สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

National Nanotechnology Center

นายวีระศักดิ์ พุทธรักษา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....82070
วัน,เดือน,ปี.....- 4 ก.ค. 2551

.b.....11945163.....
.i.....

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550-2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

_____

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพปฎล สุวัจนานนท์
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

คณบดี	ผศ. นพปฎล สุวัจนานนท์	ที่ปรึกษา
หัวหน้าภาควิชา อ.พีชฐ	โสวิทยสกุล	ที่ปรึกษา
	ผศ. ธีระศักดิ์ อินทรประสงค์	ประธานคณะกรรมการ
	ผศ.ดร. วพิทยพ์ สารรณะชฎ	กรรมการ
	ผศ. วรจรรณ โรจน ไพบูลย์	กรรมการ
	ผศ. สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ	กรรมการ
	ผศ. จิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์	กรรมการและเลขานุการ

(รศ.ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Center)
นักศึกษา	นายวีระศักดิ์ พุทธรักษา
รหัสประจำตัว	46020051
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
ปีการศึกษา	2550-2551

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีของโลกได้ก้าวไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะนาโนเทคโนโลยีซึ่งเป็นวิทยาการประยุกต์แขนงใหม่ที่ว่าด้วยการศึกษาในระดับโมเลกุลและอะตอมของสิ่งต่างๆ ที่มีขนาด 1 ในพันล้านส่วนของ 1 เมตร โดยกระแสการพัฒนานาโนเทคโนโลยีดังกล่าวได้ทำให้รัฐบาลของประเทศต่างๆทั่วโลกสนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยและค้นคว้าทางด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างมหาศาล

สำหรับประเทศไทยได้มีการสนับสนุนการวิจัยและค้นคว้าทางด้านนาโนเทคโนโลยี โดยคณะรัฐมนตรีอนุมัติให้มีการจัดตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Center) หรือ นาโนเทค (NANOTEC) ขึ้นเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2546 ให้เป็นหน่วยงานหนึ่งภายใต้สังกัดของสำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีหน้าที่ร่างแผนกลยุทธ์แห่งชาติด้านนาโนเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการนำนาโนเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาขีดความสามารถของภาคการผลิตของประเทศไทยและการยกระดับคุณภาพชีวิตและชุมชนท้องถิ่นและทำหน้าที่ในการริเริ่มสนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีทั้งระยะสั้นและระยะยาว การกิจหลักที่ต้องรับผิดชอบในการสร้างสนับสนุนและส่งเสริม ศักยภาพของนาโนเทคโนโลยี ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ให้กับสังคม ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรมและสร้างความตระหนัก ,ความรู้ ,ความเข้าใจให้กับประชาชนในประเทศให้มีความพร้อมในการรับข่าวสารข้อมูลนาโนเทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและอนาคตทั้งนี้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – 2554) และกรอบนโยบายและแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยี (พ.ศ. 2547-2556)

แต่ปัจจุบันศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่อยู่ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานีมีขนาดและจำนวนพื้นที่ใช้สอยไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนานาโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีและที่ตั้งในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยดังกล่าวเป็นที่ตั้งชั่วคราวและโดยดัดแปลงอาคารศูนย์ประชุมและโรงงานต้นแบบในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมาเป็นสำนักงานและห้องวิจัยซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทางนาโนเทคโนโลยีซึ่งเป็นปัญหาทางนโยบายคือไม่สามารถเป็นไปตามกรอบนโยบายและแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยี (พ.ศ.2547-2556) ได้และอาจเกิดปัญหาความไม่ปลอดภัยของนักวิจัยภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติประกอบกับข้อมูลของแผนการขยายตัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติถึงปี พ.ศ. 2556 ที่ต้องการนักวิจัยและพื้นที่ห้องวิจัยเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันเกือบเท่าตัว ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลที่เหมาะสมที่จัดตั้งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งจะเป็นที่ตั้งถาวรขององค์กรเพื่อให้ประเทศไทยสามารถสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีของประเทศได้ในอนาคตพร้อมกับพัฒนาแนวคิดทางจริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคมสำหรับเทคโนโลยีใหม่นี้ได้อย่างยั่งยืน

ซึ่งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาตินี้เป็นโครงการที่เกิดจากเหตุผลทางด้านนโยบาย (Policy Rational) เป็นหลัก

โดยมีวิธีการวิจัยและสรุปการวิจัยดังนี้

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะความเป็นมาของ โครงการ, วัตถุประสงค์ของโครงการ,ขอบเขตของการดำเนินงานและนโยบายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
2. ศึกษาอาคารตัวอย่างซึ่งสามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาและรูปแบบของการจัดห้องวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี
3. ศึกษาองค์ประกอบโครงการ , โครงสร้างการบริหารงานขององค์กรและกลุ่มผู้ใช้งาน
4. ศึกษารูปแบบของการออกแบบห้องวิจัยและปฏิบัติการทั้งห้องวิจัยเฉพาะและห้องวิจัยทั่วไปตลอดจนเครื่องมือและกระบวนการวิจัยที่จะส่งผลต่อการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยโครงการ
5. ศึกษาสภาพที่ตั้งของโครงการและข้อมูลข้อบังคับต่างๆที่มีผลมาจากการศึกษาพื้นที่ใช้สอยโครงการและส่วนประกอบอื่นๆ
6. การศึกษางานระบบที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมดทั้งงานระบบทั่วไปและงานระบบเฉพาะตลอดจนหลักการออกแบบต่างๆที่เกิดจากข้อบังคับที่เกิดจากโครงการ
7. ดำเนินงานขั้นตอนในการออกแบบโดยนำข้อมูลจากการศึกษาข้างต้นประมวลมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการวิจัย

1.ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันประสบปัญหาทางสถานที่ , เครื่องมือและมาตรฐานความปลอดภัยในการวิจัย

2.ขอบเขตของโครงการมิได้มีเพียงส่วนวิจัยที่เป็นองค์ประกอบหลักเท่านั้น แต่ควรยังมีองค์ประกอบด้านการเผยแพร่เทคโนโลยีเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์โครงการ

3. การออกแบบอาคารประเภทนี้ควรสอดคล้องกับลักษณะของงานวิจัย ซึ่งจะส่งผลไปต่อเครื่องมือและพื้นที่ใช้สอยอาคารรวมทั้งมีผลต่อความสัมพันธ์ต่างๆของโครงการ

4.เนื่องจากองค์ประกอบหลักของโครงการเป็นห้องวิจัยและปฏิบัติการดังนั้นการออกแบบต้องคำนึงความปลอดภัยของนักวิจัยและการกำจัดของเสียจากการวิจัยเพื่อให้ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมภายนอกน้อยที่สุด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดีเนื่องจากบุคคลต่างๆที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าในการทำวิทยานิพนธ์โครงการนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและญาติพี่น้อง ที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนคำปรึกษาเกี่ยวกับงานระบบทางวิศวกรรมต่างๆ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความรู้ คำปรึกษาและประสบการณ์ต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ปรีชญา รังสิรักษ์ และ อ.วนัสสุดา ไชยมนตรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำต่างๆ แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาสถาปัตยกรรมทุกท่าน ที่ให้ความรู้ข้าพเจ้าตั้งแต่ชั้นปี 1ถึงชั้นปีที่ 5 จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

ขอบคุณนักวิจัยและเจ้าหน้าที่ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่ช่วยเหลือข้อมูลต่างๆโดยเฉพาะคุณวิฑูรย์ ภูวสุนทรเสถ วิศวกรงานวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมที่ให้ข้อมูลและนำไปศึกษาภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอบคุณรศ.ดร.จิตติ หนูแก้ว ผู้อำนวยการสำนักงานนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังที่ให้สัมภาษณ์และนำไปศึกษาภายในสำนักงานนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ขอบคุณนักวิจัยและอาจารย์ภายในสำนักงานนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ช่วยเหลือข้อมูลต่างๆและตรวจทานข้อมูลภายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบคุณสายรหัส 51 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าหวังว่าวิทยานิพนธ์เรื่อง ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเล่มนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่เป็นข้อมูลสำหรับศึกษาการออกแบบอาคารประเภทอาคารวิจัยโดยเฉพาะทางนาโนเทคโนโลยีที่เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ใช่เพื่อประเทศไทยจะเดินตามต่างประเทศแต่เป็นเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาภูมิปัญญาของประเทศและเป็นเทคโนโลยีที่ประเทศไทยสมควรที่จะวิจัยถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากนาโนเทคโนโลยีต่อสังคมในอนาคต

นายวีระศักดิ์ พุทธรักษา

46020051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ V

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 5

1.3 ประโยชน์ของโครงการ 6

1.4 ขอบเขตและวิธีการศึกษาของโครงการ 7

1.5 องค์ประกอบโครงการ 8

1.6 แหล่งข้อมูล 9

บทที่ 2 ข้อมูลสนับสนุนโครงการ

2.1 การวิเคราะห์และศึกษาศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบัน 11

2.2 การศึกษานโยบายที่สนับสนุนความเป็นไปได้ของโครงการ 15

2.3 ผลที่คาดว่าประเทศไทยจะได้รับจากการวิจัยและ
พัฒนานาโนเทคโนโลยีในนโยบายและแผนกลยุทธ์
นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

2.3.1 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อภาคเศรษฐกิจ 31

2.3.2 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อความสามารถทาง
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ 33

2.3.3 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อประชาชนและสังคม 33

2.3.4 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.3.5 ผลทางการตระหนักถึงผลกระทบในเชิงลบและ
จริยธรรมที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี 34

บทที่ 3 ศึกษาอาคารตัวอย่าง

3.1 อาคารตัวอย่างภายในประเทศ

3.1.1 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งปัจจุบัน) 37

3.1.2 สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 59

3.2 อาคารตัวอย่างต่างประเทศ

3.2.1 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีบรีค (Birck Nanotechnology Center :BNC) 65

3.2.2 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอเนีย
(The California NanoSystems Institute :CNSI) 77

บทที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงการ

4.1 การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบโครงการ 88

4.2 การศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างการบริหารและจำนวนบุคลากร
ของโครงการ 109

4.3 การศึกษาและวิเคราะห์ประเภทและพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการ 125

4.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ 139

4.5 การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการ 158

4.6 การศึกษาวิเคราะห์พื้นที่การใช้สอยอาคาร 233

บทที่ 5 การกำหนดและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

5.1 การวิเคราะห์เลือกที่ตั้งโครงการ 282

5.2 เกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 283

5.3 การวิเคราะห์เลือกที่ตั้งโครงการจากเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการ 284

5.4 การศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ 298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 การศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

6.1 ระบบโครงสร้างอาคาร

6.1.1 ระบบโครงสร้างใต้ดิน 321

6.1.2 ระบบโครงสร้างเหนือดิน 322

6.2 งานระบบประกอบอาคาร

6.2.1 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง 325

6.2.2 ระบบติดต่อสื่อสาร 330

6.2.3 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า 331

6.2.4 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ 332

6.2.5 ระบบสุขาภิบาล 337

6.2.6 ระบบกำจัดสารที่เหลือจากการทดลอง 345

6.2.7 การกำจัดขยะและสาธารณะสุขในอาคาร 355

6.2.8 ระบบป้องกันอัคคีภัยและระบบดับเพลิง 356

6.2.9 ระบบรักษาความปลอดภัยในอาคาร 361

6.2.10 ระบบการสัญจรในอาคาร 362

6.2.11 ระบบพิเศษอื่นๆ 365

6.2.12 ระบบประหยัดพลังงาน 366

บทที่ 7 แนวความคิดในการออกแบบ

7.1 แนวความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรม 369

7.2 การวิเคราะห์และออกแบบทางสัญจรของผู้ใช้อาคาร 383

7.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบวิศวกรรมต่างๆ 386

บทที่ 8 ผลงานการออกแบบ 390

บรรณานุกรม 408

ภาคผนวก ก. กฎหมายและพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

ข. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี

ค. รายละเอียดต่างๆ ขององค์ประกอบโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1.1 แสดงงบประมาณของทุกประเทศทั่วโลกในการสนับสนุนการวิจัยทางนาโนฯ 1

ตาราง 1.2 แสดงแผนการขยายตัว ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ..... 4

ตาราง 2.1.1 แสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติใน
ปัจจุบัน(พ.ศ.2550) 12

ตาราง 3.2.1.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 67

ตาราง 4.1.1.1 การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ 90

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 91

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 92

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 93

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 94

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 95

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 96

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 97

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ..... 98

ตาราง 4.1.2.1 การศึกษาองค์ประกอบจากอาคารตัวอย่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ..... 99

ตาราง 4.1.2.1(ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากอาคารตัวอย่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ . 100

ตาราง 4.2.3.1 ตารางแสดงจำนวนบุคลากรส่วนสำนักงานผู้อำนวยการ
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 117

ตาราง 4.2.3.2 ตารางแสดงจำนวนจำนวนบุคลากรฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร 118

ตาราง 4.2.3.3 ตารางแสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร..... 119

ตาราง 4.2.3.4 ตารางแสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม..... 119

ตาราง 4.2.3.4 (ต่อ)ตารางแสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม ... 120

ตาราง 4.2.3.5 ตารางแสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ 121

ตาราง 4.2.3.6 ตารางแสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์..... 122

ตาราง 4.2.3.7 ตารางแสดงจำนวนบุคลากรงานอาคารสถานที่..... 122

ตาราง 4.2.3.7 (ต่อ)ตารางแสดงจำนวนบุคลากรงานอาคารสถานที่ 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตาราง 4.2.4.1 ตารางสรุปจำนวนบุคลากรของโครงการ 124
ตาราง 4.3.2.1 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร 129
ตาราง 4.3.2.2 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป(นักวิจัย) 130
ตาราง 4.3.2.3 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป(เจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ) 131
ตาราง 4.3.2.4 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป(เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ) 132
ตาราง4.3.2.5 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่พิเศษ(เจ้าหน้าที่และวิทยากร) 133
ตาราง 4.3.2.6 แสดงพฤติกรรมของบุคลคลสำคัญ(คณะกรรมการนโยบาย
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ) 134
ตาราง4.3.2.7 แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องวิจัยและปฏิบัติการ 135
ตาราง 4.3.2.7 (ต่อ) แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องวิจัยและปฏิบัติการ 136
ตาราง 4.3.2.8แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการส่วนประชุมและอบรม 137
ตาราง 4.3.2.9แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการส่วนกิจกรรมและชมนิทรรศการ 138
ตาราง 4.4.1 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการทั้งหมด 140
ตาราง 4.4.2 ความสัมพันธ์ของสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 142
ตาราง 4.4.3 ความสัมพันธ์ของฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร 144
ตาราง 4.4.4 ความสัมพันธ์ของฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร 145
ตาราง 4.4.5 ความสัมพันธ์ของฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม 146
ตาราง 4.4.6 ความสัมพันธ์ของส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ 147
ตาราง 4.4.7 ความสัมพันธ์ของฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ 149
ตาราง 4.4.8 ความสัมพันธ์ของส่วนประชุมและอบรม 150
ตาราง 4.4.9 ความสัมพันธ์ของส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม 151
ตาราง 4.4.10 ความสัมพันธ์ของฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์ 152
ตาราง 4.4.11 ความสัมพันธ์ของศูนย์อาหาร 154
ตาราง 4.4.12 ความสัมพันธ์ของงานอาคารงานสถานที่ 155
ตาราง 4.4.13 ความสัมพันธ์ของแผนกเทคนิค 156
ตาราง 4.4.14 ความสัมพันธ์ของแผนกบริการ 157
ตาราง 4.5.1.1 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางนาโนอุปกรณ์ (Nano-Devices) 164
ตาราง 4.5.1.1 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางนาโนอุปกรณ์ (Nano-Devices) 165
ตาราง 4.5.1.2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางโฟโตนิกส์ 166
ตาราง 4.5.1.2 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางโฟโตนิกส์ 167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตาราง 4.5.1.2 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางโฟโตนิกส์ 168
ตาราง 4.5.1.3 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation) 170
ตาราง 4.5.1.3 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation) 171
ตาราง 4.5.1.4 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบเอกลักษณ์ 172
ตาราง 4.5.1.4 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบเอกลักษณ์ 173
ตาราง 4.5.1.5 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)
ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง
(Powder Characterization laboratory) 175
ตาราง 4.5.1.5(ต่อ)แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)
ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง
(Powder Characterization laboratory) 176
ตาราง 4.5.1.5 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)
ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง
(Powder Characterization laboratory) 177
ตาราง 4.5.1.6 แสดงเครื่องมือในห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-
แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry
Laboratory) 178
ตาราง 4.5.1.7 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมอง
เห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน 179
ตาราง4.5.1.7 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือ
มองเห็นโครงสร้างระดับนาโนกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน 180
ตาราง 4.5.1.7 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือ
มองเห็นโครงสร้างระดับนาโนกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน 181
ตาราง 4.5.1.8 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือ
มองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบ
ลำแสงส่องผ่าน 182
ตาราง 4.5.1.8 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัส
หรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน
แบบลำแสงส่องผ่าน 183

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตาราง 4.5.1.9 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือ
มองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง..... 184
ตาราง 4.5.1.10 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือ
มองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม..... 185
ตาราง 4.5.1.11 แสดงเครื่องมือหลักใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ..... 186
ตาราง 4.5.1.11 (ต่อ) แสดงเครื่องมือหลักใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ..... 187
ตาราง 4.5.1.12 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยทดสอบโดยเทคนิคทาง
สเปกโตรสโคปี..... 188
ตาราง 4.5.1.12 (ต่อ) แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยทดสอบโดยเทคนิคทาง
สเปกโตรสโคปี..... 189
ตาราง 4.5.1.13 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์ม..... 190
ตาราง 4.5.1.13 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์ม..... 191
ตาราง 4.5.1.13 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์ม..... 192
ตาราง 4.5.1.14 แสดงรายละเอียดของฝักบัวอาบาศ..... 203
ตาราง 4.5.1.15 ตารางแสดงจำนวนเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards)..... 206
ตาราง 4.5.1.16 แสดงระยะต่างๆ ของเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards)..... 207
ตาราง 4.5.2.1 แสดงปฏิทินฝึกอบรมและสัมมนานาโนเทคโนโลยีประจำปี 2551
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ..... 222
ตาราง 4.5.4.1 แสดงจำนวนของผู้เข้ามาใช้บริการห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 230
ตาราง 4.5.4.2 แสดงจำนวนของผู้เข้ามาใช้ห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ..... 231
ตาราง 4.6.1 การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการ..... 250
ตาราง 4.6.1 (ต่อ)การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการ..... 251
ตาราง 4.6.1 (ต่อ)การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการ..... 252
ตาราง 4.6.2 สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร..... 264
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร..... 265
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร..... 266
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร..... 267
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร..... 268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 269
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 270
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 271
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 272
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 273
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 274
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 275
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 276
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 277
ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร 278
ตาราง 5.3.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านการสอดคล้องกับผังแม่บท ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 288
ตาราง 5.3.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านขนาดที่ดิน 290
ตาราง 5.3.3 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความสามารถในการขยายตัว 291
ตาราง 5.3.4 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ส่งเสริมโครงการ 292
ตาราง 5.3.5 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้ สอยเดิมของที่ดินเดิม 293
ตาราง 5.3.6 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านการเข้าถึงพื้นที่ 295
ตาราง 5.3.7 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภค 295
ตาราง 5.3.8 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยจากการ วิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ 297
ตาราง 5.3.9 แสดงสรุปคะแนนจากการเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการ 297
ตาราง 5.4.1 แสดงอัตราส่วนทางลาดของทางลาดชนิดต่างๆ 317
ตาราง 6.2.6.1 แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง 349
ตาราง 6.2.6.1 (ต่อ)แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง 350
ตาราง 6.2.6.1 (ต่อ)แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง 351
ตาราง 6.2.6.2 แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง 352
ตาราง 6.2.6.2 (ต่อ) แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง 353
ตาราง 6.2.6.2 (ต่อ) แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง 354

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตาราง 7.1.1 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของกลไกต่างๆ
ตามหลักวิศวกรรมเครื่องกลกับจักรกลนาโนที่มีอยู่ในธรรมชาติ..... 370

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างกรอบเวลาของแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยี ของประเทศไทยและกรอบเวลาของแผนพัฒนาด้านอื่นๆ 16

รูปที่ 3.1.1.1 แผงผังภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 37

รูปที่ 3.1.1.2 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ภายในอาคารศูนย์ประชุม ชั้น 4 38

รูปที่ 3.1.1.3 อาคารหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบภายในอาคาร โรงงานต้นแบบ (BIOTEC Pilot Plant) 39

รูปที่ 3.1.1.4 ภายในอาคารหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบภายในอาคาร โรงงานต้นแบบ (BIOTEC PilotI Plant) 39

รูปที่ 3.1.1.5 แสดงผังอาคารนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ชั้น 4 อาคารศูนย์ประชุม 40

รูปที่ 3.1.1.6 แสดงผังหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอาคาร โรงงานต้นแบบ (BIOTEC Pilot Plant) ชั้น 1 41

รูปที่ 3.1.1.7 แสดงผังหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอาคาร โรงงานต้นแบบ (BIOTEC PilotPlant) ชั้น 2 42

รูปที่ 3.1.1.8 แสดงผังหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอาคาร โรงงานต้นแบบ (BIOTEC PilotI Plant) ชั้น 3 43

รูปที่ 3.1.1.9 มุมมองจากทางเข้าของห้องสะอาด 44

รูปที่ 3.1.1.9 (ต่อ) มุมมองจากทางเข้าของห้องสะอาด 44

รูปที่ 3.1.1.10 ห้องฝักบัวอากาศ 45

รูปที่ 3.1.1.11 ห้องเก็บเสื้อผ้า 45

รูปที่ 3.1.1.12 เครื่องควบคุมแรงดันอากาศ (Barometric Damper) 46

รูปที่ 3.1.1.13 ส่วนควบคุมแรงดันอากาศให้เป็นบวก(Positive Pressure Damper :NPD) 46

รูปที่ 3.1.1.14 ระบบปรับอากาศ (Fan Filter Unit :FFU) 47

รูปที่ 3.1.1.15 ระบบปรับอากาศ (Fan Filter Unit :FFU) 47

รูปที่ 3.1.1.16 การจัดห้องวิจัยและปฏิบัติการ 48

รูปที่ 3.11.17 โต๊ะทดลอง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.1.1.18 เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard) 49
รูปที่ 3.1.1.19 ระบบท่อเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)..... 49
รูปที่3.1.1.20 เครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber) 50
รูปที่ 3.1.1.20 (ต่อ) เครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber)..... 50
รูปที่ 3.1.1.21 เครื่องเซทาไซเซอร์และเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์..... 51
รูปที่ 3.1.1.22 กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด..... 52
รูปที่ 3.1.1.23 เครื่องอบแห้งแบบแช่เย็น..... 52
รูปที่ 3.1.1.24 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของศูนย์นาโนเทคโนโลยี
แห่งชาติอาคารศูนย์ประชุม..... 53
รูปที่ 3.1.1.25 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของหน่วยบริการวิเคราะห์
ทดสอบ ชั้น 1..... 54
รูปที่ 3.1.1.26 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของหน่วยบริการวิเคราะห์
ทดสอบ ชั้น 2..... 54
รูปที่ 3.1.1.27 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของหน่วยบริการวิเคราะห์
ทดสอบ ชั้น 3..... 55
รูปที่ 3.1.1.28 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ..... 55
รูปที่ 3.1.1.29 ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง..... 56
รูปที่ 3.1.1.30 ฝักบัวชำระฉุกเฉิน..... 56
รูปที่ 3.1.1.31 ฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้า (Eye/FaceWash)..... 57
รูปที่ 3.1.1.32 แสดงระบบประกอบอาคารที่เพิ่มเติมจากอาคารเดิม..... 59
รูปที่ 3.1.1.33 แสดงปัญหาที่เกิดจากห้องเก็บอุปกรณ์สารเคมีในการทดลอง..... 60
รูปที่ 3.1.2.1 อาคารจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ 1..... 61
รูปที่ 3.1.2.2 ห้องสะอาดระดับ 10000..... 62
รูปที่ 3.1.2.3 ห้องวิจัยทางเซลล์แสงอาทิตย์..... 63
รูปที่ 3.1.2.4 ห้องวิจัยที่มีกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด
(Scanning Electron Microscope :SEM)..... 63
รูปที่ 3.1.2.5 เครื่องเคลือบตัวอย่างด้วยผงถ่าน (Carbon Coater) และอุปกรณ์ประกอบ..... 64
รูปที่ 3.1.2.6 แสดงห้องพักผ่อนซึ่งใช้เก็บอุปกรณ์ในการวิจัย..... 64
รูปที่ 3.2.1.1 ทัศนียภาพภายนอกอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)..... 66
รูปที่ 3.2.1.2 ทัศนียภาพภายนอกช่วงเวลากลางคืนศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)..... 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.2.1.3 ผังอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) ชั้น 1 68
รูปที่ 3.2.1.4 ผังอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) ชั้น 2 69
รูปที่ 3.2.1.5 รูปตัดอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 70
รูปที่ 3.2.1.6 ภายในห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 70
รูปที่ 3.2.1.6 (ต่อ) ภายในห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 71
รูปที่ 3.2.1.7 ภายในห้องวิจัยและปฏิบัติการของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 71
รูปที่ 3.2.1.8 ห้องประชุมศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 72
รูปที่ 3.2.1.9 โถงทางเข้าของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 73
รูปที่ 3.2.1.10 ทางหนีไฟของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) ชั้น 1 74
รูปที่ 3.2.1.11 ทางหนีไฟของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) ชั้น 2 75
รูปที่ 3.2.1.12 การก่อสร้างอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 75
รูปที่ 3.2.1.13 วัสดุปิดผิวอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) 76
รูปที่ 3.2.1.14 รูปตัดแสดงระบบของห้องสะอาด 76
รูปที่ 3.2.2.1 แสดงทัศนียภาพภายนอกและหุ่นจำลองของสถาบันวิจัย
นาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย 78
รูปที่ 3.2.2.2 แสดงทัศนียภาพและหุ่นจำลองของทางเชื่อมกลางอาคาร 79
รูปที่ 3.2.2.3 แสดงผังอาคารชั้นใต้ดินถึงชั้น 3 ของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยี
แห่งแคลิฟอร์เนีย 80
รูปที่ 3.2.2.4 แสดงผังอาคารชั้น 4 ของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย 80
รูปที่ 3.2.2.5 แสดงผังอาคารชั้น 5-7 ของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย 81
รูปที่ 3.2.2.6 แสดงรูปตัดอาคารของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย 81
รูปที่ 3.2.2.7 แสดงรูปด้านข้างที่ 1 อาคารของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่ง
แคลิฟอร์เนีย 82
รูปที่ 3.2.2.8 แสดงรูปด้านข้างที่ 2 อาคารของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่ง
แคลิฟอร์เนีย 82
รูปที่ 3.2.2.9 แสดงทางสัญจรของอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย 83
รูปที่ 3.2.2.10 แสดงทัศนียภาพภายในห้องวิจัย 84
รูปที่ 3.2.2.11 แสดงทัศนียภาพภายในห้องสำนักงาน 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.2.2.12 การก่อสร้างอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียในส่วนของชั้นใต้ดิน 85
รูปที่ 3.2.2.13 การก่อสร้างอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียในส่วนห้องวิจัย 85
รูปที่ 3.2.2.14 การติดตั้งระบบปรับอากาศ 85
รูปที่ 3.2.2.15 ทัศนียภาพภายนอกอาคารเมื่อก่อสร้างเสร็จ 86
รูปที่ 4.2.1.1 กลไกการบริหารจากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ 109
รูปที่ 4.2.1.2 โครงสร้างการบริหารสำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการนโยบายฯ 110
รูปที่ 4.2.1.3 โครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติปัจจุบัน(พ.ศ.2550) 111
รูปที่ 4.2.1.4 โครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติแบบใหม่ 112
รูปที่ 4.4.1 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการทั้งหมด 141
รูปที่ 4.4.2 ความสัมพันธ์ของสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 143
รูปที่ 4.4.3 ความสัมพันธ์ของฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร 144
รูปที่ 4.4.4 ความสัมพันธ์ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร 145
รูปที่ 4.4.5 ความสัมพันธ์ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม 146
รูปที่ 4.4.6 ความสัมพันธ์ของส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ 148
รูปที่ 4.4.7 ความสัมพันธ์ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ 150
รูปที่ 4.4.8 ความสัมพันธ์ส่วนประชุมและอบรม 151
รูปที่ 4.4.9 ความสัมพันธ์ส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม 152
รูปที่ 4.4.10 ความสัมพันธ์ฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์ 153
รูปที่ 4.4.11 ความสัมพันธ์ของศูนย์อาหาร 154
รูปที่ 4.4.12 ความสัมพันธ์งานอาคารสถานที่ 155
รูปที่ 4.4.13 ความสัมพันธ์แผนกเทคนิค 157
รูปที่ 4.4.14 ความสัมพันธ์แผนกบริการ 158
รูปที่ 4.5.1.1 แสดงห้องวิจัยในระบบพิกัดมูลฐาน(Modular Planning) 160
รูปที่ 4.5.1.2 แสดงรูปแบบการจัดตำแหน่งของห้องวิจัย 160
รูปที่ 4.5.1.3 ตู้เก็บและจ่ายก๊าซอัตโนมัติ (Gas Cabinet) 197
รูปที่ 4.5.1.4 ขนาดของตู้ปลอดเชื้อระดับ 2 198
รูปที่ 4.5.1.5 แสดงระบบการบำบัดกลิ่นด้วยเครื่องเวทสคับเบอร์ (Wet Scrubber) 199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.5.1.6 การจัดตำแหน่งห้องวิจัยในห้องสะอาด 200
รูปที่ 4.5.1.7 แสดงระบบการไหลของอากาศ ใช้แบบการไหลของอากาศ
แบบปั่นป่วน (Nonunidirectionl Flow or Turbulent Mixed Flow) 201
รูปที่ 4.5.1.8 แสดงระบบการไหลของอากาศแบบราบเรียบ(Unidirectional Flow or
Laminar Flow) 202
รูปที่ 4.5.1.9 แสดงขนาดของเครื่องฝักบัวอากาศ 204
รูปที่ 4.5.1.10 แสดงขนาดเครื่องควบคุมแรงดันอากาศ (Barometric Damper) 204
รูปที่ 4.5.1.11 การจัดผังของส่วนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ 205
รูปที่ 4.5.1.12 แสดงแบบไอโซเมตริกซ์ของผังของส่วนห้องปฏิบัติการ
กลางทางวิทยาศาสตร์ 206
รูปที่ 4.5.1.13 แสดงขนาดของเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards) 207
รูปที่ 4.5.1.14 แสดงรูปแบบการเก็บสารเคมีที่จะใช้ในโครงการ 210
รูปที่ 4.5.1.15 แสดงผังในการเก็บสารเคมี 211
รูปที่ 4.5.1.16 แสดงความผังสัมพันธ์ขององค์ประกอบในส่วนสนับสนุน
ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ 213
รูปที่ 4.5.1.17 แสดงกระบวนการใช้เครื่องมือกลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน 214
รูปที่ 4.5.1.18 แสดงกระบวนการสกัดสาระสำคัญจากพืช 216
รูปที่ 4.5.1.19 แสดงกระบวนการที่เป็นภาพรวมของการวิจัย 218
รูปที่ 4.5.2.1 แสดงสัดส่วนของเก้าอี้นั่ง 220
รูปที่ 4.5.3.1 การจัดแบบห้องต่อห้อง (Room to Room Arrangement) 227
รูปที่ 4.6.1.1 แสดงขนาดห้องผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 234
รูปที่ 4.6.1.2 แสดงขนาดห้องหัวหน้าฝ่ายต่างๆ 235
รูปที่ 4.6.1.3 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ(เป็นเจ้าหน้าที่ที่ไม่มีผู้มาติดต่อ) 235
รูปที่ 4.6.1.4 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ(เป็นเจ้าหน้าที่ที่มีผู้มาติดต่อ) 236
รูปที่ 4.6.1.5 แสดงขนาดห้องรับรอง 236
รูปที่ 4.6.1.6 แสดงขนาดห้องประชุมส่วนสำนักงานผู้อำนวยการ
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 237
รูปที่ 4.6.1.7 แสดงขนาดห้องประชุมฝ่าย 238
รูปที่ 4.6.1.8 แสดงขนาดห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร 238

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.6.1.9 แสดงขนาดห้องเตรียมอาหาร 239
รูปที่ 4.6.1.10 แสดงขนาดห้องสะอาดและห้องฝึกบัวอากาศ 240
รูปที่ 4.6.1.11 แสดงขนาดวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี1 เลขมูลฐาน (3.60 x 7.20) 242
รูปที่ 4.6.1.12 แสดงขนาดวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี 2 เท่าของเลขมูลฐาน (3.60 x 7.20)..... 242
รูปที่ 4.6.1.13 แสดงขนาดห้องพักนักวิจัย 245
รูปที่ 4.6.1.14 แสดงขนาดห้องพยาบาล..... 246
รูปที่ 4.6.1.15 แสดงขนาดรับรองพิเศษ 247
รูปที่ 4.6.1.16 ขนาดและระยะสำหรับการชมการจัดแสดงแบบวัตถุและหุ่นจำลอง
(Object and Model)..... 249
รูปที่ 4.6.1.17 ขนาดและระยะสำหรับการชมแบบบอร์ดแสดง (Boards)และแบบ
ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment , Projector)..... 249
รูปที่ 4.6.1.18 แสดงขนาดพื้นที่ในการจัดโต๊ะแบบ 4 ที่นั่ง..... 257
รูปที่ 4.6.1.19 ขนาดของส่วนต่างๆในห้องน้ำ-ส้วม 262
รูปที่ 5.3.1 แสดงผังอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย..... 285
รูปที่ 5.3.2 แสดง โครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่ 2 287
รูปที่ 5.3.3 แสดงขนาดของที่ดินบริเวณ ก..... 288
รูปที่ 5.3.4 แสดงขนาดของที่ดินบริเวณ ข..... 289
รูปที่ 5.3.5 แสดงพื้นที่และเส้นทางในของการขยายตัวของบริเวณที่ดิน ก. และ ข..... 290
รูปที่ 5.3.6 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์
ประเทศไทยของบริเวณที่ดิน ก. และ ข..... 291
รูปที่ 5.3.7 แสดงสภาพการใช้ที่ดินที่เป็นที่จอดรถของบริเวณที่ดิน ก..... 293
รูปที่ 5.3.8 แสดงสภาพการใช้ที่ดินที่เป็นที่ว่างของบริเวณที่ดิน ข. 293
รูปที่ 5.3.9 แสดงการเข้าถึงพื้นที่ของบริเวณที่ดิน ก.และ ข. 294
รูปที่ 5.3.10 แสดงระยะความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ..... 296
รูปที่ 5.4.1 แสดงขนาดที่ดินของโครงการภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 299
รูปที่ 5.4.2 แสดงลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบของที่ตั้งโครงการ 303
รูปที่ 5.4.3 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่1 (ทิศตะวันตกเฉียงใต้)..... 304
รูปที่ 5.4.4 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่ 2 (ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ)..... 304
รูปที่ 5.4.5 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่ 3 (ทิศตะวันออกเฉียงใต้)..... 304
รูปที่ 5.4.6 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่ 4 (ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ) 304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 5.4.7 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารโคมบริหารและคณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 305
รูปที่ 5.4.8 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารทีเอ็มซี 305
รูปที่ 5.4.9 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารศูนย์ประชุม 305
รูปที่ 5.4.10 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารสวทช 305
รูปที่ 5.4.11 แสดงเส้นทางสัญจรบริเวณโดยรอบของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 306
รูปที่ 5.4.12 แสดงเส้นทางสัญจรจากถนนยุงทองเข้ามาในโครงการ 307
รูปที่ 5.4.13 แสดงโรงไฟฟ้าย่อยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 308
รูปที่ 5.4.13 (ต่อ) แสดงโรงไฟฟ้าย่อยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 308
รูปที่ 5.4.14 แสดงโรงเผาขยะของภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 309
รูปที่ 5.4.15 แสดงโรงบำบัดน้ำเสียระบบตะกอนเร่งภายในอุทยาน
วิทยาศาสตร์ประเทศไทย 310
รูปที่ 5.4.16 แสดงแผนการใช้ที่ดินตามผังเมืองรวมฉบับที่ 333เมืองท่าโขลง
- คลองหลวง-รังสิต จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2540 316
รูปที่ 6.2.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 328
รูปที่ 6.2.4.1 ตัวอย่างกล่องกระจายลมแบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร 335
รูปที่ 6.2.4.2 ชุดควบคุมของกล่องกระจายลมแบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร 335
รูปที่ 6.2.4.3 การจัดท่อลม 336
รูปที่ 6.2.5.1 เครื่องรีเวอร์สออสโมซิส(Reverse Osmosis) 345
รูปที่ 6.2.6.1แนวทางบำบัดของเสียประเภทต่างๆ 355
รูปที่ 6.2.7.1 แสดงถังขยะแบบต่างๆของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งปัจจุบัน) 356
รูปที่ 6.2.8.1 แสดงเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่สามารถดับเพลิงได้ทุก
ประเภทของเพลิงไหม้ 360
รูปที่ 6.2.8.2 แสดงเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่สามารถดับเพลิงประเภท ก , ข , ค 360
รูปที่ 7.1.1 แสดงแนวความคิดหลักของการออกแบบโครงการ 371
รูปที่ 7.1.2 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของ
กลุ่มการวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices) 372
รูปที่ 7.1.3 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของ
กลุ่มการวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation) 372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 7.1.4 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของ
กลุ่มการวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating) 373
รูปที่ 7.1.5 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของกลุ่มการวิจัยทั้งหมด..... 373
รูปที่ 7.1.6 แสดงความถี่ในการใช้งานของกลุ่มห้องวิจัยต่างๆ..... 374
รูปที่ 7.1.7 แสดงรูปตัดของไปรแกรมที่ได้จากการแปลงข้อมูลต่างๆของโครงการ 375
รูปที่ 7.1.8 แสดงรูปแบบการวางผังแบบอาคารวิจัยทั่วไปที่เป็นแบบเส้นตรง..... 375
รูปที่ 7.1.9 แสดงรูปแบบการวางผังแบบอาคารทางนาโนเทคโนโลยีของโครงการ..... 376
รูปที่ 7.1.10 นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบบัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีน(Buckminsterfullerene)..... 377
รูปที่ 7.1.11 ภาพหน้าปกนิตยสารไทม์เป็นรูปการ์ตูนล้อเลียนใบหน้าของ
บัคมินสเตอร์ ฟูลเลอร์(Buckminster Fuller) 377
รูปที่ 7.1.12 โครงสร้างโมเลกุลของฟูลเลอโรไพร์โรลิดีนส์ (Fulleropyrrolidines)
ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของบัคกี้บอลที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ
Mycobacterium tuberculosis ที่เป็นสาเหตุของโรควัณโรคได้..... 378
รูปที่ 7.1.13 รูปแบบความน่าจะเป็นในการคลายตัวของรูปทรงกลม..... 378
รูปที่ 7.1.14 การเลือกรูปแบบขององค์ประกอบที่เหมาะสมกับสภาพของที่ตั้งโครงการ..... 379
รูปที่ 7.1.15 รูปทรงที่เหมาะสมกับที่ตั้งโครงการ..... 379
รูปที่ 7.1.16 แบบที่ 1 เป็นการจัดแบบนำองค์ประกอบทั้งหมดมาใส่ในที่ตั้งโครงการ
ทั้งหมด..... 380
รูปที่ 7.1.17 แบบที่ 2 เป็นการจัดแบบนำองค์ประกอบที่ต่างกันออกเป็นสองส่วน..... 380
รูปที่ 7.1.18 แบบที่ 3 เป็นการจัดแบบนำองค์ประกอบมาไว้ที่หน้าโครงการทั้งหมด..... 381
รูปที่ 7.1.19 แสดงโซนของอาคารรวมกับพื้นที่ใช้สอยแล้วมารวมกับแนวความคิดใน
การศึกษาหาเอกลักษณ์..... 381
รูปที่ 7.1.20 แสดงการดัดแปลงรูปทรงอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายนอก
และคุณภาพชีวิตของนักวิจัย 382
รูปที่ 7.1.21 แสดงกระบวนการที่นำเทคโนโลยีและธรรมชาติมาผสานกันที่นำมาเป็น
รูปแบบในการออกแบบโครงการ 383
รูปที่ 7.2.1 แสดงทางสัญจรของผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้ใช้หลัก..... 384
รูปที่ 7.2.2 แสดงทางสัญจรของผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้มาใช้บริการ..... 385
รูปที่ 7.2.3 แสดงทางสัญจรของผู้ใช้โครงการประเภทเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ..... 386

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 7.3.1 แสดงการออกแบบในส่วนงานระบบทั่วไป 387
รูปที่ 7.3.2 แสดงการออกแบบในส่วนงานระบบพิเศษ 388
รูปที่ 8.1 แบบแสดงที่มาโครงการ ,วัตถุประสงค์ของโครงการ
,การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงการและ
สรุปองค์ประกอบโครงการทั้งหมด 390
รูปที่ 8.2 แบบแสดงการสรุปบุคลากรของโครงการ,การวิเคราะห์
พื้นที่ใช้สอยโครงการ,สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการและการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโครงการ 391
รูปที่ 8.3 แบบแสดงการวิเคราะห์และพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ
และรายละเอียดของที่ตั้งโครงการ 392
รูปที่ 8.4 แบบแสดงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร 393
รูปที่ 8.4 (ต่อ) แบบแสดงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร 394
รูปที่ 8.4 (ต่อ) แบบแสดงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร 395
รูปที่ 8.5 แบบแสดงงานระบบประกอบอาคารและรายละเอียดของ
ห้องสะอาดภายในโครงการ 396
รูปที่ 8.6 แบบแสดงผังบริเวณ 397
รูปที่ 8.7 แบบแสดงผังพื้นชั้น 1 398
รูปที่ 8.8 แบบแสดงผังพื้นชั้น 2 และชั้น 3 399
รูปที่ 8.9 แบบแสดงผังพื้นชั้น 4 และชั้น 5 400
รูปที่ 8.10 แบบแสดงรูปตัดของโครงการ 401
รูปที่ 8.11 แบบแสดงรูปด้านของโครงการ 402
รูปที่ 8.12 แบบแสดงรูปทัศนียภาพของโครงการ 403
รูปที่ 8.12 (ต่อ) แบบแสดงรูปทัศนียภาพของโครงการ 404
รูปที่ 8.13 หุ่นจำลองโครงการ 405
รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ 405
รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ 406
รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ 406
รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ 407
รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ 407

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีของโลกได้ก้าวไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะนาโนเทคโนโลยี ซึ่งเป็นวิทยาการประยุกต์แขนงใหม่ที่ว่าด้วยการศึกษาในระดับโมเลกุล และอะตอมของสิ่งต่าง ๆ ที่มีขนาด 1 ในพันล้านส่วนของ 1 เมตร ที่ปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาจนเข้าไปสู่ชีวิตประจำวันอย่างไม่รู้ตัว หรืออาจจะกล่าวได้ว่านาโนเทคโนโลยี คือเทคโนโลยีแห่งการผลิตของศตวรรษที่ 21 โดยมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NSF) ได้ประมาณไว้ว่าอีก 10 ปีข้างหน้า ผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีของโลกจะมีมูลค่ารวมกันมากกว่า 40 ล้านล้านบาท โดยกระแสการพัฒนานาโนเทคโนโลยีดังกล่าวได้ทำให้รัฐบาลของประเทศต่างๆทั่วโลกสนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยและค้นคว้าทางด้านนาโนเทคโนโลยีดังแสดงในตาราง 1.1

ตาราง 1.1 แสดงงบประมาณของทุกประเทศทั่วโลกในการสนับสนุนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี[1]

ประเทศ	หน่วยงาน	งบประมาณ (ล้านบาท)
สหรัฐอเมริกา	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NNI)	38,400
สหภาพยุโรป	สถาบันนาโนเทคโนโลยี ประเทศอังกฤษ (IoN)	32,000
ญี่ปุ่น	-	34,400
จีน	บัณฑิตสถาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (CAS)	2,000
เกาหลีใต้	ซีเอ็นเอ็มเอ็ม (CNMM) , ซีเอ็นเอ็มที (CNMT)	9,920
ไต้หวัน	ไอทีอาไอ (ITRI)	3,600
ออสเตรเลีย	-	2,000
อินเดีย	-	1,000
สิงคโปร์	เอเอสทีอา (ASTR)	800
มาเลเซีย	-	200
ไทย	นาโนเทค (NANOTEC)	80

[1] ที่มา: ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศไทยได้มีการสนับสนุนการวิจัยและค้นคว้าทางด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ.2546 โดยคณะรัฐมนตรีมีมติผลักดันและอนุมัติให้มีการจัดตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Center)หรือ นาโนเทค (NANOTEC) ขึ้นเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ.2546 ให้เป็นหน่วยงานหนึ่งภายใต้สังกัดของสำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีหน้าที่ร่างแผนกลยุทธ์แห่งชาติด้านนาโนเทคโนโลยีโดยมีวัตถุประสงค์หลักในการนำนาโนเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาขีดความสามารถของภาคการผลิตของประเทศไทยและการยกระดับคุณภาพชีวิตและชุมชนท้องถิ่นและทำหน้าที่ในการริเริ่มสนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีทั้งระยะสั้นและระยะยาว มีภารกิจหลักที่ต้องรับผิดชอบในการสร้าง สนับสนุน และส่งเสริม ศักยภาพของนาโนเทคโนโลยี ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ให้กับสังคม ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม และสร้างความตระหนัก ความรู้ ความเข้าใจให้กับประชาชนในประเทศให้มีความพร้อมในการรับข่าวสารข้อมูลนาโนเทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับปัจจุบัน โดยกรอบนโยบายและแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติวางเป้าหมายไว้ที่ว่าอีก 10 ปี ประเทศไทยจะต้องมีผลิตภัณฑ์จากนาโนเทคโนโลยีคิดเป็น 1 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศหรือจีดีพี ซึ่งกรอบนโยบายและแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีดังกล่าวได้คำนวณจากอัตราเติบโตทางเศรษฐกิจ 6-8 เปอร์เซ็นต์ต่อปีจะทำให้เกิดรายได้ 110,000-130,000 ล้านบาท และประเทศไทยสามารถยกระดับสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมของคนไทยให้อยู่ในระดับมาตรฐานโลก โดยการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ และระบบที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์และสุขภาพด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้จัดทำความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาภายในประเทศ และจัดตั้งศูนย์ความร่วมมือการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีกับสถาบันอุดมศึกษาของประเทศ คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เน้นด้านวิจัยนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics)และนาโนโฟโตนิกส์ (Nanophotonics)

มหาวิทยาลัยมหิดล

- เน้นหนักด้านวิจัยด้านวิศวกรรมอุปกรณ์นาโน (Nanodevice engineering)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- เน้นหนักด้านวิจัยทางนาโนวัสดุ (Nanoscale Materials Design)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เน้นหนักด้านวิจัยทางนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Organic Nanoelectronic Devices) ซึ่งเน้นการวิจัยและประยุกต์ใช้ด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาและยกระดับอุตสาหกรรมด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

- เน้นหนักด้านวิจัยด้านอนุภาคนาโน (Application of Nanoparticles)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- เน้นหนักด้านวิจัย วัสดุอนุภาคและเส้นใยนาโน เพื่อประยุกต์ด้านการแพทย์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- เน้นหนักด้านวิจัยด้านยา (New drug delivery system) ,วิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue engineering)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- เน้นหนักด้านวิจัยนาโนวัสดุ (Nanomaterials)

ซึ่งศูนย์เชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีข้างต้น กับ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ จัดตั้งขึ้นตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2550-2556) ด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อประสาน สร้างองค์ความรู้โดยผลิตผลงานวิจัยที่มีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากล ซึ่งเห็นได้จากดัชนีชี้วัดต่าง ๆ อาทิ จำนวนสิทธิบัตร บทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ รวมทั้งการเป็นวิทยากรในระดับนานาชาติ และสามารถเชื่อมโยง ก่อประโยชน์แก่ภาคอุตสาหกรรมหรือสาธารณประโยชน์ โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีได้ลงนามความร่วมมือกับสถาบันการศึกษารวม 8 แห่ง

แต่ปัจจุบันศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ภายใน อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี มีขนาดและจำนวนพื้นที่ใช้สอยไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี โดยปัจจุบันใช้พื้นที่ของอาคารศูนย์ประชุมของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยชั้น 4 ที่ปรับเปลี่ยนพื้นที่เป็นอาคารสำนักงานและห้องวิจัย และใช้พื้นที่ส่วนหนึ่งของอาคารโรงงานต้นแบบ (BIOTEC Pilot Plant) ซึ่งเป็นอาคารวิจัยของไบโอเทคเป็นอาคารวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี และใช้ห้องวิจัยภายในกระทรวงวิทยาศาสตร์ ถนนพระรามหก ใกล้ราชเทวี ซึ่งการปรับเปลี่ยนการใช้สอยอาคารเดิมเป็นห้องวิจัยทำให้เกิดปัญหามากมายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยและการระบายอากาศ และการห้องวิจัยกระจายอยู่หลายแห่งทำให้การบริหารงานและการวิจัยที่ไม่เป็นระบบ และทำให้การขยายตัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทำได้ยาก ดังแสดงในตาราง 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.2 แสดงแผนการขยายตัว ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ[2]

รายละเอียดของแผน	ปี พ.ศ.						หมายเหตุ
	2549	2550	2551	2552	2553	2554	
นักวิจัย (คน)	15	27	38	48	58	65	
ผู้ช่วยนักวิจัย,เจ้าหน้าที่ห้องวิจัย (คน)	18	21	76	96	116	130	
รวมจำนวนคน	33	48	114	144	174	195	
พื้นที่ห้องวิจัยนักวิจัย (ตร.ม.)	315	567	798	1,008	1,218	1,365	21ตร.ม/คน
พื้นที่ห้องวิจัยผู้ช่วยนักวิจัย (ตร.ม.)	270	315	1,140	1,440	1,740	1,950	15ตร.ม/คน
รวมพื้นที่ห้องวิจัย (ตร.ม.)	585	882	1,938	2,448	2,958	3,315	
พื้นที่สำนักงานนักวิจัย (ตร.ม.)	90	162	228	288	348	390	6 ตร.ม/คน
พื้นที่สำนักงานผู้ช่วยนักวิจัย (ตร.ม.)	54	63	228	288	348	390	3 ตร.ม/คน
รวมพื้นที่สำนักงานส่วนวิจัย (ตร.ม.)	144	225	456	576	696	780	
เจ้าหน้าที่สนับสนุน (คน)	34	65	80	93	103	107	
พื้นที่สำนักงาน (ตร.ม.)	204	390	180	558	618	642	6 ตร.ม/คน
รวมพื้นที่สำนักงานและสนับสนุน(ตร.ม.)	348	615	936	1,134	1,314	1,422	
รวมจำนวนคน	67	113	194	237	277	302	
พื้นที่ส่วนกลาง (ตร.ม.)	187	299	575	716	854	947	20%
ความต้องการพื้นที่ (ตร.ม.)	1,120	1,796	3,449	4,298	5,126	5,684	
พื้นที่จริง ณ ปัจจุบัน	2,543	2,543	3,543	3,543	3,543	3,543	

จากตาราง 1.2 แสดงพื้นที่ใช้สอยในปัจจุบันและความต้องการพื้นที่ในอนาคตซึ่งความต้องการพื้นที่มีเกือบสองเท่าของพื้นที่จริงในปัจจุบันทำให้การวิจัยหรือพัฒนานาโนเทคโนโลยีพัฒนาไม่เป็นไปตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ด้วยเหตุนี้ โครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติแห่งใหม่ ซึ่งมีประสิทธิภาพสามารถรองรับแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2550-2556) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2554)ที่จะเป็นศูนย์กลางเครือข่ายประสานงานกับสถาบันการศึกษาภายในประเทศและต่างประเทศ และส่งเสริมอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีในประเทศไทยเพื่อเพิ่มโอกาสที่จะตามทันหรือเกาะติดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของโลกที่ยังพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเพื่อสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีของประเทศได้ในอนาคต ในขณะที่นาโนเทคโนโลยีกำลังก้าวเข้าสู่วิถีชีวิตประจำวันของคนไทย ประกอบกับความสำคัญของ จริยธรรม นโยบายสาธารณะ

[2] ที่มา : ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎหมาย และความรับผิดชอบต่อสังคมที่มีความจำเป็นต้องเร่งศึกษาและพิจารณาไปพร้อมกับการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาตินี้เป็นโครงการที่เกิดจากเหตุผลทางด้านนโยบาย (Policy Rational) เป็นหลัก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1. ด้านการค้นคว้าและวิจัย

- ส่งเสริมให้มีการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อนำความรู้และผลผลิตจากนาโนเทคโนโลยีมาใช้กับความต้องการของประเทศ
- ส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้เพียงพอสำหรับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีในระดับวิจัยและพัฒนา
- เป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการ ในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยี และพร้อมเป็นศูนย์กลางการประสานงานการวิจัยและพัฒนากับสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ
- เป็นศูนย์ที่ให้บริการเครื่องมือสำหรับงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีสำหรับ นักวิจัย, สถาบันอุดมศึกษาและภาคเอกชน

1.2.2. ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่

- บริการและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิตของประเทศและบุคคลที่ต้องการนำนาโนเทคโนโลยีกับพัฒนากับธุรกิจตนเอง
- เพื่อให้ประชาชนโดยทั่วไปรับความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี พร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมรับการมีบทบาทของนาโนเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตประจำวันในการตัดสินใจในการเลือกใช้นาโนเทคโนโลยี
- ส่งเสริมให้มีการประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนาโนเทคโนโลยี ในกลุ่มเยาวชนเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และความตระหนักถึงบทบาทของนาโนเทคโนโลยีต่อประเทศ
- ให้ทุนสนับสนุนการเสนอการตีพิมพ์วารสารวิชาการทั้งในต่างประเทศ และค่าจดสิทธิบัตร
- ส่งเสริมอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด โดยการดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศและภายในประเทศ
- สร้างกลไกดูแลความปลอดภัย และจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3. ด้านการศึกษาฝึกอบรม

- เป็นสถานที่ฝึกอบรมในทางทฤษฎีและปฏิบัติถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้ที่มาใช้โครงการได้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และนำไปพัฒนายกระดับความรู้บุคลากรในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตร
- เพื่อรองรับการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีระดับประเทศและนานาชาติ รวมทั้งประสานงานให้ความร่วมมือระหว่างนานาประเทศที่มีการวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี

1.3 ประโยชน์ของโครงการ

1.3.1. เพื่อทราบองค์ประกอบสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ให้มีความสอดคล้องกับส่วนการปฏิบัติงานวิจัยของโครงการ และสามารถตอบสนองการใช้โครงการได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากเป็นอาคารที่มีรูปแบบเฉพาะทางด้านการวิจัย เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานวิจัย ทำให้การปฏิบัติการสามารถรองรับการขยายตัวทางด้านโครงการค้นคว้าที่สำคัญในอนาคต

1.3.2. เพื่อทราบถึงขั้นตอนของการจัดทำโครงการ , การหาข้อมูล , การวิเคราะห์และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆที่นำไปสู่การออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม

1.3.3. เพื่อทราบถึงกลวิธีในการออกแบบต่างๆการสาธารณะที่มีผู้ใช้ที่หลากหลาย ตลอดจนเทคโนโลยีของอาคารและงานระบบเทคนิคต่างๆภายในโครงการรวมถึงงานระบบที่เป็นแบบเฉพาะสำหรับโครงการนี้

1.3.4. เพื่อได้ศึกษาและวิเคราะห์ถึงอาคารประเภทเดียวกันเพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้มารวมถึงรายละเอียดต่าง ๆ และข้อดีข้อเสีย มาพิจารณาในการออกแบบที่เหมาะสมกับโครงการ

1.3.5. เพื่อทราบถึงระบบการจัดการของโครงการ รวมถึงบทบาทของงานวิจัยที่มีผลต่อการพัฒนาประเทศ

1.3.6. เพื่อทราบถึงการออกแบบศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ในแง่ของภาพลักษณ์ของโครงการ , บรรยากาศภายในโครงการและอิทธิพลที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้มาใช้

1.3.7. เพื่อทราบถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมที่สอดคล้อง และกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งกฎหมายและเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

1.3.8. เพื่อทราบถึงการจัดระบบในการแสดงนิทรรศการ และรูปแบบการแสดงนิทรรศการที่เหมาะสมกับโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตและวิธีการศึกษาโครงการ

1.4.1. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

- ศึกษาลักษณะการดำเนินงานของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ศึกษาองค์ประกอบของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และกำหนดขนาดของโครงการเพื่อให้โครงการประสบผลสำเร็จได้

1.4.2. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครงการ

- ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการเพื่อนำมาวิเคราะห์หาจำนวนผู้ใช้และนำมาคำนวณขนาดขององค์ประกอบของโครงการ
- ศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติและระบบสัญจรภายในโครงการ
- ศึกษาอาคารตัวอย่างประเภทเดียวกันทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาต่อรวมทั้งวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของอาคารตัวอย่าง

1.4.3. การศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

- ศึกษาการเลือกที่ตั้งที่เหมาะสมกับโครงการ รวมไปถึงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อโครงการ
- ลักษณะการใช้ที่ดินและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อโครงการ
- การคมนาคมและการเข้าถึงโครงการ
- ระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการต่างๆ

1.4.4. การศึกษารายละเอียดและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

- ศึกษารายละเอียดในการออกแบบห้องวิจัยห้องอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงขนาดของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
- ศึกษารายละเอียดในการออกแบบและวางงานระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ศึกษารายละเอียดในการออกแบบส่วนนิทรรศการ และส่วนกิจกรรมพิเศษที่เกิดขึ้นในโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

1.4.5. การศึกษาและวิเคราะห์งานระบบและเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้กับโครงการ

- ศึกษาระบบวิศวกรรมโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษาเรื่องระบบไฟฟ้า และการให้แสงในห้องวิจัย
- ศึกษาระบบการระบายอากาศของโครงการ
- ศึกษาระบบการป้องกันและควบคุมอัคคีภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.6. ศึกษาอิทธิพลต่างๆที่มีผลต่อการออกแบบ

- ศึกษาเทศบัญญัติการควบคุมอาคารที่เกี่ยวกับโครงการ
- ศึกษากฎหมายกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมพื้นที่ตั้งโครงการ

1.5 องค์ประกอบโครงการ

1.5.1 องค์ประกอบหลัก

- ส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ
  - ห้องสะอาด
  - กลุ่มการวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)
  - กลุ่มการวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)
  - กลุ่มการวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)
  - ห้องเครื่องมือกลาง
  - ส่วนสนับสนุนห้องวิจัย
- ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์
  - ห้องปฏิบัติการรวม
  - ห้องเครื่องชั่ง
  - ห้องเก็บของ , สำหรับอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ
  - ห้องอบฆ่าเชื้อ
- ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม
- สำนักงานนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย
- ห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์
- ห้องประชุมและอบรม

1.5.2 องค์ประกอบรอง

- สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
- ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร
- ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ
- ส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม
- งานอาคารสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3 องค์ประกอบเสริม

- ห้องพักนักวิจัย
- ศูนย์อาหาร
- พื้นที่ส่วนกลางของนักวิจัย
- ส่วนบริการสาธารณะ

1.6. แหล่งข้อมูล

1.6.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

1.) วิฑูรย์ ภูวสุนทรเรส ให้สัมภาษณ์ , 24 สิงหาคม 2550. วีระศักดิ์ พุทธรักษา ผู้สัมภาษณ์. **ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลห้องวิจัยปฏิบัติการภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ** .ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Center) หรือ นาโนเทค (NANOTEC) สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

2.) จิตติ หนูแก้ว ให้สัมภาษณ์ , 8 พฤศจิกายน 2550. วีระศักดิ์ พุทธรักษา ผู้สัมภาษณ์. **การวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี.** สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.6.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าข้อมูลทั่วไป ,ข้อมูลทางสถิติ, ข้อมูลทางกายภาพและเอกสารต่างๆจากสถานที่ดังนี้

1.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.) สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

3.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค)

4.) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค)

5.) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค)

6.) ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข

7.) กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

8.) สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

9.) สำนักงานสถิติแห่งชาติ

10.) สำนักงานผังเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.) สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

12.) ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

13.) สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

14.) ศูนย์นาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

15.) ห้องปฏิบัติการวิจัย ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

16.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

17.) หน่วยบริการเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

18.) หน่วยบริการเครื่องมือกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

19.) หน่วยบริการเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

20.) ห้องสมุดสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

21.) ห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ข้อมูลสนับสนุนโครงการ

2.1 การวิเคราะห์และศึกษาศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบัน

การวิเคราะห์และศึกษาศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดตั้งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่เป็นที่ตั้งถาวรเพื่อให้ทราบถึงสภาพปัญหาของที่ตั้งชั่วคราวในปัจจุบันและการวิเคราะห์หลังจากคืนพื้นที่ที่ตั้งชั่วคราวแล้วดังนี้

2.1.1 การวิเคราะห์และศึกษาปัญหาของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบัน

ในปัจจุบันศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติอยู่ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเป็นองค์กรในกำกับของรัฐภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2546 ซึ่งปัจจุบันมีที่ตั้งอยู่ที่ชั้น 4 อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งเป็นที่ตั้งชั่วคราวของโครงการซึ่งในปัจจุบันหน่วยงานที่อยู่ในสังกัดสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)คือ

- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค)
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค)
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค)
- ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี (ทีเอ็มซี)
- ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค)

ซึ่งในแผนของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งดูในการดูแลของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในช่วงของโครงการในช่วงแรกจะมีหน่วยงานที่เป็นแกนหลักในการวิจัยคือ 5 ศูนย์หลักข้างต้น โดยที่ปัจจุบันโครงการในช่วงแรกภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีการก่อสร้างอาคารของแต่ละศูนย์หลักคือ **อาคารศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(เนคเทค),อาคารศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) , อาคารศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) , อาคารศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี (ทีเอ็มซี) ซึ่งจากการที่มีความพร้อมทางด้านสถานที่และการออกแบบอาคารที่รองรับการวิจัยทางด้าน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละสาขาทำให้ผลการดำเนินงานของแต่ละศูนย์มีประสิทธิภาพสามารถเป็นไปตามแผนนโยบายของแต่ละศูนย์

แต่ในปัจจุบันมีศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ที่ได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ.2546 ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่ก่อตั้งมาหลังหน่วยงานอื่นๆ และเป็นหน่วยงานที่ยังไม่มีอาคารของหน่วยงานซึ่งต้องใช้พื้นที่ของอาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งเป็นพื้นที่ตั้งชั่วคราวโดยพื้นที่ใช้สอยหลักของอาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเป็นห้องประชุมทั้งหมดและที่จอดรถยนต์และจากข้อมูลในบทที่ 1 ที่เกี่ยวกับแผนการขยายตัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ภายในอนาคตตามแผนนโยบายและแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556) ที่มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดในปัจจุบัน คือ 3,543.00 ตารางเมตร โดยสามารถแบ่งเป็นหน่วยงานได้ดังนี้

ตาราง 2.1.1 แสดงจำนวนของเจ้าหน้าที่ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบัน(พ.ศ.2550)[1]

หน่วยงานต่าง ๆ ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	จำนวน(คน)
บริหารระดับสูง	4
บริหารระดับกลาง	5
ฝ่ายวิจัย พัฒนา ออกแบบและสิ่งทอกรรม	43
ฝ่ายบริหาร และสนับสนุนองค์กร	14
ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	9
งานเลขานุการ	4
งานวิศวกรรมความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม	1
ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ	10
งานคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ	3
งานบริการวิเคราะห์ทดสอบ	7
งานแผนดำเนินงานและงบประมาณ	5
พนักงานรับโทรศัพท์	**1**
รวม	101

[1] ที่มา: ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งที่ตั้งชั่วคราวดังกล่าวสามารถรองรับเจ้าหน้าที่ทั้งหมดได้ 101 คน แต่แผนการขยายตัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติถึงปี พ.ศ. 2554 ต้องการนักวิจัยประมาณ 65 คน ผู้ช่วยนักวิจัย 130 คน โดยจากข้อมูลพื้นที่วิจัยต่อคนของนักวิจัยคือ 21 ตารางเมตร ผู้ช่วยนักวิจัย 15 ตารางเมตร ดังนั้นต้องใช้พื้นที่ 3,315.00 ตารางเมตร โดยยังไม่รวมพื้นที่สำนักงานของโครงการซึ่งถ้าไม่มีการก่อสร้างโครงการที่ตั้งถาวรจะเป็นผลทำให้ไม่สามารถรองรับนักวิจัยและเจ้าหน้าที่จำนวนมากได้

และด้วยข้อจำกัดของพื้นที่จึงไม่สามารถทำที่ขยายตัวของห้องที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาทางนาโนเทคโนโลยีได้ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวเป็นลักษณะของเครื่องมือเฉพาะที่ต้องการห้องวิจัยและพัฒนาที่แตกต่างกันไปตามกลุ่มการวิจัยซึ่งในปัจจุบันใช้พื้นที่ของอาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยและโรงงานต้นแบบของไบโอเทค ดัดแปลงเป็นห้องวิจัยและปฏิบัติการ อาคารสำนักงาน ซึ่งเกิดปัญหาของเรื่องความปลอดภัยในการวิจัยและการประสานงานของเจ้าหน้าที่อย่างมาก

ซึ่งจะส่งผลให้การดำเนินงานและการวิจัยไม่สามารถเป็นไปตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. 2547-2556 ซึ่งจะเป็นผลให้ประเทศไทยไม่สามารถทำการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติตามที่คาดการณ์ไว้และอาจประสบปัญหาในปัจจุบันคือต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศและซึ่งจะมีผลระยะยาวในด้านจริยธรรมทางนาโนเทคโนโลยีที่การนำเข้าจะไม่เลือกประเภทของเทคโนโลยีที่จะเข้ามาซึ่งจะไปกระทบไปถึงด้านสังคม

ประกอบกับในปัจจุบันอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยกำลังก่อสร้างอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่สอง เพื่อรองรับภาคธุรกิจโดยประสานงานกับหน่วยงานวิจัยหลักของแต่ละศูนย์โดยที่หน่วยงานเหล่านั้นจะเป็นหน่วยงานที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีออกไปสู่ภายนอก ซึ่งหน่วยงานอื่นๆ ก็มีความพร้อมในการถ่ายทอดเทคโนโลยีเช่นในปัจจุบันที่หน่วยงานเหล่านี้เปิดให้มีการใช้ห้องวิจัยและปฏิบัติการกลางและหน่วยให้คำปรึกษาทางเทคโนโลยี แต่ศูนย์นาโนเทคโนโลยียังไม่มีความพร้อมเนื่องจากพื้นที่ในการวิจัยไม่สามารถรองรับการให้บริการกับนักวิจัยและบุคคลภายนอกที่ต้องการทดลองซึ่งเป็นข้อมูลที่นำมาจากตารางการจองเครื่องมือที่จะมีการจองเครื่องมือเต็มทุกวัน ซึ่งเป็นการจองเครื่องมือทั้งนักวิจัยภายในและนักวิจัยจากสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ดังนั้นโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่เป็นที่ตั้งถาวรซึ่งนำข้อมูลของปัญหาและแผนการขยายตัวเป็นข้อมูลของโครงการเพื่อให้ได้ไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการและสามารถเชื่อมต่อเทคโนโลยีออกไปสู่ภาคธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในบทต่อไปที่ศึกษาเกี่ยวกับอาคารตัวอย่างจะศึกษาอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันโดยจะศึกษาถึงปัญหาของอาคารจากการไปศึกษาที่สถานที่จริงซึ่งเป็นมูลเหตุในการก่อตั้งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่จะเป็นที่ตั้งถาวรดังกล่าวต่อไป

2.1.2 การวิเคราะห์และศึกษาโครงการหลังจากคืนพื้นที่ที่ตั้งชั่วคราว

ซึ่งเมื่อมีโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่เป็นที่ตั้งถาวรแล้วพื้นที่ของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเดิมที่มีสามารถจัดการได้ดังนี้

- ชั้น 4 อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

สามารถคืนพื้นที่ของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทั้งหมดให้เป็นห้องประชุมและห้องอบรมต่างๆภายใน4 อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ซึ่งจะทำให้อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยสามารถมีพื้นที่ในการประชุมและอบรมเพิ่มขึ้นในปัจจุบันที่มีการจัดประชุมและอบรมเป็นจำนวนมากประกอบกับเกิดความปลอดภัยต่อผู้ที่ใช้อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเพราะในปัจจุบันอาจเกิดอันตรายจากการทดลองในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้ซึ่งมีผู้ใช้อาคารศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะห้องประชุมใหญ่ที่มีจำนวนที่นั่ง 350 ที่ ดังนั้นการดัดแปลงคืนพื้นที่สามารถทำได้สะดวกเนื่องจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติใช้ผนังเดิมของอาคาร

- อาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant)

อาคารโรงงานต้นแบบเป็นอาคารวิจัยของไบโอเทค สามารถคืนพื้นที่ให้แก่ไบโอเทคได้ ซึ่งปัจจุบันเป็นส่วนที่เป็นโรงงานต้นแบบเพื่อถ่ายทอดให้แก่ภาคอุตสาหกรรม เช่น การวิจัยทางไบโอดีเซล เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ไบโอเทคมีพื้นที่สำหรับในการวิจัยเพิ่มขึ้นโดยการดัดแปลงคืนสามารถทำได้สะดวกเนื่องจากโครงสร้างของหน่วยวิเคราะห์ทดสอบของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างอาคารโรงงานต้นแบบก็เป็นอาคารโรงงานหลังคาเป็นโครงเก็ก

โดยจากการวิเคราะห์เมื่อมีการคืนพื้นที่ให้แก่หน่วยงานต่างๆที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติใช้เป็นที่ตั้งชั่วคราวแล้วจะทำให้การจัดการของแต่ละศูนย์มีระบบที่เป็นประสิทธิภาพมากขึ้นตามการใช้สอยของอาคารแต่ละหลังซึ่งจะส่งผลถึงแผนภาพรวมของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)และของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การศึกษานโยบายที่สนับสนุนความเป็นไปได้ของโครงการ

นโยบายสนับสนุนความเป็นไปได้ของโครงการที่เป็นนโยบายหลักคือแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. 2547-2556ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยมีแผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. 2547-2556 (ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการพัฒนายุทธศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขององค์กร) เป็นกรอบแนวคิดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยในภาพรวมในช่วง 10 ปีข้างหน้า แต่เป็นแผนที่มีพลวัต คือ สามารถปรับแก้ได้เมื่อสถานการณ์เปลี่ยนไป ซึ่งในแผนนี้ได้กำหนดดัชนีชี้วัดผลการดำเนินการในทางปฏิบัติที่สำคัญไว้ และสามารถนำมาใช้ในการติดตามประเมินผลได้ทุกปี เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการทบทวนเพื่อปรับแก้กลยุทธ์และมาตรการต่างๆให้ทันสถานการณ์และได้ผลดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้กรอบเวลาของแผนนี้มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับแผนพัฒนาด้านต่างๆ อีกหลายแผนสำคัญได้แก่ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ พ.ศ. 2544-2553 และกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2547-2554 เป็นต้นซึ่งจะทำให้แผนกลยุทธ์ฯนี้เป็นแนวทางสำหรับการเริ่มต้นพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยได้อย่างมีบูรณาการ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยมีเป้าหมายสูงสุด คือ การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างเป็นรูปธรรม โดยนำเอาวิสัยทัศน์ 4 ประการของรัฐบาลมาเป็นโจทย์ในการกำหนดทิศทางการพัฒนา ได้แก่

1.) ภาคอุตสาหกรรมที่สามารถแข่งขันได้ในระดับโลก
2.) เศรษฐกิจชุมชนมีความเข้มแข็ง
3.) สังคมไทยเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้
4.) คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><td colspan="2">ปี(พ.ศ.)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td><td>53</td><td>54</td><td>55</td><td>56</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">แผนพัฒนาการเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติฉบับที่ 9
(พ.ศ.2545-2549)</td><td colspan="5">แผนพัฒนาการเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติฉบับที่ 10
(พ.ศ. 2550-2554)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10">กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ (พ.ศ.2544-2553)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศ
(พ.ศ.2545-2549)</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="10">กรอบนโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(พ.ศ.2547-2556)</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="10">แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ.2547-2556)</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="9">กรอบนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย
(พ.ศ.2547-2554) (รวมแผนกลยุทธ์)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="7">กรอบนโยบายนาโนเทคโนโลยี
(พ.ศ.2547-2551)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="10">แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ.2547-2556)</td></tr>
</table>

รูปที่ 2.2.1. ความสัมพันธ์ระหว่างกรอบเวลาของแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยและกรอบเวลาของแผนพัฒนาด้านอื่นๆ

ทั้งนี้กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยในช่วงปี 2547-2556[2] มีแนวคิดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศในระยะ 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2547-2556) มุ่งนำพาประเทศไปสู่เศรษฐกิจและสังคมฐานความรู้ (Knowledge-Based Society :KBS) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบหลัก 4 ประการคือ

1.) ระบบนวัตกรรมแห่งชาติที่เข้มแข็งและเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายวิสาหกิจ (National Innovation System)

2.) ทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถ (Human resources)

3.) ขีดความสามารถทางเทคโนโลยีในสาขาหลัก (Core Technologies) 3 สาขา ซึ่งได้แก่ วัสดุนาโน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และ เทคโนโลยีชีวภาพนาโน

[2] ที่มา: ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4.) สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย (Enabling nvironment) อาทิเช่น กำลังคน ความตระหนักและตื่นตัว การวิจัยและพัฒนา และโครงสร้างพื้นฐาน

โดยรายละเอียดของนโยบายต่างๆที่สนับสนุนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีดังนี้

2.2.1 แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556)

2.2.2 แผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)

2.2.1 แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556)

มีกลยุทธ์ด้านต่างๆดังนี้

วิสัยทัศน์ ประเทศไทยมีเศรษฐกิจที่เข้มแข็ง เป็นสังคมความรู้ที่แข่งขันได้ในสากล มีความมั่นคง และประชาชนมีชีวิตที่ดี

เป้าหมายหลัก

- ประเทศไทยจะผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้นาโนเทคโนโลยีคิดเป็นร้อยละ 1 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (มูลค่าเฉลี่ยประมาณ 120,000 ล้านบาท)
- ประเทศไทยสามารถยกระดับสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของคนไทยให้อยู่ในระดับมาตรฐานโลก โดยการพัฒนาวัสดุ อุปกรณ์ และระบบที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์และสุขภาพด้วยนาโนเทคโนโลยี
- ประเทศไทยจะอยู่ในระดับแถวหน้าของการศึกษาและวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

1.) คลัสเตอร์เป้าหมาย

- อาหารและเกษตร
- ยานยนต์
- อิเล็กทรอนิกส์
- สิ่งทอเคมี/ปิโตรเคมี
- สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์
- พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- สุขภาพและการแพทย์

2.)กลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

- นาโนเซ็นเซอร์
- อุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์
- ระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพรนาโน
- วัสดุเคลือบนาโน

82070
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัสดุดูดซับ/กรองและตัวเร่งปฏิกิริยา
- วัสดุสารประกอบแต่ง

3.) พื้นฐานทางวิชาการ

- เทคโนโลยีชีวภาพนาโน
- นาโนอิเล็กทรอนิกส์
- วัสดุนาโน
- ฟิสิกส์ , เคมี , ชีวเคมี , นาโนแมคาทรอนิกส์, นาโนแฟบริเคชั่น , ปรากฏการณ์ทางควอนตัม , ออปโตอิเล็กทรอนิกส์

กลยุทธ์ที่ 1 : ผลักดันนาโนเทคโนโลยีเข้าหนุนการพัฒนาคลัสเตอร์เป้าหมาย

โดยนำนาโนเทคโนโลยีเข้าหนุนคลัสเตอร์เป้าหมาย โดยสร้างความร่วมมือและเชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิดระหว่างผู้มีบทบาทสำคัญ

เป้าหมาย

- มีบริษัทที่ใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตอย่างสำคัญ (ระดับต้นน้ำ) ในประเทศไม่ต่ำกว่า 50 บริษัท
- มีบริษัทที่ใช้วัสดุนาโนขั้นปฐมภูมิเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าและบริการ (ระดับกลางน้ำ) เกิดขึ้น ไม่ต่ำกว่า 250 บริษัท
- ผลักดันให้นาโนเทคโนโลยีมีบทบาทที่ชัดเจน ในการเพิ่มมูลค่าในคลัสเตอร์เป้าหมาย (ระดับปลายน้ำ) ใน 7 อุตสาหกรรมหลัก

มาตรการสำคัญ

- สร้างกลไกเชื่อมโยงอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ
- ส่งเสริมอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดดโดยการดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศ
- สร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างธุรกิจใหม่

แนวทางปฏิบัติ

- พัฒนาอุทยานนาโนเทคโนโลยี
- จัดตั้งคณะทำงานร่วมทางด้านนาโนเทคโนโลยีในคลัสเตอร์เป้าหมาย
- ชักนำการลงทุนจากต่างประเทศ
- ร่วมลงทุนกับบริษัทด้านนาโนเทคโนโลยีในต่างประเทศ
- ปรับปรุงมาตรการด้านการเงิน การคลัง กฎระเบียบ และบริการสาธารณูปโภค

ซึ่งปัจจุบันนักวิจัยไทยจากมหาวิทยาลัยภายในประเทศและสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำลังดำเนินการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้างต้นอยู่ระดับหนึ่งโดยการพัฒนาเกือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ แต่คาดว่าผลิตภัณฑ์บางชนิดจะสามารถนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อการขยายผลในระดับการค้าได้ภายใน 3-5 ปี และภายใน 10 ปี ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเข้าสู่ภาคการตลาด

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากงานวิจัยในประเทศไทยนอกจากจะเป็นการใช้ทรัพยากรในประเทศเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ และรวมถึงการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน (ผลิตภัณฑ์โอทอป) แล้ว ยังจะส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อสินค้าได้อย่างฉลาด และสามารถใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ได้เต็มที่ นอกจากนี้ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีในประเทศไทยยังสามารถผลักดันให้เกิดธุรกิจใหม่ เช่น ธุรกิจด้านการบริการ ตัวอย่างเช่น การตรวจหาเชื้อปนเปื้อนเพื่อการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหาร หรือการร่วมทุนทางธุรกิจเพื่อให้เกิดการขยายตัวของการลงทุนในเทคโนโลยีอุปกรณ์วินิจฉัยและตรวจวัด เป็นต้น

การคำนวณมูลค่าของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาในด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยใน 10 ปี

- มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยปี พ.ศ. 2546[3]	6.7	ล้านล้านบาท
- สมมุติให้อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจประมาณ	6 - 8	% ต่อปี
- ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศในอีก 10 ปี ข้างหน้า จะมีมูลค่าประมาณ	11-13	ล้านล้านบาท
- อัตราส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าเกิดจากนาโนเทคโนโลยี ต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2556	1	%
- มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าเกิดจากนาโนเทคโนโลยีปี พ.ศ. 2556 ประมาณ	110,000 -130,000	ล้านบาท
- อัตราส่วนการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาในด้านนาโนเทคโนโลยีต่อผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าเกิดจากนาโนเทคโนโลยี	10	%
- การลงทุนรวมด้านการวิจัยและพัฒนาในด้านนาโนเทคโนโลยีในปี พ.ศ. 2556 คิดเป็นมูลค่าประมาณ	11-13	ล้านบาท
ร้อยละ 70 ของการลงทุนดังกล่าวมาจากภาครัฐมีมูลค่าประมาณ	7,700 -9,100	ล้านบาท

กลยุทธ์ที่ 2 : พัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี

โดยจะเร่งพัฒนากำลังคนให้ได้ถึงระดับที่เป็นมวลวิกฤต กล่าวคือมากพอที่จะสามารถทำวิจัยและพัฒนาไปสู่การสร้างนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องจนสามารถแข่งขันได้ในระดับภูมิภาคอาเซียน

เป้าหมาย

---

[3] ที่มา: คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเทศไทยเป็นแกนนำทางด้านการศึกษาด้านนาโนเทคโนโลยีของอาเซียน
- พัฒนาทรัพยากรบุคคลให้เพียงพอสำหรับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยทั้งใน
- ระดับวิจัยและพัฒนา และการผลิตในอุตสาหกรรม โดยมีบุคลากรวิจัยไม่ต่ำกว่า 2,000 คน และบุคลากรสนับสนุนไม่ต่ำกว่า 500 คน

มาตรการสำคัญ

-เร่งสร้างบุคลากร

-ส่งเสริมการเรียนการสอนด้านนาโนเทคโนโลยี

-ส่งเสริมความร่วมมือกับต่างประเทศพัฒนาบุคลากร

-ยกระดับความรู้บุคลากรในภาคอุตสาหกรรม

แนวทางปฏิบัติ

- ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีบุคลากรความรู้จากต่างประเทศมาเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยในประเทศไทย
- จัดให้มีหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีระดับอุดมและบัณฑิตศึกษา
- ให้สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถให้ปริญญาระดับปริญญาโทและเอกได้
- ส่งเสริมองค์กรวิจัยในประเทศไทยรับนักวิจัยต่างประเทศมาทำวิจัยหลังปริญญาเอกทางด้านนาโนเทคโนโลยี
- จัดให้มีหลักสูตรฝึกอบรมด้านนาโนเทคโนโลยีและการบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือแก่บุคลากรทุกระดับ

กลยุทธ์ที่ 3 : ลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี

ลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างนวัตกรรมและการสะสมองค์ความรู้ของประเทศ รวมทั้งพัฒนาศักยภาพของบุคลากร

เป้าหมาย

- ให้มีการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการลงทุนอย่างน้อย 12,000 ล้านบาทในปีที่ 10 โดยมีสัดส่วนในการลงทุนจากภาคเอกชนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3
- จำนวนสิทธิบัตรรวมไม่น้อยกว่า 300 สิทธิบัตรใน 10 ปี และมีจำนวนผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการตีพิมพ์ ไม่น้อยกว่า 1,000 ฉบับต่อปี ในปีที่ 10

มาตรการสำคัญ

- **ประกาศความตั้งใจ นโยบาย และวงเงินลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี รวมทั้งสนับสนุนการจดสิทธิบัตรและการตีพิมพ์วารสารวิชาการทั้งในและต่างประเทศ**
- **ใช้ตลาดภาครัฐผลักดันให้เกิดการวิจัยและพัฒนา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางปฏิบัติ

-กำหนดสัดส่วนการลงทุนทางด้านวิจัยและพัฒนาที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย

-ส่งเสริมการตีพิมพ์วารสารวิชาการทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งให้ทุนสนับสนุนการเสนองานที่ได้รับการตีพิมพ์ในต่างประเทศและค่าจดสิทธิบัตร

-พัฒนาโครงการวิจัยขนาดใหญ่โดยใช้โครงการที่เป็นวาระแห่งชาติเป็นฐาน

กลยุทธ์ที่ 4 : พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยี

พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทั้งด้านกายภาพ เช่น เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ องค์กรหรือสถาบันต่าง ๆ และด้านนโยบาย เช่น กฎระเบียบ แรงจูงใจ

เป้าหมาย

มีโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพที่จำเป็นอย่างเพียงพอ และมีระบบการบริหารจัดการการให้บริการและการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

มาตรการสำคัญ

- พัฒนาขีดความสามารถการ บริการห้องปฏิบัติการและเครื่องมือ
- พัฒนาศูนย์แห่งความเป็นเลิศทางนาโนเทคโนโลยีในสาขาเฉพาะ
- สร้างกลไกขยายผลการวิจัยและพัฒนาด้านนาโน เทคโนโลยีไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

แนวทางปฏิบัติ

- จัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการและเครื่องมือกลางด้านนาโนเทคโนโลยี
- จัดให้มีการอบรมเกี่ยวกับ การบำรุงรักษาห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
- จัดให้มีมาตรฐานการคัดเลือกสนับสนุนทุน และประเมินผลศูนย์แห่งความเป็นเลิศ
- จัดตั้งหน่วยบ่มเพาะนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี

กลยุทธ์ที่5 : สร้างความตระหนักในความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง

โดยจะจัดกลไกการสื่อสารกับสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดแรงสนับสนุนจากสาธารณชนในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่

เป้าหมาย

สาธารณชนมีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง

มาตรการสำคัญ

- ส่งเสริมการสื่อสารและให้การศึกษาแก่สังคมหลายทาง
- ให้ความรู้และสร้างกลไกดูแลความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางปฏิบัติ

- จัดให้มีการสื่อสารและให้การศึกษาเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง
- จัดให้มีการประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนาโนเทคโนโลยีในกลุ่มเยาวชน
- จัดตั้งคณะกรรมการแห่งชาติเพื่อดูแลด้านความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี
- พัฒนาระบบความปลอดภัยของนาโนเทคโนโลยี

กลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

- กลุ่มผลิตภัณฑ์ทางด้านเซ็นเซอร์ ทั้งที่ผลิตจากวัสดุทางชีวภาพ และที่ไม่ใช่ชีวภาพ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ตรวจจับ หรือตรวจวัดก๊าซในงานอุตสาหกรรม , เกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม , พอลิเมอร์อิเล็กทรอไลต์ อุปกรณ์ตรวจวินิจฉัยโรคและวัสดุตรวจจับสารเคมีที่ผลิตจากเส้นใยเซรามิกส์นาโนกึ่งตัวนำ เป็นต้น
- กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบนำส่งยา และสารสกัดสมุนไพร ตัวอย่างเช่น พาหนะนำส่งยา (Drug Delivery Vehicle) , ยารักษาโรคเฉพาะจุด (Targeting Drug) , สารสกัดสมุนไพรเพื่อใช้ในเครื่องสำอาง เป็นต้น
- กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน ตัวอย่างเช่น วัสดุเคลือบผิวนาโนลดความฝืด , กระจกไร้คราบสกปรก และวัสดุเคลือบสิ่งทอกันน้ำ และกันเปื้อน เป็นต้น
- กลุ่มวัสดุดูดซับ กรอง และตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวอย่างเช่น แผ่นกรองโมเลกุล , แผ่นพอลิเมอร์นำไฟฟ้า และตัวเร่งปฏิกิริยานาโนซิงค์ ไลด์ เป็นต้น
- กลุ่มวัสดุการประกอบแต่ง ตัวอย่างเช่น วัสดุเสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโน และเส้นลวดเซรามิกส์นาโน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550 – 2554

โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรีโดยยกหัวข้อที่เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะดังนี้

บทที่ 1

2 .บริบทการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการพัฒนาในอนาคต (บทที่ 1 หน้า 5)

2.2 การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด

1.)พัฒนาการทางเทคโนโลยีสู่เศรษฐกิจยุคใหม่และผลกระทบต่อการพัฒนาของโลก

ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีหลัก ได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และนาโนเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญในการผลักดันการเติบโตของเศรษฐกิจยุคใหม่ที่อาศัยการผสมผสานเทคโนโลยีต่างๆ เข้ากับความคิดสร้างสรรค์ และความรู้ที่เหมาะสมให้กลายเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ มากกว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีเช่น เครื่องจักรควบคู่กับปัจจัยด้านแรงงานและเงินทุนในการผลิตเช่นอดีต ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีมาผสมผสานต่อยอดกับภูมิปัญญาท้องถิ่น และนวัตกรรมทำให้เกิดการเพิ่มคุณค่าของสินค้าและบริการที่มีลักษณะเฉพาะและพัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการ ส่งเสริมกระบวนการผลิตที่สะอาด ช่วยประหยัดการใช้ทรัพยากร และลดปริมาณของเสียและมลพิษได้มากขึ้น ขณะเดียวกันการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ช่วยสร้างโอกาสการเรียนรู้ให้คนไทย ให้เข้าถึงข้อมูลข่าวสารและความรู้ได้อย่างกว้างขวาง รวมทั้งสามารถปรับตัวรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการสังสมทุน ที่ประเทศต่างๆ ให้ความสำคัญในการลงทุนวิจัยพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะนาโนเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวมีการลงทุนโดยรัฐบาลของประเทศต่างๆ ทั่วโลก ถึง 3 พันล้านเหรียญสหรัฐ หรือประมาณ 122,490 ล้านบาท

2.) ผลกระทบจากการพัฒนาด้านเทคโนโลยีต่อประเทศไทย

สถานการณ์ด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยยังอยู่ในระดับต่ำ ขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์โดยรวมของประเทศไทยอยู่ในลำดับเกือบสุดท้ายเมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่งขัน มีการลงทุนวิจัยพัฒนาเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณปีละ 12,000 ล้านบาท คิดเป็นเพียงร้อยละ 0.26 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ขณะที่การใช้เทคโนโลยีการผลิตสินค้าของภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรมส่วนใหญ่ของไทยยังเป็นการผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตระดับพื้นฐาน เช่น การผลิตเสื้อผ้า สินค้าอุปโภค/บริโภค และการประกอบอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้รายจ่ายค่าธรรมเนียมทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา แสดงว่า การขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นการเติบโตที่ไม่ได้อาศัยการมีเทคโนโลยีของตัวเอง ซึ่งหากยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพและวิธีการดำเนินกิจกรรมการผลิตที่เป็นอยู่ จะไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพื่อการปรับตัวเข้าสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ที่เหมาะสม และตกอยู่ในฐานะที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศตลอดเวลา ดังนั้นการเตรียมความพร้อมให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคต จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยจะต้องมีการบริหารจัดการองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ ทั้งการพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้ รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาผสมผสานร่วมกับจุดแข็งในสังคมไทย เช่น สร้างความเชื่อมโยงเทคโนโลยีกับวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับสินค้าและบริการ สร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ สนับสนุนการสร้างนวัตกรรมและผลักดันให้ใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ มีการบริหารจัดการลิขสิทธิ์และสิทธิบัตรและการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งแบ่งปันผลประโยชน์ที่เป็นธรรมกับชุมชน

3 .สถานะของประเทศ (บทที่ 1 หน้า 12)

ภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงที่ประเทศไทยต้องเผชิญในอนาคต การประเมินผลการพัฒนาที่ผ่านมาและทบทวนสถานะของประเทศไทยในประชาคมโลกและสถานะภายในประเทศทั้งด้านสังคมเศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการบริหารการปกครอง แสดงว่าประเทศไทยมีศักยภาพและโอกาสในการปรับตัวและได้รับประโยชน์จากกระแสโลกาภิวัตน์ แต่ยังมีประเด็นเชิงโครงสร้างหลายประการที่ต้องพัฒนาเพื่อให้คนไทยอยู่ได้อย่างมีความสุขในสังคมไทยภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทั้งนี้ การพัฒนาที่ผ่านมาได้ส่งผลต่อสถานะของประเทศไทยที่สำคัญ ดังนี้

3.) กำลังคนระดับกลางและระดับสูงขาดแคลนทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งการวิจัยพัฒนายังอยู่ในระดับต่ำ เป็นจุดฉุดรั้งการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1) การขาดแคลนกำลังคนระดับกลางและระดับสูง การเร่งรัดยกระดับการศึกษาของแรงงานไทยที่จบการศึกษาสูงกว่าระดับประถมศึกษาได้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 35.6 ในปี 2545 เป็นร้อยละ 39.8 ในปี 2548 ขณะที่ความต้องการของกำลังคนระดับกลางภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมมีถึงร้อยละ 60 จึงจำเป็นต้องเร่งผลิตกำลังคนระดับกลางโดยเฉพาะสายอาชีวะ เพื่อสนองตอบความต้องการของตลาดแรงงานและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของไทย สำหรับกำลังคนระดับสูงด้านวิทยาศาสตร์ยังคงขาดแคลนมาก โดยมีกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทำงานด้านการออกแบบและการวิจัยและพัฒนาไม่ถึงร้อยละ 2.0 ขณะที่บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศมีเพียง 6.7 คนต่อประชากรหมื่นคน

3.2) การลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยถึง 7 เท่า คิดเป็นเพียงร้อยละ 0.26 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ เป็นข้อจำกัดของไทยในการสร้างองค์ความรู้ และนวัตกรรม รวมทั้งการวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศ โดยการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาแม้มีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ยังอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ ในช่วงปี 2545- 2546 จำนวนสิทธิบัตรทั้งหมดที่จดทะเบียนในประเทศไทยคิดเป็นสัดส่วน 0.4 ของสิทธิบัตรทั่วโลก และร้อยละ 77 ของจำนวนดังกล่าวเป็นการขอจดทะเบียนโดยชาวต่างชาติ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ของคนไทยส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นต้น จึงไม่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้มากเท่าที่ควร ขณะเดียวกัน ในปี 2544 มีบทความด้านวิทยาศาสตร์ของไทยที่เผยแพร่ในระดับสากลน้อยมากเพียง 727 เรื่อง ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเกือบ 2 เท่า

บทที่ 2

ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพคนและสังคมไทยสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้

3. แนวทางพัฒนา (บทที่ 2 หน้า 52)

4.) เร่งสร้างกำลังคนที่มีความเป็นเลิศในการสร้างสรรค์นวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ที่นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ โดยมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนที่มีคุณภาพในทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขา โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนานักวิจัย และสร้างปัจจัยสนับสนุนการพัฒนาวิทยาการทุกแขนง

4.1) ผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ บนฐานการพึ่งตนเองทางวิทยาการสมัยใหม่

1.)เร่งผลิตนักวิจัยในสาขาที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดและของสังคมไทย เพื่อเป็นแกนนำในการพัฒนาประเทศ โดย

- ผลักดันให้การค้นหาเด็กที่มีอัจฉริยภาพด้านต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและพัฒนาศักยภาพให้มีความเป็นเลิศทั้งในด้านความรู้และคุณธรรม โดยส่งเสริมให้ครอบครัวสามารถเข้าถึงสันทนาการเชิงสร้างสรรค์และกิจกรรมศิลปต่างๆ ที่จัดขึ้นทั้งในโรงเรียนและชุมชน

- มุ่งผลิตนักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคมให้สามารถบริหารจัดการความรู้ไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนา เน้นสาขาหลัก อาทิ เทคโนโลยีพัฒนาคน สังคม และการบริหารจัดการ และร่วมทำวิจัยกับต่างประเทศที่เหมาะสมกับบริบทประเทศไทย

2.) พัฒนานักวิจัยที่มีอยู่ให้มีศักยภาพ มีความคิดสร้างสรรค์และความเชี่ยวชาญสูงขึ้น สามารถสร้างนวัตกรรมที่นำมาใช้ประโยชน์ต่อสังคมโดยรวมและเชิงพาณิชย์

- ปลูกฝังคุณค่าในเรื่องความไว้เนื้อเชื่อใจให้กับนักวิจัยที่ก่อให้เกิดการรวมกลุ่ม สร้างเป็นเครือข่ายทั้งในและระหว่างประเทศ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ สร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ที่นำมาใช้ประโยชน์ได้

- สนับสนุนให้ทำการวิจัย พัฒนาและสร้างนวัตกรรมที่เชื่อมโยงกับความหลากหลายทางชีวภาพ มุ่งสร้างสรรค์คุณค่าและมูลค่าเพิ่มเพิ่มผลิตภาพโดยรวม นำไปสู่การพึ่งตนเองในระยะยาว

4.2) สร้างปัจจัยสนับสนุนการพัฒนาวิทยาการทุกสาขาให้เป็นระบบเน้นการมีส่วนร่วมอย่างจริงจัง กำหนดมาตรการจูงใจ และกระจายแหล่งเรียนรู้ให้กว้างขวางในทุกภูมิภาค

1.) ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ในทุกสาขาอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีที่สร้างมูลค่าเพิ่มผ่านการลงทุนจากต่างประเทศ โดยผลักดันให้บริษัทข้ามชาติจัดกิจกรรมวิจัยและพัฒนาในประเทศเพิ่มขึ้น รวมทั้งกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีผ่านการลงทุนจากต่างประเทศ ควบคู่กับการสนับสนุนการร่วมลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาระหว่างภาครัฐและเอกชน เพื่อสร้างฐานเทคโนโลยีของตนเอง

2.) กำหนดมาตรการจูงใจที่มุ่งสนับสนุนให้นักวิจัยสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ ยกเว้นภาษีทุกประเภทที่เกี่ยวกับงานวิจัยและพัฒนาทุกสาขา จัดให้มีกลไกจัดสรรผลประโยชน์ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาให้แก่ผู้มีส่วนได้เสียอย่างเป็นธรรม พัฒนากระบวนการแพร่กระจาย ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยี และยกย่องนักวิทยาศาสตร์ไทย นักวิจัยและพัฒนาด้านต่างๆ ที่มีผลงานดีเด่นให้เป็นแบบอย่างสำหรับเด็กและเยาวชน

3.) กระจายและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ทุกสาขาวิชา พัฒนาและยกระดับศูนย์ความเป็นเลิศด้านต่างๆ สร้างเครือข่ายองค์กรที่เกี่ยวข้องในทุกภูมิภาค โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปสู่ภูมิภาคและชุมชน สามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพ และพัฒนาต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นได้อย่างมี

6.) การจัดการองค์ความรู้ทั้งเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ระดับชุมชนถึงระดับประเทศ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของคนไทยและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดย

6.1)การจัดการ พัฒนาต่อยอด ใช้ประโยชน์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อรักษาองค์ความรู้ดั้งเดิมที่สืบทอดกันมาให้คงอยู่และเผยแพร่สู่สากล โดย

- จัดการความรู้ด้านวัฒนธรรม ภูมิปัญญา และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการสืบค้น ถอดความรู้ภูมิปัญญาที่อยู่ในตัวคนออกเป็นความรู้ที่ผู้อื่นสามารถเรียนรู้ รวบรวมจัดเป็นคลังข้อมูลในชุมชน และนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชุมชน อาทิ การจัดทำแผนชุมชน และคุ้มครองความรู้เหล่านี้ ทั้งทางนิตินัยและพฤตินัย ป้องกันมิให้ตกไปอยู่กับกลุ่มผลประโยชน์

- สนับสนุนให้คนรุ่นใหม่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากการปฏิบัติจริงร่วมกับปราชญ์ ผู้รู้ และผู้สูงอายุที่มีประสบการณ์ผ่านศูนย์การเรียนรู้ในชุมชน และผลักดันให้เป็นวิชาในการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษา

- นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาพัฒนาต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อย่างเป็นระบบ และนำไปผลิตสินค้าและบริการ สร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายได้ให้ชุมชน ควบคู่กับการทำวิจัยพื้นบ้านที่นักวิจัยในชุมชนร่วมกับสถาบันการศึกษาและภาครัฐ รวมทั้งจัดระบบการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้เชิงลึก

6.2) การจัดการความรู้ระดับประเทศ ที่มุ่งสร้างศักยภาพทางการแข่งขันในเวทีโลกบนฐานของการพึ่งตนเองตามศักยภาพของคนไทย โดย

- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทุกสาขาให้ผลิตองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับศักยภาพของประเทศ ทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลง และผลักดันไปสู่การใช้ประโยชน์ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมที่สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิต สร้างสรรค์คุณค่า พัฒนาคุณภาพชีวิต อนุรักษ์และใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยปรับมาตรการจูงใจทางการเงินการคลัง ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษาให้พัฒนาขีดความสามารถในการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

- พัฒนานวัตกรรมที่นำไปสู่การพึ่งตนเอง สามารถลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และปรับระบบจูงใจด้านการเงิน พร้อมกับจัดการทรัพย์สินทางปัญญาอย่างเป็นระบบ ให้ความสำคัญกับการคุ้มครอง การแบ่งปันผลประโยชน์ การนำองค์ความรู้ไปใช้ในเชิงพาณิชย์ มีองค์กรกลไก รับผิดชอบโดยตรง

4. บทบาทภาคีการพัฒนา (บทที่ 2 หน้า 61)

การพัฒนาคุณภาพคนและสังคมไทยให้ก้าวสู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ ภาคีการพัฒนาทุกภาคส่วนมีบทบาทในการผลักดันแนวทางการพัฒนาไปสู่การปฏิบัติบนพื้นฐานของความร่วมมือและประสานเชื่อมโยงการทำงานอย่างบูรณาการ ดังนี้

4.1 ภาครัฐ กำหนดนโยบาย มาตรการ ในการกำกับดูแล สนับสนุนและประสานการทำงานที่เชื่อมโยงทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติ และติดตามประเมินผล

1.) ระดับนโยบาย/ส่วนกลาง

1.1) สร้างโอกาสทางการศึกษาและการเรียนรู้ของคนทุกกลุ่ม สนับสนุนการพัฒนาคุณภาพคน พัฒนากำลังคนทุกระดับร่วมกับภาคอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษาเร่งรัดการจัดทำระบบคุณวุฒิวิชาชีพ สร้างปัจจัยสนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควบคู่กับการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ทุกรูปแบบให้กระจายอย่างทั่วถึง และเชื่อมโยงเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่าย รวมทั้งผลักดันสถาบัน องค์กรต่างๆ ในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันครอบครัว สถาบันการศึกษา และสถาบันศาสนา จัดการศึกษาที่เน้นคุณธรรมนำความรู้

4.2 ธุรกิจเอกชน

1.) จัดทำบรรษัทภิบาลในองค์กร ยกระดับการผลิตบนฐานความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม โดยมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พัฒนาคุณภาพแรงงานด้วยการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ และการเสริมสร้างชีวอนามัย รวมทั้งสร้างและพัฒนาระบบเครือข่ายพันธมิตรทางธุรกิจการค้า

2.) สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาที่จะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยี ทางการผลิตบนฐานการพึ่งตนเอง และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ รวมทั้งการสร้างเอกลักษณ์ของสินค้าและบริการบนพื้นฐานของภูมิปัญญาและวัฒนธรรมไทย นำไปสู่การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าทางเศรษฐกิจ

3.)ประสานความร่วมมือกับภาครัฐและสถาบันการศึกษาในการกำหนดทิศทางการพัฒนาคุณภาพคนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ร่วมพัฒนาหลักสูตรการศึกษา ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์สู่ระบบการเรียนการสอนในโรงเรียน ส่งเสริมการพัฒนาความรู้และทักษะและศักยภาพของแรงงานในการดูดซับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

บทที่ 5

ยุทธศาสตร์การพัฒนาบนพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

3. แนวทางการพัฒนา (บทที่5 หน้า 1(4)

3.2 การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและการพัฒนาที่ยั่งยืน

ตลอดเวลาที่ผ่านมา โครงสร้างการผลิตและบริการของไทยใช้ทรัพยากรเป็นฐานหลักอย่างสิ้นเปลือง ไม่คุ้มค่า ประกอบกับกระแสการบริโภคแบบวัตถุนิยม ยิ่งทำให้คนเกิดความต้องการบริโภคมากขึ้น มีการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง จนไม่สามารถเกิดหรือสร้างขึ้นมาใหม่ทันกับความต้องการใช้ได้ ทั้งยังปล่อยของเสียที่เหลือจากการใช้ดังกล่าวให้เป็นภาระในการจัดการ ซึ่งบางประเภทก็เป็นสารอันตราย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตของสาธารณชนอีกด้วย นอกจากนี้ การบริหารจัดการเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นการแก้ปัญหาแบบแยกส่วนและแก้ไขที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายเหตุ ซึ่งนอกจากจะไม่ทำให้มลพิษลดลงแล้ว ยังต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าการป้องกันมิให้ปัญหาเกิด อันเป็นการจัดการด้านอุปสงค์ เพื่อลดปริมาณการใช้ทรัพยากรและลดปริมาณของเสียตั้งแต่ต้นทางหรือที่แหล่งกำเนิด ดังนั้น เพื่อให้ทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกลับมาเป็นฐานในการพัฒนาที่ยั่งยืนได้อีกครั้งหนึ่ง จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนแบบแผนการผลิตและการบริโภค ทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตร และบริการให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งจำเป็นต้องเร่งปลูกจิตสำนึกและสร้างค่านิยมใหม่เรื่องการบริโภคอย่างพอเพียง สร้างความรู้และความเข้าใจแก่สาธารณชนเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคของคนในสังคมให้มุ่งสู่ความยั่งยืนมากขึ้น สร้างอุปสงค์ในสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างเพียงพอที่จะจูงใจให้ผู้ประกอบการปรับเปลี่ยนวิธีการมาผลิตสินค้าและบริการประเภทนี้มากขึ้น รวมทั้งต้องเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการโดยเน้น

การป้องกันหรือควบคุมมลพิษตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยมีแนวทางการดำเนินงาน ดังนี้

1.)การปรับแบบแผนการผลิตและพฤติกรรมการบริโภคเพื่อลดผลกระทบต่อฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.1) กำหนดนโยบายสาธารณะที่ส่งเสริมการผลิตและบริโภคที่ยั่งยืนในสังคม เช่น การปรับนโยบายการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งที่ประหยัดพลังงานคือระบบรางและการขนส่งทางน้ำแทนการขนส่งทางถนน การใช้ระบบขนส่งมวลชนแทนการใช้รถยนต์ส่วนตัวเพื่อให้เกิดการประหยัดทรัพยากร พลังงานและลดมลพิษ การกำหนดมาตรการทางภาษีและราคา เพื่อจูงใจให้เกิดการปรับเปลี่ยนแบบแผนการผลิตและพฤติกรรมของผู้บริโภค

1.2) ส่งเสริมการผลิตที่สะอาดในภาคอุตสาหกรรม และการบริการ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมขนาดกลาง ขนาดเล็กที่ก่อมลพิษ รวมทั้งขยายผลประสบการณ์เรียนรู้ด้านการผลิตที่สะอาด จัดเวทีแลกเปลี่ยนประสบการณ์ พัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีสะอาด โดยเฉพาะสำหรับเอสเอ็มอีในกลุ่มวิสาหกิจ และผู้ค้าธุรกิจ

(1.3) ส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรยั่งยืนเพื่อลดการใช้สารเคมีในภาคเกษตร โดยส่งเสริมการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในภาคเกษตร ส่งเสริมการทำเกษตรโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพ พัฒนาถ่ายทอดเทคนิคและความรู้ด้านเกษตรยั่งยืน มีการประกันความเสียหายผลผลิตจากการปรับเปลี่ยนการทำเกษตรกระแสหลักมาทำเกษตรยั่งยืน พร้อมทั้งสร้างเครือข่ายด้านการตลาดรองรับสินค้าเกษตรอินทรีย์ ตลอดจนส่งเสริมให้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4)กำหนดมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ทั้งทางการเงินและการคลังเพื่อให้เกิดการผลิตและบริโภคที่ยั่งยืน รวมทั้งปรับโครงสร้างภาษีเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จูงใจให้เกิดการประหยัดการใช้ทรัพยากรและพลังงานในการผลิต และจูงใจสนับสนุนให้ผู้ประกอบการใช้เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตที่สะอาด เช่น การเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ทรัพยากร ลดหย่อนภาษีสำหรับผู้ผลิตสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีแก่ผู้ประกอบการที่นำวัสดุใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต สนับสนุนการลงทุนแก่ผู้ผลิตสินค้าจากวัสดุใช้แล้ว รวมทั้งลดหย่อนภาษีนำเข้าเทคโนโลยีสะอาดและภาษีเงินได้นิติบุคคลแก่ผู้ประกอบการ ตลอดจนผลักดันให้สถาบันการเงินพิจารณาให้สินเชื่อเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแก่ผู้ประกอบการที่ใช้กระบวนการผลิตที่สะอาด

1.5)ส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด เทคโนโลยีวัสดุ และนาโนเทคโนโลยี เพื่อช่วยให้เกิดการประหยัด ทรัพยากร พลังงาน และลดมลพิษ รวมทั้งการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชและชีวมวล โดยให้ดำเนินการร่วมกับภาคเอกชนที่จะเป็นผู้นำองค์ความรู้ดังกล่าวไปใช้ในเชิงพาณิชย์ และชุมชนที่มีองค์ความรู้หรือภูมิปัญญาดั้งเดิมให้ต่อยอดและเลกเปลี่ยนเรียนรู้อยู่แล้ว โดยเฉพาะในภาคเกษตรที่มีภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่มา

2.3 ผลที่คาดว่าประเทศไทยจะได้รับจากการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีในนโยบายของแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

โดยยุทธศาสตร์และแนวทางปฏิบัติของกรอบนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ประเทศไทยสามารถก้าวทันเทคโนโลยีในอนาคตและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจากพัฒนาการดังกล่าว คาดว่าจะเกิดผลต่อประเทศไทยในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.3.1 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อภาคเศรษฐกิจ

จากเป้าหมายหลักที่คาดว่าภายใน 10 ปี ประเทศไทยจะมีศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (มูลค่าประมาณ 130,000 ล้านบาท) ความก้าวหน้าของกลุ่มอุตสาหกรรมดังกล่าวจะส่งผลให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้นในตลาดโลก ทั้งในอุตสาหกรรมดั้งเดิมและอุตสาหกรรมการผลิต ยุทธศาสตร์ของประเทศมี ดังนี้คือ

1 .) การเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารอันดับ 1 ใน 3 ของโลก ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตและลดต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อสิ่งแวดล้อม จากการนำเอาชุดตรวจวินิจฉัยโรคที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถให้ผลตรวจได้รวดเร็วมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาโรคในฟาร์มและไร่นา เช่น ฟาร์มกุ้ง ที่มีมูลค่าการส่งออกในปี 2546 ถึง 76,000 ล้านบาท การนำเทคโนโลยีฟิล์มบางที่มีความพรุนขนาดนาโน (Nanoporous thin film) มาใช้ในการห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ จะช่วยในการเก็บรักษาและแสดงผลเมื่อหมดอายุของผลิตภัณฑ์จากสวนผลไม้และไม้ตัดดอก ที่มีมูลค่าการส่งออกถึง 5,800 ล้านบาท รวมทั้งการนำเอาไบโอเซนเซอร์มาใช้ในการตรวจวัดสภาพอากาศ น้ำ และดิน เพื่อติดตามสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิตและปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร

2 .) การเป็นเมืองแฟชั่นด้วยการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เดิม ด้วยคุณสมบัติการใช้งานที่ดีขึ้น เช่น ผ้าไหมหรือผ้าฝ้ายที่มีคุณสมบัติกันน้ำ กันเปื้อนและไม่ยับง่าย และการประยุกต์ใช้วัสดุนาโนในการทำให้เกิดนวัตกรรมทางแฟชั่นอื่น ๆ เช่น เครื่องหนังอัญมณี และเครื่องประดับ เป็นต้น

3.) การสร้างผู้ประกอบการ ใหม่และพัฒนาธุรกิจใหม่ไม่ต่ำกว่า 300 บริษัท จากกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมใหม่จะทำให้เกิดการลงทุน เกิดผลผลิต การจ้างงานและสร้างตลาดให้กับบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา ได้แก่

- พลังงานรูปแบบใหม่ที่สะอาด และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์จากสารอินทรีย์และท่อนาโนคาร์บอน, เซลล์เชื้อเพลิงที่มีสารเร่งปฏิกิริยาในรูปของผงนาโน และท่อคาร์บอนขนาดนาโนเพื่อเก็บก๊าซเชื้อเพลิงปริมาณมาก ในขนาดบรรจุน้อยๆ ซึ่งทำให้เกิดการก้าวกระโดดของอุตสาหกรรมใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่มีมลภาวะ และลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศ
- การพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยโรคสำเร็จ และการลงทุนสำหรับชุดตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมจะทำให้สามารถพัฒนาธุรกิจใหม่
- นาโนเทคโนโลยีจะช่วยให้ต่อไปคนไข้สามารถรู้ถึงโรคที่อาจจะเกิดขึ้นกับตนเอง ด้วยการตรวจสอบพันธุกรรม แบบรวดเร็ว วัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น อุปกรณ์วัดและตรวจโรคทางพันธุกรรมจะมีความก้าวหน้า ยาที่ออกแบบตามต้องการ อุปกรณ์นำส่งยาเฉพาะจุด จะช่วยให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสุขภาพ ยาที่ออกแบบเฉพาะที่สามารถรักษาโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว เซลล์จำลองชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อเยื่ออวัยวะเทียม เป็นต้น

จากผลกระทบทางเศรษฐกิจดังกล่าว จะเป็นแรงเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันให้ประเทศไทยขยับเข้าสู่การเป็นประเทศสมาชิกลำดับที่ 31 ในกลุ่มประเทศโออีซีดี (Organisation for

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Economic Co-operation and Development) อันเป็นผลมาจากการลงทุนทางความรู้ด้านการวิจัย และพัฒนา นวัตกรรมและการสร้างงานใหม่ และการขยายตัวของเศรษฐกิจจากความสามารถในการแข่งขันโดยใช้นาโนเทคโนโลยี

2.3.2 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ผลจากการลงทุนพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการสร้างบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีถึง 2,500 คนในระดับต่างๆรวมทั้งการดึงนักวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องเข้ามาร่วมโครงการ และมีกิจกรรมการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วหลังจากที่เกิดมวลวิกฤตขึ้น ซึ่งคาดว่าจะสามารถจดสิทธิบัตรได้ไม่ต่ำกว่า 300 สิทธิบัตรต่อปี และสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับสากลไม่ต่ำกว่า 1,000 ฉบับต่อปีในปี พ.ศ. 2556 นอกจากนี้ยังเสริมสร้างความสามารถในการดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศและในประเทศ การนำผลของการวิจัยไปจดสิทธิบัตรและประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของประเทศ และส่งเสริมให้อันดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยขยับไปสู่ 1 ใน 15 ของการจัดอันดับการแข่งขันระหว่างประเทศโดยไอเอ็มดี (International Institute for Management Development)

2.3.3 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อประชาชนและสังคม

จากการที่นาโนเทคโนโลยีมีรูปแบบของการพัฒนาที่เป็นสหวิชาการซึ่งจะต้องอาศัยแนวคิดในเชิงบูรณาการตั้งแต่ต้น ทำให้นักเรียน , นักศึกษา, อาจารย์ ,นักวิจัย ,นักอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องสามารถเข้ามาทำงานร่วมกันเพื่อปรับปรุงสิ่งเดิมและสร้างสรรค์สิ่งใหม่จะทำให้เกิดความร่วมมือทางความคิด และการทำงานร่วมกันอย่างจริงจัง ซึ่งจะเป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมของประเทศไทยได้อย่างก้าวกระโดดการพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน

เมื่อกระจายเข้าสู่สังคมชุมชนในภูมิภาคทั่วประเทศ การประยุกต์ใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยี จะเป็นการช่วยยกระดับความสามารถของชุมชน ขยายโอกาสการสร้างงานใหม่ พัฒนาความรู้และนวัตกรรม รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจทางด้านนาโนเทคโนโลยีไปปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชน เช่น การผลิตผงสมุนไพรขนาดนาโนซึ่งง่ายต่อการดูดซึม เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน และการใช้ทรัพยากรของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรมการนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่สะอาด เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ หรือเซลล์เชื้อเพลิง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดพลังงานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถลดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล นอกจากนี้ การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสิ่งแวดล้อมโดยการประยุกต์ใช้ไบโอเซนเซอร์ ทำให้สามารถตรวจสอบ ดูแล และป้องกันความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างทันท่วงที และมีประสิทธิภาพสูง เช่น การบำบัดน้ำเสียและ มลพิษอากาศ ด้วยการสามารถผลิตเซนเซอร์ให้ได้ในขนาดเล็ก มีราคาถูก จะสามารถเพิ่มการใช้งาน ไปยังที่ต่างๆ เช่นแม่น้ำ คูคลอง จุดตรวจมลพิษต่างๆ ทั่วประเทศ

2.3.5 ผลทางการตระหนักถึงผลกระทบในเชิงลบและจริยธรรมที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีเป็นสิ่งใหม่ซึ่งเทคโนโลยีทุกชนิดย่อมมีทั้งผลดีและผลเสียจากการนำเทคโนโลยีมาใช้โดยมนุษย์ ดังนั้น ความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีจะทำให้ประเทศไทยสามารถเตรียมพร้อมรับกับผลกระทบในเชิงลบที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิตสินค้าและบริการต่าง ๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อร่างกายของมนุษย์และธรรมชาติได้ ในขณะนี้รายละเอียดในการศึกษาระดับสากลในด้านผลกระทบเชิงลบยังมีอยู่น้อยเพราะว่านาโนเทคโนโลยียังเป็นสาขาที่ยังใหม่อยู่และต้องใช้เวลาในการศึกษา ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการผลิต (Final products) ที่ใช้นาโนเทคโนโลยีช่วย เช่น นาโนชิพ , ไบโอเซ็นเซอร์ , สิ่งทอ และเครื่องสำอาง เป็นต้น ก็ไม่ได้ส่งผลร้ายโดยตรงต่อผู้ใช้ เมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆ อาทิเช่น อุตสาหกรรมเคมีหรือปิโตรเคมี เป็นต้น แล้วนั้น การป้องกันอันตรายต่อสุขภาพจากผลิตภัณฑ์นาโนถือว่าง่ายกว่ามาก การติดต่อโดยตรงกับสารอนุภาคนาโนหรือก๊าซที่เป็นพิษในระหว่างกระบวนการการผลิตมีแนวโน้มมากกว่าในการส่งผลกระทบในทางลบต่อบุคคล ดังนั้นการให้ศึกษาที่ถูกต้องแก่ประชาชนเพื่อให้มีความตระหนักและตื่นตัวในด้านความปลอดภัยและการป้องกันที่ถูกต้องในการใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในขั้นตอนการผลิตจึงมีความสำคัญยิ่ง นอกจากนี้จริยธรรมของนักวิจัยหรือผู้ที่จะนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในเชิงไม่สร้างสรรค์ต่อมนุษยชาติหรือก่อให้เกิดการบิดเบือนต่อกระบวนการทางธรรมชาติ เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่จำเป็นต้องได้รับการใส่ใจและเฝ้าระวังควบคู่กันไปกับความก้าวหน้าทางวิชาการที่มนุษย์เป็นผู้สร้างสรรค์ขึ้นมา การศึกษาในทั้งในด้านผลกระทบเชิงลบหรือด้านจริยธรรมต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากข้อมูลนี้สามารถนำไปสนับสนุนการจัดตั้งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่มีความปลอดภัยและสามารถรองรับแผนนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 โดยจะทำการวิเคราะห์จากตัวอย่างอาคารลักษณะคล้ายกันในต่างประเทศเพื่อสามารถสรุปองค์ประกอบของโครงการและองค์ประกอบที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีเดิมมีอยู่แล้วโดยวิเคราะห์องค์ประกอบเพิ่มกับแผนนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเพื่อให้สามารถสรุปองค์ประกอบโครงการที่มีความเป็นไปได้ต่อไปและส่งผลให้เป็นไปตามแผนนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติและได้ผลที่เป็นไปตามการคาดการที่จะได้รับจากการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีในนโยบายของประเทศข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ศึกษาอาคารตัวอย่าง

การศึกษาอาคารตัวอย่างเป็นการศึกษาของอาคารที่มีลักษณะประเภทอาคารคล้ายกัน โดยศึกษาในหัวข้อดังนี้

- องค์ประกอบต่างๆของอาคารตัวอย่าง
- ขนาดของพื้นที่ใช้สอยของอาคารตัวอย่าง
- ประเภทของการวิจัยของอาคารตัวอย่างซึ่งมีผลต่อการใช้อุปกรณ์ในการวิจัย
- ศึกษาผังและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในอาคารตัวอย่าง
- ศึกษางานระบบประกอบอาคารและศึกษาระบบที่มีความสำคัญต่ออาคารประเภทอาคารวิจัย

นอกจากนี้ยังศึกษารายละเอียดต่างๆเฉพาะของอาคารตัวอย่าง โดยศึกษาอาคารตัวอย่างจากอาคารตัวอย่างในประเทศและอาคารตัวอย่างภายต่างประเทศ ดังนี้

1.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งปัจจุบัน)

2.) สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (Birck Nanotechnology Center :BNC)

4.) สถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย (The California NanoSystems Institute :CNSI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 อาคารตัวอย่างภายในประเทศ

3.1.1 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งปัจจุบัน)

ที่ตั้ง อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ประเภทอาคาร อาคารวิจัย

รูปที่ 3.1.1.1 แผงผังภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

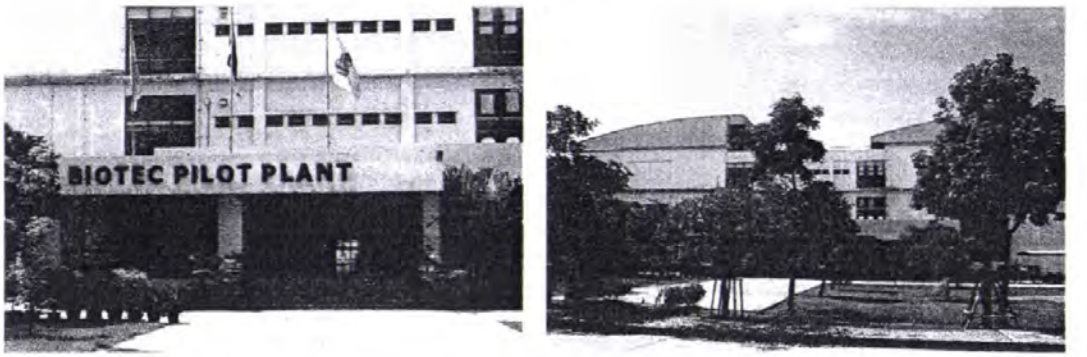
3.1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งปัจจุบัน)

อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเป็นแหล่งบ่มเพาะนวัตกรรมเพื่อการแข่งขันที่ยั่งยืน อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีบนพื้นที่ 200 ไร่ ซึ่งเป็นที่ตั้งของสำนักงานใหญ่ ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ประกอบด้วย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) , ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) , ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) , ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) และหน่วยบ่มเพาะนวัตกรรมภาคเอกชน ซึ่งจะขยายจำนวนถึง 200 บริษัทใน 3 ปีข้างหน้ามีอาคารวิจัยพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ทันสมัย โรงงานต้นแบบ ศูนย์ฝึกอบรม อาคารสำนักงานแบ่งให้เช่าเพื่อทำการวิจัยและพัฒนา และนักวิชาการกว่า1,000 คนตลอดจนบริการต่างๆ เช่น การตรวจวิเคราะห์และทดสอบ การวิจัยและพัฒนา การปรึกษาอุตสาหกรรม การสนับสนุน ด้านการเงิน เป็นต้น

รูปที่ 3.1.1.2 ศูนย์นาโนเทค โนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ภายในอาคารศูนย์ประชุม ชั้น 4

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) เป็นองค์กร ในกำกับของรัฐ ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 13 สิงหาคม 2546 มีภารกิจหลักที่ต้องรับผิดชอบในการสร้าง สนับสนุน และส่งเสริมศักยภาพของนาโนเทคโนโลยี ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ให้กับสังคม ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม และสร้างความตระหนัก ความรู้ ความเข้าใจให้กับประชาชนในประเทศให้มีความพร้อมในการรับข่าวสารข้อมูลนาโน เทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับปัจจุบัน ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งอยู่ในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย บนชั้น 4 อาคารศูนย์ประชุมฯ ซึ่งเป็นที่ตั้งชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



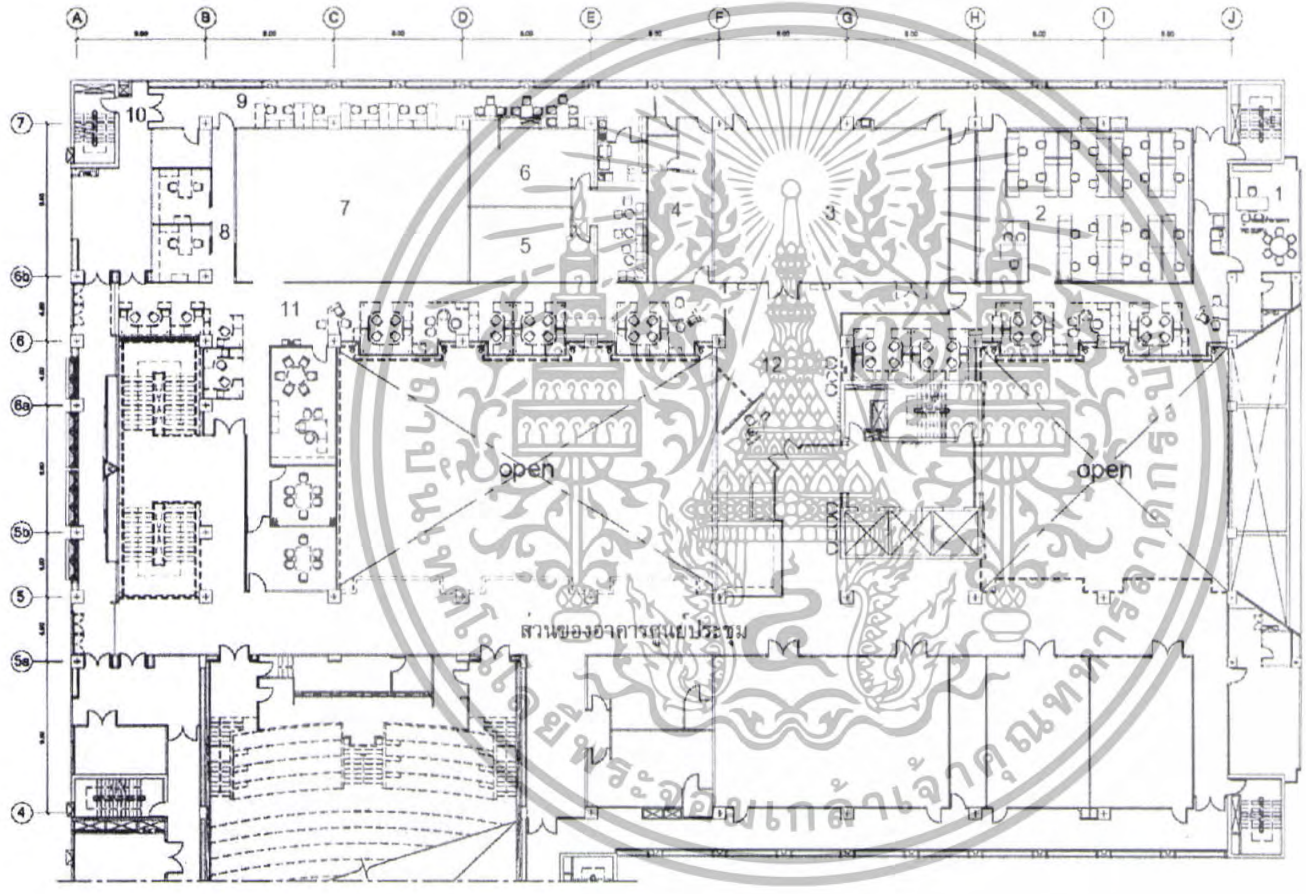
รูปที่ 3.1.1.3 อาคารหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบภายในอาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant)

อาคารหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติตั้งอยู่อาคารโรงงานต้นแบบซึ่งเป็นโรงงานต้นแบบของ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ซึ่งอยู่ใกล้กับอาคารศูนย์ประชุม ซึ่งอาคารโรงงานต้นแบบ เป็นอาคารโรงงานที่มีฝ้าสูง โดยดัดแปลงให้มีจำนวน 3 ชั้น โดยอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กส่วนหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ เป็นส่วนต่อเติมอาคารอาคารโรงงานต้นแบบใช้โครงสร้างเหล็กและพื้นสำเร็จรูป

รูปที่ 3.1.1.4 ภายในอาคารหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบภายในอาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant)

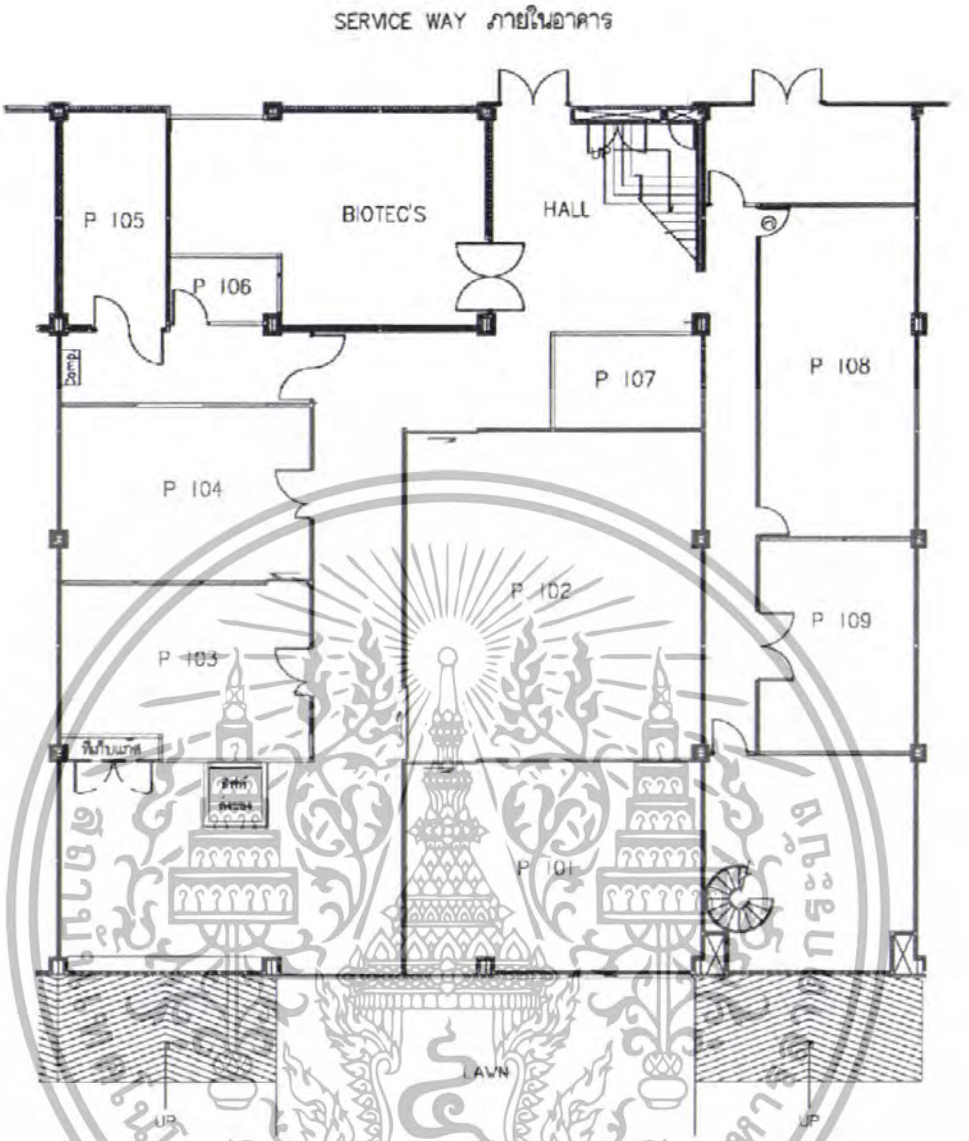
ภายในอาคารหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นทางเดินแบบมีห้องทั้งสองฝั่ง ซึ่งทำให้ทางเดินไม่มีแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารจึงต้องเปิดไฟตลอดทั้งวัน หน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ จะอยู่ด้านหลังของอาคารโรงงานต้นแบบส่วนอื่นๆของอาคารจะเป็นส่วนของห้องวิจัยของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. ห้องผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทค
2. ส่วนสำนักงานศูนย์นาโนเทค
3. ห้องประชุม
4. ส่วนสำนักงานศูนย์นาโนเทค
5. ห้องวิจัยและปฏิบัติการ
6. ห้องวิจัยและปฏิบัติการ
7. ห้องสะอาด
8. ห้องเจ้าหน้าที่ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ
9. ห้องเจ้าหน้าที่ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ10. บันไดหนีไฟ
11. ส่วนสำนักงานศูนย์นาโนเทค
12. โถงทางเข้า

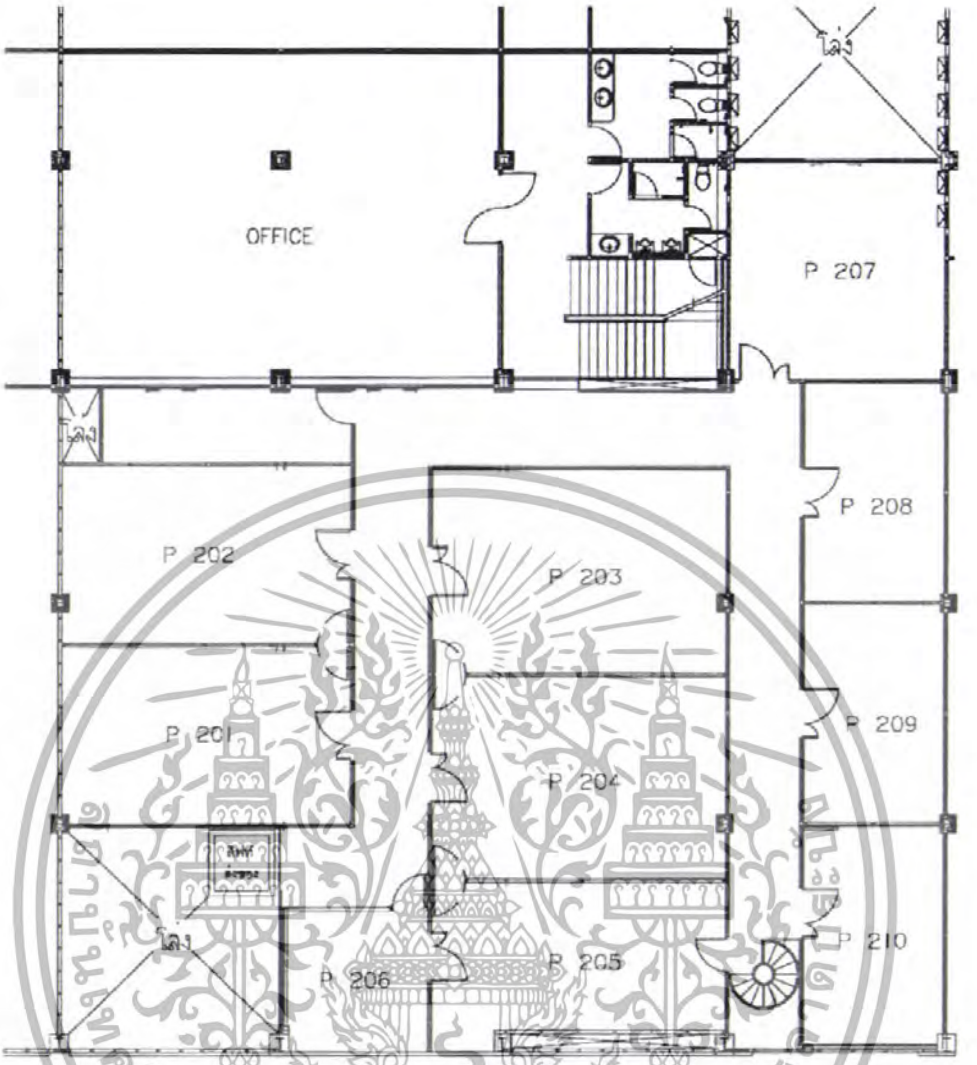
รูป ที่3.1.1.5 แสดงผังอาคารนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ชั้น 4 อาคารศูนย์ประชุม



รูปที่ 3.1.1.6 แสดงผังหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant)ชั้น 1

หน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอยู่บนอาคารโรงงานต้นแบบชั้น 1 ซึ่งเป็นอาคารวิจัยของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติใช้พื้นที่เป็นหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบโดยภายในได้ปรับปรุงจากอาคารโล่งมาแบ่งห้อง โดยห้อง101-109 เป็นห้องวิจัยทั้งหมดโดยที่ห้อง102 เป็นห้องเตรียมในอุปกรณ์ในการวิจัย

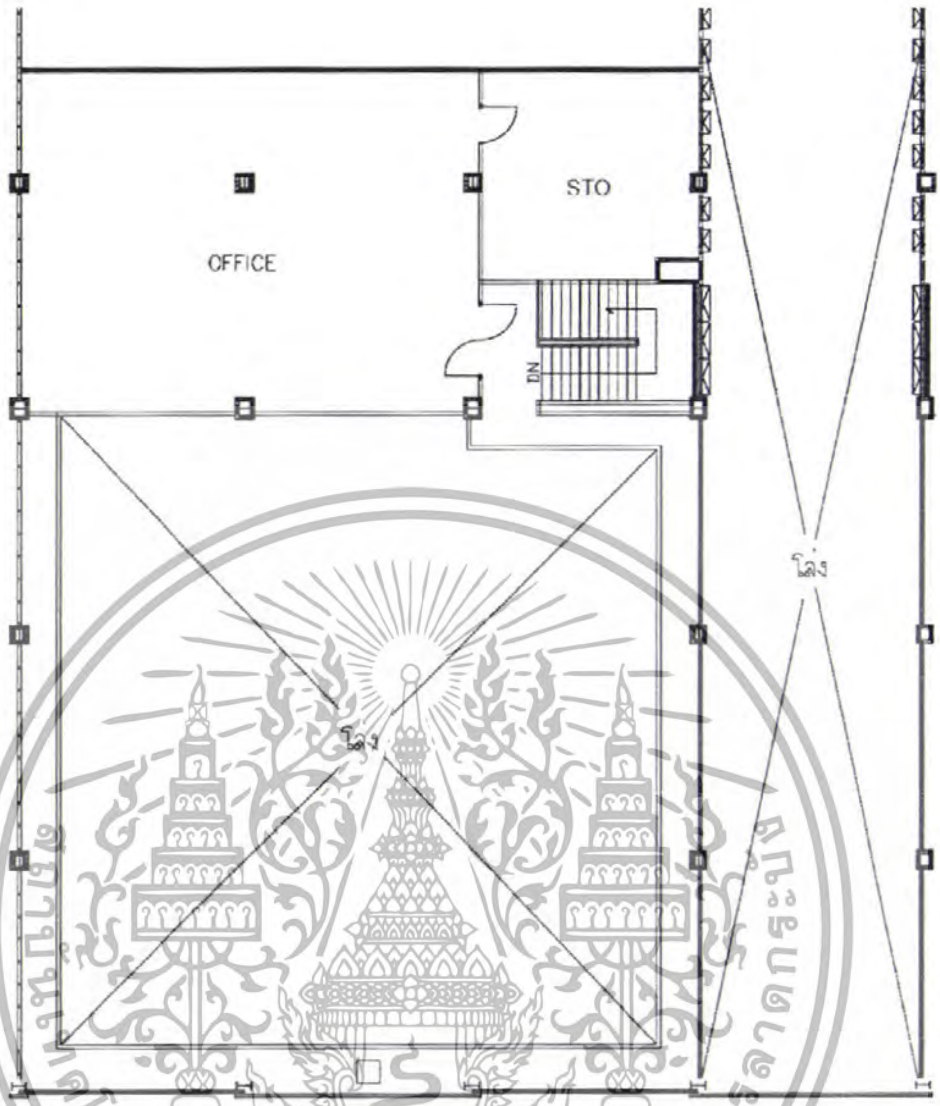
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.7 แสดงผังหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant)ชั้น 2

ชั้น 2 ของหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบเป็นส่วนที่ก่อสร้างเพิ่มเติมโดยใช้เป็นโครงสร้างเหล็กทั้งหมดเพราะอาคารโรงงานต้นแบบเดิมเป็นอาคารโถงสูงแล้วถูกปรับมาเป็นห้องวิจัยโดยชั้น 2 มีห้องวิจัย 10 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.8 แสดงผังหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบอาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant)ชั้น 3

ชั้น 3 ของหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบเป็นส่วนที่ก่อสร้างเพิ่มเติมโดยใช้เป็นโครงสร้างเหล็กทั้งหมดเช่นเดียวกับชั้น 2 โดยใช้เป็นส่วนของสำนักงานหน่วย

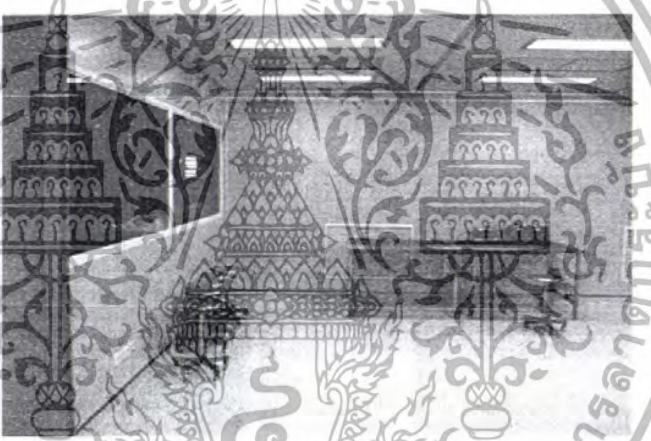
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 องค์ประกอบอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งปัจจุบัน)

โดยมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องสะอาด

รูปที่ 3.1.1.9 มุมมองจากทางเข้าของห้องสะอาด



รูปที่ 3.1.1.9 (ต่อ) มุมมองจากทางเข้าของห้องสะอาด

ห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติปัจจุบันอยู่บนสำนักงานศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ชั้น 4 อาคารหอประชุม โดยมีเพียง 1 ห้องส่วนห้องสะอาดอื่น อยู่ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยห้องสะอาดนี้มีขนาด 14.50 x 9.50 เมตรมีพื้นที่ 137.75 ตารางเมตร โดยปัจจุบันยังไม่ได้ย้ายเครื่องมือมาไว้ที่ห้องสะอาด โดยวัสดุปิดผิวของห้องเป็นวัสดุที่ไม่มีรอยต่อเพื่อสะดวกต่อการทำความสะอาดและไม่สะสมฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ห้องฝึกบัวอากาศ

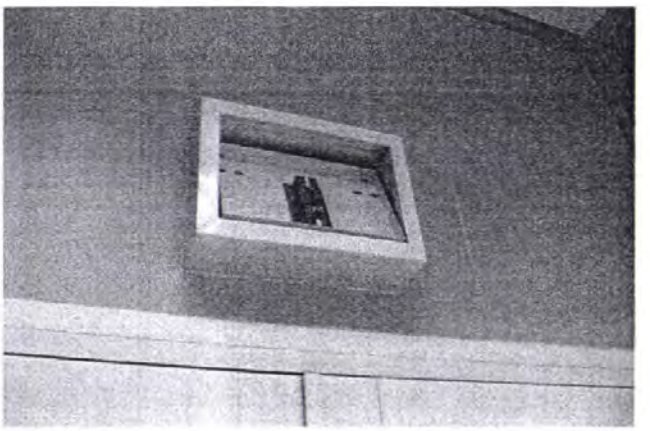
รูปที่ 3.1.1.10 ห้องฝึกบัวอากาศ

ห้องฝึกบัวอากาศใช้ระบบลมเป่าทั้ง 2 ด้านเพิ่มให้ฝุ่นละลองจากเสื้อหลุดลงไปก่อนที่จะเข้าห้อง สะอาดโดยมีช่องเป่าลม 12 ช่อง โดยขนาดของห้อง 0.80 x 1.00 เมตร สูง 2 เมตร โดยในห้องนี้จะมีประตูอยู่ 2 ฝั่ง แยกกับประตูทางเข้าสะอาดที่อยู่ข้างห้องนี้เพื่อเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินนักวิจัยจะได้ออกอีกประตู โดยแต่ละด้านของห้องฝึกบัวอากาศจะมีช่องเป่าลม 6 ช่อง โดยด้านบนจะมีปุ่มกดในกรณีฉุกเฉิน โดยระบบของห้องฝึกบัวอากาศจะเป่าลมของนักวิจัยในระดับความสูงของคนปกติด้านล่างมีช่องที่จะดูดฝุ่นที่ตกลงมาจากเสื้อของนักวิจัย

รูปที่ 3.1.1.11 ห้องเก็บเสื้อผ้า

ห้องเก็บเสื้อผ้าจะเป็นส่วนที่เก็บชุดกาวน์ของนักวิจัยโดยจะอยู่หน้าห้องฝึกบัวอากาศโดยที่นักวิจัยจะต้องสวมชุดกาวน์แล้วเข้าห้องฝึกบัวอากาศแล้วจึงเข้าห้องสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



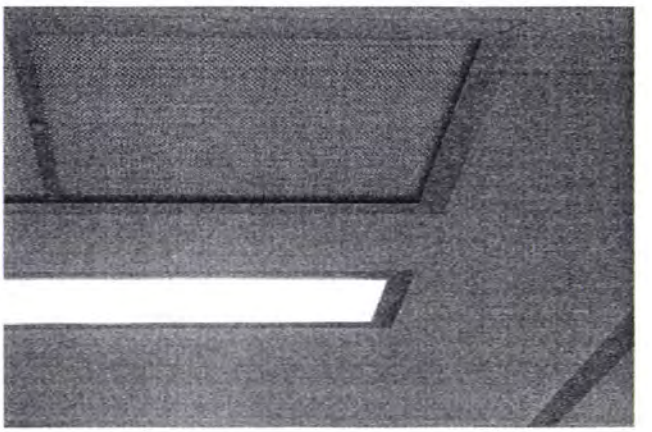
รูปที่ 3.1.1.12 เครื่องควบคุมแรงดันอากาศ(Barometric Damper)

เครื่องควบคุมแรงดันอากาศ(Barometric Damper) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมแรงดันอากาศในห้องสะอาดให้สม่ำเสมอ อีกทั้งยังเป็นเครื่องแสดงในกรณีที่แรงดันของอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม โดยติดตั้งที่บนประตูทางเข้าห้องสะอาดที่ไม่ใช้ห้องทำความสะอาดร่างกาย

รูปที่ 3.1.1.13 ส่วนควบคุมแรงดันอากาศให้เป็นบวก(Positive Pressure Damper :NPD)

ส่วนควบคุมแรงดันอากาศให้เป็นบวก(Positive Pressure Damper :NPD) เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ห้องที่มีอากาศหนาแน่น ความดันสูงกว่าบรรยากาศภายนอกโดยถ้าห้องเป็นแบบความดันบวก (Positive Pressure) เมื่อเปิดประตูจะทำให้อากาศภายในห้องเคลื่อนตัวออก ซึ่ง ความดันบวก (Positive Pressure) **จะเป็นหลักการหนึ่งของห้องสะอาด เพื่อป้องกันฝุ่น หรือ อากาศเสียภายนอกแพร่เข้าสู่ตัวห้อง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.14 ระบบปรับอากาศ (Fan Filter Unit :FFU)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หมุนเวียนอากาศในระบบของห้องสะอาดโดยผ่านแผ่นกรองเอชอีพีเอ (HEPA) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกรอง และเพิ่มปริมาณลมหมุนเวียน ซึ่งอาจจะสามารถติดตั้งได้หลายรูปแบบ

รูป 3.1.1.15 ระบบปรับอากาศ (Fan Filter Unit :FFU)

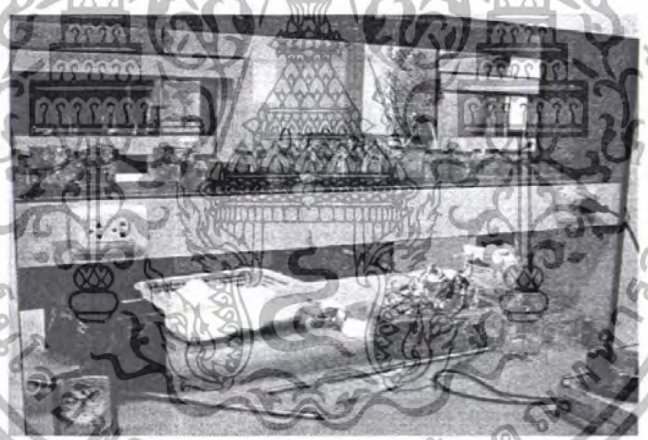
เป็นส่วนระบายอากาศของระบบปรับอากาศ (Fan Filter Unit :FFU) ที่คาดฟ้าของอาคารศูนย์ประชุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ห้องวิจัยและปฏิบัติการ

รูปที่ 3.1.1.16 การจัดห้องวิจัยและปฏิบัติการ

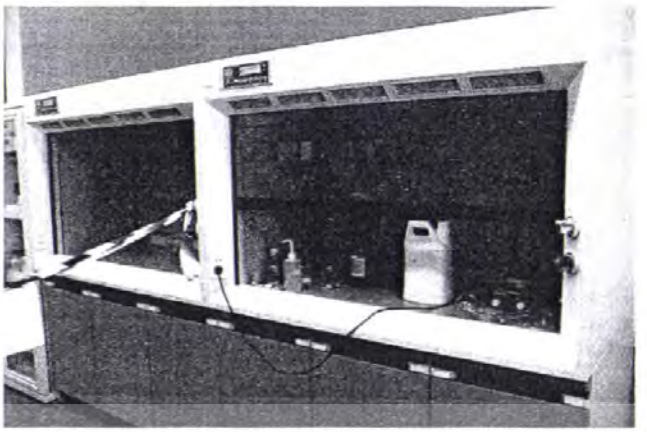
การจัดห้องวิจัยและปฏิบัติการภายในอาคารโรงงานต้นแบบจัดแบบระบบพิกัดมูลฐาน (Modular) 3 แถว โดยระยะห่างของแต่ละโต๊ะทดลอง 1.50 เมตร โดยพื้นของห้องจะเป็นพื้นอีพ็อกซี่เพื่อสะดวกในการทำความสะอาด



รูปที่ 3.1.1.17 โต๊ะทดลอง

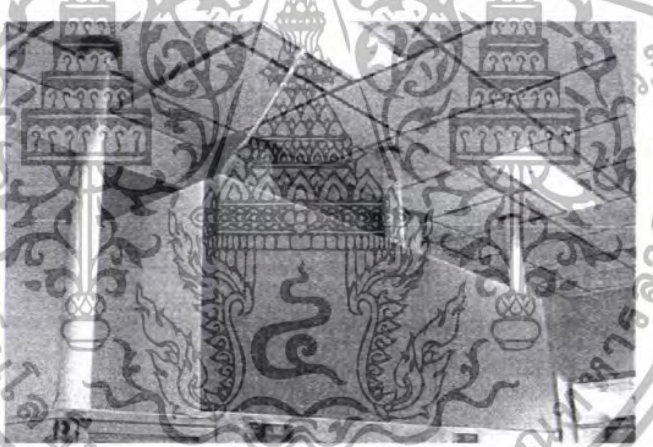
โต๊ะทดลองสูง 1. 70 เมตร โดยมีชั้นวางอุปกรณ์ในการวิจัย และภายในโต๊ะทดลองก็วางงานระบบไฟฟ้าภายในแล้วต่อเป็นแบบท่อทางนอน (Horizontal Duct) ไปบนฝ้าของห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.18 เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)

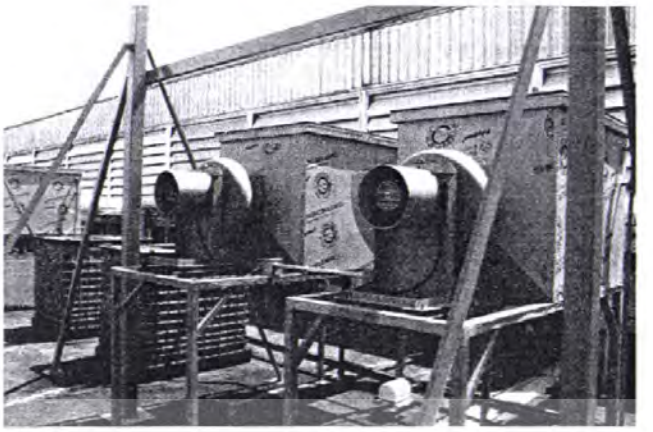
เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard) เป็นเครื่องมือดูดไอของสารเคมีจากห้องวิจัย ปล่อยออกนอกอาคาร โดยนักวิจัยมือทดลองสารเคมีจะไปใช้เครื่องนี้เพื่อไม่ให้กลิ่นของสารเคมีระเหยเข้าไปในห้องโดยจำนวนของเครื่อง ในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมี 2 ตัวต่อหนึ่งห้องวิจัย



รูปที่ 3.1.1.19 ระบบท่อเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)

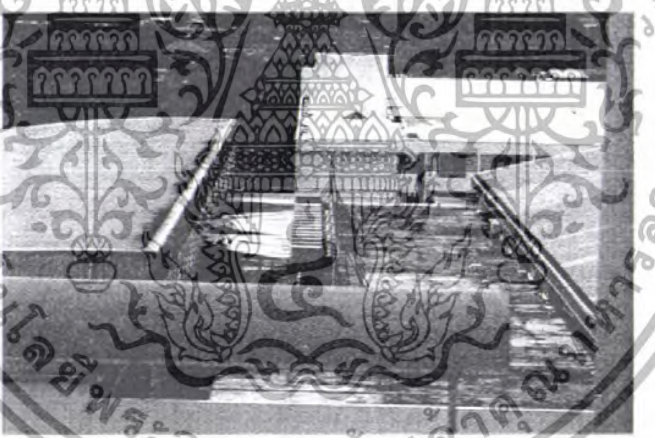
เมื่อเปิดเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)เครื่องจะดูดไอของสารเคมี ปล่อยออกไปบนดาดฟ้าของอาคาร โดยจะมีแผ่นกรองคาร์บอน (Carbon Filter) กรองสารเคมีที่เป็นอันตรายก่อนแล้วจึงปล่อยออกไปภายนอกอาคาร โครงสร้างของเครื่องดูดทำจากสเตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.20 เครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber)

อุปกรณ์นี้ใช้หลักของการชนหรือการตกกระทบ สามารถใช้กำจัดอนุภาค ก๊าซและก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อนได้ ทนความร้อนสูง ใช้ได้ทั้งระบบเปียกและแห้ง แยกอนุภาคโดยทำให้อนุภาคเปียกโดยสัมผัสกับละอองน้ำในอากาศเมื่ออนุภาคเปียกจะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน โดยเป็นระบบที่ต่อมาจากเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard)เป็นเครื่องกรองไอสารเคมีโดยใช้น้ำเป็นตัวดักจับสารเคมีก่อนปล่อยสู่ภายนอก



รูปที่ 3.1.1.20 (ต่อ)เครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber)

โดยเครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber)จะอยู่บนดาดฟ้าของอาคารโรงงานต้นแบบโดย**งานระบบของเครื่องนี้จะมีที่เก็บน้ำของแต่ละเครื่องโดยจำนวนของเครื่องจะมีอัตราส่วนกับเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboard) 2 เครื่อง ต่อเครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber) ต่อ 1 เครื่อง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 เครื่องมือหลักภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งปัจจุบัน)

เครื่องมือวิจัยและเครื่องมือสำหรับให้บริการวิเคราะห์ทดสอบของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันที่อยู่ในส่วนอาคารโรงงานต้นแบบ(BIOTEC Pilot Plant) มีดังนี้

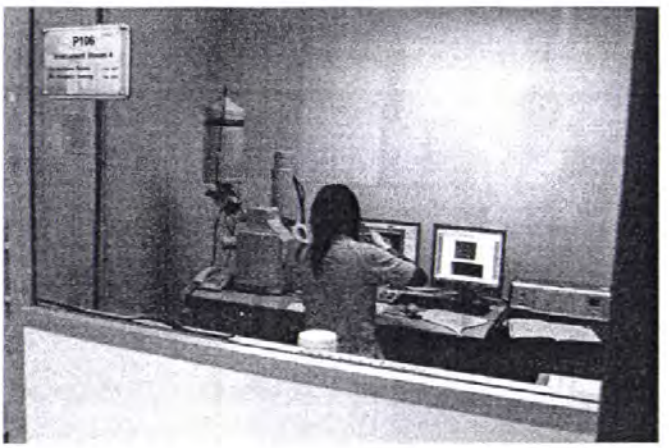
1.) เครื่องเซทาไซเซอร์(Zetasizer Nano ZS ,Malvern) ใช้วิเคราะห์ขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่0.6 - 6,000นาโนเมตร และวัดค่า*zeta potential* ของอนุภาคที่ในของเหลว

2.) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer) ใช้แยกและบันทึกพลังงานที่เปลี่ยนไปกับนิวเคลียสอะตอม ไอออน หรือโมเลกุลพลังงานที่เปลี่ยนไปนั้น เนื่องจากเกิดการอิมิสชั่น , การดูดกลืน การกระเจิง ของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าหรือของอนุภาค

รูปที่ 3.1.1.21 เครื่องเซทาไซเซอร์และเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM) เป็นเครื่องที่สำหรับวิเคราะห์และถ่ายภาพพื้นผิวอนุภาคขนาดนาโนเมตร ที่มีความละเอียดสูงและวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งทางวัสดุศาสตร์และชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.22 กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด

4.) กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM) ใช้ทดสอบโครงสร้างพื้นผิว และอนุภาคบนพื้นผิวระดับนาโน เหมาะกับพื้นผิวที่นำไฟฟ้าหรือกึ่งนำไฟฟ้า ซึ่งต้องมีความเรียบสูง มีระดับ *Roughness* ไม่เกิน 100 นาโนเมตร ใน 1 ไมโครเมตร และสามารถใช้ได้กับพื้นผิวที่เป็นฉนวนด้วย ด้วยการเคลือบคาร์บอน

5.) กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม(Atomic Force Microscope: AFM) ศึกษาตัวอย่างที่ต้องการศึกษาโดยสามารถระบุให้ทราบถึงลักษณะพื้นผิวของวัสดุว่ามีหลุมมีเนินในบริเวณใดและการสร้างแรงผลักเพื่อเคลื่อนย้ายอะตอมของวัสดุ

6.) เครื่องเอ็มทีที(MTT Assay) วัดการขยายตัวของเซลล์และเซลล์ที่ยังรอดชีวิต

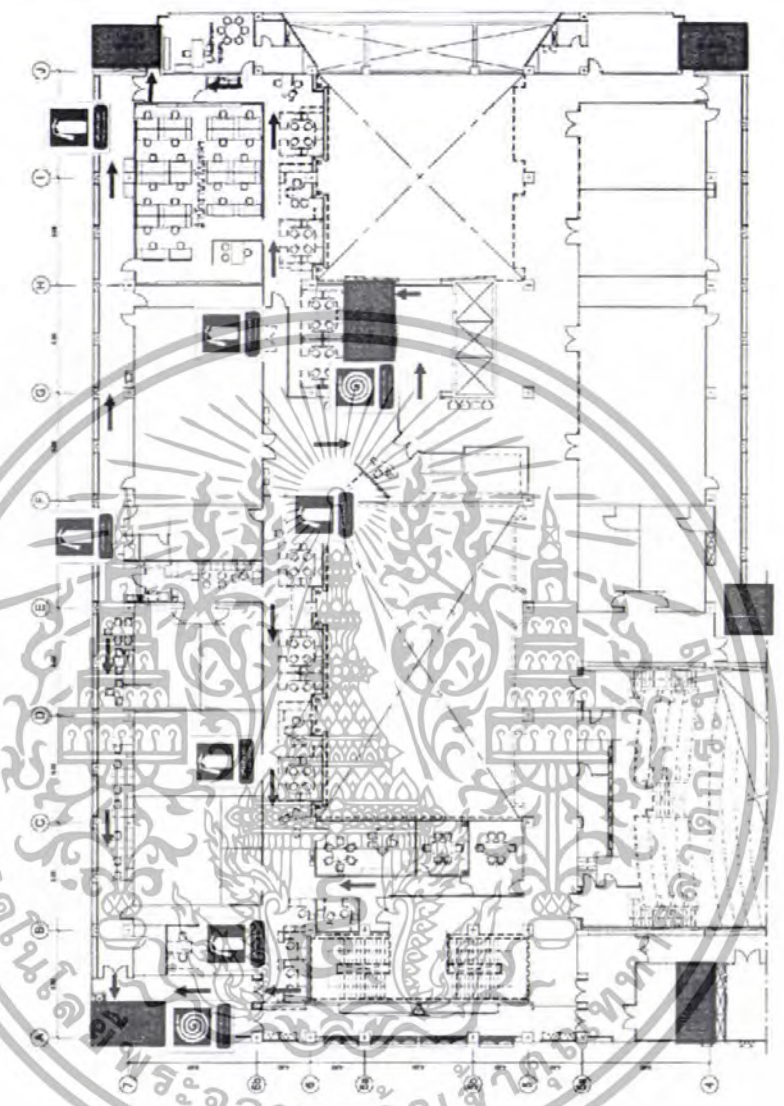
7.) เครื่องอบแห้งแบบแช่เข็ง (Freeze dryer) ใช้ในการเตรียมตัวอย่างอนุภาคนาโนให้อยู่ในรูปผง เพื่อเพิ่มความคงตัวในการเก็บรักษาการทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อ

รูปที่ 3.1.1.23 เครื่องอบแห้งแบบแช่เข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 ระบบความปลอดภัยในอาคาร

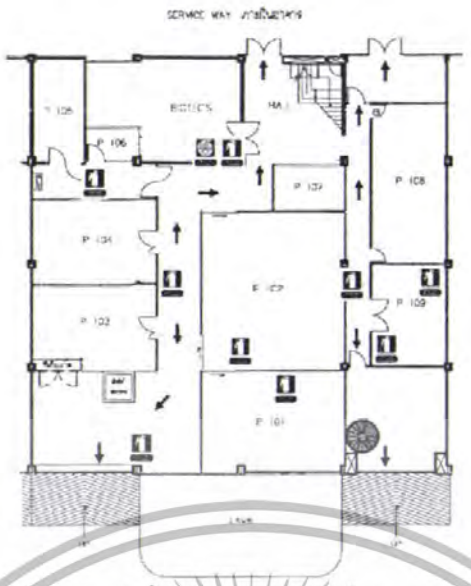
โดยมีผังของบันไดหนีไฟ , ตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิงและอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย ดังนี้



รูปที่ 3.1.1.24 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ บนอาคารศูนย์ประชุม

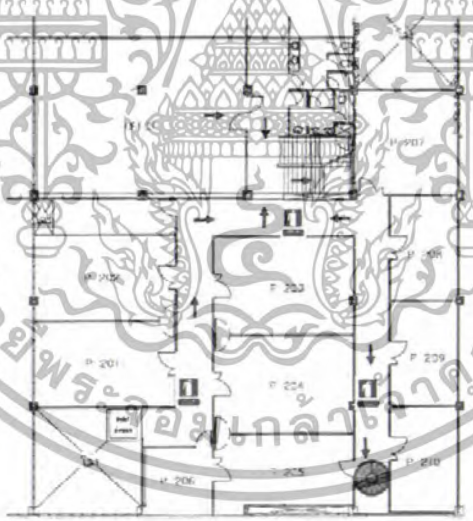
ตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงเฉพาะส่วนศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ มีอยู่ 6 ที่ ซึ่งแต่ละจุดห่างกันประมาณ 8.00 เมตรส่วนระบบดับเพลิงแบบสายฉีดดับเพลิงจะอยู่ที่ลิฟต์ของอาคาร และบันไดหนีไฟ บันไดหนีไฟของอาคารจะอยู่ทุกมุมของอาคาร และอีกตำแหน่งตรงกลางของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1.25 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ ชั้น 1

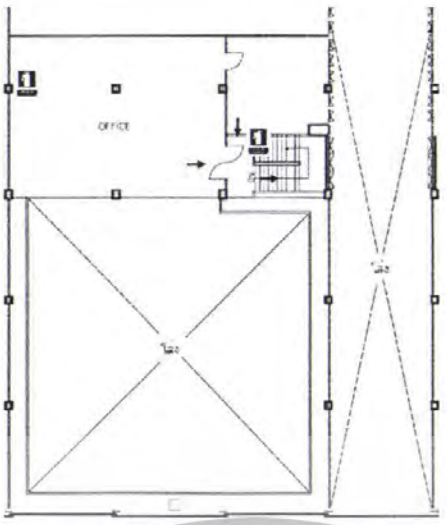
ตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงมีอยู่ 9 ที่ซึ่งจะมีอยู่ทุกห้องวิจัยและบริเวณทางเดิน ส่วนทางหนีไฟของอาคารจะมีอยู่ 4 ทางออกโดยทางออกด้านหน้าและทางหลังห่างกัน 18.00 เมตร



รูปที่ 3.1.1.26 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิง และทางหนีไฟของหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ ชั้น 2

ตำแหน่งของตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงมีอยู่ 3 ที่บริเวณทางเดิน โดยทางหนีไฟจะใช้บันไดหลักทางด้านหน้าลงไปทางออกหนีไฟส่วนทางหลังอาคารจะลงไปที่บันไดเวียนแล้วออกไปทางด้านหลังอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

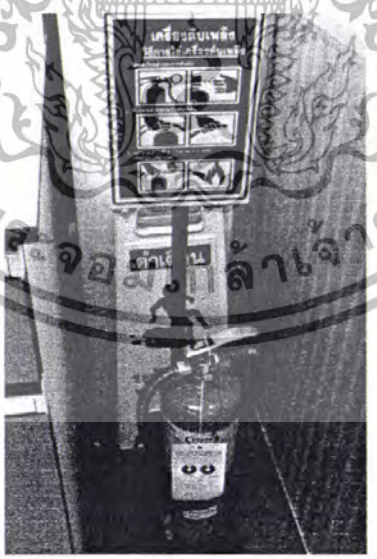


รูปที่ 3.1.1.27 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ดับเพลิงและทางหนีไฟของหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ ชั้น 3

ตำแหน่งของตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงมีอยู่ 2 ที่บริเวณบันไดหลักและภายในห้องสำนักงานหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ โดยทางหนีไฟจะใช้บันไดหลักทางด้านหน้าลงไปทางออกหนีไฟ

ส่วนอุปกรณ์สำหรับป้องกันอัคคีภัยภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีดังนี้

1.) เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

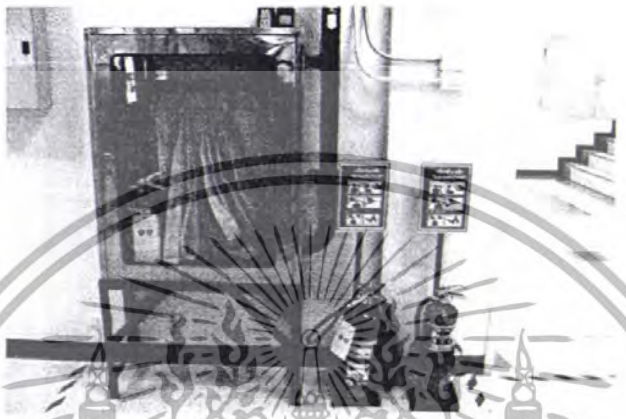


รูปที่ 3.1.1.28 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ประเภท ก. (Class A) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุไวไฟธรรมดา เช่น ไม้ กระดาษ ยาง และพลาสติก เป็นต้น, ประเภท ข. (Class B) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุไวไฟ เช่น น้ำมัน ไขมัน น้ำมันผสมสี สีทาบ้าน แล็คเกอร์ และก๊าซติดไฟชนิดต่างๆ เป็นต้นและ ประเภท ค. (Class C) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร สำหรับในส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

2.) ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire hose reel system)



รูปที่ 3.1.1.29 ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง

ส่วนระบบสายฉีดน้ำดับเพลิงจะมีตำแหน่งวางตามที่แสดงในผังข้างต้น ซึ่งมีตำแหน่งอยู่ที่ชั้นที่ 1 ชั้นเดียวเท่านั้นส่วนชั้นอื่นๆ ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ทำให้การดับเพลิงโดยใช้ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิงยังไม่ครอบคลุมทั้งอาคารทั้งหมด

อุปกรณ์สำหรับความปลอดภัยของนักวิจัยภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีดังนี้

1.) ฝักบัวชำระฉุกเฉิน

รูปที่ 3.1.1.30 ฝักบัวชำระฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝักบัวชำระฉุกเฉินใช้เพื่อชำระร่างกายหรือนัยน์ตาเมื่อเกิดอุบัติเหตุสารเคมีหกหรือกระเด็นใส่ผู้ปฏิบัติงานกับห้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นพร้อมอุปกรณ์ เช่น ผ้าห่มกันไฟ เตียง ตู้ยา และอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นที่จำเป็นเพื่อการช่วยเหลือเบื้องต้น

2.) ฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้า (Eye/Face Wash)

รูปที่ 3.1.1.31 ฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้า (Eye/Face Wash)

เป็นฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้าที่โดนสารเคมีหกใส่บริเวณตา โดยเป็นส่วนเครื่องเดียวกันฝักบัวชำระฉุกเฉิน

3.1.1.5 บทวิเคราะห์จากการศึกษาศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งปัจจุบัน)

จากการศึกษาข้อมูลของอาคาร สามารถสรุปใช้ในการอ้างอิงในการออกแบบและจากข้อมูลสามารถสรุปปัญหาของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งปัจจุบัน)ที่เหมาะสมจะมีศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นที่ตั้งถาวรได้ดังนี้

1.) องค์ประกอบของอาคารมีดังนี้

- องค์ประกอบหลัก
- สะอาดระดับ 10000
- ห้องปฏิบัติการเครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ
- ห้องปฏิบัติการกลางและเก็บเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์
- ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ
  - กลุ่มอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)
  - กลุ่มแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)
  - กลุ่มผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- องค์ประกอบรอง
  - สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
  - ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม
  - ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
  - ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร
  - ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

2.) ความสัมพันธ์และขนาดของห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่มีต่อส่วนองค์ประกอบอื่นๆ คือห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งตัวและห้องทำความสะอาดร่างกาย

3.) เครื่องมือหลักที่มีในปัจจุบันของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ คือ เครื่องเซทาไซเซอร์(Zetasizer Nano ZS ,Malvern) , เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer) , กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM) , กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM) ,กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม(Atomic Force Microscope: AFM) ,เครื่องเอ็มทีที(MTT Assay) ,เครื่องอบแห้งแบบแช่เย็น (Freeze dryer) ซึ่งจะนำข้อมูลดังกล่าวมารวบรวมกับศูนย์วิจัยทางนาโนเทคโนโลยีแห่งอื่นเพื่อศึกษาหาเครื่องมือที่เป็นเครื่องมือที่สามารถเป็นไปตาม วัตถุประสงค์ของโครงการคือเป็นศูนย์รวมเครื่องมือกลางทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศ

4.) สามารถอ้างอิงระบบประกอบอาคารที่ใช้ได้เช่น ระบบถ่ายเทอากาศ , ระบบปรับอากาศของห้อง เป็นต้น

5.) จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทราบถึงระบบ ถึงระบบระบายไอสารเคมีภายในห้องวิจัยและจำนวนของเครื่องดูดไอสารเคมีต่อจำนวนโต๊ะทดลองโดยมีอัตราส่วนที่ 1 ต่อ 4 และมีเครื่องกรองไอสารเคมีต่อเครื่องดูดไอสารเคมีคือ 2 ต่อ 1

6.) เครื่องมือที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของนักวิจัยเช่นฝักบัวชำระฉุกเฉินจะมีอยู่ที่หน้าห้องวิจัย

7.) การศึกษาผังระบบรักษาความปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินว่าควรปฏิบัติตนอย่างไรและควรออกแบบทางหนีไฟให้พอเหมาะสำหรับผู้ใช้อาคารในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งชั่วคราว)มีดังนี้

1.) ปัญหาของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันที่การจัดโซนของอาคารและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบโครงการที่แยกขาดกันเนื่องด้วยปัญหาของขนาดพื้นที่มีขนาดเล็ก

2.) ขนาดและจำนวนห้องวิจัยที่มี 18 ห้องซึ่งไม่พอกับความต้องการของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติและห้องวิจัยมีขนาดและการจัดวางที่ไม่มีมาตรฐานเนื่องจากเป็นการปรับปรุงอาคารเก่ามาเป็นห้องวิจัยและจำนวนห้องมีไม่พอกับความต้องการของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

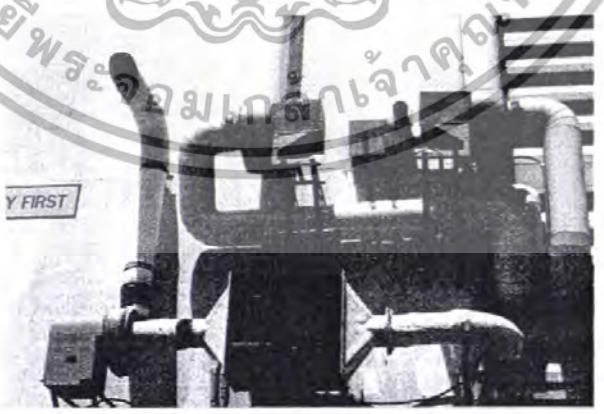
3.) พื้นที่สำนักงานของหน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานหลักอยู่ที่อาคารคนละหลังทำให้การจัดรูปแบบโครงสร้างองค์การและการบริหารงานไม่มีประสิทธิภาพ

4.) พื้นที่ส่วนสนับสนุนการวิจัยมีขนาดเล็กเกินไปและไม่สัมพันธ์กับห้องวิจัย

5.) การออกแบบที่นำห้องสะอาดไปไว้ที่ส่วนสำนักงานหลักของโครงการซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กันและไม่สนับสนุนกันซึ่งส่งผลต่อการวิจัย , การประสานงาน , งานระบบประกอบ , ความปลอดภัย , โครงสร้าง , มาตรฐานของห้องสะอาดเปลี่ยนไป

6.) เนื่องจากห้องสะอาดอยู่บนชั้น 4 ของอาคารศูนย์ประชุมต้องมีเครื่องมือวิจัยที่ต้องใช้วัตถุไวไฟ ซึ่งการขนส่งของวัตถุไวไฟที่มาห้องสะอาดต้องใช้ลิฟต์กลางของอาคารซึ่งเป็นลิฟต์โดยสารสำหรับผู้มาประชุมสัมมนา ทำให้การขนย้ายและการจัดการไม่เป็นไปตามพระราชบัญญัติที่ว่าด้วยวัตถุอันตราย

7.) ระบบประกอบอาคารที่เพิ่มเติมจากอาคารเดิมทำให้เกิดปัญหาของการทำงานและส่งผลต่อการจัดการด้านความปลอดภัยของนักวิจัย

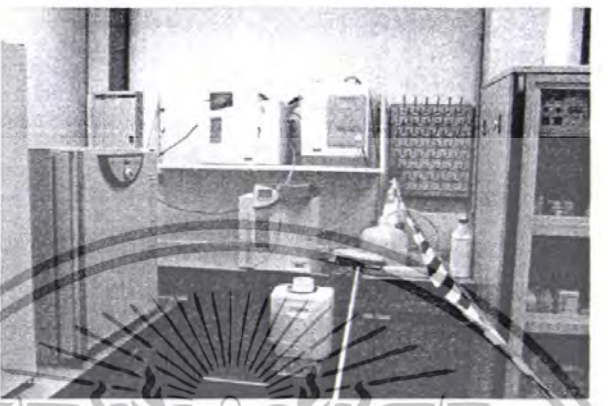


รูปที่ 3.1.1.32 แสดงระบบประกอบอาคารที่เพิ่มเติมจากอาคารเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.) โครงสร้างที่ต่อเติมของอาคารเป็นโครงสร้างเหล็กซึ่งจะมีผลต่อความปลอดภัยของโครงสร้างเมื่อเกิดอัคคีภัย

9.) เนื่องจากไม่มีห้องเก็บอุปกรณ์สารเคมีในการทดลองทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อนักวิจัยและทำให้ภายในห้องทดลองมีความไม่เป็นระเบียบตามมาตรฐาน



รูปที่ 3.1.1.33 แสดงปัญหาที่เกิดจากห้องเก็บอุปกรณ์สารเคมีในการทดลอง

10.) ภายในส่วนวิจัยไม่มีห้องพักผ่อนของนักวิจัยในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการวิจัยเนื่องจากไม่สามารถทำการวิจัยในช่วงเวลากลางคืนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ตั้ง อาคารจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ 1 ชั้น 6

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประเภทอาคาร อาคารเรียนและห้องวิจัย

รูปที่ 3.1.2.1 อาคารจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ 1

สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังอยู่ที่ชั้น 6 ของอาคารอาคารจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ 1 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมี รศ.ดร. จิติ หนูแก้ว เป็นผู้อำนวยการของสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังและเป็นคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งสำนักนาโนเทคโนโลยีฯสังกัดอยู่ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ โดยมีบุคลากรในสำนักนาโนเทคโนโลยีฯ 8 คนซึ่งเป็นกลุ่มนักวิจัยที่เป็นกลุ่มนักวิจัยหลักโดยสำนักนาโนเทคโนโลยีฯ เป็นศูนย์วิจัยความเป็นเลิศ ด้านนาโนเทคโนโลยีเมื่อวันที่ 3 กันยายน พ.ศ.2549 โดยมีความเชี่ยวชาญทางด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Organic Nanoelectronic Devices)

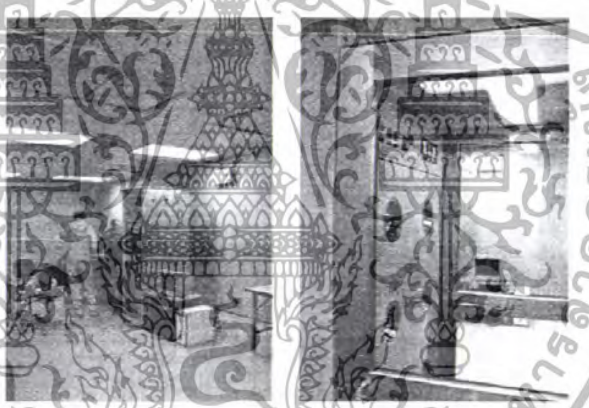
โดยในสำนักนาโนเทคโนโลยีฯ มีห้องวิจัยและห้องสะอาดซึ่งเป็นส่วนที่ปรับปรุงใหม่บนอาคารอาคารจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ 1 โดยชั้น 1- 5 เป็นส่วนของห้องเรียนและห้องพักคณาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์ ส่วนชั้นที่ 6 เป็นสำนักนาโนเทคโนโลยีฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 รายละเอียดขององค์ประกอบอาคาร

1.)ห้องสะอาดระดับ 10000

ออกแบบโดยรศ.ดร.จิติ หนูแก้ว ผู้อำนวยการของสำนักนาโนเทคโนโลยีฯและได้ออกแบบห้องสะอาดภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยที่ห้องสะอาดในสำนักนาโนเทคโนโลยีฯ มีขนาด 4.00 x 6.00 เมตร ซึ่งภายในห้องมีกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM) ที่ทดสอบโครงสร้างพื้นผิว และอนุภาคบนพื้นผิวระดับนาโน เหมาะกับพื้นผิวที่นำไฟฟ้าหรือกึ่งนำไฟฟ้า ซึ่งต้องมีความเรียบสูง มีระดับไม่เกิน 100 นาโนเมตร ใน 1 ไมโครเมตร และสามารถใช้ได้กับพื้นผิวที่เป็นฉนวนด้วย ด้วยการเคลือบคาร์บอน ซึ่งโดยปกติแล้วเครื่องมือทุกชนิดของการวิจัยทางนาโนอิเล็กทรอนิกส์ควรอยู่ในห้องสะอาดเนื่องจากต้องการความสะอาดมากกว่าการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีในกลุ่มอื่นนอกจากนี้เครื่องมือและครุภัณฑ์ภายในห้องมี เครื่องคอมพิวเตอร์ และโต๊ะทำงานวิจัย โดยการจัดลำดับในการเข้าถึงห้องสะอาดคล้ายกับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยเข้าจากห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าแล้วเข้าห้องทำความสะอาดร่างกายก่อนเข้าห้องสะอาด ระบบที่ต้องการภายในห้องสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศที่แยกจากห้องอื่น โดยมีการเพิ่มแรงดันภายในห้องให้มากกว่าภายนอกเนื่องจากไม่ให้ฝุ่นหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในห้อง



รูปที่ 3.1.2.2 ห้องสะอาดระดับ 10000

2.) ห้องวิจัยทางเซลล์แสงอาทิตย์

ซึ่งเป็นห้องวิจัยที่ปัจจุบันมีการวิจัยผลิตแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นห้องที่กระจกภายนอกห้องต้องติดแผ่นกันรังสีจากภายนอกเข้าไปรบกวนการปฏิบัติงานภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1.2.3 ห้องวิจัยทางเซลล์แสงอาทิตย์

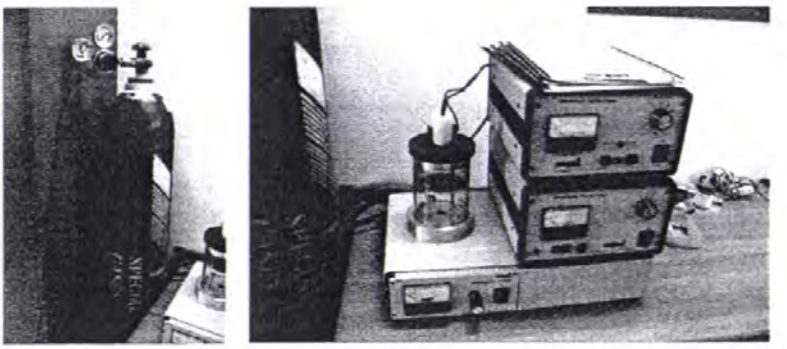
3.) ห้องวิจัย

ภายในห้องนี้ก็เป็นห้องวิจัยทางนาโนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีเครื่องมือคือกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope:STM) เป็นเครื่องที่สำหรับวิเคราะห์และถ่ายภาพพื้นผิวอนุภาคขนาดนาโนเมตร ที่มีความละเอียดสูงและวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งทางวัสดุศาสตร์และชีวภาพโดยที่ภายในห้องนี้มีกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(Scanning Electron Microscope :SEM) อยู่ 2 เครื่องซึ่งเครื่องนี้สามารถอยู่ในห้องปกติได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องสะอาดเนื่องจากภายในตัวเครื่อง มีส่วนที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมภายในเครื่องอยู่แล้ว ซึ่งที่อุปกรณ์ประกอบของเครื่องมีปั๊มน้ำที่จะต้องต่อเข้ากับเครื่อง ดังนั้นสำหรับห้องวิจัยที่มีเครื่องนี้ จึงต้องเตรียมระบบน้ำให้กับเครื่องมือวิจัย และเตรียมที่เก็บก๊าซสำหรับกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(Scanning Electron Microscope :SEM)ซึ่งใช้ก๊าซไนโตรเจนในการทดลอง

รูปที่ 3.1.2.4 ห้องวิจัยที่มีกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(Scanning Electron Microscope :SEM)

นอกจากนี้ภายในห้องนี้ยังมีเครื่องที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(Scanning Electron Microscope :SEM) ได้แก่ เครื่องเคลือบตัวอย่างด้วยผงถ่าน (Carbon Coater) ซึ่งต้องมีบริเวณที่วางอุปกรณ์ประกอบคือ ที่วางถังก๊าซสำหรับการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.2.5 เครื่องเคลือบตัวอย่างด้วยผงถ่าน (Carbon Coater) และอุปกรณ์ประกอบ

3.1.2.2 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้อำนวยการสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ซึ่งจากการสัมภาษณ์ รศ.ดร.จิติ หนูแก้ว เรื่องเกณฑ์ในการออกห้องวิจัยนาโนเทคโนโลยี คือ

- นาโนอิเล็กทรอนิกส์เป็นการวิจัยที่ต้องการห้องที่สะอาดมากกว่าการวิจัยทางนาโนชีวภาพและนาโนวัสดุซึ่งนาโนชีวภาพและนาโนวัสดุนั้นใช้ห้องวิจัยปกติได้
- การหาจำนวนและประเภทห้องของการวิจัยต้องศึกษาเรื่องจะทำการศึกษานาโนเทคโนโลยีด้านใดจึงจะสามารถหาจำนวนและประเภทห้องของการวิจัยได้

ส่วนความต้องการของบุคคลากรของห้องวิจัยมีดังนี้

- ส่วนพักผ่อนของนักวิจัยเนื่องจากการวิจัยบางการใช้เวลานานและต้องใช้เวลาทดลองตลอด
- ภายในห้องพักผ่อนบางห้องอาจต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น บริเวณรับประทานอาหาร , บริเวณซักเสื้อผ้า เป็นต้น

รูปที่ 3.1.2.6 แสดงห้องพักผ่อนซึ่งใช้เก็บอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 บทวิเคราะห์จากการศึกษาสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากการศึกษาข้อมูลของสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังสามารถสรุปใช้ในการอ้างอิงในการออกแบบได้ดังนี้

1.) องค์ประกอบของอาคารมีดังนี้

- องค์ประกอบหลัก
  - ห้องสะอาดระดับ 1000 โดยมีเครื่องมือ คือ กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM)
  - ห้องวิจัยทางนาโนอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีเครื่องมือคือเครื่องเคลือบ ตัวอย่างด้วยผงถ่าน (Carbon Coater) และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(Scanning Electron Microscope:SEM)
- องค์ประกอบรอง
  - สำนักงานนักวิจัย
  - ห้องพักผ่อน

2.) เครื่องมือที่ใช้ภายนอกห้องสะอาดได้ คือ เครื่องเคลือบ ตัวอย่างด้วยผงถ่าน (Carbon Coater) และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(Scanning Electron Microscope: SEM)

3.) นำข้อมูลของนักวิจัยที่ต้องการ ห้องพักผ่อนมาเป็นองค์ประกอบในโครงการ

4.) ปัญหาของสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังคืออาคารเป็นอาคารเรียนซึ่งนำมาปรับปรุงเป็นห้องวิจัยทำให้ห้องวิจัยขาดการออกแบบที่ดีที่คำนึงถึงงานระบบประกอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อาคารตัวอย่างต่างประเทศ

3.2.1 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (Birck Nanotechnology Center :BNC)

ที่ตั้ง	มหาวิทยาลัยเพอร์ดู (Purdue University) , รัฐอิลลินอยส์ (Illinois) ประเทศสหรัฐอเมริกา
พื้นที่ใช้สอย	187,000 ตารางฟุต หรือ 17,372 ตารางเมตร [1]
ประเภทอาคาร	อาคารวิจัย
สถาปนิก	สถาปนิกเอชดีอา (HDR Architects)
โครงสร้าง	เหล็ก และผนังแขวน (Curtainwall System)
วัสดุปิดผิว	ผนังอะลูมิเนียม หนา 4 มิลลิเมตร รวม 6,267.00 ตารางเมตร ผนังทองแดงหนา 4 มิลลิเมตร รวม 389.00 ตารางเมตร
งบประมาณ	58.00 ล้านเหรียญสหรัฐ

รูปที่ 3.2.1.1 ทัศนียภาพภายนอกอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

รูปที่ 3.2.1.2 ทัศนียภาพภายนอกช่วงเวลากลางคืนศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

[1] 1 ตารางฟุต = 0.09290304 ตารางเมตร

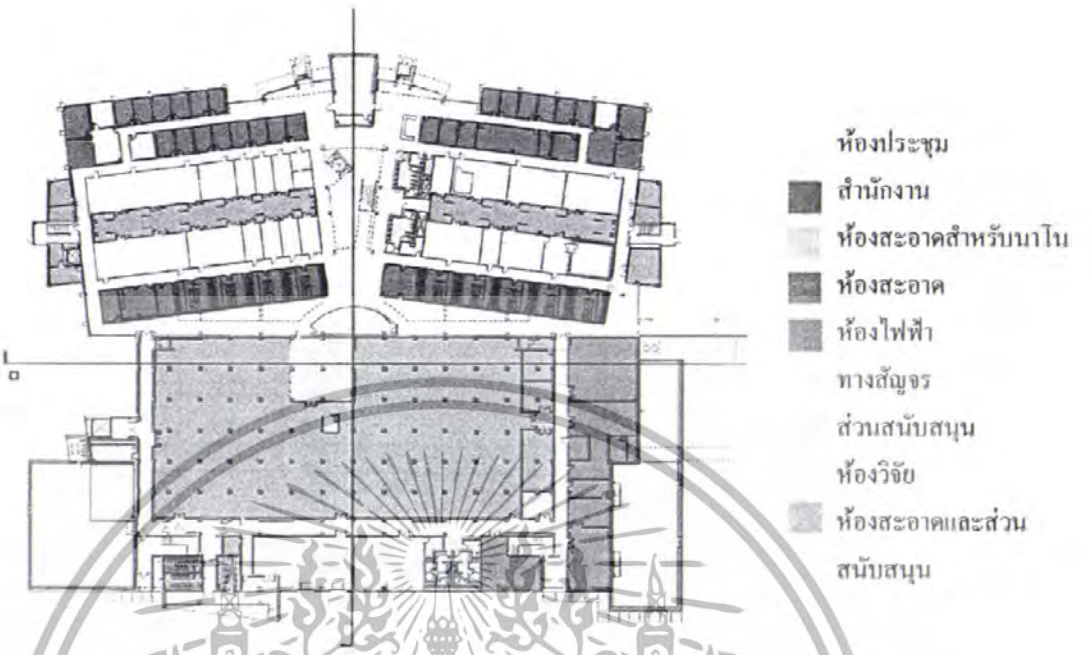
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.2.1.1 แสดงข้อมูลทั่วไปของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

ข้อมูลทั่วไป	
ห้องสะอาด	รายละเอียด
ระดับ 10	ส่วนพิมพ์
ระดับ 100	ส่วนออกซิเดชั่น (Oxidation)
ระดับ 1000	การปลูกฟิล์มบางด้วยชีวเคมี
ห้องวิจัยและปฏิบัติการ	
เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี (Chemical vapor deposition ,CVD)	การสร้างวัสดุ(Characterization Materials)
เครื่องโมเลกุลาร์บีมเอพิแทกซี (Molecular Beam epitaxy ,MBE)	ชีวเคมี
เครื่องเพาะเชื้อ (Incubator)	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นาโน
โมเลคคูลา	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
อิเล็กทรอนิกส์	การสร้างเกี่ยวกับไฟฟ้า(Electrical Characterization)
โครงสร้างนาโน	เครื่องอาเอฟ
ส่วนวิเคราะห์พื้นผิว	
จำนวนของบุคลากร	
รวม	300 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 ผังอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

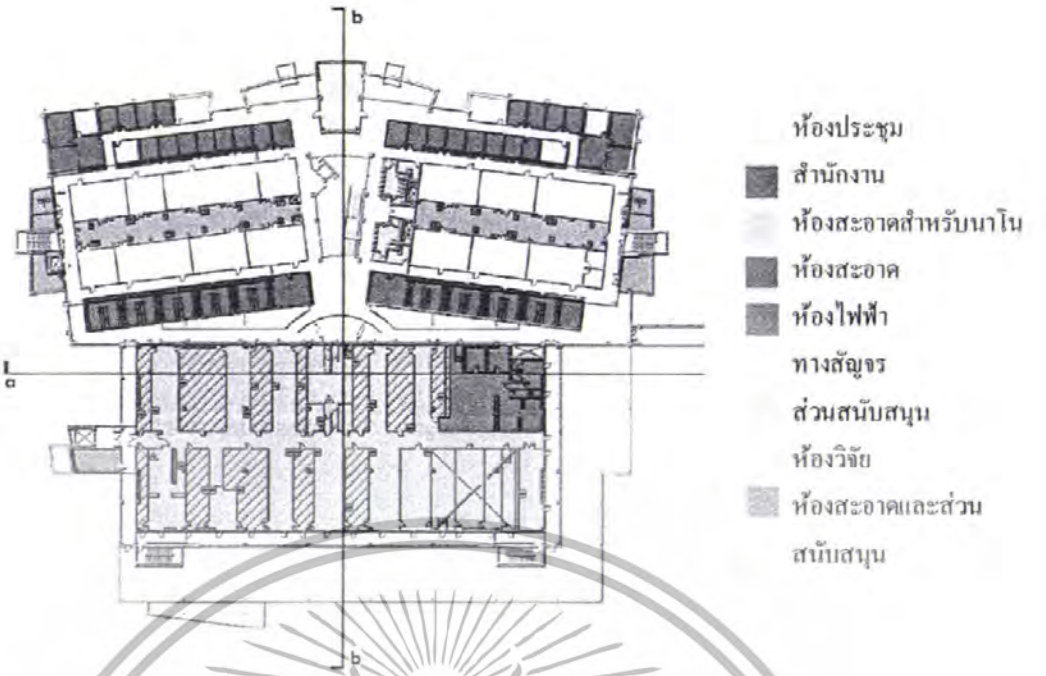


รูปที่ 3.2.1.3 ผังอาคารศูนย์นาโนเทคโน โลยีบริค (BNC) ชั้น 1

โดยทางเข้าหลักของอาคารศูนย์นาโนเทคโน โลยีบริค (BNC) อยู่ทางทิศเหนือของอาคารที่มีห้องประชุม และยังสามารถเข้าได้จากทางอาคารวิจัยชีววิทยาบินเลย์ (Bindley Bioscience Center) โดยโซนของอาคารด้านหน้าจะเป็นส่วนติดต่อและสำนักงานของโครงการ และด้านหลังสุดเป็นส่วนของ ห้องวิจัยและห้องสะอาดโดยมีส่วนของห้องงานระบบอยู่รอบห้องวิจัยเพื่อง่ายต่อความปลอดภัยของโครงการ โดยชั้น 1 มีพื้นที่ใช้สอยดังนี้

- ห้องประชุม
- สำนักงาน
- ห้องวิจัยและปฏิบัติการ
- ห้องสะอาด
- ส่วนสนับสนุนการวิจัย
- โรงซ่อมบำรุง
- ห้องงานระบบประกอบอาคาร
- ห้องไฟฟ้า
- ห้องเก็บของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

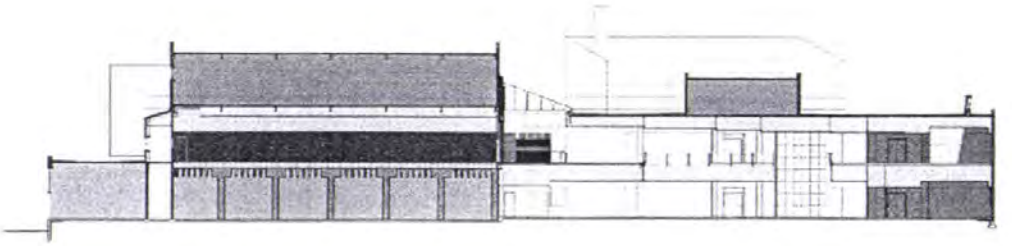


รูปที่ 3.2.1.4 ผังอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) ชั้น 2

การวางตำแหน่งของชั้น 2 คล้ายกับชั้นล่าง โดยใช้ทางขึ้นบริเวณปีกกลางอาคาร เป็นทางสัญจรหลักขึ้นไปชั้น 2 โดยทางทิศเหนืออาคารมีสำนักงาน ตรงกับชั้นล่าง ส่วนห้องวิจัยและห้องสะอาดก็จะตรงกับชั้นล่างเช่นกัน เพื่อสะดวกต่อการวางระบบต่างๆของอาคาร โดยรอบของห้องสะอาดจะมีทางเดินรอบ เพื่อเป็นทางบริการและทางหนีไฟของอาคาร และมีทางเดินเชื่อมชั้น 2 ไปอาคารวิจัยชีววิทยาบินเลย์ (Bindley Bioscience Center) โดยชั้น 2 มีพื้นที่ใช้สอยดังนี้

- ห้องประชุม
- สำนักงาน
- ห้องวิจัยและปฏิบัติการทางเคมี
- ห้องวิจัยและปฏิบัติการทางชีววิทยา
- ห้องวิจัยและปฏิบัติการทางฟิสิกส์
- ห้องสะอาด
- โรงซ่อมบำรุง
- ห้องงานระบบประกอบอาคาร
- ห้องเก็บของ
- ห้องไฟฟ้า
- ส่วนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



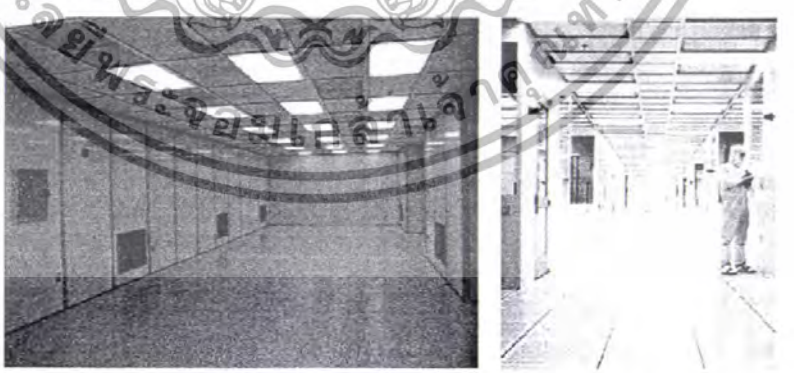
ห้องประชุม
สำนักงาน
ห้องสะอาดสำหรับนาโน
ห้องสะอาด
ห้องไฟฟ้า
ทางสัญจร
ส่วนสนับสนุน
ห้องวิจัย
ห้องสะอาดและส่วน
สนับสนุน

รูปที่ 3.2.1.5 รูปตัดอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

3.2.1.3 องค์ประกอบอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

1.) ห้องสะอาดสำหรับการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี (Nanofabrication cleanroom)

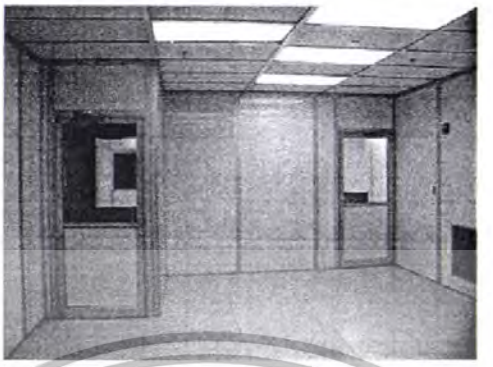
เป็นห้องสะอาดที่มีทางเดินรอบตัวห้อง โดยที่ตัวห้องต้องการการระบายอากาศที่ดี มีการวางระบบสำหรับการวิจัยที่เป็นระเบียบ โดยห้องนี้ทางเข้าจะต้องผ่านห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนที่จะเข้าห้อง



รูปที่ 3.2.1.6 ภายในห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในห้องห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) มีมาตรฐานของห้องสะอาดอยู่ 2 ระดับ คือระดับ100 และระดับ 1000 มีเนื้อที่รวมกันทั้งหมด 2,787.00 ตารางเมตร ราคาค่าก่อสร้าง 2,500,000 เหรียญสหรัฐ



รูปที่ 3.2.1.6 (ต่อ) ภายในห้องสะอาดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

โดยก่อนเข้าห้องสะอาดจะต้องผ่านห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนที่จะเข้าห้อง เพื่อไม่นำฝุ่นหรือสารแปลกปลอมเข้ามาให้ห้อง โดยพื้นจะเป็นพื้นยางที่มีรอยต่อน้อยที่สุดเพื่อสะดวกในการทำความสะอาด

2.) ห้องสะอาดสำหรับการวิจัยทางชีววิทยา

ประกอบด้วยห้องสะอาดสำหรับการวิจัยทางเภสัชกรรมโดยห้องนี้จะแยกออกจากห้องสะอาดสำหรับการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี (Nanofabrication cleanroom) แต่งานระบบต่างๆก็ยังใช้ร่วมกันได้ระหว่างบริเวณทางเข้าของห้องนี้ก็ยังคงผ่านห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนที่จะเข้าห้อง

3.) ห้องวิจัยและปฏิบัติการ

เป็นส่วนพิเศษที่จะสนับสนุน การวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี มีอัลตราเพียว (Ultra pure) ที่มีการถ่ายเทอากาศให้กับอากาศในห้องสะอาด โดยพื้นที่ระหว่างห้องวิจัย ที่ออกแบบโดยใช้ระบบพิกัดมูลฐานจะเป็นทางเดินบริการของห้อง

รูปที่ 3.2.1.7 ภายในห้องวิจัยและปฏิบัติการของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ส่วนสนับสนุน

เป็นส่วนสนับสนุนของห้องสะอาดสำหรับการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีและห้องสะอาดสำหรับการวิจัยทางชีววิทยาซึ่งจะเป็นพื้นที่ของงานระบบประกอบอาคารที่สนับสนุนทั้ง 2 ห้อง โดยที่มีทั้งงานระบบรวมและแยกย่อยงานระบบต่างๆไปแต่ละห้อง โดยห้องนี้จะเข้าได้จากทางเดินบริการของห้องสะอาด

5.) สำนักงาน

สำนักงานของศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)อยู่ทางตอนเหนือของอาคาร อยู่รอบกับพื้นที่วิจัย ทั้ง 2 ชั้น

6.) ส่วนพื้นที่กลาง

เป็นพื้นที่สาธารณะของอาคาร โดยได้ออกแบบเพื่อรองรับผู้ใช้โครงการ และทางเข้าของส่วนวิจัย ส่วนห้องประชุมขนาดใหญ่ของโครงการจะอยู่ทางเหนือของอาคารและกลางอาคาร ส่วนห้องประชุมที่มีขนาดเล็กจะอยู่ริมสำนักงานสองฝั่ง โดยห้องประชุมของอาคารจะใช้พื้นที่ สองชั้นของอาคาร

รูปที่ 3.2.1.8 ห้องประชุมศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

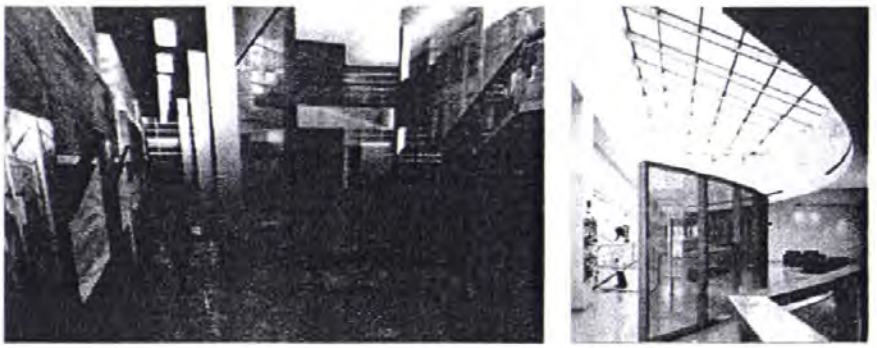
7.) ส่วนงานระบบประกอบอาคาร

อยู่ในชั้นที่ 3 ของอาคารที่เป็นชั้นของงานระบบของอาคาร คือ ระบบปรับอากาศเป็นแบบศูนย์รวม (Central Air Units)

8.) โถงทางเข้า

โถงทางเข้าอยู่ตำแหน่งหน้าโครงการตลอดจนถึงกลางอาคาร โดยมีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาทางด้านบนเนื่องจากอาคารมีขนาดใหญ่ทำให้บริเวณกลางอาคารไม่ได้รับแสงธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.1.9 โถงทางเข้าของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

โถงทางเข้าของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)ใช้เจาะช่องแสงบนหลังคา เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานและเพื่อให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายของนักวิจัยในอาคาร โดยมีบันไดกลางอาคาร และลิฟต์ 2 ตัว ส่วนวัสดุผนังก็ใช้ทองแดงที่ใช้ภายนอกอาคารมีใช้ภายในอาคารเพื่อให้เกิดความเชื่อมต่อของวัสดุอาคาร

3.2.1.4 ผู้ใช้โครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

แบ่งเป็นประเภทใช้โครงการดังนี้

1. นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์
2. นักศึกษามหาวิทยาลัยเพอร์ดู (Purdue University)
3. เจ้าหน้าที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)
4. บุคคลทั่วไปที่สนใจการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี

ซึ่งทุกคนที่เข้ามาในอาคาร จะมีทางเข้าหลักคือ โถงทางเข้าอาคาร แล้วจะมีป้ายบอกทางจะเป็นป้ายที่บอกผังในอาคาร และทางฉุกเฉินของอาคาร โดยที่ทุกคนเข้ามาจะเห็นป้ายบอกทางฉุกเฉินก่อนส่วนคนที่ทำงานใน ห้องวิจัยจะมีบัตรผ่านที่จะเข้าส่วนวิจัย ส่วนคนภายนอกจะเข้ามาส่วนนี้จะต้องทำเรื่องขออนุญาตก่อนและจะมีผู้ติดตามเสมอจะไม่สามารถเข้าห้องสะอาดได้ จะมองการวิจัยได้แค่ภายนอกผ่านกระจกห้องสะอาดหรือเข้าห้องได้แต่ต้องมีเจ้าหน้าที่ดูแล

3.2.1.5 ระบบความปลอดภัยในอาคาร

ระบบความปลอดภัยในอาคารมีดังนี้

1.) ระบบเกี่ยวกับห้องวิจัยและปฏิบัติการ

- ระบบเตือนสำหรับก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระบบที่วางแผนสำหรับก๊าซที่ปล่อยมาจากห้องทดลอง ที่มีเครื่องตรวจจับคอยควบคุมการปล่อยก๊าซให้น้อยที่สุด โดยที่ท่อจะมีลิ้นเปิดปิดสำหรับปล่อยก๊าซ สำหรับก๊าซที่มีพิษ จะตั้งค่าให้ปล่อยออกมาในสัดส่วน 25% ของทีแอลวี (Threshold limit value) ส่วนก๊าซปกติจะตั้งค่าให้ปล่อยออกมาในสัดส่วน 50 % ของทีแอลวี สำหรับก๊าซที่ติดไฟได้จะตั้งค่าให้ปล่อยออกมาในสัดส่วน 10 % ของแอลเอฟแอล (Lower Flammability limit)

- ระบบการระบายอากาศ

ระบบระบายจากห้องวิจัย ที่เป็นของเหลวที่มีอันตรายจากสารเคมี หรือก๊าซที่เป็นอันตราย โดยจะปล่อยออกมาในความดันเฉลี่ยโดยที่เป็นไปตามความเห็นชอบของแผนสาธารณสุขของมหาวิทยาลัยเพอร์ดู (Purdue University Chemical Hygiene Plan :CHP)

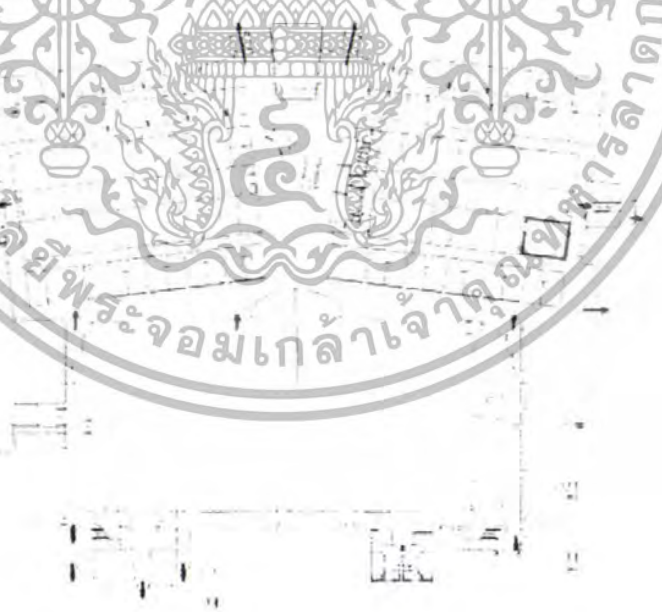
2.) ส่วนควบคุมเหตุฉุกเฉิน

- ห้องรับสัญญาณเหตุฉุกเฉิน (Emergency Response Team :ERT Room)

เป็นหน่วยที่รักษาความปลอดภัยของอาคารอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริด (BNC) ใกล้กับห้อง 1137 เป็นส่วนที่ควบคุมอาคารและส่วนฉุกเฉิน ในเวลาฉุกเฉิน

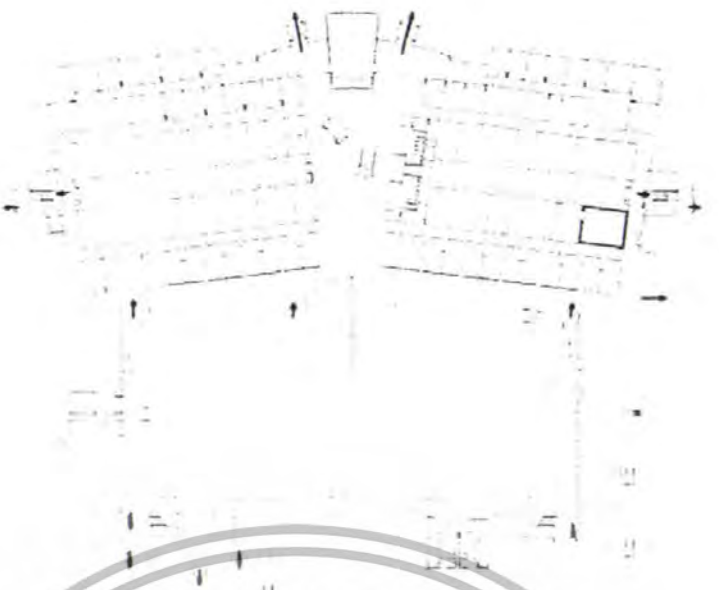
- ทางหนีไฟของอาคาร

ผังของการหนีอัคคีภัยของอาคารแสดงดังนี้



รูปที่ 3.2.1.10 ทางหนีไฟของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริด (BNC) ชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



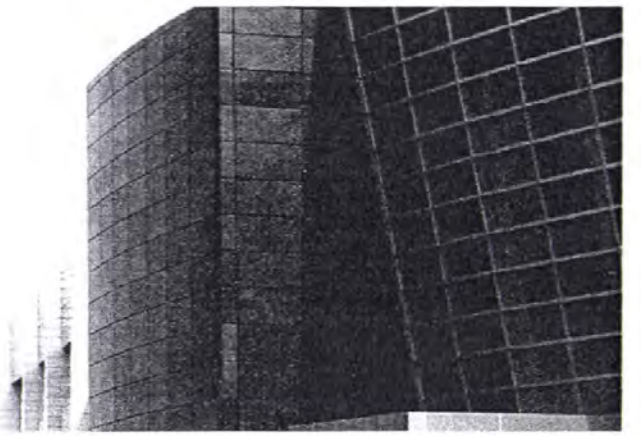
รูปที่ 3.2.1.11 ทางหนีไฟของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) ชั้น 2

3.2.1.6 ระบบโครงสร้าง

ระบบโครงสร้างของอาคารชั้นล่างเป็นระบบเสาและคานเพื่อป้องกันการสั่นของอาคารที่จะมีผลต่อห้องวิจัย โดยพื้นของส่วนห้องสะอาดเป็นระบบพื้นรังผึ้ง (Waffle slab) โดยเสามีขนาด 36 นิ้ว ความลึกของระบบพื้นรังผึ้ง (Waffle slab) หนา 24 นิ้ว แล้วปูพื้นปิดด้วยอีพ็อกซี่เพื่อไม่ให้เกิดรอยต่อของโครงสร้าง และทำความสะอาดง่าย ส่วนอื่นของอาคารที่ไม่ใช่ห้องสะอาด คือ ส่วนสำนักงานและห้องประชุมใช้โครงสร้างเป็นโครงสร้าง เหล็กทั้งหมด รวมถึงส่วนของหลังคาด้วย โดยการวางระบบเสาวางอยู่ในระบบพิกัดมูลฐานที่อ้างอิงมาจากขนาดของห้องวิจัยโดยผนังของอาคารเป็นระบบผนังแขวน (Curtainwall System)

รูปที่ 3.2.1.12 การก่อสร้างอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

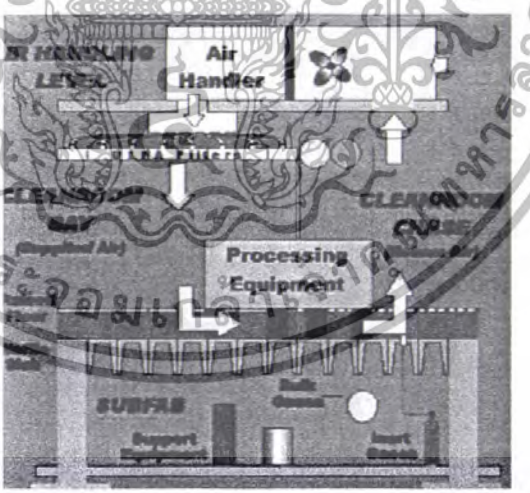


รูปที่ 3.2.1.13 วัสดุปิดผิวอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

วัสดุปิดผิวของอาคารภายนอกเป็นอะลูมิเนียม หนา 4 มิลลิเมตร ใช้ทั้งหมด 6,267.00 ตารางเมตร ผนังทองแดงหนา 4 มิลลิเมตร 4,187.00 ใช้ทั้งหมด 389.00 ตารางเมตร

3.2.1.7 งานระบบ

ห้องสะอาดใช้พื้นที่ของงานระบบ 3 ชั้น โดยชั้นล่างเป็นส่วนของงานระบบ (Subfab) เป็นที่เก็บงานระบบที่ สนับสนุนห้องสะอาดเช่น เครื่องปั๊มแก๊ส ที่เก็บของแก๊สต่างๆ ส่วนชั้นบนของห้อง เป็นตำแหน่งวางเครื่องจ่ายลมเย็น โดยที่ปล่อยลมผ่าน ตัวแผ่นกรองเอดฟา ก่อนเข้าห้องสะอาด



รูปที่ 3.2.1.14 รูปตัดแสดงระบบของห้องสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.8 บทวิเคราะห์จากการศึกษาอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC)

จากการศึกษาข้อมูลของอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค (BNC) สามารถสรุปใช้ในการอ้างอิงในการออกแบบได้ดังนี้

1.) องค์ประกอบของอาคารมีดังนี้

- องค์ประกอบหลัก
  - ห้องสะอาด
  - ห้องวิจัยได้แก่ ห้องวิจัยทางเคมี , ห้องวิจัยทางชีววิทยา , ห้องวิจัยทางอิเล็กทรอนิกส์ , ห้องวิจัยนาโนเทคโนโลยี
  - ส่วนสนับสนุนการวิจัย
- องค์ประกอบรอง
  - ห้องประชุม
  - สำนักงาน
  - ห้องระบบประกอบอาคารและส่วนบริการ

2.) ห้องสะอาดสำหรับนาโนเทคโนโลยีที่ใช้ ห้องมาตรฐานระดับ 10- 1000 โดยมีทั้งหมด 88 ห้อง

3.) ระบบของห้องสะอาดซึ่งมีความสำคัญมากในการออกแบบห้องสะอาดที่ใช้งานระบบของห้อง ชั้นล่างและชั้นบน ตลอดจนถึงโครงสร้างของห้องที่ป้องกันการสั่นของห้อง

4.) ขนาดโครงการผู้ใช้โครงการ 300 คน โดยพื้นที่ของห้องวิจัยและห้องสะอาดคือ 17,372 ตารางเมตร

5.) การจัดโซนต่างๆ ของอาคารวิจัย จะอยู่ด้านในสุดจากทางเข้าอาคารเนื่องจากความปลอดภัยและความต้องการความเงียบในการทดลอง

6.) พื้นที่การเข้าถึงส่วนต่างๆ ของอาคารของผู้ใช้แต่ละประเภท

7.) ระบบรักษาความปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน จะควรปฏิบัติตนอย่างไร และควรออกแบบทางหนีไฟให้พอเหมาะสำหรับผู้ใช้อาคาร

8.) ระบบโครงสร้างใช้ระบบเสาและคานเพื่อป้องกันการสั่นที่จะมีผลต่อห้องวิจัย

9.) ข้อคำนึงในการออกแบบอาคารที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ให้เป็นกลุ่มอาคารหลังเดียวกันทั้งหมดจะมีผลต่อบริเวณตำแหน่งกลางอาคารที่จะไม่ได้รับแสงธรรมชาติและมีปัญหาในการระบายอากาศซึ่งจะส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 สถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย (The California NanoSystems Institute :CNSI)

ที่ตั้ง มหาวิทยาลัยแห่งแคลิฟอร์เนีย , ลอสแองเจลลิส (University of California, Los Angeles ,UCLA) ประเทศสหรัฐอเมริกา

พื้นที่ใช้สอย 189,005 ตารางฟุต หรือ 17,559 ตารางเมตร

ประเภทอาคาร อาคารวิจัยและอาคารเรียน

สถาปนิก กิคฮอล์น ลาซซารอททโต (Gicklhorn Lazzarotto)

โครงสร้าง คอนกรีตเสริมเหล็กและเหล็ก

งบประมาณ 149 ล้านเหรียญสหรัฐ

ก่อสร้างเสร็จ พ.ศ. 2550

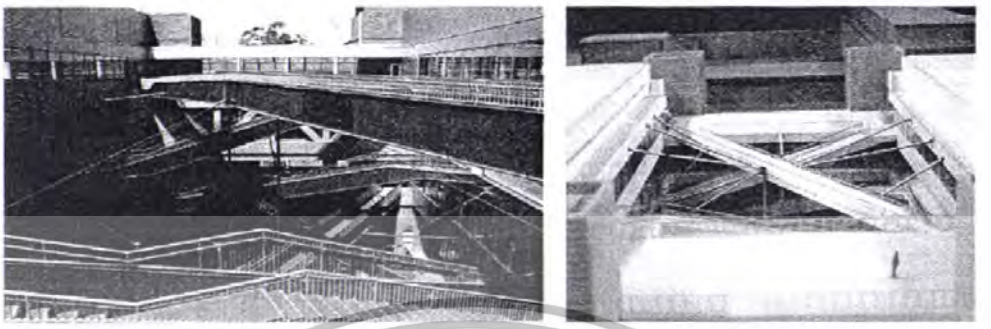
รูปที่ 3.2.2-1 แสดงทัศนียภาพภายนอกและหน้าตัดของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

3.2.2.1 ข้อมูลทั่วไปของโครงการ

สถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียตั้งขึ้นโดยความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยแห่งแคลิฟอร์เนียและสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติแคลิฟอร์เนีย โดยอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียเป็นอาคารวิจัยหลังใหม่ของมหาวิทยาลัยแห่งแคลิฟอร์เนีย , ลอสแองเจลลิส เพื่อตอบสนองการวิจัยเทคโนโลยีใหม่ คือ คือ นาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี โดยมีที่ตั้งของโครงการอยู่ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารโดยรอบมาก ซึ่งโครงการอยู่ในบริเวณของลานวิทยาศาสตร์และพื้นที่จอดรถยนต์ของมหาวิทยาลัย ดังนั้นผู้ออกแบบ จึงมีแนวความคิดที่จะใช้โครงสร้างเหล็กพาดช่วงกว้างผ่านบนที่จอดรถยนต์ของมหาวิทยาลัย ซึ่งส่งผลให้อาคารเป็นอาคารในแนวสูงที่ที่จะเป็นอาคารในแนวราบแบบปกติ โดยอาคารมีความสูงทั้งหมด 7 ชั้น โดยพื้นที่ใช้สอย 50 % ของอาคารเป็นพื้นที่สำหรับทำการวิจัย ส่วนที่เหลือเป็น สำนักงาน , ห้องประชุม , ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิทรรศการ , ส่วนบริการข้อมูลและห้องประชุมใหญ่ 260 ที่นั่ง โดยการออกแบบอาคารมีแนวความคิดในการออกแบบห้องวิจัยที่เน้นให้นักวิจัยที่อยู่ในอาคารมี ปฏิสัมพันธ์กับนักวิจัยคนอื่น โดยมีการเพิ่มพื้นที่ส่วนกลางให้ใหญ่ขึ้นมีทางเดินเชื่อมไปหาทุกชั้น



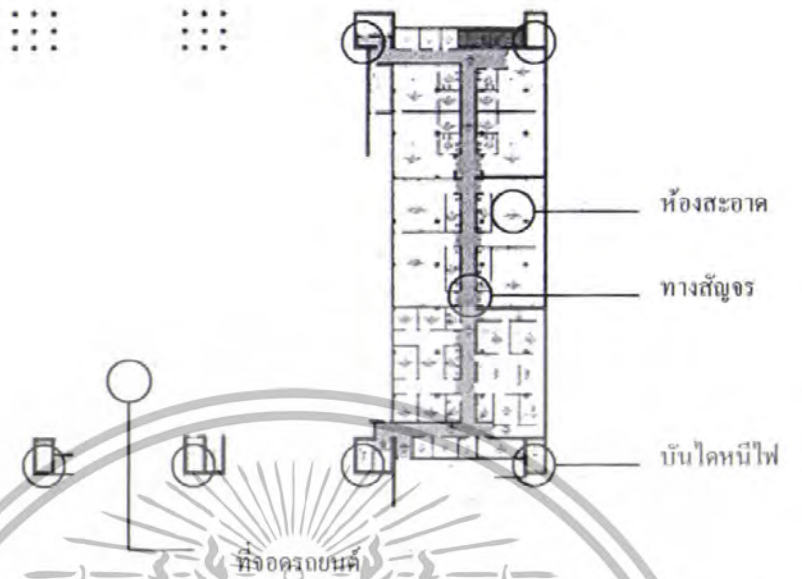
รูปที่ 3.2.2.2 แสดงทัศนียภาพและหุ่นจำลองของทางเชื่อมกลางอาคาร

ส่วนการจัดผังของห้องวิจัยจัดให้มีพื้นที่ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามรูปแบบของการวิจัย โดยพื้นที่วิจัยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ

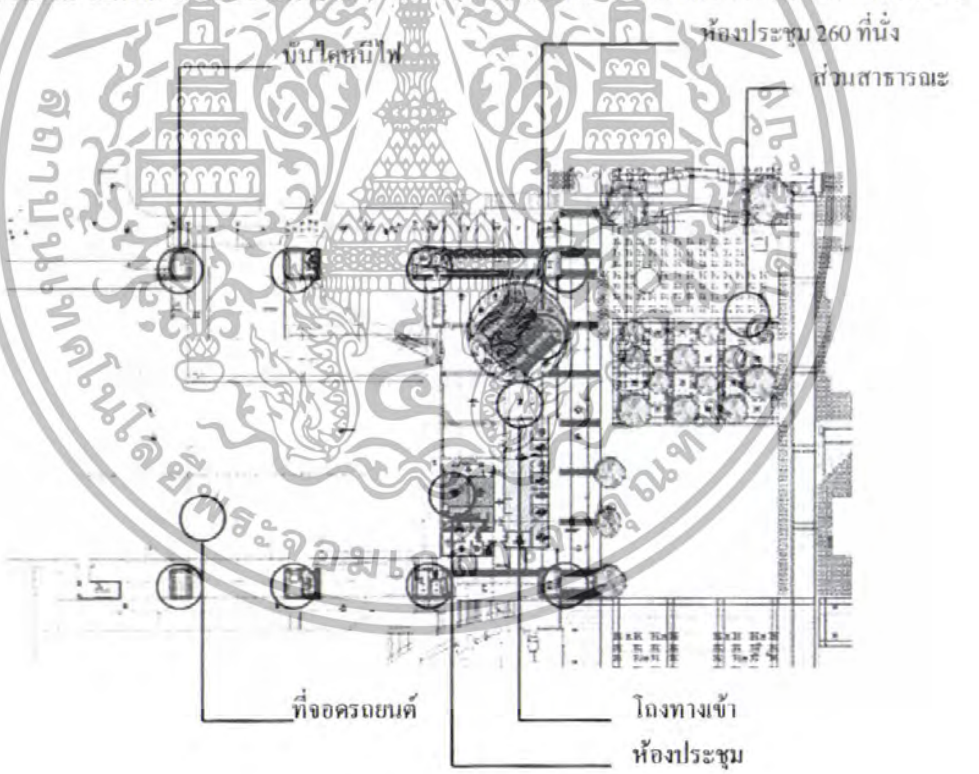
- ชั้นใต้ดินตั้งแต่ชั้น 2 ลงไป เป็นห้องวิจัยที่อยู่ใต้ดินจะเป็นส่วนการวิจัยเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์, ห้องวิจัยทางกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและห้องสะอาด ระดับ 1000 และ 100 โดยจะอยู่ที่ชั้นใต้ดินสาเหตุมาจากเป็นส่วนที่ต้องความสะอาดและต้องการความเงียบในการวิจัยอย่างมาก ซึ่งต้องมีการป้องกันที่ดี โดยชั้น 1 เป็นชั้นที่วิจัยเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งต้องมีการออกแบบรองรับการวิจัยทางด้านนี้ โดยต้องมีส่วนที่เก็บสัตว์ในการทดลอง และมีส่วนที่มีการวิจัยทางด้านรังสีวิทยาในชั้นนี้ด้วย ดังนั้นโครงสร้างของห้องวิจัยในส่วนนี้มีผนังคอนกรีตกั้นระหว่างห้องวิจัยกับชั้นดิน
- ชั้นบนชั้น 4 ขึ้นไปเป็นส่วนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี โดยเป็นการชั้นในแบบพิกัดมูลฐานของการออกแบบห้องวิจัย โดยมีส่วนสนับสนุนการวิจัยอยู่ส่วนหน้าห้องวิจัย โดยผังอาคารส่วนนี้เป็นสี่เหลี่ยมแล้วมีการเปิดที่ว่างของอาคารตรงกลาง ซึ่งตำแหน่งของห้องวิจัยจะอยู่ริมอาคารด้านนอกส่วนด้านในอาคารริมส่วนที่เปิดที่ว่างกลางอาคารจะเป็นพื้นที่ส่วนกลางที่ใช้ในการพักผ่อนของนักวิจัย โดยมีทางเดินเชื่อมต่อไปทุกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 ผังอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

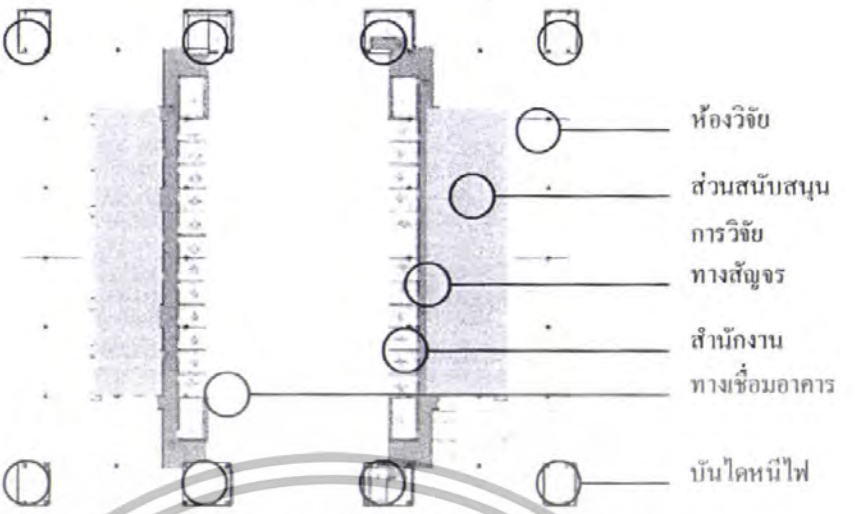


รูปที่ 3.2.2.3 แสดงผังอาคารชั้นใต้ดินถึงชั้น 3 ของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

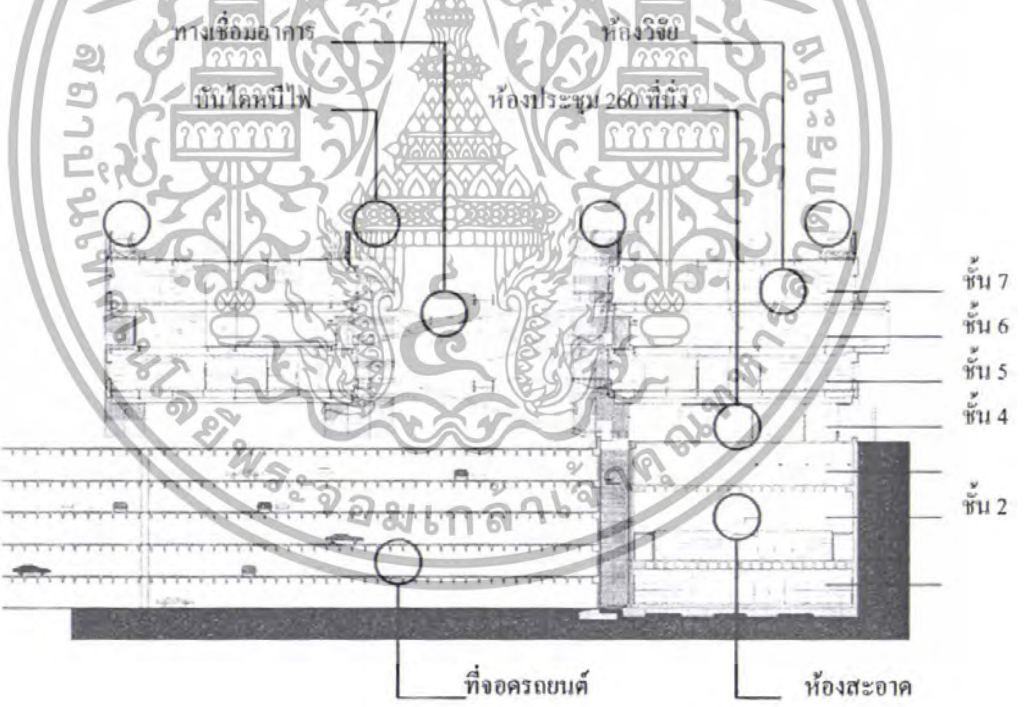


รูปที่ 3.2.2.4 แสดงผังอาคารชั้น 4 ของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

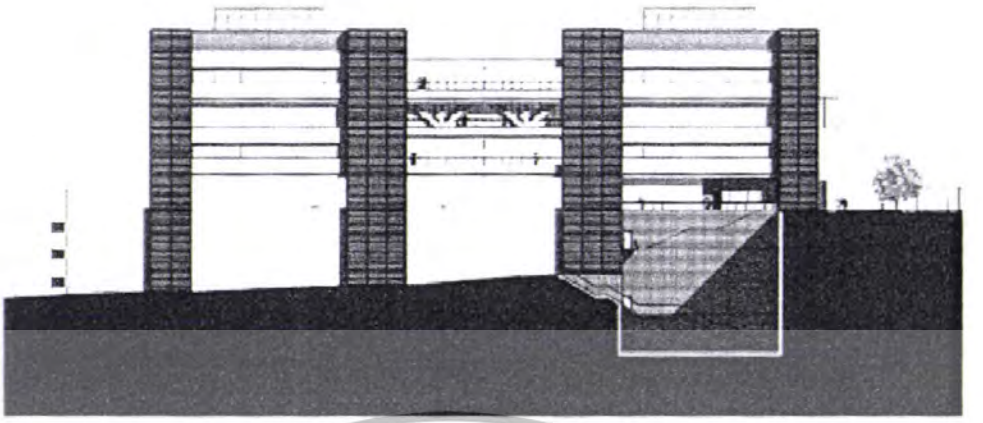


รูปที่ 3.2.2.5 แสดงผังอาคารชั้น 5-7 ของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

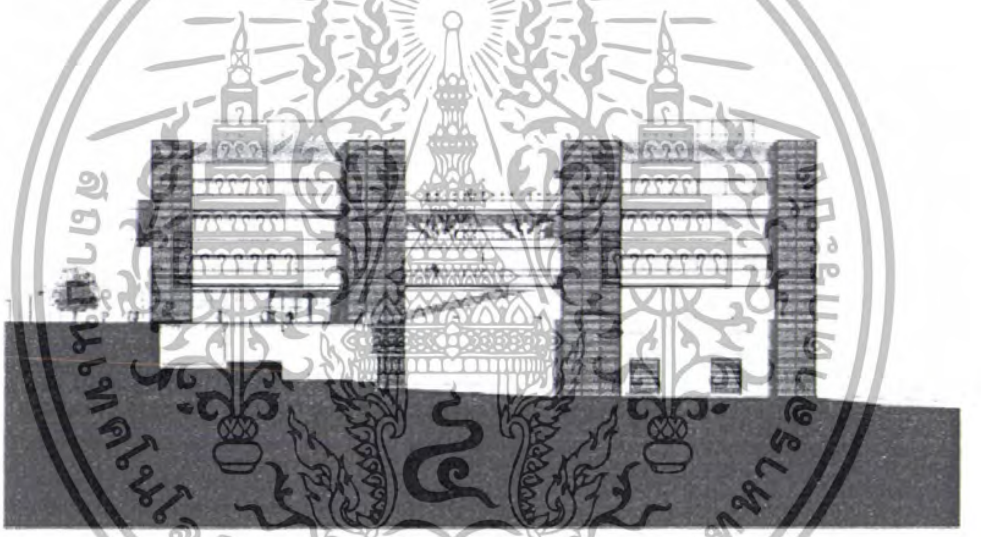


รูปที่ 3.2.2.6 แสดงรูปตัดอาคารของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

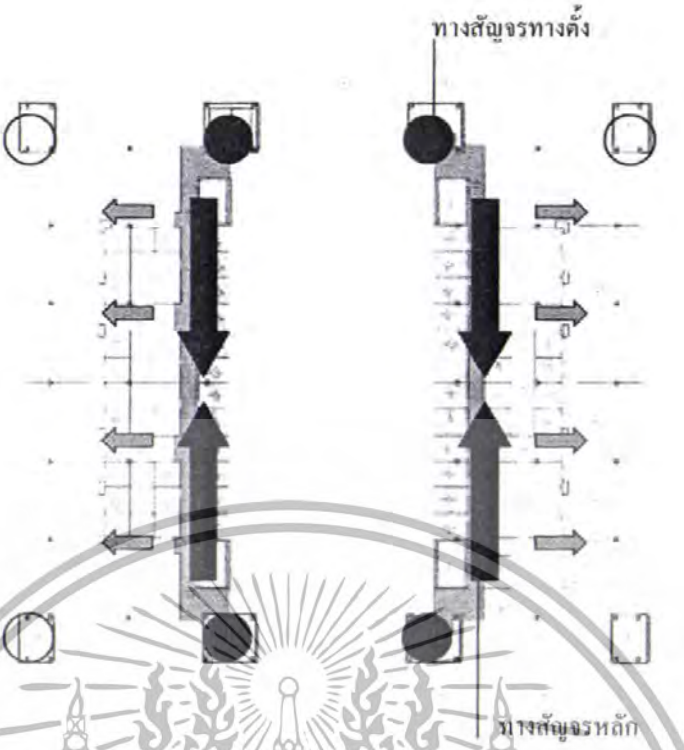


รูปที่ 3.2.2.7 แสดงรูปด้านข้างที่ 1 อาคารของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย



รูปที่ 3.2.2.8 แสดงรูปด้านข้างที่ 2 อาคารของสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.2.9 แสดงทางสัญจรของอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

จากการศึกษาทางสัญจรของอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย เป็นลักษณะของการวางผังแบบศูนย์วิจัยพื้นฐาน คือ ใช้ทางสัญจรหลักเป็นทางเดินเข้าในแต่ละห้องวิจัยในลักษณะการแจกทางสัญจรแบบเส้น ซึ่งลักษณะการจัดทางสัญจรแบบเส้นมีปัญหาในส่วนของระบบการทำงานที่ไม่เป็นเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเนื่องจากจะไม่เกิดการสัญจรที่ครบวงทำให้การทำงานเกิดการไม่เชื่อมต่อ

3.2.2.3 รายละเอียดองค์ประกอบของโครงการ

1.) ห้องสะอาด

สถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียมีห้องสะอาดระดับ 100 และระดับ 1000 โดยห้องระดับ 1000 ไว้สำหรับงานวิจัยทางนาโนชีวภาพ ซึ่งต้องการห้องวิจัยที่มีความเงียบและไม่มีแรงสั่นสะเทือน ส่วนในห้องสะอาดอื่นๆมีโดยเครื่องมือ คือ

- กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM)
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope:TEM)
- กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope:STM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม(Atomic Force Microscope:AFM)

2.)ห้องวิจัย

สถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย มีส่วนวิจัย 3 ชั้น โดยมีการจัดโต๊ะทดลองแบบ แถวละ 2 ตัวและมีอีก 1 ชุดที่ริมหน้าต่าง โดยภายใน 1 ห้องวิจัยมี 5 แถว รวมเป็น 30 โต๊ะทดลอง

รูปที่ 3.2.2.10 แสดงทัศนียภาพภายในห้องวิจัย

3.) ห้องประชุม

ห้องประชุมใหญ่มีที่นั่ง 260 ที่นั่งแบบที่ลาด(Theater)และมีห้องประชุม 11 ห้อง ซึ่งห้องประชุมใหญ่จะอยู่ชั้นที่ 4 ของอาคารบริเวณทางเข้าหลัก

4.) ส่วนสำนักงาน

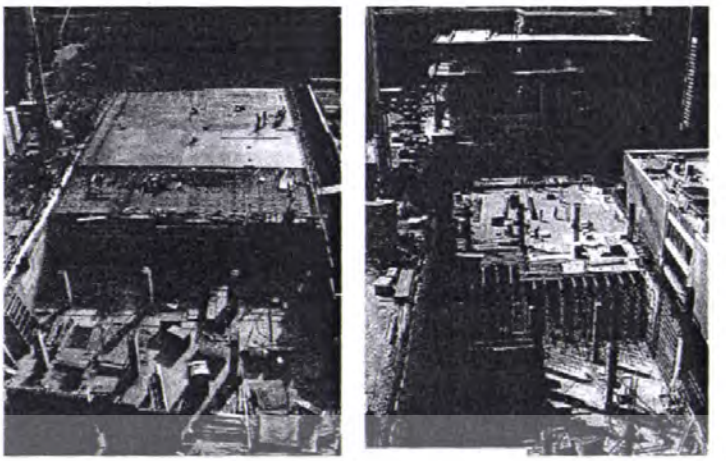
เป็นสำนักงานของนักวิจัยโดยมีจะอยู่ริมอาคารด้านในที่เปิดที่ว่างของอาคารตรงกลางซึ่งในแต่ละด้านจะมีห้อง 12 ห้อง โดยมีขนาดประมาณ 3.00 x 2.50 เมตร

รูปที่ 3.2.2.11 แสดงทัศนียภาพภายในห้องสำนักงาน

3.2.2.4 ระบบโครงสร้าง

โดยอาคารใช้ระบบในส่วนใต้ดินเป็นแบบหล่อสำเร็จในที่รวมทั้งผนังกันดิน ส่วนโครงสร้างด้านบนเป็นระบบเสาคานที่มีทางเดินเชื่อมอาคารเป็นโครงสร้างเหล็กโดยมีแกนอาคารของอาคารอยู่ทุกมุมของอาคารซึ่งจะเป็นบันไดหนีไฟและท่อรวมงานระบบประกอบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.2.12 การก่อสร้างอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียในส่วนของชั้นใต้ดิน

รูปที่ 3.2.2.13 การก่อสร้างอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียในส่วนห้องวิจัย ส่วนระบบปรับอากาศเป็นแบบส่วนกลาง แต่ในส่วนห้องสะอาดจะใช้แยกออกจากอาคารหลัก

รูปที่ 3.2.2.14 การติดตั้งระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2.2.15 ทัศนียภาพภายนอกอาคารเมื่อก่อสร้างเสร็จ

3.2.2.5 บทวิเคราะห์จากการศึกษาอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย

จากการศึกษาข้อมูลของอาคารสถาบันวิจัยนาโนเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียสามารถสรุปใช้ในการอ้างอิงในการออกแบบได้ดังนี้

1.) องค์ประกอบของอาคารมีดังนี้

- องค์ประกอบหลัก
  - ห้องสะอาดระดับ100 และระดับ 1000 โดยมีเครื่องมือ คือ กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด(SEM),กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน (TEM) , กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (STM) ,กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (AFM)
  - ห้องวิจัยได้แก่ ห้องวิจัยทางเคมี , ห้องวิจัยทางชีววิทยา , ห้องวิจัยทางฟิสิกส์ , ห้องวิจัยนาโนเทคโนโลยี
  - ส่วนสนับสนุนการวิจัย
- องค์ประกอบรอง
  - ห้องประชุมใหญ่
  - ห้องบริการอาหารสำหรับการประชุม
  - สำนักงาน
  - ห้องระบบประกอบอาคารและส่วนบริการ
  - โถงและส่วนนิทรรศการ

2.) ห้องวิจัยมีการแบบเปิดคือไม่มีการกั้นผนังแต่จะแบบเป็นส่วน โดยโต๊ะทดลองมีส่วนละ 30 ชุด มีโต๊ะทดลองรวมทั้งหมดประมาณ 380 ชุด

3.) ส่วนสำนักงานนักวิจัยมี 72 ห้อง โดยขนาดประมาณ 3.00 x 2.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) การจัดลำดับการเข้าถึงองค์ประกอบภายในโครงการ จะให้ส่วนวิจัยอยู่บนสุดและล่างสุดโดยมีโถงทางเข้าเป็นองค์ประกอบที่จะแจกไปยังส่วนต่างๆ

5.) ห้องสะอาดมีการออกแบบเพื่อความปลอดภัยและป้องการสั่นสะเทือนโดยให้อยู่ใต้ดินของอาคาร

6.) การออกแบบที่อาคารขนาดใหญ่ถ้ามีการเปิดช่องกลางอาคารสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคารและส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของนักวิจัยได้

7.) การออกแบบที่อาคารขนาดใหญ่ถ้ามีการเปิดช่องกลางอาคารสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคารและส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของนักวิจัยได้

8.) ข้อคำนึงในการออกแบบลักษณะที่แยกส่วนวิจัยและห้องสะอาดทำให้การติดต่อขององค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กันถูกแยกด้วยส่วนทางเข้าซึ่งเป็นส่วนสาธารณะ ทำให้การดูแลรักษาความปลอดภัยเป็นไปได้ยาก

9.) ข้อคำนึงในการออกแบบของห้องสะอาดที่อยู่ใต้ดินซึ่งมีผลดีต่อความปลอดภัยและป้องการสั่นสะเทือนแต่ทำให้ภายในส่วนนี้มีไม่มีแสงธรรมชาติและไม่มีการระบายอากาศได้ดีซึ่งต้องใช้การระบายอากาศด้วยวิธีกล ทำให้ส่งผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร

ในส่วนการศึกษาอาคารตัวอย่างสามารถนำมาบทวิเคราะห์ในแต่ละอาคารไปอ้างอิงในการวิเคราะห์พื้นที่ใช้ของอาคารและประเภทของห้องวิจัย นอกจากในส่วนการศึกษาอาคารตัวอย่างในงานระบบประกอบอาคารสามารถนำไปวิเคราะห์และศึกษาประเภทของงานระบบประกอบอาคารที่จะเลือกใช้ใน โครงการ

นอกจากนี้ในบทวิเคราะห์จากการศึกษาอาคารตัวอย่างยังสามารถนำปัญหาของอาคารตัวอย่างไปแก้ปัญหาหรือหากระบวนการออกแบบที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงการ

4.1 การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบของโครงการ

การศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบโครงการจากการกำหนดองค์ประกอบในตอนแรก เพื่อเป็นการนำเอาองค์ประกอบต่างๆมาขยายความและเพื่อให้มีความสอดคล้องกับความต้องการและขอบเขตของโครงการมากขึ้น โดยการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ และจากอาคารตัวอย่าง ซึ่งทำให้สามารถรู้ถึงปัญหา ความต้องการของโครงการและวิธีการตอบสนองความต้องการนั้นได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4.1.1 การศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

ด้านการค้นคว้าและวิจัย

- ส่งเสริมให้มีการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อนำความรู้และผลผลิตจากนาโนเทคโนโลยีมาใช้กับความต้องการของประเทศ
- ส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้เพียงพอสำหรับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีในระดับวิจัยและพัฒนา
- เป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการ ในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีและพร้อมเป็นศูนย์กลางการประสานงานการวิจัยและพัฒนากับสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ
- เป็นศูนย์ที่ให้บริการเครื่องมือสำหรับงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีสำหรับ นักวิจัย, สถาบันอุดมศึกษาและภาคเอกชน

ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่

- บริการและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิตของประเทศและบุคคลที่ต้องการนำนาโนเทคโนโลยีกับพัฒนากับธุรกิจตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อให้ประชาชนโดยทั่วไปรับความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี พร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมรับการมีบทบาทของนาโนเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตประจำวันในการตัดสินใจในการเลือกใช้นาโนเทคโนโลยี
- ส่งเสริมให้มีการประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนาโนเทคโนโลยี ในกลุ่มเยาวชนเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และความตระหนักถึงบทบาทของนาโนเทคโนโลยีต่อประเทศ
- ให้ทุนสนับสนุนการเสนอการตีพิมพ์วารสารวิชาการทั้งในต่างประเทศ และค่าจดสิทธิบัตร
- ส่งเสริมอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด โดยการดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศและภายในประเทศ
- สร้างกลไกดูแลความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี

ด้านการศึกษาฝึกอบรม

- เป็นสถานที่ฝึกอบรมในทางทฤษฎีและปฏิบัติถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้ที่มาใช้โครงการได้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และนำไปพัฒนายกระดับความรู้บุคลากรในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตร
- เพื่อรองรับการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีระดับประเทศและนานาชาติ รวมทั้งประสานงานให้ความร่วมมือระหว่างนานาประเทศที่มีการวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
1. ด้านการค้นคว้าและวิจัย			
- ส่งเสริมให้มีการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อนำความรู้และผลผลิตจากนาโนเทคโนโลยีมาใช้กับความต้องการของประเทศ	- จัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือกลางด้านนาโนเทคโนโลยี	- ส่วนวิจัยนาโนเทคโนโลยี	- ห้องวิจัยกลางศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
	- การวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีในระดับศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทาง	- สถาบันการศึกษาในเครือข่ายความร่วมมือกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายความร่วมมือระหว่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี
- ส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้เพียงพอสำหรับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีในระดับวิจัยและพัฒนา	- ส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนทางนาโนเทคโนโลยี	- ส่วนส่งเสริมนโยบายจัดให้มีหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตศึกษา	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร - ห้องประชุมคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
	- ส่งเสริมความร่วมมือกับต่างประเทศเพื่อพัฒนาบุคลากร	- ส่วนส่งเสริมและสนับสนุนให้มีบุคลากร ความรู้จากต่างประเทศมาเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยในประเทศไทย	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร - ห้องประชุมคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
1. ด้านการค้นคว้าและวิจัย (ต่อ)			
	- ยกระดับความรู้บุคลากรในภาคอุตสาหกรรม	- ส่วนวิชาการที่จัดให้มีหลักสูตรฝึกอบรมด้านนาโนเทคโนโลยีและการบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือแก่บุคลากรทุกระดับ	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร
- เป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีและพร้อมเป็นศูนย์กลางการประสานงานการวิจัยและพัฒนากับสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ	- การบริการข้อมูลทางวิชาการแก่หน่วยงาน ภาครัฐ , เอกชน และประชาชนทั่วไป	- ส่วนให้บริการหน่วยงาน ภาครัฐ , เอกชน และประชาชนทั่วไปด้านการค้นคว้าข้อมูล	- ห้องสมุดนาโนเทคโนโลยี - ห้องโสตทัศนศึกษา - ห้องคอมพิวเตอร์
	- การส่งบุคลากรไปบรรยายนอกสถานที่ตามหน่วยงานต่างๆ	- ส่วนวิชาการที่ทำการบรรยาย	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ
	- การส่งเสริมความร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษา	- ส่วนส่งเสริมความร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษา	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
- เป็นศูนย์ที่ให้บริการเครื่องมือสำหรับงานวิจัยนาโนเทคโนโลยี **สำหรับนักวิจัย , สถาบันอุดมศึกษาและภาคเอกชน**	- การบริการเครื่องมือในการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีแก่หน่วยงาน ภาครัฐ , เอกชน และประชาชนทั่วไป	- ส่วนให้บริการเครื่องมือในการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี	- ห้องปฏิบัติการเครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ - ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
2. ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่			
- บริการและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิตของประเทศและบุคคลที่ต้องการนำนาโนเทคโนโลยีกับพัฒนากับธุรกิจตนเอง	- การบริการให้ความรู้แก่หน่วยงานภาครัฐ , เอกชน และประชาชนทั่วไป	- ส่วนวิชาการที่ทำการบรรยาย	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร
	- การบริการถ่ายทอดความรู้สู่ภาคอุตสาหกรรม	- ส่วนวิชาการที่ทำการบรรยายสู่ภาคอุตสาหกรรม	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร
-เพื่อให้ประชาชนโดยทั่วไปรับความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี พร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมรับการมีบทบาทของนาโนเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตประจำวันในการตัดสินใจในการเลือกใช้นาโนเทคโนโลยี	- การให้ความรู้แก่ประชาชนโดยทั่วไปที่สนใจโดยเปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปหรือผู้สนใจได้มีโอกาสเข้ามาติดต่อสอบถามข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี	- ส่วนวิชาการให้บริการข้อมูลแก่ประชาชน	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายประชาสัมพันธ์ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่
		- ส่วนให้ประชาชนทั่วไปทำการค้นคว้าหาข้อมูลและความรู้ทางนาโนเทคโนโลยี	- ห้องสมุดนาโนเทคโนโลยี - ห้องโสตทัศนศึกษา - ห้องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
2. ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่			
	- การจัดการฝึกอบรมให้ความรู้และจัดการบรรยายหรือสัมมนา	- ส่วนวิชาการที่ทำการฝึกอบรม	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องเจ้าหน้าที่งานประชาสัมพันธ์ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร
	- การจัดแสดงนิทรรศการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมเทคโนโลยี	- ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ	- ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ - ส่วนกิจกรรม
		- ส่วนเตรียมการแสดงนิทรรศการ	- ห้องเจ้าหน้าที่งานนิทรรศการ - ห้องเตรียมการแสดง - ห้องเก็บอุปกรณ์เตรียมการแสดง
		- ส่วนจัดเก็บวัตถุแสดง	- ห้องเก็บวัตถุแสดง
		- ส่วนซ่อมแซมวัตถุแสดง	- ห้องซ่อมแซม - ห้องเจ้าหน้าที่งานนิทรรศการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
2. ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่			
- ส่งเสริมให้มีการประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางด้านนาโนเทคโนโลยี ในกลุ่มเยาวชนเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และความตระหนักถึงบทบาทของนาโนเทคโนโลยีต่อประเทศ	- การจัดงานประกวดสิ่งประดิษฐ์และโครงงานทางนาโนเทคโนโลยี	- ส่วนกิจกรรมเยาวชน	- ห้องเจ้าหน้าที่งานกิจกรรม - ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ลานกิจกรรมสาธารณะ
	- การจัดค่ายนาโนเทคโนโลยีสำหรับเยาวชน	- จัดอบรมความรู้ทางนาโนเทคโนโลยีสำหรับเยาวชน	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร - ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องเจ้าหน้าที่งานกิจกรรม - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร - ลานกิจกรรมสาธารณะ - ศูนย์อาหาร
- ให้ทุนสนับสนุนการเสนอการตีพิมพ์วารสารวิชาการทั้งในต่างประเทศ และค่าจดสิทธิบัตร	- การให้ทุนสนับสนุนการตีพิมพ์เอกสารทางวิชาการเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีเพื่อ	- ส่วนให้ทุนสนับสนุนการตีพิมพ์เอกสารทางวิชาการ	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
2. ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่			
	เผยแพร่แก่ประชาชนทั่วไป และเผยแพร่ผลงานวิชาการแก่นักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ		
	- การจดสิทธิบัตร	- การดำเนินการจดสิทธิบัตร	-ห้องเจ้าหน้าที่งานจดสิทธิบัตร
	- ประกาศความตั้งใจของนโยบาย และงบประมาณ ในการวิจัยและพัฒนาทางนาโนเทคโนโลยี รวมทั้งสนับสนุนการจดสิทธิบัตร และการตีพิมพ์วารสารทั้งในและต่างประเทศ	- ส่วนวางแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
- ส่งเสริมอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด โดยการดึงดูดการลงทุนจากในและต่างประเทศ	- จัดตั้งหน่วยบ่มเพาะนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี	- ส่วนวางแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
		- หน่วยบ่มเพาะนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี	- ห้องเจ้าหน้าที่งานพัฒนาธุรกิจ - ห้องประชุม - ห้องให้คำปรึกษาทางธุรกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
2. ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่			
	- ปรับปรุงมาตรการด้านการเงิน การคลัง กฎระเบียบและการบริการสาธารณูปโภค	- ส่วนวางแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร - ห้องฝ่ายบริหาร - ห้องประชุมคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ - ห้องประชุม
- สร้างคลัสเตอร์ความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี	- พัฒนาระบบความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี	- คณะกรรมการแห่งชาติเพื่อดูแลด้านความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี	- ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและกลยุทธ์องค์กร - ห้องฝ่ายบริหาร - ห้องประชุมคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ - ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
3. ด้านการศึกษา ฝึกอบรม			
-เป็นสถานที่ฝึกอบรมในทางทฤษฎีและปฏิบัติถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้ที่มาใช้โครงการได้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และนำไปพัฒนายกระดับความรู้บุคลากรในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตร	- จัดอบรมในทางทฤษฎีและปฏิบัติถ่ายทอดความรู้แก่หน่วยงานภาครัฐ , เอกชน และประชาชนทั่วไป	- ส่วนวิชาการที่ทำการฝึกอบรม	- ห้องเจ้าหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร
		- หน่วยบ่มเพาะนวัตกรรมนาโนเทคโนโลยี	- ห้องเจ้าหน้าที่งานพัฒนาธุรกิจ - ห้องประชุม - ห้องให้คำปรึกษาทางธุรกิจ
		- ส่วนบริการถ่ายทอดความรู้สู่ภาคอุตสาหกรรม	- ห้องเจ้าหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร
	- การส่งบุคลากรไปบรรยายนอกสถานที่ตามหน่วยงานต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมและการเกษตร	- ส่วนถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการ	- ห้องเจ้าหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.1.1 (ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ	กิจกรรมที่รองรับ	หน่วยงานที่รองรับกิจกรรม	องค์ประกอบ
3. ด้านการศึกษา ฝึกอบรม			
- เพื่อรองรับการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีระดับประเทศและนานาชาติ รวมทั้งประสานงานให้ความร่วมมือระหว่างนานาประเทศที่มีการวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี	- จัดประชุมแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีระหว่างประเทศและภายในประเทศ	- ส่วนถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการและฝ่ายบริหาร	- ห้องเจ้าหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - ห้องบรรยาย - ห้องประชุมใหญ่ - ห้องพักวิทยากร - ห้องเทคนิคและงานระบบต่างๆ
		- ส่วนประชาสัมพันธ์	- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์

4.1.2 การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบจากอาคารตัวอย่าง

การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบจากอาคารตัวอย่างในหัวข้อนี้เป็นการศึกษาอาคารตัวอย่างคือ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยแบ่งองค์ประกอบตามหน้าที่ของในแต่ละหน่วยงานศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ในซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนๆเพื่อรับผิดชอบในหน้าที่ของแต่ละฝ่ายดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.2.1 การศึกษาองค์ประกอบจากอาคารตัวอย่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

การแบ่งหน่วยงาน	องค์ประกอบ
สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	- ห้องผู้อำนวยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ - ห้องรองผู้อำนวยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ - ห้องที่ปรึกษาอาวุโส - ห้องรับรอง - ส่วนเลขานุการ - งานวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม - งานตรวจสอบภายใน - งานแผนงบประมาณ - ห้องประชุม - โถงพักคอย - บริเวณถ่ายเอกสารและห้องเก็บของ
ฝ่ายห่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ	- ห้องหัวหน้าฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ - งานพัฒนาธุรกิจ - งานบริการทดสอบและวิเคราะห์ - งานสื่อสารและฝึกอบรม - งานประชาสัมพันธ์และนิทรรศการ - งานธุรการและสนับสนุน
ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	- ห้องหัวหน้าฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร - งานอุดหนุนทุนวิจัย - งานนโยบายและแผน - งานวิเคราะห์ติดตามและประเมินผล - งานธุรการและสนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1.2.1(ต่อ) การศึกษาองค์ประกอบจากอาคารตัวอย่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

การแบ่งหน่วยงาน	องค์ประกอบ
ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร	- ห้องหัวหน้าฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร - งานบริหารงานทั่วไป - งานคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ - งานวิเทศสัมพันธ์และภาพลักษณ์องค์กร - งานบริหารทรัพยากรบุคคล - งานอาคารสถานที่
ฝ่ายวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม	- ห้องหัวหน้าฝ่ายวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม - ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices) - ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน(Nano-Encapsulation) - ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยทางผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating) - งานวิจัยตามคลัสเตอร์ - งานวิจัยตามแพลทฟอร์ม - งานธุรการและสนับสนุน

4.1.3 องค์ประกอบของโครงการ

จากการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบโครงการจากวัตถุประสงค์ของโครงการและศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเดิมที่คงหน่วยงานเดิมทั้งหมดและเพิ่มองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลและสรุปมาเป็นองค์ประกอบของอาคารได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.1 ส่วนบริหารโครงการ

สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เป็นส่วนงานที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารโครงการให้เป็นไปตามนโยบายของทางศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติโดยเป็นส่วนที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

1.) ห้องผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

2.) ห้องรองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

3.) ส่วนเลขานุการ

4.) ห้องที่ปรึกษาอาวุโส

5.) ห้องรับรอง

6.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม

7.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานตรวจสอบภายใน

8.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานแผนงบประมาณ

9.) ห้องประชุม

10.) ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร

11.) ห้องเตรียมอาหาร

12.) ห้องน้ำ-ส้วม

ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร

เป็นส่วนที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานสนองแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องหัวหน้าฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร

2.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานนโยบายและแผน

3.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานอุดหนุนทุนวิจัย

4.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์ติดตามและประเมินผล

5.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานความร่วมมือระหว่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี

6.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานจดสิทธิบัตร

7.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน

8.) ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร

9.) ห้องเตรียมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.) ห้องน้ำ-ส้วม

ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

เป็นส่วนที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานบริหารและสนับสนุนองค์กร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องหัวหน้าฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร
2.) ส่วนเจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
3.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ
4.) ส่วนเจ้าหน้าที่วิเทศสัมพันธ์และภาพลักษณ์องค์กร
5.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานบริหารทรัพยากรบุคคล
6.) ห้องพัสดุ
7.) ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร
8.) ห้องเตรียมอาหาร
9.) ห้องน้ำ-ส้วม

4.1.3.2 ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

เป็นส่วนที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยี ประกอบด้วยห้องต่างๆดังนี้

1.) ห้องหัวหน้าฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม
2.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิจัยพัฒนาและออกแบบวิศวกรรม
3.) ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)
4.) ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน(Nano-Encapsulation)
5.) ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยทางผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)
6.) งานธุรการและสนับสนุน
7.) ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร
8.) ห้องเตรียมอาหาร
9.) ห้องน้ำ-ส้วม

ส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ

เป็นส่วนที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่รับผิดชอบของฝ่ายงานวิจัยพัฒนาและออกแบบวิศวกรรม โดยจะเป็นส่วนที่ประกอบด้วยห้องวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) ห้องสะอาด

- ระดับ 100
- ระดับ 10000

2.) ห้องฝึกบัวอากาศ

3.) ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าห้องสะอาด

4.) ห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)

ใช้เป็นห้องวิจัยทางอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)

5.) ห้องวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

ใช้เป็นห้องวิจัยทางแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

6.) ห้องวิจัยผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)

ใช้เป็นห้องวิจัยทางผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)

7.) ห้องเครื่องมือกลาง

เป็นห้องที่รวมเครื่องมือที่สามารถวิจัยได้ทั้ง 3 กลุ่มวิจัยหลักได้

8.) ส่วนสนับสนุนห้องวิจัย

ใช้เป็นห้องที่สนับสนุนการวิจัยประกอบด้วยห้องต่างๆดังนี้

โดยมีห้องเก็บเครื่องมือวิจัย

- ห้องสำหรับเก็บพืชที่ใช้ในการทดลองทางแคปซูลนาโน(Nano-Encapsulation)
- ห้องเก็บสารกัมมันตรังสีจากเครื่องมือที่วิจัยทางนาโนเทคโนโลยี
- ห้องเก็บก๊าซที่ใช้ประกอบเครื่องมือทางนาโนเทคโนโลยี
- ห้องเก็บของเสียจากการทดลอง

9.) ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

ใช้เป็นห้องสำหรับทำการทดลองพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เคมี , ชีวะ และฟิสิกส์ พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าการทดลองขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย

- ห้องปฏิบัติการรวม ใช้สำหรับการทดลองและเตรียมสาร โดยแบ่งเป็นการปฏิบัติการทาง เคมี ,ชีวะ และฟิสิกส์
- ห้องเครื่องชั่ง สำหรับชั่งสารในการเตรียมตัวอย่าง ต้องการความเป็นส่วนตัวสูงในการชั่ง เพราะเครื่องชั่งมีความไวในการชั่งสูงมาก
- ห้องเก็บของ สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องเก็บสารเคมีย่อย
- ห้องอบฆ่าเชื้อ , ห้องล้างทำความสะอาดเครื่องมือ

10.) สำนักงานนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย

11.) ห้องประชุม

12.) ห้องพยาบาล เป็นห้องสำหรับใช้ปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อนักวิจัยหรือผู้ช่วยนักวิจัยได้รับ อันตรายจากการวิจัย

13.) ห้องคอมพิวเตอร์กลางสำหรับรวมข้อมูลจากการวิจัย

14.) ห้องเตรียมอาหาร

15.) ห้องพักนักวิจัย เป็นห้องสำหรับนอนของนักวิจัยเมื่อมีการวิจัยถึงเวลากลางคืน โดยภายในประกอบด้วยห้องนอน , ส่วนรับประทานอาหาร , ส่วนซักผ้าและห้องน้ำ-ส้วม

16.) ส่วนพื้นที่สันทนาการกลางของส่วนห้องพักนักวิจัย โดยเป็นส่วนที่เป็นห้องพักผ่อนรวมของนักวิจัยในส่วนห้องพักนักวิจัยโดยมีองค์ประกอบต่างๆ ภายในเช่น ส่วนดูโทรทัศน์ เป็นต้น

17.) ห้องพนักงานทำความสะอาดในส่วนห้องพักนักวิจัย เป็นส่วนสำหรับพนักงานทำความสะอาดที่เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด ในส่วนนี้

18.) พื้นที่ส่วนกลาง เป็นพื้นที่พักผ่อนในส่วนห้องวิจัย โดยเป็นพื้นที่พักผ่อน , ประชุมต่างๆ ในแต่ละกลุ่มการวิจัยและเป็นบริเวณแลกเปลี่ยนความรู้ต่างๆ เป็นต้น

19.) ห้องเก็บสารเคมีกลาง เป็นห้องเก็บสารเคมีเมื่อได้รับการตรวจรับแล้วโดยจากการศึกษาด้านความปลอดภัยจึงควรอยู่ติดพื้นดินดังนั้นในส่วนนี้จะแยกออกจากส่วนวิจัยโดยสามารถนำสารเคมีที่เบิกจากส่วนนี้ไปเก็บในส่วนเก็บสารเคมีย่อยในส่วนวิจัยที่มีปริมาณสารเคมีน้อยกว่าห้องเก็บสารเคมีกลางเพื่อการควบคุมปริมาณสารเคมีที่อาจเกิดอันตรายได้

20.) ห้องน้ำ-ส้วมและห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

เป็นส่วนที่ทำงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการดังนี้

1.) ห้องหัวหน้าฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

2.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานบริการทดสอบและวิเคราะห์

3.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานสื่อสารและฝึกอบรม

4.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานประชาสัมพันธ์

5.) ห้องให้คำปรึกษาทางธุรกิจ(ส่วนเจ้าหน้าที่งานพัฒนาธุรกิจ)

6.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานแสดงนิทรรศการ

7.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานกิจกรรม

8.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน

9.) ห้องประชุม

10.) โถงพักคอย

11.) ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร

12.) ห้องเตรียมอาหาร

13.) ห้องน้ำ-ส้วม

ส่วนประชุมและอบรม

เป็นส่วนที่จัดการประชุมและการอบรมต่างๆ ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องประชุมใหญ่

2.) ห้องบรรยาย

3.) ห้องรับรองพิเศษ

4.) โถงทางเข้าและลงทะเบียน

5.) ห้องแปลภาษา

6.) ห้องควบคุมระบบสื่อและเสียง

7.) ห้องเตรียมอาหาร

8.) ห้องเก็บเฟอร์นิเจอร์

9.) ห้องน้ำ-ส้วม

ส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม

ส่วนแสดงนิทรรศการเป็นนิทรรศการที่ให้ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี เช่น ความหมายของนาโนเทคโนโลยี , ประวัติของนาโนเทคโนโลยี , ประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้นซึ่งเป็นลักษณะของนิทรรศการขนาดเล็กที่ไม่เก็บค่าเข้าชม

ส่วนกิจกรรมสาธารณะเป็นส่วนที่เป็นส่วนกิจกรรมสาธารณะ เช่น การประกวดโครงงานนาโนเทคโนโลยี , ส่วนพักผ่อนของเจ้าหน้าที่หรือผู้มาเยี่ยมชม เป็นต้น

ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องแสดงนิทรรศการถาวร

2.) ห้องแสดงนิทรรศการถาวรชั่วคราว

3.) ส่วนติดต่อสอบถาม

4.) โถงทางเข้า

5.) ลานกิจกรรมสาธารณะ

6.) ห้องเก็บวัตถุแสดง

7.) ห้องซ่อมแซม

8.) ห้องเก็บของ

9.) ห้องน้ำ-ส้วม

<u>ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์</u>

เป็นส่วนที่ให้บริการหนังสือและโสตทัศนูปกรณ์เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีและศาสตร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมเอกสารผลงานการวิจัยต่างๆของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี ซึ่งจะให้บริการกับนักวิจัย และบุคลภายนอกที่สนใจเข้าไปศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วยห้องต่างๆดังนี้

1.) ห้องบรรณารักษ์

2.) ส่วนผู้ช่วยบรรณารักษ์

3.) ส่วนเสมียน

4.) บริเวณจัดเก็บหนังสือ

5.) บริเวณอ่านหนังสือ

6.) ห้องเก็บและซ่อมแซมหนังสือ

7.) เคาน์เตอร์ ยืม-คืน หนังสือ

8.) ห้องโสตทัศนูปกรณ์

9.) เคาน์เตอร์ยืม-คืนสื่อส่วนโสตทัศนูปกรณ์

10.) ส่วนคอมพิวเตอร์

11 .) บริเวณถ่ายเอกสาร

12.) บริเวณรับฝากสิ่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 ส่วนบริการ

ศูนย์อาหาร

ศูนย์อาหาร เป็นส่วนสนับสนุนโครงการส่วนหนึ่ง ที่จะทำให้ บริการแก่บุคลากรภายในองค์กร และบุคคลภายนอกที่มาเยี่ยมชม โดยเป็นลักษณะของการให้ภาคเอกชนภายนอกมาเปิดร้านขายอาหารโดย ภายใน 1 ร้านก็จะประกอบด้วยครัวของแต่ละร้าน ดังนั้นในส่วนนี้จึงไม่มีครัวรวม ศูนย์อาหารประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) บริเวณทานอาหาร

2.) ร้านให้เช่าสำหรับ ซื้อ-ขายอาหาร

3.) บริเวณเก็บจานอาหาร

4.) บริเวณขนส่งอาหารและบริเวณเก็บอาหาร

5.) ห้องพักขยะรวม

6.) ห้องน้ำ-ส้วมผู้ใช้โครงการ , พนักงานร้านอาหาร

งานอาคารสถานที่

เป็นส่วนรับผิดชอบด้านอาคารสถานที่ เช่น ความสะอาด , การดูแลด้านภูมิทัศน์ ,ความปลอดภัย , งานระบบประกอบอาคารต่างๆ เป็นต้น โดยอยู่ภายในการบริหารของฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กรแบ่งออกเป็น 2 แผนกคือ แผนกเทคนิคและแผนกบริการ ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องหัวหน้างานอาคารสถานที่

2.) ห้องพักเจ้าหน้าที่

3.) ส่วนเจ้าหน้าที่ตรวจรับสิ่งของและจ่ายสิ่งของ

4.) ห้องน้ำ-ส้วมและห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า

แผนกเทคนิค

เป็นส่วนทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค รวมทั้งห้องเครื่องต่างๆที่จำเป็นสำหรับโครงการประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องหัวหน้าแผนกเทคนิค

2.) ห้องเจ้าหน้าที่แผนกเทคนิค

- ส่วนเจ้าหน้าที่ไฟฟ้า
- ส่วนเจ้าหน้าที่เครื่องกล
- ส่วนเจ้าหน้าที่ประปา
- ส่วนช่างบำรุงรักษาทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ห้องเครื่องปรับอากาศ

4.) ห้องไฟฟ้า (Electrical room)

5.) ห้องเครื่องสำรองไฟ (Generator set room)

6.) ห้องเครื่องสูบน้ำ (Water pump room) โดยภายในมีส่วนเครื่องสูบน้ำ , เครื่องสูบน้ำสำหรับดับเพลิง

7.) ห้องเครื่องทำน้ำร้อนและห้องเครื่องทำน้ำสะอาด

8.) บ่อบำบัดน้ำเสีย

9.) ห้องควบคุมกลาง

10.) ห้องระบบติดต่อสื่อสาร

11.) ส่วนเก็บขยะ

12.) ห้องซ่อมบำรุงและห้องเก็บอุปกรณ์

13.) ห้องเก็บก๊าซฮาลอน 1301 สำหรับดับเพลิง

แผนกบริการ

เป็นส่วนรับผิดชอบงานบริการของโครงการเช่น ความสะอาดและรักษาความปลอดภัย เป็นต้น ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1.) ห้องหัวหน้าแผนกบริการ

2.) ห้องเจ้าหน้าที่แผนกบริการ

- ส่วนพนักงานทำความสะอาด
- ส่วนพนักงานขับรถส่ง-ส่งของ
- ส่วนพนักงานดูแลต้นไม้

3.) ห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย

4.) ห้องเก็บอุปกรณ์

ที่จอดรถยนต์

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1.) ที่จอดรถยนต์สำหรับเจ้าหน้าที่และบุคคลภายนอก

2.) ที่จอดรถจักรยานยนต์และจักรยาน

3.) ที่จอดรถทัศนศึกษา

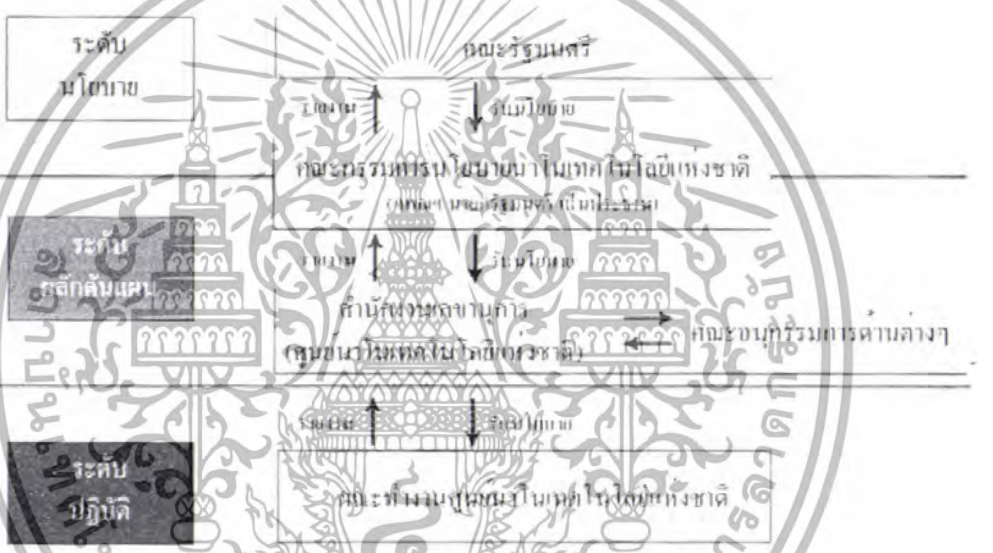
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างการบริหารและจำนวนบุคลากรของโครงการ

ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างการบริหารและจำนวนบุคลากรการกำหนดอัตรากำลังจะใช้การพิจารณาอ้างอิงจากโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ที่ตั้งปัจจุบัน) และเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อนำมากำหนดอัตรากำลัง

4.2.1 แนวทางการดำเนินงานในการบริหารจัดการ

ในการบริหารจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โครงสร้างมีการดำเนินงานใน 3 ระดับ ทั้งในระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการบริหารที่ครอบคลุมจากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ดังนี้



รูปที่4.2.1.1 กลไกการบริหารจากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ

ในระดับนโยบาย การบริหารจัดการและกำกับดูแลหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนตามแผนกลยุทธ์เป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงของ คณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน และ สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการฯ ช่วยในการผลักดันแผนให้ไปสู่ภาคปฏิบัติ สำนักงานเลขานุการฯ จะทำหน้าที่เสนอนโยบายต่อคณะกรรมการนโยบายฯ โดยดำเนินการวิจัยเชิงนโยบายและเป็นหน่วยที่มีความรอบรู้เกี่ยวกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของโลกและสามารถติดตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีได้อย่างต่อเนื่อง ศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทำหน้าที่เป็นสำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการนโยบายฯ โดยอาจตั้งคณะอนุกรรมการ 7 ด้านตามกิจกรรมหลักคือ

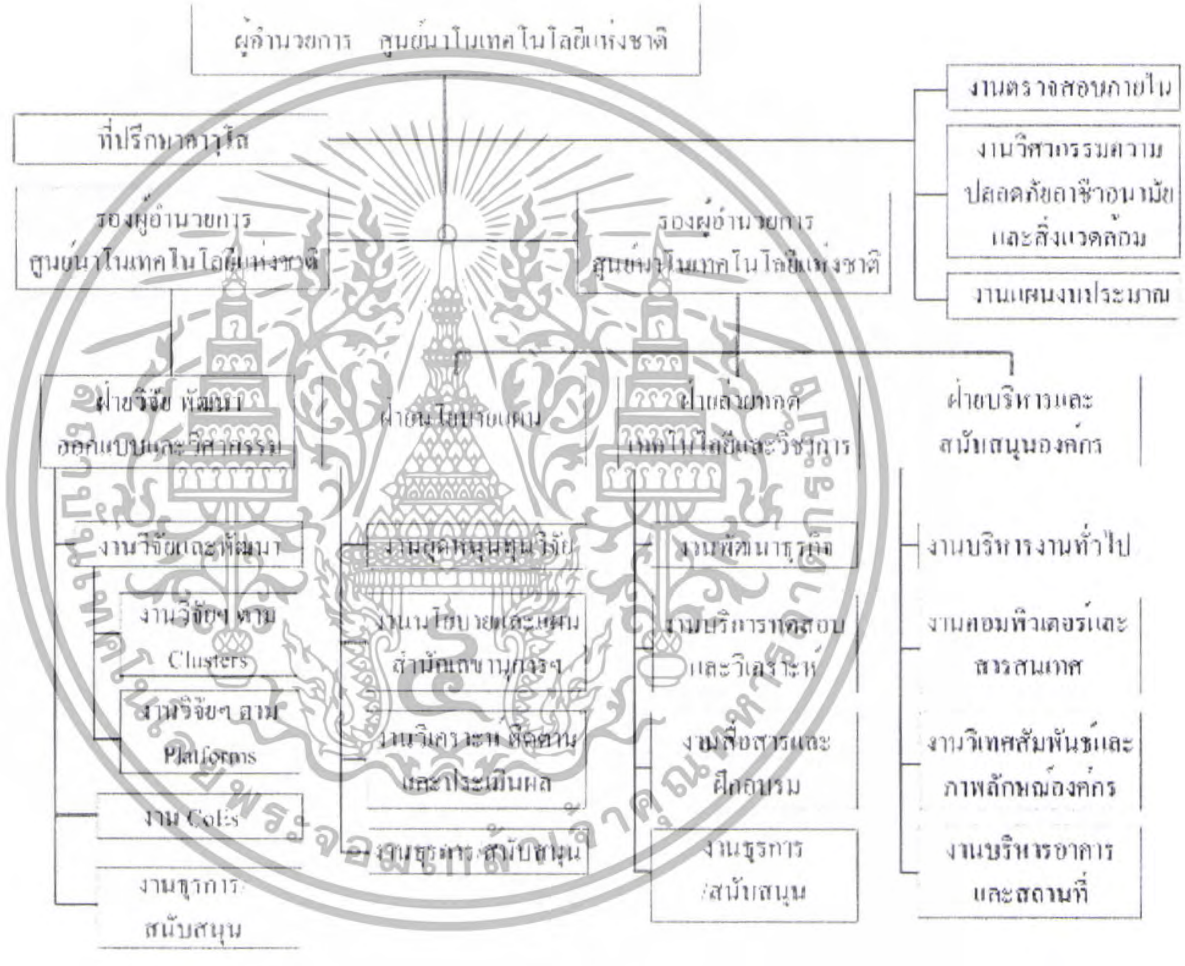
- อนุกรรมการพัฒนาคลัสเตอร์เป้าหมายด้านนาโนเทคโนโลยี
- อนุกรรมการพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี
- อนุกรรมการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
- อนุกรรมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยี
- อนุกรรมการเสริมสร้างความตระหนักด้านนาโนเทคโนโลยี
- อนุกรรมการควบคุมดูแลและประเมินผลด้านนาโนเทคโนโลยี
- อนุกรรมการความปลอดภัยและจริยธรรมด้านนาโนเทคโนโลยี

คณะทำงานเฉพาะกิจอาจจัดตั้งขึ้นในแต่ละอนุกรรมการตามความเหมาะสมเพื่อช่วยในการผลักดันแผนไปสู่ภาคปฏิบัติ

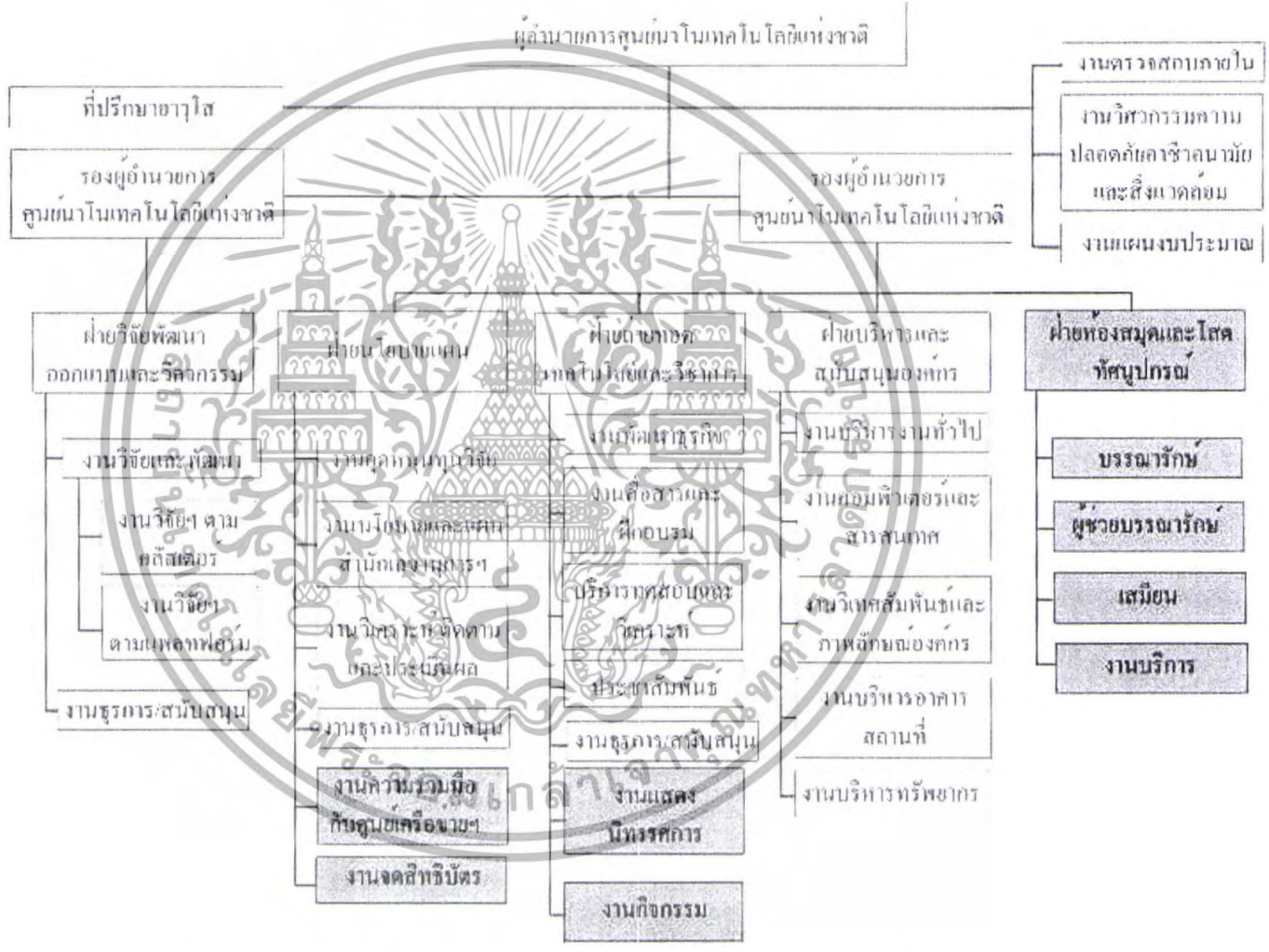
รูปที่ 4.2.1.2 โครงสร้างการบริหารสำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการนโยบายฯ

โดยส่วนศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่ตั้งชั่วคราวมีโครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.1.3 โครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติปัจจุบัน(พ.ศ.2550)



รูปที่ 4.2.1.4 โครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติแบบใหม่

โครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติแบบใหม่ใช้ระบบการบริหารเหมือนเดิมทั้งหมดโดยที่เพิ่มหน่วยงานต่างๆ ที่เกิดจากวัตถุประสงค์ของของการและนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติโดยหน่วยงานใหม่ที่เป็นหน่วยงานที่มีวัตถุประสงค์คล้ายกับหน่วยงานเก่าจะเป็นหน่วยที่เพิ่มเข้าไปในหน่วยงานเก่านั้นๆ

ส่วนหน่วยใหม่ที่การจัดการและรูปแบบการบริหารภายในหน่วยแตกต่างกับหน่วยงานเก่านั้นจะเป็นฝ่ายใหม่ที่เพิ่มเข้ามาในฝ่ายหลักของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยยังคงอยู่ในการดูแลของรองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่ดูแลฝ่ายทางการเผยแพร่ความรู้ ส่วนรองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติอีกท่านยังคงดูแลฝ่ายงานวิจัยและพัฒนาเหมือนเดิม ดังนั้นโครงสร้างการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติใหม่จะมีรูปแบบการบริหารและจัดการที่คล้ายกับแบบเดิมเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ

4.2.2. รายละเอียดบุคคลากรของส่วนต่างๆในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

โดยแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้

4.2.2.1 ส่วนบริหารโครงการ

<u>สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ</u>

1.) ผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
2.) รองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
3.) เลขานุการ
4.) ที่ปรึกษาอาวุโส
5.) เจ้าหน้าที่งานวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
6.) เจ้าหน้าที่งานตรวจสอบภายใน
7.) เจ้าหน้าที่งานแผนงบประมาณ

<u>ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร</u>

1.) หัวหน้าฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
2.) เจ้าหน้าที่งานนโยบายและแผน
3.) เจ้าหน้าที่งานอุดหนุนทุนวิจัย
4.) เจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์ติดตามและประเมินผล
5.) เจ้าหน้าที่งานความร่วมมือระหว่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) เจ้าหน้าที่งานจดสิทธิบัตร

7.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน

ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

1.) หัวหน้าฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

2.) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

3.) เจ้าหน้าที่งานคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ

4.) เจ้าหน้าที่วิเทศสัมพันธ์และภาพลักษณ์องค์กร

5.) เจ้าหน้าที่งานบริหารทรัพยากรบุคคล

4.2.2.2 ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

1.) ห้องหัวหน้าฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

2.) ห้องหัวหน้าฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

3.) หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)

4.) หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

5.) หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)

6.) เจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน

7.) นักวิจัย

8.) ผู้ช่วยนักวิจัย

4.2.2.3 ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

1.) หัวหน้าฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

2.) เจ้าหน้าที่งานพัฒนาธุรกิจ

3.) เจ้าหน้าที่งานบริการทดสอบและวิเคราะห์

4.) เจ้าหน้าที่งานสื่อสารและฝึกอบรม

5.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานประชาสัมพันธ์

6.) เจ้าหน้าที่งานแสดงนิทรรศการ

7.) เจ้าหน้าที่งานกิจกรรม

8.) ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

1.) บรรณารักษ์

2.) ผู้ช่วยบรรณารักษ์

3.) เสมียน

4.) เจ้าหน้าที่ยืม-คืน หนังสือ

5.) เจ้าหน้าที่ให้ยืม – คืนสื่อส่วนโสตทัศนูปกรณ์

4.2.2.4 ส่วนบริการ

งานอาคารสถานที่

1.) หัวหน้างานอาคารสถานที่

2.) เจ้าหน้าที่ตรวจรับสิ่งของและจ่ายสิ่งของ

แผนกเทคนิค

1.) หัวหน้าแผนกเทคนิค

2.) เจ้าหน้าที่แผนกเทคนิค

- ส่วนเจ้าหน้าที่ไฟฟ้า
- ส่วนเจ้าหน้าที่เครื่องกล
- ส่วนเจ้าหน้าที่ประปา
- ส่วนช่างบำรุงรักษาทั่วไป
- เจ้าหน้าที่ควบคุมกลาง

แผนกบริการ

1.) หัวหน้าแผนกบริการ

2.) เจ้าหน้าที่แผนกบริการ

- ส่วนพนักงานทำความสะอาด
- ส่วนพนักงานขับรถรับ-ส่งของ
- ส่วนพนักงานดูแลต้นไม้

3.) เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การศึกษาและวิเคราะห์จำนวนบุคลากรของโครงการ

การศึกษาอัตรากำลังของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานโดยศึกษาจากหน่วยงานและหน้าที่รับผิดชอบ (ศึกษาจากการบริหารงานของโครงการ) มาเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการจัดอัตรากำลังของเจ้าหน้าที่ในโครงการในแต่ละหน่วยงานโดยนำข้อมูลจริงจากอัตรากำลังของเจ้าหน้าที่จากศูนย์นาโนเทคในโลยี (ที่ตั้งปัจจุบัน) ในปี 2550 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.1 ส่วนบริหารโครงการ

ตาราง 4.2.3.1 แสดงจำนวนบุคลากรส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
ผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานทั้งหมดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และเป็นผู้รับนโยบายจากคณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยเป็นผู้ผลักดันแผนไประดับปฏิบัติ	1
รองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	เป็นผู้ช่วยของผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติโดยมีหน้าที่รับผิดชอบหน่วยงานฝ่ายต่างๆภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	2
เลขานุการ	ติดต่อประสานงาน ร่างเอกสาร จดหมายต่างๆ ของผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติและรองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	4
ที่ปรึกษาอาวุโส	ให้คำปรึกษาด้านต่างๆแก่ผู้บริหาร	1
เจ้าหน้าที่งานวิสาหกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม	ดูแลด้านงานด้านวิสาหกรรมต่างๆและควบคุมดูแลด้านการปลอดภัยในการวิจัยโดยขึ้นตรงกับผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติโดยตรง	2
เจ้าหน้าที่งานตรวจสอบภายใน	ตรวจสอบการทำงานด้านต่างๆภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	1
เจ้าหน้าที่งานแผนงบประมาณ	รับผิดชอบงานด้านวางแผนการใช้และจัดการกับงบประมาณต่างๆ ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	5
	รวม	**16**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง4.2.3.2 แสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
หัวหน้าฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานนโยบายและกลยุทธ์องค์กรเพื่อให้เป็นไปตามนโยบายของคณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	1
เจ้าหน้าที่งานนโยบายและแผน	เป็นเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติด้านนโยบายเพื่อให้เป็นไปตามนโยบายของคณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	4
เจ้าหน้าที่งานอุดหนุนทุนวิจัย	รับผิดชอบการอุดหนุนทุนวิจัยแก่นักวิจัยและศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยีทั่วประเทศ	2
เจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์ติดตามและประเมินผล	รับผิดชอบการติดตามและประเมินผลให้เป็นไปตามนโยบาย	2
เจ้าหน้าที่งานความร่วมมือระหว่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี	ดูแลและประสานงานด้านต่างๆกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยีทั่วประเทศและประสานงานกับหน่วยงานความร่วมมือทางนาโนเทคโนโลยีในต่างประเทศ	2
ส่วนเจ้าหน้าที่งานจดสิทธิบัตร	รับผิดชอบการติดต่อและประสานงานด้านการจดสิทธิบัตรของงานวิจัย	1
เจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	รับผิดชอบงานธุรการภายในฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	1
	รวม	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2.3.3 แสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
หัวหน้าฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบบริหารงานด้านสนับสนุนองค์กรทั้งหมด	1
เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	รับผิดชอบงานธุรการ,บัญชี,พัสดุและอื่นๆภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	7
เจ้าหน้าที่งานคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ	รับผิดชอบงานด้านสารสนเทศของโครงการ เช่น จัดทำเวปไซค์เกี่ยวกับศูนย์ฯ	3
เจ้าหน้าที่วิเทศสัมพันธ์และภาพลักษณ์องค์กร	รับผิดชอบงานประชาสัมพันธ์และงานส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กร	2
เจ้าหน้าที่บริหารทรัพยากรบุคคล	ดูแล และส่งเสริมคุณภาพของบุคลากรภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	3
	รวม	16

4.2.3.2 ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ตาราง 4.2.3.4 แสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
ห้องหัวหน้าฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบการวิจัยพัฒนาต่างๆเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี	1
ห้องเจ้าหน้าที่งานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานการประสานงานด้านต่างๆภายในฝ่ายกับฝ่ายอื่นๆ	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2.3.4 (ต่อ)แสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยนาโนอุปกรณ์ (Nano-Devices)	เป็นหัวหน้าส่วนงานรับผิดชอบงานวิจัยด้านอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)	1
ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)	เป็นหัวหน้าส่วนงานรับผิดชอบงานวิจัยด้านแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)	1
ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)	เป็นหัวหน้าส่วนงานรับผิดชอบงานวิจัยด้านผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)	1
เจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	รับผิดชอบงานธุรการภายในฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม	2
นักวิจัย	เป็นผู้วิจัยทางนาโนเทคโนโลยีโดยมีกลุ่มการวิจัยแบ่งเป็น 3 กลุ่มหลักคือ -นาโนอุปกรณ์ (Nano-Devices) -แคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation) -ผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating) อัตรากำลังของนักวิจัยจากความต้องการในปัจจุบัน(ปี 2554)	65
ผู้ช่วยนักวิจัย	รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย อัตรากำลังของนักวิจัยโดยคำนวณจากอัตราส่วนของนักวิจัยกับผู้ช่วยนักวิจัยคือ 1 ต่อ 2	130
	รวม	208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

ตาราง 4.2.3.5 แสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
หัวหน้าฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานรับผิดชอบด้านถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการแก่หน่วยงานภายนอก	1
เจ้าหน้าที่งานพัฒนาธุรกิจ	ให้คำปรึกษาทางการพัฒนาธุรกิจและร่วมมือพัฒนาธุรกิจเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี	4
เจ้าหน้าที่งานบริการทดสอบและวิเคราะห์	รับผิดชอบงานบริการทดสอบและวิเคราะห์แก่บุคคลทั่วไป	9
เจ้าหน้าที่งานสื่อสารและฝึกอบรม	รับผิดชอบการติดต่ออบรมและการจัดการฝึกอบรม	4
เจ้าหน้าที่งานประชาสัมพันธ์	ให้บริการด้านติดต่อสอบถาม และประสานงานกับบุคคลภายนอกกับภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	1
เจ้าหน้าที่งานแสดงนิทรรศการ	รับผิดชอบงานทางด้านการจัดเก็บซ่อมแซมและการจัดแสดงนิทรรศการรวมทั้งงานศิลปกรรม	4
เจ้าหน้าที่งานกิจกรรม	ควบคุมและดูแลการจัดกิจกรรมต่างๆ ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	4
เจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	รับผิดชอบงานธุรการภายในฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ	2
	รวม	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2.3.6 แสดงจำนวนบุคลากรฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
บรรณารักษ์	ควบคุมดูแลงานห้องสมุด	1
ผู้ช่วยบรรณารักษ์	ควบคุมงานรับส่งหนังสือ และงานสถิติต่างๆ	1
เสมียน	พิมพ์งานและซ่อมแซมหนังสือ	1
เจ้าหน้าที่ยืม-คืน หนังสือ	ให้บริการยืมและคืนหนังสือ	1
เจ้าหน้าที่ให้ยืม – คืนสื่อ ส่วนโสตทัศนูปกรณ์	ให้บริการยืมและคืนสื่อโสตทัศนูปกรณ์	1
	รวม	5

4.2.3.4 ส่วนบริการ

ตาราง 4.2.3.7 แสดงจำนวนบุคลากรงานอาคารสถานที่

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
หัวหน้างานอาคารสถานที่	รับผิดชอบและควบคุมดูแลงานด้านเทคนิคและงานช่างและงานบริการด้านต่างๆ ให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย	1
เจ้าหน้าที่ตรวจรับสิ่งของและจ่ายสิ่งของ	รับผิดชอบและตรวจรับสิ่งของภายนอกที่โครงการติดต่อซื้อเข้ามา เช่น สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย , ถังก๊าซต่างๆ , ครุภัณฑ์ต่างๆภายในห้องวิจัยและส่วนต่างๆของโครงการ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรับผิดชอบการจ่ายสิ่งของต่างๆ แก่นักวิจัยที่มาเบิกสารเคมีหรือครุภัณฑ์ที่มาในการวิจัย	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2.3.7 (ต่อ) แสดงจำนวนบุคลากรงานอาคารสถานที่

ตำแหน่ง	หน้าที่	จำนวน
แผนกเทคนิค		
หัวหน้าแผนกเทคนิค	ควบคุมดูแลงานช่างและงานซ่อมบำรุงให้เป็นไปอย่างเรียบร้อย	1
เจ้าหน้าที่แผนกเทคนิค		
- ส่วนเจ้าหน้าที่ไฟฟ้า	ควบคุมงานและอุปกรณ์เทคนิคไฟฟ้า	2
- ส่วนเจ้าหน้าที่เครื่องกล	ปฏิบัติงานและซ่อมแซมด้านเครื่องกล	2
- ส่วนเจ้าหน้าที่ประปา	ดูแลเรื่องน้ำใช้และน้ำทิ้งภายในโครงการ	2
- ส่วนช่างบำรุงรักษาทั่วไป	ปฏิบัติงานทางด้านช่างที่เกี่ยวกับอาคารทั่วไป	2
- เจ้าหน้าที่ควบคุมกลาง	ดูแลระบบและความปลอดภัยของโครงการ	2
แผนกบริการ		
หัวหน้าแผนกบริการ	ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานทางด้านการบริการทั่วไปให้เป็นไปอย่างเรียบร้อย	1
เจ้าหน้าที่แผนกบริการ		
- ส่วนพนักงานทำความสะอาด	ดูแลความสะอาดอาคารสถานที่	10
- ส่วนพนักงานขับรถรับ-ส่งของ	มีหน้าที่ขับรถส่งของและพัสดุต่างๆ	2
- ส่วนพนักงานดูแลต้นไม้	คอยดูแลรักษาต้นไม้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	3
เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	ดูแลรักษาความปลอดภัย มี 3 ผลัด	6
	รวม	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 สรุปจำนวนบุคลากรของโครงการ

โดยจากการศึกษาและวิเคราะห์จำนวนบุคลากรของโครงการสามารถสรุปจำนวนบุคลากรในโครงการในแต่ละฝ่ายได้ดังนี้

ตาราง 4.2.4.1 สรุปจำนวนบุคลากรของโครงการ

ส่วน	หน่วยงานภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	อัตรากำลัง (คน)
ส่วนบริหารโครงการ	สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	16
	ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	13
	ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร	16
	รวม	**45**
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ	ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออปโตนิกส์และวัสดุกรรม	208
	รวม	**208**
ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่	ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ	29
	ฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์	5
	รวม	**34**
ส่วนบริการ	งานอาคารสถานที่	4
	แผนกเทคนิค	11
	แผนกบริการ	22
	รวม	**37**
	รวมทั้งหมด	**324**

จากการสรุปมีบุคคลกรทั้งหมดในโครงการ คือ 324 ซึ่งมีจำนวนของสำนักงานทั้งหมดของฝ่ายต่างๆคือ 129 คน ส่วนนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย รวม 195 คน ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ประเภทและพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาและวิเคราะห์ประเภทและพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการ

การศึกษาและวิเคราะห์ประเภทและพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการโดยศึกษาจากการไปศึกษาพฤติกรรมจริงของบุคลากรในศูนย์นาโนเทคโนโลยีที่ตั้งชั่วคราวโดยแบ่งในหัวข้อได้ดังนี้

4.3.1 ประเภทของผู้ใช้โครงการ

โครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ มีส่วนประกอบของโครงการที่ประกอบ ด้วยส่วนกิจกรรมหลักคืองานวิจัยและส่วนกิจกรรมอื่นๆเพิ่มเติมมาจากวัตถุประสงค์ของโครงการในหลาย ๆ ด้านดังต่อไปนี้

4.3.1.1 ผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้ใช้หลัก

ผู้ใช้งานโครงการประเภทนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่โครงการ พนักงานฝ่ายต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1). เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร

คือ เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบการดำเนินงานด้านต่างๆของโครงการเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมาย ควบคุมดูแลเจ้าหน้าที่ประจำฝ่ายต่างๆและติดต่อประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้ใช้งานโครงการประเภทนี้จะเป็นไปตามลักษณะการทำงานเป็นแบบภาครัฐทั่วไปโดยสังกัดในกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เวลาทำงานจะอยู่ในช่วงเวลาที่เหมือนองค์กรของภาครัฐทั่วไป โดยมีช่วงเวลาทำงาน คือ 9.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 17.00 น.

2). เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป

เจ้าหน้าที่ในส่วนนี้ คือเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานที่อยู่ในส่วนต่างๆที่จะเป็นนักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับสูงโดยส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาเอกสาขาเฉพาะทาง รวมทั้งมีนักวิจัยที่เป็นชาวต่างประเทศจำนวนหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่นักวิจัยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยจะเดินทางมาที่ศูนย์ฯ ด้วยรถส่วนตัวซึ่งมีจำนวนไม่มากที่พักภายในหอพักของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยและยังมีบริการรถสาธารณะที่นำนักวิจัยกลับไปในกรุงเทพมหานครซึ่งจะออกเวลา 17.20 น. โดยมีช่วงเวลาทำงาน คือ 9.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 17.00 น. นอกจากนี้อาจทำงานวิจัยต่อถึงเวลาเลิกทำงานเมื่องานวิจัยนั้นยังไม่เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไปรวมไปถึงเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆภายในศูนย์ , เจ้าหน้าที่ห้องสมุด ,เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งหมายถึงเจ้าหน้าที่ที่ไม่ใช้เป็นนักวิจัย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วก็เดินทางมาที่โครงการ ด้วยรถยนต์หรือรถสาธารณะ โดยมีช่วงเวลาทำงาน คือ 9.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 17.00 น

เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นคนในพื้นที่หรือมีที่พักส่วนตัวอยู่ใกล้กับโครงการโดยเจ้าหน้าที่ในส่วนนี้จะทำงานตามเวลาเหมือนกับแต่จะมีการเตรียมตัวก่อนการทำงานโดยจะเข้างานก่อนเวลาคือ 8.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 18.00 น.แต่จะมีเจ้าหน้าที่บางส่วนที่อยู่ปฏิบัติงานตลอดเวลาเช่นเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยเป็นต้น

3). บุคคลสำคัญ , เจ้าหน้าที่พิเศษหรือเจ้าหน้าที่ชั่วคราว

เจ้าหน้าที่ประเภทนี้เป็นเจ้าหน้าที่ที่มาให้บริการในโอกาสพิเศษเช่น วิทยากรพิเศษ, เจ้าหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ฯลฯ เจ้าหน้าที่ประเภทนี้ไม่มีเวลาเข้า – ออกที่แน่นอน

นอกจากนี้ยังมีคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่เป็นเจ้าหน้าที่ระดับสูงที่ได้รับการแต่งตั้งซึ่งเป็นฝ่ายบริหารขององค์กรที่เกี่ยวข้องเช่น รัฐมนตรีกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , ผู้อำนวยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ , ผู้อำนวยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ , คณาจารย์ของสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ เป็นต้น ซึ่งคณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งอาจมาประชุมวางนโยบายนาโนเทคโนโลยีที่โครงการ

4.3.1.2 ผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้มาใช้บริการ

ผู้ใช้งานโครงการประเภทนี้ ได้แก่ ผู้เข้ามาใช้บริการในส่วนต่างๆของโครงการซึ่งแบ่งออกเป็น

1). ผู้ใช้บริการห้องวิจัยและปฏิบัติการ

ผู้ใช้บริการประเภทนี้จะเข้ามาใช้บริการเครื่องมือวิจัยต่างๆภายในโครงการซึ่งแบ่งเป็นดังนี้

- บุคคลภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติซึ่งหมายถึงภาคเอกชนทั่วไป สามารถจองใช้เครื่องมือภาคในห้องวิจัยและปฏิบัติการได้เฉพาะวันจันทร์และวันพุธ ซึ่งทำการวิจัยหรือวิเคราะห์ตรวจสอบผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นักวิชาการ , นักศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษาโดยสามารถทำหนังสือขอรับความอนุเคราะห์จากต้นสังกัดซึ่งใช้บริการเครื่องมือเพื่อ ทำวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่างๆ

2). ผู้ใช้บริการส่วนประชุมและอบรม

ผู้ใช้บริการส่วนประชุมเมื่อ มีการจัดประชุมสัมมนาต่างๆ ซึ่งจะเป็นทั้งระดับประเทศหรือระดับนานาชาติ ซึ่งผู้ใช้โครงการจะเป็นนักวิชาการและนักวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ผู้ใช้บริการส่วนอบรมเมื่อมีการจัดอบรมจากเจ้าหน้าที่ภายในโครงการหรือวิทยากรพิเศษภายนอกที่มาบรรยายความรู้ต่างๆ โดยมีทั้งการอบรมแก่ภาคเอกชน , ภาคอุตสาหกรรม , สถาบันอุดมศึกษา เป็นต้น

3). ผู้ใช้บริการส่วนนิทรรศการและกิจกรรม

ผู้ใช้บริการประเภทนี้ ได้แก่ ผู้ที่เข้ามาชมนิทรรศการ, ผู้มาใช้งานส่วนกิจกรรมอื่นๆของโครงการ, ผู้เช่าพื้นที่ในโครงการเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ, ผู้เข้ามาพักผ่อนในโครงการ ฯลฯ ซึ่งกลุ่มเป้าหมายกลุ่มนี้จะมีส่วนช่วยทำให้เกิดบรรยากาศในโครงการดีขึ้นแบ่งออกเป็น

- ผู้เข้าชมและเข้าร่วมกิจกรรม โดยกิจกรรมพิเศษเช่น กิจกรรมเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี , กิจกรรมประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นดังนี้
  - ผู้มาเข้าร่วมกิจกรรมแบบเป็นหมู่คณะ ได้แก่ นักศึกษาและนักเรียน พร้อมด้วยอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้ควบคุม
  - ผู้มาเข้าชมกิจกรรมทั่วไป ได้แก่ ประชาชนทั่วไป

โดยส่วนนิทรรศการจะนิทรรศการขนาดเล็กให้ผู้ที่เข้ามาใช้บริการโครงการได้ศึกษาโดยง่าย ซึ่งจะเป็นส่วนที่รองรับผู้ที่มาร่วมกิจกรรมในโครงการที่ซึ่งเฉลี่ยแล้วผู้ใช้บริการส่วนนิทรรศการจะใช้เวลาเฉลี่ยแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง

ส่วนกิจกรรมซึ่งเป็นผู้ใช้บริการส่วนนี้เป็นนักศึกษาและนักเรียน จึงมีในช่วงวันหยุดราชการซึ่งใช้เวลาร่วมกิจกรรมคือช่วงเวลา 9.00-16.30 น.

4). ผู้ใช้บริการส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

ได้แก่ ผู้มาใช้บริการห้องสมุด โดยทั่วไปแล้วผู้ใช้บริการประเภทนี้มักจะใช้เวลาในห้องสมุดโดยเฉลี่ย ประมาณ 2.30 ชั่วโมงแบ่งออกเป็น

- ผู้มาใช้บริการประเภทนักวิชาการและนักวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้มาใช้บริการประเภทนักศึกษาและนักเรียน
- ผู้มาใช้บริการประเภทประชาชนทั่วไป

จากข้อมูลเบื้องต้นของประเภทผู้ใช้โครงการ สามารถนำไปวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้งานโครงการของผู้ใช้โครงการในแต่ละประเภทได้โดยการวิเคราะห์ถึงลักษณะพฤติกรรมและกิจกรรมต่างๆของผู้ใช้โครงการที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน แต่ละช่วงเวลาได้โดยช่วงเวลาการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆได้จาก

- ไปศึกษาการปฏิบัติงานจริงที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยี(ที่ตั้งปัจจุบัน)
- การศึกษาการปฏิบัติงานของหน่วยงานภาครัฐ
- การศึกษาการปฏิบัติงานของห้องสมุดเฉพาะ ได้แก่ ห้องสมุดสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การศึกษาพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการโดยใช้ตารางแสดง

4.3.2.1 ผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้ใช้หลัก

ตาราง 4.3.2.1 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายัง โครงการด้วยรถ โดยสารหรือรถ ส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	- ตอกบัตรเข้าทำงาน - ทำงาน	- โถงส่วนบริหาร - พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ - ห้องน้ำและส้วม	- เครื่องตอกบัตร - ครุภัณฑ์ต่างๆ
12.00 – 13.00	- พักกลางวัน	- ร้านอาหาร - ส่วนพักผ่อน - ห้องเตรียมอาหาร	- โต๊ะอาหาร
13.00 – 17.00 17.00	- ทำงาน - ตอกบัตรเลิกงาน - เดินทางกลับ	- ห้องน้ำและส้วม - สำนักงาน - ที่จอดรถ	- ครุภัณฑ์ต่างๆ - เครื่องตอกบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.2 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป(นักวิจัย)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	- ตอกบัตรเข้าทำงาน - เปลี่ยนเสื้อผ้า - ทำงานตามกลุ่มงานวิจัย	- โถง - ห้องวิจัยและปฏิบัติการ - ห้องล็อกเกอร์ - ห้องน้ำและส้วม - ห้องเก็บของ - ห้องปฏิบัติงานต่างๆ	- เครื่องตอกบัตร - ครุภัณฑ์ต่างๆ - อุปกรณ์ปฏิบัติงาน - ล็อกเกอร์
12.00 – 13.00	- พักกลางวัน	- ร้านอาหาร - ส่วนพักผ่อน - ห้องน้ำและส้วม	- โต๊ะอาหาร
13.00 – 17.00	- ทำงานตามกลุ่ม	- ห้องวิจัยและปฏิบัติการ	- อุปกรณ์ปฏิบัติงาน
17.00	- เปลี่ยนเสื้อผ้า - ตอกบัตรเลิกงาน - เตรียมเดินทางกลับ	- ห้องล็อกเกอร์ - ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	- เครื่องตอกบัตร - ล็อกเกอร์
(บางครั้งการวิจัยอาจต้องพักค้างที่โครงการ)	- ทำงานตามกลุ่มงานวิจัย - พักผ่อน	- ห้องวิจัยและปฏิบัติการ - ห้องพักผ่อน	- อุปกรณ์ปฏิบัติงาน - ครุภัณฑ์ต่างