

แนวทางการดำเนินงานเพื่อจัดการความปลอดภัย สำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยที่เกี่ยวกับสารเคมี

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ตระหนักถึงความสำคัญของการส่งเสริมให้มีมาตรฐานต่าง ๆ ตลอดจนมาตรฐานความปลอดภัย และจริยธรรมในการดำเนินงานวิจัย ในส่วนของการบังคับใช้มาตรฐานจริยธรรมการวิจัยในคน การใช้สัตว์ทดลอง และการใช้สารอันตรายทางชีวภาพ วช. มีแนวปฏิบัติในด้านต่าง ๆ และมีสำนักงานมาตรฐานการวิจัยในคน สำนักงานมาตรฐานการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ และศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ทำหน้าที่ดูแลการให้การรับรองและออกเอกสารของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของหน่วยงานต่าง ๆ คณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ของหน่วยงาน คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพ/คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ของสถาบัน แต่สำหรับการดูแลให้นักวิจัยที่ใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการทำงานอย่างปลอดภัยนั้น ยังไม่มีแนวปฏิบัติระดับสากลที่นำมาใช้อ้างอิงและปฏิบัติได้ และยังไม่มียุทธศาสตร์ระดับการดูแลที่เทียบเท่ากับการดำเนินงานของ 3 มาตรฐานที่กล่าวแล้ว ดังนั้น วช. จึงได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงาน “โครงการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice in Research Laboratory in Thailand, ESPReL)” มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 และประกาศ “นโยบายส่งเสริมความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ (วิจัย) ของ วช.” ในปี พ.ศ. 2557 คือ

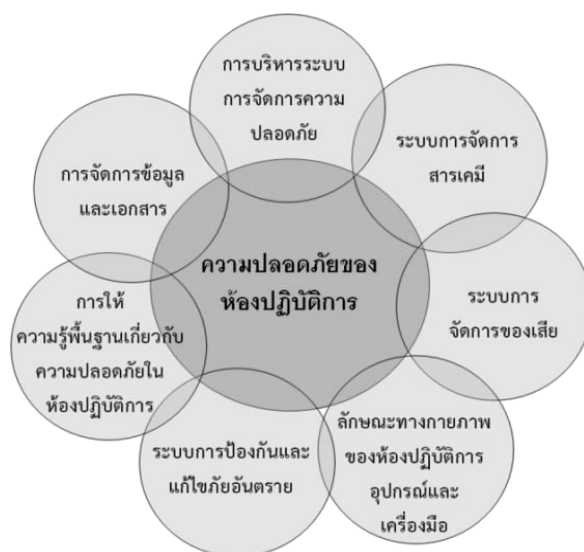
1. วช. มุ่งที่จะส่งเสริมให้เกิดระบบการจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัยในสถาบันอุดมศึกษา
2. วช. มุ่งที่จะส่งเสริมให้เกิดห้องปฏิบัติการที่ปลอดภัยให้เป็นตัวอย่างในสถาบันอุดมศึกษา
3. วช. มุ่งที่จะสร้างเครื่องมือมาตรการทั้งมาตรการจูงใจและบังคับที่จะทำให้เกิดการพัฒนาระบบการจัดการและความตระหนักในความปลอดภัย
4. วช. มุ่งที่จะใช้วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการด้วยตนเองและเทคโนโลยีการสื่อสารของ ESPReL เป็นเครื่องมือในการยกระดับและสร้างความตระหนักในความปลอดภัย
5. วช. จะพัฒนาระบบเครือข่ายและการจัดการให้เกิดความยั่งยืนด้วยการสร้างคน สร้างเครื่องมือให้เกิดในระบบองค์กร
6. วช. มุ่งที่จะใช้การจัดสรรงบประมาณการวิจัยเป็นกลไกส่งเสริมเกิดการจัดการความปลอดภัย

ซึ่งนักวิจัยร่วมกับหน่วยงานต้นสังกัด ต้องร่วมกันพัฒนาให้เกิดระบบการส่งเสริมให้ห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีดำเนินงานวิจัยอย่างปลอดภัย และสอดคล้องกับ “นโยบายส่งเสริมความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัย” ของ วช. ด้วยการใช้เครื่องมือที่โครงการพัฒนาขึ้น คือ ESPReL Checklists (esprel.labsafety.nrct.go.th) สำหรับตรวจสอบสภาพตนเอง และประเมินตนเองเป็นองค์ประกอบในการพิจารณาข้อเสนอการวิจัย เพื่อขอรับทุนสนับสนุนการวิจัยของแหล่งทุน ซึ่งเริ่มจากการลงทะเบียนห้องปฏิบัติการที่ประสงค์จะประเมินตนเองด้วย ESPReL Checklist และดำเนินการและติดตามการพัฒนาความปลอดภัยด้วยการเปรียบเทียบผลประเมินเป็นระยะ ๆ นักวิจัยต้องใช้เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการเพื่ออ้างอิงในการขอรับทุนสนับสนุนการวิจัยจากแหล่งทุน

แนวคิดเรื่องความปลอดภัย

จากการศึกษาตัวอย่างการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทั้งของต่างประเทศและในประเทศ และการระดมข้อคิดเห็นจากภาคีห้องปฏิบัติการ พบว่าองค์ประกอบของความปลอดภัยที่จะเป็นยุทธศาสตร์ขับเคลื่อนความปลอดภัยนั้น ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กันเชื่อมโยงกับความเสี่ยง ไม่ใช่องค์ประกอบ

หรือปัจจัยเดี่ยว ๆ ดังนั้นการดำเนินการทั้งหลายตั้งแต่การสร้างเครื่องมือและผลลัพธ์ที่จำเป็นทั้งหมดต้องคำนึงถึง ทั้ง 7 องค์ประกอบว่าเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงอย่างไร



1) **การบริหารระบบจัดการความปลอดภัย** ที่ต้องทำหลายด้านสอดคล้องกัน ตั้งแต่ระดับนโยบายที่เห็นความสำคัญของงานด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ จึงควรมีข้อมูลระดับนโยบาย/แผนงานทั้งเชิงโครงสร้างและการกำหนดผู้รับผิดชอบ รูปธรรมของผลผลิตด้านนี้ อาจมีได้ตั้งแต่คำสั่ง ประกาศแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ หรือแผนปฏิบัติที่ได้มาจากกระบวนการพิจารณาร่วมกัน

2) **ระบบการจัดการสารเคมี** ที่สามารถติดตามความเคลื่อนไหวของสาร มีระบบการจัดการสารเคมีที่ดี ทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้าย และการจัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว หัวใจสำคัญของการจัดการสารเคมีในอันดับแรกคือ ‘สารบงสารเคมี’ (chemical inventory) หากปราศจากสารบงสารเคมีซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นแล้ว การบริหารจัดการเพื่อการทำงานและการรับมือกับสารเคมีอย่างถูกต้องจะเกิดขึ้นไม่ได้ เมื่อประมวลข้อมูลสารเคมีและจัดทำเป็นรายงานเป็นระยะ ๆ ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการความเสี่ยง การแบ่งปันสารเคมี รวมทั้งการใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการและจัดสรรงบประมาณด้วย

3) **ระบบการจัดการของเสีย** ที่มีระบบข้อมูลการจำแนกและการเก็บที่ถูกต้อง เพื่อรอการกำจัดโดยไม่มี การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม ข้อมูลของเสียจะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการ การประเมินความเสี่ยง จากอันตรายของของเสีย ตลอดจนการจัดเตรียมงบประมาณในการกำจัด

4) **ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ** ที่เอื้อต่อการทำงานอย่างปลอดภัย ทั้งในภาวะปกติและฉุกเฉิน รายการสำรวจควรประกอบด้วยข้อมูลเชิงสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม ดูพื้นที่การใช้งานจริง วัสดุที่ใช้ ระบบสัญญาณ ระบบไฟฟ้าและการระบายอากาศ ระบบสาธารณสุขโรค และระบบฉุกเฉิน

