Psychological, and Social Sciences, MDBS)

การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม ความคิด อารมณ์ การเรียนรู้ การรับรู้ การตัดสินใจ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และปัจจัยทางสังคม วัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ การดำรงชีวิต หรือคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ครอบคลุมพฤติกรรมสุขภาพ จิตวิทยาเชิงสุขภาพ สุขภาพจิต การเรียนรู้และการพัฒนาการของมนุษย์ จิตวิทยาการรู้คิด จิตวิทยาสังคม ประสาทวิทยาเชิงพฤติกรรม สังคมวิทยา มานุษยวิทยา พฤติกรรมเสี่ยง การยอมรับเทคโนโลยีสุขภาพ และปัจจัยทางสังคมที่ส่งผลต่อสุขภาพหรือการเข้าถึงบริการสุขภาพ

หมายเหตุ: หากเป็นพฤติกรรมสัตว์ที่ไม่ได้เกี่ยวกับสุขภาพของมนุษย์ ควรพิจารณาสาขาหลักชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ (BI)

☐ วิทยาศาสตร์การแพทย์ปรัวรสตและคลินิก (Translational Medical and Clinical Sciences, MDTM)

การศึกษาและพัฒนาางานวิจัยที่มุ่งแปลผลจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ไปสู่การใช้ประโยชน์ทางคลินิก การวินิจฉัย การรักษา การป้องกันโรค หรือการดูแลผู้ป่วย รวมถึงการนำปัญหาทางคลินิกกลับมาตั้งคำถามวิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ครอบคลุมการตรวจวินิจฉัยโรค การค้นหาและทดสอบตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) การศึกษาและสารออกฤทธิ์ การแพทย์แม่นยำ (Precision Medicine) การทดสอบขั้นพรีคลินิก (Preclinical Testing) การประเมินแนวทางการรักษา การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก และงานวิจัยที่มีเป้าหมายชัดเจนในการนำไปใช้กับผู้ป่วยหรือระบบคลินิก

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การแพทย์เฉพาะบุคคล (Personalized Medicine) โดยสอดคล้องกับแนวคิดการแพทย์แม่นยำ (Precision Medicine) และอาจเกี่ยวข้องกับไบโอชิปและเซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biochips and Biosensors) หากใช้ในการทดสอบตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมชีวการแพทย์ (Biomedical Technology and Engineering, MDEN)

การศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ หรือพัฒนาเทคโนโลยี อุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ ระบบ หรือกระบวนการทางวิศวกรรมที่มีเป้าหมายเพื่อการแพทย์ การวินิจฉัย การเฝ้าระวังสุขภาพ การรักษา การฟื้นฟู หรือการสนับสนุนการทำงานของร่างกายมนุษย์ ครอบคลุมอุปกรณ์การแพทย์ เซนเซอร์ชีวการแพทย์ การถ่ายภาพทางการแพทย์ อุปกรณ์สวมใส่ อวัยวะเทียม อุปกรณ์ฟื้นฟูสมรรถภาพ วัสดุชีวภาพ วิศวกรรมเนื้อเยื่อ เวชศาสตร์ฟื้นฟู (Regenerative Medicine) กลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics) อุปกรณ์เชื่อมต่อสมองกับคอมพิวเตอร์และประสาทเทคโนโลยี (Neurotechnologies) อุปกรณ์ตรวจสอบสุขภาพ และต้นแบบทางวิศวกรรมที่ออกแบบมาเพื่อการใช้งานด้านการแพทย์หรือสุขภาพโดยตรง

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ภาพถ่ายชีวภาพ/ทางการแพทย์ (Medical/Bioimaging), ไบโอชิปและเซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biochips and Biosensors), เทคโนโลยีการติดตามสุขภาพ (Health Monitoring Technology) และเวชศาสตร์ฟื้นฟูและวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Regenerative Medicine and Tissue Engineering), และประสาทเทคโนโลยี (Neurotechnologies) นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับเซลล์ต้นกำเนิด (Stem Cells) หากอวัยวะเทียมหรือการฟื้นฟูเนื้อเยื่อใช้เซลล์ต้นกำเนิดเป็นส่วนประกอบ และวัสดุนาโน (Nanomaterials) หากวัสดุชีวภาพที่พัฒนาเป็นวัสดุระดับนาโน

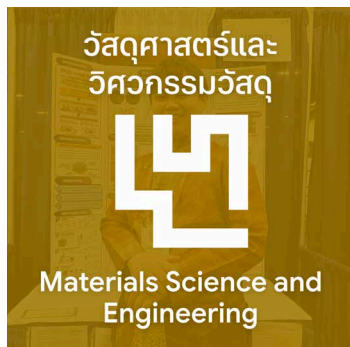
☐ สุขภาพดิจิทัลและนวัตกรรมดูแลสุขภาพ (Digital Health and Healthcare Innovation, MDDT)

การศึกษา ออกแบบ หรือพัฒนาระบบดิจิทัล เทคโนโลยีข้อมูล แพลตฟอร์ม ซอฟต์แวร์ แบบจำลอง หรือกระบวนการนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการดูแลสุขภาพ การป้องกันโรค การติดตามสุขภาพ การจัดการข้อมูลสุขภาพ หรือการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบริการสุขภาพ ครอบคลุมงานด้านการติดตามดูแลสุขภาพผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) แอปพลิเคชันด้านสุขภาพ การบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ การสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก ปัญญาประดิษฐ์เพื่อการดูแลสุขภาพ การบำบัดทางดิจิทัล (Digital Therapeutics) ข้อมูลสุขภาพจากอุปกรณ์สวมใส่ การตรวจสอบระยะไกล กระบวนการทำงานด้านการดูแลสุขภาพ สารสนเทศสุขภาพ (Health Informatics) และนวัตกรรมที่ช่วยให้การดูแลสุขภาพเข้าถึงง่ายขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือเหมาะสมกับผู้ใช้งานมากขึ้น

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: เทคโนโลยีการติดตามสุขภาพ (Health Monitoring Technology) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) อีกทั้งยังอาจเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) หากโครงการใช้ข้อมูลสุขภาพปริมาณมากหรือเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล

☐ อื่น ๆ (Other, MDOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ ชีวการแพทย์ สุขภาพ วิศวกรรมการแพทย์ เทคโนโลยีการแพทย์ หรือระบบดูแลสุขภาพที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการแพทย์ สุขภาพ หรือการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์



วัสดุศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ (Materials Science and Engineering, MS)

การศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ออกแบบ หรือพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับวัสดุ โครงสร้าง สมบัติ กระบวนการผลิต การปรับปรุง และการประยุกต์ใช้งานของวัสดุ ตั้งแต่ระดับอะตอม โมเลกุล นาโน จุลภาค ไปจนถึงระดับมหภาค รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวัสดุศาสตร์ เคมี ฟิสิกส์ วิศวกรรม และการคำนวณ เพื่อสร้างวัสดุ เทคโนโลยี กระบวนการผลิตภัณฑ์ หรือระบบวัสดุที่มีสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งานในด้านอุตสาหกรรม พลังงาน สิ่งแวดล้อม การแพทย์ อิเล็กทรอนิกส์ โครงสร้าง และการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สาขาย่อย

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมชีววัสดุ (Biomaterials Technology & Engineering, MSBI)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา หรือทดสอบวัสดุที่มีปฏิสัมพันธ์กับระบบชีวภาพ สิ่งมีชีวิต เซลล์ เนื้อเยื่อ ของเหลวชีวภาพ หรือสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ โดยมุ่งเน้นสมบัติทางเคมี-กายภาพ พื้นผิว โครงสร้าง ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (Biocompatibility) ความปลอดภัย การย่อยสลาย และสมรรถนะของวัสดุเมื่อใช้งานร่วมกับระบบชีวภาพ ครอบคลุมวัสดุจากธรรมชาติ วัสดุจากชีวมวล วัสดุชีวภาพ วัสดุย่อยสลายได้ วัสดุปิดแผล วัสดุปลูกถ่าย วัสดุสำหรับนำส่งยา โครงร่างเลี้ยงเซลล์ (Scaffolds) วัสดุที่เข้ากันได้ทางชีวภาพ และวัสดุที่ออกแบบให้ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ รวมถึงการพัฒนาต้นแบบชีววัสดุเพื่อการแพทย์ สุขภาพ สิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม หรือการใช้งานทางชีวภาพอื่น ๆ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: เวชศาสตร์ฟื้นฟูและวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Regenerative Medicine and Tissue Engineering) และอาจเกี่ยวข้องกับไบโอชิปและเซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biochips and Biosensors) หากชีววัสดุที่พัฒนาผสานร่วมกับระบบตรวจวัด

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมวัสดุเฉพาะทาง (Functional Materials Technology & Engineering, MSFN)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา หรือปรับปรุงวัสดุให้มีสมบัติเฉพาะที่นอกเหนือจากสมบัติพื้นฐานของวัสดุนั้น โดยมุ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง องค์ประกอบ พื้นผิว และสมบัติพิเศษของวัสดุ เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานเฉพาะด้าน ครอบคลุมวัสดุที่มีสมบัติทางไฟฟ้า แสง แม่เหล็ก ความร้อน ตัวนำยิ่งยวด (Superconductors) ตัวเร่งปฏิกิริยา การดูดซับ การกักเก็บพลังงาน หรือการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น เช่น วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ วัสดุเซนเซอร์ วัสดุเรืองแสง วัสดุแม่เหล็ก วัสดุพอรอน วัสดุพลังงาน วัสดุอัจฉริยะ (Smart Materials) และวัสดุที่ออกแบบให้มีหน้าที่เฉพาะสำหรับการใช้งานทางวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม พลังงาน สิ่งแวดล้อม หรือเทคโนโลยีขั้นสูง

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: วัสดุเฉพาะทาง (Functional Materials) และอาจเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานขั้นสูง (Advanced Energy Storage Technologies) หากเป็นวัสดุกักเก็บพลังงาน หรือเทคโนโลยีโฟโตนิกส์และแสง (Photonics and Light Technologies) หากเป็นวัสดุเรืองแสงหรือวัสดุทางแสง

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมวัสดุนาโน (Nanomaterials Technology & Engineering, MSNA)

การศึกษา ออกแบบ สังเคราะห์ ปรับปรุง หรือประยุกต์ใช้วัสดุที่มีโครงสร้างหรือองค์ประกอบในระดับนาโน โดยทั่วไปมีขนาดอย่างน้อยหนึ่งมิติอยู่ในช่วงระดับนาโนเมตร และมุ่งเน้นสมบัติที่เกิดจากขนาด พื้นผิว โครงสร้าง และการจัดเรียงตัวในระดับนาโน ครอบคลุมอนุภาคนาโน เส้นใยนาโน ฟิล์มนาโน โครงสร้างนาโน นาโนคอมโพสิต (Nanocomposites) กราฟีน

คาร์บอนนาโนทิวบ์ (Carbon Nanotubes) อุปกรณ์นาโน (Nanodevices) และวัสดุนาโนสำหรับการใช้งานด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม การแพทย์ เซนเซอร์ ตัวเร่งปฏิกิริยา การนำส่งสาร หรือการใช้งานเฉพาะทางที่อาศัยสมบัติระดับนาโนเป็นจุดเด่นของโครงงาน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: วัสดุนาโน (Nanomaterials), อุปกรณ์นาโน (Nanodevices) และท่อนาโนคาร์บอนและกราฟีน (Carbon Nanotubes and Graphene)

☐ เทคโนโลยีและวิศวกรรมพอลิเมอร์ (Polymer Technology & Engineering, MSPO)

การศึกษา ออกแบบ สังเคราะห์ ปรับปรุง แปรรูป หรือทดสอบพอลิเมอร์และวัสดุที่มีพอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมุ่งเน้นโครงสร้างโมเลกุล สมบัติทางเคมี-กายภาพ สมบัติเชิงกล พื้นผิว กระบวนการขึ้นรูป และสมรรถนะของวัสดุพอลิเมอร์ในการใช้งานจริง ครอบคลุมพอลิเมอร์ธรรมชาติ พอลิเมอร์สังเคราะห์ พลาสติก ยาง เส้นใย ไฮโดรเจล วัสดุพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ วัสดุคอมโพสิตพอลิเมอร์ บรรจุภัณฑ์ วัสดุพอลิเมอร์สำหรับการแพทย์ การเกษตร สิ่งแวดล้อม พลังงาน และการผลิตชิ้นงาน เช่น การผลิตแบบเติมเนื้อ (Additive Manufacturing) การสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็ว หรือการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีพอลิเมอร์เป็นฐาน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: การผลิตแบบเติมเนื้อ (Additive Manufacturing)

☐ วัสดุศาสตร์เชิงทฤษฎีและเชิงคำนวณ (Theoretical and Computational Materials Science, MSTH)

การศึกษา พัฒนา หรือประยุกต์ใช้ทฤษฎี แบบจำลอง การจำลองเชิงคำนวณ วิธีเชิงตัวเลข หรือวิธีทางคอมพิวเตอร์ เพื่ออธิบาย ทำนาย หรือออกแบบโครงสร้าง สมบัติ และพฤติกรรมของวัสดุภายใต้สภาวะต่าง ๆ ครอบคลุมการจำลองระดับอะตอม โมเลกุล นาโน หรือจุลภาค การคำนวณสมบัติของวัสดุ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติ การทำนายพฤติกรรมของวัสดุภายใต้เงื่อนไข ความดัน แรง สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก หรือสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน รวมถึงการใช้ข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์ หรือแบบจำลองเชิงคำนวณเพื่อเร่งการค้นพบ ออกแบบ หรือคัดเลือกวัสดุใหม่ที่มีสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งาน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) และอาจเกี่ยวข้องกับการประมวลผลแบบควอนตัม (Quantum Computing) หากโครงการใช้การคำนวณเชิงควอนตัมในการจำลองสมบัติของวัสดุ

☐ อื่น ๆ (Other, MSOT)

การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านวัสดุศาสตร์ วิศวกรรมวัสดุ เทคโนโลยีวัสดุ การออกแบบวัสดุ การทดสอบสมบัติวัสดุ การปรับปรุงกระบวนการผลิตวัสดุ หรือการประยุกต์ใช้วัสดุที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ หรือพัฒนาวัสดุและระบบวัสดุ



ฟิสิกส์ พลังงาน และดาราศาสตร์ (Physics, Energy, and Astronomy, PE)

การศึกษาสำรวจ วิเคราะห์ อธิบาย หรือพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับสสาร พลังงาน แรง การเคลื่อนที่ คลื่น แสง สนาม ปฏิสัมพันธ์พื้นฐานของธรรมชาติ โครงสร้างของสสาร วัตถุท้องฟ้า อวกาศ และจักรวาล รวมถึงการประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยี ระบบ เครื่องมือ แบบจำลอง กระบวนการ หรือพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม พลังงาน และการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีแกนหลักอยู่ที่การทำความเข้าใจหลักการทางกายภาพของธรรมชาติ หรือการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยี

สาขาย่อย

☐ ฟิสิกส์อะตอม โมเลกุล และแสง (Atomic, Molecular, and Optical Physics, PEAM)

การศึกษาโครงสร้าง สมบัติ และพฤติกรรมของอะตอม โมเลกุล อิเล็กตรอน โฟตอน แสง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงกับสสาร ทั้งในเชิงทดลอง ทฤษฎี และการประยุกต์ใช้ทางเทคโนโลยี ครอบคลุมฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์โมเลกุล ทัศนศาสตร์ (Optics) เลเซอร์ โฟโตนิกส์ (Photonics) สเปกโทรสโกปี (Spectroscopy) การดูดกลืนและการปล่อยแสง การกระเจิง การแทรกสอด การเลี้ยวเบน อุปกรณ์ทางแสง เซนเซอร์เชิงแสง และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแสง เช่น ระบบตรวจวัด การสื่อสารเชิงแสง การถ่ายภาพ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักการของแสง

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: เทคโนโลยีโฟโตนิกส์และแสง (Photonics and Light Technologies)

☐ กลศาสตร์และชีวฟิสิกส์ (Mechanics and Biophysics, PEMB)

การศึกษาพฤติกรรมของวัตถุ ระบบ หรือสิ่งมีชีวิตภายใต้อิทธิพลของแรง การเคลื่อนที่ พลังงาน โมเมนตัม สมดุล การสั่น การไหล และคลื่น รวมถึงการประยุกต์หลักการทางฟิสิกส์เพื่ออธิบายโครงสร้าง หน้าที่ หรือพฤติกรรมของระบบชีวภาพ ครอบคลุมกลศาสตร์คลาสสิก กลศาสตร์นิวตัน (Newtonian Mechanics) ระบบไดนามิกส์ (Dynamical Systems) กลศาสตร์ของไหล อากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) อุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics) คลื่น เสียง การสั่น อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต การไหลในระบบชีวภาพ การแพร่ การขนส่งสารในระบบชีวภาพ และฟิสิกส์ของเซลล์ เนื้อเยื่อ หรือระบบชีวภาพ

☐ สสารควบแน่นและวัสดุ (Condensed Matter and Materials, PECM)

การศึกษาโครงสร้าง สมบัติ และพฤติกรรมทางกายภาพของสสารในสถานะควบแน่น เช่น ของแข็ง ของเหลว ผลึก สารกึ่งตัวนำ ตัวนำ ฉนวน วัสดุแม่เหล็ก วัสดุตัวนำยิ่งยวด และวัสดุที่มีสมบัติทางฟิสิกส์เฉพาะ ครอบคลุมฟิสิกส์ของของแข็ง ฟิสิกส์สารกึ่งตัวนำ วัสดุควบแน่น สมบัติทางไฟฟ้า แม่เหล็ก ความร้อน แสง และอิเล็กทรอนิกส์ของวัสดุ โครงสร้างผลึก เฟสของสสาร การเปลี่ยนเฟส อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุแม่เหล็ก วัสดุพลังงาน และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับวัสดุเฉพาะทาง (Functional Materials) หากวัสดุที่ศึกษามีสมบัติพิเศษเฉพาะด้าน และการประมวลผลแบบควอนตัม (Quantum Computing) หากวัสดุควบแน่นที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ควอนตัม

☐ ฟิสิกส์เชิงทฤษฎี เชิงคำนวณ และฟิสิกส์สมัยใหม่ (Theoretical, Computational, and Modern Physics, PETH)

การศึกษา พัฒนา หรือประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการทางคณิตศาสตร์ แบบจำลอง การจำลองเชิงคำนวณ หรือวิธีการทางคอมพิวเตอร์ เพื่ออธิบาย ทำนาย หรือทำความเข้าใจปรากฏการณ์ของสสาร พลังงาน และปฏิสัมพันธ์พื้นฐานของธรรมชาติ ครอบคลุมกลศาสตร์ควอนตัม ทฤษฎีสถาน (Field Theory) ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค ฟิสิกส์รังสี ฟิสิกส์สถิติ ฟิสิกส์เชิงคำนวณ การจำลองระบบฟิสิกส์ การสร้างแบบจำลองทางฟิสิกส์ การคำนวณเชิงตัวเลข และการใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ประยุกต์ หรือปัญญาประดิษฐ์ เพื่อวิเคราะห์และทำนายพฤติกรรมของระบบฟิสิกส์ที่ซับซ้อน

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) และอาจเกี่ยวข้องกับการประมวลผลแบบควอนตัม (Quantum Computing) หากโครงการนำกลศาสตร์ควอนตัมไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณเชิงควอนตัมโดยตรง

☐ ดาราศาสตร์และจักรวาลวิทยา (Astronomy and Cosmology, PEAS)

การศึกษาปรากฏการณ์ วัตถุ และระบบต่าง ๆ ในท้องฟ้า อวกาศ และจักรวาลที่อยู่นอกเหนือโลก รวมถึงการกำเนิดวิวัฒนาการ โครงสร้าง องค์ประกอบ และพลวัตของวัตถุท้องฟ้าและเอกภพ ครอบคลุมดาราศาสตร์เชิงสังเกต ดาราศาสตร์ฟิสิกส์ จักรวาลวิทยา ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ กาแล็กซี เนบิวลา หลุมดำ รังสีคอสมิก การขยายตัวของเอกภพ ทฤษฎีบิกแบง รังสีไมโครเวฟพื้นหลังของเอกภพ การวิเคราะห์ข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์ และการใช้กฎหรือหลักการทางฟิสิกส์และเคมี เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในจักรวาล

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: อาจเกี่ยวข้องกับการดาวเทียมไมโครและนาโน (Micro and Nano Satellites) หากโครงการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมสำหรับการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) หากใช้ข้อมูลปริมาณมากจากกล้องโทรทรรศน์หรือฐานข้อมูลดาราศาสตร์

☐ เทคโนโลยี วิศวกรรม และนวัตกรรมพลังงาน (Energy Technology, Engineering, and Innovation, PEEN)

การศึกษา ออกแบบ พัฒนา หรือปรับปรุงวิธีการ กระบวนการ ระบบ ต้นแบบ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การแปลง การกักเก็บ การขนส่ง การกระจาย และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และยั่งยืน ครอบคลุมพลังงานหมุนเวียน พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานน้ำทะเลและน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวภาพ เชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานไฮโดรเจน เซลล์เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงฟอสซิลในมิติของเทคโนโลยีหรือประสิทธิภาพ พลังงาน แบตเตอรี่ ตัวเก็บประจุยิ่งยวด และเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานขั้นสูง เซลล์แสงอาทิตย์ เทคโนโลยีกังหันลม ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grids) พลังงานไมโครเจนเนอเรชัน (Power Microgeneration) การจัดการพลังงาน และนวัตกรรมพลังงานสะอาด

เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD) ที่เกี่ยวข้อง: สาขาย่อยนี้สอดคล้องโดยตรงกับกลุ่มเทคโนโลยีพลังงานเกือบทั้งหมดใน 40 รายการของ OECD ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaics), เทคโนโลยีกังหันลม (Wind Turbine Technologies), เทคโนโลยีพลังงานทางทะเลและน้ำขึ้นน้ำลง (Marine and Tidal Power Technologies), เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels), พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen Energy), เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells), เทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานขั้นสูง (Advanced Energy Storage Technologies), ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grids) และพลังงานไมโครเจนเนอเรชัน (Power Microgeneration) นอกจากนี้ยังอาจเกี่ยวข้องกับการดักจับและจัดเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage) หากโครงการเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดการปล่อยมลพิษจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

☐ อื่น ๆ (Other, PEOT)

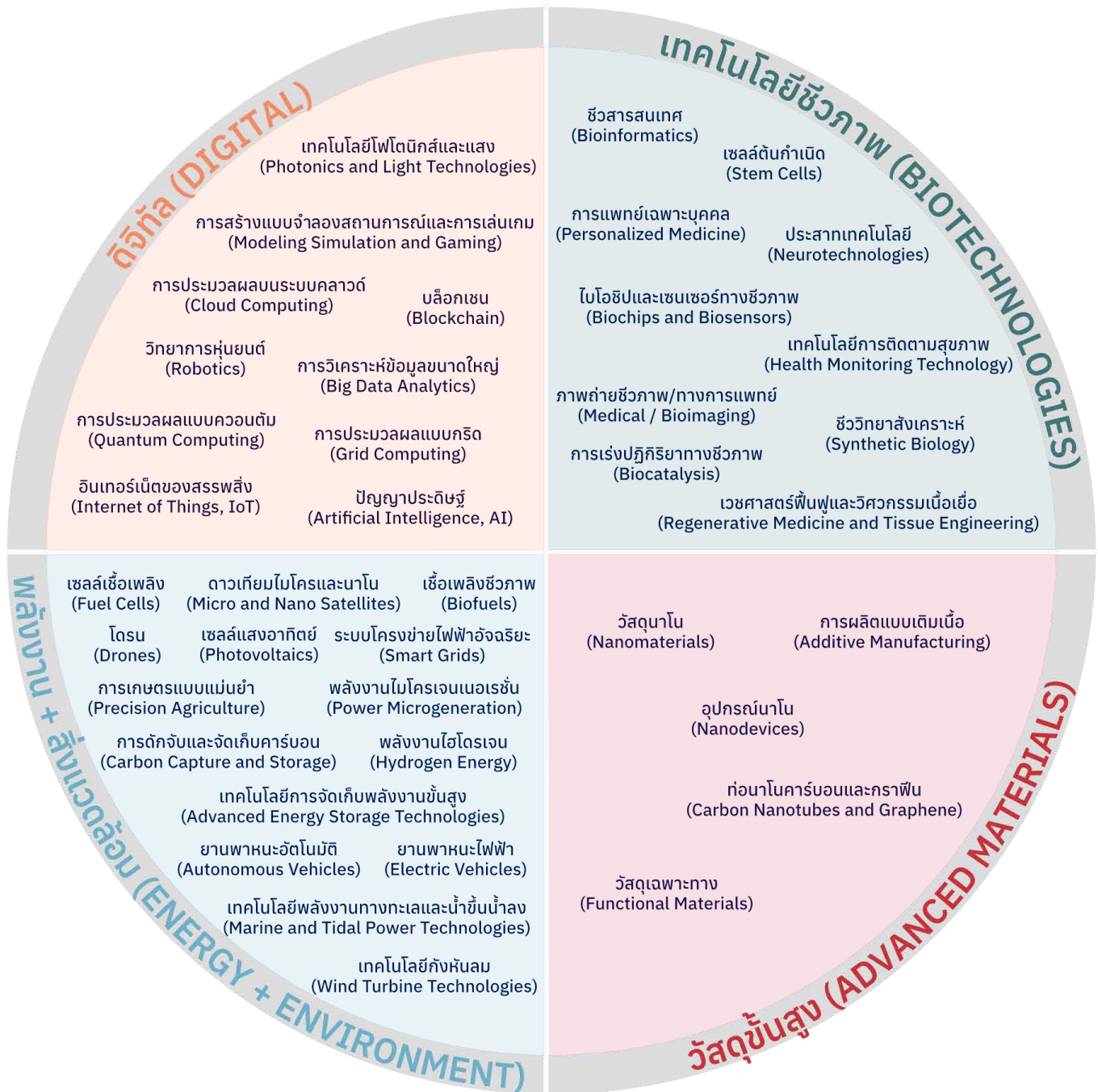
การศึกษา ออกแบบ และพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านฟิสิกส์ พลังงาน ดาราศาสตร์ หรือ ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาร พลังงาน แรง คลื่น แสง อวกาศ จักรวาล หรือเทคโนโลยีพลังงานที่ไม่สอดคล้องโดยตรงกับสาขาย่อยที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ยังมีแกนหลักอยู่ในขอบเขตของการศึกษา วิเคราะห์ อธิบาย หรือประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ พลังงาน หรือดาราศาสตร์

หมายเหตุ: โครงงานที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้แทนประเทศไทยเข้าร่วมประกวดเวที Regeneron ISEF 2027 ผู้พัฒนาสามารถศึกษาทำความเข้าใจสาขาการประกวดใน Regeneron ISEF 2027 ทั้งสาขาหลัก และสาขาย่อย เพื่อเตรียม วางแผนในการพัฒนาโครงงานล่วงหน้า สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ โดยใน ISEF มีสาขาในการประกวด 22 สาขา ดังนี้

- สัตวศาสตร์ (Animal Sciences, ANIM)
- ชีวเคมี (Biochemistry, BCHM)
- พฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (Behavioral and Social Sciences, BEHA)
- วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Biomedical and Health Sciences, BMED)
- ชีววิทยาเชิงคำนวณและชีวสารสนเทศศาสตร์ (Computational Biology and Bioinformatics, CBIO)
- ชีววิทยาของเซลล์และชีววิทยาระดับโมเลกุล (Cellular and Molecular Biology, CELL)
- เคมี (Chemistry, CHEM)
- วิทยาศาสตร์โลกและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Earth and Environmental Sciences, EAEV)
- ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems, EBED)
- พลังงาน: วัสดุและการออกแบบที่ยั่งยืน (Energy: Sustainable Materials and Design, EGSD)
- วิศวกรรมชีวการแพทย์ (Biomedical Engineering, ENBM)
- วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental Engineering, ENEV)
- เทคโนโลยีวิศวกรรม: สถิตยศาสตร์และพลศาสตร์ (Engineering Technology: Statics & Dynamics, ETSD)
- คณิตศาสตร์ (Mathematics, MATH)
- วัสดุศาสตร์ (Materials Science, MATS)
- จุลชีววิทยา (Microbiology, MCRO)
- ฟิสิกส์และดาราศาสตร์ (Physics and Astronomy, PHYS)
- พืชศาสตร์ (Plant Sciences, PLNT)
- หุ่นยนต์และจักรกลอัจฉริยะ (Robotics and Intelligent Machines, ROBO)
- การออกแบบซอฟต์แวร์ (Software Design, SFTD)
- เทคโนโลยีช่วยยกระดับศิลปะ (Technology Enhances the Arts, TECA)
- วิทยาศาสตร์การแพทย์ปริวรรต (Translational Medical Science, TMED)

สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ <https://www.societyforscience.org/isef/categories-and-subcategories/>

40 เทคโนโลยีหลักเพื่ออนาคต (OECD)



ที่มา: Source: OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016

กำหนดการการประกวด

กิจกรรม	ช่วงเวลา
รอบข้อเสนอโครงการ	
ลงทะเบียนผู้เข้าประกวดและอาจารย์ที่ปรึกษา/ปรับปรุงข้อมูลผ่านระบบ SIMS	5 – 25 ส.ค. 2569 ก่อน 17.00 น.
อบรมออนไลน์หลักสูตร Soft Skill (อบรมครบหลักสูตรมีเกียรติบัตรมอบให้)	15 ส.ค. – 30 ส.ค. 2569
รับสมัครข้อเสนอโครงการ ผ่านระบบ SIMS	26 ส.ค. – 10 ก.ย. 2569 ก่อน 17.00 น.
กรรมการตัดสินรอบข้อเสนอโครงการ	15 ก.ย. – 9 ต.ค. 2569
ประกาศผลข้อเสนอโครงการที่ผ่านการพิจารณา	12 ต.ค. 2569
รอบชิงชนะเลิศ ระดับภูมิภาค	
ค่ายเสริมศักยภาพเยาวชนและโครงงาน	ต.ค. – พ.ย. 2569
ระยะเวลาพัฒนาโครงงาน	ต.ค. – ธ.ค. 2569
ส่งมอบรายงานความก้าวหน้าในระบบ SIMS	28 ธ.ค. 2569 ก่อน 17.00 น.
การประกวดรอบชิงชนะเลิศระดับภูมิภาค และพิธีมอบทุน	2 – 14 ม.ค. 2570
ประกาศผลโครงการที่ผ่านการพิจารณาและโครงการที่ผ่านเข้ารอบชิงชนะเลิศ	15 ม.ค. 2570
รอบชิงชนะเลิศ ระดับประเทศ	
ส่งมอบรายงานฉบับสมบูรณ์ในระบบ SIMS	1 ก.พ. 2570 ก่อน 17.00 น.
ส่งมอบเอกสารประกอบและสิ่งนำเสนอ	2 ก.พ. 2570 ก่อน 24.00 น.
การประกวดรอบชิงชนะเลิศระดับประเทศ	7 – 9 ก.พ. 2570
รอบคัดเลือกตัวแทนประเทศไทย และเข้าร่วมการประกวดระดับนานาชาติ	
ค่ายคัดเลือกเยาวชนเข้าร่วมการประกวดระดับนานาชาติ	25 – 26 ก.พ. 2570
ประกาศผลการคัดเลือก	31 มี.ค. 2570
ค่าย Enrichment Program เพื่อเตรียมตัวเข้าร่วมการประกวดนานาชาติ	15 มี.ค. – 6 พ.ค. 2570
Regeneron ISEF 2027 ณ เมืองลอสแอนเจลิส รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา	8 – 14 พ.ค. 2570

หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

การจัดเตรียมเอกสารประกอบการลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ

สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>)

เอกสารประกอบการลงทะเบียน

1. แบบฟอร์มขออนุญาตเก็บข้อมูล Code of Conduct – ต้องส่งเมื่อลงทะเบียนครั้งแรก

หนังสือให้ความยินยอมในการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เยาว์ สำหรับการลงทะเบียนระบบ SIMS ของผู้เข้าประกวดครั้งแรก โดยสามารถศึกษาการลงทะเบียนข้อมูลผู้เข้าประกวดได้จากหัวข้อ “วิธีการลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ”

เอกสารประกอบการส่งข้อเสนอโครงการ

1. ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) – ต้องส่งทุกโครงการ

ข้อเสนอโครงการ ต้องมีรายละเอียด 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 หน้าปก (สร้างจากระบบ SIMS) ส่วนที่ 2 เนื้อหา และ ส่วนที่ 3 ประวัติผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งนี้จัดทำเป็นไฟล์ pdf เพียงไฟล์เดียว

สามารถศึกษาได้จากหัวข้อ “การจัดทำข้อเสนอโครงการ” โดยสามารถใช้แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการ เพื่อจัดการส่วนที่ 2 เนื้อหา และส่วนที่ 3 ประวัติผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา

2. แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor) – ต้องส่งทุกโครงการ (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบตรวจสอบนี้จัดทำขึ้นเพื่อสนับสนุนการตรวจทานโครงงานในเบื้องต้นโดยอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และช่วยพิจารณาว่าข้อมูลใด (และแบบฟอร์มใด) ที่จำเป็นต้องกรอกให้เสร็จสิ้นก่อนเริ่มโครงงาน แบบฟอร์มนี้จะถามอย่างเจาะจงมากขึ้นเกี่ยวกับโครงงานที่ต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้า (โครงงานที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ สัตว์ และสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย: PHBA) ทั้งนี้เป็นอีกหนึ่งโครงสร้างสนับสนุนที่ช่วยระบุว่าจะต้องใช้แบบฟอร์มอื่นใดอีกบ้าง คำตอบในแบบตรวจสอบนี้จะต้องสอดคล้องกับคำตอบในแบบฟอร์มอื่น ๆ ด้วย

วันที่ลงนามคือ วันที่อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจทานแผนการดำเนินโครงงานก่อนที่การทดลองจะเริ่มต้นขึ้น ลายเซ็นดังกล่าวเป็นการรับรองว่าอาจารย์ที่ปรึกษาหลักได้อ่านกฎระเบียบและข้อกำหนดต่าง ๆ แล้ว และยอมรับตามข้อกำหนดด้านจริยธรรม

3. แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist) – ต้องส่งทุกโครงการ (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มที่นักเรียนใช้ให้ข้อมูลติดต่อของตนเองและของอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมทั้งระบุรายละเอียดสำคัญเกี่ยวกับโครงงานที่วางแผนไว้ เช่น โครงงานต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้าหรือไม่ เป็นโครงงานต่อเนื่องหรือไม่ วันเริ่มต้นและวันสิ้นสุด สถานที่ที่ตั้งใจจะทำการทดลอง เป็นต้น

นักเรียนผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับประเด็นต่าง ๆ และควรพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา ดังต่อไปนี้

ข้อ 5: ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ทำวิจัย ให้ระบุสถานที่ที่จะดำเนินการทดลอง และทำเครื่องหมายทุกข้อที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สถานีวิจัย โรงเรียน ภาควิชา หรือที่บ้าน หากเป็นสถานที่อื่นนอกเหนือจากบ้านหรือโรงเรียน ให้ระบุที่อยู่ของสถานที่นั้นลงในแบบฟอร์ม (หมายเหตุ: มีข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะการทำงานกับ PHBA ในสภาพแวดล้อมที่บ้าน โปรดทบทวนกฎระเบียบอย่างละเอียดเพื่อให้มั่นใจว่าสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการศึกษาที่ดำเนินการ)

หากสถานที่ดำเนินการเป็นที่อื่นนอกเหนือจากบ้านหรือโรงเรียน มีความเป็นไปได้สูงว่าจะต้องกรอกแบบฟอร์ม สถานีวิจัยที่มีการกำกับดูแลหรือสถานประกอบการอุตสาหกรรม (Form 2C) ด้วย แบบฟอร์ม 2C ไม่เพียงให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ทำวิจัยเท่านั้น แต่ยังระบุระดับของการให้คำปรึกษาและการชี้แนะที่นักเรียนได้รับจากบุคคลอื่นด้วย โดยแบบฟอร์ม 2C ควรกรอกหลังการทดลองเสร็จสิ้น โดยผู้ใหญ่ที่กำกับดูแลโครงงาน ณ สถานที่นั้น

ข้อ 8: วันเริ่มต้น/วันสิ้นสุด โครงงานมีระยะเวลาจัดทำภายใต้ระยะเวลารอบการประกวดโครงการ YSC นั่นคือ หลังการประกาศผลรอบข้อเสนอกโครงการ จนถึงก่อนวันประกวดรอบชิงชนะเลิศระดับภูมิภาค หรือวันประกวดรอบชิงชนะเลิศระดับประเทศ โดยให้ระบุว่ากระบวนการทดลองจริง (ไม่ใช่การทบทวนวรรณกรรม) จะเริ่มต้นและสิ้นสุดเมื่อใด วันเริ่มต้นโดยประมาณควรสะท้อนการคาดการณ์ที่ดีที่สุดว่าการทดลองจะเริ่มเมื่อใด ส่วนวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดจริงควรเป็นวันที่ที่บันทึกไว้ในสมุดบันทึกการทดลอง

ข้อ 9: โครงการต่อเนื่อง (ใช่/ไม่ใช่) โครงการใดก็ตามที่ดำเนินการในสาขาการวิจัยที่คล้ายคลึงกับโครงการก่อนหน้านี้ ควรถือว่าเป็นโครงการต่อเนื่อง หากนักเรียนไม่แน่ใจ ควรระบุว่าเป็นโครงการต่อเนื่อง โดยแบบฟอร์มชี้แจงความแตกต่างโครงการต่อเนื่องและ/หรือโครงการที่ส่งร่วมกับการประกวดในเวทีอื่น ๆ (Research Continuation & Clarification Form) หรือ Form 6 มีรูปแบบสำหรับอธิบายความแตกต่างระหว่างโครงการนี้กับโครงการก่อนหน้านี้

นักเรียนควรทบทวนกฎเกี่ยวกับโครงการต่อเนื่อง และตรวจสอบให้แน่ใจว่าโครงการแสดงความก้าวหน้าอย่างมีนัยสำคัญ (มีการเปลี่ยนแปลงระเบียบวิธีวิจัย และ/หรือมากกว่าเพียงการเพิ่มจำนวนครั้งของการทดลอง)

4. แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form) – ต้องส่งทุกคนในโครงการ (ส่งไฟล์คนละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มที่แสดงลายเซ็นและคำรับรองว่าผู้ที่ต้องลงนามอนุมัติโครงการได้เข้าใจกฎระเบียบและรายละเอียดของโครงการแล้ว ข้อความรับรองเหล่านี้ยืนยันว่าแต่ละบุคคล (หรือคณะกรรมการ) อนุมัติหรือยินยอมต่อโครงการนี้ ลายเซ็นต้องได้มาพร้อมระบุวันที่ตามรายละเอียดด้านล่าง และต้องเป็นวันก่อนการทดลอง เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

นักเรียน (ส่วน 1A): วันที่นักเรียนรับรองว่าตนเข้าใจความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ได้อ่านและจะปฏิบัติตามกฎระเบียบ และจะยึดถือข้อกำหนดด้านจริยธรรม

ผู้ปกครอง (ส่วน 1B): วันที่ผู้ปกครองให้ความยินยอมให้บุตรหลานทำโครงการนี้ และรับรองว่าได้ตรวจทานโครงการและเข้าใจความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องแล้ว

การอนุมัติของ SRC ก่อนการทดลอง (ส่วน 2A): วันที่หัวหน้าศูนย์ประสานงานระดับภูมิภาค หรือคณะกรรมการการตรวจทานทางวิทยาศาสตร์ (SRC) ของงานประกวดทำการตรวจทานโครงการนี้

การอนุมัติของ SRC หลังการทดลอง (ส่วน 2B): ใช้เฉพาะกับโครงงานที่ต้องได้รับการอนุมัติล่วงหน้า แต่ดำเนินการ ณ สถาบันวิจัยที่มีการกำกับดูแล (RRI) และได้รับการอนุมัติล่วงหน้าจากสถาบันดังกล่าวแทน SRC ของเวทีการประกวด วันที่ลงนามบ่งชี้ว่า SRC ของงานประกวดอนุมัติโครงงานนี้เมื่อใดหลังจากดำเนินการเสร็จสิ้น ทั้งนี้ต้องแนบเอกสารทั้งหมดจากสถาบันวิจัยที่แสดงการอนุมัติโครงงานมาด้วย

การอนุมัติขั้นสุดท้ายของ SRC (ส่วน 3): ทุกโครงงานต้องได้รับการตรวจทานจาก SRC หลังการทดลองเสร็จสิ้น และก่อนการประกวด วันที่ลงนามแสดงถึงวันที่ SRC ให้การอนุมัติขั้นสุดท้ายแก่โครงงานนี้เพื่อเข้าร่วมการประกวดแข่งขันในเวทีการประกวด

SRC จะตรวจทานเอกสารนี้และลายเซ็นต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงกับแบบตรวจสอบ (1) แบบตรวจสอบ (1A) และแบบฟอร์มอื่น ๆ ที่กรอกเสร็จแล้ว

5. แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form) – ถ้ามี (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (2B) ต้องกรอกโดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลโครงงาน ในแบบฟอร์มนี้ นักวิทยาศาสตร์จะรับรองถึงความเชี่ยวชาญของตน ความเข้าใจในโครงงานและกฎระเบียบ ตลอดจนการที่ตนจะทำหน้าที่กำกับดูแลนักเรียน โดยหากในกรณีที่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถกำกับดูแลได้โดยตรงตลอดเวลา จะมีช่องสำหรับลายเซ็นของผู้ควบคุมดูแลโดยตรง (Direct Supervisor: DS) ที่สามารถลงนามพร้อมระบุวันที่อนุมัติโครงงานนี้ (ก่อนที่การทดลองจะเกิดขึ้น)

6. แบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) – ถ้ามี (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยงจำเป็นสำหรับโครงงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี กิจกรรม หรืออุปกรณ์ที่เป็นอันตราย และโครงงานที่เกี่ยวข้องกับ PHBA และแนะนำให้ใช้กับทุกโครงงานเพื่อระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและกำหนดมาตรการป้องกันด้านความปลอดภัย แบบฟอร์มนี้ต้องลงนามโดยผู้ควบคุมดูแลโดยตรง (หรือนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล) ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

ทุกโครงงานย่อมมีความเสี่ยงในระดับหนึ่ง แบบฟอร์มนี้จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนและผู้ใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานได้หารือถึงความสำคัญของความปลอดภัยในการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการลดความเสี่ยง

แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง อาจมีหน้าเอกสารเพิ่มเติมได้ แต่ควรเริ่มต้นการตอบคำถามในแบบฟอร์มนี้ก่อน

SRC จะพิจารณาความครบถ้วนของคำตอบ และตรวจสอบว่ามาตรการป้องกันด้านความปลอดภัยที่จะดำเนินการนั้นสอดคล้องกับสิ่งมีชีวิตหรืออันตรายที่เกี่ยวข้อง

7. แบบฟอร์ม 4 แบบฟอร์มทำวิจัยในมนุษย์ (Human Participants Form) – ถ้ามี (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์ จะถูกส่งพร้อมกับแผนการวิจัย ซึ่งแผนดังกล่าวควรอธิบายต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB) ว่าจะดูแลความปลอดภัยและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้เข้าร่วมวิจัย ตลอดจนการรักษาความลับของผลการวิจัยอย่างไร IRB จะตรวจทานโครงงาน ตรวจสอบระดับความเสี่ยง และพิจารณาว่าจำเป็นต้องมีเอกสารลายลักษณ์อักษรแสดงการยินยอม/การให้ความยินยอม/การอนุญาตหรือไม่ ต้องตอบคำถามทุกข้อและ

ทำเครื่องหมายในช่องให้ครบถ้วน กรรมการ IRB แต่ละท่านจะลงนามพร้อมระบุวันที่อนุมัติโครงงานนี้ และการตรวจ
ทานพร้อมวันที่ลงนามนี้ต้องเกิดขึ้นก่อนการรับสมัครและติดต่อกับผู้เข้าร่วมวิจัย หรือก่อนที่การทดลองใด ๆ จะเกิด
ขึ้น

เมื่อ IRB กำหนด และในทุกโครงงานที่มีผู้เข้าร่วมวิจัยอายุต่ำกว่า 18 ปี จะต้องใช้แบบฟอร์มการให้ความ
ยินยอม/การยินยอมโดยได้รับข้อมูล/การอนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่ออธิบายความเสี่ยงและ
ประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าร่วมแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยและผู้ปกครอง (ดูแบบฟอร์มแสดงความยินยอม/ความยินยอม/
การอนุญาต) แบบสอบถาม เครื่องมือสำรวจ แบบทดสอบตัวอย่าง ฯลฯ ต้องส่งให้ IRB เป็นส่วนหนึ่งของการตรวจทาน
และต้องมอบให้ผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี หากผู้เข้าร่วมวิจัยประสงค์จะเข้าร่วม และในกรณีที่ผู้
เข้าร่วมเป็นผู้เยาว์ซึ่งผู้ปกครองก็เห็นชอบด้วย ทั้งสองฝ่ายจะลงนามในแบบฟอร์มการยินยอมโดยได้รับข้อมูลพร้อม
ระบุวันที่ที่อนุมัติ (ก่อนที่การทดลองจะเริ่มต้น)

โดยแบบฟอร์มนี้เป็นสำหรับโครงการที่ไม่ได้จัดทำในสถาบันวิจัยที่มีการควบคุมเท่านั้น ถ้าโครงการดำเนินการ
ในสถาบันวิจัยที่มีการควบคุมต้องใช้แบบฟอร์มอนุมัติการศึกษาของสถาบันนั้น ๆ

ทั้งนี้ ผู้จัดทำต้องส่งแบบฟอร์มเพิ่มเติม เพื่อส่งมอบให้กับ IRB (ถ้ามี):

- ตัวอย่างแบบฟอร์มแสดงความยินยอม/ความยินยอม/การอนุญาต (Human Informed Consent Form) (สามารถดูตัวอย่างแบบฟอร์มให้ความยินยอมจัดเก็บข้อมูล-Sample Informed Consent): แบบฟอร์มแสดงความยินยอม/การอนุญาตจากผู้ปกครองที่เป็นลายลักษณ์อักษรจะใช้ เพื่ออธิบายให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยและพ่อแม่/ผู้ปกครอง (ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมมีอายุต่ำกว่า 18 ปี) ทราบถึง ความเสี่ยงและผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วม และผู้ปกครอง/ผู้ปกครอง หากผู้เข้าร่วม ประสงค์จะเข้าร่วม และเมื่อจำเป็น พ่อแม่/ผู้ปกครองก็ต้องได้รับความยินยอม โดยแต่ละคนจะลงนาม ในแบบฟอร์มความยินยอมที่ได้รับการบอกกล่าวพร้อมวันที่ที่พวกเขาอนุมัติ (วันที่ก่อนเริ่มการทดลอง จริง)

SRC จะตรวจทานแบบฟอร์มการยินยอมในประเด็นต่อไปนี้ ได้แก่ คำอธิบายที่ชัดเจนว่าผู้เข้าร่วมจะ ถูกขอให้ทำสิ่งใด ใช้เวลานานเท่าใด ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและมาตรการที่จะดำเนินการเพื่อลดความ เสี่ยง ประโยชน์ที่ผู้เข้าร่วมหรือสังคมจะได้รับ วิธีการรักษาความลับ ตลอดจนการระบุว่าการเข้าร่วม เป็นไปโดยสมัครใจอย่างสมบูรณ์ และผู้เข้าร่วมสามารถถอนตัวได้ทุกเมื่อ

ผู้เข้าร่วมที่เป็นผู้ใหญ่จะลงนามให้ความยินยอม ผู้เยาว์จะลงนามแสดงการยินยอมของตน และผู้ ปกครองของผู้เข้าร่วมจะลงนามให้การอนุญาต สำหรับการยินยอมแต่ละฉบับ ลายเซ็นอนุมัติต้องเกิด ขึ้นก่อนที่การวิจัยกับผู้เข้าร่วมรายนั้นจะเริ่มต้น และหลังจากที่ IRB ได้อนุมัติโครงงานผ่านแบบฟอร์ม ผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์ (Form 4) แล้ว

- แบบสอบถาม การทดสอบตัวอย่าง ฯลฯ

ในการตรวจทานแบบฟอร์มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์นั้น SRC จะตรวจสอบว่าแบบฟอร์มได้รับการกรอกอย่าง ครบถ้วน รวมถึงเครื่องหมายแสดงการตัดสินใจในกล่องข้อความและลายเซ็นครบทั้ง 3 ลายเซ็น (การขาดเครื่องหมาย หรือลายเซ็นบ่งชี้ว่าไม่มีเอกสารแสดงการตรวจทานล่วงหน้า ซึ่งอาจทำให้โครงงานไม่ผ่านคุณสมบัติ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่

ท่านต้องยืนยันว่าแบบฟอร์มที่นักเรียนมีอยู่นั้นแสดงถึงการตรวจทานและอนุมัติขั้นสุดท้ายของ IRB จริง) **วันที่อนุมัติทั้งหมดต้องเป็นวันก่อนที่การวิจัยจะเริ่มต้น (ดูวันเริ่มต้นในแบบฟอร์ม 1A)**

สำหรับการอนุมัติ จะมีผู้เกี่ยวข้องที่ประกอบไปด้วย (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสาธารณสุข/การแพทย์/สุขภาพจิต ที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ (2) ครูนักการศึกษา และ (3) ผู้บริหารสถาบันการศึกษา ทั้งนี้ต้องไม่ใช่อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ปกครองหรือญาติคนอื่น ๆ ของนักเรียน นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการโดยตรง (ทำหน้าที่ลงนามในเอกสาร ISEF อื่น ๆ) เพื่อหลีกเลี่ยงผลประโยชน์ทับซ้อน (Conflict of Interest)

8. แบบฟอร์ม 5 แบบฟอร์มทำวิจัยในสัตว์ (Animal Research) – ถ้ามี (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มนี้ใช้สำหรับโครงการที่มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง สำหรับให้ผู้ศึกษาระบุรายละเอียดสถานที่เลี้ยง การทดลอง การแบ่งกลุ่ม แผนการใช้ การจัดการสัตว์ทดลอง เป็นต้น ซึ่งมีการลงนามโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้บริหารสถาบันการศึกษา

