

การตรวจสอบ	ใช่	ไม่ใช่	ผู้รับผิดชอบ	วันที่ดำเนินการ	หมายเหตุ
5.7 มีการรักษาความสะอาดตู้ดูดควันได้ดี					
5.8 มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลควบคู่ไปกับการใช้ตู้ดูดควัน					
6. ตู้ปลอดเชื้อ					
6.1 มี HEPA filter อย่างน้อยสองชุดในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน					
6.2 กระงกประตูตู้ปลอดเชื้ออยู่ในสภาพที่ดี					
6.3 พื้นและผนัง ตู้ปลอดเชื้ออยู่ในสภาพที่ดี					
6.4 ไม่มีสิ่งของวางเกะกะภายในตู้ปลอดเชื้อ					
6.5 มีการรักษาความสะอาดตู้ปลอดเชื้อได้ดี					
6.6 มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลควบคู่ไปกับการใช้ตู้ปลอดเชื้อ					
7. การจัดเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุนาโน					
7.1 มีภาชนะแบบปิดในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุนาโนที่เหมาะสม					
7.2 มีฉลาก-สัญลักษณ์ชัดเจนและถูกต้องติดข้างภาชนะบรรจุวัสดุนาโน					
7.3 มีบันทึกชนิดและปริมาณวัสดุนาโนที่มีในห้องปฏิบัติการ					
7.4 มีการระบุตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุนาโนแต่ละประเภทภายในห้องปฏิบัติการ					
7.5 มีการแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเมื่อมีการเคลื่อนย้ายวัสดุนาโนเข้า/ออกจากห้องปฏิบัติการ					
7.6 มีการจัดเก็บวัสดุนาโนเฉพาะโดยแยกจากสารเคมีทั่วไป					
8. การจัดการของเสียวัสดุนาโน					
8.1 มีบันทึกชนิดและปริมาณของเสียวัสดุนาโนที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ					
8.2 มีภาชนะแบบปิดในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายของเสียวัสดุนาโนที่เหมาะสมและแยกออกจากของเสียชนิดอื่น					
8.3 มีฉลาก-สัญลักษณ์ชัดเจนและถูกต้องติดข้างภาชนะบรรจุของเสียวัสดุนาโน					
8.4 สถานที่จัดเก็บของเสียวัสดุนาโนเป็นพื้นที่เฉพาะและมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก โดยแยกออกจากพื้นที่เก็บของเสียชนิดอื่น					

การตรวจสอบ	ใช่	ไม่ใช่	ผู้รับผิดชอบ	วันที่ดำเนินการ	หมายเหตุ
8.5 สถานที่จัดเก็บของเสียวัสดุนาโนไม่มีการสะสมของฝุ่นผง นาโน และการหกั่วไหลของของเหลวที่มีวัสดุนาโนปนเปื้อนอยู่					
8.6 การจัดเก็บของเสียวัสดุนาโนประจำอาคาร ควรมีระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือน					
8.7 การจัดเก็บของเสียวัสดุนาโนส่วนกลาง ควรมีระยะเวลา ไม่เกิน 6 เดือน					
8.8 มีการระบุชื่อและหมายเลขโทรศัพท์ผู้ดูแลสถานที่เก็บรวบรวมของเสีย					
8.9 มีการนำของเสียวัสดุนาโนจากห้องปฏิบัติการไปกำจัดอย่างเหมาะสม ภายหลังจากการรวบรวมของเสียแล้วภายในระยะเวลา 6 เดือน					
8.10 การกำจัดของเสียวัสดุนาโนดำเนินการในลักษณะเดียวกับของเสียอันตราย ซึ่งดำเนินการโดยผู้ชำนาญการด้านการบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย					
9. เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Material Safety Data Sheet, MSDS)					
9.1 มี MSDS ทั้งในรูปเอกสารและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์					
9.2 ข้อมูล MSDS มีการ Update					
9.3 มีป้ายระบุที่อยู่ของ MSDS					
9.4 มีคำแนะนำในการค้นหา MSDS จากข้อมูลภายนอก					
10. การป้องกันภัยจากเหตุฉุกเฉิน					
10.1 มีชนิด/จำนวนถังดับเพลิงเหมาะสม					
10.2 ตรวจเช็คถังดับเพลิงอย่างสม่ำเสมอ					
10.3 มีอุปกรณ์ช่วยดับเพลิง เช่น ขวาน ทรายแห้ง ท่อน้ำดับเพลิง ผ้าคลุมดับเพลิง เป็นต้น และสามารถหยิบใช้ได้สะดวก					
10.4 มีฝักบัวล้างตัวและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน					
10.5 มีฝักบัวล้างตาและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน					
10.6 มีการติดตั้งสัญญาณเตือนภัยและพร้อมใช้งาน					
10.7 มีการติดตั้งระบบตัดไฟฉุกเฉินและพร้อมใช้งาน					
10.8 มีแผนการปฏิบัติงานฉุกเฉิน (Emergency Response Plan)					
10.9 มีป้ายบอกชื่อและเบอร์ติดต่อเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน					
10.10 มีป้ายบอกทางหนีภัยฉุกเฉิน					

การตรวจสอบ	ใช่	ไม่ใช่	ผู้รับผิดชอบ	วันที่ดำเนินการ	หมายเหตุ
10.11 มีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นพร้อมชุดปฐมพยาบาล และประกาศให้ทราบทั่วกัน					
10.12 มีอุปกรณ์ป้องกันภัยที่เหมาะสมและเพียงพอ ซึ่งสามารถหยิบใช้ได้ง่ายและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน					
10.13 มีระบบสื่อสารกับหน่วยงานภายในและภายนอก					
10.14 มีรายงานบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ					
10.15 มีคู่มือปฏิบัติเมื่อเกิดภัยและฝึกอบรมให้เข้าใจตรงกัน					

02-แบบฟอร์มสรุปผลการตรวจความปลอดภัยสำหรับห้องปฏิบัติการ

วันที่ตรวจ : เวลา :

คณะผู้สำรวจ :

บริเวณที่สำรวจ :

ชื่อห้องปฏิบัติการ :

หมายเลขห้อง อาคาร/ชั้น

ภาควิชา คณะ

ลำดับ	รายการที่ตรวจ	ผลการตรวจ	ระดับอันตราย			ลักษณะอันตรายหรือสิ่งที่ต่ำกว่ามาตรฐาน	วิธีการแก้ไข
			1	2	3		
1.	สถานที่ห้องปฏิบัติการ						
2.	การปฏิบัติงาน						
3.	อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล						
4.	ระบบระบายอากาศ						
5.	ตู้ดูดควัน						
6.	ตู้ปลอดเชื้อ						
7.	การจัดเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุนาโน						
8.	การจัดการของเสียวัสดุนาโน						
9.	เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี						
10.	การป้องกันภัยจากเหตุฉุกเฉิน						

หมายเหตุ : 1. ผลการตรวจให้ระบุเป็นเครื่องหมาย ✓ = ปกติ ✕ = ต่ำกว่ามาตรฐาน - = ไม่มีการตรวจ

2. ระดับอันตราย

ระดับ 1 = ทำให้เกิดการได้รับวัสดุนาโนเข้าสู่ร่างกายโดยตรง และ/หรือ อาจนำไปสู่การเสียชีวิต

ระดับ 2 = ทำให้เกิดการได้รับวัสดุนาโนเข้าสู่ร่างกายโดยอ้อม และ/หรือ อาจนำไปสู่การเจ็บป่วย

ระดับ 3 = ทำให้เกิดการปนเปื้อนวัสดุนาโนในสิ่งแวดล้อม

บทที่ 9

ปัญหาและข้อเสนอแนะในการนำแนวทางการปฏิบัติสำหรับงานวิจัยไปใช้งาน

จากการดำเนินงานในช่วงเวลาประมาณ 2 ปีในการจัดทำแนวทางการปฏิบัติสำหรับงานวิจัยด้านนาโนวิทยาศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีโดยมีผลที่ได้จากโครงการคือ คู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนเพื่อนำมาใช้เป็นคู่มือในการทำวิจัยให้กับห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเป็นหลัก โดยคู่มือที่จัดทำขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับห้องปฏิบัติการของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนได้นั้น ในการดำเนินการวิจัยของโครงการนี้คณะทำงานได้มีการแลกเปลี่ยนความเห็น และได้รับข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิในหลายประเด็น ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำคู่มือความปลอดภัยฯ ไปใช้งาน รวมถึงไปถึงแนวทางในการผลักดันให้เกิดความปลอดภัยขึ้นในห้องปฏิบัติการได้

9.1 ปัญหาและอุปสรรคในการนำแนวทางปฏิบัติสำหรับงานวิจัยด้านนาโนวิทยาศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีไปใช้งาน

จากการทำงานของคณะทำงานในโครงการ ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างการประชุมเชิงปฏิบัติการทั้ง 4 ครั้งร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิในหลากหลายสาขา จากแต่ละมหาวิทยาลัย ทำให้สามารถสรุปประเด็นที่อาจทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการนำแนวทางปฏิบัติสำหรับงานวิจัยด้านนาโนวิทยาศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีไปใช้งาน ดังนี้

1) นโยบายสนับสนุนด้านความปลอดภัยในการทำงานวิจัยของมหาวิทยาลัย

ในปัจจุบัน มหาวิทยาลัยในประเทศไทยมุ่งเน้นในการพัฒนาการวิจัย และมักมุ่งเป้าไปในส่วนของการวิจัยที่นำไปสู่สร้างผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมใหม่เป็นหลัก ดัชนีชี้วัดในงานวิจัยจึงมุ่งเป้าไปที่สิทธิบัตร การเผยแพร่ผลงานในวารสารต่างประเทศ รวมไปถึงจำนวนบัณฑิตและอื่นๆ ในขณะที่ความปลอดภัยในการทำวิจัยเป็นประเด็นที่มักไม่ปรากฏในดัชนีชี้วัดของหน่วยงาน ซึ่งส่งผลให้นโยบายในการสนับสนุนงานวิจัยในส่วนของความปลอดภัยในการทำวิจัยมักเป็นประเด็นรองและไม่ได้ถูกจัดให้มีลำดับความสำคัญ ทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในด้านการจัดการความปลอดภัยสำหรับห้องปฏิบัติการ จากการทำงานของคณะทำงานพบว่าในมหาวิทยาลัยหลายแห่งยังไม่มีโครงสร้างของหน่วยงานของมหาวิทยาลัยในการดูแลระบบความปลอดภัยมารองรับการทำงานของบุคลากรของมหาวิทยาลัยซึ่งแตกต่างไปจากมหาวิทยาลัยของประเทศอื่น เช่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ซึ่งมีหน่วยงานด้านความปลอดภัยดูแลความเรียบร้อยโดยตรง การกำกับดูแลความปลอดภัยในการทำวิจัยของประเทศไทยมีโครงสร้างแตกต่างกันไปในแต่ละมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยจำนวนน้อยแห่งเท่านั้นในประเทศที่มีโครงสร้างของหน่วยงานกลางของมหาวิทยาลัยในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยโดยตรง ส่วนใหญ่แล้วการกำกับดูแลความปลอดภัยในการทำวิจัยจึงขึ้นอยู่กับคณะ ภาควิชา และหน่วยวิจัยนั้นๆ เป็นผู้ดูแลเป็นหลัก การกำหนดโครงสร้างทางบริหารจัดการรองรับการทำงานและกำกับ