5) **ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย** ต้องบริหารความเสี่ยงจากข้อมูลจริง ที่มีลำดับความคิด ตั้งต้นจากการกำหนดได้ว่าอะไรคือปัจจัยเสี่ยง ผู้ปฏิบัติงานต้องรู้ว่าใช้สารใด คนอื่นในทีเดียวกันกำลังทำอะไร ที่เสี่ยงอยู่หรือไม่ ปัจจัยเสี่ยงด้านกายภาพคืออะไร มีการประเมินความเสี่ยงหรือไม่ รายการสำรวจจะช่วยกระตุ้นความคิดได้อย่างละเอียด สร้างความตระหนักรู้ไปในตัว รายงานความเสี่ยงจะเป็นประโยชน์ในการบริหาร งบประมาณ เพราะจัดการได้บนฐานของข้อมูลจริง ส่วนความพร้อมและการตอบโต้กรณีฉุกเฉินนั้น อยู่ภายใต้

หัวข้อการจัดการความปลอดภัย เพื่อเป็นมาตรฐานการป้องกัน เช่น การมีผังพื้นที่ใช้สอย ทางออก อุปกรณ์ เครื่องมือสำหรับเหตุฉุกเฉิน รวมทั้งการมีแผนป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน ซึ่งหมายถึงการจัดการเบื้องต้น การแจ้งเหตุและข้อปฏิบัติทั่วไป

6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จะช่วยลดการเกิดอันตรายจาก พุทธิกรรมเสี่ยง ต้องมีการพัฒนาบุคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้อง โดยให้ความรู้พื้นฐานที่เหมาะสม จำเป็น และอย่างต่อเนื่องต่อกลุ่มเป้าหมายที่มีบทบาทต่างกัน ถึงแม้องค์กร/หน่วยงานมีระบบการบริหารจัดการอย่างดี หากบุคคลในองค์กร/หน่วยงานขาดความรู้และทักษะ ขาดความตระหนัก และเพิกเฉยแล้ว จะก่อให้เกิดอันตราย และความเสียหายต่าง ๆ ได้

7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการพัฒนาความปลอดภัยอย่างต่อเนื่องยั่งยืน ระบบเอกสารจะเป็นหลักฐานบันทึกที่สามารถส่งงานต่อกันได้หากมีการเปลี่ยนผู้รับผิดชอบ และเป็นการต่อยอดของความรู้ในทางปฏิบัติ ให้การพัฒนาความปลอดภัยเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

การยกระดับความปลอดภัย

การพัฒนาความปลอดภัยต้องการวิธีบ่งชี้สภาพตั้งต้นและสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป ESPReL Checklists (esprel.labsafety.nrct.go.th) ได้ถูกออกแบบมาให้เป็นเครื่องมือสำรวจสภาพของห้องปฏิบัติการด้วยตนเอง ครบทั้ง 7 องค์ประกอบของความปลอดภัย นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการสร้างความตระหนักเรื่องความปลอดภัยพร้อม ๆ กันไปด้วย เมื่อรู้ว่าอะไรคือปัจจัยที่ถูกต้องและครบถ้วนในแต่ละองค์ประกอบความปลอดภัย ผลการประเมินด้วยโปรแกรมจัดการในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศแสดงออกมาได้เป็นข้อมูลความถี่หรือเป็นกราฟ และสามารถประมวลผลเชิงเปรียบเทียบกับกลุ่มได้ด้วย การแสดงผลการประเมินเชิงเปรียบเทียบก็เพื่อให้ผู้ใช้รู้สถานะความปลอดภัยของตนเอง ไม่ใช่การประเมินเพื่อแสดงผลงานต่อบุคคลอื่น หากผู้ใช้ไม่เข้าใจในเจตนารมณ์ของการประเมินหรือใช้ผิดวัตถุประสงค์ จะทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนจากความจริงและอาจไม่เกิดการแก้ไข ประโยชน์จากการประมวลผลของ ESPReL Checklists นอกจากจะทำให้รู้สภาพของห้องปฏิบัติการของตนเองแล้ว อาจใช้เป็นหลักฐานในการจัดทำข้อเสนอและงบประมาณเพื่อการปรับปรุงด้วย สำหรับผู้บริหารที่มีห้องปฏิบัติการหลายห้อง อาจใช้ผลจาก checklists ในการติดตามสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาความปลอดภัยในภาพรวมต่อไป ภาพรวมของข้อมูลต่าง ๆ เช่น การใช้สารเคมี ชนิดและปริมาณของเสีย ยังนำไปสู่การติดตามความเคลื่อนไหว และการจัดเตรียมงบประมาณบนฐานของข้อมูลจริง ตัวอย่างรายงานผลการสำรวจสภาพ (ผนวก 17)

ระบบสำรวจสถานภาพความปลอดภัยห้องปฏิบัติการในรูปแบบของเว็บไซต์ เป็นเครื่องมือทำงานชิ้นหนึ่งเท่านั้น ยังมีเครื่องมือที่ห้องปฏิบัติการใช้ได้อีกหลายชนิด มีทั้งโปรแกรมการจัดการสารเคมี (cheminvent.labsafety.nrct.go.th) การจัดทำเว็บไซต์ฐานความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ หรือ ESPReL Knowledge Platform, ENoP (labsafety.nrct.go.th) เป็นสื่อเพื่อการสร้างความรู้สองทาง ทางหนึ่งคือ มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารเคมี กฎหมาย การบริหารจัดการ ฯลฯ ที่บรรจุไว้แล้วและพร้อมใช้งาน อีกทางหนึ่งคือ พื้นที่ที่จัดไว้สำหรับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านกระดานถาม-ตอบ และการสื่อข่าวสาร เว็บไซต์และสาระที่พัฒนาขึ้นนั้นนอกจากจะเป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยนความรู้แล้ว ยังมีส่วนกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาความรู้ต่อยอดอย่างต่อเนื่องได้ เช่น การแสดงข้อมูล best practice ในที่ต่าง ๆ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ กรณีศึกษาหรือสาระการฝึกอบรม เป็นต้น

ข้อกำหนดสำหรับการกรอกข้อเสนอการวิจัยที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี ที่เสนอของงบประมาณแผ่นดิน ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ผู้เสนอข้อเสนอการวิจัย ที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี เพื่อขอรับงบประมาณแผ่นดิน ต้องกรอกชุดข้อมูลในระบบบริหารจัดการงานวิจัยของประเทศ (National Research Management System : NRMS) ตามรายละเอียด ดังนี้

1. เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ

เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการนี้เป็นเลขที่ได้มาจากการสมัครสมาชิกเข้าใช้ระบบ ESPReL Checklists (esprel.labsafety.nrct.go.th) โดยระบบ ESPReL จะกำหนดเลขทะเบียนให้ 1 เลขทะเบียนต่อ 1 ห้องปฏิบัติการ

2. ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก

- สามารถเลือกได้ 1 ตัวเลือก

3. ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย

- สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ตัวเลือก
(ดูรายละเอียดแต่ละตัวเลือกโดยใช้เคอร์เซอร์ชี้ที่ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย)

4. ระบุสถานที่ปฏิบัติการวิจัย (laboratory)

ให้ระบุชื่อสถานที่ปฏิบัติการวิจัยในช่องกรอกข้อมูลที่ปรากฏ

หมายเหตุ : หากข้อเสนอการวิจัย 1 โครงการ มีการใช้ห้องปฏิบัติการมากกว่า 1 ห้อง มีตัวเลือกให้นักวิจัยสามารถกรอกชุดข้อมูลฯ นี้ ได้มากกว่า 1 ชุด ต่อ 1 โครงการฯ ให้กรอกจำนวนชุดข้อมูลตามจำนวนห้องปฏิบัติการที่ใช้จริง

ประเภทห้องปฏิบัติการ แบ่งตามสาขาวิจัย ซึ่งจำแนกตาม
Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD)

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural sciences) | 1.1. คณิตศาสตร์ (Mathematics) <ul style="list-style-type: none"> ● Pure mathematics, Applied mathematics; Statistics and probability¹; ¹ This includes research on statistical methodologies, but excludes research on applied statistics which should be classified under the relevant field of application (e.g. Economics, Sociology, etc.) |
| | 1.2. วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ (เฉพาะซอฟต์แวร์) (Computer and information sciences) <ul style="list-style-type: none"> ● Computer sciences, information science and bioinformatics (hardware development to be electrical engineering, electronic engineering, information engineering, social aspect to be media and communications); |
| | 1.3. วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical sciences) <ul style="list-style-type: none"> ● Atomic, molecular and chemical physics (physics of atoms and molecules including collision, interaction with radiation; magnetic resonances; Moessbauer effect); Condensed matter physics (including formerly solid state physics, superconductivity); Particles and fields physics; Nuclear physics; Fluids and plasma physics (including surface physics); Optics (including laser optics and quantum optics), Acoustics; Astronomy (including astrophysics, space science); |
| | 1.4. วิทยาศาสตร์เคมี (Chemical sciences) <ul style="list-style-type: none"> ● Organic chemistry; Inorganic and nuclear chemistry; Physical chemistry, Polymer science, Electrochemistry (dry cells, batteries, fuel cells, corrosion metals, electrolysis); Colloid chemistry; Analytical chemistry; |
| | 1.5. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Earth and related Environmental sciences) |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● Geosciences, multidisciplinary; Mineralogy; Palaeontology; Geochemistry and geophysics; Physical geography; Geology; Volcanology; Environmental sciences (social aspects to be social and economic geography); ● Meteorology and atmospheric sciences; climatic research; ● Oceanography, Hydrology, Water resources; <p>1.6. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological sciences)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cell biology, Microbiology; Virology; Biochemistry and molecular biology; Biochemical research methods; Mycology; Biophysics; ● Genetics and heredity (medical genetics to be medical and health sciences); reproductive biology (medical aspects to be medical and health sciences); developmental biology; ● Plant sciences, botany; ● Zoology, Ornithology, Entomology, Behavioural sciences biology; ● Marine biology, freshwater biology, limnology; Ecology; Biodiversity conservation; ● Biology (theoretical, mathematical, thermal, cryobiology, biological rhythm), Evolutionary biology; other biological topics; <p>1.7. วิทยาศาสตร์ธรรมชาติอื่น ๆ (วิชาที่ใกล้เคียงกันอื่นๆ) (Other natural sciences)</p> <p>1.8. คณิตศาสตร์ (Mathematics)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pure mathematics, Applied mathematics; Statistics and probability¹; <p>¹ This includes research on statistical methodologies, but excludes research on applied statistics which should be classified under the relevant field of application (e.g. Economics, Sociology, etc.)</p> |
| 2. วิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and technology) | 2.1 วิศวกรรมโยธา (Civil engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Civil engineering; Architecture engineering; |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Construction engineering, Municipal and structural engineering; Transport engineering; |
| | 2.2 วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมสารสนเทศ (Electrical engineering, Electronic engineering, Information engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Electrical and electronic engineering; Robotics and automatic control; Automation and control systems; Communication engineering and systems; telecommunications; Computer hardware and architecture; |
| | 2.3 วิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Mechanical engineering; Applied mechanics; Thermodynamics; ● Aerospace engineering; ● Nuclear related engineering; (nuclear physics to be physical sciences); ● Audio engineering, reliability analysis; |
| | 2.4 วิศวกรรมเคมี (Chemical engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Chemical engineering (plants, products); Chemical process engineering; |
| | 2.5 วิศวกรรมโลหะและวัสดุ (Materials engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Materials engineering; Ceramics; Coating and films; Composites (including laminates, reinforced plastics, cermets, combined natural and synthetic fibre fabrics; filled composites); Paper and wood; textiles; including synthetic dyes, colours, fibres; (nanoscale materials to be nano-technology; biomaterials to be industrial biotechnology); |
| | 2.6 วิศวกรรมทางการแพทย์ (Medical engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Medical engineering; Medical laboratory technology (including laboratory samples analysis; diagnostic technologies); (Biomaterials to be industrial biotechnology [physical characteristics of living material as related to medical implants, devices, sensors]); |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 2.7 วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental engineering) <ul style="list-style-type: none"> ● Environmental and geological engineering, geotechnics; Petroleum engineering, (fuel, oils), Energy and fuels; Remote sensing; Mining and mineral processing; Marine engineering, sea vessels; Ocean engineering; |
| | 2.8 เทคโนโลยีชีวภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental biotechnology) <ul style="list-style-type: none"> ● Environmental biotechnology; Bioremediation, diagnostic biotechnologies (DNA chips and biosensing devices) in environmental management; environmental biotechnology related ethics; |