9. แบบฟอร์ม 6 แบบฟอร์มชี้แจงความแตกต่างโครงการต่อเนื่องและ/หรือโครงการที่ส่งร่วมกับการประกวดในเวทีอื่น ๆ – ถ้ามี (ส่งไฟล์โครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มโครงงานต่อเนื่อง จำเป็นสำหรับโครงงานที่อยู่ในสาขาการวิจัยที่คล้ายคลึงกับโครงงานก่อนหน้าของนักเรียน หรือของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม และ/หรือมีการนำผลงานไปแข่งขัน/ประกวดในเวทีอื่นก่อนสมัครเข้าร่วมการแข่งขัน YSC โครงงานที่คล้ายคลึงกันนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นโครงงานของปีก่อนหน้าโดยตรง หรือเคยส่งเข้าประกวดมาก่อน หากนักเรียนเคยทำโครงงานก่อนหน้ามาแล้ว ก็ควรกรอกแบบฟอร์มโครงงานต่อเนื่อง ซึ่งรวมถึงโครงการที่เริ่มต้นตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วย นักเรียนต้องอธิบายอย่างละเอียดว่าโครงงานนี้แตกต่างจากการทดลองครั้งก่อนอย่างไร วันที่ลงนามคือวันที่นักเรียนรับรองว่าข้อมูลนี้ถูกต้อง โดยต้องมีการชี้แจงสรุปเนื้อหางานที่ทำในงานก่อนหน้า และเนื้องานที่การพัฒนาเพิ่มเติมในรอบการแข่งขัน YSC ในปัจจุบันให้ชัดเจน

ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เพียงแค่ทดสอบซ้ำหรือเพิ่มขนาดตัวอย่าง ส่วนการศึกษาระยะยาว (Longitudinal Study) ซึ่งเวลาเป็นตัวแปรสำคัญนั้นสามารถทำได้ แต่ห้ามนำเสนอข้อมูลดั้งเดิมจากปีก่อน ๆ เพียงอย่างเดียว ต้องนำเสนอเป็นการเปรียบเทียบระหว่างปีเท่านั้น

SRC จะตรวจทานและเปรียบเทียบแผนการวิจัยปัจจุบันกับเอกสารของปีก่อนหน้า รวมถึงคำอธิบายความแตกต่างในแบบฟอร์ม เพื่อยืนยันว่าโครงงานของปีนี้จะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

หมายเหตุ:

- ต้องเก็บเอกสารที่กรอกไว้ (ฉบับจริง) ไว้ทั้งหมด อาจจะต้องมีการใช้งานในภายหลัง
- เอกสารประกอบเพิ่มเติมที่เป็นแบบฟอร์มภาษาอังกฤษ ต้องกรอกด้วยภาษาอังกฤษเท่านั้น
- วันที่ที่ระบุในฟอร์มภาษาอังกฤษ ต้องใช้รูปแบบ MM/DD/YY (เดือน/วัน/ปีคริสต์ศักราช) ที่เป็นตัวเลขเท่านั้นและเป็นปีคริสต์ศักราช เท่านั้น เช่น 08/16/25 (16 สิงหาคม 2568)
- สถาบันวิจัยที่มีการควบคุม ได้แก่ ห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการในสถาบันวิจัย หน่วยงานสาธารณสุข โรงงานอุตสาหกรรม (เช่น ร้านขายเครื่องจักร โรงงานผลิต ฯลฯ) เป็นต้น
- นิยามของผู้เกี่ยวข้อง
 - Student Researcher(s) หมายถึง นักเรียนผู้วิจัยและพัฒนา/ผู้ศึกษา

- Adult Sponsor หมายถึง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก (ท่านที่ 1)
- Qualified Scientist หมายถึง นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาได้
- Designated Supervisor หมายถึง ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล หรืออาจารย์ที่ปรึกษา

การจัดเตรียมเอกสารประกอบ สำหรับโครงการที่ได้รับทุนรอบข้อเสนอโครงการ

สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>)

1. สัญญารับทุนโครงการ – ต้องส่งทุกโครงการ

1. **ผู้พัฒนาโครงการต้องจัดทำข้อตกลงการรับทุน** โดยผู้พัฒนาที่ได้รับทุนสนับสนุนการพัฒนาผลงานในรอบข้อเสนอโครงการ **จะต้องจัดทำและนำเสนอเอกสารข้อตกลงการรับทุนจำนวน 2 ชุด** ซึ่งผู้พัฒนาต้องพิมพ์ออกจากระบบ SIMS ลงนามให้เรียบร้อย แนบสำเนาบัตรประชาชนที่มีการลงนามรับรองสำเนาถูกต้อง และเอกสารประกอบการรับเงินตามที่คุณยประสานงานกำหนด ส่งมอบให้แก่ศูนย์ประสานงานที่ทำงานสังกัด ซึ่งทางศูนย์ประสานงานจะประกาศแนวทางการดำเนินงานตามระเบียบของศูนย์ประสานงานอีกครั้งหนึ่ง

ผู้พัฒนาต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโครงการ รายชื่อและตัวสะกดของชื่อโครงการ ชื่อผู้พัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา และโรงเรียน ให้เรียบร้อย หากต้องการแก้ไขตัวสะกด ท่านสามารถแจ้งได้ที่เมนูแจ้งปัญหาในระบบ SIMS ในการลงนามให้หัวหน้าโครงการ และอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก (ท่านที่ 1) เป็นผู้ลงนาม และหากหัวหน้าโครงการมีอายุต่ำกว่า 15 ปีบริบูรณ์ ณ วันที่ที่จัดพิธีมอบทุน (หรือวันอื่นตามที่โครงการ YSC ระบุ) ต้องให้ผู้ปกครองหรือผู้แทนโดยชอบธรรมลงนามในสัญญา พร้อมแนบสำเนาบัตรประชาชนของผู้ปกครองหรือผู้แทนโดยชอบธรรมด้วย

เอกสารที่ใช้ประกอบการทำสัญญาและเบิกจ่ายเงินทุน ประกอบด้วย

1. ข้อตกลงการรับทุนอุดหนุน จำนวน 2 ชุด โดยผู้พัฒนาสามารถดาวน์โหลดได้จากระบบ SIMS และจัดพิมพ์จำนวน 2 ชุด หรือติดต่อขอรับไฟล์ .pdf ได้ที่ศูนย์ประสานงานโครงการ YSC ศูนย์ภูมิภาคที่ท่านสังกัด โดยผู้พัฒนาที่เป็นหัวหน้าโครงการและอาจารย์ที่ปรึกษาต้องลงนามในข้อตกลงการรับทุนให้ครบถ้วนทั้ง 2 ชุด ในกรณีที่ผู้พัฒนาอายุต่ำกว่า 15 ปีบริบูรณ์ ต้องให้ผู้ปกครองลงนามในฐานะผู้แทนโดยชอบธรรมประกอบด้วย
2. สำเนาบัตรประจำตัวคนยังไม่หมดอายุ ของผู้พัฒนาที่เป็นหัวหน้าโครงการ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ปกครอง (กรณีผู้พัฒนาอายุต่ำกว่า 15 ปี) คนละ 1 ฉบับ พร้อมลงนามสำเนาถูกต้อง
3. หนังสือมอบอำนาจ ในกรณีที่หัวหน้าโครงการไม่สามารถมารับทุนได้ให้ทำหนังสือมอบอำนาจลงนามโดยหัวหน้าโครงการ พร้อมทั้งสำเนาบัตรประชาชน และบัตรประจำตัวของผู้รับมอบอำนาจ (สามารถดาวน์โหลดได้จากหน้าเว็บไซต์โครงการ หรือในระบบ SIMS)
4. เอกสารประกอบอื่น ๆ อาทิ ใบสำคัญรับเงิน หรืออื่น ๆ (หากมี) ตามระเบียบที่ศูนย์ประสานงานที่ท่านสังกัดกำหนด

2. **ผู้พัฒนาต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโครงการ** รายชื่อและตัวสะกดของชื่อโครงการ คำนำหน้าชื่อ ชื่อผู้พัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา และโรงเรียน ให้เรียบร้อย หากพบข้อมูลผิดพลาดและต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ให้ผู้พัฒนาโครงการและอาจารย์ที่ปรึกษาที่พบข้อมูลผิดพลาดทำการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเองในระบบ SIMS ให้เรียบร้อย แล้วจึงแจ้งให้แอดมินเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงการในระบบที่เมนูแจ้งปัญหาระบบ SIMS เพื่อโครงการจะได้รวบรวมรายชื่อเสนอผู้มีอำนาจลงนามในเกียรติบัตรให้ต่อไป

3. **โครงการที่ต้องการสละสิทธิ์การรับรางวัลหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล** ต้องกรอกแบบฟอร์มขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงการ YSC โดยสามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์โครงการ และส่งแบบฟอร์มได้ที่เมนูแจ้งปัญหาในระบบ SIMS ภายใน 15 วัน นับจากวันที่ประกาศผล โดยจำแนกเป็นกรณีดังนี้

1) **การขอเปลี่ยนชื่อโครงงาน:** จะต้องดำเนินการก่อนการลงนามในสัญญารับทุน โดยผู้พัฒนาโครงงานต้องดำเนินการยื่นแบบฟอร์มขออนุมัติเปลี่ยนแปลงข้อมูลกับศูนย์ประสานงานที่ตนสังกัด ภายในระยะเวลาไม่เกิน 15 วัน นับจากวันที่ได้ประกาศรายชื่อผู้ได้รับคัดเลือกกรอบข้อเสนอโครงงานของแต่ละศูนย์ประสานงาน ทั้งนี้สิทธิในการพิจารณาอนุมัติให้เป็นอำนาจการตัดสินใจของศูนย์ประสานงาน โดยให้คำนึงถึงสาระของโครงงานเป็นสำคัญ

2) **การขอเปลี่ยนสาขาโครงงาน:** ไม่อนุญาตให้เปลี่ยนสาขาโครงงานระหว่างการประกวด หากส่งโครงงานไม่ตรงสาขา สวทช. สิทธิให้กรรมการตัดสินปรับตกในสาขาโดยไม่ต้องส่งต่อไปยังกรรมการสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

3) **การขอเพิ่มชื่อสมาชิกโครงงาน:** ระหว่างการส่งข้อเสนอโครงการนักเรียนหัวหน้าโครงการสามารถเพิ่มชื่อสมาชิกในระบบ SIMS ได้เองโดยไม่ต้องขออนุญาตโครงการ YSC และหลังจากการประกาศผลรอบข้อเสนอโครงการ หากโครงงานมีชื่อผ่านเข้ารอบ ไม่อนุญาตให้ทำการเพิ่มชื่อสมาชิกในทีม

4) **หากมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่นอกเหนือจากข้อ 1-3:** อาทิ การขอสละสิทธิ์และขอลดรายชื่อผู้พัฒนาโครงงาน หรือขอเพิ่ม ลดชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ให้หัวหน้าโครงงาน เป็นผู้ดำเนินการก่อนการลงนามในสัญญารับทุน โดยผู้พัฒนาโครงงานต้องดำเนินการยื่นแบบฟอร์มขออนุมัติเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบ SIMS เพื่อให้ศูนย์ประสานงานที่ตนสังกัดพิจารณา ภายในระยะเวลาไม่เกิน 15 วัน นับจากวันที่ได้ประกาศรายชื่อผู้ได้รับคัดเลือกกรอบข้อเสนอโครงงานแต่ละศูนย์ประสานงาน ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบและได้รับการยืนยันจากศูนย์ประสานงาน/สวทช. ให้เรียบร้อย ถึงจะถือว่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้วเสร็จ

4. โครงการที่มีที่ปรึกษาไม่ครบ 2 ท่าน หากต้องการเพิ่มที่ปรึกษา สามารถทำได้โดย

- 1) ให้ที่ปรึกษาที่ต้องการเพิ่มชื่อ ทำการลงทะเบียนในระบบ SIMS ให้เสร็จสมบูรณ์
- 2) กรอกแบบฟอร์มคำร้องทั่วไป แบบขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงการ
- 3) แจ้งแอดมินเพิ่มชื่อในระบบที่เมนูแจ้งปัญหาระบบ SIMS ภายในวันที่กำหนด

ทั้งนี้รายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อศูนย์ประสานงานโครงการ YSC ที่ท่านสังกัด

หมายเหตุ: การติดต่อขอรับทุนพัฒนาโครงงานงวดที่ 1 จำนวน 3,000 บาท **โปรดส่งเอกสารข้อตกลงการรับทุนและเอกสารประกอบอื่นตามที่ศูนย์ประสานงานภูมิภาคที่ท่านสังกัดกำหนด ภายใน 30 วัน** หลังจากวันจัดพิธีมอบทุนตามที่ศูนย์ประสานงานกำหนด หากพ้นกำหนดจะถือว่าท่านสละสิทธิ์การประกวดและการขอรับทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงงาน

การจัดเตรียมเอกสารประกอบ รอบนำเสนอผลงาน (รอบชิงชนะเลิศระดับภูมิภาค)

สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>)

1. รายงานฉบับสมบูรณ์ – ต้องส่งทุกโครงการ

ทุกโครงการที่นำเสนอผลงานในรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) ต้องจัดส่งรายงานตามที่กำหนดในหัวข้อ “การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์”

2. โปสเตอร์/บอร์ดสำหรับการนำเสนอผลงานในรอบนำเสนอผลงาน – ต้องส่งทุกโครงการ

ทุกโครงการที่นำเสนอผลงานในรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) ต้องจัดเตรียมบอร์ดนำเสนอผลงาน เพื่อการนำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์ โปรดศึกษาที่หัวข้อ “การจัดทำบอร์ดนำเสนอผลงาน” และ “การจัดทำวิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน” ตามลำดับ

3. แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form) – ต้องส่งทุกโครงการ

แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ เป็นแบบฟอร์มที่มีเจตนาเพื่อเปิดเผยการสนับสนุนทั้งหมดที่นักเรียนได้รับระหว่างการดำเนินโครงการ การสนับสนุนดังกล่าวครอบคลุมถึงที่พักและค่าใช้จ่ายทุกคนที่อาจมีบทบาทในการกำกับดูแลหรือให้คำปรึกษา ตลอดจนการสนับสนุนแบบมีค่าตอบแทน และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI)

เป็นที่เข้าใจว่าเอกสารนี้อาจมีหน้าเอกสารแนบเพิ่มเติม เนื่องจากพื้นที่ในแบบฟอร์มอาจไม่เพียงพอสำหรับคำตอบที่ต้องระบุ

นักเรียนต้องเปิดเผยการสนับสนุนทั้งหมดที่ได้รับอย่างครบถ้วน เพื่อการแสดงการยอมรับและการตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสม การละเว้นไม่เปิดเผยการสนับสนุนที่ได้รับอาจถูกพิจารณาว่าเป็นการประพฤติผิดจริยธรรม

แบบฟอร์มนี้ขอข้อมูลเกี่ยวกับการสนับสนุนแบบมีค่าตอบแทน รวมถึงการใช้ Generative AI ด้วย โปรดให้นักเรียนศึกษาข้อกำหนด กฎกติกา และข้อกำหนดด้านจริยธรรม เพื่อให้มั่นใจว่าปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างครบถ้วน

4. แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI) – ถ้ามี (ให้นำตัวจริงมาแสดงในวันนำเสนอโครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มนี้กรอกโดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล/นักวิจัย/อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ/ผู้ใหญ่ที่กำกับดูแล ในกรณีที่มีการศึกษานั้นดำเนินการในสถาบันวิจัย โรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานที่ทำงานอื่น ๆ นอกเหนือจากที่บ้าน โรงเรียน หรือภาคสนาม (ไม่ว่าจะทำแบบเสมือนจริงหรือในสถานที่จริง) โดยต้องอธิบายสิ่งที่นักเรียนผู้วิจัยได้ลงมือปฏิบัติจริง และลงนามหลังจากโครงการกำลังดำเนินการหรือเสร็จสมบูรณ์

5. แบบฟอร์ม 4 แบบฟอร์มทำวิจัยในมนุษย์ (Human Participants Form) – ถ้ามี (ให้นำตัวจริงมาแสดงในวันนำเสนอโครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์ จะถูกส่งพร้อมกับแผนการวิจัย ซึ่งแผนดังกล่าวควรอธิบายต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB) ว่าจะดูแลความปลอดภัยและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้เข้าร่วมวิจัย ตลอดจนการรักษาความลับของผลการวิจัยอย่างไร IRB จะตรวจทานโครงงาน ตรวจสอบระดับความเสี่ยง และพิจารณาว่าจำเป็นต้องมีเอกสารลายลักษณ์อักษรแสดงการยินยอม/การให้ความยินยอม/การอนุญาตหรือไม่ ต้องตอบคำถามทุกข้อและทำเครื่องหมายในช่องให้ครบถ้วน กรรมการ IRB แต่ละท่านจะลงนามพร้อมระบุวันที่อนุมัติโครงงานนี้ และการตรวจทานพร้อมวันที่ลงนามนี้ต้องเกิดขึ้นก่อนการรับสมัครและติดต่อกับผู้เข้าร่วมวิจัย หรือก่อนที่การทดลองใด ๆ จะเกิดขึ้น

เมื่อ IRB กำหนด และในทุกโครงงานที่มีผู้เข้าร่วมวิจัยอายุต่ำกว่า 18 ปี จะต้องใช้แบบฟอร์มการให้ความยินยอม/การยินยอมโดยได้รับข้อมูล/การอนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่ออธิบายความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าร่วมแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยและผู้ปกครอง (ดูแบบฟอร์มแสดงความยินยอม/ความยินยอม/การอนุญาต) แบบสอบถาม เครื่องมือสำรวจ แบบทดสอบตัวอย่าง ฯลฯ ต้องส่งให้ IRB เป็นส่วนหนึ่งของการตรวจทาน และต้องมอบให้ผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี หากผู้เข้าร่วมวิจัยประสงค์จะเข้าร่วม และในกรณีที่ผู้เข้าร่วมเป็นผู้เยาว์ซึ่งผู้ปกครองก็เห็นชอบด้วย ทั้งสองฝ่ายจะลงนามในแบบฟอร์มการยินยอมโดยได้รับข้อมูลพร้อมระบุวันที่อนุมัติ (ก่อนที่การทดลองจะเริ่มต้น)

โดยแบบฟอร์มนี้เป็นสำหรับโครงการที่ไม่ได้จัดทำในสถาบันวิจัยที่มีการควบคุมเท่านั้น ถ้าโครงการดำเนินการในสถาบันวิจัยที่มีการควบคุมต้องใช้แบบฟอร์มอนุมัติการศึกษาของสถาบันนั้น ๆ

ทั้งนี้ ผู้จัดทำต้องส่งแบบฟอร์มเพิ่มเติม เพื่อส่งมอบให้กับ IRB (ถ้ามี):

- ตัวอย่างแบบฟอร์มแสดงความยินยอม/ความยินยอม/การอนุญาต (Human Informed Consent Form) (สามารถดูตัวอย่างแบบฟอร์มให้ความยินยอมจัดเก็บข้อมูล-Sample Informed Consent): แบบฟอร์มแสดงความยินยอม/การอนุญาตจากผู้ปกครองที่เป็นลายลักษณ์อักษรจะใช้เพื่ออธิบายให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยและพ่อแม่/ผู้ปกครอง (ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมมีอายุต่ำกว่า 18 ปี) ทราบถึงความเสี่ยงและผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วม และผู้ปกครอง/ผู้ปกครอง หากผู้เข้าร่วมประสงค์จะเข้าร่วม และเมื่อจำเป็น พ่อแม่/ผู้ปกครองก็ต้องได้รับความยินยอม โดยแต่ละคนจะลงนามในแบบฟอร์มความยินยอมที่ได้รับการบอกกล่าวพร้อมวันที่ที่พวกเขาอนุมัติ (วันที่ก่อนเริ่มการทดลองจริง)

SRC จะตรวจทานแบบฟอร์มการยินยอมในประเด็นต่อไปนี้ ได้แก่ คำอธิบายที่ชัดเจนว่าผู้เข้าร่วมจะถูกขอให้ทำอะไร ใช้เวลานานเท่าใด ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและมาตรการที่จะดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยง ประโยชน์ที่ผู้เข้าร่วมหรือสังคมจะได้รับ วิธีการรักษาความลับ ตลอดจนการระบุว่าการเข้าร่วมเป็นไปโดยสมัครใจอย่างสมบูรณ์ และผู้เข้าร่วมสามารถถอนตัวได้ทุกเมื่อ

ผู้เข้าร่วมที่เป็นผู้ใหญ่จะลงนามให้ความยินยอม ผู้เยาว์จะลงนามแสดงการยินยอมของตน และผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมจะลงนามให้การอนุญาต สำหรับการยินยอมแต่ละฉบับ ลายเซ็นอนุมัติต้องเกิดขึ้นก่อนที่การวิจัยกับผู้เข้าร่วมรายนั้นจะเริ่มต้น และหลังจากที่ IRB ได้อนุมัติโครงงานผ่านแบบฟอร์มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์ (Form 4) แล้ว

- แบบสอบถาม การทดสอบตัวอย่าง ฯลฯ

ในการตรวจทานแบบฟอร์มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นมนุษย์นั้น SRC จะตรวจสอบว่าแบบฟอร์มได้รับการกรอกอย่างครบถ้วน รวมถึงเครื่องหมายแสดงการตัดสินใจในกล่องข้อความและลายเซ็นครบทั้ง 3 ลายเซ็น (การขาดเครื่องหมายหรือลายเซ็นบ่งชี้ว่าไม่มีเอกสารแสดงการตรวจทานล่วงหน้า ซึ่งอาจทำให้โครงงานไม่ผ่านคุณสมบัติ จึงจำเป็นต้องยืนยันว่าแบบฟอร์มที่นักเรียนมีอยู่นั้นแสดงถึงการตรวจทานและอนุมัติขั้นสุดท้ายของ IRB จริง) **วันที่อนุมัติทั้งหมดต้องเป็นวันก่อนที่การวิจัยจะเริ่ม (ดูวันเริ่มต้นในแบบฟอร์ม 1A)**

สำหรับการอนุมัติ จะมีผู้เกี่ยวข้องที่ประกอบไปด้วย (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสาธารณสุข/การแพทย์/สุขภาพจิต ที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ (2) ครูนักการศึกษา และ (3) ผู้บริหารสถานการศึกษา **ทั้งนี้ต้องไม่ใช่อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ปกครองหรือญาติคนอื่น ๆ ของนักเรียน นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการโดยตรง (ทำหน้าที่ลงนามในเอกสาร ISEF อื่น ๆ) เพื่อหลีกเลี่ยงผลประโยชน์ทับซ้อน (Conflict of Interest)**

6. แบบฟอร์ม 5 แบบฟอร์มทำวิจัยในสัตว์ (Animal Research) – ถ้ามี (ให้นำตัวจริงมาแสดงในวันนำเสนอโครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มนี้ใช้สำหรับโครงการที่มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง สำหรับให้ผู้ศึกษาระบุรายละเอียดสถานที่เลี้ยง การทดลอง การแบ่งกลุ่ม แผนการใช้ การจัดการสัตว์ทดลอง เป็นต้น ซึ่งมีการลงนามโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้บริหารสถานการศึกษา

7. แบบฟอร์ม 6 แบบฟอร์มชี้แจงความแตกต่างโครงการต่อเนื่องและ/หรือโครงการที่ส่งร่วมกับการประกวดในเวทีอื่น ๆ – ถ้ามี (ให้นำตัวจริงมาแสดงในวันนำเสนอโครงการละ 1 ฉบับ)

แบบฟอร์มโครงงานต่อเนื่อง จำเป็นสำหรับโครงงานที่อยู่ในสาขาการวิจัยที่คล้ายคลึงกับโครงงานก่อนหน้า ของนักเรียน หรือของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม และ/หรือมีการนำผลงานไปแข่งขัน/ประกวดในเวทีอื่นก่อนสมัครเข้าร่วมการแข่งขัน YSC โครงงานที่คล้ายคลึงกันนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นโครงงานของปีก่อนหน้าโดยตรง หรือเคยส่งเข้าประกวดมาก่อน หากนักเรียนเคยทำโครงงานก่อนหน้ามาแล้ว ก็ควรกรอกแบบฟอร์มโครงงานต่อเนื่อง ซึ่งรวมถึงโครงงานที่เริ่มต้นตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วย นักเรียนต้องอธิบายอย่างละเอียดว่าโครงงานนี้แตกต่างจากการทดลองครั้งก่อนอย่างไร วันที่ลงนามคือวันที่นักเรียนรับรองว่าข้อมูลนี้ถูกต้อง โดยต้องมีการชี้แจงสรุปเนื้อหางานที่ทำในงานก่อนหน้า และเนื้องานที่การพัฒนาเพิ่มเติมในรอบการแข่งขัน YSC ในปัจจุบันให้ชัดเจน

ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำการศึกษาก่อนหน้านี้ที่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เพียงแค่ทดสอบซ้ำหรือเพิ่มขนาดตัวอย่าง ส่วนการศึกษาระยะยาว (Longitudinal Study) ซึ่งเวลาเป็นตัวแปรสำคัญนั้นสามารถทำได้ แต่ห้ามนำเสนอข้อมูลดั้งเดิมจากปีก่อน ๆ เพียงอย่างเดียว ต้องนำเสนอเป็นการเปรียบเทียบระหว่างปีเท่านั้น

SRC จะตรวจทานและเปรียบเทียบแผนการวิจัยปัจจุบันกับเอกสารของปีก่อนหน้า รวมถึงคำอธิบายความแตกต่างในแบบฟอร์ม เพื่อยืนยันว่าโครงงานของปีนี้จะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

หมายเหตุ:

- นำเสนอเสร็จแล้วต้องเก็บเอกสารที่กรอกไว้ (ฉบับจริง) ไว้ทั้งหมด อาจจะต้องมีการใช้งานในภายหลัง
- เอกสารประกอบเพิ่มเติมที่เป็นแบบฟอร์มภาษาอังกฤษ ต้องกรอกด้วยภาษาอังกฤษเท่านั้น
- วันที่ที่ระบุในฟอร์มภาษาอังกฤษ ต้องใช้รูปแบบ MM/DD/YY (เดือน/วัน/ปีคริสต์ศักราช) ที่เป็นตัวเลขเท่านั้นและเป็นปีคริสต์ศักราช เท่านั้น เช่น 08/16/25 (16 สิงหาคม 2568)

- สถาบันวิจัยที่มีการควบคุม ได้แก่ ห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการในสถาบันวิจัย หน่วยงานสาธารณสุข โรงงานอุตสาหกรรม (เช่น ร้านขายเครื่องจักร โรงงานผลิต ฯลฯ) เป็นต้น
- นิยามของผู้เกี่ยวข้อง
 - Student Researcher(s) หมายถึง นักเรียนผู้วิจัยและพัฒนา/ผู้ศึกษา
 - Adult Sponsor หมายถึง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก (ท่านที่ 1)
 - Qualified Scientist หมายถึง นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาได้
 - Designated Supervisor หมายถึง ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล หรืออาจารย์ที่ปรึกษา

การจัดเตรียมเอกสารประกอบ รอบชิงชนะเลิศระดับประเทศ

สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>)

1. รายงานฉบับสมบูรณ์ – ต้องส่งทุกโครงการ

ทุกโครงการที่นำเสนอผลงานในรอบนำเสนอผลงานรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ) ต้องจัดส่งรายงานตามที่กำหนดในหัวข้อ “การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์”

2. โปสเตอร์/บอร์ดสำหรับการนำเสนอผลงานในรอบนำเสนอผลงาน วิดีโอ Quad Chart และบทคัดย่อฉบับแยก – ต้องส่งทุกโครงการ

ทุกโครงการที่นำเสนอผลงานในรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) ต้องจัดเตรียม**บอร์ดนำเสนอผลงาน** เพื่อ**การนำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์ วิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และบทคัดย่อฉบับแยก** รวมถึงสามารถจัดส่งและวิดีโอสาธิตผลงาน (ถ้ามี) โปรดศึกษาที่หัวข้อ “การจัดทำบอร์ดนำเสนอผลงาน” และ “การจัดทำวิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน” ตามลำดับ

3. แบบฟอร์มพิเศษ และเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติม (ฉบับจริง) – ต้องส่งทุกโครงการ

3.1 ทุกโครงการที่ผ่านเข้ารอบนำเสนอผลงานต้องนำเอกสารประกอบ (แบบฟอร์มพิเศษ) ส่งมอบในวันลงทะเบียนเข้าร่วมการประกวด ประกอบด้วย แบบฟอร์ม 1, 1A และ 1B

- แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับอาจารย์ที่ปรึกษา (Checklist for Adult Sponsor): แบบฟอร์ม Checklist สำหรับครูที่ปรึกษา (โครงการละ 1 ฉบับ ทั้งนี้ให้นักเรียนกรอกแบบฟอร์มโดยเว้นว่างวันที่เริ่มการทดลองจริง (Actual Start Date) และสิ้นสุดการทดลอง (End Date) ไว้ก่อน
- แบบฟอร์ม 1A แบบฟอร์มตรวจสอบสำหรับนักเรียน (Student Checklist): แบบฟอร์ม Checklist สำหรับนักเรียน (โครงการละ 1 ฉบับ)
- แบบฟอร์ม 1B แบบฟอร์มการอนุมัติ (Approval Form): สำหรับนักเรียน และผู้ปกครอง (นักเรียนผู้วิจัยคนละ 1 ฉบับ)
- แบบฟอร์ม 2A แบบฟอร์มเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (Student Support Disclosure Form): การเปิดเผยการสนับสนุนที่นักเรียนได้รับ (โครงการละ 1 ฉบับ)

3.2 เฉพาะโครงการที่เกี่ยวข้องตามเงื่อนไขการสมัคร (ศึกษาข้อมูลได้ที่ <https://www.nstda.or.th/ysc/requirements/>) ให้จัดทำแบบฟอร์มพิเศษเพิ่มเติมตามเงื่อนไข

- แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์มนักวิทยาศาสตร์ผู้มีคุณวุฒิ (Qualified Scientist Form)
- แบบฟอร์ม 2C แบบฟอร์มทำงานในสถาบันวิจัย (RRI)
- แบบฟอร์ม 3 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
- แบบฟอร์ม 4 แบบฟอร์มทำวิจัยในมนุษย์ (Human Participants Form)
- แบบฟอร์มแสดงความยินยอม/ความยินยอม/การอนุญาต (Human Informed Consent Form)
- แบบประเมิน แบบทดสอบ แบบสอบถามต่าง ๆ
- แบบฟอร์ม 5 แบบฟอร์มทำวิจัยในสัตว์ (Animal Research)

- แบบฟอร์ม 6 – แบบฟอร์มโครงงานต่อเนื่อง แบบฟอร์มชี้แจงความแตกต่างโครงการต่อเนื่องและ/หรือโครงการที่ส่งร่วมกับการประกวดในเวทีอื่น ๆ

หมายเหตุ:

- ต้องเก็บเอกสารที่กรอกไว้ (ฉบับจริง) ไว้ทั้งหมด อาจจะต้องมีการใช้งานในภายหลัง
- เอกสารประกอบเพิ่มเติมที่เป็นแบบฟอร์มภาษาอังกฤษ ต้องกรอกด้วยภาษาอังกฤษเท่านั้น
- วันที่ที่ระบุในฟอร์มภาษาอังกฤษ ต้องใช้รูปแบบ MM/DD/YY (เดือน/วัน/ปีคริสต์ศักราช) ที่เป็นตัวเลขเท่านั้นและเป็นปีคริสต์ศักราช เท่านั้น เช่น 08/16/25 (16 สิงหาคม 2568)
- สถาบันวิจัยที่มีการควบคุม ได้แก่ ห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการในสถาบันวิจัย หน่วยงานสาธารณสุข โรงงานอุตสาหกรรม (เช่น ร้านขายเครื่องจักร โรงงานผลิต ฯลฯ) เป็นต้น
- นิยามของผู้เกี่ยวข้อง
 - Student Researcher(s) หมายถึง นักเรียนผู้วิจัยและพัฒนา/ผู้ศึกษา
 - Adult Sponsor หมายถึง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก (ท่านที่ 1)
 - Qualified Scientist หมายถึง นักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแลหรือผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาได้
 - Designated Supervisor หมายถึง ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากนักวิทยาศาสตร์ผู้ควบคุมดูแล หรืออาจารย์ที่ปรึกษา

วิธีการลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ

นักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษาต้องลงทะเบียนใน 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ลงทะเบียนข้อมูลผู้เข้าประกวดและอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อเข้าร่วมกิจกรรม และ 2) การลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ

1) ลงทะเบียนข้อมูลผู้เข้าประกวดและอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อเข้าร่วมกิจกรรม

นักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษาทุกคนที่ประสงค์จะเข้าร่วมการประกวด YSC 2027 ต้องลงทะเบียนข้อมูลผู้เข้าประกวดเพื่อเข้าร่วมกิจกรรมที่ระบบจัดการข้อมูลและกิจกรรมด้าน ว. และ ท. (S&T Information and Activities Management System) หรือระบบ SIMS โดยใช้หมายเลขบัตรประชาชน 13 หลัก หรือหมายเลขหนังสือเดินทาง 9 หลัก E-mail address และหมายเลขโทรศัพท์ของตัวท่าน (ห้ามใช้ E-mail และ หมายเลขโทรศัพท์ซ้ำกับคนอื่น) โดยท่านสามารถศึกษาวิธีการและลงทะเบียนได้ที่ URL (<https://www.nstda.or.th/sims/login/>)

1. คลิกเมนู ลงทะเบียนที่หน้า Login ของเว็บไซต์ <https://www.nstda.or.th/sims/> จะพบนโยบายความปลอดภัย ให้ท่านเลือกว่าต้องการยอมรับหรือไม่
2. เข้าสู่หน้าลงทะเบียน กรอกข้อมูลของตัวเองได้แก่ หมายเลขบัตรประชาชนหรือหนังสือเดินทาง อีเมล และกำหนดรหัสผ่าน ตามรูปแบบที่กำหนด เช่น Abcde@1234 เป็นต้น และพิมพ์ตัวอักษรตามรูปภาพ เพื่อยืนยันว่าท่านไม่ใช้ระบบ
3. กลับไปตรวจสอบอีเมลของท่านที่ลงทะเบียนไว้ในระบบ และคลิกลิงค์ยืนยันอีเมลที่ใช้ลงทะเบียน หากไม่พบอีเมล from no-reply@nstda.or.th ใน inbox โปรดตรวจสอบ junk mail ของท่านอีกครั้ง
4. คลิกลิงค์ยืนยันอีเมล
5. กลับไปที่หน้า Login (<https://www.nstda.or.th/sims/login/>) แล้ว Login เข้าสู่ระบบ โดยใช้หมายเลขบัตรประชาชนเป็น username และ ใช้ password ที่ท่านตั้งไว้
6. กรอกข้อมูลทั่วไปของท่าน
7. กรอกข้อมูลการศึกษาของท่าน เมื่อกรอกข้อมูลการศึกษาแล้วถือเป็นอันสิ้นสุดการลงทะเบียนเยาวชน ชื่อของท่านจะไปปรากฏอยู่ในขั้นตอนต่อไป เพื่อให้หัวหน้าโครงการเพิ่มชื่อท่านเข้าในทีมได้

หมายเหตุ:

- นักเรียนที่ลงทะเบียนต้องอัปโหลดหนังสือให้ความยินยอมในการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เยาว์ โดยมีการลงนามของผู้เยาว์ (นักเรียน) และผู้ปกครองหรือผู้แทนโดยชอบธรรม
- นักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษาที่เคยลงทะเบียนในขั้นตอนที่แล้ว ไม่ต้องลงซ้ำสามารถใช้ Username เดิมได้
- นักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษาที่เคยลงทะเบียนในขั้นตอนที่แล้ว ต้องแน่ใจว่าท่านได้ใช้อีเมลเดิมที่เคยใช้ลงทะเบียน ในการดำเนินการ เพื่อให้เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเดิม หากไม่ทราบหรือต้องการเปลี่ยนแปลงโปรดติดต่อโครงการ YSC เพื่อดำเนินการต่อไป
- นักเรียนที่ลงทะเบียนต้องทำการยืนยันตัวตน ตาม Link ที่ระบบส่งไปยัง E-mail ของท่าน แล้วทำการกรอกข้อมูล สถานศึกษา และที่อยู่ให้เรียบร้อย จึงจะถือว่าลงทะเบียนเสร็จสิ้น
- ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/manual/SIMSManualYouth.pdf>
- ในกรณีที่มีปัญหาการลงทะเบียนผ่านระบบ SIMS สามารถดูคำถามที่พบบ่อยได้ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/login/index.php?class=FaqsTable> หรือแจ้งปัญหาได้ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/login/index.php?class=InformProblemForm>

2) การลงทะเบียนและส่งข้อเสนอโครงการ

เฉพาะนักเรียนหัวหน้าโครงการเท่านั้นที่ทำหน้าที่เป็นคนส่งข้อเสนอ เพื่อนร่วมทีมและอาจารย์ที่ปรึกษาต้องทำการเลือกยืนยันรับรู้ว่ามียืนยันชื่ออยู่ในโครงการ และก่อนการลงทะเบียน หัวหน้าโครงการควรทำการตรวจสอบเช็คชื่อเพื่อนร่วมทีม และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการทำการลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม YSC 2027 เสร็จสมบูรณ์หรือยัง หากยังดำเนินการไม่แล้วเสร็จท่านจะไม่สามารถค้นหาชื่อเพื่อนร่วมทีมและอาจารย์ที่ปรึกษาในขั้นตอนการส่งข้อเสนอโครงการได้

1. หัวหน้าโครงการ Login เข้าสู่ระบบ และเลือกเมนูกิจกรรมของท่าน ที่อยู่เหนือเมนูบนสุดด้านซ้ายมือของหน้าจอ
2. เลือกแถบเมนูลงทะเบียนกิจกรรม (เมนูแถบสีน้ำเงิน)
3. เลือกโครงการที่ท่านต้องการเข้าร่วมการประกวด แล้วเลือกคำว่าลงทะเบียนที่มุมขวาล่าง ณ ปัจจุบัน ระบบเปิดการประกวดเฉพาะโครงการ YSC
4. อ่านคำชี้แจงการประกวดให้ละเอียดแล้วคลิก ตกลง
5. เลือกประเภททีมหรือเดี่ยว และเลือกสาขาของโครงการที่ต้องการส่งเข้าประกวด
6. กรอกข้อมูล/ระบุ/ตอบคำถาม ดังต่อไปนี้
 - a. ระบุชื่อโครงการภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
 - b. ระบุภาพรวมโครงการ/บทคัดย่อของโครงการสั้น ๆ (ในรอบส่งข้อเสนอให้ระบุภาพรวมโครงการ หากโครงการผ่านเข้ารอบให้ทำการปรับปรุงข้อมูล เป็นบทคัดย่อของโครงการ)
 - c. ตอบคำถามเกี่ยวกับโครงการต่อเนื่อง
 - d. ตอบคำถามต่าง ๆ เพื่อการควบคุมดูแลความปลอดภัยและจริยธรรมในการทำโครงงาน
 - e. หากเป็นโครงงานที่เคยได้รับรางวัลมาก่อน โปรดระบุรางวัลที่เคยได้รับ พร้อมให้ข้อมูลเปรียบเทียบโครงการที่เคยได้รับรางวัลกับการพัฒนาต่อยอดผลงานในส่วนที่ส่งต่อ YSC
 - f. ตอบคำถามเกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งจะมีผลต่อการจัดทำแบบฟอร์มเพิ่มเติม ได้แก่
 - การทดลองเกี่ยวกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
 - การทดลองเกี่ยวกับสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA)
 - การทดลองเกี่ยวกับสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง
 - การทดลองเกี่ยวกับสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย
 - การทดลองเกี่ยวกับส่วนต่าง ๆ ของมนุษย์ หรือมีการทำแบบสำรวจความคิดเห็นของมนุษย์
 - g. ตอบคำถามเกี่ยวกับระดับนวัตกรรมของผลงาน ระดับ 1 – 9 เลือกเพียงข้อเดียว
 - h. ตอบคำถามเกี่ยวกับระดับนวัตกรรมทางสังคม ระดับ 1 – 9 เลือกเพียงข้อเดียว
 - i. ตอบคำถามเกี่ยวกับ SDGs สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ
7. เลือกเพื่อนร่วมทีม (สมาชิกรวมไม่เกิน 3 คน) โดยค้นหาด้วยเลขบัตรประจำตัวประชาชน หมายเลขหนังสือเดินทาง ชื่อ-นามสกุลไทย หรือชื่อ-นามสกุลอังกฤษ แล้วกดเลือก หากเป็นงานเดี่ยวไม่ต้องดำเนินการใด ๆ ถ้าไม่พบให้ประสานงานให้เพื่อนร่วมทีมลงทะเบียนในระบบ SIMS ให้สมบูรณ์โดยต้องกรอกข้อมูลการศึกษาให้เสร็จถึงจะถือว่าเสร็จสมบูรณ์
8. เลือกอาจารย์ที่ปรึกษา โดยค้นหาด้วยเลขบัตรประจำตัวประชาชน หมายเลขหนังสือเดินทาง ชื่อ-นามสกุลไทย หรือชื่อ-นามสกุลอังกฤษ แล้วกดเลือก ถ้าไม่พบให้ประสานงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาลงทะเบียนในระบบ SIMS ให้สมบูรณ์โดยต้องกรอกข้อมูลการทำงานให้เสร็จถึงจะถือว่าเสร็จสมบูรณ์
9. กรอกข้อมูลผู้บริหารโรงเรียน
10. กดบันทึก

11. หลังจากนั้นเลือกเมนู “สร้างหน้าปกโครงงาน” ทำการพิมพ์ออกมาและนำไปให้เพื่อนร่วมทีม อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้บริหารตามรายชื่อที่ท่านลงทะเบียนไว้ลงนามให้ครบ สามารถใช้ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้ และสแกนไฟล์เตรียมไว้ในรูปแบบ .pdf
12. หลังจากได้ไฟล์แล้ว ส่งไฟล์ให้เพื่อนร่วมทีมและอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา หลังจากนั้น ติดต่อให้ที่ปรึกษาและเพื่อนร่วมทีมเข้าระบบ SIMS เพื่อเลือกยืนยันเข้าร่วมโครงการ
13. หัวหน้าโครงการเลือกเมนู “ส่งข้อเสนอโครงการ” (แถบสีเขียว) จากนั้นทำการอัปโหลดไฟล์ (ในรูปแบบ .pdf) ได้แก่
 - a. ไฟล์ข้อเสนอโครงการ (ที่จัดเตรียมไว้เป็นไฟล์ pdf)
 - b. ไฟล์หน้าปกข้อเสนอโครงการ ที่ได้รับลายเซ็นต่ออนุมัติจากผู้บริหารโรงเรียนต้นสังกัดของท่าน ซึ่งได้รับมอบหมายให้มีอำนาจอนุมัติ ให้นักเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษาเข้าร่วมการแข่งขันได้
 - c. ไฟล์แบบฟอร์มประกอบการแข่งขัน (ที่จัดเตรียมไว้เป็นไฟล์ pdf) ดังนี้
 - 1) แบบฟอร์มที่ทุกโครงงานต้องส่ง ได้แก่ แบบฟอร์ม 1 แบบฟอร์ม 1A และแบบฟอร์ม 1B
 - 2) แบบฟอร์มที่ต้องมีกรณีที่โครงงานของท่านตรงตามเงื่อนไข ได้แก่ แบบฟอร์ม 2B แบบฟอร์ม 3 และแบบฟอร์ม 6
 โดยให้ทำการสแกนไฟล์แบบฟอร์มตาม 1) และ 2) เป็นไฟล์เดียวและอัปโหลดเข้าระบบ
 - d. ไฟล์แบบฟอร์มทำการวิจัยในมนุษย์หรือทำการวิจัยในสัตว์ – กรณีที่โครงการของนักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในสัตว์หรือมนุษย์ นักเรียนจะต้องทำการเลือกทำเครื่องหมายถูก ในช่องทำการวิจัยในสัตว์หรือมนุษย์ด้วย หลังจากทำการเลือกแล้วระบบจะมีเมนูให้เพิ่มเติมเพื่อให้ท่านทำการอัปโหลดแบบฟอร์มทำการวิจัยในมนุษย์ (แบบฟอร์ม 4) หรือแบบฟอร์มทำการวิจัยในสัตว์ (แบบฟอร์ม 5) เพิ่มขึ้นมา (ที่จัดเตรียมไว้เป็นไฟล์ pdf)

จากนั้นและคลิก “บันทึก” เป็นอันเสร็จการส่งข้อเสนอโครงการและแบบฟอร์มต่าง ๆ

หมายเหตุ:

- หากไม่ได้ปฏิบัติตามข้อ 13 ระบบจะมีข้อความแจ้งเตือน ทำให้ไม่สามารถอัปโหลดไฟล์ได้ ให้แก้ไขตามตัวหนังสือสีแดงตามที่ระบบแนะนำ
- สามารถแก้ไขข้อมูลใด ๆ รวมถึงอัปโหลดไฟล์ข้อเสนอโครงการได้ใหม่จนกว่าจะพ้นกำหนดการส่งข้อเสนอโครงการ
- ไม่อนุญาตให้ทำการเปลี่ยนแปลงสาขาหลังลงทะเบียน หากโครงงานของนักเรียนมีเนื้อหาไม่ตรงกับคำจำกัดความในสาขาการแข่งขัน สงวนสิทธิ์ให้กรรมการพิจารณาปรับตกตามความเหมาะสม
- หากมีการแก้ไขข้อมูลโครงการใหม่ต้องแจ้งให้อาจารย์ที่ปรึกษาคลิกยืนยันทุกครั้ง
- หากมีการแก้ไขอัปโหลดไฟล์ใหม่ ต้องคลิกส่งไฟล์ทุกครั้ง มิฉะนั้นระบบจะถือว่าท่านไม่ได้ปรับปรุงไฟล์
- ระบบจะทำการเลือกศูนย์ประสานงานภูมิภาคให้ท่านโดยอัตโนมัติ โดยอิงจากสถาบันการศึกษาที่หัวหน้าโครงงานกำลังศึกษาอยู่ ท่านสามารถตรวจสอบว่าท่านสังกัดภูมิภาคไหน ได้จากจังหวัดที่สถาบันการศึกษาที่ตั้งอยู่ในศูนย์ประสานงานภูมิภาค
- หากไม่ส่งไฟล์ข้อเสนอตามขั้นตอนภายในเวลาที่กำหนดก่อนปิดรับสมัคร ระบบจะถือว่าท่านสละสิทธิ์และตัดชื่อโครงงานของท่านออกจากการประเมิน
- ในกรณีที่มีปัญหาการใช้งานระบบ SIMS สามารถดูคำถามที่พบบ่อยได้ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/login/index.php?class=FaqsTable> หรือแจ้งปัญหาได้ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/login/index.php?class=InformProblemForm>
- สามารถติดตามสถานะการส่งไฟล์ข้อเสนอโครงงานได้ที่เมนู “ติดตามโครงการ” หน้าระบบ SIMS <https://www.nstda.or.th/sims/login/index.php?class=AnnounceView>

การจัดทำข้อเสนอโครงการ

ข้อเสนอโครงการ (Research Proposal) เป็นเอกสารที่แสดงถึงโครงการที่จะดำเนินการวิจัย เพื่อโน้มน้าวผู้อื่นเห็นว่าโครงการวิจัยเหมาะสมและคุ้มค่าที่จะลงทุนและมีความสามารถและวางแผนงานที่จะทำให้สำเร็จ โดยต้องคำนึงถึงผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

ผู้เข้าร่วมการประกวดจะต้องจัดส่ง/อัปโหลดข้อเสนอโครงการผ่านระบบ SIMS ที่ดำเนินการโดยหัวหน้าโครงการเท่านั้น เพื่อนร่วมทีมไม่สามารถดำเนินการได้

ในการเขียนข้อเสนอโครงการ ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 15 หรือ 16 pt. (ยกเว้น คำบรรยายใต้ภาพหรือตาราง หรือ caption ที่สามารถใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ได้) กำหนดขอบด้านซ้าย ด้านขวา บน และล่าง 1 นิ้ว พร้อมระบุเลขหน้า พิมพ์บนกระดาษขาว ขนาดมาตรฐาน A4 และผู้พัฒนาโครงงานจะต้องกรอกข้อมูลในระบบออนไลน์ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/> เพื่อให้ระบบสร้างหน้าปกข้อเสนอโครงการ

โดยข้อเสนอโครงการ ต้องมีรายละเอียด 3 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 หน้าปก (สร้างจากระบบ SIMS)
- ส่วนที่ 2 เนื้อหา และ
- ส่วนที่ 3 ประวัติผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้พัฒนาต้องนำหน้าปกที่มีการลงนามโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง มารวมกับส่วนที่ 2 (เนื้อหา) และส่วนที่ 3 (ประวัติผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา) ด้วยตนเอง ทั้งนี้สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มข้อเสนอโครงการ เพื่อจัดเตรียมรายละเอียดในส่วนที่ 2 และ 3 ได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>)

หรือสามารถสร้างแบบฟอร์มได้เองโดยที่ครอบคลุมหัวข้อตามที่กำหนด

หลังจากอัปโหลดไฟล์เข้าระบบ SIMS แล้ว ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าไฟล์ที่ส่งถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งทดสอบเปิดไฟล์ว่าสามารถเปิดอ่านได้หรือไม่

รายละเอียดแต่ละส่วนของข้อเสนอโครงการ

1. หน้าปก (สร้างจากระบบ SIMS)

- ชื่อโครงงานภาษาไทยและอังกฤษ
- สาขาโครงงานที่เข้าประกวด
- ข้อความ ชี้แจงว่าเป็นโครงการต่อเนื่องหรือไม่ มีความต้องการพัฒนาต่อยอดผลงานหรือไม่ และเป็นโครงงานที่เคยได้รับรางวัลมาก่อนหรือไม่
- ผู้พัฒนาโครงงาน (ในกรณีประเภททีม ให้ระบุหัวหน้าทีม) คำนำหน้า ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว/เด็กชาย/ เด็กหญิง) ชื่อ-นามสกุล วัน-เดือน-ปีเกิด ระดับการศึกษา สถานศึกษา สถานที่ติดต่อ (ที่บ้าน) โทรศัพท์ โทรสาร อีเมล พร้อมลายเซ็น

- อาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมลายเซ็น
- ผู้บริหารโรงเรียน พร้อมลายเซ็น
- และมีข้อความรับรองว่า “โครงงานนี้เป็นความคิดริเริ่มของผู้พัฒนาโครงงานและไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจาก ผู้ใดบ้างเจ้ายินดีและรับรองที่จะเป็นผู้ดูแลให้คำปรึกษา และควบคุมการวิจัยโครงงานให้สมบูรณ์เรียบร้อยตามเจตนา” พร้อมลายมือชื่อของอาจารย์ที่ปรึกษา และลายมือชื่อหัวหน้าสถาบันการศึกษารับรอง

หมายเหตุ: เมื่อหัวหน้าโครงการทำการกรอกข้อมูลโครงงานเรียบร้อยแล้ว ทำการเลือกเมนูสร้างปก ข้อเสนอโครงการ ระบบ SIMS จะทำการสร้างหน้าปกโครงงานให้โดยอัตโนมัติ ให้ท่านพิมพ์หน้าปกและนำไปให้ผู้เกี่ยวข้องลงนาม

2. เนื้อหา

1) บทสรุป (Synopsis)

บรรยายถึงภาพรวมของโครงการ โดยกล่าวถึงสิ่งที่ต้องการค้นพบจากการทำวิจัย โดยบทคัดย่อควรมีความยาวประมาณ ½ – 1 หน้า (ไม่เกิน 350 คำ สำหรับภาษาไทย หรือ 250 คำ สำหรับภาษาอังกฤษ) บทคัดย่อสำหรับข้อเสนอโครงการ อาจจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ

(1) บทนำโดยสรุป (Brief introduction)

- ข้อมูลเบื้องต้น (Basic introduction): กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงที่ทราบกันโดยทั่วไป (คนทั่วไปเข้าใจได้) ประมาณ 1–2 ประโยค
- ภูมิหลังอย่างละเอียด (Intensive background): กล่าวถึงเนื้อหาในเชิงลึกที่เป็นข้อเท็จจริงหรือ/และปัญหาทั่วไปที่คนในสาขาที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจได้ ประมาณ 2–3 ประโยค
- ช่องว่างองค์ความรู้ หรือช่องว่างวิจัย (Knowledge gap/s / Research gap/s): ระบุช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างวิจัยที่เป็นส่วนเติมเต็ม และนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษา ประมาณ 1 ประโยค

(2) วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษา (Research goal/s)

- ระบุถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษาหรือวิจัย ประมาณ 1–2 ประโยค

(3) ภาพรวมโดยย่อของวิธีการศึกษา (Brief overview of main method)

- กล่าวถึงภาพรวมของวิธีการศึกษาหลักโดยคร่าวๆที่นำไปสู่เป้าหมายของการศึกษา โดยอาจกล่าวถึงวิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

(4) มุมมองโดยกว้าง (Broader perspective) หรือประโยชน์ (Benefit/s)

- กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นมุมมองโดยกว้างที่ทำให้คนทั่วไปเข้าใจได้ง่าย ซึ่งส่วนนี้อาจรวมอยู่ในส่วนที่ 1 แล้ว หรือใส่คุณประโยชน์ของผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาว่าจะมีส่วนช่วยหรือส่งเสริมในด้านใด โดยอาจกล่าวถึงผลลัพธ์ (Outcome) ผลลัพธ์ (Outcome) ผลกระทบ (Impact)

ทั้งนี้หลังจากจัดทำบทคัดย่อเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนนำข้อมูลบทคัดย่อไปอัปเดตในส่วนของบทคัดย่อ/ภาพรวมโครงการ ในระบบ SIMS ด้วย ผู้พัฒนาสามารถศึกษาตัวอย่างการเขียนบทคัดย่อได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

2) คำสำคัญ (Keywords)

บอกถึงคำสำคัญที่สอดคล้องกับโครงการที่ต้องการจะทำ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถกำหนดขอบเขตองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการอ่านหรือพิจารณา โดยระบุทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ไม่เกิน 6 คำ และใช้เครื่องหมายอัฒภาค (;) ในการคั่นระหว่างคำสำคัญ

สำหรับตำแหน่งบริเวณในการจัดวางคำสำคัญ จะอยู่ภายใต้บทคัดย่อ (สามารถศึกษาตัวอย่างการเขียนได้จากตัวอย่างบทคัดย่อที่ภาคผนวกท้ายเล่ม)

ตัวอย่างการเขียนคำสำคัญ: การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning); การค้นหายา (Drug Discovery); สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (Natural Product) เป็นต้น

3) หลักการและเหตุผล (Rationale)

ควรกล่าวถึงที่มาของปัญหาหรือเหตุผลของการทำวิจัยในเรื่องนั้น ๆ คำถามวิจัยคืออะไร รวมถึงอธิบายสิ่งที่ทราบหรือสิ่งที่ได้ทำไปแล้วในงานวิจัยก่อนหน้านี้ อธิบายการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยสังเขปอย่างกระชับที่สุด ไม่จำเป็นต้องอ้างถึงแหล่งที่มาให้ยืดเยื้อ บอกเพียงแรงจูงใจที่ทำงานวิจัย หรืออาจบอกนิยามของสิ่งที่เรากล่าวถึง ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้อ่านไม่รู้อีกก่อนก็อาจเป็นได้ **ในกรณีที่เป็นการต่อเนื่อง ให้ระบุความแตกต่างระหว่างงานเดิมและงานที่พัฒนาขึ้นใหม่**

4) วัตถุประสงค์ (Objective/s) / เป้าหมายทางวิศวกรรม (Engineering Goal/s)

อธิบายถึงสิ่งที่พยายามค้นหาคืออะไร จะเป็นการดีหากสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ เพราะจะช่วยให้เข้าใจได้ง่ายกว่าเขียนเป็นประโยคบรรยาย โดยอาจใช้เพียงวลีสั้น ๆ ที่อ่านแล้วเข้าใจได้ทันที

5) สมมติฐาน (Hypothesis/es)

เป็นการคาดคะเนผลที่ได้จากการพิสูจน์ โดยแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ทดสอบหรือพิสูจน์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน โดยปกติมักจะใช้รูปวลี “ถ้า... ดังนั้น...”

6) ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ (Benefits and Expected Results)

ระบุถึงประโยชน์และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินการโครงการ หรือการต่อยอดจากผลผลิตที่ได้จากการทดลอง/ทดสอบ นอกจากนี้ระบุถึงผลกระทบหรือศักยภาพที่นำไปต่อยอดเพื่อการใช้งานจริง โดยอาจกล่าวในแง่ของผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ ดังนี้

- ผลผลิต (Output): สิ่งที่จะได้เป็นชิ้นเป็นอันจากโครงการวิจัย เช่น ต้นฉบับผลิตภัณฑ์ที่แข่งขันความมีร้อนสูง
- ผลลัพธ์ (Outcome): ผลที่เกิดขึ้นที่สามารถต่อยอดขยายออกไปจากงานของเราอีก เช่น สามารถนำต้นแบบที่ได้ไปประยุกต์ใช้จริงกับชุมชน
- ผลกระทบ (Impact): ประโยชน์ที่เกิดขึ้น การพัฒนาที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากผลผลิตและผลลัพธ์ของเรา เช่น ชุมชนมีรายได้เสริมจากการขายผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในครัวเรือน เป็นต้น

7) วัสดุอุปกรณ์และสถานที่ (Materials and Workplace/s)

ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับโครงการโดยละเอียด และสถานที่สำหรับการทดลอง สำหรับรายการวัสดุอุปกรณ์ โปรดระบุชื่อ ปริมาณ และรายละเอียดเฉพาะ (หากมี) หากวัสดุบางชนิดมีวัสดุอื่นที่สามารถทดแทนได้ โปรดระบุวัสดุทดแทนนั้นด้วย **สำหรับรายการสารเคมี โปรดระบุชื่อสารเคมี พร้อม CAS Registry Number (CAS No. หรือ CAS RN) ซึ่งสามารถสืบค้นได้ที่**

(1) <https://commonchemistry.cas.org/>

- (2) <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- (3) <https://cdxapps.epa.gov/oms-substance-registry-services/>
- (4) <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals>

8) ระเบียบวิธีการทดลอง (Methodology)

อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการดำเนินโครงการโดยละเอียดถึงหลักการ กรอบทฤษฎีที่ใช้การวางแผน สิ่ง
ที่ทำการทดลองคืออะไรบ้าง รวบรวมข้อมูลใดและรวบรวมข้อมูลนั้นอย่างไร อภิปรายตัวแปรควบคุมและตัวแปรที่
ทดสอบ หากเป็นโครงงานที่ใช้กระบวนการทางวิศวกรรม ควรระบุถึงขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบต้นแบบ และ
ขั้นตอนการทดสอบเป็นอย่างไร

9) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

วิธีการ/เทคนิคที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่จะตอบปัญหา หรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือแผนการทดสอบ
การใช้งานจริงของต้นแบบที่พัฒนา

10) ความเสี่ยงและความปลอดภัย (Risk and Safety)

หากโครงการเกี่ยวข้องกับ (1) สารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (2) เนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย และ (3)
สารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย **โปรดอธิบายวิธีการในการจัดการและการกำจัด (หากไม่ได้เกี่ยวข้อง**
สามารถตัดในส่วนนี้ทิ้งได้)

11) รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีมนุษย์เป็นผู้เข้าร่วม (Human Participants Research)

หากการระเบียบวิธีการทดลอง เป็นการทดลองที่มีมนุษย์เป็นผู้เข้าร่วม (Human Participants Research)
ให้ระบุข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปนี้ ได้แก่

- a) ผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participants)
- b) การรับสมัครผู้เข้าร่วม (Recruitment)
- c) วิธีดำเนินการ (Methods)
- d) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
- e) การคุ้มครองความเป็นส่วนตัว (Protection of Privacy)
- f) กระบวนการขอความยินยอมโดยได้รับข้อมูลครบถ้วน (Informed Consent Process)

(หากโครงการไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทดลองที่มีมนุษย์เป็นผู้เข้าร่วม (Human Participants Research)
สามารถตัดส่วนนี้ทิ้งได้)

12) รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีการใช้สัตว์ทดลอง (Animal Research)

หากการระเบียบวิธีการทดลอง เป็นการทดลองที่มีการใช้สัตว์ทดลอง (Animal Research) ตาม พรบ. สัตว์
เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 ให้ระบุข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปนี้

- a) อภิปรายทางเลือกอื่นที่อาจใช้แทนสัตว์ทดลองดังกล่าว และให้เหตุผลสนับสนุนความจำเป็นในการใช้สัตว์
- b) อธิบายผลกระทบหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย
- c) อธิบายขั้นตอนทั้งหมดที่จะดำเนินการ รวมถึงวิธีการลดความไม่สบาย ความเครียด ความเจ็บปวด และการบาดเจ็บที่อาจเกิดกับสัตว์ ระบุความเข้มข้นของสารเคมีและขนาดยาที่ใช้กับสัตว์อย่างละเอียด
- d) ระบุจำนวนสัตว์ ชนิด สายพันธุ์ เพศ อายุ แหล่งที่มา และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนจำนวนสัตว์ที่วางแผนจะใช้
- e) อธิบายสถานที่เลี้ยงสัตว์ การดูแล และการกำกับดูแลสัตว์ในแต่ละวัน

- f) อธิบายวิธีการจัดการกับสัตว์เมื่อสิ้นสุดการศึกษา

(หากโครงการไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทดลองที่มีการใช้สัตว์ทดลอง (Animal Research) สามารถตัดส่วนนี้ทิ้งได้)

- 13) รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents Research)

หากการระเบียบวิธีการทดลอง เป็นการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents Research) ให้ระบุข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปนี้

- ระบุแหล่งที่มาของสิ่งมีชีวิต และอธิบายกระบวนการประเมินระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ รวมถึงการกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ หรือ BSL
- อธิบายมาตรการด้านความปลอดภัยอย่างละเอียด และอภิปรายวิธีการกำจัดวัสดุหรือของเสียทางชีวภาพ

(หากโครงการไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทดลองที่มีสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents Research) สามารถตัดส่วนนี้ทิ้งได้)

- 14) รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองที่มีสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่เป็นอันตราย (Hazardous Chemicals, Activities & Devices Research)

หากการระเบียบวิธีการทดลอง เป็นการทดลองที่มีสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่เป็นอันตราย (Hazardous Chemicals, Activities & Devices Research) ให้ระบุข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปนี้

- อธิบายกระบวนการประเมินความเสี่ยง การควบคุมดูแล มาตรการด้านความปลอดภัย และวิธีการกำจัดสารหรือวัสดุอย่างเฉพาะเจาะจง
- ต้องศึกษาเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี หรือ Safety Data Sheet: SDS และควรระบุ SDS ไว้เป็นเอกสารอ้างอิง โดยไม่จำเป็นต้องแนบ SDS มาพร้อมข้อเสนอโครงการนี้

(หากโครงการไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทดลองที่มีสารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่เป็นอันตราย (Hazardous Chemicals, Activities & Devices Research) สามารถตัดส่วนนี้ทิ้งได้)

- 15) แผนการดำเนินงาน (Research Plan)

ตารางสรุปแสดงกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะดำเนินการพร้อมระบุเวลาที่ต้องใช้ของแต่ละกิจกรรม นับตั้งแต่เริ่มโครงการจนถึงสิ้นสุดโครงการ โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบ Gantt chart

- 16) การจัดการและการกำจัด (Disposal)

หากโครงการเกี่ยวข้องกับ (1) สารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (2) เนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย และ (3) สารเคมี กิจกรรม และอุปกรณ์ที่อาจเป็นอันตราย โปรดอธิบายวิธีการบริหารจัดการความเสี่ยงและความปลอดภัยในช่วงระหว่างที่มีการดำเนินกิจกรรม (หากไม่ได้เกี่ยวข้องสามารถตัดในส่วนนี้ทิ้งได้)

- 17) การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับ Generative AI และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยในกระบวนการเขียน (Disclosure of Generative AI and AI-Assisted Technologies in the Writing Process)

ระบุข้อความการใช้ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยในการเขียน อาทิ การเขียนและ/หรือภาพประกอบ ทั้งนี้โปรดระบุการอ้างอิง (citation) ในข้อความ พร้อมบรรณานุกรมสำหรับการปัญญาประดิษฐ์ดังกล่าว (หากไม่มีในส่วนนี้สามารถตัดทิ้งได้)

18) บรรณานุกรม (Bibliography)

ระบุแหล่งอ้างอิงอย่างน้อย 5 แห่ง จาก หนังสือ (นอกเหนือจากหนังสือประกอบการเรียนการสอนปกติ) บทความวิชาการ วารสารทางวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้สามารถศึกษาวิธีการเขียนบรรณานุกรมและอ้างอิง ได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

3. ประวัติของผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษา

ประวัตินักเรียน

- คำนำหน้าชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-นามสกุล ชั้นปี โรงเรียน
- ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้ หากผลงานมีการส่งเข้าร่วมการประกวด หรือ ขอรับทุนจากแหล่งอื่น ผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องแจ้งให้ สวทช. ทราบเป็นลายลักษณ์อักษรด้วย

ประวัติอาจารย์ที่ปรึกษา

- คำนำหน้าชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่ง สังกัด สถานที่ทำงาน การศึกษา
- ความเชี่ยวชาญ

หมายเหตุ:

- อาจารย์ที่ปรึกษา หมายถึง ครู/อาจารย์จากโรงเรียน มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน หรือผู้ที่เป็นข้าราชการ และพนักงานองค์กรของรัฐ
- อาจารย์ที่ปรึกษาของแต่ละโครงงาน สามารถมีมากกว่า 1 ท่าน แต่ไม่เกิน 2 ท่าน (อาจารย์ที่ปรึกษาที่ 1 ต้องเป็นที่ปรึกษาภายในโรงเรียนเท่านั้น) แต่จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าแต่ละท่านเป็นที่ปรึกษาด้านใด และท่านใดเป็นที่อาจารย์ปรึกษาหลักของโครงงาน

การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

รายงาน (Report) จัดเป็นการนำเสนอผลการดำเนินงานในรูปแบบเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบถึงรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงงาน เพื่อให้ได้เข้าใจแนวความคิด วิธีดำเนินงานศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลการทดลองที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการที่ได้จัดทำ วิธีเขียนรายงานโครงงานมีลักษณะและแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

ผู้เข้าร่วมการประกวดจะต้องจัดส่ง/อัปโหลดรายงานหรือรายงานฉบับสมบูรณ์ผ่านระบบ SIMS ที่ดำเนินการโดยหัวหน้าโครงการเท่านั้น และจัดทำภายใต้ “กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน” ข้อที่ 1–5 ซึ่งสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ “การจัดแสดงผลงาน” โดยในกรณีที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ ภายหลังจากการประกาศผลรอบนำเสนอ นักเรียนจะต้องแจ้งให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและเพื่อนร่วมทีมตรวจสอบและรับรองการเป็นสมาชิกโครงงานอีกครั้งหนึ่ง

ในการเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงงาน สามารถจัดเตรียมไฟล์รายงานโดยใช้ฟอนต์ TH SarabunPSK หรือ TH Sarabun New ตัวอักษรขนาด 15 หรือ 16 pt. (ยกเว้น คำบรรยายใต้ภาพหรือตาราง หรือ caption ที่สามารถใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ได้) กำหนดขอบด้านซ้าย ด้านขวา บน และล่าง 1 นิ้ว พิมพ์บนกระดาษขาว ขนาดมาตรฐาน A4 พร้อมระบุเลขหน้า และเข้าเล่มรายงานให้เรียบร้อยพร้อมปกหน้าและปกหลัง

ทั้งนี้สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มรายงาน ได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>) หรือสามารถสร้างแบบฟอร์มได้เองโดยที่ครอบคลุมหัวข้อที่กำหนดตาม “รายละเอียดแต่ละส่วนของรายงาน/รายงานฉบับสมบูรณ์”

สำหรับโครงงานที่ได้รับคัดเลือกให้เข้าร่วมการประกวดรอบชิงชนะเลิศ ต้องอัปโหลดไฟล์รายงานฉบับสมบูรณ์อีกครั้ง พร้อมทั้งทำการปรับปรุงบทความย่อในระบบ SIMS ให้เป็นปัจจุบัน เพื่อยืนยันการเข้าร่วมการประกวด

หลังจากอัปโหลดไฟล์เข้าระบบ SIMS แล้ว ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าไฟล์ที่ส่งถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งทดสอบเปิดไฟล์ว่าสามารถเปิดอ่านได้หรือไม่

รายละเอียดแต่ละส่วนของรายงาน/รายงานฉบับสมบูรณ์

1) หน้าปก

ประกอบด้วย รหัสโครงการ ชื่อโครงงาน (ภาษาไทยและอังกฤษ) สาขาหลักและสาขาย่อยโครงงาน ชื่อนามสกุลผู้พัฒนาโครงงาน ระดับการศึกษา สถานศึกษา พร้อมระบุ “ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ” “This research and innovation activity is funded by National Science and Technology Development Agency (NSTDA) and National Research Council of Thailand (NRCT)”

ทั้งนี้ผู้พัฒนาสามารถดูตัวอย่างหน้าปกรายงานได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

2) บทคัดย่อ (Abstract)

บรรยายถึงภาพรวมของโครงการ โดยกล่าวถึงสิ่งที่ค้นพบจากการทำวิจัย เพราะนี่คือเป้าหมายหลักของผู้่านที่จะมองหาจากบทคัดย่อ โดยบทคัดย่อควรมีความยาวประมาณ ½ - 1 หน้า (ไม่เกิน 350 คำ สำหรับภาษาไทย หรือ 250 คำ สำหรับภาษาอังกฤษ) บทคัดย่อสำหรับรายงาน หรือมีผลการศึกษา อาจจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ

(1) บทนำโดยสรุป (Brief introduction)

- ข้อมูลเบื้องต้น (Basic introduction): กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงที่ทราบกันโดยทั่วไป (คนทั่วไปเข้าใจได้) ประมาณ 1-2 ประโยค
- ภูมิหลังอย่างละเอียด (Intensive background): กล่าวถึงเนื้อหาในเชิงลึกที่เป็นข้อเท็จจริงหรือ/และปัญหาทั่วไปที่คนในสาขาที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจได้ ประมาณ 2-3 ประโยค
- ช่องว่างองค์ความรู้ หรือช่องว่างวิจัย (Knowledge gap/s / Research gap/s): ระบุช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างวิจัยที่เป็นส่วนเติมเต็ม และนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษา ประมาณ 1 ประโยค

(2) วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษา (Research goal/s)

- ระบุถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษาหรือวิจัย ประมาณ 1-2 ประโยค

(3) ผลการศึกษาหลักโดยสรุป (Summary of main result)

- กล่าวถึงสรุปที่เป็นผลการศึกษาหลัก ประมาณ 1-2 ประโยค

(4) รายละเอียดของผลการศึกษาหลัก (Details of main result)

- กล่าวถึงผลการศึกษาหลัก ว่าสิ่งที่ค้นพบแสดงให้เห็นถึงอะไร อาจมีการเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้า หรืออาจกล่าวถึงผลการศึกษาหลักสามารถช่วยเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่มีมาก่อนหน้าได้อย่างไร

(5) ผลการศึกษาทั่วไป (General result)

- กล่าวถึงผลการศึกษาในบริบททั่วไปมากขึ้น หรือผลการศึกษาเพิ่มเติม ประมาณ 1-2 ประโยค

(6) มุมมองโดยกว้าง (Broader perspective) หรือประโยชน์ (Benefit/s)

- กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นมุมมองโดยกว้างที่ทำให้คนทั่วไปเข้าใจได้ง่าย ซึ่งส่วนนี้อาจรวมอยู่ในส่วนที่ 1 แล้ว หรือใส่คุณประโยชน์ของผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาว่าจะมีส่วนช่วยหรือส่งเสริมในด้านใด โดยอาจกล่าวถึงผลลัพธ์ (Outcome) ผลลัพธ์ (Outcome) ผลกระทบ (Impact)

อาจจะอ้างอิงถึงงานที่ทำมาก่อนหน้านี้ได้ แต่บทคัดย่อควรเน้นงานที่ทำในปัจจุบันและไม่รวมกิตติกรรมประกาศ หรืองานวิจัยของอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งนี้หลังจากจัดทำบทคัดย่อเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนนำข้อมูลบทคัดย่อไปอัปเดตในส่วนของบทคัดย่อ/ภาพรวมโครงการ ในระบบ SIMS ด้วย ผู้พัฒนาสามารถศึกษาตัวอย่างการเขียนบทคัดย่อได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

3) คำสำคัญ (Keywords)

บอกถึงคำสำคัญที่สอดคล้องกับโครงการ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถกำหนดขอบเขตองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการอ่านหรือพิจารณา โดยระบุทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ไม่เกิน 6 คำ และใช้เครื่องหมายอัฒภาค (;) ในการคั่นระหว่างคำสำคัญ

สำหรับตำแหน่งบริเวณในการจัดวางคำสำคัญ จะอยู่ภายใต้บทคัดย่อ (สามารถศึกษาตัวอย่างการเขียนได้จากตัวอย่างบทคัดย่อที่ภาคผนวกท้ายเล่ม)

ตัวอย่าง การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning); การค้นหายา (Drug Discovery); สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (Natural Product) เป็นต้น

4) สารบัญญ (Table of Contents)

5) หลักการและเหตุผล (Rationale)

ควรกล่าวถึงที่มาของปัญหาหรือเหตุผลของการทำวิจัยในเรื่องนั้น ๆ คำถามวิจัยคืออะไร รวมถึงอธิบายสิ่งที่ทราบหรือสิ่งที่ได้ทำไปแล้วในงานวิจัยก่อนหน้านี้ อธิบายการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยสังเขปอย่างกระชับที่สุด ไม่จำเป็นต้องอ้างถึงแหล่งที่มาให้ยืดเยื้อ บอกเพียงแรงจูงใจที่ทำงานวิจัย หรืออาจบอกนิยามของสิ่งที่เรากล่าวถึง ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้อ่านไม่รู้อีกก่อนก็อาจเป็นได้ ในกรณีที่เป็นโครงการต่อเนื่อง ให้ระบุความแตกต่างระหว่างงานเดิมและงานที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

6) วัตถุประสงค์ (Objective/s) / เป้าหมายทางวิศวกรรม (Engineering Goal/s)

อธิบายถึงเป้าหมายของโครงการ สิ่งที่ยพยายามค้นหาคืออะไร

7) สมมติฐาน (Hypothesis/es)

เป็นการคาดคะเนผลที่ได้จากการพิสูจน์ โดยแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ทดสอบหรือพิสูจน์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำโครงการ โดยปกติมักจะใช้รูปวลี “ถ้า... ดังนั้น...”

8) ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ (Benefits and Expected Results)

ระบุถึงประโยชน์และผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินการโครงการ หรือการต่อยอดจากผลผลิตที่ได้จากการทดลอง/ทดสอบ นอกจากนี้ระบุถึงผลกระทบหรือศักยภาพที่นำไปต่อยอดเพื่อการใช้งานจริง โดยอาจกล่าวในแง่ของผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ ดังนี้

- ผลผลิต (Output): สิ่งที่จะได้เป็นชิ้นเป็นอันจากโครงการวิจัย เช่น ต้นฉบับผลิตภัณฑ์แข่งขันนวัตกรรม
- ผลลัพธ์ (Outcome): ผลที่เกิดขึ้นที่สามารถต่อยอดขยายออกไปจากงานของเราอีก เช่น สามารถนำต้นแบบที่ได้ไปประยุกต์ใช้จริงกับชุมชน
- ผลกระทบ (Impact): ประโยชน์ที่เกิดขึ้น การพัฒนาที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากผลผลิตและผลลัพธ์ของเรา เช่น ชุมชนมีรายได้เสริมจากการขายผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในครัวเรือน เป็นต้น

9) วัสดุอุปกรณ์และสถานที่ (Materials and Workplace/s)

ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับโครงการโดยละเอียด และสถานที่สำหรับการทดลอง สำหรับรายการวัสดุอุปกรณ์ โปรดระบุชื่อ ปริมาณ และรายละเอียดเฉพาะ (หากมี) สำหรับรายการสารเคมี โปรดระบุชื่อสารเคมี พร้อม CAS Registry Number (CAS No. หรือ CAS RN) ซึ่งสามารถสืบค้นได้ที่

- (1) <https://commonchemistry.cas.org/>
- (2) <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- (3) <https://cdxapps.epa.gov/oms-substance-registry-services/>
- (4) <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals>

10) ระเบียบวิธีการทดลอง (Methodology)

บรรยายรายละเอียดกระบวนการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและการสังเกต รายงาน ทดลอง ควรอธิบายละเอียดเพียงพอที่ผู้อื่นสามารถที่จะทำการทดลองซ้ำจากข้อมูลในรายงานได้ อาจเพิ่มเติมภาพถ่ายหรือภาพวาดของอุปกรณ์ที่ออกแบบเองก็ได้ หากเป็นโครงงานที่ใช้กระบวนการทางวิศวกรรม ควรระบุถึงขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบต้นแบบ และขั้นตอนการทดสอบเป็นอย่างไร

11) ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล (Results and Discussion)

ผลการทดลอง: ผลลัพธ์หรือการค้นพบที่ได้จากการทดลองเป็นอย่างไร จัดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในรายงานผลการทดลองควรมาจากข้อมูลที่ได้อย่างมีเหตุผล ผลละเอียดรอบคอบ แสดงให้ผู้อ่านเห็นถึงลำดับความคิดและรู้ในสิ่งที่ท่านได้ทำ

การวิเคราะห์ผล: สามารถตีความผลการทดลองได้อย่างไร ผลการทดลองที่ได้หมายความว่าอย่างไร โดยเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับทฤษฎี ข้อมูลที่เผยแพร่ ความเชื่อโดยทั่วไป หรืออธิบายข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น มีคำถามหรือปัญหาที่คาดไม่ถึงหรือไม่ ข้อมูลแตกต่างกันอย่างไรระหว่างการสังเกตซ้ำ ๆ ของเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ผลการทดลองได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ที่ไม่สามารถควบคุมคืออะไร

12) สรุปผล (Conclusion/s)

ผลการทดลองเหล่านี้มีความหมายอย่างไร ในบริบทของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือตามการทบทวนวรรณกรรม **ผลการทดลองตอบคำถามการวิจัยอย่างไร** ผลการทดลองที่ได้สนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่ออย่างไรได้บ้าง

13) กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement/s)

ควรให้เกียรติและระบุชื่อผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำโครงงาน รวมทั้งบุคคล บริษัท สถานศึกษาและสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนทุนสนับสนุนหรือวัสดุที่ได้รับ ทั้งนี้ หากผลงานมีการส่งเข้าร่วมการ ประกวด หรือขอรับทุนจากแหล่งอื่น ผู้พัฒนาและอาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องแจ้งให้ทางโครงการรับทราบเป็นลายลักษณ์อักษรด้วย

14) การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับ Generative AI และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยในกระบวนการเขียน (Disclosure of Generative AI and AI-Assisted Technologies in the Writing Process)

ระบุข้อความการใช้ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยในการเขียน อาทิ การเขียนและ/หรือภาพประกอบ ทั้งนี้โปรดระบุการอ้างอิง (citation) ในข้อความ พร้อมบรรณานุกรมสำหรับการปัญญาประดิษฐ์ดังกล่าว (หากไม่มีในส่วนนี้สามารถตัดทิ้งได้)

15) บรรณานุกรม (Bibliography)

บรรณานุกรมหรือหนังสืออ้างอิง ควรระบุถึงแหล่งข้อมูลที่ไม่ใช่ผลงานของตนเอง เช่น หนังสือ บทความในวารสารทางวิทยาศาสตร์หรืออื่น ๆ อินเทอร์เน็ต โดยใช้การอ้างอิงที่ถูกต้องตามรูปแบบ **ทั้งนี้สามารถศึกษาวิธีการเขียนบรรณานุกรมและอ้างอิง ได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม**

16) ภาคผนวก (Appendix)

ภาคผนวกเป็นส่วนท้ายที่เพิ่มเติมเข้ามาจากเนื้อหาที่จะเขียนในกรณีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา หรือส่วนขยายที่อาจจะมีเนื้อหามากเกินกว่าที่จะเอาไปไว้ในเนื้อหาหลัก โดยส่วนใหญ่จะมีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา ผลการทดลอง สถิติ หรือหลักฐานต่าง ๆ (หากไม่มีในส่วนนี้สามารถตัดทิ้งได้)

การจัดทำบอร์ดนำเสนอผลงาน

สำหรับการนำเสนอผลงานรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) และรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ) ผู้พัฒนาต้องจัดทำบอร์ด (หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างอื่น) เพื่อการนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ (poster presentation) ต่อคณะกรรมการ โดยต้องจัดทำภายใต้ **“กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน”** ซึ่งสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ **“การจัดแสดงผลงาน”**

นอกจากนี้โครงการ YSC จะขอให้ผู้พัฒนานำส่งไฟล์โปสเตอร์สำหรับนำเสนอผลงาน (ไฟล์ pdf หรือไฟล์รูปภาพที่คมชัด) ก่อนวันประกวดทั้งในรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) และรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ) โดยจะแจ้งรายละเอียดการส่งให้ทราบอีกครั้งในภายหลัง

ในการนำเสนอ ผู้พัฒนาสามารถจัดเตรียมสไลด์นำเสนอผลงาน (Project Presentation) ที่มีการทำโดยใช้โปรแกรม (หรือไม่จำกัดเพียง) PowerPoint, Prezi, Keynote ฯลฯ รวมถึงสามารถจัดเตรียมโปรแกรมซอฟต์แวร์/แบบจำลอง รูปภาพและ/หรือกราฟิกอื่น ๆ ที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือวิธีการพิมพ์ได้ เพื่อประกอบการนำเสนอหรือตอบคำถามต่อคณะกรรมการ อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ใช้นำเสนอเพิ่มเติมทั้งหมด **ต้องจัดทำภายใต้ “กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน”** เช่นกัน

ทั้งนี้สามารถดูตัวอย่างบอร์ดนำเสนอผลงาน ได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

ข้อกำหนดและข้อแนะนำการจัดทำบอร์ด

1. ขนาดส่วนเนื้อหาบอร์ด ต้องไม่เกิน 140 x 100 cm. (หรือ 3968 x 2834 px @72dpi) หรือสามารถจัดทำเป็น 3 ส่วน ดังนี้
 - 1) ด้านซ้าย ขนาด 30 x 100 cm. (หรือ 850 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - 2) ตรงกลาง ขนาด 80 x 100 cm. (หรือ 2268 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - 3) ด้านซ้าย ขนาด 30 x 100 cm. (หรือ 850 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น

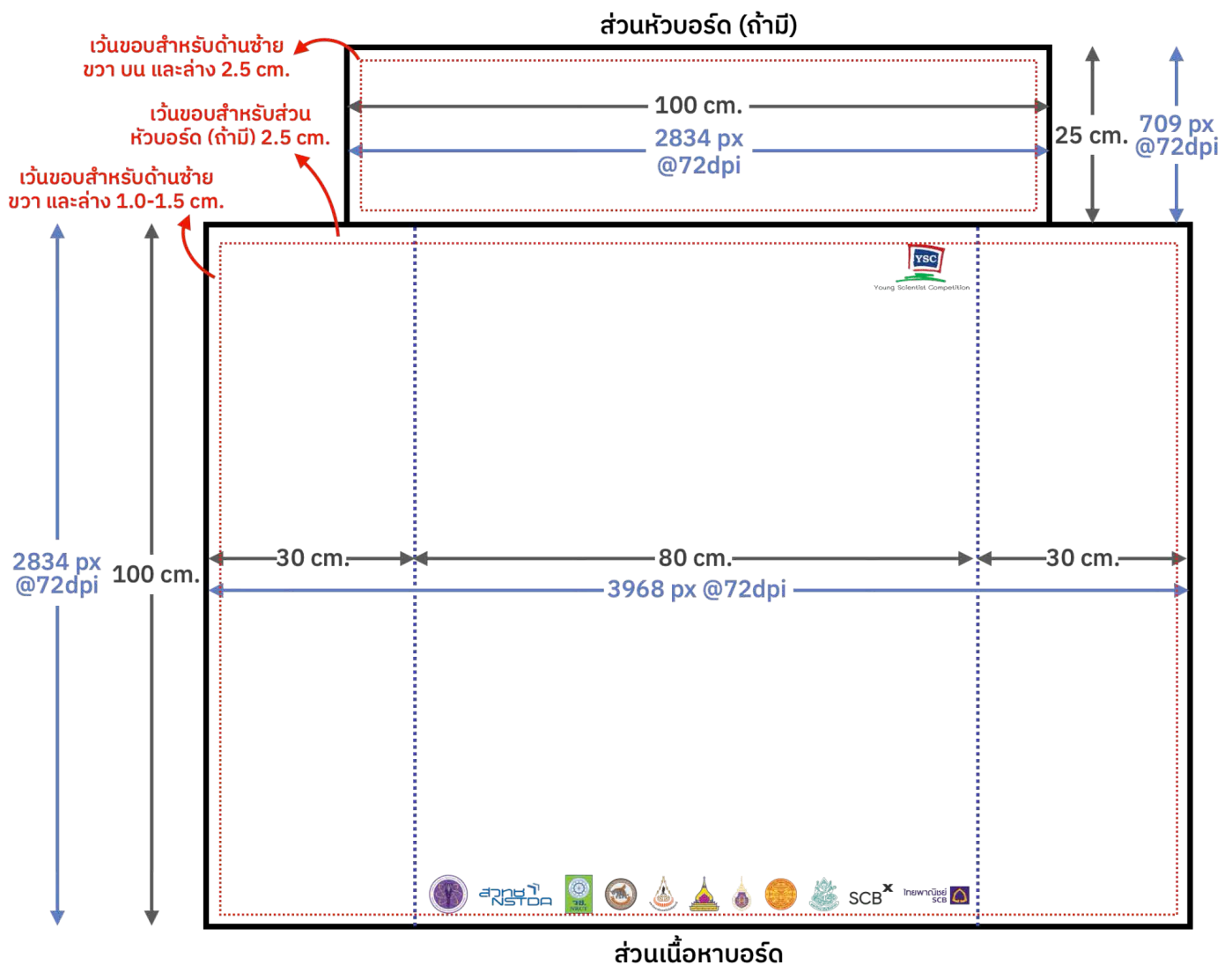
หมายเหตุ: หากต้องการทำส่วนหัวบอร์ด สำหรับบอกรายละเอียดชื่อโครงการ ชื่อผู้พัฒนา โรงเรียน และชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สามารถจัดทำได้ โดยใช้ขนาด 100 x 25 cm. (หรือ 2834 x 709 px @72dpi)

2. ต้องมีโลโก้โครงการ YSC โลโก้มหาวิทยาลัยศูนย์ประสานงาน และโลโก้ ผู้สนับสนุนโครงการตาม Template ที่กำหนด
3. **ชื่อโครงการที่ปรากฏในโปสเตอร์หรือบอร์ดนำเสนอโครงการ ต้องปรากฏชื่อโครงการภาษาไทยที่ตรงกับระบบ SIMS เป็นอันดับแรก**
4. ข้อมูลสำคัญควรอ่านได้จากระยะ 10 ฟุต แบบอักษรที่เล็กที่สุดที่แนะนำบนบอร์ด คือ 18–22 pt.
5. ข้อความชัดเจนและตรงประเด็น และใช้สัญลักษณ์แสดงหัวข้อย่อย ลำดับเลข และการพาดหัว (headline) ทำให้อ่านง่ายขึ้น
6. สามารถเลือกใช้สี หรือภาพพื้นหลังของบอร์ดด้วยตนเอง โดยให้สอดคล้องกับผลงานที่นักเรียนต้องการนำเสนอ
7. บอร์ดนำเสนอไม่ควรมีภาพบุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง
8. ภาพประกอบที่นำมาใช้ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำวิจัย

9. ภาพประกอบและข้อความต่าง ๆ ต้องถูกต้องตามหลักจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ และจริยธรรมการทำวิจัยในสัตว์ เช่น ต้องไม่มีภาพละเมิดสิทธิ ต้องไม่มีภาพการทารุณกรรมสัตว์ เป็นต้น
10. มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลและภาพประกอบที่นำมาใช้อย่างถูกต้อง

Template บอร์ด

- ขนาดส่วนเนื้อหาบอร์ด ต้องไม่เกิน 140 x 100 ซม. (หรือ 3968 x 2834 px @72dpi)
 - ด้านซ้าย ขนาด 30 x 100 ซม. (หรือ 850 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - ตรงกลาง ขนาด 80 x 100 ซม. (หรือ 2268 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - ด้านซ้าย ขนาด 30 x 100 ซม. (หรือ 850 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - เว้นขอบสำหรับพิมพ์และร่องสำหรับส่วนหัวบอร์ด (ถ้ามี) ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านล่าง: 1.0 – 1.5 ซม. และ ด้านบน: 2.5 ซม.
- ขนาดส่วนหัวบอร์ด (ถ้ามี) ขนาด 100 x 25 ซม. (หรือ 2834 x 709 px @72dpi)
 - เว้นขอบสำหรับพิมพ์และร่องสำหรับส่วนเนื้อหาบอร์ด ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านบน และด้านล่าง: 2.5 ซม.



การจัดการบอร์ดแสดงผลงาน (PP board) กรณีนำขึ้น (carry-on) บนเครื่องบิน

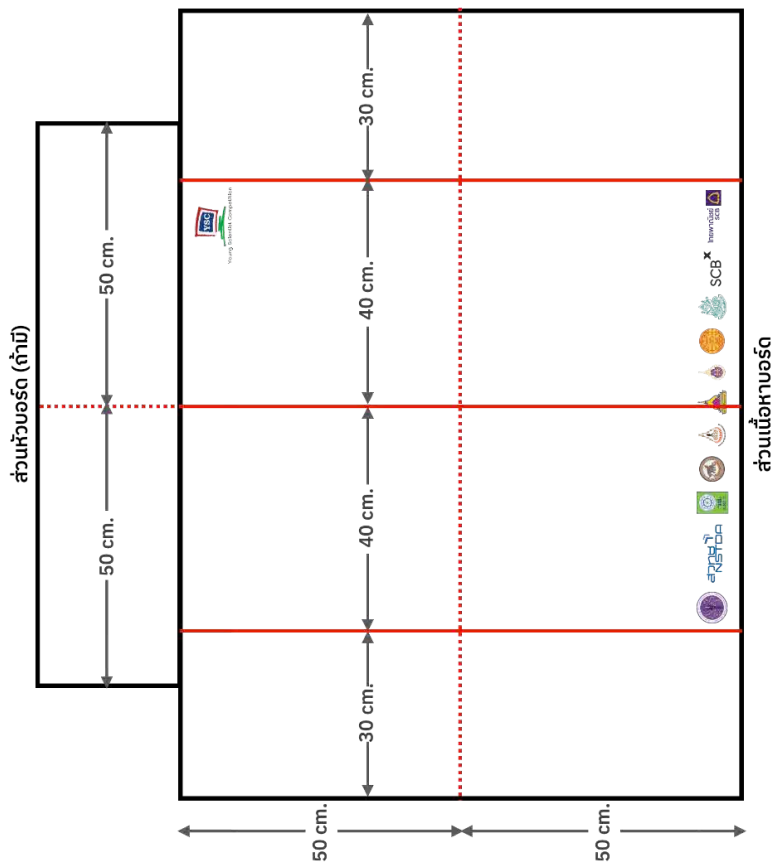
ส่วนเนื้อหาบอร์ด: ทำการตัดตามแนวตั้งให้แยกออกจากกันเป็น 4 ส่วน มีความกว้างเป็น 30-40-40-30 cm. จากนั้นทำการกรัดตามแนวขวางของแต่ละส่วนไม่ให้แยกออกจากกันที่ตำแหน่งกึ่งกลาง (ตำแหน่ง 50 cm.) โดยกรัดที่บริเวณหน้าบอร์ดจนสามารถพับลงมาประกบกันได้

ส่วนหัวบอร์ด: ทำการกรัดตามแนวตั้งไม่ให้แยกออกจากกันที่ตำแหน่งกึ่งกลาง (ตำแหน่ง 50 cm.) โดยกรัดที่บริเวณหน้าบอร์ดจนสามารถพับลงมาประกบกันได้

เพราะฉะนั้น: หากมีเฉพาะส่วนเนื้อหาบอร์ดจะมีจำนวน 4 ชิ้น ที่นำขึ้นเครื่องบิน แต่หากมีส่วนหัวบอร์ดด้วยจะเป็นจำนวน 5 ชิ้น

อุปกรณ์ที่ต้องเตรียมเพิ่มเติม:

- 1) เทปผ้า แลคซัน: เพื่อนำมาประกอบบอร์ดส่วนเนื้อหาให้ประกบกัน
- 2) ชิ้นส่วน PP Board: เพื่อตามบริเวณหลังบอร์ดทั้งส่วนเนื้อหาและหัวบอร์ดให้บอร์ดอยู่ตรง โดยจัดเตรียมขนาดความยาว 50 cm. กว้าง 5 cm จำนวน 3 ชิ้น
- 3) เทปใสฉนวนใหญ่: เพื่อจัดเก็บชิ้นส่วนทั้งหมดเพื่อนำขึ้นเครื่องบิน และแต่งเติมบอร์ดให้อยู่ทรง



— ตัดให้แยกออกจากกัน

..... ตัดไม่ให้แยกออกจากกัน ที่บริเวณหลังบอร์ด (สามารถพับได้)

การจัดเรียงโลโก้



หมายเหตุ:

- โลโก้มีการปรับปรุงผู้สนับสนุนในรอบการประกวดโครงการ YSC 2027
- สามารถดาวน์โหลดโลโก้โครงการ YSC หน่วยงานต่าง ๆ และผู้สนับสนุน ได้ที่เว็บไซต์โครงการ YSC
- โลโก้ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) ใช้แบบพื้นสีขาว หรือพื้นสีเข้มก็ได้

ข้อเสนอแนะการกำกับการนำเสนอผลงาน

1. มี 2 ข้อที่ควรคำนึงถึงในการจัดทำโปสเตอร์ คือ
 - การแสดงข้อมูลอย่างง่าย (Keep it simple but effective)
 - ข้อความสนับสนุนน้อย ๆ
2. เนื้อหาควรแสดงถึงข้อมูลที่ตอบคำถามต่อไปนี้
 - Why?: ทำไมจึงจัดทำงานวิจัยชิ้นนี้
 - What am I adding?: สิ่งที่เราช่วยเหลือ/เติมเต็มของโจทย์หรือปัญหาวิจัย คืออะไร
 - Methods?: วิธีการทดลอง มีอะไรบ้าง
 - What did I find?: สิ่งที่เราค้นพบ คืออะไร
 - What do I recommend?: คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะจากผลการทดลอง มีอะไรบ้าง
3. ไม่จำเป็นต้องใส่บทคัดย่อ เนื่องจากผู้เข้าร่วมการประกวดต้องจัดเตรียมบทคัดย่อแยกไฟล์ (ที่ใส่ของถนอมเอกสาร) และนำมาติดตั้งที่บูธนำเสนอผลงาน

การจัดทำวิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน

นับตั้งแต่การประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 23 หรือ YSC 2021 เป็นต้นมา โครงการ YSC ได้ให้ผู้พัฒนาจัดเตรียมวิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน (ถ้ามี) สำหรับการเผยแพร่แก่ผู้ชมทั่วไป และให้สอดคล้องหลักเกณฑ์การนำเสนอผลงานในเวทีการประกวด Regeneron ISEF

สำหรับการจัดทำวิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน จะทำเฉพาะการประกวดรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ) เท่านั้น (หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างอื่น) โดยต้องจัดทำภายใต้ “กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน” ซึ่งสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ “การจัดแสดงผลงาน”

นอกจากนี้โครงการ YSC จะขอให้ผู้พัฒนานำส่งไฟล์วิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน (ถ้ามี) ก่อนวันประกวดรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ) โดยจะแจ้งรายละเอียดการส่งให้ทราบอีกครั้งในภายหลัง

การจัดทำวิดีโอ (Project Video)

ให้มีนำเสนอโครงงานของนักเรียน ความยาวไม่เกิน 3 นาที ทั้งนี้ให้ถ่ายวิดีโอในแนวขวาง โดยนำเสนองานประกอบ Poster หรือ Presentation มีภาพผู้พัฒนาประกอบครบทั้งทีม และสามารถนำชิ้นงานที่พัฒนามาประกอบการนำเสนอได้ โดยไม่ควรเร่งสปีดเสียงที่ใช้ในการนำเสนอ หรือใส่เสียงเพลงประกอบ เพราะอาจทำให้กรรมการไม่สามารถจับใจความสิ่งที่นักเรียนต้องการนำเสนอ

ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด วิดีโอนี้จะถูกเผยแพร่ให้กับผู้สนใจได้เยี่ยมชมและศึกษาข้อมูลในช่อง YouTube ของโครงการ YSC ภายหลังการประกวดแล้วเสร็จ จึงไม่ควรมีข้อมูลที่เป็นความลับของโครงการ หรือข้อมูลที่อยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตร

ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดทำวิดีโอ

1. แนะนำตัวเอง: ระบุชื่อนามสกุล โรงเรียน แนะนำโครงการ หรือจุดเด่นของโครงงานโดยอธิบายโครงการเป็นประโยคเดียว
2. อธิบายโครงการของนักเรียน: สรุปงานวิจัยเป็นประเด็นหลัก
 - ทำอะไรไปบ้าง
 - พบอะไรบ้าง
 - ได้ข้อสรุปอะไร
3. ควรถ่ายวิดีโอในสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างเพียงพอและไม่มีเสียงรบกวน
4. เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดให้ถ่ายวิดีโอของนักเรียนในแนวนอน (แนวนอน)
5. วางกล้องให้นิ่งและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมระหว่างการถ่ายทำ
6. พูดให้ชัดเจนและเสียงดังพอที่จะสามารถบันทึกทุกคำที่พูดได้
7. ไม่ควรเร่งสปีดเสียงและภาพ เพื่อให้เวลาของวิดีโอเป็นไปตามกำหนด เพราะจะทำให้กรรมการไม่สามารถจับใจความจากการนำเสนอของนักเรียนได้
8. หลีกเลี่ยงการหยุดเป็นเวลานาน

9. นำเสนอประกอบโปสเตอร์หรือ Presentation หรือใช้อุปกรณ์ประกอบฉากหรือภาพนิ่ง แสดงการศึกษาวิจัย โดยต้องคำนึงถึงมาตรฐานความปลอดภัยเป็นหลัก
10. มีภาพผู้นำเสนออยู่ที่มุมใดมุมหนึ่งของวิดีโอขณะนำเสนอ โดยควรมีภาพผู้นำเสนอให้ครบทั้งทีม และห้ามใส่บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องลงไปวิดีโอ
 - วิดีโอนี้เป็นการสรุปเกี่ยวกับโครงการและกระบวนการออกแบบทางวิทยาศาสตร์ หรือวิศวกรรม ไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อเป็นการโฆษณาหรือการขาย
11. เปิดวิดีโอของนักเรียนฟังหลังการบันทึกเพื่อให้แน่ใจว่าเสียงของนักเรียนชัดเจนและน่าฟังและวิดีโอไม่มีเสียงรบกวนจากพื้นหลังมากเกินไป

การจัดทำแผนภูมิ Quad Chart

แผนภูมิ Quad Chart เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยสรุปรายละเอียดสำคัญของโครงงานไว้ใน 1 หน้า ให้กรรมการได้เห็นภาพรวมของโครงการได้อย่างรวดเร็ว โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งให้ข้อมูลสรุปที่สำคัญในด้านต่าง ๆ ของโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เห็นภาพมากกว่ารายละเอียด

1. จัดทำเพียง 1 หน้ากระดาษในแนวนอน เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ช่อง ตั้งค่าหน้ากระดาษเป็น US Legal แนวนอน (14"x8.5" = 355.6x215.9 mm หรือ 1008x612 px @72dpi) หรือ US Letter แนวนอน (11"x8.5" = 279.4x215.9 mm หรือ 792x612 px @72dpi)
2. สีพื้นหลังของหน้าต้องเป็นสีอ่อนและสีข้อความต้องเข้มอย่างโดดเด่นเพื่อให้อ่านได้ชัดเจน
3. ขนาดตัวอักษรขั้นต่ำที่อนุญาตคือ 18 pt. (ข้อยกเว้น: สามารถใช้ขนาดตัวอักษรที่เล็กกว่านี้ได้ถึง 12 pt. ในการให้เครดิตกราฟิก)
4. ข้อความควรอยู่ในรูปแบบรายการหรือสัญลักษณ์แสดงหัวข้อย่อย และควรกระชับที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เอกสาร 1 หน้านี้อาจมีจุดประสงค์เพื่อเป็นบทสรุปภาพรวมระดับสูงที่สามารถอ่านได้ในทันที
5. การจัดแบ่งแผนภูมิใน 4 ช่อง โดยมีเส้นขอบเส้นเดียวกันแต่ละส่วนให้ชัดเจน อาจใช้รูปแบบอื่นได้ แต่ควรมีพื้นที่เนื้อหาไม่เกิน 5 ส่วน
6. ส่วนหัวเรื่องควรมีความสูงที่เพียงพอ และให้ใส่รหัสโครงงาน และชื่อโครงงาน ชื่อผู้พัฒนา โรงเรียน และจังหวัด ไว้ที่ส่วนหัวของแผนภูมิ นอกจากนี้ควรใช้อักษรที่มีขนาดใหญ่กว่าเนื้อหาใน 4 ช่อง เพื่อให้ง่ายต่อการระบุโครงการ
7. แผนภูมิ Quad Chart ไม่ควรมีบรรณานุกรม รายการอ้างอิงหรือกิตติกรรมประกาศ
8. ใช้รูปภาพ ตาราง หรือกราฟ เพื่อสื่อความหมายแทนตัวหนังสือ พร้อมให้เครดิตแหล่งที่มาของภาพกราฟ หรือตาราง โปรดศึกษาวิธีการระบุเครดิตที่หัวข้อ "การระบุเครดิตกราฟิก (ภาพถ่าย/รูปภาพ/แผนภูมิ/กราฟ/ตาราง/โลโก้)"
9. ข้อมูลต่าง ๆ ต้องปฏิบัติตามจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จริยธรรมการวิจัยในสัตว์ และความปลอดภัยในการทำวิจัย

ทั้งนี้สามารถดาวน์โหลดแม่แบบแผนภูมิ Quad Chart ได้จากเว็บไซต์โครงการ YSC

(<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>) หรือสามารถสร้างแม่แบบได้เองโดยที่ครอบคลุมหัวข้อ Q1-Q4 ตามรายละเอียดที่ปรากฏด้านล่างนี้ และสามารถดู "ตัวอย่างแผนภูมิ Quad Chart" ได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

Template แผนภูมิ Quad Chart

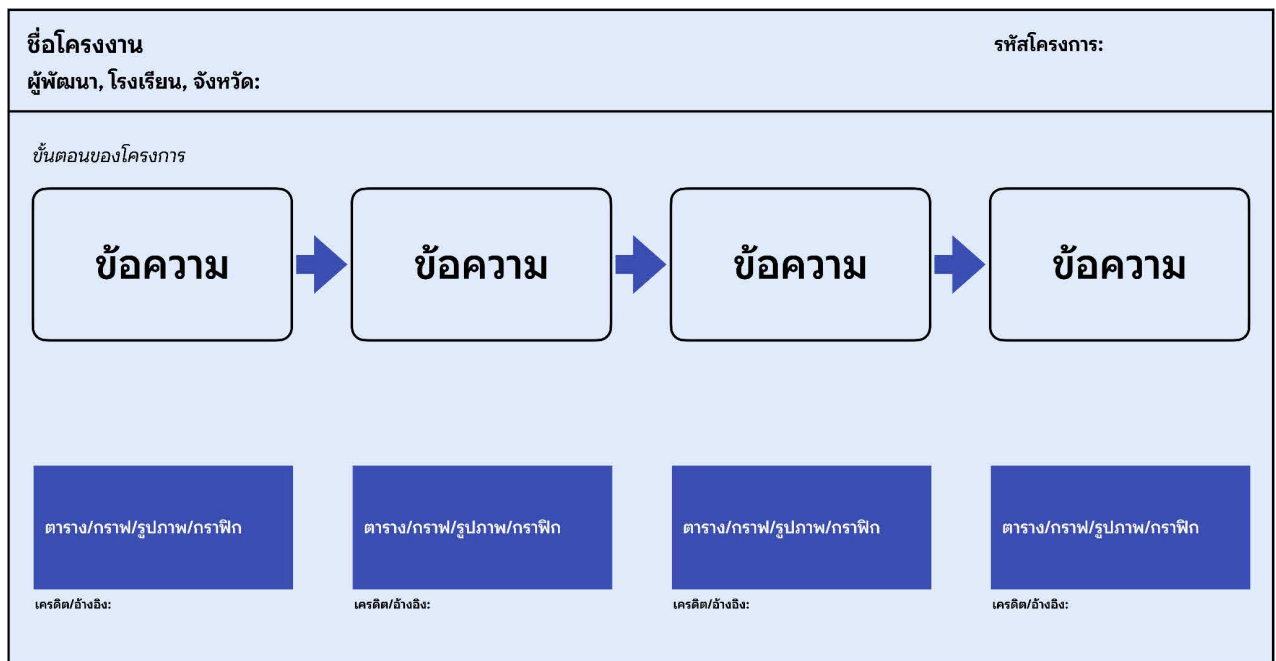
สามารถเลือกใช้ได้ 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

ชื่อโครงงาน ผู้พัฒนา, โรงเรียน, จังหวัด:		รหัสโครงการ:	
Q1: คำถามวิจัย/ปัญหา (Question/Problem) • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2 • หัวข้อย่อยที่ 3 ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง:		Q3: การวิเคราะห์ข้อมูลและผลลัพธ์ (Data Analysis & Results) • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2 ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก Table/Graph/Graphic/Visual เครดิต/อ้างอิง:	
Q2: ระเบียบวิธี/การออกแบบโครงการ (Methodology/Project Design) ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง: • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2 • หัวข้อย่อยที่ 3		Q4: การตีความและข้อสรุป (Interpretation & Conclusions) ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง: • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2 • หัวข้อย่อยที่ 3	

รูปแบบที่ 1

ชื่อโครงงาน ผู้พัฒนา, โรงเรียน, จังหวัด:			รหัสโครงการ:		
คำถามวิจัย/ปัญหา (Question/Problem) ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง: • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2 • หัวข้อย่อยที่ 3		ระเบียบวิธี/การออกแบบโครงการ (Methodology/Project Design) ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง: • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2		การวิเคราะห์ข้อมูลและผลลัพธ์ (Data Analysis & Results) ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง: ตาราง/กราฟ/รูปภาพ/กราฟิก เครดิต/อ้างอิง: • หัวข้อย่อยที่ 1 • หัวข้อย่อยที่ 2	
ข้อสรุปและผลกระทบเชิงบวก (Conclusions & Impacts)					

รูปแบบที่ 2



รูปแบบที่ 3

ส่วนหัว: ชื่อโครงการ (Quad Chart Title)

- มุมขวบน ให้ระบุ Project ID
- บรรทัดที่ 1 คือ ชื่อโครงการ
- บรรทัดที่ 2 คือ ชื่อนักเรียนผู้วิจัย, โรงเรียน, จังหวัด

Q1: คำถามวิจัย/ปัญหา (Question/Problem)

- ระบุคำถามวิจัย หรือปัญหาทางวิศวกรรมที่โครงงานกำลังแก้ไข
- อธิบายสิ่งที่ทราบหรือสิ่งที่ได้ทำไปแล้วในงานวิจัย อธิบายการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป หรือ อธิบายสิ่งที่ทราบหรือได้ทำไปแล้วในการแก้ไขปัญหา รวมถึงงานที่จะสร้างขึ้น
- พยายามค้นหาอะไร อธิบายวัตถุประสงค์ คำถามการวิจัย และ/หรือสมมติฐาน หรือพยายามแก้ปัญหาอะไร อธิบายเป้าหมายด้านวิศวกรรม

Q2: ระเบียบวิธี/การออกแบบโครงการ (Methodology/Project Design)

- อธิบายวิธีการ และขั้นตอนในการดำเนินโครงการ/ขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบ
- สิ่งที่ทำทดลองคืออะไรบ้าง รวบรวมข้อมูลใดและรวบรวมข้อมูลนั้นอย่างไร อภิปรายตัวแปรควบคุมและตัวแปรที่ทดสอบ หรือขั้นตอนการทำให้มีอะไรบ้าง ออกแบบและผลิตต้นแบบอย่างไร หากมีต้นแบบจริง ให้นำเสนอรูปภาพหรือการออกแบบของต้นแบบ

Q3: การวิเคราะห์ข้อมูลและผลลัพธ์ (Data Analysis & Results)

- ผลลัพธ์หลักเป็นอย่างไร แสดงตารางและรูปภาพ การวิเคราะห์ทางสถิติที่เกี่ยวข้อง หรือต้นแบบบรรลุเป้าหมายด้านวิศวกรรมอย่างไร
- หากทดสอบต้นแบบ ให้สรุปตารางข้อมูลการทดสอบ และผลลัพธ์หลักที่ได้ รวมถึงการวิเคราะห์ทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

Q4: การตีความและข้อสรุป (Interpretation & Conclusions)

- ผลลัพธ์หลักที่ได้หมายความว่าอย่างไร โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับทฤษฎี ข้อมูลที่เผยแพร่ ความเชื่อโดยทั่วไป
- ผลลัพธ์ตอบคำถามการวิจัยอย่างไร และสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ หรือต้นแบบมีการปรับปรุง หรือดีกว่าสิ่งที่มียู่ในปัจจุบันอย่างไร
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่ออย่างไรได้บ้าง

การจัดทำวิดีโอสาธิตผลงาน (Video Demonstration/Simulation/Animation)

ให้จัดทำวิดีโอความยาวไม่เกิน 1 นาที (หากมี)

ขั้นตอนการประกวดโครงงาน

1. ศูนย์ประสานงานภูมิภาคโครงการ YSC แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นคณะกรรมการทำการตรวจประเมินข้อเสนอโครงการ
2. ประกาศผลผู้ผ่านรอบข้อเสนอโครงการทางหน้า Facebook: YSC Thailand Fanpage และเว็บไซต์โครงการ <https://www.nstda.or.th/ysc/>
3. นักเรียนที่โครงงานผ่านการคัดเลือกได้รับทุน ต้องทำการพัฒนาโครงงานต่อให้สมบูรณ์และจัดส่งรายงาน (ไฟล์ pdf) พร้อมทั้งอัปเดตบทคัดย่อ (ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ) ในระบบ SIMS โดยหัวหน้าโครงงาน ต้องส่งรายงานผ่านระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>) ภายในวันที่ 28 ธันวาคม 2569 ก่อนเวลา 17.00 น. รวมทั้งต้องให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลอื่น ๆ ที่ทางโครงการฯ ขอความร่วมมือ
4. นักเรียนที่โครงงานผ่านการคัดเลือกได้รับทุน สามารถ Download ข้อตกลงสัญญาการรับทุน ได้ที่ ระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>) และจัดส่งข้อตกลงการรับทุนที่ลงนามแล้ว พร้อมเอกสารที่เกี่ยวข้องมายังศูนย์ประสานงานที่ท่านสังกัด เพื่อตรวจสอบเอกสารการขอรับทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงงานละ 3,000 บาท
5. ศูนย์ประสานงานภูมิภาค รวบรวมเอกสารสัญญาข้อตกลงการรับทุนพร้อมเอกสารประกอบส่งมอบให้แก่ส่วนกลาง หากตรวจสอบแล้วเอกสารครบถ้วนถูกต้อง และนักเรียนทำการส่งรายงานรอบภูมิภาคในระบบ SIMS และนำเสนอผลงานในรอบนำเสนอ (รอบชิงชนะเลิศระดับภูมิภาค) โครงการ YSC จะทำการเบิกจ่ายเงินทุนให้แก่นักเรียนตามกำหนด
6. คณะกรรมการพิจารณาผลงานที่ส่งมอบโดยกำหนดให้ผู้พัฒนานำเสนอผลงานที่ศูนย์ประสานงานภูมิภาคต่าง ๆ ในเดือนมกราคม 2570 โดยผลงานที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจะได้รับเงินทุนงวดที่ 2 ดังนี้
 - a. โครงงานรางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาค ได้รับทุนสนับสนุนงวดที่ 2 โครงงานละ 9,000 บาท (เก้าพันบาทถ้วน) โดยแบ่งจ่ายให้นักเรียน 7,200 บาท (เจ็ดพันสองร้อยบาทถ้วน) อาจารย์ที่ปรึกษา 1,800 บาท (หนึ่งพันแปดร้อยบาทถ้วน) พร้อมใบประกาศนียบัตรรางวัลชนะเลิศ ระดับภูมิภาค
 - b. โครงงานรางวัลรองชนะเลิศระดับภูมิภาค ได้รับทุนสนับสนุนงวดที่ 2 โครงงานละ 7,000 บาท (เจ็ดพันบาทถ้วน) โดยแบ่งจ่ายให้นักเรียน 5,600 บาท (ห้าพันหกร้อยบาทถ้วน) อาจารย์ที่ปรึกษา 1,400 บาท (หนึ่งพันสี่ร้อยบาทถ้วน) พร้อมใบประกาศนียบัตรรางวัลรองชนะเลิศ ระดับภูมิภาค
7. นักเรียนที่โครงงานได้รับรางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาค และได้รับคัดเลือกให้เข้าร่วมการประกวดรอบชิงชนะเลิศ ต้องทำการพัฒนาโครงงานต่อให้สมบูรณ์มากที่สุด และจัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ (ไฟล์ pdf) พร้อมบทคัดย่อทั้งไทย และอังกฤษ ในระบบ SIMS และเตรียมรายงานฉบับสมบูรณ์จำนวน 1 ชุด (ดูรายละเอียดในหัวข้อ “การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์”) ผ่านระบบออนไลน์ SIMS ที่ <https://www.nstda.or.th/sims/login/> พร้อมทั้งนำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ แบบฟอร์มประกอบการแข่งขัน (แบบฟอร์มพิเศษและเอกสารอื่น ๆ) ตามกำหนด มาส่ง ณ จุดรับรายงานฉบับสมบูรณ์ ภายในงานประกวดผลงานรอบชิงชนะเลิศ
8. จัดประกวดผลงานรอบชิงชนะเลิศ โดยผู้พัฒนาโครงงานซึ่งได้รับรางวัลที่ 1 สาขา หรือรางวัลที่ 2 สาขา จะได้รับสิทธิในการคัดเลือกให้ร่วมเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์นานาชาติ

หมายเหตุ: ทุนสนับสนุนการพัฒนาผลงานรอบนำเสนอผลงาน เงินรางวัลจะแบ่งเป็น 2 ส่วนโดยมอบให้นักเรียน 80% และอาจารย์ที่ปรึกษา 20% โดยมหาวิทยาลัยศูนย์ประสานงานจะเบิกจ่ายทุนสนับสนุนการพัฒนาผลงานรอบนำเสนอผลงานให้หลังจากที่โครงการ YSC ได้รับเงินสนับสนุนจากผู้สนับสนุนของโครงการแล้ว ซึ่งส่งผลให้ผู้พัฒนาอาจได้รับเงินดังกล่าวภายหลังจากการประกวดรอบชิงชนะเลิศแล้วเสร็จ ทั้งนี้ รางวัลและเงินรางวัลอาจมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง โดยทางโครงการ YSC จะแจ้งให้ทราบอีกครั้ง

การจัดแสดงผลงาน

สิ่งที่ใช้ในการนำเสนอ/จัดแสดงผลงาน รอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค)

1. บอร์ดนำเสนอผลงานที่เป็นไปตามขนาดที่กำหนด และตามกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน
2. สิ่งอื่น ๆ ที่อนุญาตให้แสดงบนโต๊ะนำเสนอผลงาน และเป็นไปตามกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน

สิ่งที่ใช้ในการนำเสนอ/จัดแสดงผลงาน รอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ)

1. บอร์ดนำเสนอผลงานที่เป็นไปตามขนาดที่กำหนด และตามกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน
2. สิ่งอื่น ๆ ที่อนุญาตให้แสดงบนโต๊ะนำเสนอผลงาน และเป็นไปตามกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน
3. **บทคัดย่อบนกระดาษขนาด A4** ที่มีการกรอกรายละเอียดเป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบอักษร TH SarabunPSK ขนาด 15 points และมีการใส่ช่องถนัดเอกสาร เพื่อจัดแสดงที่โต๊ะนำเสนอผลงาน สามารถทำสำเนาได้สูงสุดภาษาละ 10 แผ่น
หมายเหตุ: สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มบทคัดย่อไฟล์ ได้ที่เว็บไซต์โครงการ YSC (<https://www.nstda.or.th/ysc>) หรือระบบ SIMS (<https://www.nstda.or.th/sims>) และสามารถดูตัวอย่างฟอร์มบทคัดย่อ ได้ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม
4. **รูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ 1 เล่ม** โดยนำมาส่ง ณ จุดรับรายงานฉบับสมบูรณ์ ภายในงานประกวด
5. **เอกสารแบบฟอร์มขออนุญาตยินยอมการทดลองกับผู้เข้าร่วมการทดลองที่มีการกรอกรายละเอียด (หากมี)** โดยเตรียมไว้ในแฟ้มเอกสารแต่ไม่ต้องจัดแสดงต่อสาธารณะ (สามารถใช้แบบฟอร์มตัวอย่างที่ไม่มีการกรอกรายละเอียดได้)

กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน

1. ในกรณีที่เป็นโครงการต่อเนื่อง **ผลงานที่จัดแสดงต้องเป็นงานในปีนั้นเท่านั้น**
2. **หลีกเลี่ยงการแสดงผลงานที่เป็นความลับของโครงการ** หรือเป็นส่วนที่เตรียมใช้ในการจดสิทธิบัตร/การตีพิมพ์วารสารงานวิจัย พึงระลึกเสมอว่า ข้อมูลที่แสดงทั้งหมดต้องสามารถเผยแพร่ให้กรรมการและผู้ชมได้
3. ภาพถ่าย/ภาพ/แผนภูมิ/ตาราง/โลโก้ที่สร้างโดยนักเรียน/และ หรือกราฟใด ๆ **ต้องไม่เป็นการล่วงละเมิดหรือไม่เหมาะสม** (ซึ่งรวมถึงภาพ/ภาพถ่าย ที่แสดงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหรือสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง/มนุษย์ในสถานการณ์การผ่าตัด การฆ่าแหว่งที่เน่าเปื่อย หรือสถานการณ์ที่สร้างความทุกข์ทรมาน)
4. **ต้องให้เครดิตกราฟิก/ภาพถ่าย/รูปภาพ/แผนภูมิ/ตาราง/โลโก้ โดย**
 - a. กราฟิกทั้งหมดที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง **ต้องมีการอ้างอิงที่ถูกต้องตามเฉพาะที่ (individually)** โดยระบุข้อความ เช่น
 - i. “ภาพถ่ายโดยนักเรียนผู้จัดทำ” (“Photo taken by authors”)
 - ii. “รูปภาพสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำโดยใช้...” (“Image created by Finalist using ...”)
 - iii. “กราฟสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำโดยใช้...” (“Graph created by Finalist using ...”)
 - iv. “แผนภูมิสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำโดยใช้...” (“Chart created by Finalist using ...”)
 - v. “ตารางสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำ” (“Data Table created by Finalist”)
 - vi. “โลโก้สร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำ” (“Logo created by Finalist”)
 - b. กราฟิกทั้งหมดที่ไม่ได้สร้างโดยนักเรียน **ต้องมีการอ้างอิงที่ถูกต้องตามเฉพาะที่ (แนะนำให้ใช้รูปแบบ APA)**
 - i. หากกราฟิกนั้นนำมาจากอินเทอร์เน็ต จะต้องระบุ URL แบบเต็ม (หรือใช้ Digital Object Identifier - DOI แทน URL ยาว ๆ ได้)

- ii. การให้เครดิตนี้เป็นสิ่งจำเป็น แม้ว่าลิขสิทธิ์ของแหล่งข้อมูลนั้นจะไม่ได้กำหนดให้ต้องให้เครดิตก็ตาม

c. การอ้างอิงต้องปรากฏอยู่ถัดจากกราฟิก หรือแสดงในส่วนของเอกสารอ้างอิงที่ปรากฏในสื่อนำเสนอ

หมายเหตุ: โปรดศึกษาวิธีการระบุเครดิตที่หัวข้อ “การระบุเครดิตกราฟิก (ภาพถ่าย/รูปภาพ/แผนภูมิ/กราฟ/ตาราง/โลโก้)”

5. การแสดงภาพของผู้อื่น ต้องมีแบบฟอร์มการอนุญาตภาพถ่าย/วิดีโอที่มีลายเซ็นอยู่ในสมุดบันทึกแสดง ณ บูรณาสื่อโครงการ แบบฟอร์มการอนุญาตที่ลงนามเหล่านี้ ต้องมีให้ตรวจสอบ

ข้อความตัวอย่าง: “ฉันยินยอมให้ใช้ภาพ (ภาพถ่าย วิดีโอ ฯลฯ) ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของฉัน/บุตรหลานของฉันในการศึกษานี้” (“I consent to the use of visual images (photos, videos, etc.) involving my participation/my child’s participation in this research.”)

6. สิ่งอื่น ๆ ที่อนุญาตให้แสดงบนโต๊ะนำเสนอผลงาน มีดังต่อไปนี้

- สไลด์นำเสนอผลงาน ที่เป็นไปตามกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงานข้อ 1-5
- สิ่งที่ใช้ประกอบนำเสนอผลงานที่ส่งให้กับโครงการ YSC ได้แก่ วิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน ที่เป็นไปตามกฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงานข้อ 1-5
- วัตถุหรือสิ่งของประกอบการนำเสนออื่น ๆ ที่ไม่ขัดกับข้อ 7 และ 8
- เล่มรายงานที่จัดส่งให้กับโครงการ
- เอกสารวารสารทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ทั้งที่เป็นของตนเอง หรืองานวิจัยที่ใช้อ้างอิง
- เอกสารสำหรับการแจกจ่าย เช่น โบรชัวร์ หนังสือเล่มเล็ก (booklet)
- การอ้างอิงสถาบันของอาจารย์ที่ปรึกษา การใช้โลโก้หรือตราสัญลักษณ์ของหน่วยงาน/สถาบันที่เกี่ยวข้องกับผู้พัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา นักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

7. สิ่งที่ไม่อนุญาตให้แสดงบนโต๊ะนำเสนอผลงาน มีดังต่อไปนี้

- ประกาศนียบัตร โล่รางวัล หรือเหรียญรางวัลใด ๆ ยกเว้นเหรียญศิษย์เก่า YSC Alumni แต่สำหรับโล่รางวัลที่ได้รับจากโครงการ YSC นั้นไม่อนุญาต
- ที่อยู่ทางบ้าน เว็บไซต์ อีเมล โซเชียลมีเดีย QR code หมายเลขโทรศัพท์/โทรสาร สิ่งที่ไม่อนุญาตให้แสดง คือ ที่อยู่โรงเรียนที่ปรากฏในบทความย่อ บอร์ดนำเสนอผลงาน หรือสิ่งที่ใช้ประกอบนำเสนอผลงาน (วิดีโอ แผนภูมิ Quad Chart และวิดีโอสาธิตผลงาน)
- สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของผู้อื่น ๆ ที่มีใช้เป็นผู้พัฒนาคนใดคนหนึ่ง
- แบบฟอร์มขออนุญาตยินยอมการทดลองกับผู้เข้าร่วมการทดลอง ที่มีการกรอกรายละเอียดโดยผู้เข้าร่วมแล้ว
- รูปภาพ/วิดีโอของผู้อื่นที่ไม่ได้รับการยินยอม/ขออนุญาตเพื่อทำการเผยแพร่

8. ห้ามจัดแสดงวัตถุ ณ บูรณาสื่อโครงการ ดังต่อไปนี้ (โปรดพิจารณาการแสดงผลของต้องห้าม ผ่านการถ่ายภาพและ/หรือวิดีโอ)

- สิ่งมีชีวิตประเภทจุลชีพ (สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก) ที่เป็นอันตรายหรือก่อโรค รวมถึงเชื้อดื้อยา
- สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือใหญ่ (ทั้งมีกระดูกสันหลังหรือไม่มีกระดูกสันหลัง) ที่ไม่ปลอดภัย
- สัตว์สงวนที่มีกระดูกสันหลังหรือไม่มีกระดูกสันหลัง
- ชิ้นส่วนของมนุษย์/สัตว์หรือของเหลวหรือสารคัดหลั่งในร่างกาย (เช่น เลือด ปัสสาวะ)
- สารเคมีที่เป็นอันตราย รวมถึงน้ำ (ในปริมาณมาก)

- f. สารชีวภาพ (Biological agents) ที่สามารถใช้ทำเป็นอาวุธได้
- g. สารหรืออุปกรณ์ที่เป็นอันตรายทั้งหมด (ตัวอย่าง: ยาพิษ ยาเสพติด สุรา/เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อาวุธปืน กระสุน อาวุธและสารพิษชีวภาพ (Biological and toxin weapons) เป็นต้น)
- h. รายการที่อาจมี/เคยมี/เคยสัมผัสกับสารหรือสารเคมีที่เป็นอันตราย (ข้อยกเว้น: รายการอาจได้รับอนุญาตหากมีการทำความสะอาดโดยผู้เชี่ยวชาญและมีเอกสารสำหรับการทำความสะอาดดังกล่าว)
- i. ของมีคมที่ก่อให้เกิดอันตรายได้ (เช่น เข็ม มีด เศษแก้ว)
- j. เปลวไฟและวัตถุไวไฟสูง
- k. ไม้ธนูธนูอุปกรณ์ที่มีฉนวนไม่เพียงพอ ซึ่งสามารถสร้างอุณหภูมิที่เป็นอันตรายได้
- l. สิ่งของจัดแสดงใด ๆ ที่ทำให้เสียสมาธิ (เช่น เสียง แสง กลิ่น เป็นต้น)
- m. สิ่งของจัดแสดงใด ๆ ที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าบริเวณบูธนำเสนอ หรือรบกวนพื้นที่การนำเสนอผลงาน

9. ระเบียบการใช้ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้

- a. ไฟฟ้าที่จ่ายให้บริเวณการจัดแสดงผลงาน คือ ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ขนาดแอมแปร์สูงสุดของวงจร/วัตต์ (กำลังไฟ) สูงสุดที่สามารถใช้งานได้ จะขึ้นอยู่กับความจุของวงจรไฟฟ้าของบริเวณที่ใช้จัดแสดงผลงาน
- b. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาจัดแสดงจะต้องปิดสนิท ไม่มีชิ้นส่วนใด ๆ ที่นำกระแสไฟฟ้า ชิ้นส่วนโลหะภายนอกที่นำกระแสไฟฟ้าต้องต่อสายดิน
- c. สายไฟ สวิตช์ และชิ้นส่วนโลหะต้องมีฉนวนและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟเกิน (เช่น ฟิวส์) ที่เพียงพอ และต้องไม่สามารถเข้าถึงได้โดยบุคคลอื่นนอกเหนือจากผู้เข้าประกวด อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโลหะที่เปิดเผยซึ่งอาจได้รับพลังงานเมื่อมีการสัมผัส จะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าหรือด้วยกล่องโลหะที่ต่อสายดินเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ
- d. งดใช้ไฟตกแต่งหรือแสงสว่าง หากใช้ไฟจะต้องมีแรงดันไฟฟ้าต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และต้องเป็นไฟ LED ที่ไม่สร้างความร้อน ห้ามใช้หลอดไส้และหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อผู้เข้าประกวดไม่อยู่ที่นิทรรศการ จะต้องตัดการเชื่อมต่อไฟฟ้าทั้งหมด หรือต้องปิดสวิตช์ (ข้อยกเว้น: ในระหว่างการแสดงภาพและเสียงอาจใช้งานได้)
- e. จำเป็นต้องมีปลอกหุ้มฉนวน ณ จุดที่มีการเชื่อมสายไฟ
- f. ไม่อนุญาตให้ใช้วงจรที่มีกระแสไฟฟ้าเกิน 36 โวลต์
- g. ต้องมีสวิตช์เปิด/ปิดที่เข้าถึงได้และมองเห็นได้ชัดเจน หรือวิธีอื่นในการตัดการเชื่อมต่ออย่างรวดเร็วจากแหล่งจ่ายไฟ

10. ข้อบังคับเกี่ยวกับเลเซอร์/ตัวชี้เลเซอร์ มีดังต่อไปนี้

- a. อนุญาตให้ใช้เลเซอร์คลาส 1, คลาส 2, คลาส 3A หรือคลาส 3R ได้ โดยใช้อย่างมีความรับผิดชอบ ห้ามใช้หรือแสดงเลเซอร์อื่นใดนอกเหนือจากคลาสดังกล่าว
- b. ลำแสงเลเซอร์จะต้องไม่ผ่านเลนส์ขยาย เช่น กล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์
- c. อุปกรณ์เลเซอร์จะต้องติดฉลากเพื่อให้สามารถตรวจสอบกำลังไฟฟ้าได้ ไม่อนุญาตให้ใช้เลเซอร์ที่ไม่มีฉลาก
- d. ไม่อนุญาตให้ใช้เลเซอร์แบบมือถือ (handheld laser)

คำแนะนำการจัดแสดงผลงาน

1. ผู้พัฒนาต้องสามารถให้ความรู้และดึงดูดให้ผู้อื่นสนใจ สามารถทำให้กรรมการและผู้สนใจเข้าใจการค้นคว้า และผลการทดลองของตน
2. ใช้ข้อความและพื้นที่เพื่อการจัดแสดงที่สั้นและเข้าใจง่าย หัวข้อควรชัดเจนเด่นชัด กราฟและแผนภูมิต้องชัดเจนและอ้างอิงให้ถูกต้อง
3. ชื่อโครงงานที่ดี ชื่อโครงงานมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดึงดูดความสนใจ ชื่อโครงงานที่ดีควรบ่งบอกถึงการศึกษาของเราอย่างถูกต้องและเรียบง่าย ชื่อโครงงานควรดึงดูดให้ผู้อื่นต้องการเรียนรู้มากขึ้นเกี่ยวกับโครงงานของเรา
4. เป็นระเบียบ การจัดแสดงผลงานควรเรียงลำดับอย่างมีเหตุผลและอ่านง่าย ผู้ชมควรสามารถเห็นชื่อโครงงาน การทดลอง ผลการทดลอง และสรุปผลได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว เมื่อจัดเตรียมบอร์ดควรจินตนาการว่า เราได้เห็นบอร์ดเป็นครั้งแรก
5. ดึงดูดสายตา จัดบอร์ดให้โดดเด่น ใช้หัวเรื่อง แผนภูมิและกราฟที่กระชับและมีสีสันเพื่อจัดแสดงโครงงาน ควรใส่ใจเป็นพิเศษในการระบุชื่อและอ้างอิงกราฟ แผนภูมิ และตาราง ผู้ชมควรสามารถเข้าใจสิ่งที่จัดแสดงโดยไม่ต้องอาศัยคำอธิบายเพิ่มเติม

การระบุเครดิตกราฟิก (ภาพถ่าย/รูปภาพ/แผนภูมิ/กราฟ/ตาราง/โลโก้)

สำหรับวิธีการระบุเครดิตกราฟิก ได้แก่ ภาพถ่าย รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ ตาราง และโลโก้ ได้มีการปรับปรุงในการประกวดในเวที Regeneron ISEF 2025 โดยต้องระบุตามเฉพาะที่ทั้งกราฟิกที่สร้างขึ้นเองและไม่ได้สร้างขึ้นเอง

1. กราฟิกทั้งหมดที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง ต้องมีการอ้างอิงที่ถูกต้องตามเฉพาะที่ (**individually**) โดยระบุข้อความ เช่น
 - a. “ภาพถ่ายโดยนักเรียนผู้จัดทำ” (“Photo taken by authors”)
 - b. “รูปภาพสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำโดยใช้...” (“Image created by Finalist using ...”)
 - c. “กราฟสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำโดยใช้...” (“Graph created by Finalist using ...”)
 - d. “แผนภูมิสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำโดยใช้...” (“Chart created by Finalist using ...”)
 - e. “ตารางสร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำ” (“Data Table created by Finalist”)
 - f. “โลโก้สร้างโดยนักเรียนผู้จัดทำ” (“Logo created by Finalist”)
2. กราฟิกทั้งหมดที่ไม่ได้สร้างโดยนักเรียน ต้องมีการอ้างอิงที่ถูกต้องตามเฉพาะที่ (แนะนำให้ใช้รูปแบบ APA)
 - a. หากกราฟิกนั้นนำมาจากอินเทอร์เน็ต จะต้องระบุ URL แบบเต็ม (หรือใช้ Digital Object Identifier - DOI แทน URL ยาว ๆ ได้)
 - b. การให้เครดิตนี้เป็นสิ่งจำเป็น แม้ว่าลิขสิทธิ์ของแหล่งข้อมูลนั้นจะไม่ได้กำหนดให้ต้องให้เครดิตก็ตาม
3. การอ้างอิงต้องปรากฏอยู่ถัดจากกราฟิก หรือแสดงในส่วนของเอกสารอ้างอิงที่ปรากฏในสื่อนำเสนอ

ตัวอย่างการระบุเครดิตกราฟิก แบบที่ 1:

กราฟิกที่ได้รับจากอินเทอร์เน็ตภายใต้ใบอนุญาต Creative Commons (CC 2.0)

หมายเหตุ: รูปแบบของภาพและการอ้างอิงด้านล่างนี้อ้างอิงจาก แนวทางการอ้างอิงคลิปอาร์ตหรือภาพสต็อกจาก APA ซึ่งสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่:

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples/clip-art-references>

A) การระบุอ้างอิง โดยถัดจากภาพ



Figure 1: Lava the sled dog.

Note. From Lava [Photograph], by Denali National Park and Preserve, 2013, Flickr (<https://www.flickr.com/photos/denalinps/8639280606/>). CC BY 2.0.

B) การระบุอ้างอิง โดยใช้รายการอ้างอิง



Figure 1: Lava the sled dog. [1]

Graphic Reference List:

[1] Denali National Park and Preserve. (2013). Lava [Photograph]. Flickr.
<https://www.flickr.com/photos/denalinps/8639280606/>

ตัวอย่างการระบุเครดิตกราฟิก แบบที่ 2:

ภาพถ่าย/รูปภาพ/แผนภูมิ/กราฟ/ตาราง/ไลโก์ ที่สร้างขึ้นเองโดยนักเรียน

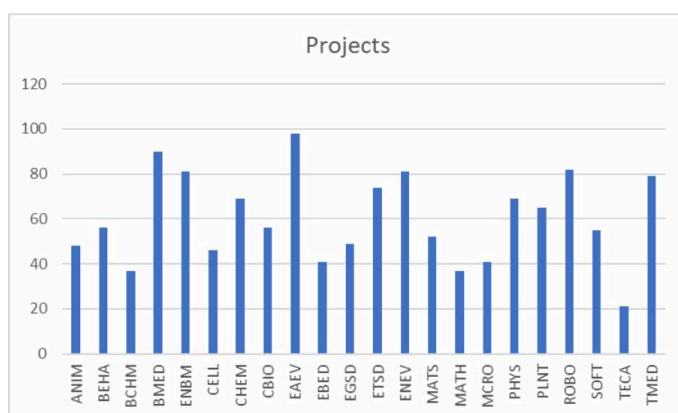


Figure 1: Number of projects per ISEF category.

Graph created by finalist, 2024.

ตัวอย่างการระบุเครดิตกราฟิก แบบที่ 3:

กราฟิกที่สร้างโดยนักเรียนโดยใช้ Canva/BioRender/Microsoft PowerPoint/R/ซอฟต์แวร์ third-party ใด ๆ

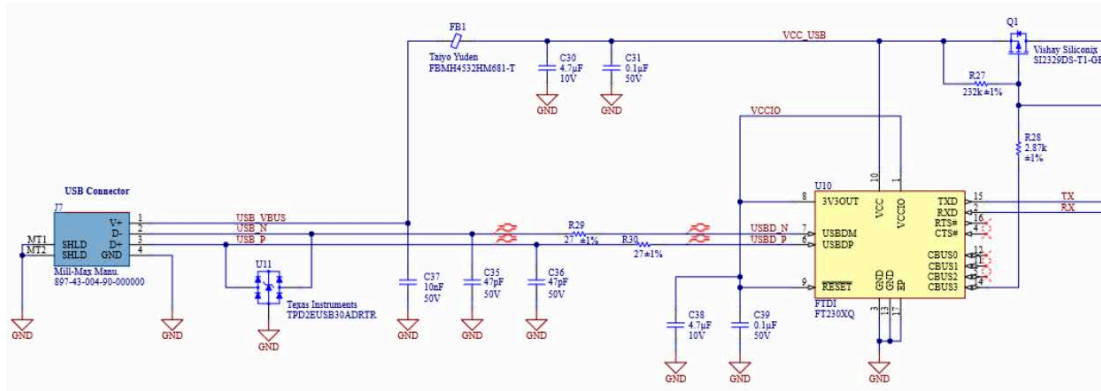


Figure 1: Schematic of USB Interface

Graphic created by finalist using Altium Designer, 2024.

ตัวอย่างการระบุเครดิตกราฟิก แบบที่ 4:

ภาพถ่ายของตัวเองที่ถ่ายโดยนักเรียน โดยใช้ขาตั้งกล้องและตั้งเวลาถ่ายภาพ

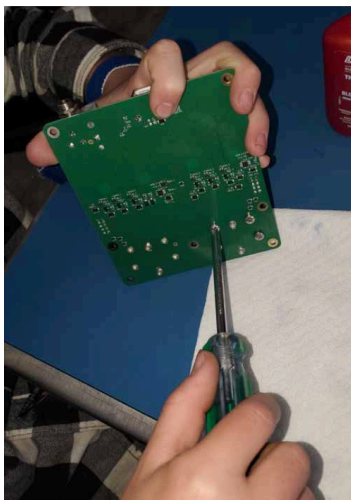


Figure 1: Finalist Assembling Circuit Board

Image taken by finalist, 2024.

ตัวอย่างการระบุเครดิตกราฟิก แบบที่ 5:

ภาพถ่ายของทีม ถ่ายโดยบุคคลอื่น



Figure 1: Finalists Building Electronics Interface Unit

Image taken of finalists by finalist's parent, John Doe, 2024.

อ้างอิง:

<https://sspcdn.blob.core.windows.net/files/Documents/SEP/ISEF/2025/Fair-Network/DS-Graphic-Credit-Guidance.pdf>

รูปแบบการจัดแสดงผลงานและการนำเสนอ

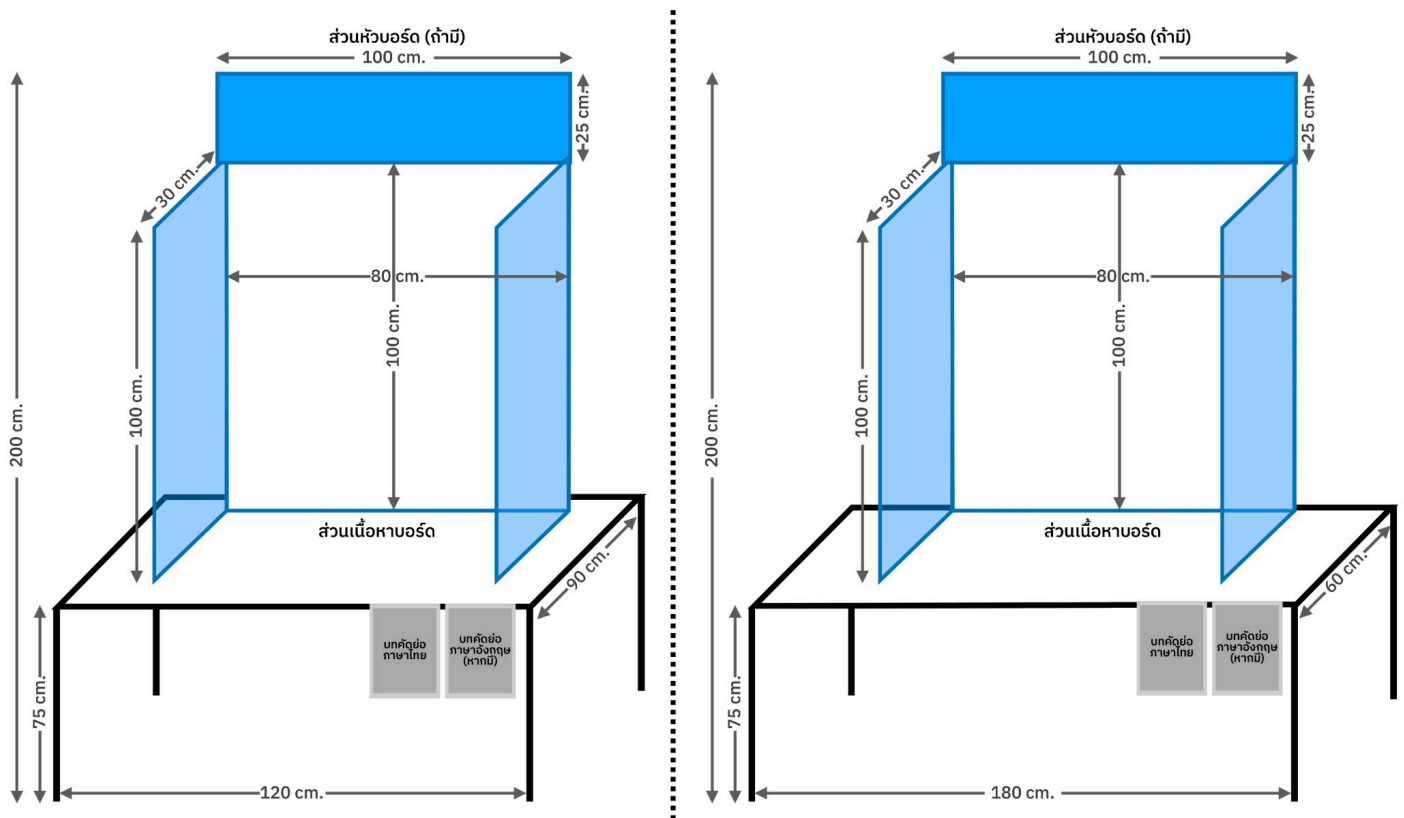
รูปแบบการจัดแสดงผลงาน

บอร์ดนำเสนอผลงาน

1. ขนาดส่วนเนื้อหาบอร์ด ต้องไม่เกิน 140 x 100 cm. (หรือ 3968 x 2834 px @72dpi) หรือสามารถจัดทำเป็น 3 ส่วน ดังนี้
 - a. ด้านซ้าย ขนาด 30 x 100 cm. (หรือ 850 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - b. ตรงกลาง ขนาด 80 x 100 cm. (หรือ 2268 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
 - c. ด้านซ้าย ขนาด 30 x 100 cm. (หรือ 850 x 2834 px @72dpi) จำนวน 1 ชิ้น
2. หากต้องการทำส่วนหัวบอร์ด สำหรับบอกรายละเอียดชื่อโครงการ ชื่อผู้พัฒนา โรงเรียน และชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สามารถจัดทำได้ โดยใช้ขนาด 100 x 25 cm. (หรือ 2834 x 709 px @72dpi)

โต๊ะแสดงผลงาน

1. โต๊ะสีขาวมาตรฐาน ขนาด กว้าง 120 cm. สูง 75 cm หรือ ลึก 90 cm หรือ กว้าง 180 cm. สูง 75 cm และลึก 60 cm (ทั้งนี้ขนาดของโต๊ะอาจมีการเปลี่ยนแปลง โดยขึ้นอยู่กับการจัดเตรียมของศูนย์ประสานงานและเวทีการประกวด)
2. ผ้าคลุมโต๊ะ และเก้าอี้จำนวน 3 ตัว (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดเตรียมของศูนย์ประสานงานและเวทีการประกวด)
3. แสดงบอร์ดนำเสนอผลงาน บทคัดย่อบนกระดาษขนาด A4 ที่มีการกรอกรายละเอียดเป็นภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ สามารถทำสำเนาได้สูงสุดภาษาละ 10 แผ่น โดยบทคัดย่อมีการใส่ในซองถนอมเอกสาร (รบกวนให้ผู้เข้าร่วมการประกวดเตรียมซองถนอมเอกสาร และอุปกรณ์ติดตั้ง เช่น หมุดเย็บกระดาษ หรือ โฟมกาบสองหน้า มาด้วยตนเอง)
4. สามารถแสดงผลงานและสิ่งของต่าง ๆ ตามที่ระบุใน “กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน”
5. ขนาดความสูงโดยรวมของบริเวณจัดแสดงผลงาน ต้องไม่เกิน 200 cm.



รูปแบบการนำเสนอ

เป็นการนำเสนอในรูปแบบการสัมมนาโดยใช้โปสเตอร์ (poster presentation) โดยใช้โปสเตอร์/บอร์ดนำเสนอผลงานเป็นหลัก โดยสามารถใช้อุปกรณ์/สิ่งของอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อประกอบการนำเสนอ โดยต้องเป็นไปตาม “กฎเกณฑ์/กฎระเบียบการแสดงผลงาน” ที่ระบุ ผู้เข้าประกวดมีเวลาในการชี้แจงและตอบข้อซักถามกรรมการไม่เกิน 15 นาที

หลักเกณฑ์การตัดสินโครงงาน

คณะกรรมการตัดสินเน้นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1. สำหรับรอบข้อเสนอโครงการ เน้นการพิจารณาข้อเสนอโครงการที่จะดำเนินการศึกษา **ไม่ใช้การพิจารณาผลงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือลงมือทำการทดลองแล้ว**
2. สิ่งที่ผู้พัฒนาได้ทำในปีนี้ หรือมีการพัฒนาการต่อยอดจากโครงงานเดิม ทางโครงการจะพิจารณาเฉพาะเนื้อหาในส่วนที่พัฒนาเพิ่มในรอบการประกวด YSC ปีนี้
3. ผู้พัฒนาได้ทำตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/วิศวกรรมได้ดีเพียงใด
4. มีการออกแบบขั้นตอนในการทดลองหรือใช้วิธีการที่เหมาะสมหรือไม่
5. รายละเอียดและความถูกต้องของงานวิจัยตามที่ออกแบบ และบันทึกในสมุดบันทึกข้อมูลโครงงาน
6. ผู้พัฒนามีแนวทางในการพัฒนาผลงานที่ช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจ ชุมชน สังคม สิ่งแวดล้อม หรือนำผลงานที่ได้ไปต่อยอดและ/หรือใช้งานจริงหรือไม่

คณะกรรมการพิจารณาคัดเลือกโครงงานที่มีการออกแบบการทดลองคิดค้นอย่างดี มีนัยสำคัญและผลกระทบต่อสาขาที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนมีความละเอียดรอบคอบ นอกจากนี้คณะกรรมการให้ความสำคัญกับผู้พัฒนาที่สามารถพูดถึงผลงานของตนได้อย่างมั่นใจเต็มที่ ไม่ควรท่องจำบทพูด ผู้พัฒนาควรแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในโครงงานของตนเอง ตั้งแต่ต้นจนจบ คณะกรรมการอาจสอบถามเพื่อทดสอบความรู้สึกซึ่งในโครงงาน เช่น บทบาทของแต่ละคนในการทำโครงงาน สิ่งที่ยังไม่ได้ทำ และงานที่จะพัฒนายอดในอนาคต เป็นต้น

เกณฑ์ในการตัดสินรอบคัดเลือกข้อเสนอโครงการ

หลักเกณฑ์	โครงงานวิทยาศาสตร์	โครงงานวิศวกรรมศาสตร์
การกำหนดปัญหาและความสำคัญของโครงงาน (Problem Formulation and Significance) 15 คะแนน	ปัญหาการวิจัย (Research Problem): ระบุปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการอย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง	ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem): กำหนดปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการได้อย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง และขอบเขตของการใช้งาน
	ช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัย (Research/Knowledge Gap): สามารถระบุ "สิ่งที่รู้อยู่แล้ว-สิ่งที่ยังไม่รู้" ที่เป็นการเพิ่มคุณค่าทางวิชาการในสาขาหรือมีศักยภาพต่อการประยุกต์ใช้	ความต้องการและข้อจำกัด (Requirements and Limitations): สามารถระบุสิ่งที่ต้องการเพื่อการแก้ไขปัญหา และอธิบายถึงข้อจำกัดที่เกี่ยวข้อง
	เป้าหมายการวิจัย (Research Goal): มีคำถามวิจัย/วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ ระบุสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้หรือระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถทดลองได้	เป้าหมายทางวิศวกรรม (Engineering Goal): มีเป้าหมายที่สามารถวัดผลและสอดคล้องกับปัญหาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด และระบุแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาได้
กรอบแนวคิดโครงงาน (Conceptual Framework) 15 คะแนน	การออกแบบวิธีการทดลอง (Methodology Design): อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการทดลองที่น่าเชื่อถือหรือแบบแผนที่ยอมรับได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ	การออกแบบต้นแบบ (Prototype Design): อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบต้นแบบได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด
	การวางแผนวิจัย (Research Plan): มีการวางแผนการทดลองและวิธีการทดลองได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด	การวางแผนโครงการ (Project Plan): มีการสำรวจทางเลือกต่าง ๆ เพื่อจะตอบโจทย์หรือแก้ไขปัญหาได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด
ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) 30 คะแนน	ความคิดริเริ่ม (Originality): สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทาง/การตีความแบบใหม่ในเรื่องที่มีเอกลักษณ์ ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องเป็นเรื่องใหม่/ไม่เคยมีการศึกษา โดยใช้แนวทางหรือวิธีการจากบริบทอื่น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่สนใจ	

หลักเกณฑ์	โครงงานวิทยาศาสตร์	โครงงานวิศวกรรมศาสตร์
	ความคิดแปลกใหม่ (Novelty): สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทางใหม่ โดยยังไม่เคยมีการศึกษา/นำเสนอมาก่อน (know-how) เช่น การค้นพบเทคนิคใหม่ที่มีความเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม ความแปลกใหม่เพียงอย่างเดียวไม่ได้บ่งถึงประโยชน์ การนำไปใช้ได้จริงในบริบท หรือมีผลกระทบ (ดังนั้นต้องมีความคิดริเริ่ม หรือ Originality ด้วย)	
องค์ความรู้ (Knowledge) 10 คะแนน	การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review): มีการอธิบายรายละเอียดเชิงวิพากษ์และ/หรือเชิงตรรกะที่ได้จากงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้าหรือจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ต้องการนำเสนอ นอกจากนี้อาจมีการอธิบายความน่าสนใจในมุมมองที่แตกต่างกัน ความถูกต้อง หรือความคิดเห็นเชิงเปรียบเทียบกับหลักฐาน	
ผลกระทบและผลที่คาดว่าจะได้รับ (Potential Impact and Expected Results) 10 คะแนน	โครงการคาดว่าจะสามารถสร้างผลกระทบหรือมีศักยภาพในการต่อยอดเพื่อนำไปสู่การใช้งานจริงได้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถพิจารณาได้จาก 3 ประเด็น คือ ผลผลิต (Output): สิ่งที่จะได้เป็นชิ้นเป็นอันจากโครงการวิจัย โดยสามารถที่จะให้ผลงานที่มีคุณค่า และตอบโจทย์ตามเป้าหมายของโครงการ ผลลัพธ์ (Outcome): ผลที่เกิดขึ้นที่สามารถต่อยอดขยายออกไปจากงาน โดยสามารถที่จะสร้างความแตกต่างหรือสร้างความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นให้กับสาขาวิจัย และสามารถเผยแพร่หรือต่อยอดได้ ผลกระทบ (Impact): ประโยชน์ที่เกิดขึ้นหรือการพัฒนาที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากผลผลิตและผลลัพธ์ โดยสามารถที่จะสร้างประโยชน์ที่มีผลกระทบต่อการวิทยาศาสตร์ หรือก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ที่ดีต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	
การจัดทำข้อเสนอโครงการ (Proposal) 20 คะแนน	หัวข้อ (Title) และบทคัดย่อ/บทสรุป (Abstract/Synopsis): มีความชัดเจน และเที่ยงตรง โดยสามารถบอกถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของโครงการ สรุปวิธีการที่ใช้ และอธิบายสิ่งที่คาดว่าจะค้นพบที่สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ	
	องค์ประกอบของข้อเสนอโครงการ (Proposal Components): มีเนื้อหา/หัวข้อต่าง ๆ ครบถ้วนตามรูปแบบของข้อเสนอโครงการ สามารถอ่านแล้วเข้าใจเป็นอย่างดีว่าเป้าหมายของโครงการคืออะไร	
	การจัดเรียงเนื้อหาและภาษาการเขียน (Content Organization and Writing Style): มีรูปแบบการจัดเรียงเนื้อหาและใช้ภาษาการเขียนได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์และตามหลักวิชาการ ใช้คำศัพท์เทคนิคได้เหมาะสม และสามารถนำเสนอเนื้อหาได้เป็นไปตามลำดับ ทำให้ติดตามและเข้าใจได้ง่าย	
	แหล่งอ้างอิง (References): มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ และถูกต้องตามหลักวิชาการ	

คำอธิบายเกณฑ์การตัดสินรอบข้อเสนอโครงการ

1. การกำหนดปัญหาและความสำคัญของโครงงาน (Problem Formulation and Significance) – 15 คะแนน

พิจารณาถึงการระบุปัญหาและความสำคัญของการศึกษา กล่าวคือ เหตุใดการศึกษาในโครงงานนี้จึงมีความสำคัญ อธิบายให้เห็นถึงที่มาและบริบทที่เกี่ยวข้อง ชี้ชัดให้เห็นว่าปัญหาหรือข้อจำกัดใดในองค์ความรู้หรือการประยุกต์ใช้ที่ยังไม่ถูกเติมเต็ม/ตอบสนอง และนำไปสู่การตั้งคำถามวิจัยและวัตถุประสงค์ของการศึกษา และหากโครงการประสบความสำเร็จจะเกิดการเปลี่ยนแปลง/พัฒนาที่มีคุณค่าอะไรบ้าง โดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อมูลสนับสนุนว่าเรื่องดังกล่าวมีผลกระทบทางวิชาการ เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อมอย่างไร

กรณีเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ (โครงงานประเภททดลอง) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ปัญหาการวิจัย (Research Problem):** ระบุปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการอย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง
- **ช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัย (Research/Knowledge Gap):** สามารถระบุ "สิ่งที่รู้อยู่แล้ว-สิ่งที่ยังไม่รู้" ที่เป็นการเพิ่มคุณค่าทางวิชาการในสาขาหรือมีศักยภาพต่อการประยุกต์ใช้
- **เป้าหมายการวิจัย (Research Goal):** มีคำถามวิจัย/วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ ระบุสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้หรือระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถทดลองได้

กรณีเป็นโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ (โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem):** กำหนดปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการได้อย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง และขอบเขตของการใช้งาน
- **ความต้องการและข้อจำกัด (Requirements and Limitations):** สามารถระบุสิ่งที่ต้องการเพื่อการแก้ปัญหา และอธิบายถึงข้อจำกัดที่เกี่ยวข้อง
- **เป้าหมายทางวิศวกรรม (Engineering Goal):** มีเป้าหมายที่สามารถวัดผลและสอดคล้องกับปัญหาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด และระบุแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาได้

2. กรอบแนวคิดโครงงาน (Conceptual Framework) – 15 คะแนน

พิจารณาถึงแนวคิดในการออกแบบการทดลอง/ต้นแบบมีความสอดคล้องกับปัญหาหรือเป้าหมายเพียงใด สำหรับโครงงานวิทยาศาสตร์ ต้องวางแผนการทดลองที่สามารถทำซ้ำได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และระบุวิธีการเก็บวัดข้อมูลที่เชื่อถือได้ ขณะที่โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ต้องเสนอแนวคิดในการออกแบบต้นแบบ พร้อมเหตุผลเชิงเทคนิค ขั้นตอนการพัฒนา และแผนการทดสอบ/ประเมินความถูกต้อง

กรณีเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ (โครงงานประเภททดลอง) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **การออกแบบวิธีการทดลอง (Methodology Design):** อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการทดลองที่น่าเชื่อถือหรือแบบแผนที่ยอมรับได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ
- **การวางแผนวิจัย (Research Plan):** มีการวางแผนการทดลองและวิธีการทดลองได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

กรณีเป็นโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ (โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **การออกแบบต้นแบบ (Prototype Design):** อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบต้นแบบได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด
- **การวางแผนโครงการ (Project Plan):** มีการสำรวจทางเลือกต่าง ๆ เพื่อจะตอบโจทย์หรือแก้ไขปัญหาได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

3. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) – 30 คะแนน

พิจารณาถึงแนวคิดแปลกใหม่และแนวคิดริเริ่มของโครงการ รวมถึงวิธีการ กระบวนการ หรือนวัตกรรมที่นำเสนอ สามารถผสมองค์ความรู้ นำเสนอมุมมองปัญหาในรูปแบบใหม่ ๆ หรือสร้างคุณค่าใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏในงานก่อนหน้า นอกจากนี้ยังประเมินถึงขีดความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคนิค เครื่องมือ หรือองค์ความรู้ข้ามสาขาวิชาให้กับโครงการ

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ความคิดริเริ่ม (Originality):** สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทาง/การตีความแบบใหม่ในเรื่องที่มีเอกลักษณ์ ซึ่งอาจไม่ต้องเป็นเรื่องใหม่/ไม่เคยมีการศึกษา โดยใช้แนวทางหรือวิธีการจากบริบทอื่น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่สนใจ
- **ความคิดแปลกใหม่ (Novelty):** สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทางใหม่ โดยยังไม่เคยมีการศึกษา/นำเสนอมาก่อน (know-how) เช่น การค้นพบเทคนิคใหม่ที่มีความเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม ความแปลกใหม่เพียงอย่างเดียวไม่ได้บ่งชี้ถึงประโยชน์ การนำไปใช้ได้จริงในบริบท หรือมีผลกระทบ (ดังนั้นต้องมีความคิดริเริ่ม หรือ Originality ด้วย)

4. องค์ความรู้ (Knowledge) – 10 คะแนน

พิจารณาถึงองค์ความรู้ทางวิชาการทั้งเชิงลึกและเชิงกว้างที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนวรรณกรรม สามารถสรุปสาระสำคัญ ระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของงานเดิม และเชื่อมโยงอย่างมีเหตุผลกับความสำคัญของโครงงานที่นำเสนอ สามารถแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจทางทฤษฎี หลักการ หรือแนวทางปฏิบัติได้อย่างครบถ้วน

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review):** มีการอธิบายรายละเอียดเชิงวิพากษ์และ/หรือเชิงตรรกะที่ได้จากงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้าหรือจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ต้องการนำเสนอ นอกจากนี้ยังมีการอธิบายความน่าสนใจในมุมมองที่แตกต่างกัน ความถูกต้อง หรือความคิดเห็นเชิงเปรียบเทียบกับหลักฐาน

5. ผลกระทบและผลที่คาดว่าจะได้รับ (Potential Impact and Expected Results) – 10 คะแนน

พิจารณาถึงผลผลิต (output) ผลลัพธ์ (outcome) และผลกระทบ (impact) ที่เกิดขึ้นของโครงงาน หากการศึกษานี้ประสบความสำเร็จ อธิบายถึงผลลัพธ์ทั้งเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ อธิบายวิธีการประเมินความสำเร็จ การนำไปใช้ต่อยอด และศักยภาพในการขยายผลต่อผู้ใช้ ชุมชน อุตสาหกรรม หรือวงวิชาการ

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- โครงการคาดว่าจะสามารถสร้างผลกระทบหรือมีศักยภาพในการต่อยอดเพื่อนำไปสู่การใช้งานจริงได้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถพิจารณาได้จาก 3 ประเด็น คือ
 - **ผลผลิต (Output):** สิ่งที่จะได้เป็นชิ้นเป็นอันจากโครงการวิจัย โดยสามารถที่จะให้ผลงานที่มีคุณค่าและตอบโจทย์ตามเป้าหมายของโครงการ
 - **ผลลัพธ์ (Outcome):** ผลที่เกิดขึ้นที่สามารถต่อยอดขยายออกไปจากงาน โดยสามารถที่จะสร้างความแตกต่างหรือสร้างความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นให้กับสาขางานวิจัย และสามารถเผยแพร่หรือต่อยอดได้

- **ผลกระทบ (Impact):** ประโยชน์ที่เกิดขึ้นหรือการพัฒนาที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากผลผลิตและผลลัพธ์ โดยสามารถที่จะสร้างประโยชน์ที่มีผลกระทบต่อวงการวิทยาศาสตร์ หรือก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ที่ดีต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

6. การจัดทำข้อเสนอโครงการ (Proposal) – 20 คะแนน

พิจารณาถึงคุณภาพของเอกสารข้อเสนอโครงการ ความชัดเจน และความเป็นวิชาการ ต้องมีองค์ประกอบครบถ้วน ใช้ภาษา กระชับ เรียบเรียงได้อย่างดี พร้อมการจัดรูปแบบที่อ่านได้ง่าย มีแหล่งข้อมูลอ้างอิงครบถ้วนและถูกต้องตามหลักวิชาการ ข้อเสนอโครงการที่ดีจะช่วยให้กรรมการเห็นศักยภาพของโครงการได้ชัดเจน ลดความคลุมเครือ และสะท้อนความพร้อมของ นักเรียนในการทำโครงงาน

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **หัวข้อ (Title) และบทคัดย่อ/บทสรุป (Abstract/Synopsis):** มีความชัดเจน และเที่ยงตรง โดยสามารถบอกถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของโครงการ สรุปวิธีการที่ใช้ และอธิบายสิ่งที่คาดว่าจะค้นพบที่สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ
- **องค์ประกอบของข้อเสนอโครงการ (Proposal Components):** มีเนื้อหา/หัวข้อต่าง ๆ ครบถ้วนตามรูปแบบของข้อเสนอโครงการ สามารถอ่านแล้วเข้าใจเป็นอย่างดีว่าเป้าหมายของโครงการคืออะไร
- **การจัดเรียงเนื้อหาและภาษาการเขียน (Content Organization and Writing Style):** มีรูปแบบการจัดเรียงเนื้อหาและใช้ภาษาการเขียนได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์และตามหลักวิชาการ ใช้คำศัพท์เทคนิคได้เหมาะสม และสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ไปเป็นตามลำดับ ทำให้ติดตามและเข้าใจได้ง่าย
- **แหล่งอ้างอิง (References):** มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ตรวจสอบย้อนกลับได้ และถูกต้องตามหลักวิชาการ

เกณฑ์ในการตัดสินรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) และรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ)

หลักเกณฑ์	โครงงานวิทยาศาสตร์	โครงงานวิศวกรรมศาสตร์
การกำหนดปัญหาและความสำคัญของโครงงาน (Problem Formulation and Significance) 10 คะแนน	ปัญหาการวิจัย (Research Problem): ระบุปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการอย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง	ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem): กำหนดปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการได้อย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง และขอบเขตของการใช้งาน
	ช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัย (Research/Knowledge Gap): สามารถระบุ "สิ่งที่มีอยู่แล้ว-สิ่งที่ยังไม่รู้" ที่เป็นการเพิ่มคุณค่าทางวิชาการในสาขาหรือมีศักยภาพต่อการประยุกต์ใช้	ความต้องการและข้อจำกัด (Requirements and Limitations): สามารถระบุสิ่งที่ต้องการเพื่อการแก้ไขปัญหา และอธิบายถึงข้อจำกัดที่เกี่ยวข้อง
	เป้าหมายการวิจัย (Research Goal): มีคำถามวิจัย/วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุระบุสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้หรือระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถทดลองได้	เป้าหมายทางวิศวกรรม (Engineering Goal): มีเป้าหมายที่สามารถวัดผลและสอดคล้องกับปัญหาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด และระบุแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาได้
กรอบแนวคิดโครงงาน (Conceptual Framework) 10 คะแนน	การออกแบบวิธีการทดลอง (Methodology Design): อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการทดลองที่น่าเชื่อถือหรือแบบแผนที่ยอมรับได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ	การออกแบบต้นแบบ (Prototype Design): อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบต้นแบบได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด
	การวางแผนวิจัย (Research Plan): มีการวางแผนการทดลองและวิธีการทดลองได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด	การวางแผนโครงการ (Project Plan): มีการสำรวจทางเลือกต่าง ๆ เพื่อจะตอบโจทย์หรือแก้ไขปัญหาได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด
กระบวนการทดลองหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Execution) 20 คะแนน	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process): การทดลองที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์	กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering Process): ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างสมบูรณ์

หลักเกณฑ์	โครงงานวิทยาศาสตร์	โครงงานวิศวกรรมศาสตร์
	การทดลอง (Experiment): มีการทดลองภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่เหมาะสมและเพียงพอ มีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ	การทดสอบต้นแบบ (Testing): ต้นแบบมีการทดสอบภายใต้เงื่อนไขที่หลากหลาย เพียงพอ และอย่างเป็นระบบ
	ผลลัพธ์การทดลอง (Experimental Results): มีการวิเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ผลการทดลองสามารถทำซ้ำได้ และแสดงถึงความถูกต้องและแม่นยำโดยประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติ อย่างเหมาะสม	ผลลัพธ์การทดสอบต้นแบบ (Testing Results): ต้นแบบที่ได้เป็นไปตามที่แนวคิดที่ได้ออกแบบ อาจมีการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติ ได้อย่างเหมาะสม
	การอภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion): มีการอภิปรายและสรุปผลการศึกษาก่อนสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษา และมีจำนวนข้อมูลสนับสนุนที่เหมาะสม	การอภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion): มีการอภิปรายและสรุปผลการศึกษาก่อนสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษา
ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) 20 คะแนน	ความคิดริเริ่ม (Originality): สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทาง/การตีความแบบใหม่ในเรื่องที่มีเอกลักษณ์ ซึ่งอาจไม่ต้องเป็นเรื่องใหม่/ไม่เคยมีการศึกษา โดยใช้แนวทางหรือวิธีการจากบริบทอื่น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่สนใจ	
	ความคิดแปลกใหม่ (Novelty): สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทางใหม่ โดยยังไม่เคยมีการศึกษา/นำเสนอมาก่อน (know-how) เช่น การค้นพบเทคนิคใหม่ที่มีความเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม ความแปลกใหม่เพียงอย่างเดียวไม่ได้บ่งชี้ถึงประโยชน์ การนำไปใช้ได้จริงในบริบท หรือมีผลกระทบ (ดังนั้นต้องมีความคิดริเริ่ม หรือ Originality ด้วย)	
การสัมภาษณ์ (Interview) 25 คะแนน	ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Understanding): เข้าใจหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และเข้าใจถึงการแปลผล ข้อจำกัดของผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลองได้อย่างมีเหตุผล	
	การสื่อสารและการตอบคำถาม (Communication and Answering): สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการนำเสนอตามลำดับ เข้าใจง่าย และชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญได้ชัดเจน สามารถเปลี่ยนช่วงการตอบและส่งต่อระหว่างสมาชิกในทีมได้ราบรื่น ตอบคำถามได้กระชับ ชัดเจน มีลำดับความคิด และสามารถวิเคราะห์ได้ดี	
	การค้นหาและสืบเสาะ (Inquiry and Investigation): มีการศึกษา ค้นหา สร้าง และสืบเสาะ ที่เป็นอิสระด้วยตนเอง โดยมีการให้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่เหมาะสม	

หลักเกณฑ์	โครงงานวิทยาศาสตร์	โครงงานวิศวกรรมศาสตร์
	ผลกระทบ (Potential Impact): ตระหนักและอธิบายได้ว่าผลงานอาจสร้างคุณค่าหรือมีผลกระทบต่อวงการวิทยาศาสตร์ สังคม และ/หรือเศรษฐกิจอย่างไร การต่อยอดงานวิจัย (Further Research): มีแนวทางหรือสมมติฐานสำหรับการต่อยอดงานวิจัย/โครงการที่มีคุณภาพ และสอดคล้องกับหลักฐานที่มี การมีส่วนร่วม (Participation): สมาชิกทุกคนมีบทบาทและความรับผิดชอบชัดเจน เข้าใจทั้งภาพรวมและรายละเอียดของโครงงาน และสามารถตอบคำถามในส่วนที่เกี่ยวข้องได้ (ในกรณีทำงานเป็นทีม)	
การนำเสนอโปสเตอร์และเอกสารประกอบ (Poster Presentation and Documents) 10 คะแนน	การจัดเรียงเนื้อหาและภาษาการเขียน (Content Organization and Writing Style): มีรูปแบบการจัดเรียงเนื้อหาและใช้ภาษาการเขียนได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์และตามหลักวิชาการ ใช้คำศัพท์เทคนิคได้เหมาะสม และสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ไปเป็นตามลำดับ ทำให้ติดตามและเข้าใจได้ง่ายสำหรับรายงานและเอกสารประกอบการส่งอื่น ๆ มีการจัดทำตามแบบฟอร์มหรือตามรูปแบบที่กำหนด	
	การแสดงผลและการออกแบบ (Visualization and Design): สามารถใช้รูปภาพ กราฟ ได้ถูกต้อง มีคำอธิบายประกอบที่ชัดเจน องค์ประกอบการการจัดวาง แบบอักษรและขนาดตัวอักษร และการเลือกใช้สีที่เหมาะสม ที่ทำให้โปสเตอร์ดูน่าสนใจ	
	เอกสารและอุปกรณ์ประกอบ (Supporting Documents and Materials): มีเอกสารหรือสื่อประกอบที่สนับสนุนการนำเสนออย่างเหมาะสม และหรืออุปกรณ์สาธิตวิธีการใช้งานที่สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ	
ผลกระทบและผลที่คาดว่าจะได้รับ (Potential Impact and Expected Results) 5 คะแนน	โครงการสามารถสร้างผลกระทบหรือมีศักยภาพในการต่อยอดเพื่อนำไปสู่การใช้งานจริงได้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถพิจารณาได้จาก 3 ประเด็น คือ ผลผลิต (Output): สิ่งที่จะได้เป็นชิ้นเป็นอันจากโครงการวิจัย โดยสามารถที่จะให้ผลงานที่มีคุณค่า และตอบโจทย์ตามเป้าหมายของโครงการ ผลลัพธ์ (Outcome): ผลที่เกิดขึ้นที่สามารถต่อยอดขยายออกไปจากงาน โดยสามารถที่จะสร้างความแตกต่างหรือสร้างความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นให้กับสาขางานวิจัย และสามารถเผยแพร่หรือต่อยอดได้ ผลกระทบ (Impact): ประโยชน์ที่เกิดขึ้นหรือการพัฒนาที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากผลผลิตและผลลัพธ์ โดยสามารถที่จะสร้างประโยชน์ที่มีผลกระทบต่อวงการวิทยาศาสตร์ หรือก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ที่ดีต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	

คำอธิบายเกณฑ์การตัดสินรอบรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค) และรอบชิงชนะเลิศ (ระดับประเทศ)

1. การกำหนดปัญหาและความสำคัญของโครงงาน (Problem Formulation and Significance) – 10 คะแนน

พิจารณาถึงการระบุปัญหาและความสำคัญของการศึกษา กล่าวคือ เหตุใดการศึกษาในโครงงานนี้จึงมีความสำคัญ อธิบายให้เห็นถึงที่มาและบริบทที่เกี่ยวข้อง ชี้ชัดให้เห็นว่าปัญหาหรือข้อจำกัดใดในองค์ความรู้หรือการประยุกต์ใช้ที่ยังไม่ถูกเติมเต็ม/ตอบสนอง และนำไปสู่การตั้งคำถามวิจัยและวัตถุประสงค์ของการศึกษา และหากโครงการประสบความสำเร็จจะเกิดการเปลี่ยนแปลง/พัฒนาที่มีคุณค่าอะไรบ้าง โดยแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์หรือข้อมูลสนับสนุนว่าเรื่องดังกล่าวมีผลกระทบทางวิชาการ เศรษฐกิจ สังคม หรือสิ่งแวดล้อมอย่างไร

กรณีเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ (โครงงานประเภททดลอง) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ปัญหาการวิจัย (Research Problem):** ระบุปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการอย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง
- **ช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัย (Research/Knowledge Gap):** สามารถระบุ "สิ่งที่รู้อยู่แล้ว-สิ่งที่ยังไม่รู้" ที่เป็นการเพิ่มคุณค่าทางวิชาการในสาขาหรือมีศักยภาพต่อการประยุกต์ใช้
- **เป้าหมายการวิจัย (Research Goal):** มีคำถามวิจัย/วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ ระบุสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้หรือระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถทดลองได้

กรณีเป็นโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ (โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering Problem):** กำหนดปัญหา/ประเด็นหรือความต้องการได้อย่างเฉพาะเจาะจง และเชื่อมโยงกับหลักฐานเบื้องต้นหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง และขอบเขตของการใช้งาน
- **ความต้องการและข้อจำกัด (Requirements and Limitations):** สามารถระบุสิ่งที่ต้องการเพื่อการแก้ไขปัญหา และอธิบายถึงข้อจำกัดที่เกี่ยวข้อง
- **เป้าหมายทางวิศวกรรม (Engineering Goal):** มีเป้าหมายที่สามารถวัดผลและสอดคล้องกับปัญหาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด และระบุแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาได้

2. กรอบแนวคิดโครงงาน (Conceptual Framework) – 10 คะแนน

พิจารณาถึงแนวคิดในการออกแบบการทดลอง/ต้นแบบมีความสอดคล้องกับปัญหาหรือเป้าหมายเพียงใด สำหรับโครงงานวิทยาศาสตร์ ต้องวางแผนการทดลองที่สามารถทำซ้ำได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และระบุวิธีการเก็บวัดข้อมูลที่เชื่อถือได้ ขณะที่โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ต้องเสนอแนวคิดในการออกแบบต้นแบบ พร้อมเหตุผลเชิงเทคนิค ขั้นตอนการพัฒนา และแผนการทดสอบ/ประเมินความถูกต้อง

กรณีเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ (โครงงานประเภททดลอง) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **การออกแบบวิธีการทดลอง (Methodology Design):** อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการทดลองที่น่าเชื่อถือหรือแบบแผนที่ยอมรับได้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม ได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างงานวิจัยที่ระบุ
- **การวางแผนวิจัย (Research Plan):** มีการวางแผนการทดลองและวิธีการทดลองได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

กรณีเป็นโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ (โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **การออกแบบต้นแบบ (Prototype Design):** อธิบายวิธีการและขั้นตอนในการสร้างและการออกแบบต้นแบบได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาและความต้องการ/ข้อจำกัดที่กำหนด
- **การวางแผนโครงการ (Project Plan):** มีการสำรวจทางเลือกต่าง ๆ เพื่อจะตอบโจทย์หรือแก้ไขปัญหาได้ครอบคลุมและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

3. กระบวนการทดลองหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Execution) – 20 คะแนน

พิจารณาถึงคุณภาพของการทดลองหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ตลอดทั้งโครงการ ตั้งแต่การลงมือปฏิบัติทดลอง/การออกแบบไปจนถึงการบันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ และตีความผลลัพธ์ สำหรับโครงงานวิทยาศาสตร์ จะพิจารณาถึงความถูกต้องของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลองที่สามารถทำซ้ำได้ การควบคุมตัวแปร การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณที่เชื่อถือได้ และการใช้สถิติได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการอภิปรายผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับสมมติฐานและวรรณกรรมที่อ้างอิง ส่วนโครงงานวิศวกรรมศาสตร์จะเน้นกระบวนการทางวิศวกรรมอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การพัฒนาต้นแบบ การทดสอบและปรับแก้ซ้ำ ไปจนถึงการสรุปการทดสอบเชิงเทคนิคพร้อมข้อจำกัดและแนวทางปรับปรุง

กรณีเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ (โครงงานประเภททดลอง) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process):** การทดลองที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์
- **การทดลอง (Experiment):** มีการทดลองภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่เหมาะสมและเพียงพอ มีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ
- **ผลลัพธ์การทดลอง (Experimental Results):** มีการวิเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ผลการทดลองสามารถทำซ้ำได้ และแสดงถึงความถูกต้องและแม่นยำโดยประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติ อย่างเหมาะสม
- **การอภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion):** มีการอภิปรายและสรุปผลการศึกษาที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษา และมีจำนวนข้อมูลสนับสนุนที่เหมาะสม

กรณีเป็นโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ (โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์) มีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering Process):** ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างสมบูรณ์
- **การทดสอบต้นแบบ (Testing):** ต้นแบบมีการทดสอบภายใต้เงื่อนไขที่หลากหลาย เพียงพอ และอย่างเป็นระบบ
- **ผลลัพธ์การทดสอบต้นแบบ (Testing Results):** ต้นแบบที่ได้เป็นไปตามที่แนวคิดที่ได้ออกแบบ อาจมีการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติได้อย่างเหมาะสม
- **การอภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion):** มีการอภิปรายและสรุปผลการศึกษาที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษา

4. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) – 20 คะแนน

พิจารณาถึงแนวคิดแปลกใหม่และแนวคิดริเริ่มของโครงการ รวมถึงวิธีการ กระบวนการ หรือนวัตกรรมที่น่าสนใจ สามารถผสมองค์ความรู้ นำเสนอมุมมองปัญหาในรูปแบบใหม่ ๆ หรือสร้างคุณค่าใหม่ที่ยังไม่เคยปรากฏในงานก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ยังประเมินถึงขีดความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคนิค เครื่องมือ หรือองค์ความรู้ข้ามสาขาวิชาให้กับโครงการ

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ความคิดริเริ่ม (Originality):** สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทาง/การตีความแบบใหม่ในเรื่องที่มีเอกลักษณ์ ซึ่งอาจไม่ต้องเป็นเรื่องใหม่/ไม่เคยมีการศึกษา โดยใช้แนวทางหรือวิธีการจากบริบทอื่น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่สนใจ
- **ความคิดแปลกใหม่ (Novelty):** สามารถที่จะสร้างผลลัพธ์/การค้นพบ/แนวทางใหม่ โดยยังไม่เคยมีการศึกษา/นำเสนอมาก่อน (know-how) เช่น การค้นพบเทคนิคใหม่ที่มีความเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม ความแปลกใหม่เพียงอย่างเดียวไม่ได้บอถึงประโยชน์ การนำไปใช้ได้จริงในบริบท หรือมีผลกระทบ (ดังนั้นต้องมีความคิดริเริ่ม หรือ Originality ด้วย)

5. การสัมภาษณ์ (Interview) – 25 คะแนน

พิจารณาถึงการนำเสนอและบทสนทนาในระหว่างการสัมภาษณ์ สามารถแสดงถึงความเข้าใจลึกซึ้งต่อพื้นฐานทฤษฎี วิธีการ และผลการทดลอง ตลอดจนเชื่อมโยงสรุปภาพรวมโครงการได้อย่างเป็นระบบ การสื่อสารต้องกระชับ ชัดเจน ใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องและเข้าถึงผู้ฟังหลากหลายระดับ การตอบคำถามควรตรงประเด็น และสะท้อนการคิดเชิงวิพากษ์ นอกจากนี้ยังพิจารณาแนวทางการวิจัยเพิ่มเติม แสดงให้เห็นว่าโครงงานมีศักยภาพสร้างผลกระทบต่อวงวิชาการ อุตสาหกรรม หรือสังคมอย่างไร

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Understanding):** เข้าใจหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และเข้าใจถึงการแปลผล ข้อจำกัดของผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลองที่ได้ อย่างมีเหตุผล
- **การสื่อสารและการตอบคำถาม (Communication and Answering):** สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการนำเสนอตามลำดับ เข้าใจง่าย และชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญได้ชัดเจน สามารถเปลี่ยนช่วงการตอบและส่งต่อระหว่างสมาชิกในทีมได้ราบรื่น ตอบคำถามได้กระชับ ชัดเจน มีลำดับความคิด และสามารถวิเคราะห์ได้ดี
- **การค้นหาและสืบเสาะ (Inquiry and Investigation):** มีการศึกษา ค้นหา สร้าง และสืบเสาะ ที่เป็นอิสระด้วยตนเอง โดยมีการให้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่เหมาะสม
- **ผลกระทบ (Potential Impact):** ตระหนักและอธิบายได้ว่าผลงานอาจสร้างคุณค่าหรือมีผลกระทบต่อวงการวิทยาศาสตร์ สังคม และ/หรือเศรษฐกิจอย่างไร
- **การต่อยอดงานวิจัย (Further Research):** มีแนวทางหรือสมมติฐานสำหรับการต่อยอดงานวิจัย/โครงการที่มีคุณภาพ และสอดคล้องกับหลักฐานที่มี
- **การมีส่วนร่วม (Participation):** สมาชิกทุกคนมีบทบาทและความรับผิดชอบชัดเจน เข้าใจทั้งภาพรวมและรายละเอียดของโครงงาน และสามารถตอบคำถามในส่วนที่เกี่ยวข้องได้ (ในกรณีทำงานเป็นทีม)

6. การนำเสนอโปสเตอร์และเอกสารประกอบ (Poster Presentation and Documents) – 10 คะแนน

พิจารณาถึงสื่อที่ใช้ประกอบการนำเสนอและระหว่างการสัมภาษณ์ โดยพิจารณาจากการจัดองค์ประกอบเนื้อหา คำอธิบายรูปภาพ หรือตารางที่ชัดเจนและลำดับได้ดี สามารถอ่านได้ง่ายในระยะยืน ใช้กราฟิกช่วยสื่อประเด็นสำคัญแทนข้อความ ใช้สี ตัวอักษร และช่องว่างได้อย่างสมดุล โปสเตอร์ที่ดีควรทำให้ผู้ชม เข้าใจวัตถุประสงค์ วิธีการ ผลลัพธ์ และคุณค่าของโครงงานได้ภายในเวลาสั้น ๆ และสามารถกระตุ้นให้เกิดบทสนทนาหรือคำถามต่อยอด นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงเอกสารหรือสิ่งประกอบการอื่น ๆ เช่น รายงาน ตัวอย่างชิ้นงาน วิดีโอสาธิต ฯลฯ ควรจัดทำตามรูปแบบ/แบบฟอร์มที่กำหนด

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- **การจัดเรียงเนื้อหาและภาษาการเขียน (Content Organization and Writing Style):** มีรูปแบบการจัดเรียงเนื้อหาและใช้ภาษาการเขียนได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์และตามหลักวิชาการ ใช้คำศัพท์เทคนิคได้เหมาะสม และสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ไปเป็นตามลำดับ ทำให้ติดตามและเข้าใจได้ง่าย สำหรับรายงานและเอกสารประกอบการส่งอื่น ๆ มีการจัดทำตามแบบฟอร์มหรือตามรูปแบบที่กำหนด

- **การแสดงผลและการออกแบบ (Visualization and Design):** สามารถใช้รูปภาพ กราฟ ได้ถูกต้อง มีคำอธิบายประกอบที่ชัดเจน องค์ประกอบการจัดวาง แบบอักษรและขนาดตัวอักษร และการเลือกใช้สีที่เหมาะสม ที่ทำให้โปสเตอร์ดูน่าสนใจ
- **เอกสารและอุปกรณ์ประกอบ (Supporting Documents and Materials):** มีเอกสารหรือสื่อประกอบที่สนับสนุนการนำเสนออย่างเหมาะสม และหรืออุปกรณ์สาธิตวิธีการใช้งานที่สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ

7. ผลกระทบและผลที่คาดว่าจะได้รับ (Potential Impact and Expected Results) – 5 คะแนน

พิจารณาถึงผลผลิต (output) ผลลัพธ์ (outcome) และผลกระทบ (impact) ที่เกิดขึ้นของโครงงาน หากการศึกษานี้ประสบความสำเร็จ อธิบายถึงผลลัพธ์ทั้งเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ อธิบายวิธีการประเมินความสำเร็จ การนำไปใช้ต่อยอด และศักยภาพในการขยายผลต่อผู้ใช้ ชุมชน อุตสาหกรรม หรือวงวิชาการ

โดยมีแนวทางการพิจารณา ดังนี้

- โครงการคาดว่าจะสามารถสร้างผลกระทบหรือมีศักยภาพในการต่อยอดเพื่อนำไปสู่การใช้งานจริงได้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถพิจารณาได้จาก 3 ประเด็น คือ
 - **ผลผลิต (Output):** สิ่งที่จะได้เป็นชิ้นเป็นอันจากโครงการวิจัย โดยสามารถที่จะให้ผลงานที่มีคุณค่า และตอบโจทย์ตามเป้าหมายของโครงการ
 - **ผลลัพธ์ (Outcome):** ผลที่เกิดขึ้นที่สามารถต่อยอดขยายออกไปจากงาน โดยสามารถที่จะสร้างความแตกต่างหรือสร้างความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นให้กับสาขางานวิจัย และสามารถเผยแพร่หรือต่อยอดได้
 - **ผลกระทบ (Impact):** ประโยชน์ที่เกิดขึ้นหรือการพัฒนาที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากผลผลิตและผลลัพธ์ โดยสามารถที่จะสร้างประโยชน์ที่มีผลกระทบต่อวงการวิทยาศาสตร์ หรือก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในด้านต่าง ๆ ที่ดีต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

การขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงงานและการพิจารณาอนุมัติ

ผู้พัฒนาโครงงาน ที่มีความประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงงาน ดำเนินการได้ดังนี้

การแก้ไขข้อมูลระหว่างการสมัคร

การแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ในระหว่างการรับสมัคร ให้ผู้พัฒนาดำเนินการด้วยตนเองในระบบ SIMS โดยไม่ต้องแจ้งให้โครงการทราบ

การแก้ไขข้อมูลหลังจากได้รับคัดเลือกให้รับทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงงานแล้ว

ผู้พัฒนาโครงงาน ที่มีความประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงงานต้องกรอกแบบฟอร์มขอแก้ไขเป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมกรอกข้อมูลในระบบ SIMS โดยสามารถดาวน์โหลด “แบบฟอร์มคำร้องทั่วไป แบบขอเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงการ” ได้จากหน้าระบบลงทะเบียน (SIMS) หรือเว็บไซต์โครงการ YSC และดำเนินการดังนี้

1. **การขอเปลี่ยนชื่อโครงงาน:** จะต้องดำเนินการก่อนการลงนามในสัญญารับทุน โดยผู้พัฒนาโครงงานต้องดำเนินการยื่นแบบฟอร์มขออนุมัติเปลี่ยนแปลงข้อมูลกับศูนย์ประสานงานที่ตนสังกัด ภายในระยะเวลาไม่เกิน 15 วัน นับจากวันที่ได้ประกาศรายชื่อผู้ได้รับคัดเลือกรอบข้อเสนอโครงการของแต่ละศูนย์ประสานงาน ทั้งนี้สิทธิในการ พิจารณาอนุมัติให้เป็นอำนาจการตัดสินใจของศูนย์ประสานงาน โดยให้คำนึงถึงสาระของโครงงานเป็นสำคัญ
2. **การขอเปลี่ยนสาขาโครงงาน:** ไม่อนุญาตให้ทำการเปลี่ยนแปลงสาขาหลังลงทะเบียน หากโครงงานของนักเรียนมีเนื้อหาไม่ตรงกับคำจำกัดความในสาขาการประกวด สงวนสิทธิ์ให้กรรมการพิจารณาปรับตกตามความเหมาะสม
3. **การขอเพิ่มชื่อสมาชิกโครงงาน:** ระหว่างการส่งข้อเสนอโครงการนักเรียนหัวหน้าโครงการสามารถเพิ่มชื่อสมาชิกในระบบ SIMS ได้เองโดยไม่ต้องขออนุญาตโครงการ YSC และหลังจากการประกาศผลรอบข้อเสนอโครงการ หากโครงงานมีชื่อผ่านเข้ารอบ ไม่อนุญาตให้ทำการเพิ่มชื่อสมาชิกในทีม
4. **หากมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่นอกเหนือจากข้อ 1-3:** อาทิ การขอสละสิทธิ์และขอลดรายชื่อผู้พัฒนาโครงงาน หรือขอเพิ่ม ลดชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ให้หัวหน้าโครงงาน เป็นผู้ดำเนินการก่อนการลงนามในสัญญารับทุน โดยผู้พัฒนาโครงงานต้องดำเนินการยื่นแบบฟอร์มขออนุมัติเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบ SIMS เพื่อให้ศูนย์ประสานงานที่ตนสังกัดพิจารณา ภายในระยะเวลาไม่เกิน 15 วัน นับจากวันที่ได้ประกาศรายชื่อผู้ได้รับคัดเลือกรอบข้อเสนอโครงการแต่ละศูนย์ประสานงาน ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบและได้รับการยืนยันจากศูนย์ประสานงาน/สวทช. ให้เรียบร้อย ถึงจะถือว่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้วเสร็จ

หมายเหตุ:

- การอนุมัติเปลี่ยนแปลงข้อมูลโครงงานให้ถือดุลยพินิจของ สวทช. เป็นอันสิ้นสุด
- ไม่อนุญาตให้เปลี่ยนหรือเพิ่มชื่อผู้พัฒนาระหว่างอยู่ในรอบการประกวด แต่สามารถแจ้งขอสละสิทธิ์และขอลดลดรายชื่อเพื่อนร่วมทีมได้

ทุนสนับสนุนและรางวัล

ทุนสนับสนุน

โครงการที่ได้รับการคัดเลือก จะได้รับทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงงาน ดังนี้

1. โครงการที่ผ่านการพิจารณาในรอบข้อเสนอโครงการ (รอบแรก) ได้รับทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงการ และผ่านเข้าสู่รอบนำเสนอผลงาน พร้อมส่งงานครบตามกำหนด จะได้รับทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงการโครงการละ 3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ: มหาวิทยาลัยศูนย์ประสานงานจะเบิกจ่ายทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงการให้ หลังจากที่โครงการ YSC ได้รับเงินสนับสนุนจากผู้สนับสนุนของโครงการแล้ว ซึ่งส่งผลให้ผู้พัฒนาอาจได้รับเงินดังกล่าวภายหลังจากการประกวดรอบชิงชนะเลิศแล้วเสร็จ

2. โครงการที่ผ่านการพิจารณาในรอบนำเสนอผลงาน (ระดับภูมิภาค)
 - a. **รางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาค** ได้รับทุนสนับสนุนโครงงานละ 9,000 บาท (เก้าพันบาทถ้วน) (โดยทีมผู้พัฒนาได้รับ 7,200 บาท (เจ็ดพันสองร้อยบาทถ้วน) และอาจารย์ที่ปรึกษาได้รับ 1,800 บาท (หนึ่งพันแปดร้อยบาทถ้วน) พร้อมใบประกาศนียบัตร
 - b. **รางวัลรองชนะเลิศระดับภูมิภาค** ได้รับทุนสนับสนุนโครงงานละ 7,000 บาท (หกพันบาทถ้วน) (โดยทีมผู้พัฒนาได้รับ 5,600 บาท (ห้าพันหกร้อยบาทถ้วน) และอาจารย์ที่ปรึกษาได้รับ 1,400 บาท (หนึ่งพันสี่ร้อยบาทถ้วน) พร้อมใบประกาศนียบัตร
 - c. กรณีโครงงานถึงเกณฑ์ แต่ไม่ได้รับรางวัลชนะเลิศ หรือรองชนะเลิศระดับภูมิภาค ได้รับใบประกาศนียบัตร

หมายเหตุ: ทุนสนับสนุนการพัฒนาผลงานรอบนำเสนอผลงาน เงินรางวัลจะแบ่งเป็น 2 ส่วนโดยมอบให้นักเรียน 80% และอาจารย์ที่ปรึกษา 20% โดยมหาวิทยาลัยศูนย์ประสานงานจะเบิกจ่ายทุนสนับสนุนการพัฒนาผลงานรอบนำเสนอผลงานให้ หลังจากที่โครงการ YSC ได้รับเงินสนับสนุนจากผู้สนับสนุนของโครงการแล้ว ซึ่งส่งผลให้ผู้พัฒนาอาจได้รับเงินดังกล่าวภายหลังจากการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศแล้วเสร็จ

รางวัล

โครงงานที่ได้รับรางวัลในรอบชิงชนะเลิศ เงินรางวัลจะแบ่งเป็น 2 ส่วนโดยมอบให้นักเรียน 80% และอาจารย์ที่ปรึกษา 20% สถาบันการศึกษาที่หัวหน้าโครงการสังกัดจะได้รับโล่รางวัลเกียรติยศจาก สวทช. โดยมีรางวัลต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. **รางวัลชนะเลิศ (Top Award)** ได้รับถ้วยรางวัลพระราชทาน สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
2. **รางวัลที่ 1 สาขา (First Award)** ได้รับทุนการศึกษา 20,000 บาท (สองหมื่นบาทถ้วน) และโอกาสได้รับคัดเลือกเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดใน Rengeneron Science and Engineering Fair (Regeneron ISEF) ประเทศสหรัฐอเมริกา และการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมระดับนานาชาติ หรือระดับอาเซียนอื่น ๆ

พร้อมเกียรติบัตรรางวัลที่ 1 สาขา โดยโครงการ YSC จะสนับสนุนค่าใช้จ่ายเฉพาะนักเรียนที่เป็นตัวแทนประเทศไทย เท่านั้น

3. **รางวัลที่ 2 สาขา (Second Award)** ได้รับทุนการศึกษา 15,000 บาท (หนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน) และโอกาสได้รับคัดเลือกเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดใน Rengeneron Science and Engineering Fair (Regeneron ISEF) ประเทศสหรัฐอเมริกา และการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมระดับนานาชาติ หรือระดับอาเซียนอื่น ๆ พร้อมเกียรติบัตรรางวัลที่ 2 สาขา โดยโครงการ YSC จะสนับสนุนค่าใช้จ่ายเฉพาะนักเรียนที่เป็นตัวแทนประเทศไทย เท่านั้น
4. **รางวัลที่ 3 สาขา (Third Award)** ได้รับเกียรติบัตรรางวัลเกียรติที่ 3 สาขา (ไม่มีเงินรางวัล)
5. **รางวัลพิเศษ (Special Award)** สนับสนุนโครงงานที่ตอบโจทย์ความยั่งยืน (SDG) และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยทุนสนับสนุนเป็นไปตามเงื่อนไขของผู้สนับสนุนรางวัล พร้อมใบประกาศนียบัตร และโอกาสในการได้รับคัดเลือกเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมระดับนานาชาติ หรือระดับอาเซียนอื่น ๆ (หากมี)

หมายเหตุ:

- กรณี โครงงานได้รับคัดเลือกให้รับรางวัลที่ 1 สาขา หรือรางวัลที่ 2 สาขา โครงการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (YSC) แต่ได้รับสิทธิ์เข้าร่วมการ Rengeneron Science and Engineering Fair (Regeneron ISEF 2027) ในนามตัวแทนประเทศไทยจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ อยู่แล้ว จะถือว่าท่านได้สละสิทธิ์การเข้าประกวด ISEF ในนามโครงการ YSC โดยอัตโนมัติ
- ผู้พัฒนาโครงงานที่ได้รับคัดเลือกให้รับรางวัลที่ 1 สาขา หรือรางวัลที่ 2 สาขา ซึ่งได้รับสิทธิ์ในการเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์นานาชาติ จะต้องมีความสัมพันธ์เป็นไปตามที่ผู้จัดการประกวดโครงงานนานาชาติกำหนดเท่านั้น จึงจะได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากโครงการ YSC
- ผู้พัฒนาโครงงานที่ได้รับคัดเลือกให้รับรางวัลที่ 1 สาขา หรือรางวัลที่ 2 สาขา ซึ่งได้รับสิทธิ์ในการเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์นานาชาติ จะต้องเข้าค่ายเก็บตัวเพื่อรับการเตรียมความพร้อมก่อนการไปประกวดในระดับนานาชาติ และต้องมีเวลาในการพัฒนาศักยภาพและโครงงานเพิ่มเติมมากกว่า 80% ของระยะเวลาในการเก็บตัวทั้งหมด โดยทางโครงการฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการยกเลิกสิทธิ์การเป็นตัวแทนประเทศไทยสำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถเข้าค่ายเก็บตัวและไม่สามารถสละเวลาในการพัฒนาศักยภาพตามที่กำหนด โปรดติดต่อโครงการ YSC เพื่อพิจารณาความเหมาะสม หรือแจ้งสละสิทธิ์การเป็นตัวแทนประเทศไทยทันที เพื่อโครงการจะได้พิจารณาคัดเลือกโครงงานในลำดับถัดไป
- สำหรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมการประกวด ISEF รวมค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าประกันภัย การเดินทาง ตามที่ สวทช. กำหนด

การติดต่อขอรับทุนสนับสนุนและรางวัล

1) เงินทุนสนับสนุน:

- **เงินทุนสนับสนุนงวดที่ 1:** ส่งเอกสารข้อตกลงการรับทุนได้ที่ศูนย์ประสานงานที่ท่านสังกัด โดยส่วนกลางเป็นผู้รับผิดชอบจ่ายเงินทุน
- **เงินทุนสนับสนุนงวดที่ 2 (รางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาค):** ติดต่อส่งเอกสารและขอรับทุนได้ที่ศูนย์ประสานงานภูมิภาคโครงการ YSC ที่ท่านสังกัด

2) การรับเงินรางวัลในรอบชิงชนะเลิศ: ส่งเอกสารเพื่อติดต่อขอรับเงินรางวัลได้ที่โครงการ YSC ภายในวันที่ 30 เมษายน ของปีทำการประกวดเท่านั้น

ที่อยู่จัดส่งเอกสารขอรับเงินรางวัลรอบชิงชนะเลิศ

โครงการ YSC

132 บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทร 02 564 7000 ต่อ 77010

หมายเหตุ: พนักงาน สวทช. ไม่มีสิทธิรับเงินรางวัลและเงินสนับสนุนใด ๆ จากการสละเวลาร่วมเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โครงงาน

ประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ

1. นักเรียนที่สมัครเข้าร่วมโครงการจะได้รับการโอกาสเข้าร่วมอบรมออนไลน์หลักสูตร Soft Skill และจริยธรรมวิจัยในรูปแบบ e-Learning
2. นักเรียนที่ข้อเสนอโครงการผ่านการคัดเลือกจะได้เข้าค่ายเพื่อเสริมทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทางโครงการฯ จะจัดขึ้นในระหว่างเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน 2569 โดยสามารถตรวจสอบกำหนดการได้จากศูนย์ประสานงานที่ท่านสังกัดอีกครั้งหนึ่ง
3. นักเรียนที่ผลงานผ่านเข้าประกวดรอบชิงชนะเลิศและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด มีสิทธิ์ได้รับโควตาเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา โดยสามารถใช้ใบประกาศนียบัตรเป็นหลักฐานในการสมัครเข้าศึกษาต่อได้โดยไม่ต้องใช้หนังสือรับรอง จากโครงการ
 - มหาวิทยาลัยนเรศวร
 - มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 - มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 - มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
 - มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 - มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 - มหาวิทยาลัยบูรพา
 - มหาวิทยาลัยศิลปากร
 - จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (นักเรียนที่มีสิทธิ์ต้องเป็นผู้พัฒนาโครงการที่ได้รับรางวัลระดับนานาชาติ และต้องติดต่อขอหนังสือรับรองจากโครงการ)
4. นักเรียนตัวแทนประเทศไทยที่จะไปเข้าร่วมประกวดในงาน International Science and Engineering Fair (ISEF) ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา จะได้รับการเตรียมความพร้อมก่อนการไปประกวดในระดับนานาชาติ ณ บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี **โดยนักเรียนจะต้องมีเวลาเก็บตัวกับโครงการไม่ต่ำกว่า 80% ของระยะเวลาเก็บตัวที่โครงการกำหนด**

หมายเหตุ: รายละเอียดติดต่อได้ที่ศูนย์ประสานงานภูมิภาค ณ มหาวิทยาลัยดังกล่าว หรือฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีศักยภาพสูง สวทช.

ภาคผนวก

การจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL)

ความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety) เป็นแนวคิดในการพิจารณาถึงผลกระทบและประเมินความเสี่ยงหรืออันตรายต่อความปลอดภัยของสุขภาพมนุษย์ และความหลากหลายทางชีวภาพ อันอาจเกิดจากการวิจัยและพัฒนา การเคลื่อนย้าย การจัดการ และการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตทั้งที่เป็นจุลชีพ พืช สัตว์ เพื่อป้องกันอันตรายจากชีววัตถุอันตราย (biohazard materials) ผู้ปฏิบัติงาน บุคคล และสิ่งแวดล้อมแบบไม่ตั้งใจ

BSL-1: ประกอบด้วยสารชีวภาพ ได้แก่ จุลชีพ เชลล์ไลน์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และดีเอ็นเอลูกผสม **ที่มีความเสี่ยงต่ำต่อ** บุคลากร บุคคล และสิ่งแวดล้อม สารเหล่านี้ไม่น่าจะก่อให้เกิดโรคในคนงานในห้องปฏิบัติการ สัตว์ หรือพืช ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ใน BSL-1 เช่น *Agrobacterium tumefaciens*, *Micrococcus leuteus*, *Neurospora crassa*, *Bacillus subtilis* เป็นต้น

BSL-2: ประกอบด้วยสารชีวภาพ ได้แก่ จุลชีพ เชลล์ไลน์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และดีเอ็นเอลูกผสม **ที่มีความเสี่ยงปานกลางต่อ** บุคลากร บุคคล และสิ่งแวดล้อม หากการสัมผัสเกิดขึ้นในสถานการณ์ของห้องปฏิบัติการ ความเสี่ยงของการแพร่กระจายจะถูกจำกัด และแทบจะไม่ทำให้เกิดการติดเชื้อที่จะนำไปสู่โรคร้ายแรง มีการรักษาและมาตรการป้องกันที่มีประสิทธิภาพในกรณีที่เกิดการติดเชื้อ ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ใน BSL-2 เช่น *Mycobacterium*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella choleraesuis* เป็นต้น

BSL-3: ประกอบด้วยสารชีวภาพที่มักก่อให้เกิดโรคร้ายแรง (มนุษย์ สัตว์ หรือพืช) หรืออาจส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจ แต่ยังเป็นโรคที่มีวิธีป้องกันหรือวิธีรักษา หรือเป็นงานวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการรักษาผู้ป่วยโดยการดัดแปลงพันธุกรรม ทั้งนี้ งานที่ยังไม่ทราบแน่ชัดถึงระดับอันตรายจะรวมอยู่ในประเภทนี้ด้วย

BSL-4: ประกอบด้วยสารชีวภาพที่มักก่อให้เกิดโรคร้ายแรง (มนุษย์ สัตว์ หรือพืช) ซึ่งมักไม่สามารถรักษาได้

หมายเหตุ:

- สามารถศึกษาการจัดกลุ่มความเสี่ยงเพิ่มเติมได้ที่ <https://my.absa.org/Riskgroups> และ <https://www.cdc.gov/labs/BMBL.html>
- สามารถศึกษารูปแบบของห้องปฏิบัติการได้ที่ <https://www.cdc.gov/orr/infographics/biosafety.htm>

**ตารางระดับความปลอดภัยทางชีวภาพของสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (Potentially Hazardous Biological Agents, PHBA)
 เวทีการประกวด International Science and Engineering Fair (ISEF)**

สถานที่	บ้าน	Biosafety Level BSL-1	Biosafety Level BSL-2 ในโรงเรียนหรือสถาบันวิจัย	Biosafety Level BSL-2 เฉพาะใน สถาบันวิจัย	ห้ามทำการทดลอง
รายละเอียด สารชีวภาพ	1. ห้ามเพาะเลี้ยง แต่สามารถเก็บ สิ่งมีชีวิตที่บ้าน และย้ายไปยัง ห้องปฏิบัติการ ทันทีในภาชนะที่ ปิดสนิท 2. การศึกษาเกี่ยว กับของเหลวใน ร่างกายของผู้ พัฒนา หากไม่ได้ รับการเพาะเลี้ยง	1. จุลชีพ เซลล์ไลน์ หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่จัดอยู่ในประเภท BSL-1 2. สารชีวภาพใด ๆ ที่ไม่ระบุ ภายใต้เงื่อนไขดัง ต่อไปนี้: - เพาะเลี้ยงที่ปิดผนึกในภาชนะปลอดเชื้อ ที่มาตราฐานและไม่มีรอยร้าว/แตกหัก - สิ่งบรรจุยังคงปิดสนิทตลอดการทดลอง - ภาชนะปิดสนิทที่ทิ้งโดยการนั่งหรือฆ่า เชื้อ 3. ดีเอ็นเอลูกผสมบางชนิดที่ตรวจสอบโดย Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสานงาน ภูมิภาค) แล้ว 4. การศึกษาดีเอ็นเอลูกผสมทั้งหมด ที่ เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต BSL-1 และระบบ พาหะเซลล์เจ้าบ้าน (host vector system) ที่เป็น BSL-1 รวมถึงชุดทดสอบ (kit) ที่มีจำหน่ายทั่วไป 5. เนื้อเยื่อสด/แช่แข็ง และ/หรือของเหลวใน ร่างกายจากแหล่งที่ไม่ติดเชื้อ ซึ่งมีความ เป็นไปได้น้อยที่จะมีจุลชีพอยู่ 6. เลือดจากเส้นเลือดฝอย	1. จุลชีพ เซลล์ไลน์ หรือการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อที่จัดอยู่ในประเภท BSL-2 2. ดีเอ็นเอลูกผสม BSL-1 ที่อาจ เปลี่ยนสภาพเป็น BSL-2 3. การคัดเลือกและเพาะเลี้ยงย่อย (subculturing) สิ่งมีชีวิตที่ติดต่อ ยาปฏิชีวนะ แม้ว่าเดิมจะเป็น BSL-1 4. การเพาะเลี้ยงของเสียจาก มนุษย์หรือสัตว์ รวมทั้งกากตะกอน น้ำเสีย 5. งานเพาะเชื้อที่ไม่ทราบชนิด เพื่อ วัตถุประสงค์ใด ๆ ยกเว้นการฆ่าเชื้อ/ การกำจัด 6. เนื้อเยื่อสด/แช่แข็งหรือของเหลวใน ร่างกายและผลพลอยได้จากเนื้อ สัตว์ที่ไม่ได้มาจากร้านขายอาหาร ภัตตาคาร หรือโรงบรรจุ 7. เลือดที่ได้จากการเจาะเลือด 8. นมแม่ไม่ทราบแหล่งกำเนิด ซึ่งไม่ ได้รับการรับรองว่าปราศจากเชื้อเอช ไอวีและไวรัสตับอักเสบซี และนม สัตว์ในประเทศที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์	1. เชื้อดื้อยาหลายชนิด (MDROs) 2. การศึกษาเทคโนโลยี ดีเอ็นเอลูกผสมที่ เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต BSL-2 และ/หรือระบบ พาหะเซลล์เจ้าบ้าน (host vector system) ที่เป็น BSL-2 3. การศึกษาเกี่ยวกับการ ปรับแต่งจีโนม (genome editing) ทั้งหมด ซึ่งรวมถึงการ เปลี่ยนแปลงของเซลล์ สืบพันธุ์ การแทรกยีน ไดรฟ์ (Gene drive) การใช้ระบบพัฒนา คุณลักษณะอย่าง รวดเร็ว (Rapid Trait Development Systems, RTDS®)	1. BSL-3 2. BSL-4 3. การแทรกลักษณะการ ดื้อยาปฏิชีวนะที่อาจส่งผล ต่อประสิทธิภาพในการ รักษาการติดเชื้อลดลง 4. การออกแบบหรือ คัดเลือกเชื้อดื้อยาหลาย ชนิด (Multidrug Resistant Organisms, MDROs) เพื่อตรวจสอบ พยาธิสภาพ การพัฒนา หรือการรักษาโรคติดเชื้อ ดื้อยาปฏิชีวนะ 5. การเพิ่มดีเอ็นเอลูกผสม (rDNA) ของชีวพิษ m(toxin) ที่ได้จากมนุษย์ พิษ หรือสัตว์ (รวมถึงไวรัส) 6. การแนะนำหรือการจัด สิ่งแปลกปลอม เชื้อโรค สารเคมีที่เป็นพิษ หรือสาร แปลกปลอมที่ไม่ใช่สัตว์

สถานที่	บ้าน	Biosafety Level BSL-1	Biosafety Level BSL-2 ในโรงเรียนหรือสถาบันวิจัย	Biosafety Level BSL-2 เฉพาะใน สถาบันวิจัย	ห้ามทำการทดลอง
		7. น้ำนมแม่ที่ผ่านการรับรองว่าปราศจากเชื้อ เอชไอวีและไวรัสตับอักเสบบี 8. เลือดสัตว์จากในประเทศ 9. ของเหลวในร่างกายของผู้พัฒนา หากไม่ได้ รับการเพาะเชื้อ	ออร์โธ 9. เลือดหรือผลิตภัณฑ์เลือดของ มนุษย์หรือสัตว์	เป็นต้น	หรือพืชที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง รวมถึงการดัดแปลง พันธุกรรม (genetically-altered) และ/หรือรุกรานสู่สิ่ง แวดล้อม
การอนุมัติ	Scientific Review Committee (SRC) ระดับ ภูมิภาค (หัวหน้า ศูนย์ประสานงาน ภูมิภาค)	Institutional Review Board (IRB) และ/ หรือ Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ประสาน งานภูมิภาค)	Institutional Review Board (IRB) และ/หรือ Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้าศูนย์ ประสานงานภูมิภาค)	Institutional Review Board (IRB) และ/หรือ Scientific Review Committee (SRC) ระดับภูมิภาค (หัวหน้า ศูนย์ประสานงานภูมิภาค)	–
ผู้ให้คำ ปรึกษา	นักวิทยาศาสตร์ ผู้ เชี่ยวชาญ หรือ อาจารย์ที่ปรึกษา	นักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญ หรืออาจารย์ที่ ปรึกษา	นักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญ	นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ เชี่ยวชาญ	

หมายเหตุ: บางโครงการที่ต้องทำใน BSL-1 หรือ BSL-2 อาจไม่จำเป็นต้องขอการอนุมัติจาก IRB หรือ SRC โปรดศึกษารายละเอียดในหัวข้อ “ข้อกำหนดหลักในการเข้าร่วมประกวด”

ที่มา: <https://sspcdn.blob.core.windows.net/files/Documents/SEP/ISEF/2021/Resources/PHBA%20-Biosafety-Chart.pdf>

แนวทางกำหนดระดับความเสี่ยงในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการทดลอง

โครงการที่มีผู้เข้าร่วมทั้งหมดถือว่ามีความเสี่ยงในระดับหนึ่ง เราต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเป็นและขนาดของความอันตรายหรือความไม่สะดวกสบายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยความเสี่ยงอาจก่อให้เกิดอันตรายทั้งทางร่างกายและจิตใจ หรืออันตรายที่เกี่ยวข้องกับการละเมิดความลับหรือการบุกรุกความเป็นส่วนตัวที่มีมากกว่าในชีวิตประจำวัน การศึกษาเหล่านี้ส่วนใหญ่ต้องการความยินยอมที่ได้รับการบอกกล่าวเป็นเอกสารหรือความยินยอมเล็กน้อยโดยได้รับอนุญาตจากพ่อแม่หรือผู้ปกครอง (ตามความเหมาะสม)

1. ตัวอย่างของความเสี่ยงทางกายภาพที่มีมากกว่าทั่วไป

- การออกกำลังกายนอกเหนือจากที่พบเจอในชีวิตประจำวัน
- การกลืน การชิม การดมกลิ่น หรือการใช้สาร อย่างไรก็ตาม โครงการการกลืนกินหรือการชิมที่เกี่ยวข้องกับอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีอยู่ทั่วไปจะได้รับการประเมินโดย Institutional Review Board (IRB)
- การสัมผัสกับสารที่อาจเป็นอันตราย

2. ตัวอย่างของความเสี่ยงทางจิตใจที่มีมากกว่าทั่วไป

การศึกษา (เช่น การสำรวจ แบบสอบถาม การดูสิ่งเร้า) หรือสภาวะการทดลองที่อาจส่งผลให้เกิดความเครียดทางอารมณ์ ตัวอย่าง ได้แก่ การตอบคำถามเกี่ยวกับประสบการณ์ส่วนตัว เช่น การล่วงละเมิดทางเพศหรือทางร่างกาย การหย่าร้าง ภาวะซึมเศร้า ความวิตกกังวล การตอบคำถามที่อาจส่งผลให้เกิดความรู้สึกซึมเศร้า วิตกกังวล หรือการเห็นคุณค่าในตนเองต่ำ หรือดูภาพวิดีโอที่มีความรุนแรงหรือน่าวิตก

3. ความกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัว

- ผู้ศึกษาและ IRB ต้องพิจารณาว่ากิจกรรมหนึ่งอาจส่งผลในทางลบต่อผู้เข้าร่วม เนื่องจากการบุกรุกความเป็นส่วนตัวส่วนตัวหรือการละเมิดการรักษาความลับหรือไม่ การปกป้องความลับจำเป็นต้องมีมาตรการเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลการศึกษาที่ระบุตัวตนได้ จะไม่ถูกเปิดเผยต่อสาธารณะหรือบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาต
- ระดับความเสี่ยงสามารถลดลงได้โดยการปกป้องความลับหรือรวบรวมข้อมูลที่ไม่เปิดเผยตัวตนอย่างเคร่งครัด ซึ่งจำเป็นต้องมีการรวบรวมการศึกษาในลักษณะที่ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลการวิจัยกับบุคคลที่ให้ข้อมูลได้

4. กลุ่มเสี่ยง

หากการศึกษามีผู้เข้าร่วมจากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งต่อไปนี้ IRB และการวิจัยของนักเรียนต้องพิจารณาว่าลักษณะของการศึกษานั้นต้องการการคุ้มครองพิเศษหรือการอำนวยความสะดวกหรือไม่:

- สมาชิกของกลุ่มที่มีความเสี่ยงโดยธรรมชาติ (เช่น หญิงตั้งครรภ์ ผู้พิการทางพัฒนาการ ผู้ด้อยโอกาสทางเศรษฐกิจหรือการศึกษา บุคคลที่เป็นโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหอบหืด โรคเบาหวาน โรคเอดส์ โรคดิสเล็กเซีย โรคเกี่ยวกับหัวใจ โรคทางจิตเวช โรคทางการเรียนรู้ เป็นต้น)
- กลุ่มพิเศษที่ได้รับการคุ้มครองตามระเบียบหรือหลักเกณฑ์ของรัฐบาลกลาง (เช่น เด็ก/ผู้เยาว์ ผู้ต้องขัง สตรีมีครรภ์ ฯลฯ)

ทั้งนี้ โปรดศึกษาคู่มือการประเมินความเสี่ยงออนไลน์

(<https://sspcdn.blob.core.windows.net/files/Documents/SEP/SEF/Resources/Risk-Assessment-Guide.pdf>)

และขั้นตอนการยินยอมในการสำรวจออนไลน์

(<https://sspcdn.blob.core.windows.net/files/Documents/SEP/SEF/Resources/Online-Survey-Consent-Proce>

[dures.pdf](#)) สำหรับข้อมูลโดยละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยง หากความเสี่ยงที่มีมากกว่าทั่วไป ต้องจัดทำ
แบบฟอร์ม 3 Risk Assessment Form

แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสารชีวภาพที่อาจเป็นอันตราย (PHBA)

การประเมินความเสี่ยง เป็นตัวกำหนดระดับอันตราย การบาดเจ็บ หรือโรคที่อาจเกิดขึ้นกับพืช สัตว์ และมนุษย์ ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อทำงานกับสารชีวภาพ ผลลัพธ์สุดท้ายของการประเมินความเสี่ยง คือ การกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ ซึ่งจะกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ การฝึกอบรม และการกำกับดูแลที่จำเป็น

การประเมินความเสี่ยงเกี่ยวข้องกับ:

1. การกำหนดสารชีวภาพให้กับกลุ่มเสี่ยง
2. การศึกษาเกี่ยวกับจุลชีพที่รู้จัก ต้องเริ่มต้นด้วยการกำหนดให้จุลชีพอยู่ในกลุ่มเสี่ยงตามระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL) โดยอ้างอิงจากเอกสารอ้างอิง
3. การศึกษาจุลชีพที่ไม่รู้จักและการใช้เนื้อเยื่อสด ขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของอาจารย์ที่ปรึกษา
4. การกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL) ที่ผู้ศึกษาสามารถทำการทดลองได้ (ดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ “การจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL)”)
5. การประเมินประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของอาจารย์ที่ปรึกษาที่ดูแลนักเรียน
6. การกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ สำหรับการศึกษาตามกลุ่มเสี่ยงของสารชีวภาพ และความเชี่ยวชาญของนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้เชี่ยวชาญที่จะดูแลโครงการ
7. เอกสารที่ต้องทบทวนและอนุมัติก่อนการทดลอง
 - a. หากการศึกษาดำเนินการในสถานที่ที่ไม่ได้รับการควบคุม (เช่น โรงเรียน) SRC จะทบทวนข้อเสนอโครงการ

แนวทางการเปิดเผยต่อข้อกำหนดการแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร/การอนุญาตจากผู้ปกครองของ IRB

IRB อาจยกเว้นข้อกำหนดสำหรับการจัดทำเอกสารแสดงความยินยอม/การยินยอม/การอนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร หากการศึกษาเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงเพียงเล็กน้อยและการรวบรวมข้อมูลที่ไม่ระบุชื่อ และหากเป็นหนึ่งในสิ่งต่อไปนี้:

1. การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทั่วไป
2. การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมหรือลักษณะของบุคคลรายบุคคลหรือกลุ่ม โดยผู้ศึกษาไม่ได้บ่งการพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมการศึกษา และการศึกษาไม่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่มีมากกว่าทั่วไป
3. แบบสำรวจ แบบสอบถาม หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ ความรู้ความเข้าใจ หรือทฤษฎีเกม ฯลฯ และไม่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคล การรุกร้าความเป็นส่วนตัว หรือศักยภาพของความทุกข์ทางอารมณ์
4. การศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมทางกายที่ IRB พิจารณาเห็นแล้วว่า ไม่มีความเสี่ยงมากไปกว่าความเสี่ยงขั้นต่ำ และในกรณีที่ความน่าจะเป็นและขนาดของอันตรายหรือความรู้สึกไม่สบายที่คาดว่าจะได้รับในการศึกษานั้น ไม่เกินกว่าปกติที่พบในชีวิตประจำวัน หรือในระหว่างการออกกำลังกายตามปกติ

หากมีความไม่แน่นอนใดๆ เกี่ยวกับความเหมาะสมของการแสดงความยินยอม/ยินยอม/อนุญาตจากผู้ปกครองที่เป็นลายลักษณ์อักษร ขอแนะนำให้ขอรับเอกสารแสดงความยินยอม/ยินยอม/อนุญาตจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร

ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารควบคุม DEA

สำหรับยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ และสารควบคุม DEA โดยสำนักงานปราบปรามยาเสพติดแห่งสหรัฐอเมริกา ที่อยู่ในประเภท Schedule I จัดเป็นสิ่งต้องห้าม ไม่สามารถใช้ในการศึกษาได้ ทั้งนี้เนื่องจากสารควบคุมบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนจากการใช้ตามวัตถุประสงค์เพื่อผลิตยาเสพติดที่ผิดกฎหมายได้

ดังนั้นทางโครงการ YSC จึงขอประกาศรายชื่อ ยาเสพติด วัตถุออกฤทธิ์ โดยยึดตามกองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และสารควบคุม DEA ที่เป็น Schedule I โดยสำนักงานปราบปรามยาเสพติดแห่งสหรัฐอเมริกา (DEA) **ที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในการศึกษา** ดังต่อไปนี้

1. วัตถุเสพติด โดยกองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
 - a. ยาเสพติด
 - i. ยาเสพติดให้โทษในประเภท 1 ยาเสพติดให้โทษชนิดร้ายแรง
 - ii. ยาเสพติดให้โทษในประเภท 2 ยาเสพติดให้โทษทั่วไป
 - iii. ยาเสพติดให้โทษในประเภท 3 ยาเสพติดให้โทษที่มีลักษณะเป็นตำรับยา และมียาเสพติดให้โทษในประเภท 2 ผสมอยู่ด้วย
 - iv. ยาเสพติดให้โทษในประเภท 4 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษในประเภท 1 หรือประเภท 2
 - v. ยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 ยาเสพติดให้โทษที่ไม่เข้าอยู่ในประเภท 1 ถึง 4
 - b. วัตถุออกฤทธิ์
 - i. วัตถุออกฤทธิ์ในประเภท 1 เป็นสารที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดการใช้ยาในทางที่ผิด มีความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพสูง และไม่มีการใช้ทางการแพทย์
 - ii. ผิดสูง มีอันตรายต่อสุขภาพมากหากใช้ไม่เหมาะสมหรือไม่อยู่ภายใต้การดูแลของผู้ประกอบวิชาชีพ แต่มีประโยชน์ทางการแพทย์
 - iii. วัตถุออกฤทธิ์ในประเภท 3 เป็นยาที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ แต่ที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดการใช้ในทางที่ผิดปานกลาง
 - iv. วัตถุออกฤทธิ์ในประเภท 4 เป็นยาที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ และศักยภาพในการก่อให้เกิดการนำไปใช้ในทางที่ผิดต่ำ

ทั้งนี้โปรดศึกษารายชื่อที่ <https://narcotic.fda.moph.go.th/information-about-drugs>

หมายเหตุ: สำหรับสารตั้งต้นและเคมีภัณฑ์ที่ใช้ผลิตวัตถุเสพติด อาจใช้ในการศึกษาได้ ทั้งนี้โปรดศึกษากฎหมายการใช้สารดังกล่าวก่อนลงมือการศึกษา

2. สารควบคุม DEA ที่เป็น Schedule I

จัดเป็นกลุ่มสารที่ไม่ได้รับการยอมรับทางการแพทย์ในสหรัฐอเมริกา ขาดความปลอดภัยที่ยอมรับได้ในการใช้งานภายใต้การดูแลของแพทย์ และมีโอกาสสูงที่จะถูกนำไปใช้ในทางที่ผิด

ตัวอย่างของสาร ได้แก่ เอโรซิน Lysergic acid diethylamide (LSD) กัญชา เพย์ตี้ (Peyote) methaqualone และ 3,4-methylenedioxymethamphetamine ("Ecstasy")

ทั้งนี้ โปรดศึกษารายการสารที่ควบคุมที่

<https://www.deadiversion.usdoj.gov/schedules/schedules.html> ที่ Lists of Scheduling Actions, Controlled Substances, Regulated Chemicals (PDF) โดยดูที่คอลัมน์ CSA SCHEDULE หรือ CSA SCH ซึ่งจะระบุประเภทของ Schedule

หมายเหตุ: สำหรับสารที่เป็น Schedule II, III, IV และ V สามารถใช้สำหรับการศึกษาได้ ทั้งนี้ต้องอยู่ภายใต้การดูแลของนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้เชี่ยวชาญ ที่ต้องดำเนินการที่สถาบันวิจัยที่มีการควบคุมเท่านั้น

หมายเลขทะเบียน CAS (CAS registry) สารเคมีและเคมีภัณฑ์

ชื่อสารเคมีสามารถอธิบายได้หลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นสูตรโมเลกุล โครงสร้างทางเคมี ชื่อสามัญ ชื่อระบบ ชื่อที่ใช้ทั่วไป หรือชื่อทางการค้า ความหลากหลายของการระบุชื่อนี้มักก่อให้เกิดความกำกวม ซึ่งอาจนำไปสู่ความสับสน หรือแม้แต่ปัญหาด้านความปลอดภัยได้ นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1965 หมายเลขทะเบียน CAS (CAS RN®) จึงทำหน้าที่เป็นตัวระบุเอกลักษณ์ที่ชัดเจนและไม่คลุมเครือสำหรับสารหนึ่งชนิด ช่วยให้การสื่อสารเป็นไปอย่างถูกต้อง

รูปแบบของหมายเลขทะเบียน CAS จะถูกแยกออกเป็น 3 ส่วนโดยเครื่องหมาย – (hyphens) ดังนี้

- **ส่วนที่ 1** หมายเลขลงทะเบียน ประกอบด้วยตัวเลขสูงสุด 6 หลัก
- **ส่วนที่ 2** หมายเลขลำดับสารเฉพาะ ประกอบด้วยตัวเลข 2 หลัก
- **ส่วนที่ 3** หมายเลขตรวจสอบ ประกอบด้วยตัวเลข 1 หลัก ทำหน้าที่เป็น ตัวเลขตรวจสอบ (check digit) เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของตัวเลข 2 ส่วนแรก

โดยปกติสามารถค้นหาหมายเลขทะเบียน CAS ได้จากฉลากผลิตภัณฑ์ และสามารถสืบค้นได้จากแหล่งข้อมูล ดังต่อไปนี้

- <https://commonchemistry.cas.org/>
- <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- <https://cdxapps.epa.gov/oms-substance-registry-services/>
- <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals>

สารประกอบที่มีหมายเลขทะเบียน CAS ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์ (organic compounds) สารประกอบอนินทรีย์ (inorganic compounds) โลหะ (metals) และอัลลอยด์ (alloys) แร่ (minerals) สารประกอบเชิงซ้อน (coordination compounds) และสารโลหะอินทรีย์ (organometallics) ธาตุ (elements) ไอโซโทป (isotopes) อนุภาคนิวเคลียร์ (nuclear particles) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก (proteins and nucleic acids) พอลิเมอร์ (polymers) และ วัสดุที่ไม่มีโครงสร้างและวัสดุที่มีองค์ประกอบและสารชีวภาพที่ไม่ทราบหรือแปรผัน (Non-structurable materials and those of unknown or variable composition and biologics, UVCBs) เป็นต้น

ส่วนประกอบหมายเลขทะเบียน CAS (CAS Registry)

รูปแบบของหมายเลขทะเบียน CAS จะถูกแยกออกเป็น 3 ส่วนโดยเครื่องหมาย – (hyphens) และมีตัวเลขสูงสุดไม่เกิน 9 หลัก



The Basic Parts of A GHS-Compliant Label

1 → **n-Propyl Alcohol**

UN No. 1274
CAS No. 71-23-8

2 → **DANGER**

3 → Highly flammable liquid and vapor. Causes serious eye damage.
May cause drowsiness and dizziness.

4 → Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. No smoking. Avoid breathing fumes/mist/vapours/spray. Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses if present. Continue rinsing.

Fill Weight: 18.65 lbs. Lot Number: B56754434
Gross Weight: 20 lbs. Fill Date: 6/21/2013
Expiration Date: 6/21/2020 See SDS for further information.

5 → Acme Chemical Company • 711 Roadrunner St. • Chicago, IL 60601 USA • www.acmechem.com • 123-444-5567

6 →

1. **Product Identifier** - Should match the product identifier on the Safety Data Sheet.
2. **Signal Word** - Either use "Danger" (severe) or "Warning" (less severe)
3. **Hazard Statements** - A phrase assigned to a hazard class that describes the nature of the product's hazards
4. **Precautionary Statements** - Describes recommended measures to minimize or prevent adverse effects resulting from exposure.
5. **Supplier Identification** - The name, address and telephone number of the manufacturer or supplier.
6. **Pictograms** - Graphical symbols intended to convey specific hazard information visually.

ตัวอย่างฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมี

(ที่มา: https://www.hamilton.edu/documents/HazardCommunicationPlan_updated_12.7.20pj.pdf)

แนวทางการจัดกลุ่มสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายและการประเมินความเสี่ยง

สารเคมีอันตราย หมายถึง ธาตุ สารประกอบ วัตถุ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และส่งผลให้ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม

ระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS) เป็นระบบการจัดกลุ่มเคมีภัณฑ์ที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้น เพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่มความเป็นอันตราย และการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีในรูปแบบของการแสดงฉลาก และเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก เพื่อให้แต่ละประเทศสามารถสื่อสารและเข้าใจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอันตรายที่เกิดจากสารเคมีในทิศทางเดียวกัน

ระบบ GHS นี้จะครอบคลุมสารเคมีและผลิตภัณฑ์เคมีในภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการเกษตร และผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภค รวมถึงสารละลายเจือจาง และสารผสม (mixtures) แต่ระบบ GHS จะไม่ครอบคลุมถึงเภสัชภัณฑ์ (ยารักษาโรค, เครื่องสำอาง) สารเติมแต่งและสารตกค้างในอาหารสำหรับประเทศไทยได้นำระบบ GHS มาใช้กับผลิตภัณฑ์ภายใต้พระราชบัญญัติวัตถุอันตรายปี พ.ศ. 2535 ได้แก่ วัตถุอันตรายทางอุตสาหกรรม วัตถุอันตรายทางการเกษตรและวัตถุอันตรายที่ใช้ในบ้านเรือนหรือทางสาธารณสุข องค์ประกอบสำคัญของการจำแนกสารเคมีตามระบบ GHS ประกอบด้วย 1. การจำแนกสารเคมีและผลิตภัณฑ์เคมีตามความเป็นอันตราย 2. การสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมี และ 3. ข้อเสนอกำหนดที่ต้องระบุในเอกสารข้อมูลความปลอดภัย

ตามระบบ GHS เวอร์ชัน 10 (ปี ค.ศ. 2023) สามารถแบ่งสารเคมีอันตรายออกเป็น 9 ประเภท ดังนี้

- ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด (Explosives)
- ประเภทที่ 2 สารไวไฟ (Flammables)
- ประเภทที่ 3 สารออกซิไดซ์ (Oxidizers)
- ประเภทที่ 4 ก๊าซบรรจุภายใต้ความดัน (Compressed Gases)
- ประเภทที่ 5 สารกัดกร่อน (Corrosives)
- ประเภทที่ 6 สารพิษเฉียบพลัน (Acute Toxic)
- ประเภทที่ 7 สารระคายเคือง (Irritant)
- ประเภทที่ 8 สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard)
- ประเภทที่ 9 สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Hazard)

นอกจากนี้ ยังมีการจัดกลุ่มสารเคมีอันตรายตามระบบ UN ซึ่งพัฒนาโดยสหประชาชาติเช่นเดียวกัน แต่ใช้ในบริบทต่างกัน กล่าวคือ **GHS เป็นระบบจัดประเภทและสำหรับสื่อสารอันตรายของสารเคมี สำหรับทุกภาคส่วน** (สถานที่ทำงาน ผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม) โดยกำหนดเกณฑ์จำแนก hazard classes/categories, ข้อความอันตราย (H), ข้อความป้องกัน (P), ฉลาก (pictograms, signal word) และ SDS 16 หมวด เพื่อการสื่อสารความเสี่ยงเป็นหลัก แต่สำหรับการจัดตามระบบ **UN นั้น มุ่งที่ความปลอดภัยในการขนส่งวัตถุอันตราย** กำหนด hazard classes/divisions, UN number/Proper Shipping Name, packing group, วิธีบรรจุภัณฑ์ ป้ายฉลาก/ป้ายแผง (placards) และเอกสารประกอบการขนส่ง ซึ่งเน้นการป้องกันอุบัติเหตุระหว่างขนส่งเป็นหลัก และ**ไม่สามารถใช้แทนระบบ GHS ได้**

สำหรับการแบ่งประเภทกลุ่มสารเคมีอันตราย ตามระบบ UN สามารถแบ่งออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่

- ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด (Explosives)
- ประเภทที่ 2 ก๊าซ (Gases)
- ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ (Flammable liquids)
- ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ (Flammable solids)
- ประเภทที่ 5 สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Oxidizing agents and Organic peroxides)
- ประเภทที่ 6 สารพิษและสารติดเชื้อ (Toxic and Infectious substances)
- ประเภทที่ 7 วัตถุกัมมันตรังสี (Radioactive substances)
- ประเภทที่ 8 สารกัดกร่อน (Corrosive substances)
- ประเภทที่ 9 วัตถุอื่น ๆ ที่เป็นอันตราย (Miscellaneous)

การพิจารณาว่า สารเคมีนั้นเป็นจัดอยู่ในกลุ่มเคมีภัณฑ์ใดตามระบบ GHS และ UN นั้น สามารถทราบได้จากฉลากหรือเครื่องหมายที่ติดบนภาชนะบรรจุ ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่มีรูปภาพ สี และตัวเลข เป็นสื่อในการบ่งชี้ประเภทของสารเคมี 9 ประเภทข้างต้น โดยลักษณะสัญลักษณ์ภาพจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ทำมุม 45 องศา รายละเอียดที่ปรากฏบนฉลาก แสดงดังตารางด้านล่างนี้

หมายเหตุ:

- โปรดศึกษารายละเอียดความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายได้ที่ <http://www.chemtrack.org/> และ
- โปรดศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม GHS (version 10, 2023) ที่ <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/ghs/> และ <https://unece.org/sites/default/files/2023-07/GHS%20Rev10e.pdf>

อ้างอิง:

1. http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2555_190_60_p24-28.pdf

การจัดกลุ่มสารเคมีอันตรายตามระบบ GHS

GHS class	ประเภทวัตถุอันตราย	รายละเอียด	ตัวอย่างสัญลักษณ์ภาพ
GHS01	วัตถุระเบิด (Explosives)	สารหรือของผสมที่มีก่อให้เกิดความเสี่ยงระเบิดหรือเกิดปฏิกิริยารุนแรงด้วยตนเอง ได้แก่ วัตถุระเบิด สารเกิดปฏิกิริยาด้วยตนเอง และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์ในหมวดที่รุนแรง โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Danger</i> และมักพบข้อความอันตรายอย่างเช่น H200/H201 “ระเบิดได้/เสี่ยงระเบิด” หรือ H240 “อาจจะระเบิดเมื่อให้ความร้อน” เพื่อเตือนถึงอันตรายเชิงพลังงานที่รุนแรงและฉับพลัน	
GHS02	สารไวไฟ (Flammables)	สารที่ก่อให้เกิดการติดไฟได้ง่ายหรือเกิดไฟเอง ไม่ว่าจะเป็นก๊าซ ของเหลว หรือของแข็งไวไฟ รวมถึงไฟโรฟอริก สารให้ความร้อนแล้วติดไฟเอง สารที่สัมผัสแล้วให้ก๊าซไวไฟ ตลอดจนสารเกิดปฏิกิริยาเองและออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์ในหมวดที่ไม่รุนแรงเท่า GHS01 โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Danger</i> หรือ <i>Warning</i> ตามระดับความรุนแรง และมักมีข้อความ H เช่น H220/H225 “ไวไฟมาก” H228 “ของแข็งไวไฟ” หรือ H261 “สัมผัสทำให้ก๊าซไวไฟ”	
GHS03	สารออกซิไดซ์ (Oxidizers)	สารที่มีคุณสมบัติออกซิไดซ์ที่ช่วยให้วัตถุอื่นติดไฟหรือการเผาไหม้รุนแรงขึ้น ใช้กับก๊าซออกซิไดซ์ รวมทั้งของเหลวและของแข็งออกซิไดซ์ โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Danger</i> หรือ <i>Warning</i> ตามหมวดหมู่ และมักใช้ข้อความ H270 “อาจทำให้หรือเพิ่มความรุนแรงของการลุกไหม้” หรือ H272 “อาจทำให้การติดไฟทวีความรุนแรง” เพื่อย้ำว่าแม้สารอาจไม่ติดไฟเองแต่สามารถเร่งไฟได้	
GHS04	ก๊าซบรรจุภายใต้ความดัน (Compressed Gases)	ก๊าซที่บรรจุภายใต้ความดัน ไม่ว่าจะเป็นก๊าซอัด ก๊าซเหลว ก๊าซเหลวแช่เย็น หรือก๊าซละลาย โดยก๊าซเหล่านี้มีแรงดันสูงและความเย็นสูงที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Warning</i> และข้อความ H280 “บรรจุภายใต้ความดัน” หรือ H281 “มีภาวะเย็นจัด อาจเกิดอาการบาดเจ็บจากความเย็น”	

GHS class	ประเภทวัตถุอันตราย	รายละเอียด	ตัวอย่างสัญลักษณ์ภาพ
GHS05	สารกัดกร่อน (Corrosives)	สารที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนผิวหนังและดวงตารุนแรง รวมถึงสารที่กัดกร่อนโลหะ ครอบคลุมการจัดประเภทผิวหนังหมวด 1A-1C และอันตรายต่อดวงตาหมวดรุนแรง โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Danger</i> พร้อมข้อความอย่าง H314 “ก่อให้เกิดแผลไหม้ที่ผิวหนังรุนแรงและทำลายดวงตา” และ H290 “อาจกัดกร่อนโลหะ” เพื่อเน้นทั้งความปลอดภัยต่อบุคคลและทรัพย์สิน	
GHS06	สารพิษเฉียบพลัน (Acute Toxic)	สารที่มีพิษเฉียบพลันระดับรุนแรงที่อาจถึงตายเมื่อกลืนกิน สัมผัสผ่านทางผิวหนัง หรือการสูดดม ครอบคลุมหมวดพิษเฉียบพลัน 1-3 โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Danger</i> และข้อความ H300/H310/H330 “ถึงตายเมื่อกลืนกิน/สัมผัสผิวหนัง/สูดดม” หรือ H301/H311/H331 “เป็นพิษเมื่อ...” โดยเมื่อสารใดจัดอยู่ในเกณฑ์ GHS06 นี้ โดยมากจะไม่ปรากฏในกลุ่ม GHS07	
GHS07	สารระคายเคือง (Irritant)	สารที่ก่อให้เกิดอาการระคายเคือง ที่มีระดับอันตรายปานกลาง เช่น พิษเฉียบพลันหมวด 4 การระคายเคืองผิวหนังหรือตา ความไวต่อผิวหนัง และผลต่ออวัยวะเป้าหมายแบบเฉียบพลันหมวด 3 เช่น ระคายเคืองทางเดินหายใจหรือกดประสาทชั่วคราว โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Warning</i> พร้อมข้อความ H302/H312/H332 “เป็นอันตรายเมื่อกลืนกิน/สัมผัสผิวหนัง/สูดดม” H315/H319 “ระคายเคืองผิวหนัง/ทำให้ตาระคายเคือง” และ H335/H336 “อาจทำให้ระคายเคืองทางเดินหายใจ/ง่วงซึมเวียนศีรษะ”	
GHS08	สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazard)	สารที่มีระดับอันตรายที่ก่อให้เกิดอาการเรื้อรังหรือร้ายแรงต่อสุขภาพระยะยาว ได้แก่ สารก่อมะเร็ง สารก่อให้เกิดกลายพันธุ์ ซึ่งมีผลต่อการเจริญพันธุ์และการก่อกำเนิดในครรภ์ รวมถึงมีผลต่อความไวต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งมีผลกระทบต่ออวัยวะเป้าหมายทั้งแบบเฉียบพลันและเมื่อได้รับซ้ำ โดยทั่วไปจะปรากฏ <i>Danger</i> หรือ <i>Warning</i> แล้วแต่หมวด พร้อมข้อความ H334 “อาจทำให้ไวต่อระบบทางเดินหายใจ” H350 “อาจก่อมะเร็ง” H360 “อาจเป็นอันตรายต่อความอุดมสมบูรณ์หรือการก่อกำเนิดในครรภ์” H372 “เป็นอันตรายต่ออวัยวะ...จากการได้รับซ้ำ” และ H304 “อาจถึงตายหากกลืนแล้วสำลักเข้าปอด”	

GHS class	ประเภทวัตถุอันตราย	รายละเอียด	ตัวอย่างสัญลักษณ์ภาพ
GHS09	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Hazard)	สารที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยทั่วไปจะปรากฏ ข้อความ H400 “เป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก” และ H410/H411 “เป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก/เป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ”	

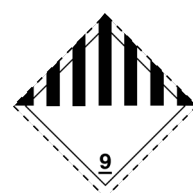
การจัดกลุ่มสารเคมีอันตรายตามระบบ UN

UN class	ประเภทวัตถุอันตราย	กลุ่มย่อย	รายละเอียด	รูปแบบสัญลักษณ์ภาพ (สีพื้นหลัง/รูป)	ตัวอย่าง สัญลักษณ์ภาพ
1	วัตถุระเบิด (Explosives)	1.1 – 1.6	1.1 สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงทันทีทันใด ทั้งหมด (Mass Explosive) เช่น เชื้อปะทะ ลูกระเบิด เป็นต้น 1.2 สารหรือสิ่งของที่มีอันตรายจากการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใด ทั้งหมด เช่น กระสุนปืน ทุ่นระเบิด ขนวนปะทะ เป็นต้น 1.3 สารหรือสิ่งของที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้และอาจมีอันตรายบ้าง จากการระเบิด หรือการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด เช่น กระสุนเพลิง เป็นต้น 1.4 สารหรือสิ่งของที่ไม่แสดงความเป็นอันตรายอย่างเด่นชัด หากเกิดการปะทุหรือปะทุในระหว่างการขนส่ง จะเกิดความเสียหายเฉพาะภาชนะบรรจุ เช่น พลุอากาศ เป็นต้น 1.5 สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่หากมีการระเบิดจะมีอันตรายจากการระเบิดทั้งหมด 1.6 สิ่งของที่ไม่ไวต่อการระเบิดน้อยมากและไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด มีความเสี่ยงต่อการระเบิดอยู่ในวงจำกัด เฉพาะในตัวสิ่งของนั้นๆ ไม่มีโอกาสที่จะเกิดการปะทุหรือแผ่กระจาย	สีส้ม/สะกิดระเบิดหรือไม่มี พร้อมหมายเลข 1 หรือ 1.1 ถึง 1.6	  
2	ก๊าซ (Gases)	2.1 ก๊าซไวไฟ (Flammable gas)	ก๊าซที่อุณหภูมิ 20°C และมีความดัน 101.3 kP สามารถติดไฟได้เมื่อผสมกับอากาศ 13% หรือต่ำกว่าโดยปริมาตร หรือมีช่วงกว้างที่สามารถติดไฟได้ 12% ขึ้นไป เมื่อผสมกับอากาศโดยไม่คำนึงถึง ความเข้มข้นต่ำสุดของการผสม โดยปกติ ก๊าซไวไฟ หนักกว่าอากาศ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น อะเซทิลีน ก๊าซหุงต้มหรือ ก๊าซแอลพีจี เป็นต้น	สีแดง/เปลวไฟ หรือ สี เหลือง/เปลวไฟเหนือ วงกลม พร้อมหมายเลข 2	

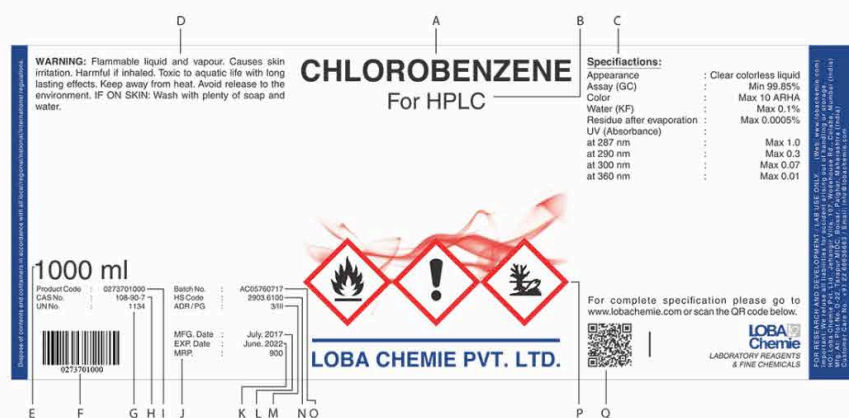
UN class	ประเภทวัตถุอันตราย	กลุ่มย่อย	รายละเอียด	รูปแบบสัญลักษณ์ภาพ (สีพื้นหลัง/รูป)	ตัวอย่าง สัญลักษณ์ภาพ
					
		2.2 ก๊าซไม่ไวไฟ และไม่เป็นพิษ (Non-flammable, non-toxic gases)	ก๊าซที่มีความดันไม่น้อยกว่า 280 กิโลปาสกาล ที่อุณหภูมิ 20°C หรืออยู่ในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซหนักกว่าอากาศ ไม่ติดไฟและ ไม่เป็นพิษ หรือแทนที่ออกซิเจนในอากาศและทำให้เกิด สภาวะขาดแคลน ออกซิเจนได้ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน เป็นต้น	สีเขียว/ถังก๊าซ พร้อมหมายเลข 2	
		2.3 ก๊าซพิษ (Poisonous gases)	ก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือถึงแก่ชีวิตได้จากการหายใจ โดยส่วนใหญ่หนักกว่าอากาศ มีกลิ่นระคายเคือง ตัวอย่างของก๊าซในกลุ่มนี้ เช่น คลอรีน เมทิลโบรไมด์ เป็นต้น	สีขาว/หัวกะโหลก พร้อมหมายเลข 2	 

UN class	ประเภทวัตถุอันตราย	กลุ่มย่อย	รายละเอียด	รูปแบบสัญลักษณ์ภาพ (สีพื้นหลัง/รูป)	ตัวอย่าง สัญลักษณ์ภาพ
3	ของเหลวไวไฟ (Flammable liquids)		ของเหลวหรือของเหลวผสมที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ไม่เกิน 60.5°C จากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยปิด หรือไม่เกิน 65.6°C จากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยเปิด (Opened-cup Test) ไอของเหลวไวไฟพร้อมลุกติดไฟเมื่อมีแหล่งประกายไฟ เช่น แอชิตอน น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ เป็นต้น	สีแดง/เปลวไฟ พร้อมหมายเลข 3	
4	ของแข็งไวไฟ (Flammable solids)	4.1 ของแข็งไวไฟ (Flammable solids)	ของแข็งที่สามารถติดไฟได้ง่ายจากการได้รับความร้อนจากประกายไฟ/เปลวไฟ หรือเกิดการลุกไหม้ได้จากการเสียดสี เช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไนโตรเซลลูโลส เป็นต้น หรือเป็นสารที่มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนที่รุนแรง เช่น เกลือไดอะโซเนียม หรือเป็นสารระเบิดที่ถูกลดความไวต่อการเกิดระเบิด เช่น แอมโมเนียมพิเครต (เปี้ยก) ไดไนโตรฟีนอล (เปี้ยก) เป็นต้น	สีขาวสลับกับแถบสีแดง/เปลวไฟ พร้อมหมายเลข 4	
		4.2 สารที่อาจลุกไหม้ได้เอง (Spontaneously combustible solids)	สารที่มีแนวโน้มจะเกิดความร้อนขึ้นได้เองในสภาวะการขนส่งตามปกติ หรือเกิดความร้อนสูงขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับอากาศและมีแนวโน้มจะลุกไหม้ได้	ครึ่งบนสีขาว-ครึ่งล่างสีแดง/เปลวไฟ พร้อมหมายเลข 4	
		4.3 สารให้ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ (Dangerous when wet)	สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วมีแนวโน้มที่จะเกิดการติดไฟได้เองหรือทำให้เกิดก๊าซไวไฟในปริมาณที่เป็นอันตราย	สีน้ำเงิน-ฟ้า/เปลวไฟ พร้อมหมายเลข 4	

UN class	ประเภทวัตถุอันตราย	กลุ่มย่อย	รายละเอียด	รูปแบบสัญลักษณ์ภาพ (สีพื้นหลัง/รูป)	ตัวอย่าง สัญลักษณ์ภาพ
5	สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Oxidizing agents and Organic peroxides)	5.1 สารออกซิไดซ์ (Oxidizing agents)	ของเหลวที่ตัวของสารเองไม่ติดไฟ แต่ให้ออกซิเจนซึ่งช่วยให้วัตถุอื่นเกิดการลุกไหม้และอาจจะก่อให้เกิดไฟ เมื่อสัมผัสกับสารที่ลุกไหม้และเกิดการระเบิดอย่างรุนแรง เช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียมเปอร์ออกไซด์ โซเดียมคลอเรต เป็นต้น	สีเหลือง/เปลวไฟเหนือวงกลม พร้อมหมายเลข 5.1	
		5.2 สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic peroxide oxidizing agents)	ของแข็งหรือของเหลวที่มีโครงสร้างออกซิเจนสองอะตอม -O-O- และช่วยในการเผาไหม้ที่ลุกไหม้ หรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วก่อให้เกิดอันตรายได้ หรือเมื่อได้รับความร้อนหรือลุกไหม้แล้วภาชนะบรรจุสารนี้อาจระเบิดได้ เช่น แอซีโตนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น	ครึ่งบนสีแดง-ครึ่งล่างสีเหลือง/เปลวไฟ พร้อมหมายเลข 5.2	
6	สารพิษและสารติดเชื้อ (Toxic and Infectious substances)	6.1 สารพิษ (Poison)	ของแข็งหรือของเหลวที่สามารถทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บรุนแรงต่อสุขภาพของคน หากกลืน สูดดม หรือหายใจรับสารนี้เข้าไป หรือเมื่อสารนี้ได้รับความร้อนหรือลุกไหม้จะปล่อยก๊าซพิษ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ กลุ่มสารกำจัดแมลงศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น	สีขาว/กะโหลก พร้อมหมายเลข 6	
		6.2 สารติดเชื้อ (Biohazard)	สารที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนหรือสารที่มีตัวอย่างการตรวจสอบของพยาธิ สภาพปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในสัตว์และคน เช่น แบคทีเรียเพาะเชื้อ เป็นต้น	สีขาว/biohazard พร้อมหมายเลข 6	

UN class	ประเภทวัตถุอันตราย	กลุ่มย่อย	รายละเอียด	รูปแบบสัญลักษณ์ภาพ (สีพื้นหลัง/รูป)	ตัวอย่าง สัญลักษณ์ภาพ
7	วัตถุกัมมันตรังสี (Radioactive substances)		วัตถุที่สามารถแผ่รังสีที่มองไม่เห็นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 0.002 ไมโครคูรีต่อกรัม เช่น โมนาไซด์ ยูเรเนียม โคบอลต์-60 เป็นต้น	ครึ่งบนสีเหลือง-ครึ่งล่างสีขาว/ใบพัด 3 แฉก พร้อมหมายเลข 7	
8	สารกัดกร่อน (Corrosive substances)		ของแข็งหรือของเหลวซึ่งโดยปฏิกิริยาเคมีมีฤทธิ์กัดกร่อนทำความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตอย่างรุนแรงหรือทำลายสินค้า/ยานพาหนะที่ทำการขนส่งเมื่อเกิดการรั่วไหลของสารไอระเหยของสารประเภทนี้ บางชนิดก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูกและตา เช่น HCl, H ₂ SO ₄ , NaOH เป็นต้น	ครึ่งบนสีขาว-ครึ่งล่างสีดำ/หลอดแก้วกับมือ พร้อมหมายเลข 8	
9	วัตถุอื่น ๆ ที่เป็นอันตราย (Miscellaneous)		สารหรือสิ่งของที่อยู่ในขณะขนส่งเป็นสารอันตรายซึ่งไม่จัดอยู่ในประเภทที่ 1 ถึง 8 เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต เป็นต้น และให้รวมถึงสารที่ต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100°C ในสภาพของเหลวหรือมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 240°C ในสภาพของแข็งในระหว่างการขนส่ง	ครึ่งบนสีขาวสลับกับแถบสีดำ-ครึ่งล่างสีขาว พร้อมหมายเลข 9	

อ้างอิง: รายละเอียดเนื้อหาจาก <http://www.chemtrack.org/> และรูปภาพจาก https://en.wikipedia.org/wiki/Dangerous_goods



UNDERSTANDING THE LABEL

- A** Product Name ชื่อสินค้า
- B** Grade of the product or additional information related with product
เกรดของสินค้าหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้านั้นๆ
- C** Additional product-specific information and naming
ข้อมูลเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มเติมและการตั้งชื่อ
- D** Signal word, Hazard phrases and Precautionary phrases as necessary
คำหรือข้อความที่แสดงถึงสัญญาณอันตรายและข้อความระวังที่จำเป็นสำหรับผู้ใช้งาน
- E** Package Size (pre-weight)
ขนาดบรรจุภัณฑ์ (ซึ่งน้ำหนัก ส่วนหน้า)
- F** Data Matrix Barcode containing product number and Lot number
บาร์โค้ดที่ประกอบด้วยเลขสินค้าและล็อตสินค้า
- G** UN Number
หมายเลข UN ของสินค้า
- H** CAS Number
หมายเลข CAS ของสินค้า
- I** Product Code
รหัสสินค้าแบบ 10 หลัก (10-digit)
- J** Cost of the product
มูลค่าสินค้า
- K** Expiry Date
วันหมดอายุ
- L** Manufacturing Date
วันผลิต
- M** ADR / PG-Dangerous Goods Safety Advisors
ประเภทสินค้าอันตรายใช้จำแนกในระบบการขนส่ง
- N** Harmonized System (HS) of tariff nomenclature
ระบบ HS ของพิกัดศุลกากร
- O** Batch Number
เลขครั้งที่ผลิต คล้ายกับเลขล็อตสินค้า (Lot Number)
- P** GHS Pictograms "NO GHS" is used if diamonds are present, but no additional hazard symbols apply to the product
สัญลักษณ์ตามระบบ GHS ที่มีคำว่า "NO GHS" นั้น จะถูกใช้อยู่บนฉลากในบางกรณีเพื่อเป็นรูปแบบมาตรฐาน แต่จะไม่ได้มีความหมายเชิงสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายของสินค้าแต่อย่างใด
- Q** QR Code containing the information of webpage for the batch specification
คิวอาร์โค้ดที่มีข้อมูลของหน้าเว็บสำหรับการค้นหา batch specification

ตัวอย่างฉลากผลิตภัณฑ์สารเคมี (ที่มา: <https://www.apexchemicals.co.th/articlesDetails.php?id=32>)

สำหรับการจัดระดับความอันตราย (hazard class/rate) ในระบบ GHS สามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (1–5) จากรุนแรงมากไปหาน้อย นอกจากนี้ยังมีการจัดระดับความอันตรายโดยระบบ HMIS/NFPA แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (0–4) จากรุนแรงน้อยไปมาก ดังนี้

HMIS III/NFPA 704 Ratings		GHS Hazard Category	
0	อันตรายน้อยมาก (Minimal Hazard)	1	อันตรายรุนแรงมาก (Severe Hazard)
1	อันตรายเล็กน้อย (Slight Hazard)	2	อันตรายร้ายแรง (Serious Hazard)
2	อันตรายปานกลาง (Moderate Hazard)	3	อันตรายปานกลาง (Moderate Hazard)
3	อันตรายร้ายแรง (Serious Hazard)	4	อันตรายเล็กน้อย (Slight Hazard)
4	อันตรายรุนแรงมาก (Severe Hazard)	5	อันตรายน้อยมาก (Minimal Hazard)

การจัดระดับความอันตรายด้วยระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS)

การจำแนกประเภทตามระบบ GHS ได้แบ่งความอันตราย ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) ความอันตรายต่อสุขภาพ หรือ Health Hazards (2) ความอันตรายทางกายภาพ หรือ Physical Hazards และ (3) ความอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม หรือ Environmental Hazards ซึ่งในแต่ละประเภทจะมีการแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น ความเป็นพิษ การระคายเคือง ภาวะไวไฟ ความไวไฟ เป็นต้น

ความรุนแรงของอันตรายในแต่ละกลุ่มจะถูกอธิบายตามหมวดหมู่ บางกลุ่มมี 5 หมวดหมู่ ในขณะที่บางกลุ่มมีเพียงหมวดหมู่เดียว โดยหมวดหมู่ 1 หรือ A จะแสดงถึงอันตรายสูงสุดในหมวดหมู่นั้น ยิ่งหมายเลขหมวดหมู่สูง อันตรายนี้อาจยิ่งต่ำลง ประเภทของหมวดหมู่ มีดังนี้:

ความอันตรายต่อสุขภาพ (Health Hazards)

สัญลักษณ์ภาพ	Hazard Class	Hazard Category	คำอธิบาย
สารกัดกร่อน 	มีฤทธิ์กัดกร่อนผิวหนัง	Category 1A, 1B, 1C	ความเสียหายต่อผิวหนังอย่างถาวร
	ความเสียหายต่อดวงตาอย่างรุนแรง	Category 1	ความเสียหายต่อดวงตาอย่างถาวร
สารพิษเฉียบพลัน 	มีพิษเฉียบพลันทางปาก	Category 1, 2, 3	มีพิษรุนแรงแม้ปริมาณน้อย ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรงหรือเสียชีวิต
	มีพิษเฉียบพลันทางผิวหนัง	Category 1, 2, 3	
	มีพิษเฉียบพลันทางการหายใจ	Category 1, 2, 3	
สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ 	อันตรายจากการสำลักเข้าสู่ปอด	Category 1, 2	อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตหากสำลักเข้าสู่ปอด
	การก่อความไวต่อทางเดินหายใจ	Category 1, 1A, 1B	ก่อให้เกิดภาวะไวเกินของทางเดินหายใจ
	การก่อกลายพันธุ์ต่อเซลล์สืบพันธุ์	Category 1A, 1B, 2	อาจก่อให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม
	การก่อมะเร็ง	Category 1A, 1B, 2	อาจก่อมะเร็ง
	มีพิษต่อระบบสืบพันธุ์	Category 1A, 1B, 2	อาจทำลายความสามารถในการเจริญพันธุ์; อาจเป็นอันตรายต่อการกักในครรภ์
	มีพิษต่ออวัยวะเป้าหมายเฉพาะจากการสัมผัสครั้งเดียว	Category 1, 2	ก่อความเสียหายต่ออวัยวะ
	มีพิษต่ออวัยวะเป้าหมายเฉพาะจากการสัมผัสซ้ำ/ยาวนาน	Category 1, 2	ก่อความเสียหายต่ออวัยวะจากการสัมผัสเป็นเวลานานหรือซ้ำซาก
สารระคายเคือง 	การระคายเคืองตา	Category 2A	ก่อให้เกิดการระคายเคืองตาอย่างรุนแรง
	การระคายเคืองผิวหนัง	Category 2	ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง
	มีพิษเฉียบพลันทางปาก	Category 4	เป็นอันตรายหากกลืนกิน
	การก่อความไวต่อผิวหนัง	Category 1	อาจก่อให้เกิดอาการแพ้ที่ผิวหนัง
	มีพิษเฉียบพลันทางผิวหนัง	Category 4	เป็นอันตรายเมื่อสัมผัสผิวหนัง
	มีพิษต่ออวัยวะเป้าหมายเฉพาะจากการสัมผัสครั้งเดียว: การระคายเคืองทางเดินหายใจ	Category 3	อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจ
	มีพิษต่ออวัยวะเป้าหมายเฉพาะ	Category 3	อาจทำให้ง่วงซึมหรือเวียนศีรษะ

สัญลักษณ์ภาพ	Hazard Class	Hazard Category	คำอธิบาย
	จากการสัมผัสครั้งเดียว: ฤทธิ์กัดประสาท		

ความอันตรายทางกายภาพ (Physical Hazards)

สัญลักษณ์ภาพ	Hazard Class	Hazard Category	คำอธิบาย
	ของเหลวไวไฟ	Category 1, 2, 3	ของเหลวและไอไวไฟ
	ของแข็งไวไฟ	Category 1, 2	ของแข็งติดไฟได้ง่าย
	สารระเหยง่าย (แอโรซอล)	Category 1, 2	ภาชนะบรรจุภายใต้ความดัน; อาจปริแตกเมื่อถูกความร้อน
	วัตถุระเบิดที่ลดความไว	Category 1, 2, 3, 4	เสี่ยงไฟไหม้ ระเบิด หรือกระเด็นกระจาย หากสารลดความไวถูกลดลง
	ก๊าซไวไฟ	Category 1, Pyrophoric gas	ก๊าซติดไฟไวไฟ
	ละอองลอยไวไฟ	Category 1, 2	ภาชนะบรรจุภายใต้ความดันที่ไวไฟ
	สาร/ส่วนผสมที่มีปฏิกิริยาได้เอง; และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	Type A, B, C, D, E, F, G	ของเหลวหรือของแข็งที่ไม่เสถียรทางความร้อน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนแรงได้แม้ไม่มีออกซิเจน
	ของเหลวไฟโรฟอริก; ของแข็งไฟโรฟอริก	Category 1	สารที่สามารถลุกไหม้ได้เองเมื่อสัมผัสอากาศ
	สาร/ส่วนผสมที่ให้ความร้อนด้วยตนเอง	Category 1, 2	สารที่ไม่ใช่สารไฟโรฟอริก แต่สามารถเกิดปฏิกิริยากับอากาศโดยไม่ต้องให้ความร้อนเพิ่ม โดยมักลุกไหม้ได้เมื่อมีปริมาณมากหรือหลังเวลายาวนาน
	สารและส่วนผสมที่ให้ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสน้ำ	Category 1, 2, 3	สารที่ปล่อยก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสน้ำ
	วัตถุระเบิด	Unstable Explosive, Div 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	สารประกอบระเบิดและอันตรายจากการแตกกระเด็น
	สาร/ส่วนผสมที่มีปฏิกิริยาได้เอง; และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	Type A, B	
สารกัดกร่อน	มีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะ	Category 1	อาจกัดกร่อนโลหะ

สัญลักษณ์ภาพ	Hazard Class	Hazard Category	คำอธิบาย
			
สารออกซิไดซ์	ของเหลวออกซิไดซ์; ของแข็งออกซิไดซ์	Category 1, 2, 3	
	ก๊าซออกซิไดซ์	Category 1	สารออกซิไดซ์ ไม่สามารถติดไฟด้วยตนเอง แต่สามารถก่อให้เกิดหรือทำให้ไฟไหม้ในวัสดุอื่นรุนแรงขึ้น
ก๊าซบรรจุภายใต้ความดัน	ก๊าซภายใต้ความดัน	Compressed gas; Liquefied gas; Dissolved gas	ก๊าซภายใต้ความดัน อาจจะระเบิดได้เมื่อถูกความร้อน
	ก๊าซภายใต้ความดัน	Refrigerated liquefied gas	อาจก่อให้เกิดบาดเจ็บ/แผลไหม้จากความเย็นจัด

ความอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Hazards)

สัญลักษณ์ภาพ	Hazard Class	Hazard Category	คำอธิบาย
สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	อันตรายต่อชั้นบรรยากาศโอโซน	Category 1	
	อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (เฉียบพลัน)	Category 1	
	อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ระยะยาว)	Category 1, 2	เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: <https://drs.illinois.edu/Page/SafetyLibrary/ChemicalHazardClassification>

การจัดระดับความอันตรายด้วยระบบ Hazardous Materials Identification System (HMIS)

ระดับอันตราย	คำอธิบาย
* = อันตรายเรื้อรัง (Chronic Hazard)	อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง เมื่อได้รับการสัมผัสแบบซ้ำ ๆ
0 = อันตรายน้อยมาก (Minimal Hazard)	ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ
1 = อันตรายเล็กน้อย (Slight Hazard)	อาจเกิดการระคายเคืองหรือการบาดเจ็บเล็กน้อยที่สามารถฟื้นฟูได้
2 = อันตรายปานกลาง (Moderate Hazard)	อาจเกิดการบาดเจ็บชั่วคราวหรือเล็กน้อย
3 = อันตรายร้ายแรง (Serious Hazard)	มีแนวโน้มเกิดการบาดเจ็บรุนแรง เว้นแต่จะดำเนินการแก้ไขอย่างทันท่วงที และได้รับการรักษาพยาบาล
4 = อันตรายรุนแรงมาก (Severe Hazard)	อาจเป็นอันตรายถึงชีวิต หรือก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรง/ถาวร จากการได้รับสัมผัสเกินขนาดเพียงครั้งเดียวหรือซ้ำ ๆ

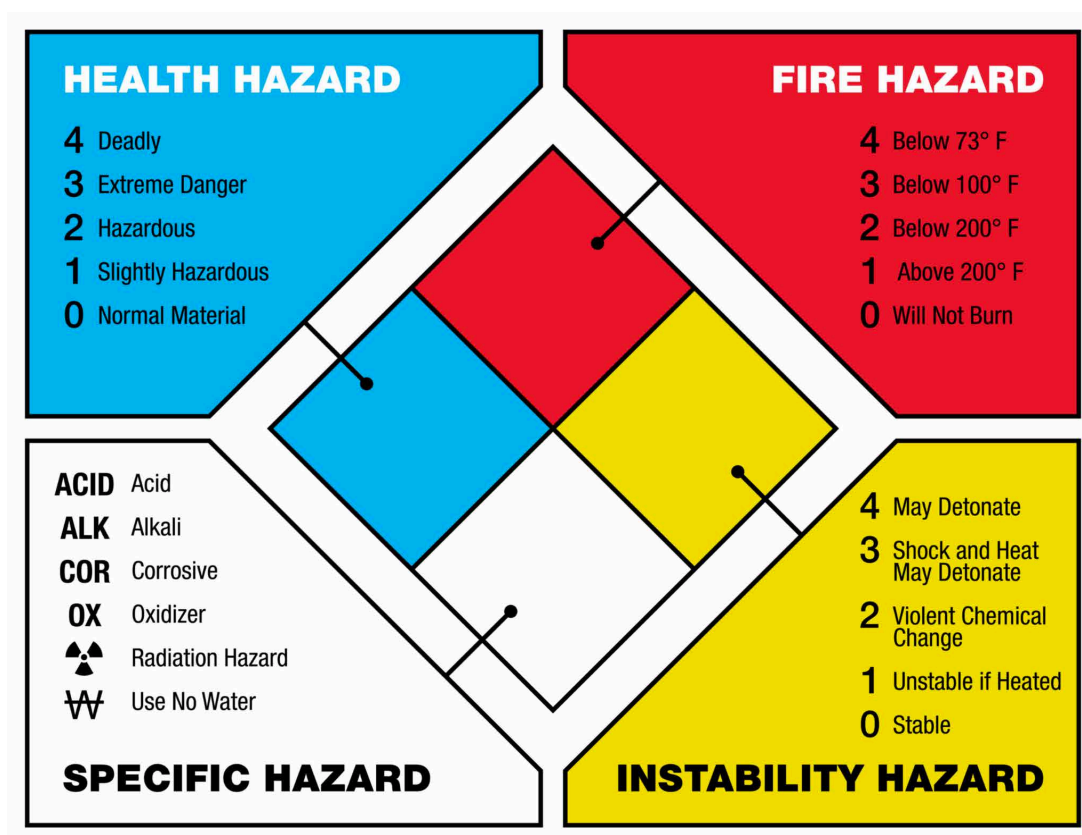
HMIS Label Example

HMIS Label Example		PERSONAL PROTECTION INDEX							
Chemical Name HEALTH * 2 FLAMMABILITY 1 PHYSICAL HAZARD 0 PERSONAL PROTECTION A Emergency Overview: Summarize the nature and appearance of the chemical and the important health hazards.		A		G		B		H	
		C		I		D		J	
		E		K		F		X Consult your supervisor or S.O.P. for "SPECIAL" handling directions	
		A Safety Glasses	n Splash Goggles	o Face Shield & Eye Protection	p Gloves	q Boots	r Synthetic Apron	s Full Suit	
		t Dust Respirator	u Vapor Respirator	w Dust & Vapor Respirator	y Full Face Respirator	z Airline Hood or Mask	Additional Information		

การจัดระดับความอันตรายด้วยระบบ National Fire Protection Association (NFPA)

ระดับ	อันตรายต่อสุขภาพ (Health)	อันตรายการติดไฟ (Flammability)	อันตรายจากความไม่เสถียร (Instability)	สัญลักษณ์พิเศษ	ความหมาย
4	อาจถึงแก่ชีวิต	ระเหยและติดไฟได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ	อาจจะระเบิดได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ	OX	ตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer)
3	อาจทำให้บาดเจ็บร้ายแรงหรือถาวร	จุดติดไฟได้เกือบทุกช่วงอุณหภูมิ	อาจจะระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนสูงหรือแรงกระแทก	W (มีขีดพาด)	ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ/ห้ามโดนน้ำ
2	อาจทำให้ได้รับความสามารถชั่วคราวหรือเกิดบาดเจ็บเล็กน้อย	ต้องถูกให้ความร้อนหรืออยู่ในอุณหภูมิแวดล้อมสูงจึงจะไหม้	เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีรุนแรงที่อุณหภูมิหรือความดันสูง	SA*	ก๊าซทำให้ขาดอากาศหายใจอย่างง่าย (Simple asphyxiant gas)
1	อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองอย่างมีนัยสำคัญ	ต้องมีความร้อนเล็กน้อยก่อนจึงจะจุดติดไฟได้	ปกติมีเสถียรภาพ แต่อุณหภูมิสูงทำให้ไม่เสถียร	COR+	กัดกร่อน (Corrosive)
0	ไม่มีอันตราย	ไม่ติดไฟ	มีเสถียรภาพ	POI+	เป็นพิษ (Poisonous)

NFPA Rating Explanation Guide					
RATING NUMBER	HEALTH HAZARD	FLAMMABILITY HAZARD	INSTABILITY HAZARD	RATING SYMBOL	SPECIAL HAZARD
4	Can be lethal	Will vaporize and readily burn at normal temperatures	May explode at normal temperatures and pressures	OX	Oxidizer
3	Can cause serious or permanent injury	Can be ignited under almost all ambient temperatures	May explode at high temperature or shock	W	Reacts with water in dangerous manner
2	Can cause temporary incapacitation or residual injury	Must be heated or high ambient temperature to burn	Violent chemical change at high temperatures or pressures	SA*	Simple asphyxiant gas
1	Can cause significant irritation	Must be preheated before ignition can occur	Normally stable. High temperatures make unstable	COR ⁺	Corrosive
0	No hazard	Will not burn	Stable	POI ⁺	Poisonous



ที่มา: https://ehs.oregonstate.edu/sites/ehs.oregonstate.edu/files/pdf/hmis_and_nfpa_labels.pdf และ

<https://www.building-maps.com/how-to-read-an-nfpa-fire-diamond/>

การประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่เหมาะสม ต้องมีการทบทวนปัจจัยต่อไปนี้

1. ความเป็นพิษ (Toxicity) – แนวโน้มของสารเคมีที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพเมื่อสูดดม กลืนกิน ฉีด หรือสัมผัสกับผิวหนัง
2. ความไวปฏิกิริยา (Reactivity) – แนวโน้มของสารเคมีที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เคมีที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

พันธกิจของเคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (เคมีสีเขียว) คือการหลีกเลี่ยงการใช้หรือการผลิตสารอันตรายในระหว่างกระบวนการทางเคมี หลักการของเคมีสีเขียวได้อธิบายไว้ในเว็บไซต์ของ Environmental Protection Agency (EPA) <https://www.epa.gov/greenchemistry> เมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ควรรวมหลักการต่อไปนี้ไว้ในข้อเสนอโครงการ

- การป้องกันของเสีย
- การใช้สารเคมีและผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- การออกแบบการสังเคราะห์สารเคมีที่เป็นอันตรายน้อยที่สุด
- ใช้วัสดุทดแทน
- ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อลดการใช้สารเคมี
- การใช้ตัวทำละลายและสภาวะปฏิกิริยาที่ปลอดภัยที่สุด
- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด
- ลดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุและหลีกเลี่ยงการใช้สารที่มีความไวปฏิกิริยา

3. ความสามารถในการติดไฟ (Flammability) – แนวโน้มที่สารเคมีจะติดไฟได้ที่อุณหภูมิแวดล้อม สารที่ติดไฟได้อาจรวมถึง:
 - ตัวทำละลายเคมีที่ผลิตไอซึ่งติดไฟได้ง่ายเมื่อใช้ภายใต้สภาวะการทำงานปกติ
 - ของแข็งที่ติดไฟได้ (อนุภาคขนาดเล็ก ผงแป้ง หรือสารที่ติดไฟได้ง่ายจากไฟหรือแหล่งจุดติดไฟ)
4. การกัดกร่อน (Corrosiveness) – แนวโน้มของสารเคมีเมื่อสัมผัสทางกายภาพ จะทำอันตรายหรือทำลายเนื้อเยื่อที่มีชีวิตหรืออุปกรณ์ทางกายภาพ

ในการประเมินความเสี่ยง จะต้องพิจารณาถึงชนิดและปริมาณของการสัมผัสสารเคมี ตัวอย่างเช่น อาการแพ้และลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละคนอาจมีอิทธิพลต่อผลกระทบโดยรวมของสารเคมี ผู้ศึกษาต้องดูเอกสาร Safety Data Sheets (SDS) ของสารเคมี เพื่อให้แน่ใจว่ามีมาตรการป้องกันความปลอดภัยที่เหมาะสม

เอกสาร SDS บางเอกสาร (เช่น Flinn) มีการจัดอันดับระดับความเป็นอันตรายที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี การให้คะแนนนี้อาจช่วยผู้ศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาในการกำหนดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี

- แคลตตาล็อก Flinn โดย Flinn Scientific (<https://www.flinnsci.com/sds/>) ให้ข้อมูลสำหรับการกำจัดสารเคมีที่เหมาะสม
- www.ilpi.com/msds/index.html รายการเอกสาร Safety Data Sheets (SDS) ของสารเคมี ที่สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี ผู้ศึกษาสามารถใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ข้างต้นในการระบุในข้อเสนอโครงการ

นอกจากนี้ สามารถศึกษาข้อมูลสารควบคุมโดยหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทย ได้จาก ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี (Chemical Knowledge Platform) โดยศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ <http://www.chemtrack.org/>

ตัวอย่างหน้าปกข้อเสนอโครงการ

(ระบบ SIMS ทำการสร้างหน้าปกให้)

รหัสโครงงาน	
ข้อเสนอโครงการ การประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์: YSC	
ชื่อโครงงาน	(ภาษาไทย)..... (ภาษาอังกฤษ).....
ประเภท / สาขา	
ต้องการพัฒนาต่อยอดสู่ผู้ใช้จริงหลังเสร็จสิ้นกิจกรรม () สนใจ () ไม่สนใจ โครงการต่อเนื่องจากโครงการเดิม () ต่อเนื่อง () ไม่ต่อเนื่อง รางวัลที่โครงการเคยได้รับจากเวทีอื่น () เคย () ไม่เคย	
ทีมพัฒนา หัวหน้าทีม	
1. ชื่อ-นามสกุล	(นาย/นาง/น.ส./ด.ช./ด.ญ.).....
ระดับการศึกษา	
สถานศึกษา	
ลงชื่อ.....	
ผู้ร่วมทีม	
2. ชื่อ-นามสกุล	(นาย/นาง/น.ส./ด.ช./ด.ญ.).....
ระดับการศึกษา	
สถานศึกษา	
ลงชื่อ.....	
ผู้ร่วมทีม	
3. ชื่อ-นามสกุล	(นาย/นาง/น.ส./ด.ช./ด.ญ.).....
ระดับการศึกษา	
สถานศึกษา	
ลงชื่อ.....	
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	
1. ชื่อ-นามสกุล	(นาย/นาง/น.ส.).....
ระดับการศึกษา	
สังกัด/สถาบัน	 ตำแหน่งทางวิชาการ
คำรับรอง “โครงงานนี้เป็นความคิดริเริ่มของนักพัฒนาโครงการและไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากที่อื่นที่ได้	

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าจะให้คำแนะนำและสนับสนุนให้นักพัฒนาในความดูแลของข้าพเจ้าดำเนินการศึกษา/วิจัย/พัฒนา
 ตามหัวข้อที่เสนอและจะทำหน้าที่ประเมินผลงานดังกล่าวให้กับโครงการฯ ด้วย”

ลงชื่อ.....

2. ชื่อ-นามสกุล (นาย/นาง/น.ส.).....
 ระดับการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ
 สังกัด/สถาบัน

คำรับรอง “โครงงานนี้เป็นความคิดริเริ่มของนักพัฒนาโครงการและไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากผู้อื่นที่ได้
 ข้าพเจ้าขอรับรองว่าจะให้คำแนะนำและสนับสนุนให้นักพัฒนาในความดูแลของข้าพเจ้าดำเนินการศึกษา/วิจัย/พัฒนา
 ตามหัวข้อที่เสนอและจะทำหน้าที่ประเมินผลงานดังกล่าวให้กับโครงการฯ ด้วย”

ลงชื่อ.....

หัวหน้าสถาบัน

ชื่อ-นามสกุล (นาย/นาง/น.ส.).....
 ระดับการศึกษา ตำแหน่งบริหาร
 สังกัด/สถาบัน

คำรับรอง “ข้าพเจ้าขอรับรองว่าผู้พัฒนามีสิทธิ์ขอรับทุนสนับสนุนตามเงื่อนไขที่โครงการฯ กำหนดและอนุญาต
 ให้ดำเนินการศึกษา/วิจัย/พัฒนา ตามหัวข้อที่ได้เสนอมานี้ ในภายใต้การบังคับบัญชาของข้าพเจ้า”

ลงชื่อ.....

ตัวอย่างหน้าปกผลงาน

รหัสโครงการ 25YCSU00562T


Young Scientist Competition

รายงานฉบับสมบูรณ์
การประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 25 (YSC 2023)
รอบชิงชนะเลิศ

เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการค้นหาวงชี้ทางชีวภาพสำหรับการวินิจฉัยโรคมะเร็งปอด
โดยอาศัยข้อมูลพหุโอมิกส์
(Machine Learning Assisted Biomarker Discovery for Lung Cancer Diagnosis
Based on Multi-omics Data)

โครงงานสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์
(สาขาย่อย: ชีววิทยาเชิงคำนวณและชีวสารสนเทศ, CSBI)

โดย

1. นายภาณุวัฒน์ วงศ์พัฒน์วุฒิ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. นายภูริเวศม์ เมธมาลี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

1. นายธีระวุฒิ จันทะพันธ์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

2. นายบัณฑิต บุญฤทธิ์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิทยสิริเมธี

เสนอต่อ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจาก
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

This research and innovation activity is funded by National Science and Technology
Development Agency (NSTDA) and National Research Council of Thailand (NRCT)

ตัวอย่างการเขียนบทคัดย่อ/ภาพรวมโครงการ (กรณีที่ไม่มีผลการศึกษา)

(ดัดแปลงจาก <https://www.nature.com/documents/nature-summary-paragraph.pdf>)

เทคนิคผสมผสาน Graph Attention Network เพื่อปรับปรุงการทำนายค่าตอบสนองต่อยาสำหรับการรักษาโรคมะเร็ง

นายภาวิต แก้วนุรักษ์, นายณัฐวินทร์ แยมประเสริฐ และนายวุฒิพงศ์ จงเจริญสันติ
 โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

บทคัดย่อ

โรคมะเร็งเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญทั่วโลก จากสถิติในปี ค.ศ. 2020 พบว่ามีผู้เสียชีวิตมากถึง 10 ล้านคน การรักษามะเร็งด้วยการแพทย์แบบแม่นยำ (precision oncology) ซึ่งเป็นการรักษาที่อาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมของเนื้องอกในผู้ป่วยเพื่อระบุยาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการรักษาโรคมะเร็ง อย่างไรก็ตาม การรักษาด้วยเทคนิคนี้ยังต้องอาศัยเครื่องมือขั้นสูง ระยะเวลา และต้นทุนเป็นจำนวนมาก ในปัจจุบันการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) จึงเข้ามามีส่วนสำคัญอย่างมากในการแก้ไขปัญหาที่มีความท้าทายเหล่านี้ โดยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่อาศัยโครงสร้างทางเคมีของยาและข้อมูลหลายโอมิกส์เพื่อทำนายการตอบสนองต่อยามะเร็ง อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้ยังขาดการพิจารณาห่วงโซ่ทางเคมีของยาซึ่งเป็นหลักที่สำคัญในการออกแบบและพัฒนายาเพื่อใช้ในการแพทย์แบบแม่นยำ จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทีมผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกโดยใช้เทคนิคผสมผสาน graph attention network ซึ่งเป็นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (graph neural network) เพื่อเพิ่มความสำคัญของคุณสมบัติทางโมเลกุลของยาร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกสำหรับข้อมูลพหุโอมิกส์ ในการศึกษาจะมีการพัฒนาแบบจำลองทั้งในชนิดถดถอย (regression) และจำแนกประเภท (classification) เพื่อทำนายการตอบสนองต่อยา โดยใช้ข้อมูลการตอบสนองต่อยาจากฐานข้อมูล Cancer Cell Line Encyclopedia (CCLE) ร่วมกับข้อมูลพันธุกรรมจากฐานข้อมูล Genomics of Drug Sensitivity in Cancer (GDSC) สำหรับแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นจะมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายกับแบบจำลองที่ล้ำสมัย (state-of-the-art) คือ DeepCDR และแบบจำลองมาตรฐาน ได้แก่ graph convolutional network (GCN), graph attention network (GAT), message-passing neural network (MPNN) และ Attentive FP นอกจากนี้จะมีการวัดประสิทธิภาพการทำนายโดยใช้ข้อมูลของผู้ป่วยมะเร็งจากฐานข้อมูล TCGA เพื่อการนำไปใช้งานได้จริงในทางการแพทย์อีกด้วย แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้แพทย์จัดสรรยาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมของยาในการออกแบบและพัฒนาาที่เฉพาะเจาะจงกับข้อมูลโอมิกส์ของผู้ป่วย

คำสำคัญ: การตอบสนองของยารักษามะเร็ง (Cancer Drug Response); การรักษามะเร็งด้วยการแพทย์แบบแม่นยำ (Precision Oncology); การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning); พหุโอมิกส์ (Multi-omics); โครงข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (Graph Neural Network)

บทคัดย่อสำหรับข้อเสนอโครงการ ประกอบด้วย

1. บทนำโดยสรุป (Brief introduction)
 - **ข้อมูลเบื้องต้น (Basic introduction):** กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงที่ทราบกันโดยทั่วไป (คนทั่วไปเข้าใจได้) ประมาณ 1–2 ประโยค
 - **ภูมิหลังอย่างละเอียด (Intensive background):** กล่าวถึงเนื้อหาในเชิงลึกที่เป็นข้อเท็จจริงหรือ/และปัญหาทั่วไปที่คนในสาขาที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจได้ ประมาณ 2–3 ประโยค
 - **ช่องว่างองค์ความรู้ หรือช่องว่างวิจัย (Knowledge gap/s / Research gap/s):** ระบุช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างวิจัยที่เป็นส่วนเติมเต็ม และนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษา ประมาณ 1 ประโยค
2. **วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษา (Research goal/s)**
 - ระบุถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษาหรือวิจัย ประมาณ 1–2 ประโยค
3. **ภาพรวมโดยย่อของวิธีการศึกษา (Brief overview of main method)**
 - กล่าวถึงภาพรวมของวิธีการศึกษาหลักโดยคร่าวๆที่นำไปสู่เป้าหมายของการศึกษา โดยอาจกล่าวถึงวิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบ
4. **มุมมองโดยกว้าง (Broader perspective) หรือ ประโยชน์ (Benefit/s)**
 - กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นมุมมองโดยกว้างที่ทำให้คนทั่วไปเข้าใจได้ง่าย ซึ่งส่วนนี้อาจรวมอยู่ในส่วนที่ 1 แล้ว หรือใส่คุณประโยชน์ของผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาว่าจะมีส่วนช่วยหรือส่งเสริมในด้านใด โดยอาจกล่าวถึงผลผลิต (Outcome) ผลลัพธ์ (Outcome) ผลกระทบ (Impact)

ตัวอย่างการเขียนบทคัดย่อ/ภาพรวมโครงการ (กรณีที่มีผลการศึกษา)

(ดัดแปลงจาก <https://www.nature.com/documents/nature-summary-paragraph.pdf>)

เทคนิคผสมผสาน Graph Attention Network เพื่อปรับปรุงการทำนายค่าตอบสนองต่อยาสำหรับการรักษาโรคมะเร็ง

นายภาวิต แก้วนุรักษ์ดาร, นายณัฐวินทร์ แยมประเสริฐ และนายวุฒิพงศ์ จงเจริญสันติ
โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

บทคัดย่อ

โรคมะเร็งเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญทั่วโลก จากสถิติในปี ค.ศ. 2020 พบว่ามีผู้เสียชีวิตมากถึง 10 ล้านคน การรักษาโรคมะเร็งด้วยการแพทย์แบบแม่นยำ (precision oncology) ซึ่งเป็นการรักษาที่อาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมของเนื้องอกในผู้ป่วยเพื่อระบุยาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการรักษาโรคมะเร็ง อย่างไรก็ตาม การรักษาด้วยเทคนิคนี้ยังต้องอาศัยเครื่องมือขั้นสูง ระยะเวลา และต้นทุนเป็นจำนวนมาก ในปัจจุบันการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) จึงเข้ามามีส่วนสำคัญอย่างมากในการแก้ไขปัญหาที่มีความท้าทายเหล่านี้ โดยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่อาศัยโครงสร้างทางเคมีของยาและข้อมูลหลายโอมิกส์เพื่อทำนายการตอบสนองต่อยามะเร็ง อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้ยังขาดการพิจารณาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีของยาซึ่งเป็นหลักที่สำคัญในการออกแบบและพัฒนายาเพื่อใช้ในการแพทย์แบบแม่นยำ จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทีมผู้พัฒนาจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกโดยใช้เทคนิคผสมผสาน graph attention network ซึ่งเป็นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (graph neural network) เพื่อเพิ่มความสำคัญของคุณสมบัติทางโมเลกุลของยาร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกสำหรับข้อมูลพหุโอมิกส์

จากการศึกษาพบว่า แบบจำลอง CANDraGAT มีประสิทธิภาพการทำนายการตอบสนองต่อยาที่ดีกว่าแบบจำลองที่ล้ำสมัย (state-of-the-art) รวมทั้งแบบจำลองมาตรฐานทั้งในชนิดถดถอย (regression) และชนิดจำแนกประเภท (classification) และยังสามารถในการทำนายค่าการตอบสนองต่อยาที่ยังไม่มีการศึกษา โดยให้ผลที่สอดคล้องกับข้อมูลโครงข่ายอันตร-กิริยาโปรตีน-โปรตีน (protein-protein interaction) และข้อมูลจากการวิเคราะห์ gene set enrichment (GSEA) ที่เกี่ยวข้องกับโรคมะเร็ง นอกจากนี้ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงด้วยการตรวจสอบผ่านข้อมูลผู้ป่วยมะเร็งจากฐานข้อมูล TCGA และยังสามารถในการตีความโดยให้ข้อมูลการกลายพันธุ์ของยีนมะเร็งที่มีความสำคัญเพื่อระบุวิถีของมะเร็งที่เป็นไปได้และคาดว่าเป็นเป้าหมายยาของการรักษา แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้แพทย์จัดสรรยาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมของยาในการออกแบบและพัฒนาที่เฉพาะเจาะจงกับข้อมูลโอมิกส์ของผู้ป่วย แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้แพทย์จัดสรรยาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมของยาในการออกแบบและพัฒนาที่เฉพาะเจาะจงกับข้อมูลโอมิกส์ของผู้ป่วย

คำสำคัญ: การตอบสนองของยารักษามะเร็ง (Cancer Drug Response); การรักษาโรคมะเร็งด้วยการแพทย์แบบแม่นยำ (Precision Oncology); การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning); พหุโอมิกส์ (Multi-omics); โครงข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (Graph Neural Network)

บทคัดย่อสำหรับรายงาน หรือมีผลการศึกษา ประกอบด้วย

1. บทนำโดยสรุป (Brief introduction)
 - **ข้อมูลเบื้องต้น (Basic introduction):** กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริงที่ทราบกันโดยทั่วไป (คนทั่วไปเข้าใจได้) ประมาณ 1–2 ประโยค
 - **ภูมิหลังอย่างละเอียด (Intensive background):** กล่าวถึงเนื้อหาในเชิงลึกที่เป็นข้อเท็จจริงหรือ/และปัญหาทั่วไปที่คนในสาขาที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจได้ ประมาณ 2–3 ประโยค
 - **ช่องว่างองค์ความรู้ หรือช่องว่างวิจัย (Knowledge gap/s / Research gap/s):** ระบุช่องว่างองค์ความรู้หรือช่องว่างวิจัยที่เป็นส่วนเติมเต็ม และนำไปสู่เป้าหมายของการศึกษา ประมาณ 1 ประโยค
2. **วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษา (Research goal/s)**
 - ระบุถึงวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการศึกษาหรือวิจัย ประมาณ 1–2 ประโยค
3. **ผลการศึกษาหลักโดยสรุป (Summary of main result)**
 - กล่าวถึงสรุปที่เป็นผลการศึกษาหลัก ประมาณ 1–2 ประโยค
4. **รายละเอียดของผลการศึกษาหลัก (Details of main result)**
 - กล่าวถึงผลการศึกษาหลัก ว่าสิ่งที่ค้นพบแสดงให้เห็นถึงอะไร อาจมีการเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้า หรืออาจกล่าวถึงผลการศึกษาหลักสามารถช่วยเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่มีมาก่อนหน้าได้อย่างไร
5. **ผลการศึกษาทั่วไป (General result)**
 - กล่าวถึงผลการศึกษาในบริบททั่วไปมากขึ้น หรือผลการศึกษาเพิ่มเติม ประมาณ 1–2 ประโยค
6. **มุมมองโดยกว้าง (Broader perspective) หรือ ประโยชน์ (Benefit/s)**
 - กล่าวถึงเนื้อหาที่เป็นมุมมองโดยกว้างที่ทำให้คนทั่วไปเข้าใจได้ง่าย ซึ่งส่วนนี้อาจรวมอยู่ในส่วนที่ 1 แล้ว หรือใส่คุณประโยชน์ของผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาว่าจะมีส่วนช่วยหรือส่งเสริมในด้านใด โดยอาจกล่าวถึงผลผลิต (Outcome) ผลลัพธ์ (Outcome) ผลกระทบ (Impact)

ตัวอย่างฟอร์มบทคัดย่อ

บทคัดย่อบนกระดาษขนาด A4 มีกรอรายละเอียดเป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบอักษร TH SarabunPSK ขนาด 15 points



โครงการการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์
(Young Scientist Competition: YSC)

รหัสโครงการ 24YCSW00485T

เทคนิคผสมผสาน Graph Attention Network เพื่อปรับปรุงการทำนายค่าตอบสนองต่อยาสำหรับการรักษาโรคมะเร็ง

ผู้พัฒนา ภาวิดา แก้วนุรักษ์สร¹ ณัฐวินทร์ แยมประเสริฐ¹ วุฒิพงศ์ จงเจริญสันติ¹
อาจารย์ที่ปรึกษา สาโรจน์ บุญแสง² บัณฑิต บุญยฤทธิ์³

¹ โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

² สาขาวิชาเคมี โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

³ สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิทยสิริเมธี ต.ป่ายุบใน อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

บทคัดย่อ

โรคมะเร็งเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญทั่วโลก จากสถิติในปี ค.ศ. 2020 พบว่ามีผู้เสียชีวิตมากถึง 10 ล้านคน การรักษาโรคมะเร็งด้วยการแพทย์แบบแม่นยำ (precision oncology) ซึ่งเป็นการรักษาที่อาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมของเนื้องอกในผู้ป่วยเพื่อระบุยาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการรักษาโรคมะเร็ง อย่างไรก็ตาม การรักษาด้วยเทคนิคนี้ยังต้องอาศัยเครื่องมือขั้นสูง ระยะเวลา และต้นทุนเป็นจำนวนมาก ในปัจจุบันการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) จึงเข้ามามีส่วนสำคัญอย่างมากในการแก้ไขปัญหาที่มีความท้าทายเหล่านี้ โดยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่อาศัยโครงสร้างทางเคมีของยาและข้อมูลหลายโอมิกส์เพื่อทำนายการตอบสนองต่อยามะเร็ง อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้ยังขาดการพิจารณาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีของยาซึ่งเป็นหลักที่สำคัญในการออกแบบและพัฒนายาเพื่อใช้ในการแพทย์แบบแม่นยำ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทีมผู้พัฒนาจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกโดยใช้เทคนิคผสมผสาน graph attention network ซึ่งเป็นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (graph neural network) เพื่อเพิ่มพูนความสำคัญของคุณสมบัติทางโมเลกุลของยารวมกับโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกสำหรับข้อมูลพหุโอมิกส์

จากการศึกษาพบว่า แบบจำลอง CANDraGAT มีประสิทธิภาพการทำนายการตอบสนองต่อยาที่ดีกว่าแบบจำลองที่ล้ำสมัย (state-of-the-art) รวมทั้งแบบจำลองมาตรฐานทั้งในชนิดถดถอย (regression) และชนิดจำแนกประเภท (classification) และยังสามารถในการทำนายค่าการตอบสนองต่อยาที่ยังไม่มีการศึกษา โดยให้ผลที่สอดคล้องกับข้อมูลโครงข่ายอันตร-กิริยาโปรตีน-โปรตีน (protein-protein interaction) และข้อมูลจากการวิเคราะห์ gene set enrichment (GSEA) ที่เกี่ยวข้องกับโรคมะเร็ง นอกจากนี้ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงด้วยการตรวจสอบผ่านข้อมูลผู้ป่วยมะเร็งจากฐานข้อมูล TCGA และยังสามารถในการตีความโดยให้ข้อมูลการกลายพันธุ์ของยีนมะเร็งที่มีความสำคัญเพื่อระบุลักษณะของมะเร็งที่เป็นไปได้และคาดว่าเป็นเป้าหมายยาของการรักษา แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้แพทย์จัดสรรยาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมของยาในการออกแบบและพัฒนายาที่เฉพาะเจาะจงกับข้อมูลโอมิกส์ของผู้ป่วย แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้แพทย์จัดสรรยาให้เหมาะสมกับผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมของยาในการออกแบบและพัฒนายาที่เฉพาะเจาะจงกับข้อมูลโอมิกส์ของผู้ป่วย

คำสำคัญ: การตอบสนองของยารักษามะเร็ง (Cancer Drug Response); การรักษาโรคมะเร็งด้วยการแพทย์แบบแม่นยำ (Precision Oncology); การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning); พหุโอมิกส์ (Multi-omics); โครงข่ายประสาทเทียมแบบกราฟ (Graph Neural Network);



โครงการการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์
(Young Scientist Competition: YSC)

Project ID: 24YCSW00485T

Hybrid Graph Attention Network to Improve Cancer Drug Response Prediction

Developer(s) Pawit Kaewnuratchadasorn¹ Nattawin Yamprasert¹ Wutthipong Chongchareansanti¹

Advisor(s) Sarote Boonseng² Bundit Boonyarit³

¹ Mahidol Wittayanusorn School, Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom

² Department of Chemistry, Mahidol Wittayanusorn School, Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom

³ School of Information Science and Technology, Vidyasirimedhi Institute of Science and Technology, Payupnai, Wangchan, Rayong

Abstract

Cancer is a major public health problem that has caused over 10 million deaths worldwide in 2020. Precision oncology, which employs a patient's genetic profile of tumors to identify the most effective drugs, has played an important role in cancer treatment. However, this process requires advanced tools, extensive time, and considerable cost. Currently, deep learning significantly contributes to addressing these challenges. Most existing deep learning models rely on the chemical structure of drugs and multi-omics data to predict cancer drug responses. However, these models exclude the chemical functional groups of drugs that are key to drug design and development. Therefore, we herein developed CANDraGAT, a deep learning model implementing a fragment-based graph attention network to emphasize the molecular features of drugs and deep neural networks for multi-omics data.

The result shows that CANDraGAT outperforms state-of-the-art and baseline methods in both regression and classification tasks. Our model effectively anticipates unknown cancer drug response values corresponding to protein-protein interaction and gene set enrichment analysis of cancer pathways. Moreover, the model is applicable to solve real-world problems, as validated by TCGA patients' data. The interpretation of CANDraGAT provides important gene mutation profiles to explore potential cancer pathways and drug targets further. Our strategy may help clinicians administer appropriate anti-cancer drugs for patients and assist pharmaceutical industries in guiding patient omics-specific drug design and development.

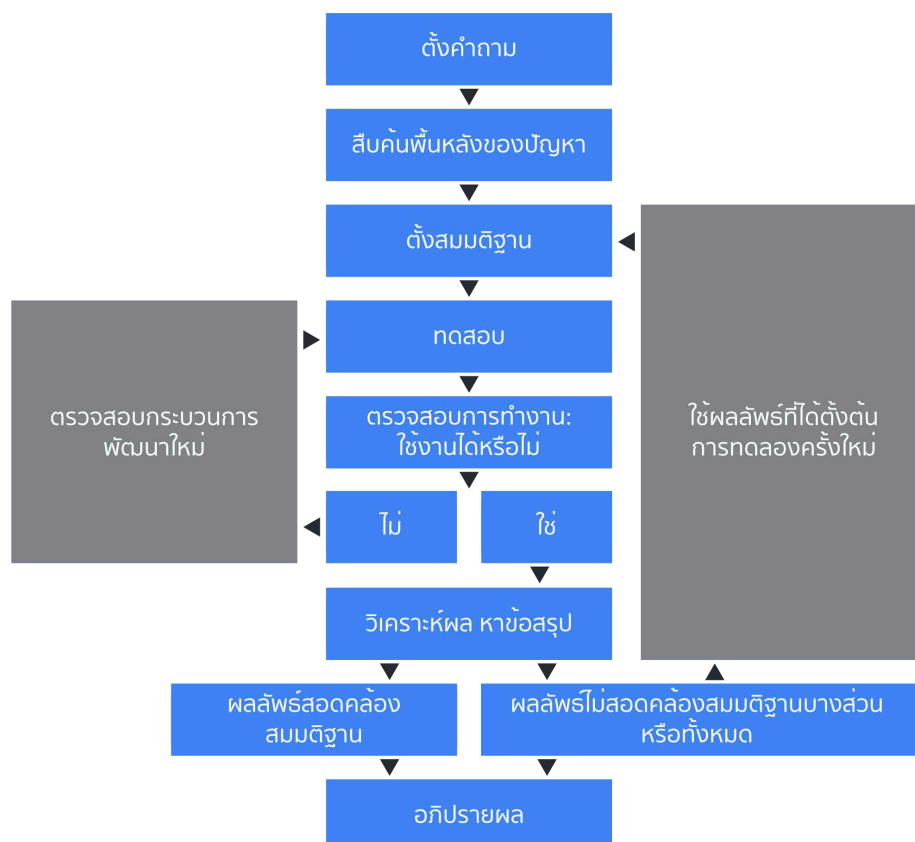
Keywords: Cancer Drug Response; Precision Oncology; Deep Learning; Multi-omics; Graph Neural Network;

การค้นคว้าวิจัยและกระบวนการแก้ปัญหา

การค้นคว้าวิจัย หมายถึง กระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับตัวเราหรือโลกที่เราอาศัยอยู่ เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงาน ควรที่จะพิจารณาอย่างรอบคอบว่า โครงงานของเราจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมได้อย่างไรบ้าง ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์มักจะเป็นการค้นคว้าเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ส่วนในทางวิศวกรรมศาสตร์จะเป็นเน้นกระบวนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ หรือพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติม การตั้งคำถามนี้ถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดของการสร้างสรรค์งานทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งการตั้งคำถามจะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานในรูปแบบ “ถ้า... ดังนั้น...” จากนั้นจะนำไปสู่การสังเกตและการทดลอง

กระบวนการแก้ปัญหา จัดเป็นสิ่งที่หนึ่งที่มีความสำคัญในการแก้ปัญหา โดยโครงงานที่ดีต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ขึ้นกับการออกแบบการทดลองว่าใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบใด ไม่ขึ้นกับสาขาวิชาของการประกวด โดยทั่วไปกระบวนการแก้ปัญหามี 3 รูปแบบ ได้แก่ กระบวนการวิทยาศาสตร์ กระบวนการวิศวกรรม และกระบวนการเชิงคำนวณ

- 1) **กระบวนการวิทยาศาสตร์** หากต้องการทดสอบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหา ควรใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการทดสอบ การทำนายซึ่งทำจากหลักฐานการวิจัย

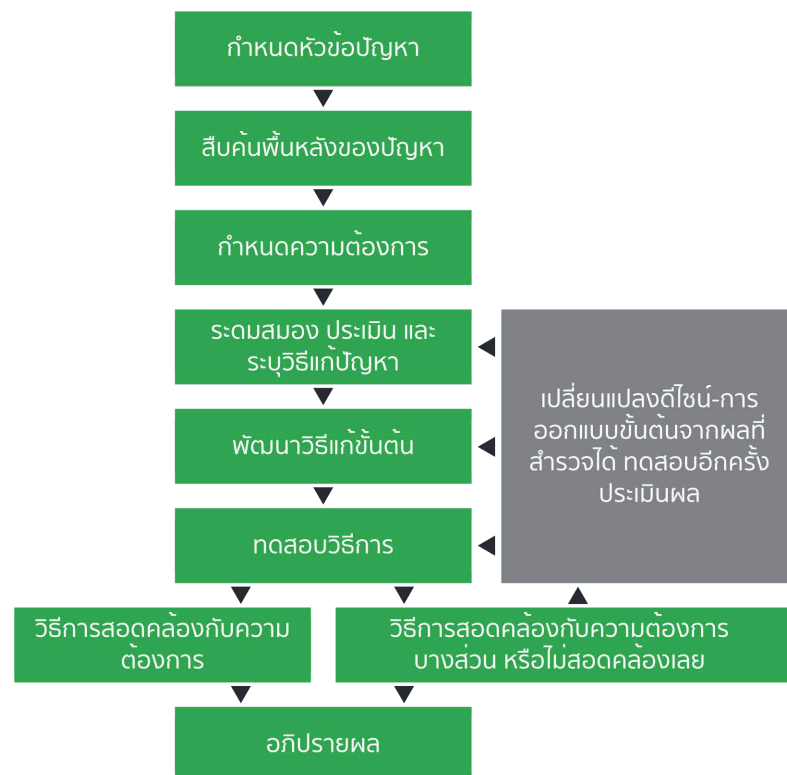


เริ่มต้นจากการพิจารณาว่าเรามีความสนใจศึกษาหรือสงสัยในหัวข้อใด จากนั้นตั้งคำถามและสืบค้นถึงพื้นหลังของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยอาจสืบค้นข้อมูลจากงานวิจัยหรือบทความทางวิชาการต่าง ๆ การสอบถามผู้รู้ ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้

จะนำไปสู่การสร้างแนวคิดริเริ่มของการออกแบบการทดลอง และการตั้งวัตถุประสงค์ของการศึกษา รวมถึงการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนผลลัพธ์ที่น่าจะเกิดขึ้น จากนั้นให้เริ่มทำการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยทำการทดลองอย่างเป็นระบบ มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ให้เหมาะสม ซึ่งอาจจะต้องมีการเก็บข้อมูลและทำการทดลองซ้ำเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลการทดลอง เมื่อได้ผลการทดลองแล้ว ให้ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ โดยในการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะต้องตรวจสอบถึงวิธีการที่พัฒนาขึ้นหรือเลือกใช้นั้น ทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ จากนั้นเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ผล ซึ่งต้องวิเคราะห์ถึงผลลัพธ์ที่ได้นั้นหมายความว่าอย่างไร โดยอาจเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้กับทฤษฎี ข้อมูลที่เผยแพร่ ความเชื่อโดยทั่วไป และสุดท้ายการสรุปผล ขั้นนี้จะกล่าวถึงว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นตอบคำถามการวิจัยอย่างไร และสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่

ผู้ทำโครงงานควรเรียนรู้ที่จะสงสัยผลการทดลองที่เกิดขึ้น และศึกษาผลการทดลองให้ถ่องแท้ การทดลองที่ดีอาจจะไม่ได้คำตอบเสมอไป แต่ที่สำคัญจะนำไปสู่การตั้งคำถามใหม่ ๆ ซึ่งจะต้องมีการสังเกตและการทดลองเพิ่มเติม บ่อยครั้งที่สมมติฐานสุดท้ายจะตั้งขึ้นหลังจากที่เราได้ทำการทดลองเบื้องต้น การวิเคราะห์ผล และได้ร่างข้อสรุปหลายต่อหลายครั้ง

- 2) **กระบวนการวิศวกรรม** หากต้องการสร้างแบบจำลองทางกายภาพเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหา ควรใช้กระบวนการวิศวกรรม อาจจะเป็นรูปแบบการทำงานหรือพิสูจน์แนวคิด - วิธีการมองเห็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วัสดุ



เริ่มต้นจากการพิจารณาว่าเรามีความสนใจศึกษาหรือสงสัยในหัวข้อใด จากนั้นตั้งคำถามและสืบค้นถึงพื้นหลังของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยอาจสืบค้นข้อมูลจากงานวิจัยหรือบทความทางวิชาการต่าง ๆ การสอบถามผู้รู้ ฯลฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่การกำหนดความต้องการของสิ่งประดิษฐ์หรือแบบจำลองใหม่ ๆ ต่อมาขั้นระดมความคิด (Brainstroming) จะเกิดขึ้นเพื่อประเมินและระบุวิธีการแก้ปัญหา ก่อนที่จะเริ่มออกแบบต้นแบบ (Prototype) และทดสอบต้นแบบ เพื่อประเมินถึงความสอดคล้องว่าตรงความต้องการหรือไม่ โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนวิธีการออกแบบต้นแบบใหม่แล้วนำไป

ทดสอบอีกครั้ง ในบางครั้งต้นแบบอาจนำไปทดสอบกับกลุ่มผู้ใช้งานขนาดใหญ่หรือในสถานการณ์จริง สุดท้ายการอภิปรายที่ได้จากการทดสอบ จะเป็นการตีความผลลัพธ์ที่ได้และ/หรืออธิบายถึงต้นแบบที่สร้างนั้นมีการปรับปรุง หรือดีกว่าสิ่งที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างไร

- 3) **กระบวนการเชิงคำนวณ** เป็นแบบจำลองการคิดคำนวณ จะใช้ในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง

การจำแนก/แยกแยะ

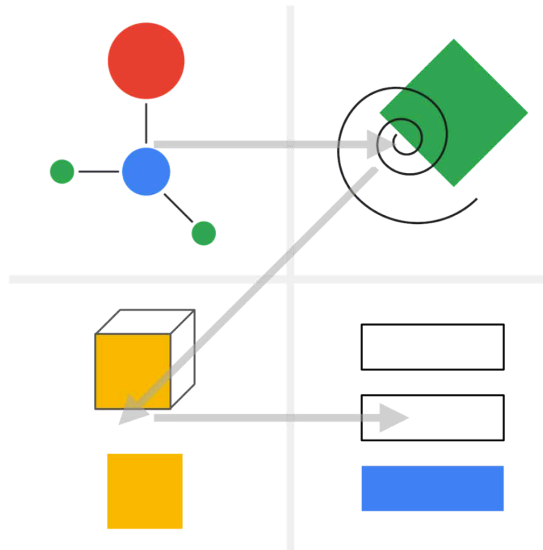
Decomposition

แบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็น
ปัญหาย่อยที่จัดการได้
สะดวกกว่า

การเอาออก

Abstraction

กรองข้อมูลที่ไม่จำเป็น
ออก เพื่อเน้นความสนใจไป
ที่ปัญหา



การหารูปแบบ

Pattern recognition

วิเคราะห์ หารูปแบบ
ความสัมพันธ์

อัลกอริทึม

Algorithms

สร้างวิธีแก้ไขปัญหาย่างเป็น
ขั้นตอน

เริ่มต้นจากการย่อยหรือจำแนกปัญหา (Decomposition) ซึ่งเป็นการทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนย่อยออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการและแก้ปัญหา เช่น การเขียนโปรแกรมแยกเป็นส่วน ๆ แยกเป็นโมดูล หรือมองเป็นเลเยอร์ หรือการแบ่งปัญหาเมื่อจะแก้ไขอุปกรณ์ เช่น การแยกส่วนประกอบของพัดลม แบ่งเป็นใบพัด มอเตอร์ ตะแกรงหน้า เป็นต้น จากนั้นจะเป็นการหารูปแบบ (Pattern Recognition) หรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาเล็ก ๆ ที่ถูกย่อยออกมา โดยหากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันก็สามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ได้ เพื่อจัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ต่อมาการคัดแยกคุณลักษณะ (Abstraction) ที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการแก้ปัญหา กล่าวอีกอย่างก็คือการแยกรายละเอียดที่สำคัญและจำเป็นต่อการแก้ปัญหามาจากรายละเอียดที่ไม่จำเป็น สุดท้ายเป็นการพัฒนาวิธีการหาคำตอบอย่างเป็นระบบหรือเป็นขั้นตอนเป็นขั้นตอน (Algorithms) ที่ทำให้บุคคลหรือคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติตามเพื่อแก้ปัญหาได้

เริ่มต้นโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างไร

1. หาหัวข้อหรือหาปัญหาที่สนใจ

พยายามคิดและหาสิ่งที่เราต้องการจะทำโครงงาน ซึ่งอาจจะมาจากการอดิเรก ความสนใจส่วนตัว หรือการ สังเกตสิ่งใกล้ตัว ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาที่เราต้องการหาทางแก้ไข โดยทั่วไปแล้วจะมีเพียง 1 หรือ 2 หัวข้อเท่านั้น

2. ค้นคว้าหาข้อมูล

พยายามค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหัวข้อที่คิดไว้จากวารสารวิชาการ ห้องสมุดหรืออินเทอร์เน็ต เช่น <https://www.nstda.or.th/ysc/>, <https://abstracts.societyforscience.org/> หรือสังเกตเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับหัวข้อดังกล่าว พยายามค้นหาผลลัพธ์ที่ไม่สามารถอธิบายได้ หรือผลลัพธ์ที่เราไม่ คาดคิด พุดคุยปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ต้องการจะทำโครงงาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยตรง เตรียมหรือสร้างเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง

3. จัดการ

จัดการรวบรวมทุก ๆ สิ่งที่คุณค้นคว้ามา เราควรวิเคราะห์และสรุปความรู้ที่ค้นมาอย่างเป็นระบบ และเน้นที่แนวความคิดที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นโดยเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ค้นมากับหัวข้อที่สนใจ เพื่อที่จะได้กำหนดขอบเขตของโครงงานภายใต้เวลาที่มีและตั้งสมมติฐานได้

4. บริหารเวลา

วางแผนกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เราจะต้องทำใส่ลงในตารางเวลา กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลองและการเก็บข้อมูล อาจจะต้องใช้เวลามาก เนื่องจากการทดลองเพียงครั้งเดียวหรือสองครั้งอาจจะไม่เพียงพอ ควรจะวางแผนในการทำการทดลองซ้ำ ควรจัดสรรเวลาไว้สำหรับการเขียนรายงานและการจัดแสดงผลงานด้วย

5. วางแผนการทดลอง

เมื่อเรามีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการทำโครงงานแล้ว ให้ลองเขียนแผนการทดลอง ควรอธิบายถึงวิธีการทำการทดลองและสิ่งที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นขั้นตอน โดยอาจจะเลือกวิธีการอธิบายโดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยหรือเขียน ขั้นตอนของกระบวนการทำงานออกมาเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน

6. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

การทำโครงงานที่ดี การสื่อสารกับผู้เกี่ยวข้อง มีความสำคัญอย่างยิ่ง ควรหาเวลาพูดคุยกับอาจารย์ที่ปรึกษาเกี่ยวกับโครงงานที่จะทำและแผนการทดลองอย่างสม่ำเสมอ

7. ทำการทดลอง

ออกแบบการทดลองด้วยความรอบคอบระหว่างทำการทดลอง ควรจดบันทึกรายละเอียดทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การวัดผล และสิ่งที่สังเกตได้ อย่างมั่นใจในความจำเป็นของเรามากเกินไป เพราะอาจหลงลืมได้ การทำ การทดลองควรเป็นไปอย่างรอบคอบ ตัวอย่างเช่น ควรที่จะเปลี่ยนที่ละตัวแปร และทำการทดลองควบคุมด้วย นอกจากนี้ ควรมีจำนวนตัวอย่างเพียงพอที่จะทำการทดลองอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง

8. วิเคราะห์ผล

เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ควรตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ วิเคราะห์ดูว่าผลการทดลองเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่และ

อย่างไร การทดลองแต่ละครั้งมีขั้นตอนการทดลองเหมือนกันหรือไม่ มีคำอธิบายอื่น ๆ อีกหรือไม่ที่เรายังไม่ถึง การสังเกตการณ์การทดลองแต่ละครั้งมีข้อผิดพลาดใด ๆ หรือไม่ การทำความเข้าใจถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดนั้นอาจจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ควรทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อสนับสนุนผลการทดลองด้วย

9. สรุปผล

เราอาจจะสรุปผลการทดลองโดยการระบุถึงตัวแปรที่สำคัญ การเก็บข้อมูลที่มีเพียงพอ และสรุปว่า การทดลองนั้น ๆ ยังจำเป็นต้องทดลองเพิ่มเติมอีกหรือไม่ ควรเปิดใจกว้าง ไม่ควรเปลี่ยนแปลงผลการทดลองเพียงเพื่อให้ได้ผลตรงกับทฤษฎีที่ได้เรียนรูมา การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จ ไม่จำเป็นที่ผลการทดลองจะต้อง ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะการทดลองถือเป็นเพียงการพิสูจน์สมมติฐานเท่านั้น

ทำอย่างไรจึงจะประสบความสำเร็จในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1. การบันทึกข้อมูลโครงงาน

สิ่งสำคัญที่สุดในโลกในการทำโครงงาน ควรบันทึกข้อมูลอย่างถูกต้อง มีรายละเอียดที่ชัดเจน สมเหตุสมผล และละเอียดรอบคอบ ซึ่งจะช่วยในการเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

2. การปรึกษา

ควรขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือนักวิจัยพี่เลี้ยงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การทำโครงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งการพูดคุยกับอาจารย์ที่ปรึกษาจะทำให้เราได้แนวคิดในการทำทดลองเพิ่มเติม หรือเข้าใจความเชื่อมโยงของโครงงานและประโยชน์ของโครงงานได้มากขึ้น

3. การอ้างอิงข้อมูล

นักวิทยาศาสตร์ที่ดีจำเป็นต้องมีจริยธรรมในการวิจัย ดังนั้น เราต้องอ้างอิงงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงรูปภาพที่นำมาใช้เพื่อเป็นการให้เกียรติแก่ผู้อื่นอย่างเหมาะสม

จุดเริ่มต้นการทำวิจัย/โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

(ดัดแปลงจาก: The Grant Writer's Handbook: How to Write a Research Proposal and Succeed)

แนวคิดที่สำคัญในการทำโครงงาน และเป็นจุดเริ่มต้นการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพนั้น คือ **แนวคิดริเริ่ม (Originality)** ซึ่งเป็นความคิดที่ก่อให้เกิดงานโดยใช้ความริเริ่มและจินตนาการในการสร้างสรรค์ และมีใช้เกิดจากความบังเอิญ เช่น ชุดข้อมูลใหม่ การสรุปผลแบบใหม่ องค์ความรู้แบบใหม่ เป็นต้น และ**ความใหม่ (Novelty)** ซึ่งเป็นความคิดที่ก่อให้เกิดวิธีการแบบใหม่ เพื่อแก้ปัญหา (Know how) โดยทั้ง 2 สิ่งนี้จัดเป็นสิ่งที่ควรมีในข้อเสนอโครงการ และช่วยสร้างความตื่นเต้นให้กับผู้อ่าน/กรรมการได้

นอกจากนี้โครงการที่**มีความสำคัญ (Significant)** **มีความล้ำสมัย (State-of-the-art)** ก็จัดเป็นสิ่งที่ผู้ให้ทุน/กรรมการกำลังมองหาแนวคิดใหม่ ๆ และไม่ใช่แค่แนวทาง 'แบบเดิม' ที่เคยใช้มาก่อน ซึ่งนำไปสู่การสร้างความสำเร็จ (Interesting) ด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ และสร้างความตื่นเต้น (Exciting) กับผลลัพธ์ที่จะได้ ผู้ให้ทุนต้องการโครงการที่

สร้างความแตกต่างในการพัฒนางานของแต่ละสาขา ซึ่งอาจนำไปสู่ทิศทางใหม่หรือเพื่อแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ในทุกสาขา และการหาวิธีแก้ไขถือเป็นหัวใจสำคัญของข้อเสนอการวิจัยที่ดี

การเขียนข้อเสนอโครงการ ต้องอ่านรายละเอียดเพื่อให้แน่ใจว่า กำลังดำเนินการตามข้อกำหนดของผู้ให้ทุน ตัวอย่างเช่น หน่วยงานจัดหาเงินทุน มักต้องการให้ข้อเสนอที่สร้างความแตกต่างในเชิงบวกต่อเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญในข้อเสนอที่จะต้องจัดการกับข้อกังวลของหน่วยงาน และมองหาวิธีที่ทำให้โครงการส่งผลกระทบ (Impact) มากกว่าที่จะได้รับความรู้

อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะหลงใหลในหัวข้อวิจัยมากเพียงใด ควรถามคำถามสำคัญ ๆ กับตัวเองเสมอ ว่า:

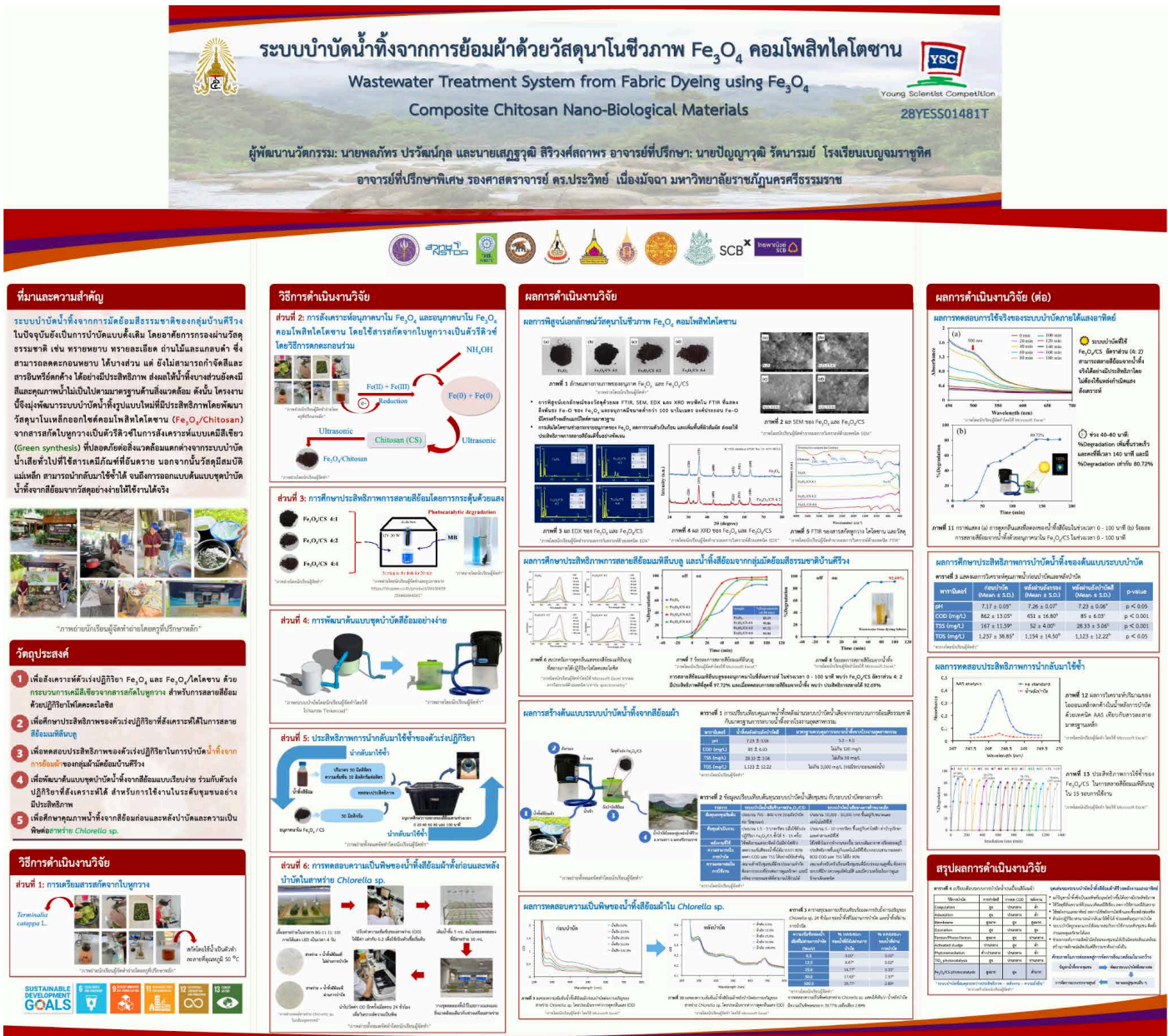
- ผลลัพธ์ (output) ของโครงการจะสร้างความแตกต่างอะไรให้กับความเข้าใจโดยรวมของสาขาหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง
- ผลการทดลองจะมีความสำคัญเพียงใด แม้ว่าโครงการจะประสบความสำเร็จ
- ใครจะสนใจผลลัพธ์
- สามารถดำเนินโครงการด้วยอุปกรณ์และเทคนิคที่มีอยู่แล้วได้หรือไม่
- โครงการจะส่งผลดีต่อสังคม (Impact) อย่างไร
- ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการจะดูน่าสนใจขึ้น หากเพิ่มความเข้าใจในสาขา หรือมีศักยภาพที่จะช่วยแก้ปัญหาในท้องถิ่นหรือทั่วโลก
- สิ่งสำคัญ คือ ต้องติดตามความก้าวหน้าล่าสุดในสาขา โดยการอ่านวารสารที่เกี่ยวข้องเป็นประจำ

งานวิจัยที่มีศักยภาพเป็นอย่างไร

(ดัดแปลงจาก: The Grant Writer's Handbook: How to Write a Research Proposal and Succeed)

- ให้ความรู้ใหม่ที่ก้าวหน้า
- มีวิธีการแก้ปัญหาที่โดดเด่นต่อสาขาวิจัย
- พัฒนา/ปรับปรุงเทคโนโลยีปัจจุบันและบ่งชี้โอกาสใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น
- เป้าหมายการวิจัยควรมีความทะเยอทะยาน แต่ไม่มากจนเกินไป
- มีความคิดริเริ่ม ไม่ใช่เพียงแค่ทำงานซ้ำ ๆ ที่เคยทำก่อนหน้านี้ (งานที่เกิดจากการสร้างสรรค์ด้วยตนเอง)
- สมมติฐานที่ดีไม่ควรมีความเสี่ยง “อาจ” หรือ “อาจจะ” เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ทำให้ข้อความดังกล่าวเป็นไปได้ไม่ได้ (กล่าวคือ แสดงว่าไม่เป็นความจริง) และไม่ควรรู้สึกว่า “และ” และ “หรือ” เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ทำให้ยากต่อการแยกแยะว่าคุณ กำลังทดสอบส่วนใดของสมมติฐาน
- มีคำถามวิจัยที่มีคำอธิบายที่ชัดเจน
- ให้ความรู้ที่ก่อให้เกิดเป็นผลลัพธ์ (Outcome) ที่เป็นประโยชน์

ตัวอย่างบอร์ดนำเสนอผลงาน



หมายเหตุ: วิธีการระบุเครดิตรูปภาพ/ภาพถ่าย/ตาราง/แผนภูมิ/กราฟ/โลโก้ ต้องระบุตามรายจุด (individually) เท่านั้น และ
โลโก้ผู้สนับสนุนที่ปรากฏเป็นรูปแบบเดิมซึ่งได้การยกเลิกใช้งานแล้ว

หมายเหตุ: วิธีการระบุเครดิตรูปภาพ/ภาพถ่าย/ตาราง/แผนภูมิ/กราฟ/โลโก้ ต้องระบุตามรายจุด (individually) เท่านั้น และ โลโก้ผู้สนับสนุนที่ปรากฏเป็นรูปแบบเดิมซึ่งได้การยกเลิกใช้งานแล้ว

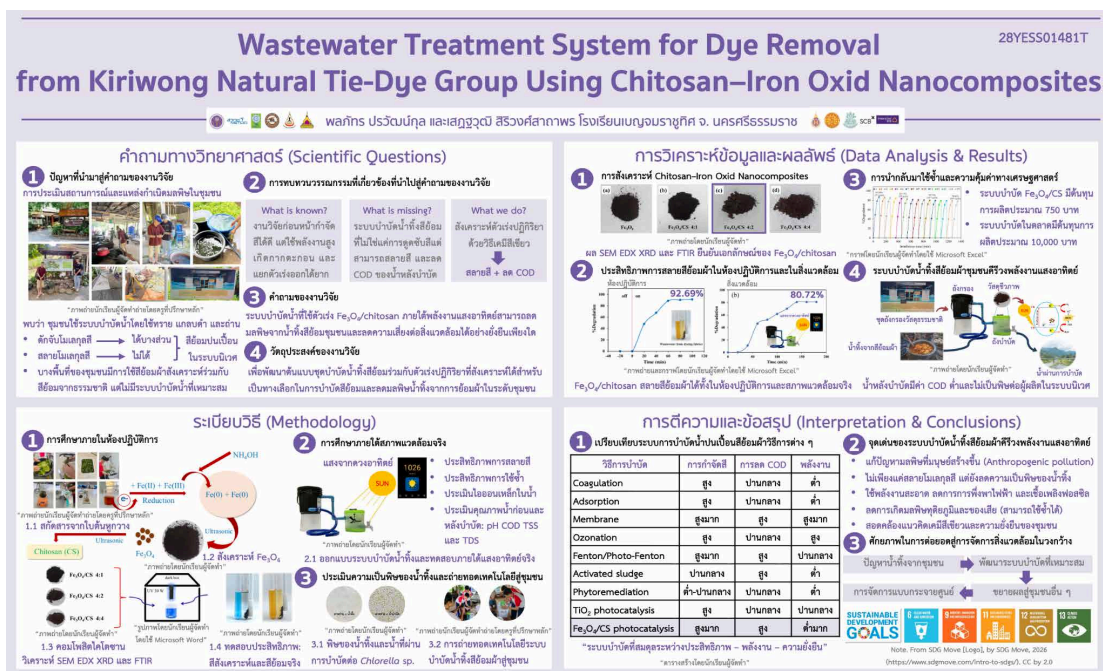


หมายเหตุ: วิธีการระบุโครงร่าง/ภาพถ่าย/ตาราง/แผนภูมิ/กราฟ/โลโก้ ต้องระบุตามรายจุด (individually) เท่านั้น และ
โลโก้ผู้สนับสนุนที่ปรากฏเป็นรูปแบบเดิมซึ่งได้การยกเลิกใช้งานแล้ว

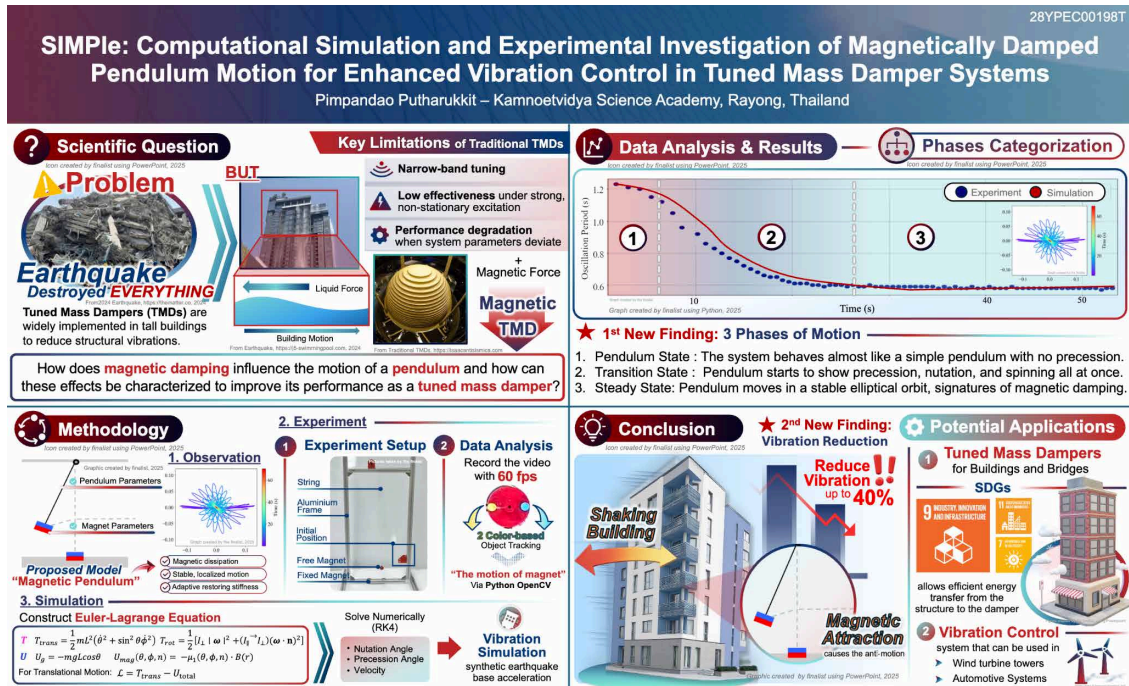
ตัวอย่างแผนภูมิ Quad Chart



หมายเหตุ: วิธีการระบุโครงตริรูปภาพ/ภาพถ่าย/ตาราง/แผนภูมิ/กราฟ/โลโก้ ต้องระบุตามรายจุด (individually) เท่านั้น



หมายเหตุ: วิธีการระบุโครงตริรูปภาพ/ภาพถ่าย/ตาราง/แผนภูมิ/กราฟ/โลโก้ ต้องระบุตามรายจุด (individually) เท่านั้น



หมายเหตุ: วิธีการระบุโครงรูปภาพ/ภาพถ่าย/ตาราง/แผนภูมิ/กราฟ/โลโก้ ต้องระบุตามรายจุด (individually) เท่านั้น

วิธีการเขียนบรรณานุกรมและอ้างอิง

(โดย สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร <https://www.nupress.grad.nu.ac.th/การเขียนบรรณานุกรม/>)

การเขียนบรรณานุกรม เป็นรูปแบบการรวบรวมสารสนเทศ จากการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ทั้ง หนังสือ วารสาร เว็บไซต์ รวมถึงข้อมูลจากสังคมออนไลน์ จึงปฏิเสธไม่ได้ว่า บรรณานุกรม หรือเอกสารอ้างอิง เป็นส่วนสำคัญที่สำคัญของการเขียนงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเอกสารทางวิชาการ หนังสือ ตำรา รายงานการวิจัย โดยส่วนใหญ่แล้วรูปแบบการเขียนบรรณานุกรมจะนิยมเขียนในรูปแบบ APA หรือ (American Psychological Association) ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนามาในเวอร์ชัน 7 ที่มีการกำหนดมาตรฐานใหม่โดยมีการเพิ่มเติมการอ้างอิงสารสนเทศให้เข้ากับยุคสมัย คือ สื่อสังคมออนไลน์

สำหรับโครงการ YSC แนะนำการเขียนบรรณานุกรมตามแบบ APA 7th โดยมีรูปแบบการเขียน ดังต่อไปนี้

การเขียนอ้างอิงในเนื้อหา	
ผู้แต่ง 1 คน	ชื่อ นามสกุล (ปีพิมพ์) หรือ องค์การ (ปีที่พิมพ์) สรญา แสงเย็นพันธ์ (2565) Last Name (Year) or Organization (Year) Abrams (2018)
ผู้แต่ง 2 คน	ชื่อ นามสกุล ¹ และ ชื่อ นามสกุล ² (ปีพิมพ์) อีรศักดิ์ อุปรมย์ อุปมัยอริชัย และ สุชาติ บางวิเศษ (2563) Last Name ¹ and Last Name ² (Year) Wegener and Petty (1994)
ผู้แต่ง 3 คน ขึ้นไป	ชื่อ นามสกุล และคณะ (ปีที่พิมพ์) สรญา แสงเย็นพันธ์ และคณะ (2565) Last Name et al., (Year) Harris et al., (2018)
	– กรณีไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ ให้ใส่ (ม.ป.ป.) หรือ (n.d.) – กรณีพิมพ์ครั้งที่ 1 ไม่ต้องระบุครั้งที่พิมพ์ – กรณีไม่ปรากฏสถานที่พิมพ์ ให้ใส่ (ม.ป.ท.) หรือ (n.p.)
การลงชื่อผู้เขียน	
ผู้เขียน 1 คน	ชื่อ นามสกุล./ (ปีพิมพ์) /ชื่อเรื่อง/ (พิมพ์ครั้งที่) /สำนักพิมพ์. Author, A. A. (Year) /Title of the book/ (Edition ed.) /Publisher.
ผู้เขียน 2 คน	ชื่อ นามสกุล ¹ และชื่อ นามสกุล ² / (ปีพิมพ์) /ชื่อเรื่อง/ (พิมพ์ครั้งที่) /สำนักพิมพ์. Author, A. A. ¹ & Author, B. B. ² (Year) /Title of the book/ (Edition ed.) /Publisher.
ผู้เขียน 3-20 คน	ชื่อ นามสกุล ¹ , ชื่อ นามสกุล ^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,} และชื่อ นามสกุล ²⁰ / (ปีพิมพ์) /ชื่อเรื่อง/ (พิมพ์ครั้งที่) /สำนักพิมพ์.

	Author, A. A. ¹ , Author, B. B. ^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19} , and Author, U. U. ²⁰ ./(Year)./Title of the book/(Edition ed.)/Publisher.
ผู้เขียนมากกว่า 21 คน	ชื่อ นามสกุล ¹ , ชื่อ นามสกุล ^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19} , ... ชื่อ นามสกุล ^N . /(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง/(พิมพ์ครั้งที่)./สำนักพิมพ์. Author, A. A. ¹ , Author, B. B. ^{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19} , Author, Z. Z. ^N . /(Year)./Title of the book/(Edition ed.)/Publisher.
หนังสือทั่วไป	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง./ (ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่อง/(พิมพ์ครั้งที่)./สำนักพิมพ์. สุกัญญา รอส. (2561). วัสดุชีวภาพ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร. จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ. (2563). พฤติกรรมสุขภาพ : แนวคิด ทฤษฎี และการประยุกต์ใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2564). คู่มือการตรวจสอบการออกแบบและก่อสร้างอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรม.
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A. (Year)./Title of the book/(Edition ed.)/Publisher. Schmidt, N. A., & Brown, J. M. (2017). <i>Evidence-based practice for nurses: Appraisal and application of research</i> (4th ed.). Jones & Bartlett Learning, LLC. World Health Organization. (2021). <i>World Health Statistics report 2021 monitoring health for the SDGs, sustainable development goals</i> . WHO
บทความหรือบทในหนังสือ	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง./ (ปีพิมพ์)./ชื่อบทหรือชื่อบทความ./ใน/ชื่อบรรณาธิการ/(บ.ก.), ชื่อหนังสือ/(น./xx-xxx)./สำนักพิมพ์. วัลลภ สุธาสวัสดิ์. (2561). แนวความคิดเรื่องชนชั้นนำทางการเมืองของกิตาโน มอสก้า กับชนชั้นนำทางการเมืองไทยในยุคมาลามาไทย. ใน วัชรพล ศุภจักรวัฒนา และวัชรพล พุทธรักษา (บ.ก.), <i>ว่าด้วยทฤษฎีรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ร่วมสมัย</i> (พิมพ์ครั้งที่ 2). (น. 47-68). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร. วรวรรณ จิตต์ธรรม. (2565). โรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่พบได้บ่อย. ใน วรวรรณ จิตต์ธรรม, จิรนนท์ วิรกุล, ญาสินี อภิรักษ์นภานนท์ และบุติมา เพื่อกสามัญ (บ.ก.), <i>กุมารเวชศาสตร์ในเวชปฏิบัติ Pediatrics in practice</i> . (น. 243-280). พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A./ (Year)./Title of the chapter./In Editor/(Eds.)/Title of the book/(pp.xx-xxx)./Publisher.
หนังสือแปล	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง./ (ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่องหนังสือภาษาต้นฉบับ/[ชื่อหนังสือภาษาไทย]/ (พิมพ์ครั้งที่)./สำนักพิมพ์.

	แบร์รี สมาร์. (2555). <i>Michel Foucault</i> [มิเชล ฟูกูต์]. ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน).
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไม่มี DOI	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุลผู้แต่ง./ (ปีพิมพ์)./ชื่อหนังสือ./ (พิมพ์ครั้งที่)./URL จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ. (2562). <i>พฤติกรรมสุขภาพ : แนวคิด ทฤษฎี และการประยุกต์ใช้</i> . (พิมพ์ครั้งที่ 3). https://www.ookbee.com
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A. (Year)./Title of the book./ (Edition ed.)/URL Haslam, S. (2003). <i>Research Methods and Statistics in Psychology</i> (SAGE Foundations of Psychology series). http://www.amazon.com
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มี DOI	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (ปีพิมพ์)./ชื่อหนังสือ./ (พิมพ์ครั้งที่)./ https://doi.org/xxxxxxx
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A. (Year)./Title of the book./ (Edition ed.)/ https://doi.org/xxxxxxx Chu, Z. (2022). <i>People-Oriented Education Transformation</i> . https://doi.org/10.1007/978-981-16-6353-6
บทความหรือบทในหนังสือ (Book chapter) ในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ภาษาไทย	ชื่อผู้แต่งในบท./ (ปีพิมพ์)./ชื่อบท./ ใน/ชื่อบรรณาธิการ./ (บรรณาธิการ)./ชื่อหนังสือ (พิมพ์ครั้งที่)./ (น./xx-xxx)./URL วัลลภ สุขสวัสดิ์. (2561). แนวความคิดเรื่องชนชั้นนำทางการเมืองของกิตาโน มอสกา กับชนชั้นนำทางการเมืองไทยในยุคคามาโนไทย. ใน วัชรพล ศุภจักรวัฒนา และวัชรพล พุทธรักษา (บ.ก.), <i>ว่าด้วยทฤษฎีรัฐศาสตร์ และรัฐประศาสนศาสตร์ร่วมสมัย</i> (พิมพ์ครั้งที่ 2). (น. 47-68). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A./ (Year)./Title of the chapter./ In Editor/ (Eds.)/Title of the book/ (Edition ed.)/ (pp./xx-xxx)./URL
วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิตและวิทยานิพนธ์ปริญญาโทที่ ไม่ได้ตีพิมพ์	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (ปีที่เผยแพร่)./ชื่อวิทยานิพนธ์./ [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์ หรือวิทยานิพนธ์ปริญญาโทไม่ได้ตีพิมพ์]./ชื่อมหาวิทยาลัย. สรญา แสงเย็นพันธ์. (2559). <i>การพัฒนารูปแบบการเขียนบรรณานุกรมออนไลน์</i> [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A./ (Year)./Title/[Unpublished doctoral or master's thesis]./Name of the Institution awarding the degree.

	Stewart, Y. (2000). <i>Dressing the tarot</i> [Unpublished master's thesis]. Auckland University of Technology.
วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิตและวิทยานิพนธ์ปริญญาโทหาบัณฑิตจากเว็บไซต์ ไม่อยู่ในฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (ปีที่เผยแพร่)./ชื่อวิทยานิพนธ์/[วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต หรือ วิทยานิพนธ์ปริญญาโทหาบัณฑิต]./ชื่อมหาวิทยาลัย./ชื่อเว็บไซต์./URL วันชนะ จูบรรจง. (2560). ระบบสนับสนุนการประมาณการสัมผัสแคดเมียมผ่านการบริโภคอาหาร (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร). ThaiLIS. https://tdc.thailis.or.th/tdc/search_result.php
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A./ (Year)./Title/[Published doctoral or master's thesis]./Name of the Institution awarding the degree./Website name./URL Miller, T. (2019). <i>Enhancing readiness: An exploration of the New Zealand Qualified Firefighter Programme</i> [Master's thesis, Auckland University of Technology]. Tuwhera. https://openrepository.aut.ac.nz/handle/10292/12338
วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิตและวิทยานิพนธ์ปริญญาโทหาบัณฑิตจากฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (ปีที่เผยแพร่)./ชื่อวิทยานิพนธ์/(หมายเลข UMI หรือ เลขลำดับอื่น ๆ)/[วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต หรือวิทยานิพนธ์ปริญญาโทหาบัณฑิต, ชื่อมหาวิทยาลัย]./ชื่อฐานข้อมูล.
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A./ (Year)./Title/(No. UMI or others)/[Name of the Institution awarding the degree]./Database name. Becker, J. C. (2013). <i>Landscape-level influences on community composition and ecosystem function in a large river ecosystem</i> (Publication No. 3577776) [Doctoral dissertation, Graduate Council of Texas State University – San Marcos]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
รายงานการประชุมเชิงวิชาการที่มี proceeding ในรูปแบบรูปเล่ม	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (ปี)./ชื่อบทความ./ใน/ชื่อบรรณาธิการ/(บ.ก.)./ชื่อหัวข้อการประชุม./ชื่อการประชุม/(น./เลขหน้า)./ฐานข้อมูล. กรณีมีเลข DOI หรือ URL ให้เติมต่อท้ายจากฐานข้อมูล ตัวอย่าง ชื่อฐานข้อมูล ./https://doi.org/xxxx วิเศษ กลัปกลาย, อลิสา คุ่มเคี่ยม, และอมลวรรณ วีระธรรมโม. (2553). ผลการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ภาษาไทยถิ่นใต้ ตำบลเตราะบอน อำเภอสาขบุรีจังหวัดปัตตานี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ใน มนัส สุวรรณ (บ.ก.), การจัดการเรียนรู้ การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเสนองานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 53 (น. 3-14). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ภาษาอังกฤษ	Contributor, A. & Contributor, B./ (Year)./Title./In/ Editor /(Ed. หรือ Eds.), Title of conference./Title of conference /(pp./xx-xxx)/database. Zegwaard, K. E., & Hoskyn, K. (Eds.). (2015). New Zealand Association for Cooperative Education 2015 conference proceedings: Refereed proceedings of the 18th New Zealand Association for Cooperative Education conference. New Zealand Association for Cooperative Education. https://www.nzace.ac.nz/wp-content/uploads/2016/06/2015-wellington.pdf
วารสารวิชาการ	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (ปี)./ชื่อเรื่อง:/ชื่อเรื่องย่อ./ชื่อวารสาร./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่)./เลขหน้า./URL
ภาษาอังกฤษ	Contributor, A. & Contributor, B./ (Year)./Title:/ Sub-title./Journal./เลขของปีที่(เลขของฉบับที่)./เลขหน้า./URL Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> , 105(34), 12593-12598. https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0805417105
เอกสารประกอบการประชุม/การประชุมวิชาการ ที่ไม่มี proceeding (Symposium)	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (วันที่./เดือน./ปี)./เรื่องที่ประชุม./ใน/ชื่อ/(ประธาน)./ชื่อการประชุม/[Symposium]./ชื่องานที่จัดประชุม./สถานที่ประชุม
ภาษาอังกฤษ	Contributor, A. & Contributor, B./ (Year./Month/day)./Title of contribution./In/Chair name/(Chair)./Title of the Symposium/[Symposium]./Conference Name./Location. Cochrane, T. & Narayan, V. (2019, February 14–15). Evaluation the CMALT cMOOC: An agile and scalable professional development framework. In R. Shekhawat (Chairs). <i>Breakout session</i> [Symposium]. Scholarship of Technology Enhanced Learning Symposium, Auckland, New Zealand.
การนำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบ Paper presentation หรือ Poster presentation	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุล./ (วัน./เดือน./ปี)./ชื่อเอกสาร หรือโปสเตอร์/[เอกสารนำเสนอในที่ประชุม หรือ โปสเตอร์นำเสนอในที่ประชุม]./ชื่อการประชุม./สถานที่. กรณีมีเลข DOI หรือ URL ให้เติมต่อท้ายจากสถานที่ ตัวอย่าง ชื่อสถานที่./ https://doi.org/xxx
ภาษาอังกฤษ	Presenter, A & Presenter, B./ (Year./Month/day)./Title of conference paper or poster/[Paper/presentation or Poster presentation]./Conference Name./Location.

	Mason, I. & Missingham, R. (2019, October 21–25). <i>Research libraries, data curation, and workflows</i> [Paper presentation]. eResearch Australasia Conference, Brisbane, QLD, Australia. https://bit.ly/2v1CjRg
รายงานการประชุม/การสัมมนา/อภิปราย	
ภาษาไทย	ชื่อหน่วยงานที่จัดประชุม./(ปีพิมพ์)./ชื่อเรื่องการประชุม./ชื่อการประชุม./สถานที่จัดประชุม. ที่ประชุมคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยของรัฐ. (2565). การประชุมสามัญที่ประชุมคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยของรัฐ และมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 53. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
หนังสือพิมพ์และหนังสือพิมพ์ออนไลน์	
ภาษาไทย	ชื่อผู้แต่ง./(วัน/เดือน/ปี)./ชื่อคอลัมน์./ชื่อหนังสือพิมพ์./เลขหน้า. กิมวาไรตี้. (21 กุมภาพันธ์ 2565). จับตาผลกระทบโควิดระลอกสามทำคนไทยหนักร่วม. เดลินิวส์. 1.
เว็บไซต์ กรณีที่ไม่มีวันที่เผยแพร่ปรากฏ ให้ใส่ (ม.ป.ป.) หรือ (n.d.) กรณีที่มีปรากฏเฉพาะ พ.ศ. หรือ ค.ศ. ให้ใส่แค่ (ปี) เท่านั้น กรณีชื่อผู้เขียนและชื่อเว็บไซต์เป็นชื่อเดียวกัน ให้ตัดชื่อเว็บไซต์ออก	
ภาษาไทย	ชื่อ นามสกุลผู้เขียน./(วัน/เดือน/ปีที่เผยแพร่)./ชื่อบทความ./ชื่อเว็บไซต์./URL สรญา แสงเย็นพันธ์. (4 มกราคม 2566). เหมืองข้อมูล (Data Mining). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. https://www.nupress.grad.nu.ac.th/data-mining/
ภาษาอังกฤษ	Author, A. A./ (Year, Month date)./Title of the work: Subtitle./Website name./URL Sparks, D. (2019). <i>Women's wellness: Lifestyle strategies ease some bladder control problems</i> . Mayo Clinic. https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/womens-wellness-lifestyle-strategies-ease-some-bladder-control-problems/
การระบุที่มาของภาพและตาราง จากหนังสือ	
ภาษาไทย	จาก/ชื่อหนังสือ/(น./เลขหน้า),/โดย/ชื่อผู้แต่ง,/ปีพิมพ์,/สำนักพิมพ์/(URL)./ลิขสิทธิ์/ ข้อความการอนุญาต หมายเหตุ : จาก ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ : จากแนวคิดทฤษฎีสู่การปฏิบัติ (พิมพ์ครั้งที่ 2 น. 32), โดย ชำนาญ ปาณวงษ์, /2563, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. สงวนลิขสิทธิ์ 2563 โดย สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. ดัดแปลงโดยได้รับอนุญาต.
ภาษาอังกฤษ	From/BookName/(p./ PageNumber),/by/ Author, A. A./Year,/Publisher/(URL)./

	Copyright/Permission.
การเขียนอ้างอิงท้ายเล่ม	ชำนาญ ปาณางษ์. (2563). <i>ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ : จากแนวคิดทฤษฎีสู่การปฏิบัติ</i> (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.
การระบุที่มาของภาพและตาราง จากเว็บไซต์	
ภาษาไทย	จาก/ชื่อบทความ,/โดย/ชื่อผู้แต่ง,/ปีที่เผยแพร่,/ชื่อเว็บไซต์/(URL)/ลิขสิทธิ์/ข้อความอนุญาต. หมายเหตุ : จาก President Trump Meets with Chairman Kim Jong Un โดย The White House, 2561. Commons wikimedia (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:President_Trump_Meets_with_Chairman_Kim_Jong_Un_(48164732021).jpg). CC BY-NC-ND.
ภาษาอังกฤษ	From/Title,/by/Author, A. A./Year,/Site Name/(URL)/Copyright/Permission.
การเขียนอ้างอิงท้ายเล่ม	The White House. (2019). <i>President Trump Meets with Chairman Kim Jong Un</i> . [Image]. Retrieved from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:President_Trump_Meets_with_Chairman_Kim_Jong_Un_(48164732021).jpg
การระบุที่มาของภาพและตาราง จากวารสาร	
ภาษาไทย	จาก/”ชื่อบทความ,”/โดย/ชื่อผู้แต่ง,/ปีพิมพ์/ชื่อวารสาร,/เลขของปีที่(เลขของฉบับที่),/น./เลขหน้า/(URL)/ลิขสิทธิ์/ข้อความการอนุญาต.
ภาษาอังกฤษ	From/”Title journal,”/by/Author, A. A./Year/JournalTitle,/Volume(issue),/p. PageNumber (url or doi if from an ejournal)/Copyright/Permission. Note : From “Development of Flood Drain Direction using Mobile GIS and Spatial Interpolation Techniques in Municipality of Khon Kaen, Thailand” by Pawattana, C., และ Jeefoo, P., 2565, Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST), 30(3), p. 12. (https://www.journal.nu.ac.th/NUJST/article/view/Vol-30-No-3-2022-11-22). Copyright 2022 by CC BY-NC-SA.
การเขียนอ้างอิงท้ายเล่ม	Pawattana, C., & Jeefoo, P. (2021). Development of Flood Drain Direction using Mobile GIS and Spatial Interpolation Techniques in Municipality of Khon Kaen, Thailand. <i>Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)</i> , 30(3), 11-22. Retrieved from https://www.journal.nu.ac.th/NUJST/article/view/Vol-30-No-3-2022-11-22

ทั้งนี้สามารถใช้โปรแกรมในการจัดการอ้างอิงและบรรณานุกรมอัตโนมัติได้ โดยผ่านโปรแกรม Mendeley ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดได้ที่ https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/mendeley/ หรือ https://oer.learn.in.th/search_detail/result/166183



Young Scientist Competition

โครงการประกวดโครงงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ (YSC)

งานบริหารอัตลักษณ์และภาพลักษณ์บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

ฝ่ายบริหารภาพลักษณ์และกิจกรรมด้านพัฒนากำลังคนของบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

<https://www.nstda.or.th/ysc>

Facebook: YSC Thailand Fanpage | Instagram: @YSCThailand | YouTube channel: YSC Thailand