ดูแลด้านความปลอดภัยในการทำงานวิจัยที่เป็นรูปธรรมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการขับเคลื่อนนโยบายด้านความปลอดภัยในมหาวิทยาลัยได้

นอกจากนี้กลไกหนึ่งที่จะทำให้เกิดการขับเคลื่อนการสร้างความปลอดภัยในการทำงานวิจัยได้ คือ กลไกของระบบประกันคุณภาพของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย โดยในด้านปฏิบัตินั้นหากมีการนำแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนมาใช้เป็นองค์ประกอบในระบบประกันคุณภาพหน่วยงานในมหาวิทยาลัยควบคู่ไปกับแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยสารเคมี จะส่งผลให้มีการกำกับดูแลการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ และมีการพัฒนากลไกการบริหารจัดการสารเคมีที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพและต่อเนื่องตามไปด้วย

การผลักดันโดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาจัดได้ว่าเป็นแนวทางสำคัญ ที่จะทำให้เกิดการขับเคลื่อนการสร้างความปลอดภัยในการทำงานวิจัยอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการสร้างความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนเท่านั้น แต่รวมไปถึงการสร้างความปลอดภัยในการทำวิจัยในภาพรวมอีกด้วย นอกจากนี้การผลักดันให้เกิดการสร้างความปลอดภัยในการทำงานวิจัยโดยหน่วยงานภาครัฐซึ่งเป็นแหล่งทุนวิจัยจัดได้ว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างการขับเคลื่อนให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานวิจัยผ่านนักวิจัยได้โดยตรงซึ่งสามารถจัดเป็นดัชนีชี้วัดหนึ่งด้านงานวิจัยได้

2) ข้อจำกัดด้านงบประมาณและการขาดแคลนอุปกรณ์พื้นฐานด้านความปลอดภัย

ในปัจจุบันการสนับสนุนงบประมาณเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยต้นสังกัดมีจำนวนจำกัด ทำให้ห้องปฏิบัติการหลายแห่งไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์ความปลอดภัยพื้นฐานให้มีจำนวนเพียงพอตามที่ควรจะเป็นได้ ในห้องปฏิบัติการหลายแห่งไม่มีฝักบัวล้างตัวและที่ล้างตา ห้องปฏิบัติการบางแห่งไม่มีถังดับเพลิง เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ความปลอดภัยพื้นฐานเหล่านี้เป็นข้อกำหนดพื้นฐานในด้านของความปลอดภัยจากสารเคมีซึ่งเป็นพื้นฐานความปลอดภัยของการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน โดยในปัจจุบันยังคงไม่เพียงพอกับความต้องการในการทำวิจัยที่ปลอดภัยในหลายมหาวิทยาลัย

นอกจากนี้หากพิจารณาถึงข้อกำหนดเฉพาะของอุปกรณ์พื้นฐานความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนซึ่งมีรายละเอียดปลีกย่อย นอกเหนือไปจากอุปกรณ์พื้นฐานความปลอดภัยของสารเคมีทั่วไป เช่น การสร้างระบบปิดในการดำเนินการวิจัยให้กับเครื่องมือที่ใช้ในการสังเคราะห์วัสดุนาโน การติดตั้ง HEPA filter สำหรับดูดซับละออง เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยงบประมาณในการติดตั้งอุปกรณ์เฉพาะเหล่านี้ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ในห้องปฏิบัติการหลายแห่งซึ่งมาจากปัญหาการขาดแคลนงบประมาณ ทำให้ข้อจำกัดด้านงบประมาณจัดเป็นอุปสรรคอันดับสำคัญในการสร้างความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงานในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน

3) การขาดความรู้และความเข้าใจในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัย

จากการสำรวจห้องปฏิบัติการของคณะทำงาน ปัญหาหนึ่งที่พบมากในหลายห้องปฏิบัติการคือการขาดความรู้และความเข้าใจในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งรวมไปถึงการขาด

การการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญหนึ่งที่จะทำให้การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ ตัวอย่างที่มักพบในหลายห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การใช้งานตู้ดูดควันที่ผิดลักษณะที่เหมาะสม เช่น การนำสารเคมีไปเก็บไว้ในตู้ดูดควันระดับของกระจกประตูตู้ดูดควันอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม ซึ่งรวมไปถึงการขาดการวัดความเร็วลมดูดในตู้ดูดควัน เป็นต้น ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากการขาดความรู้และความเข้าใจในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการหลายแห่งไม่ทราบการวัดและค่าที่เหมาะสมของความเร็วลมดูดในตู้ดูดควัน การขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสม รวมไปถึงการละเลยในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัยของบุคลากรวิจัย ซึ่งจัดได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญในการสร้างความปลอดภัยในการทำวิจัยในภาพรวม

ในส่วนของความปลอดภัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนโดยตรง ซึ่งเป็นข้อกำหนดเฉพาะที่เพิ่มเติมไปในการความปลอดภัยของสารเคมี ทางคณะทำงานพบว่า การขาดความรู้และความเข้าใจในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยเป็นปัญหาและอุปสรรคหนึ่งของการดำเนินการ ตัวอย่างเช่น หากพิจารณาตู้ปลอดเชื้อในการทำงานวิจัย ซึ่งหากเป็นการใช้งานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนร่วมด้วยแล้ว จะต้องเป็น biological safety cabinet ซึ่งต้องมี HEPA filter อย่างน้อย 2 ชุด เพื่อกันการได้รับการปนเปื้อนของวัสดุทดลองหรือตัวอย่างทดลองเข้าสู่ผู้ปฏิบัติงาน โดยการใช้ตู้ปลอดเชื้อแบบ laminar flow ซึ่งไม่มีการใช้ HEPA filter เป็นตู้ปลอดเชื้อที่ใช้งานเพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อนภายนอกต่อวัสดุทดลองหรือตัวอย่างทดลอง จึงไม่สามารถป้องกันการได้รับวัสดุนาโนของผู้ปฏิบัติงานได้ ซึ่งจากการสำรวจในหลายมหาวิทยาลัยที่มีการใช้ตู้ปลอดเชื้อพบว่า ตู้ปลอดเชื้อที่ใช้เป็นแบบ laminar flow เป็นส่วนใหญ่

นอกจากการขาดความรู้ในส่วนของเครื่องมืออุปกรณ์แล้ว การขาดความรู้พื้นฐานด้านวัสดุนาโน ทั้งในส่วนของเส้นทางการได้รับวัสดุนาโน ความเป็นพิษของวัสดุนาโนที่ผู้ปฏิบัติงานทำการทดลอง ตลอดจนการวางแผนปฏิบัติงานก่อนการทำงานเพื่อลดการได้รับวัสดุนาโน เช่น การสังเคราะห์วัสดุนาโนในรูปของเหลวแทนการสังเคราะห์วัสดุนาโนในรูปของผงหรือของแข็ง การเตรียมพื้นที่ปฏิบัติงานให้เหมาะสม การติดป้ายพื้นที่เฉพาะในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน การทำความสะอาดโดยการเช็ดแบบเปียก เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อกำหนดเฉพาะในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน จัดได้ว่าเป็นปัญหาพื้นฐานในการปฏิบัติงานเช่นกัน ซึ่งจากการทำงานของคณะทำงาน พบว่าประเด็นเหล่านี้หากได้มีการอบรมให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงานก่อนการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานมักสามารถดำเนินการได้ถูกต้อง

อย่างไรก็ดี ปัญหาการละเลยข้อปฏิบัติในด้านการสร้างความปลอดภัยในการทำวิจัยมักปรากฏให้เห็นในหลายมหาวิทยาลัย เช่น การใช้ถุงมือที่ไม่เหมาะสมในการทำงานกับวัสดุนาโน การทำงานในพื้นที่เปิดซึ่งทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของวัสดุนาโนเข้าสู่ผู้ปฏิบัติงาน การไม่สวมหน้ากากที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้มักเกิดจากความละเลยของผู้ปฏิบัติงานผสมผสานกับปัญหาการขาดความรู้และความเข้าใจในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัย ซึ่งเป็นปัญหาที่บริหารจัดการได้ค่อนข้างยาก

จากปัญหาเหล่านี้ การจัดฝึกอบรมเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน พร้อมทั้งจัดระบบประเมินความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติงาน ก่อนอนุญาตให้เข้าทำงานวิจัยในห้องปฏิบัติการได้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ละเลยไม่ได้ การกำกับดูแลให้มีการปฏิบัติ

อย่างเคร่งครัดจะเป็นแนวทางที่สำคัญที่สร้างความปลอดภัยให้เกิดขึ้นในการทำงานวิจัยได้ ซึ่งรวมไปถึงการสื่อสารให้บุคลากรวิจัยรับทราบความจำเป็นและแนวทางปฏิบัติที่ได้ระบุไว้ในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนจะช่วยให้ปัญหาการละเลยข้อปฏิบัติ และการขาดความรู้ความเข้าใจในคู่มือความปลอดภัยหมดไปได้

9.2 ข้อเสนอแนะในการนำแนวทางการปฏิบัติสำหรับงานวิจัยไปใช้งาน

จากการที่วัสดุนาโนจัดเป็นสารชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร จึงส่งผลให้วัสดุนี้นี้มีปฏิกิริยาด้านฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพที่แตกต่างไปจากวัสดุชนิดเดียวกันในรูปของสารทั่วไป โดยในปัจจุบันรายงานวิจัยของหน่วยงานที่ดูแลด้านความปลอดภัยหลักของประเทศต่างๆ ได้มีการนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ของงานวิจัยมาเผยแพร่อย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้มหาวิทยาลัยต่างประเทศหลายแห่ง โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนขึ้นเพิ่มเติมจากคู่มือการบริหารจัดการสารเคมีเพื่อให้ได้มีการสร้างความปลอดภัยในการทำวิจัยให้กับบุคลากรวิจัยของมหาวิทยาลัยนั้นๆ

สำหรับประเทศไทยแล้ว คู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ ได้จัดทำขึ้นเพิ่มเติมเพื่อใช้งานควบคู่ไปกับคู่มือการบริหารจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนในระดับมหาวิทยาลัยซึ่งครอบคลุมไปถึงอาจารย์ เจ้าหน้าที่และนิสิต/นักศึกษา และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการจัดทำคู่มือฉบับนี้ ข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการนำแนวทางการปฏิบัติสำหรับงานวิจัยซึ่งปรากฏในคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมุ่งเป้าไปยังการกำหนดนโยบายตลอดจนแผนงานในระดับมหาวิทยาลัยที่ควรมี ซึ่งประกอบด้วย

9.2.1 แนวนโยบายการบริหารจัดการความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนในระดับมหาวิทยาลัย

เพื่อสนับสนุนให้มีโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อกำกับดูแลความปลอดภัยจากการใช้วัสดุนาโน และพร้อมให้หน่วยงานต่างๆในระดับมหาวิทยาลัย คณะหรือเทียบเท่าคณะ และภาควิชาหรือเทียบเท่าภาควิชาปฏิบัติ ประกอบด้วย

- 1) ควรมีการนำแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนมาใช้เป็นองค์ประกอบในระบบประกันคุณภาพหน่วยงานในมหาวิทยาลัยควบคู่ไปกับแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยสารเคมี เพื่อให้มีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ และมีการพัฒนากลไกการบริหารจัดการสารเคมีที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง

- 2) แนวทางในการบริหารจัดการความปลอดภัยในมหาวิทยาลัย

- 2.1) ในมหาวิทยาลัยที่มีหน่วยงานดูแลด้านความปลอดภัยชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว ควรนำแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนนี้ไปบรรจุไว้เป็นส่วนหนึ่งของ

หน่วยงานดังกล่าว โดยมีการกำหนดโครงสร้างของผู้ดูแล และแจกแจงหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจน

2.2) ในมหาวิทยาลัยที่ยังไม่มีหน่วยงานดูแลด้านความปลอดภัย ชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ควรให้คณะหรือเทียบเท่าคณะ และภาควิชาหรือเทียบเท่าภาควิชาที่มีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน นำแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนนี้ไปใช้ โดยมีการกำหนดโครงสร้างของผู้ดูแล และแจกแจงหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจนควบคู่ไปกับความปลอดภัยของสารเคมี

3) การจัดสรรงบประมาณในระดับมหาวิทยาลัยด้านความปลอดภัยในการทำงานวิจัย เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานที่ทำงานวิจัยของคณะหรือเทียบเท่าคณะ และหน่วยงานของภาควิชาหรือเทียบเท่าภาควิชาสามารถปฏิบัติและดำเนินการเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานวิจัยดังที่ได้ระบุไว้ในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนได้

4) การประชาสัมพันธ์และสื่อสารให้บุคคลที่เกี่ยวข้องรับทราบแนวทางปฏิบัติที่ได้ระบุไว้ในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนนี้ และกำกับดูแลให้มีการปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด โดยการจัดฝึกอบรมเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ พร้อมทั้งจัดระบบประเมินความรู้ ความสามารถก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

5) การมีส่วนร่วมของนิสิต/นักศึกษา บุคลากรทุกคน และบุคคลภายนอกที่มีธุรกรรมในมหาวิทยาลัย ในการสร้างสังคมที่ให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยในการทำงานในห้องปฏิบัติการ และการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวัง รายงานเหตุ และบรรเทาปัญหาเมื่อเกิดเหตุอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

9.2.2 ระบบการบริหารจัดการภายในหน่วยงานที่ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน

ในการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานวิจัย คณะหรือเทียบเท่าคณะ และภาควิชาหรือเทียบเท่าภาควิชาที่มีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน ควรนำแนวปฏิบัติในคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนนี้ไปใช้ โดยมีข้อแนะนำในการวางแผน การบริหารและจัดการภายในหน่วยงาน ดังนี้

1. มีการกำหนดโครงสร้างของหน่วยงานกลาง ผู้ดูแลระบบ และแจกแจงหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจน

2. มีข้อกำหนดในส่วนของการให้ความรู้และข้อมูลที่เหมาะสมแก่นิสิต/นักศึกษา และบุคลากรก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งมีการประเมินความรู้ ความสามารถของนิสิต/นักศึกษาและบุคลากรก่อนเริ่มทำงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งมีแผนการฝึกอบรมด้านการทำงานวิจัยที่ปลอดภัย การใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคลให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

3. มีการกระตุ้นให้เกิดความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยของวัสดุนาโนอย่างต่อเนื่อง ทั้งในแง่ของการผลิต การใช้งาน ตลอดจนการวิจัย โดยเฉพาะการนำวัสดุนาโนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบความเป็นพิษ และความปลอดภัยของวัสดุนาโนต่อผู้ใช้งานก่อนการเผยแพร่งานวิจัยนั้นๆ

4. มีการจัดสรรงบประมาณทั้งจากส่วนของมหาวิทยาลัย คณะ ภาควิชา เพื่อให้มีการจัดหาอุปกรณ์บรรเทาความรุนแรงอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุ หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานวิจัย เช่น การจัดถังดับเพลิง การจัดฝักบัวล้างตัวและน้ำล้างตา เวชภัณฑ์สำหรับการปฐมพยาบาลในบริเวณที่ใช้งาน ได้ทันที รวมถึงการจัดระบบประสานงานกับหน่วยงานทางการแพทย์กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินได้ทันที

5. มีการประเมินการดำเนินงานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุนาโนเป็นระยะๆ ในหัวข้อต่างๆ เช่น การจัดเก็บวัสดุนาโน การทำงานที่ปลอดภัย สภาพของอุปกรณ์ในการทำงาน รวมไปถึงการจัดการแยกของเสียวัสดุนาโน และการกำจัดวัสดุนาโน เป็นต้น

6. มีการวางกลไกเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนิสิต/นักศึกษา ในการดูแลความปลอดภัย การมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวัง รายงานเหตุ และบรรเทาปัญหาเมื่อเกิดเหตุอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

7. มีการจัดทำรายงานอุบัติเหตุ การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยด้านวัสดุนาโน ให้แก่หน่วยงานต้นสังกัด อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยครอบคลุมถึง จำนวนอุบัติเหตุ ความรุนแรงหรือเสียหาย สาเหตุการเจ็บป่วยและอาการ การแก้ไขและวิธีการป้องกันปัญหาในอนาคต

8. มีขั้นตอนในการอพยพคน โดยมีผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน และมีการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ โดยห้องปฏิบัติการที่มีวัสดุนาโนที่สามารถเกิดภัยรุนแรง เช่น การลุกติดไฟ และเกิดระเบิดได้ เป็นต้น ต้องมีการแจ้งให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทุกคนรับรู้ถึงอันตรายของวัสดุนาโนนั้นๆ รู้วิธีการในการทำงานที่ถูกต้องกับวัสดุนาโนนั้นๆ และรู้วิธีระงับภัยที่อาจเกิดขึ้นได้

9. มีการจัดการตรวจสอบสุขภาพประจำปีให้กับอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนิสิต/นักศึกษาอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง และจัดให้มีการตรวจสอบสุขภาพเฉพาะสำหรับผู้ที่ทำวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน เช่น การตรวจสอบสุขภาพทางเดินหายใจสำหรับผู้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนในรูปผง การตรวจปริมาณโลหะหนักเฉพาะชนิดสำหรับผู้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโนในรูปโลหะออกไซด์ เป็นต้น

การดำเนินงานทุกระบบข้างต้น ควรผนวกเข้ากับระบบประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

- ASTM International, Standard Terminology Relating to Tissue Engineered Medical Products, ASTM F2312-04. West Conshohocken, PA.
- Balshaw, D.M.; Philbert, M.; Suk, W.A., Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials, Part III: Nanoscale Technologies for Assessing and Improving Public Health, *Toxicol. Sci.* 88 (2005) 298-306.
- Borm, P.; Klaessig, F.C.; Landry, T.D.; Moudgil, B.; Pauluhn, J.; Thomas, K.; Trottier, R.; Wood, S., Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials, Part V: Role of Dissolution in Biological Fate and Effects of Nanoscale Particles, *Toxicol. Sciences* 90 (2006) 23-32.
- Dinyer, J.; Turnbull, M.; Neale, S., Risk Management of the Explosive Dusts in the Pharmaceutical Industry: A Practical Approach, *Pharmaceutical Technology*, 2005.
- Grinshpun, S.A.; Haruta, H.; Eninger, R.M.; Reponen, T.; McKay, R.T.; Lee, S.A., Performance of an N95 filtering facepiece particulate respirator and a surgical mask during human breathing: two pathways for particle penetration, *J Occ Env Hyg.* 6 (2009) 593-603.
- Höhr, D.; Steinfartz, Y.; Schins, R.P.F.; Knaapen, A.M.; Martra, G.; Fubini, B.; Borm, P.J.A., The Surface Area Rather Than the Surface Coating Determines the Acute Inflammatory Response After Instillation of Fine and Ultrafine TiO₂ in the Rat, *Int. J. Hyg. Environ. Health* 205 (2002) 239-244.
- Holsapple, M.P.; Farland, W.H.; Landry, T.D.; Monteiro-Riviere, N.A.; Carter, J.M.; Walker N.J.; Thomas, K.V., Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials, Part II: Toxicological and Safety Evaluation of Nanomaterials, Current Challenges and Data Needs, *Toxicol. Sci.* 88 (2005) 12-17.
- International Council on Nanotechnology (ICON), A Review of Current Practices in the Nanotechnology Industry – Phase two report: Survey of current practices in the nanotechnology workplace. University of California, Santa Barbara, 2006.
- International Risk Governance Council (IRGC), Appropriate Risk Governance Strategies for Nanotechnology Applications in Food and Cosmetics, Geneva, 2009.
- Kirby, D.C., Back to the basics in dust explosions, Conférence présentée à l’American Institute of Chemical Engineers, Spring National Meeting, 11 to 13 April 2005.
- Li, X.Y.; Brown, D.; Smith S.; MacNee, W.; Donaldson, K., Short Term Inflammatory

-
- Responses Following Intratracheal Instillation of Fine and Ultrafine Carbon Black in Rats, *Inhal. Toxicol.* 11 (1999) 709-731.
- Massachusetts Institute of Technology, Best Practices for Handling Nanomaterials in Laboratories, <http://web.mit.edu/environment/ehs/topic/nanomaterial.html>
- Maynard, A.D.; Baron, P.A.; Foley, M.; Shvedova, A.A.; Kisin, E.R.; Castranova, V., Exposure to Carbon Nanotube Material: Aerosol Release During the Handling of Unrefined Single-Walled Carbon Nanotube Material, *J. Toxicol. Environ. Health A* 67 (2004) 87-107.
- Morgan, K., Development of a Preliminary Framework for Informing the Risk Analysis and Risk Management of Nanoparticles, *Risk Anal.* 25 (2005) 1-15.
- North Carolina State University, Working Safely with Engineered Nanomaterials, <http://ncsu.edu/ehs/nano/sop.htm>
- Oberdörster, G.; Ferin, J.; Lehnert, B.E., Correlation Between Particle Size, In Vivo Particle Persistence, and Lung Injury, *Environ. Health Perspect.* 102 (1994) 173-179.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Final Rule on Assigned Protection Factors for Respirators, Fact Sheet 55-011-1106, Industrial Hygiene Field Services, U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, 5158 Blackhawk Road, Aberdeen Proving Ground, MD 21010-5403 410-436-3118 or DSN 584-3118, 2006.
- Ostiguy, C.; Roberge, B.; Ménard, L., Endo, C.A., Best Practices Guide to Synthetic Nanoparticle Risk Management. Technical Guide, IRSST Report # R-599, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail, Montréal, 73 p., 2009.
- Powers, K.W.; Brown, S.C.; Krishna, V.B.; Wasdo, S.C.; Moudgil, B.M.; Robert, S.M., Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials, Part VI: Characterization of Nanoscale Particles for Toxicological Evaluation, *Toxicol. Sci.* 90 (2006) 296-303.
- Texas A&M University, Interim Guideline for Working Safely with Nanotechnology, 11p.
- The Florida State University, Nanosafety Program, <http://www.safety.fsu.edu/lab-nano.html>
- The Nanotech Report, 5th Edition. New York: Lux Research, 2007.
- The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties, July 2004, 116p.
- The University of Texas, NANOPARTICLES SAFETY GUIDE, 9p.
-

-
- Thomas, K.; Sayre, P., Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials, Part I: Evaluating Human Health Implications for Exposure to Nanomaterials, *Toxicol. Sci.* 87 (2005) 316-321.
- Tsuji, J.S.; Maynard, A.D.; Howard, P.C.; James, J.T.; Lam, C.W.; Warheit, D.B.; Santamaria, A.B., Research Strategies for Safety Evaluation of Nanomaterials, Part IV: Risk Assessment of Nanoparticles, *Toxicol. Sci.* 88 (2006) 12-17.
- Woodrow Wilson Center Project on Emerging Nanotechnologies, Inventory of Consumer Products, <http://www.nanotechproject.org/44>, 2006.
- Woodrow Wilson International Center for Scholars; Pew Charitable Trusts, Project on Emerging Nanotechnologies (PEN), <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer>, 2010.

ภาคผนวก ก.
รายการเอกสารที่ใช้ในโครงการ

ตารางที่ ก.1 รายการเอกสารที่ใช้ในโครงการ

No.	Title
001	Office of Pollution Prevention and Toxics Regulation of a New Chemical Substance Pending Development of Information, U.S. EPA., Premanufacture Notice Number: P-08-0177.
002	Office of Research and Development, U.S. EPA., Draft Nanomaterial Research Strategy (NRS), January 24, 2008.
003	Office of Research and Development, U.S. EPA., Proceedings of the Interagency Workshop on the Environmental Implications of Nanotechnology, September 5-7, 2007, Washington, DC.
004	Office of the Science Advisor, Science Policy Council, U.S. EPA., Nanotechnology White Paper, EPA 100/B-07/001, February 2007.
005	Lynn L. Bergeson and Joseph E. Plpmondon, TSCA and Engineered Nanoscale Substances, Nanotechnology Law & Business, March 2007, p617-640.
006	Christoph Meili, Nano-Regulation, A multi-stakeholder-dialogue-approach towards a sustainable regulatory framework for nanotechnologies and nanosciences, March 2006, The Innovation Society, Ltd.
007	Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Approaches to Safe Nanotechnology, Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials, USA.
008	Walt Trybula & Texas State University, A White Paper on NANO-SAFETY, October 8, 2007, USA.
009	European research Area, European Commission, Commission recommendation on A code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research & Council conclusions on Responsible nanosciences and nanotechnologies research.
010	Responsible Futures, The Responsible Nano Code, May, 2008.

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) รายการเอกสารที่ใช้ในโครงการ

No.	Title
011	American Bar Association, Section of Environment, Energy, and Resources, Regulation of Nanoscale Materials under the Toxic Substances Control Act, June, 2006, Chicago, IL.
012	United States Government Accountability Office, Nanotechnology - Nanomaterials Are Widely Used in Commerce but EPA Faces Challenges in Regulating Risk (GAO-10-549), May 2010.
013	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Engineered Nanomaterials, April 27, 2010.
014	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Environment, Safety, and Health Research, April 27, 2010.
015	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Environmental Protection, April 27, 2010.
016	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Toxicological Assessment and Physico-Chemical Characterization, April 27, 2010.
017	U.S. EPA., Background Discussion Piece: EPA's TSCA Inventory Reset, November 25, 2008.
018	American Industrial Hygiene Association, Nanotechnology Sampling and Analytical Methods, Fairfax, VA.
019	U.S. Bureau of Customs and Border Protection, TSCA Import Compliance Checklist, Washington, DC.
020	U.S. EPA., TSCA Section 5 Premanufacture and Significant New Use Notification Electronic Reporting; Revisions to Notification Regulations, Federal Register, Rules and Regulations, Vol. 75, No. 3, January 6, 2010.
021	Electronic Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment, Part 720 – Premanufacture Notification, Washington, DC.
022	Electronic Code of Federal Regulations, Title 5: Administrative Personnel, Chapter II – Merit Systems Protection Board, Washington, DC.
023	Electronic Code of Federal Regulations, Title 40: Protection of Environment, Chapter I – Environmental Protection Agency, Washington, DC.

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) รายการเอกสารที่ใช้ในโครงการ

No.	Title
024	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Terminology, April 27, 2010.
025	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Terminology and Nomenclature Resources, April 27, 2010.
026	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Applications, April 27, 2010.
027	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Measurement and Characterization, April 27, 2010.
028	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Occupational Risk Assessment and Management, April 27, 2010.
029	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Occupational Medical Surveillance, April 27, 2010.
030	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Life Cycle EHS Risk Management, April 27, 2010.
031	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Online Databases, April 27, 2010.
032	Intergovernmental Forum on Chemical Safety, Global Partnerships for Chemical Safety, Forum VI, Sixth Session of the Intergovernmental Forum on Chemical Safety (IFCS/FORUM-VI/07w), September 15-19, 2008, Geneva, Switzerland.
033	BSI, Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials (PD 6699-2:2007), 2007.
034	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Occupational Medical Surveillance, April 27, 2010.
035	U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Life Cycle EHS Risk Management, April 27, 2010.
036	Department of Energy, Nanoscale Science Research Centers, Approach to Nanomaterial ES&H, Revision 3a . May 2008
037	U.S. Department of Energy, THE SAFE HANDLING OF UNBOUND ENGINEERED NANOPARTICLES, DOE-N-456.1 Notice, Washington, D.C., 2009

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) รายการเอกสารที่ใช้ในโครงการ

No.	Title
038	British Standards, Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials, PD 6699-2:2007, London, 2007
039	National Nanotechnology Initiative, http://www.nano.gov/index.html
040	American Society for Testing And Materials (ASTM), Standard Terminology Relating to Nanotechnology, ASTM E2456 – 06, West Conshohocken, PA., 2010
041	Discover NANO, http://www.discovernano.northwestern.edu/index_html
042	Nano & Me, http://www.nanoandme.org/home/
043	Nanotechnology Map, http://www.nanotechproject.org/inventories/map/
044	BASF, Code of Conduct Nanotechnology, 2010
045	Nanotechnology Industries Association (NIA), Workshop report on How can business respond to the technical, social and commercial uncertainties of nanotechnology?, Brussels, Belgium,
046	Hull, M.S., Nanotechnology Environmental, Health and Safety- A Guide for Small Business
047	Nanotechnology Industries Association (NIA), Responsible Nano Code – A timely initiative in support of the advancement of responsible nanotechnologies
048	Institute of nanotechnology, Nanogovernance 2008 - Code of Conduct for Responsible Nanoscience and Nanotechnology Research – Significance for NanoGovernance, Washington D.C., 2008
049	Insight Investment; Royal Society; Centre for Process Innovation; Nanotechnology Industries Association, Responsible nano code-Information on The Responsible Nano Code Initiative, 2008
050	International Risk Governance Council, Policy Brief-Appropriate Risk Governance Strategies for Nanotechnology Applications in Food and Cosmetics, Geneva, 2009
051	Environmental Defense – DuPont Nano Partnership - Nano Risk Framework, 2007
052	British Standards, Nanotechnologies – Part 1: Good practice guide for specifying manufactured nanomaterials, PD 6699-1:2007, London, 2007
053	British Standards, Vocabulary-Nanoparticles - PAS 71:2005, London, 2005
054	British Standards, Guidance on the labelling of manufactured nanoparticles and products containing manufactured nanoparticles - PAS 130:2007, London, 2007

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) รายการเอกสารที่ใช้ในโครงการ

No.	Title
055	British Standards, Terminology for medical, health and personal care applications of nanotechnology - PAS131:2007, London, 2007
056	Health Canada, Interim Policy Statement on Health Canada's Working Definition for Nanomaterials
057	U.S. EPA., Technology Transfer Network - Emission Measurement Center Meeting, 2009
058	Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), Request for a Scientific Opinion via Accelerated Procedure : Scientific basis for the definition of the term "nanomaterial"
059	British Standards, Terminology for the bio-interface-PAS 132:2007, London, 2007
060	British Standards, Terminology for nanoscale measurement and instrumentation-PAS133:2007, London, 2007
061	British Standards, Terminology for carbon nanostructures-PAS134:2007, London, 2007
062	British Standards, Terminology for nanofabrication-PAS 135:2007, London, 2007
063	British Standards, Terminology for nanomaterials-PAS 136:2007, London, 2007
064	National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Safe Nanotechnology in the Workplace - An Introduction for Employers, Managers, and Safety and Health Professionals, Atlanta, GA, 2008
065	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST, Occupational Health and Safety Research Institute), Engineered Nanoparticles - Current knowledge Risks and Prevent Measurements, 2 nd , Studies and Research Projects, REPORT R-656, Chemical Substances and Biological Agents.
066	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST, Occupational Health and Safety Research Institute), Health Effects of Nanoparticles, 2 nd , Studies and Research Projects, REPORT R-589, Chemical Substances and Biological Agents.

ภาคผนวก ข

คณะกรรมการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการทำงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุนาโน

ข.1 ที่ปรึกษาโครงการ

1. Professor Dr.Supapan Seraphin
2. ศาสตราจารย์นายแพทย์ ดร.ศุภสิทธิ์ พรรณารุโณทัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ วิโรจน์ภูมิ

ข.2 ผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานมหาวิทยาลัย

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ ขจิตวิยานุกุล | หัวหน้าโครงการ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมราช วันทวิน | |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.เนติ วรรณสุข | |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล | |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรดนัย จิระเดชะ | |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.ชีวลัก พงษ์บุรณกิจ | |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงรัตน์ อินทร | |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพานิชกุล | |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.นุรักษ์ กฤษดานุรักษ์ | |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.พัฒนา อนุรักษ์พงศ์ธร | |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.พิศิษฐ์ สิงห์ใจ | |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ บุญเสนอ | |
| 13. รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สนั่นเมือง | |
| 14. รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณพงษ์ เจริญโพธิ์ | |
| 15. รองศาสตราจารย์ ดร.วิไล เจียมไชยศรี | |
| 16. รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อมรกิจบำรุง | |
| 17. รองศาสตราจารย์ ดร.ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี | |
| 18. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ แม่นศิริ | |
| 19. รองศาสตราจารย์ ดร.สุขกิจ ยะโสธรศรีกุล | |
| 20. รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณณิศา วรยิ่งยง | |
| 21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริลักษณ์ เจียรากร | |
| 22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสาข์ สุพรรณไพบุลย์ | |
| 23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี อ่อนเรียบร้อย | |

24. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารีสา อรัญชัยยะ
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีราพร พันธุ์ธีรานุรักษ์
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร โอสนาจันทร์
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุลวิทย์ สถาปนจารุ
28. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารารมณ เตรียมโพธิ์
29. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์
30. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ สายหยุดทอง
31. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โศรดา กนกพานนท์
32. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ สมสุข
33. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จารุรัตน์ วรรณสรากุล
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุทธนา มหัจฉริยวงศ์
35. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริลักษณ์ เรืองรุ่งโรจน์
36. ดร.เนตรนภิส ตันเต็มทรัพย์
37. ดร.ฐิติมา รุ่งรัตนอุบล
38. ดร.ณัฐธิดา ชวนเกริกกุล
39. ดร.สุพิน แสงสุข
40. ดร. ตุลา จุฑะรสก
41. ดร.ธนพล เพ็ญรัตน์
42. ดร.พินทุสุตา วีรวัฒน์
43. ดร.รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา
44. ดร.วิจันวงศ์ กรีพละ
45. ดร.วิเชียร โสมณวัฒน์
46. ดร.อารียา เอี่ยมมู่
47. ดร.อภิชน วัชรินทร์วงศ์ เลขานุการ
48. ดร.สุธาทิพย์ สิ้นยัง เลขานุการ
49. ดร.จิรภัทร์ อนันต์ภัทรชัย เลขานุการ

ข.3 ผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงาน และองค์กรของรัฐ

1. ดร.ศิริศักดิ์ เทพาคำ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
2. เกสัชกรหญิง ดร.ฉลอง เลาจรรย์กุล ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
3. ดร.ณัฐพันธุ์ ศุภกา ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
4. คุณพรเพ็ญ โอภาสกิจไพศาล ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
5. ดร.อดิสร เตื่อนตรานนท์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

6. คุณวุฒิชัย แก้วกระจ่าง	กรมควบคุมมลพิษ
7. ดร.เชวณ นกอยู่	กรมควบคุมมลพิษ
8. ดร.วรพงศ์ ตั้งอิทธิพลากร	กรมควบคุมมลพิษ
9. ดร.สุมล ปวีตรานนท์	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
10. ดร.ปวีณา เครือนิล	กรมวิทยาศาสตร์การบริการ กระทรวงสาธารณสุข
11. ดร.ยุพิน ลาวัณย์ประเสริฐ	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข
12. ดร.คมเมธ จิตวานิชไพบูลย์	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
13. คุณภาณุ ชมภูพงค์	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
14. ดร.แฟรดาซ์ มาเล็ม	ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
15. คุณพีรพงษ์ สุนทรเดชะ	ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ข.4 ห้องปฏิบัติการนำร่อง

1. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยชีวฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยนาโนเทคโนโลยีบูรณาการ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. ห้องปฏิบัติการวัสดุศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงาน วัสดุ และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. ห้องปฏิบัติการศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอนุภาค คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์เชิงวัสดุขั้นสูง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
8. ห้องปฏิบัติการกลางสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
9. ห้องปฏิบัติการกลางภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
10. ห้องปฏิบัติการหน่วยวิจัยด้านกำจัดการพิษและของเสียอันตราย คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
11. ห้องปฏิบัติการกลางสาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข.5 คณะทำงาน และประสานงานโครงการ

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ ขจิตวิยานุกุล | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. ดร.อภิชน วัชรินทร์วงศ์ | มหาวิทยาลัยสุรนารี |
| 3. ดร.สุธาทิพย์ สีนัย | มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี |
| 4. ดร.จิรภัทร์ อนันต์ภัทรชัย | มหาวิทยาลัยนเรศวร |

ภาคผนวก ค

ศัพท์และนิยามที่เกี่ยวข้องกับนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
agglomerate	กลุ่มมวล	1. group of particles held together by relatively weak forces, including van der Waals forces, electrostatic forces and surface tension [BSI PAS 71, 2005] 2. collection of loosely bound particles or aggregates or mixtures of the two where the resulting external surface area is similar to the sum of the surface areas of the individual components [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	1. กลุ่มของอนุภาคที่มาเกาะกันด้วยแรงอ่อนๆ ประกอบด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ แรงจากไฟฟ้าสถิตย์ และแรงตึงผิว 2. อนุภาค หรือของผสมสองอย่างที่มาเกาะกันอย่างหลวมๆ ทำให้พื้นที่ผิวภายนอกมีขนาดใกล้เคียงกับผลบวกของพื้นที่ผิวของอนุภาคย่อยๆ
aggregate	ก้อนหลอม	1. heterogeneous particle in which the various components are not easily broken apart [BSI PAS 71, 2005] 2. particle comprising strongly bonded or fused particles where the resulting external surface area may be significantly smaller than the sum of calculated surface areas of the individual components [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	1. อนุภาคที่ประกอบด้วยอนุภาคหลายชนิดที่ยากแก่การแยกออกจากกัน 2. อนุภาคที่ประกอบขึ้นด้วยอนุภาคที่เชื่อมกันอย่างแน่นหนาหรือหลอมเข้าด้วยกันทำให้พื้นที่ผิวด้านนอก มีขนาดเล็กกว่าผลบวกของพื้นที่ผิวของอนุภาคย่อยๆอย่างมีนัยสำคัญ

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
biofilm	ไบโอฟิล์ม	naturally formed composite biomaterial NOTE: Bacterial biofilms are formed by bacteria that generate and secrete the matrix molecules cementing them together [BSI PAS 132, 2007]	วัสดุชีวภาพผสมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
biomaterial	วัสดุชีวภาพ	1. any substance, synthetic or natural, that can be used as a system or part of a system that treats, augments, or replaces any tissue, organ, or function of the body [ASTM International] 2. any material produced using a biological system, or any material produced in vitro that could be made by a biological system [BSI PAS 132, 2007]	1. วัสดุที่สามารถใช้แทนส่วนหนึ่งส่วนใดของเนื้อเยื่อในอวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดในร่างกายมนุษย์ที่เสื่อมสภาพโดยไม่เกิดปฏิกิริยาจากร่างกายมนุษย์ 2. วัสดุที่สร้างจากระบบทางชีววิทยา หรือวัสดุใดๆ ที่สร้างขึ้นด้วยระบบชีววิทยาภายนอกในร่างกาย
bulk nanoparticles	ก้อนอนุภาคนาโน	nanoparticles produced by industrial-scale processes [BSI PAS 71, 2005]	อนุภาคนาโนที่ผลิตขึ้นด้วยกระบวนการในอุตสาหกรรม
carbon nanofibre / carbon nanofiber(CNF)	เส้นใยนาโนคาร์บอน	carbon filament with a diameter in the nanoscale [BSI PAS 134, 2007]	สายคาร์บอนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในระดับนาโน
carbon nanotube	ท่อนาโนคาร์บอน	1. nanotube consisting of one or several graphene sheets rolled up into a seamless tube, forming a single- or multi-walled tube [BSI PAS 71, 2005] 2. nanotube consisting of carbon [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	1. ท่อนาโนที่ประกอบด้วยการนำแผ่นกราฟไฟต์มาม้วนเป็นท่อซึ่งมีผนังชั้นเดียว หรือหลายชั้น 2. ท่อนาโนที่ประกอบด้วยคาร์บอน

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
engineered nanoparticles	อนุภาคนาโนที่ถูกสร้างขึ้น	1. nanoparticles manufactured to have specific properties or a specific composition [BSI PAS 71, 2005] 2. nanoparticles deliberately designed and produced to have specific properties or a specific composition [BSI PAS 131, 2007]	1. การผลิตวัสดุนาโนให้มีคุณลักษณะหรือมีองค์ประกอบเฉพาะ 2. วัสดุนาโนที่ถูกออกแบบและสร้างให้มีลักษณะสมบัติ หรือองค์ประกอบเฉพาะ
fullerene or Buckminster fullerene or Bucky ball	ฟูลเลอรีน บัคมินสเตอร์ฟูล-เลอรีน หรือ บัคกี้ บอล	closed-cage structure having more than 20 carbon atoms consisting entirely of three-coordinate carbon atoms NOTE A fullerene with 60 carbon atoms (C60) is sometimes called buckminsterfullerene. [BSI PAS 71, 2005; BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 134, 2007]	โครงสร้างแบบกรงปิดของคาร์บอนที่มีจำนวนมากกว่า 20 อะตอมมาประกอบกันเป็นโครงสร้างแบบสามมิติ หมายเหตุ ฟูลเลอรีนที่มีคาร์บอน 60 อะตอม (C60) จะเรียกว่า บัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีน
nanoarray	นาโนอาร์เรย์	multiple array of nanoscale features organized within a two-dimensional geometry [BSI PAS 131, 2007]	การจัดเรียงลำดับแบบสองมิติของสารในระดับนาโน
nanobiotechnology	นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ	use of biological components and/or construction principles for the design, characterization, production and application of structures, devices and systems in the nanoscale [BSI PAS 131, 2007]	การนำส่วนประกอบทางชีววิทยาหรือหลักการในการก่อสร้างทางชีววิทยามาใช้ในการออกแบบ วิเคราะห์ลักษณะสมบัติ ผลิต และประยุกต์ใช้โครงสร้าง อุปกรณ์ และระบบนั้นๆ ในระดับนาโน
nanochip	นาโนชิป	integrated electronic, photonic or fluidic system with features in the nanoscale [BSI PAS 131, 2007]	ระบบผสมผสานของอิเล็กทรอนิกส์ โฟโตนิกส์ หรือของไหลในระดับนาโน

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
nanocluster	นาโนคลัสเตอร์	group of atoms or molecules whose largest overall dimension is typically in the range of a few nanometers [BSI PAS 71, 2005]	กลุ่มของอะตอม หรือโมเลกุลที่มีขนาดโดยรวมอยู่ในระดับนาโนเมตร
nanocomposite	นาโนคอมโพสิต	1. composite in which at least one of the phases has at least one dimension on the nanoscale [BSI PAS 71, 2005] 2. multiphase structure in which at least one of the phases has at least one dimension in the nanoscale [BSI PAS 131:2007, BSI PAS 136:2007]	1. ของผสมที่อย่างน้อยใน 1 เฟส มี 1 มิติอยู่ในระดับนาโน 2. โครงสร้างที่ประกอบด้วยหลายเฟส โดยอย่างน้อยใน 1 เฟส มี 1 มิติอยู่ในระดับนาโน
nanocore	แกนนาโน, นาโนคอร์	1. central part of a nanoparticle encapsulated (or coated) in a dissimilar nanomaterial [BSI PAS 71, 2005] 2. nanoscale central part of a structure encapsulated (or coated) in a dissimilar material [BSI PAS 131, 2007]	1. ส่วนกลางของอนุภาคนาโนที่ถูกหุ้ม หรือเคลือบด้วยวัสดุนาโนต่างชนิดกัน 2. ส่วนกลางซึ่งอยู่ในระดับนาโนที่ถูกหุ้ม หรือเคลือบด้วยวัสดุต่างชนิดกัน
nanocrystal	ผลึกนาโน	1. nanoscale solid formed with a periodic lattice of atoms, ions or molecules [BSI PAS 71, 2005; BSI PAS 131, 2007]	ของแข็งที่เกิดจากผลึกของอะตอม ไอออน หรือโมเลกุลที่มีขนาดนาโน
nanofibre or nanofiber	เส้นใยนาโน	1. nanoparticle with two dimensions at the nanoscale and an aspect ratio of greater than 3:1 [BSI PAS 71, 2005] 2. flexible nanorod [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	วัตถุนาโนที่มีมิติภายนอกสองมิติมีขนาดนาโนแต่อีกหนึ่งมิติมีขนาดยาวกว่าขนาดนาโน

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
nanofluidics	ศาสตร์ของไหลระดับนาโน	study and development of fluid flow in and through engineered nanostructures [BSI PAS 131, 2007]	การศึกษา และพัฒนาการไหลของไหลในโครงสร้างนาโน
nanomaterial	วัสดุนาโน	material with one or more external dimensions, or an internal structure, on the nanoscale, which could exhibit novel characteristics compared to the same material without nanoscale features [BSI PAS 71, 2005]	วัสดุที่มี หนึ่ง สอง หรือ สามมิติที่มีโครงสร้างภายในหรือภายนอกอยู่ในระดับนาโน ซึ่งแสดงลักษณะสมบัติใหม่ที่แตกต่างไปจากวัสดุเดิมที่ไม่ได้อยู่ในระดับนาโน
nanomedicine	เวชศาสตร์นาโน	application of nanotechnology to achieve advances in healthcare by exploiting the physical, chemical and biological properties of materials operating in the nanoscale [BSI PAS 131, 2007]	การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการดูแลสุขภาพด้วยการใช้ประโยชน์จากลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของวัสดุในระดับนาโน
nano-object	วัตถุนาโน	discrete piece of material with one or more external dimensions in the nanoscale [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	วัตถุที่มีมิติภายนอก หนึ่ง สอง หรือสามมิติมีขนาดนาโน
nanoparticle	อนุภาคนาโน	1. particle with one or more dimensions at the nanoscale [BSI PAS 71, 2005] 2. nano-object with all three external dimensions in the nanoscale [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	1. อนุภาคที่มีมิติภายนอก หนึ่ง สอง หรือสามมิติมีขนาดนาโน 2. วัตถุนาโนที่มีมิติภายนอกทั้งสามมิติมีขนาดนาโน

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
nanoporous	รูพรุนขนาดนาโน	possessing pores with at least one dimension in the nanoscale [BSI PAS 136, 2007]	รูพรุนที่มีอย่างน้อยหนึ่งมิติอยู่ในระดับนาโน
nanopowder	ผงนาโน	1. dry nanoparticles [BSI PAS 71, 2005] 2. mass of dry nanoparticles [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 136, 2007]	1. อนุภาคนาโนแห้ง 2. มวลของอนุภาคนาโนแห้ง
nanoribbon	นาโนริบบอน	nanofibre with an approximately rectangular cross-section, where the ratio of the longer to the shorter dimensions of the cross-section is greater than 2:1 [BSI PAS 71, 2005]	เส้นใยนาโนที่หน้าตัดมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยด้านยาวมีความยาวอย่างน้อยสองเท่าของด้านกว้าง
nanorod	แท่งนาโน	straight solid nanofibre [BSI PAS 71, 2005]	เส้นใยนาโนที่ไม่กลวง
nanoscale	ระดับนาโน	1. having one or more dimensions of the order of 100 nm or less [BSI PAS 71, 2005] 2. size range from approximately 1 nm to 100 nm [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 132, 2007; BSI PAS 133, 2007; BSI PAS 134, 2007; BSI PAS 135, 2007]	1. มีขนาดอย่างน้อยหนึ่งมิติประมาณ 100 นาโนเมตรหรือน้อยกว่า 2. ขนาดที่มีค่าประมาณ 1 นาโนเมตร ถึง 100 นาโนเมตร
nanoscience	นาโนศาสตร์	1. study of phenomena and manipulation of materials at atomic, molecular and macromolecular scales, where properties differ significantly from those at a larger scale [BSI PAS 71, 2005]	1. การศึกษาถึงปรากฏการณ์และการดำเนินการกับวัสดุในระดับอะตอม โมเลกุล และโมเลกุลขนาดเล็กที่มีลักษณะสมบัติแตกต่างไปจากวัสดุเหล่านั้นที่มีขนาดใหญ่

ศัพท์	ศัพท์ภาษาไทย	นิยาม	นิยามภาษาไทย
		2. study of phenomena, novel characteristics and manipulation of materials in the nanoscale [BSI PAS 131, 2007]	2. การศึกษาถึงปรากฏการณ์ ลักษณะสมบัติใหม่ และการดำเนินการกับวัสดุที่อยู่ในระดับนาโน
nanoscale	โครงสร้างนาโน	nanoscale structure [BSI PAS 131, 2007; BSI PAS 135, 2007; BSI PAS 136, 2007]	โครงสร้างระดับนาโน
nanosystem	ระบบนาโน	integration of passive nanostructures and/or active nanostructures into a system by means of nanotechnology [BSI PAS 131, 2007]	การผสานกันของโครงสร้างนาโน ทั้งส่วนที่เคลื่อนที่และตั้งอยู่กับที่ในระบบด้วยหลักการของนาโนเทคโนโลยี

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างมาตรการในการสร้างความปลอดภัยในการทำวิจัยด้านวัสดุนาโนของต่างประเทศ

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
1. Administrative Controls/Training			
Providing known information to workers and students on the hazardous properties of the nanomaterial precursors or products (PU).			
Education of workers and students on the safe handling of nanomaterials (PU).			
Training procedures and operating procedures must be implemented before beginning work with nano-materials. EH&S will provide postings for laboratories working with nanoparticles (FSU).			
Consider the hazards of the parent materials in assessing hazards of nanomaterials. However, remember the nano features of the materials most likely will present many other physicochemical and toxicological properties not found in the parent materials (HKU S&T).			
A master list of nanomaterials acquired by laboratory staffs should be created to document the type, source, quantities, and other pertinent information relevant to engineered nanomaterials acquired and/or stored at laboratory facilities (ERDC).			
External suppliers of engineered nanomaterials should provide, at a minimum, the use of robust packaging, appropriate product labeling, accurate MSDS, and other information that can inform an end user of potential hazards associated with the use of products containing engineered nanomaterials.			
If engineered nanomaterials are prepared in-house using, for example, procedures published in the peer-reviewed literature, these materials should be considered in the same regard as purchased materials and should be registered on the Nanomaterials Master Inventory List (ERDC).			

ผู้ให้ความเห็น:

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติ ได้ง่าย	อาจ ปฏิบัติได้	ปฏิบัติ ได้ยาก
<i>Nanomaterial Synthesis Laboratory</i>			
Develop safety information for synthesized nanoparticles including (NCSU)			
- List of nanoparticles			
- Hazard of each synthesized nanoparticle (Hazard awareness sheet)			
- Chemical inventories			
- Safety Plan			
Persons purchasing, growing, or otherwise generating engineered nanomaterials in their laboratories must include these materials on their chemical inventories and note their presence on the target chemical checklist within their written safety plan (NCSU).			
Prior to use, the single page hazard awareness sheet must be reviewed and hazard awareness training completed. Keep good records describing these materials as a number of parameters may influence material behavior and toxicity (NCSU).			
2. Engineering Control			
2.1 Fume hood/Biological Safety Cabinet			
Projects or processes involving the generation of nanoparticle aerosols and nanoparticles in suspension should be carried out in ventilated fume hoods or glove boxes, or externally ducted biological safety cabinet to limit the inhalation exposure potential (NCSU/MIT/PU/HKUST).			
HEPA filtration appears to effectively remove nanoparticles from air.			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
2. Engineering Control (Cont.)			
2.1 Fume hood/Biological Safety Cabinet (Cont.)			
Biological safety cabinet (BSC), if a dust-free environment is not critical, a Class 1 BSC can be used. - A Class 2 BSC can provide both a dust-free environment and protect lab workers at the same time. - BSC cannot contain volatile or toxic chemicals, if these are to be used together with nanoparticles (HKUST).			
Any experiments should be conducted in enclosed reactors or under vacuum or exhaust ventilation (MIT).			
Equipment used for handling of nanoparticles must be evaluated for safety concerns before it may be repaired, reused for other laboratory purposes or released for disposal (FSU).			
Nanoparticle solutions may be handled on the lab bench once placed in solution. Workers should wear protective equipment, including safety goggles, lab coats, and gloves (FSU).			
Maintenance on reactor parts that may release residual particles in the air should be done in fume hoods (MIT).			
2.2 Air Sampling			
Air sampling may be conducted for verification of adequacy of engineering controls (NCSU).			
Air sampling may also be conducted upon request of the lab supervisor or employee if concerned about potential airborne exposure (NCSU).			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
3. Working Procedures			
3.1 Laboratory Access			
Limitation of number of workers and exclusion of others (NCSU).			
Limit access in areas where processes are being carried out. Only trained personnel may be permitted to work in these areas while nanomaterials are being used (FSU).			
Reduction in periods of exposure (NCSU).			
3.2 Material Handling/Equipment			
Never handle nanomaterials with bare hands or expose such materials to bare skin. Until further information is available, use chemical resistant gloves and protective clothing. The material of these personal protection equipment items should at least be protective against the carrier medium, such as the solvent, containing the nanomaterials (MIT/HKU S&T).			
Equipment in contact with nanomaterials should be evaluated for residual hazard before servicing, reuse for other purposes, or disposal (HKU S&T).			
Consideration should be given to the high reactivity of some nanopowder (carbonaceous and metal dusts) with regard to potential fire and explosion hazards (MIT).			
Transfer samples into a single "stock concentration" chamber containing a specified amount of water (to limit the potential of particles getting into the air). This stock solution containing a specific amount of nanomaterials may then be manipulated (e.g., sonicated) depending on the design of the study. Aliquots of the suspended stock solution containing nanomaterials (e.g., suspended using a stir bar) can then be transferred with a pipette into test chambers (i.e., for water only exposures) or can be spiked into sediment (e.g., for sediment exposures).			

โครงการ "การจัดทำแนวทางการปฏิบัติสำหรับงานวิจัยด้านนาโนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
3. Working Procedures (Cont.)			
3.2 Material Handling/Equipment (Cont.)			
To minimize inhalation of engineered nanomaterials, weigh samples in a suitable enclosure operating at manufacturer-recommended specifications.			
After weighing samples and preparation of the stock concentration chamber, close the enclosure and leave the fan running for 1 hour to help remove any air-borne particles of nanomaterials.			
Immediately clean surfaces affected by an accidental spill of nanomaterial with water and wipe with paper towel. Dispose of the paper towel in a dry waste container labeled "Contains Nanomaterials".			
Any equipment or material that comes in contact with nanomaterials will be stored in a separate container labeled "Nanomaterial Supplies" before decontamination.			
3.3 Cleaning			
Regular cleaning of walls and other surfaces (NCSU).			
Wet wipe work surfaces, such as benchtops where particles, fibers, or solutions have been handled, the end of each day (NCSU).			
Regular cleaning of benchtops, floors and other surfaces should be implemented; the cleaning schedule should be documented (FSU).			
The cleaning solution should be compatible with the vehicle in which the nanoparticles are suspended (FSU).			
Minimize contact with working surfaces (ERDC).			
Use moist disposable wipes to clean working surfaces as needed or at the end of each shift (ERDC).			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติ ได้ง่าย	อาจ ปฏิบัติได้	ปฏิบัติ ได้ยาก
3. Working Procedures (Cont.)			
3.3 Cleaning (Cont.)			
Use inert cleaning agents (ERDC).			
For dry materials use approved HEPA vacuums followed by wet-wiping (ERDC).			
Do NOT use sweeping or compressed air (ERDC).			
Dispose of contaminated materials (e.g., wipes) as described in the 'Disposal' section of this document (ERDC).			
3.4 Prohibition			
Prohibition of eating and drinking in laboratories, controlled, and contaminated areas (NCSU/FSU).			
Wash hands with soap and water prior to leaving lab (NCSU).			
4. Storage			
Engineered nanomaterials obtained from commercial suppliers or those prepared in-house should be stored in containers that are sufficient to prevent their unintended release during storage, general handling, or shipping (US. Army).			
ASTM recommendations for the characteristics of containers for engineered nanomaterials as shown below - Rigid - Non-porous - Smooth surfaces, such as plastic containers, metal drums, or fiber drums coated internally - Tightly sealing, leak-tight - Of appropriate strength and construction to maintain integrity during reasonably foreseeable mishandling while full			

โครงการ "การจัดทำแนวทางการปฏิบัติสำหรับงานวิจัยด้านนาโนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก																				
4. Storage (Cont.)																							
Used amber wide-mouth packer with polyvinyl-lined closures for storage of dry nanopowders, such as carbon nanotubes, in a tightly sealed, photo-resistant container (ERDC)																							
Used amber narrow-mouth boston round bottle with polytetrafluoroethylene liners for containment of liquid nanoparticle suspensions, such as solubilized fullerenes or gold and silver colloids (ERDC)																							
Total enclosure of stored stocks and nano-materials (FSU).																							
5. Labeling																							
Label all nanomaterial containers clearly with both name and composition, such as “cadmium selenide nanodots” (NCSU).																							
Labels should be affixed to any vessel used to contain engineered nanomaterials during on- or off-site shipping and/or long-term storage. Items (and relevant examples) that should be included on product labels are listed below (DOE and ERDC).																							
<table><tr><th>Identified on Label</th><th>Example</th></tr><tr><td>Indicate contents as ‘nano’</td><td>‘NANOMATERIAL CONTENTS’</td></tr><tr><td>Type</td><td>‘Silver nanoparticles’</td></tr><tr><td>Form</td><td>‘Dry powder, aggregated’</td></tr><tr><td>Lot number, if available</td><td>Include specific lot number, if available</td></tr><tr><td>Mass</td><td>Include original mass</td></tr><tr><td>Known or possible hazards</td><td>‘Avoid breathing, ingestion, contact with skin’</td></tr><tr><td>Receipt date/shelf-life</td><td>Include date received and expected shelf-life</td></tr><tr><td>Contact</td><td>Include name and contact details</td></tr><tr><td>Other information</td><td>‘Exhibits high reactivity, toxicity’</td></tr></table>				Identified on Label	Example	Indicate contents as ‘nano’	‘NANOMATERIAL CONTENTS’	Type	‘Silver nanoparticles’	Form	‘Dry powder, aggregated’	Lot number, if available	Include specific lot number, if available	Mass	Include original mass	Known or possible hazards	‘Avoid breathing, ingestion, contact with skin’	Receipt date/shelf-life	Include date received and expected shelf-life	Contact	Include name and contact details	Other information	‘Exhibits high reactivity, toxicity’
Identified on Label	Example																						
Indicate contents as ‘nano’	‘NANOMATERIAL CONTENTS’																						
Type	‘Silver nanoparticles’																						
Form	‘Dry powder, aggregated’																						
Lot number, if available	Include specific lot number, if available																						
Mass	Include original mass																						
Known or possible hazards	‘Avoid breathing, ingestion, contact with skin’																						
Receipt date/shelf-life	Include date received and expected shelf-life																						
Contact	Include name and contact details																						
Other information	‘Exhibits high reactivity, toxicity’																						
																							

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
5. Labeling (Cont.)			
The type, form, and any known hazards should be identified. A point of contact knowledgeable in the nature of the material should be provided. CAUTION Nanomaterials Sample Consisting of <u>[Technical Description Here]</u> Contact: <u>[POC]</u> at <u>[Contact number]</u> in Case of Container Breakage.			
6. Transportation			
Contact EH&S to determine if stocks can be handled outside of a glove box, using local exhaust ventilation with HEPA filtration (FSU).			
Shipments of engineered nanomaterials must be approved by EH&S, who will provide details on labeling, packaging, and any appropriate hazard awareness information to be provided along with the material (NCSU).			
Transport of nano-materials should employ a sealed secondary containment device (FSU).			
The actual nanoparticle sample is usually contained in a tightly capped, threaded glass vial. The vial can then be placed in a secondary container, such as a wide-mouth plastic bottle. If the sample is in liquid form, then loose sorbent materials can be added around the vial inside the plastic bottle. The plastic bottle can then be placed in a labeled package (e.g., cardboard) for final shipping (ERDC).			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติตามได้	ปฏิบัติได้ยาก
6. Transportation (Cont.) DOE NSRC suggests that packaging of engineered nanomaterials for shipping should comply with Packing Group I - “substances presenting high danger” - as per United Nations Model Regulations, and include secondary containment and absorbent packing materials, such as vermiculite or cellulose to protect interior packaging from damage or to absorb liquids that might leak during normal transport as shown below (ERDC). # G., Car. No. 03-339-250 # G., Car. No. 03-896-1C # G., Car. No. 38-999-25-40 Various			
7. Personal Protective Equipment Use good general laboratory safety practices as found in your chemical hygiene plan. Wear gloves, lab coats, safety glasses, face shields, closed-toed shoes as needed (MIT). GOAL: Control nanomaterial exposures to “as low as is reasonably practicable.” [14]			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
7. Personal Protective Equipment (Cont.)			
If it is necessary to handle nanoparticle powders outside fume hood, wear appropriate respiratory protection. The appropriate respirator should be selected based on professional consultation (MIT).			
Always ensure personal hygiene and observe good general laboratory practices, including no drinking and eating in the laboratory, always wearing lab coat and safety glasses, etc (HKU S&T).			
Nanoparticle <u>solutions</u> may be handled on the lab bench once placed in solution. Workers should wear protective equipment, including safety goggles, lab coats, and gloves (FSU).			
<i>Air mask/Respirators</i>			
Filtering respirators or air supplied respirators may be used as a last option to control exposure to nanoparticles (NCSU).			
Probably the efficiency of filtering respirators or air supplied respirators will be high for all but the smallest nanoparticles (less than 2 nanometers) (NCSU).			
The use of respirators is not generally required for worker protection (FSU).			
<i>Skin</i>			
Skin penetration may occur mainly in the later stages of the process, recovery or surface contamination. Some evidence shows that nanoparticles penetrate into the inner layers of the skin and possibly beyond, into the blood circulation.			
Use nitrile gloves for handling dry materials. When nanomaterials are present in a solvent carrier glove selection should be based on the suitability of the glove for protection against the particular solvent (NCSU).			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
7. Personal Protective Equipment (Cont.)			
<i>Skin (Cont.)</i>			
Where appropriate glove protection for the carrier solvent is not clear, a combination of high dexterity outer glove (e.g 4 mil nitrile) combined with a laminated inner glove (e.g Silver Shield) is recommended (NCSU).			
If exposed nanoparticles through skin – wash with soap and water. If in solution, use of eyewash and shower for corrosive materials (NCSU).			
8. Waste/Disposal			
8.1 Waste Reduction			
In order to reduce waste generated, consider reducing the risk of loss of nanomaterials into the air and surrounding environment by suspending powders in a small volume of a non-hazardous liquid. Balance the added safety, if any, against the risks and costs of the increased volume of waste.			
Researchers should seek to remove the nanomaterials from the waste stream where possible (HKU S&T).			
8.2 Waste Handling			
DO NOT put material from nanomaterial – bearing waste streams into the regular trash or down the drain (MIT).			
Nanoparticle waste must be contained and labeled for chemical content in compliance with hazardous waste management requirements (FSU).			
All waste materials potentially contaminated with nanomaterials should be identified and evaluated or collected for special waste disposal. On the content section note that it contains nano sized particles and indicate what they are (MIT).			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก										
8. Waste/Disposal (Cont.)													
8.2 Waste Handling (Cont.)													
Consider any material that has come into contact with dispersible engineered nanoparticles (that has not been decontaminated) as belonging to a nanomaterial-bearing waste stream. This includes PPE, wipes, blotters and other disposable laboratory materials used during research activities.													
Evaluate surface contamination or decontaminate equipment used to manufacture or handle nanoparticles before disposing of or reusing it. Treat wastes (cleaning solutions, rinse waters, rags, PPE) resulting from decontamination as nanomaterial-bearing waste.													
Alternatively, researchers should destruct the nano features of the materials where feasible. For examples, acid may be added to waste solution containing quantum dots to dissolve the nanoparticles before disposal (HKU S&T).													
Researchers should develop suitable destruction method for nanomaterials as a part of their research (HKU S&T).													
Type of nanomaterial –bearing waste stream according to DOE (DOE).													
<table><tr><th>Type</th><th>Example</th></tr><tr><td>Pure</td><td>Carbon nanotubes, aluminum oxide powder</td></tr><tr><td>Liquid suspensions</td><td>Gold nanoparticles in buffer, nanotubes in acidic solution</td></tr><tr><td>Nanomaterial-contacted Items</td><td>Wipes, gloves, disposable coveralls</td></tr><tr><td>Nanomaterial-containing matrices</td><td>Composites with potential to leach nanomaterials</td></tr></table>	Type	Example	Pure	Carbon nanotubes, aluminum oxide powder	Liquid suspensions	Gold nanoparticles in buffer, nanotubes in acidic solution	Nanomaterial-contacted Items	Wipes, gloves, disposable coveralls	Nanomaterial-containing matrices	Composites with potential to leach nanomaterials			
Type	Example												
Pure	Carbon nanotubes, aluminum oxide powder												
Liquid suspensions	Gold nanoparticles in buffer, nanotubes in acidic solution												
Nanomaterial-contacted Items	Wipes, gloves, disposable coveralls												
Nanomaterial-containing matrices	Composites with potential to leach nanomaterials												

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติ ได้ง่าย	อาจ ปฏิบัติได้	ปฏิบัติ ได้ยาก
8. Waste/Disposal (Cont.)			
8.3 Waste Disposal			
Dispose of both the engineered nanomaterial and any materials used for wipe up of work surfaces or wipe down of generation equipment with name of the material preceded by words "nanosize" such as "nanosize cadmium selenide contaminated waste unless "nano is contained in the name, such as "cadmium selenide nanodots" (NCSU).			
Waste containing nanomaterials should be disposed as chemical wastes as a minimum (HKU S&T).			
Carbon nanotubes (CNTs) should be treated as potentially toxic fibers and should be handles with appropriate control (MIT).			
For CNTs disposal, dissolve or mix the material with a combustible solvent and burn in a chemical incinerator equipped with afterburner and scrubber (MIT).			
Metal based nanoparticles should be treated and handled as toxic metal (MIT).			
Do not put material from nanomaterial-bearing waste streams into to the regular trash or down the drain.			
Do not permit nanomaterial-bearing wastes to be shipped to off-site researchers' home institutions for disposal.			
Characterize and manage nonmaterial-bearing waste streams as either hazardous or nonhazardous waste, considering their known characteristics and/or listing of the waste.			
Package nanomaterial-bearing wastes in containers that are compatible with the contents, in good condition, and that afford adequate containment to prevent the escape of the nanomaterials.			
Label the waste container with a description of the waste and the words "contains nanomaterials". Include available information characterizing known and suspected properties.			

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
8. Waste/Disposal (Cont.)			
8.3 Waste Disposal (Cont.)			
Collect paper, wipes, PPE and other items with loose contamination in a plastic bag or other sealing container stored in the laboratory hood. When the bag is full, close it, take it out of the hood and place it into a second plastic bag or other sealing container.	■	■	■
Label the outer bag with the laboratory's proper waste label.	■	■	■
Send otherwise non-hazardous nanomaterial-bearing waste to a RCRA-permitted treatment, storage and disposal facility (TSD). Direct the TSD as to the selected treatment method best suited to controlling hazards associated with the waste.	■	■	■
9. Spills			
If spills, absorb liquid suspensions with absorbent pad. Follow with a wet wipe with an absorbent towelette. Dispose of materials used for wipe up with name of material preceded by words "nanosized" such as "nanosized cadmium selenide contaminated waste" (NCSU).	■	■	■
Do not dry sweep. Wet wipe dry materials with an absorbent towelette. Wipe with multiple passes to collect materials. Label and dispose of materials with appropriate methods (NCSU).	■	■	■
Larger spills of dry material may also be picked up with a HEPA filtered vacuum, but only after such vacuum has been leak checked to insure its integrity. A wet wiping will need to follow dry pickup such as vacuuming. Wet wipe methods are preferable to HEPA vacuuming for small spills (NCSU).	■	■	■
Restrict access to spill and initiate clean-up promptly (ERDC).	■	■	■
Nanoparticle spills should be cleaned immediately (FSU).	■	■	■

ตัวอย่างคู่มือความปลอดภัยในการทำวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศ

หัวข้อ	ปฏิบัติได้ง่าย	อาจปฏิบัติได้	ปฏิบัติได้ยาก
9. Spills (Cont.)			
Use moist disposable wipes to clean working surfaces as needed or at the end of each shift (ERDC).			
Use inert cleaning agents (ERDC).			
For dry materials, use approved HEPA vacuums followed by wet-wiping (ERDC).			
Do NOT use sweeping or compressed air (ERDC).			
Consult MSDS for any material-specific guidance regarding spills (ERDC).			
Dispose of contaminated materials (e.g., wipes) as described in the 'Disposal' section (ERDC).			
Document the type and amount of the spill along with any exposed personnel (ERDC).			

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามสำหรับการตรวจสอบการปฏิบัติงานวิจัยของห้องปฏิบัติการวิจัยนำร่อง

รายการตรวจสอบการปฏิบัติงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี

ชื่อห้องปฏิบัติการ:	วัสดุนาโนที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ:		
.....			
หมายเลขห้อง:วันที่ตรวจสอบ	งานวิจัยด้าน: (ให้วงกลม)		
.....	สังเคราะห์	ทดสอบ	การนำไปใช้
การปฏิบัติงานวิจัย	ระดับการให้คะแนน		
พื้นฐานด้านความปลอดภัยของวัสดุนาโน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ผ่านการอบรมด้านการทำงานที่ปลอดภัยกับวัสดุนาโน			
2. ผู้ปฏิบัติงานมีการค้นคว้าด้านความปลอดภัยของวัสดุนาโนที่ใช้			
3. ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัยของวัสดุนาโนที่ใช้			
4. ผู้ปฏิบัติงานมีการศึกษา MSDS ของวัสดุนาโน หรือ วัสดุเดียวกัน (bulk material)			
5. ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัยของสารเคมี			
ความเหมาะสมของพื้นที่ปฏิบัติงาน			
1. เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานเฉพาะ หรือมีการแยกพื้นที่เฉพาะสำหรับวัสดุนาโน			
2. มีการติดป้ายระบุชัดเจนว่าเป็นพื้นที่เฉพาะสำหรับวัสดุนาโน			
3. ไม่มีการผ่านเข้าออกของผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง			
4. มีพื้นที่สำหรับเก็บของเสียวัสดุนาโนเป็นสัดส่วน			
5. มีอุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น ผักแว่น อ่างล้างตา เป็นต้น			

การปฏิบัติงานวิจัย	ระดับการให้คะแนน		
	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
การป้องกันการได้รับวัสดุอันตราย			
1. การทดลองทำในตู้ดูดควัน (fume hood) ความเร็วลมเฉลี่ยของตู้ดูดควัน			
2.1 การทดลองทำในตู้ปลอดเชื้อแบบ Laminar flow			
2.2 การทดลองทำในตู้ปลอดเชื้อแบบ Laminar flow ที่มี HEPA filter ความเร็วลมเฉลี่ยของตู้ปลอดเชื้อ			
3.1 การทดลองทำในตู้ปลอดเชื้อแบบ Biosafety cabinet			
3.2 การทดลองทำในตู้ปลอดเชื้อแบบ Biosafety cabinet ที่มี HEPA filter ความเร็วลมเฉลี่ยของตู้ปลอดเชื้อ			
4. การทดลองทำในระบบปิดอื่นๆ ได้แก่			
5.1 การทดลองทำในเตาเผา			
5.2 เตาเผาที่มีระบบดูดควัน			
5.3 เตาเผาที่มีระบบดูดควันที่มีระบบบำบัดอากาศ			
6. การทดลองทำบนโต๊ะทดลอง			
6.1 วัสดุอยู่ในรูปผง			
6.2 วัสดุอยู่ในรูปของแข็ง			
6.3 วัสดุอยู่ในรูปกึ่งแข็งกึ่งเหลว			
6.4 วัสดุอยู่ในรูปของเหลว			
6.5 วัสดุอยู่ในรูปยึดติดกับตัวกลาง			

การปฏิบัติงานวิจัย	ระดับการให้คะแนน		
	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
การป้องกันการได้รับวัสดุทางผิวหนัง			
1. ใช้ถุงมือทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานกับวัสดุนาโน			
2. ถุงมือที่ใช้การทำงานกับวัสดุนาโนมีความเหมาะสม (ให้ดูคู่มือความปลอดภัย) ชนิดของถุงมือ			
3. ถุงมือที่ใช้ทำงานกับตัวทำลายมีความเหมาะสม (ให้ดูคู่มือความปลอดภัย) ชนิดของถุงมือ			
4. "ไม่ใช้ถุงมือซ้ำเมื่อถอดถุงมือไปแล้ว			
5. สวมชุดคลุมขณะปฏิบัติงานกับวัสดุนาโนทุกครั้ง			
การป้องกันอันตรายต่อดวงตา			
1. ใช้อุปกรณ์ป้องกันดวงตาที่เหมาะสม อุปกรณ์ป้องกันดวงตาที่ใช้			
2. สวมแว่นตาทุกครั้งที่มีการปฏิบัติงานที่มีการได้รับแสงจ้า หรือเกิดประกายไฟ			
การป้องกันการปนเปื้อนของสารต่อสิ่งแวดล้อม			
1. ใช้วิธีระบบเปียกทุกครั้งก่อนและหลังการปฏิบัติงานกับวัสดุนาโน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
3. มีการปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงาน			
4. มีภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุวัสดุนาโนแต่ละชนิด และปฏิบัติได้ถูกต้อง			
5. มีการติดฉลากภาชนะบรรจุวัสดุนาโนที่เหมาะสม			
6. มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ในการทำวิจัยก่อนและหลังการปฏิบัติงานกับวัสดุนาโน			

การปฏิบัติงานวิจัย		ระดับการให้คะแนน		
การจัดการของเสียวัสดุนาโน		ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ห้องปฏิบัติการมีของเสียวัสดุนาโน และของเสียปนเปื้อนวัสดุนาโน				
2. มีการรวบรวมของเสียวัสดุนาโนออกจากของเสียประเภทอื่น				
3. มีการติดฉลากของเสียวัสดุนาโนที่เหมาะสม				
4. มีนำของเสียวัสดุนาโนไปกำจัด				
6. พื้นที่ในการรวบรวมและเก็บของเสียวัสดุนาโนมีความเหมาะสม				
การจัดการกับอุบัติเหตุและการหก/ตกหล่นของวัสดุนาโน		ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. มีการเกิดการหก/ตกหล่นของวัสดุนาโนในห้องปฏิบัติการ				
2. มีอุปกรณ์สำหรับการทำความสะอาดในกรณีเกิดการหก/ตกหล่นของวัสดุนาโน				
3. มีการเตรียมเปียกในการทำความสะอาดวัสดุนาโนในขั้นตอนแรก				
4. มีการใช้เครื่องดูดฝุ่นที่มี HEPA filter				
5. มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจขณะทำความสะอาด				
6. มีการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากระเบิดวัสดุนาโน เช่น ไฟไหม้หรือระเบิด เป็นต้นในห้องปฏิบัติการ				
7. มีการปฏิบัติตามคู่มือความปลอดภัย เมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้น				
8. มีการเขียนรายงานบันทึกอุบัติภัย				

ชื่อผู้ประเมิน วันที่ประเมิน