| | 2.9 เทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม (Industrial biotechnology) <ul style="list-style-type: none"> ● Industrial biotechnology; Bioprocessing technologies (industrial processes relying on biological agents to drive the process) biocatalysis, fermentation; bioproducts (products that are manufactured using biological material as feedstock) biomaterials, bioplastics, biofuels, bioderived bulk and fine chemicals, bio-derived novel materials; |
| | 2.10 นาโนเทคโนโลยี (Nano-technology) <ul style="list-style-type: none"> ● Nano-materials [production and properties]; ● Nano-processes [applications on nano-scale]; (biomaterials to be industrial biotechnology); |
| | 2.11 วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ (Other engineering and technologies) <ul style="list-style-type: none"> ● Food and beverages; ● Other engineering and technologies; |
| 3. วิทยาศาสตร์การแพทย์ และสุขภาพ (Medical and health sciences) | 3.1 การแพทย์พื้นฐาน (Basic medicine) <ul style="list-style-type: none"> ● Anatomy and morphology (plant science to be biological sciences); Human genetics; Immunology; Neurosciences (including psychophysiology); |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Pharmacology and pharmacy; Medicinal chemistry; Toxicology; Physiology (including cytology); Pathology; |
| | <p>3.2 การแพทย์คลินิก (Clinical medicine)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Andrology; Obstetrics and gynaecology; Paediatrics; Cardiac and Cardiovascular systems; Peripheral vascular disease; Hematology; Respiratory systems; Critical care medicine and Emergency medicine; Anaesthesiology; Orthopaedics; Surgery; Radiology, nuclear medicine and medical imaging; Transplantation; Dentistry, oral surgery and medicine; Dermatology and venereal diseases; Allergy; Rheumatology; Endocrinology and metabolism (including diabetes, hormones); Gastroenterology and hepatology; Urology and nephrology; Oncology; Ophthalmology; Otorhinolaryngology; Psychiatry; Clinical neurology; Geriatrics and gerontology; General and internal medicine; other clinical medicine subjects; Integrative and complementary medicine (alternative practice systems); |
| | <p>3.3 วิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health sciences)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Health care sciences and services (including hospital administration, health care financing); Health policy and services; ● Nursing; Nutrition, Dietetics; ● Public and environmental health; Tropical medicine; Parasitology; Infectious diseases; epidemiology; ● Occupational health; Sport and fitness sciences; ● Social biomedical sciences (includes family planning, sexual health, psycho-oncology, political and social effects of biomedical research); Medical ethics; Substance abuse; |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>3.4 เทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์ (Medical biotechnology)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Health-related biotechnology; Technologies involving the manipulation of cells, tissues, organs or the whole organism (assisted reproduction); Technologies involving identifying the functioning of DNA, proteins and enzymes and how they influence the onset of disease and maintenance of well-being (gene-based diagnostics and therapeutic interventions (pharmacogenomics, gene-based therapeutics); Biomaterials (as related to medical implants, devices, sensors); Medical biotechnology related ethics; |
| | <p>3.5 วิทยาศาสตร์ทางการแพทย์อื่น ๆ (Other medical sciences)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Forensic science ● Other medical sciences |
| <p>4. เกษตรศาสตร์ (Agriculture sciences)</p> | <p>4.1 เกษตรกรรม, ป่าไม้, ประมง (Agriculture, Forestry, and Fisheries)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Agriculture; Forestry; Fishery; Soil science; Horticulture, viticulture; Agronomy, plant breeding and plant protection; |
| | <p>4.2 สัตวศาสตร์ (Animal and Dairy science)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Animal and dairy science; (Animal biotechnology to be agricultural biotechnology) ● Husbandry; Pets; |
| | <p>4.3 สัตวแพทยศาสตร์ (Veterinary science)</p> |
| | <p>4.4 เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร (Agricultural biotechnology)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Agricultural biotechnology and food biotechnology; GM technology (crops and livestock), livestock cloning, marker assisted selection, diagnostics (DNA chips and biosensing devices for the early/accurate detection of diseases) biomass feedstock production technologies, biopharming; agricultural biotechnology related ethics; |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 4.5 วิทยาศาสตร์ทางด้านเกษตรอื่น ๆ ศาสตร์ทางการเกษตรที่ยังสรุปไม่ได้อื่น ๆ (Other agricultural sciences) |
| 5. สังคมศาสตร์ (Social sciences) | 5.1 จิตวิทยา (Psychology) <ul style="list-style-type: none"> ● Psychology (including human - machine relations); ● Psychology, special (including therapy for learning, speech, hearing, visual and other physical and mental disabilities); |
| | 5.2 เศรษฐศาสตร์ (Economics and business) <ul style="list-style-type: none"> ● Economics, Econometrics; Industrial relations; ● Business and Management; |
| | 5.3 ศึกษาศาสตร์ (Educational sciences) <ul style="list-style-type: none"> ● Education, general; including training, pedagogy, didactics; ● Education, special (to gifted persons, those with learning disabilities); |
| | 5.4 สังคมวิทยา (Sociology) <ul style="list-style-type: none"> ● Sociology; Demography; Anthropology, ethnology, ● Social topics (Women.s and gender studies; Social issues; Family studies, Social work); |
| | 5.5 นิติศาสตร์ (Law) <ul style="list-style-type: none"> ● Law, criminology, penology; |
| | 5.6 รัฐศาสตร์ (Political science) <ul style="list-style-type: none"> ● Political science; public administration; ● organisation theory; |
| | 5.7 ภูมิศาสตร์ทางสังคมและเศรษฐกิจ (Social and economic geography) <ul style="list-style-type: none"> ● Environmental sciences (social aspects); Cultural and economic geography; Urban studies (Planning and development); Transport planning and social aspects of transport (transport engineering to be civil engineering); |
| | 5.8 นิเทศศาสตร์และสื่อสารมวลชน (Media and communications) <ul style="list-style-type: none"> ● Journalism; Information science (social aspects); |

| ประเภทห้องปฏิบัติการหลัก | ประเภทห้องปฏิบัติการย่อย |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Library science; Media and socio-cultural communication; |
| | 5.9 สังคมศาสตร์อื่นๆ (Other social sciences) <ul style="list-style-type: none"> • Social sciences, interdisciplinary; • Other social sciences; |
| 6. มนุษยศาสตร์ (Humanities) | 6.1 ประวัติศาสตร์และโบราณคดี (History and Archaeology) <ul style="list-style-type: none"> • History (history of science and technology to be philosophy, ethics and religion, history of specific sciences to be under the respective headings); Archaeology; |
| | 6.2 ภาษาและวรรณกรรม (Languages and literature) <ul style="list-style-type: none"> • General language studies; Specific languages; General literature studies; Literary theory; Specific literatures; Linguistics; |
| | 6.3 ปรัชญา จริยธรรมและศาสนา (Philosophy, ethics and religion) <ul style="list-style-type: none"> • Philosophy, History and philosophy of science and technology; • Ethics (except ethics related to specific subfields); Theology; Religious studies; |
| | 6.4 ศิลปศาสตร์ (ศิลปศาสตร์, ศิลปะการแสดง, ดนตรี) {Arts (arts, history of arts, performing arts, music)} <ul style="list-style-type: none"> • Arts, Art history; Architectural design; Performing arts studies (Musicology, Theater science, Dramaturgy); Folklore studies; • Studies on Film, Radio and Television; |
| | 6.5 มนุษยศาสตร์อื่น ๆ (Other humanities) |

แหล่งที่มา : Revised field of Science and Technology (FOS) classification in the Frascati Manual (26-Feb-2007)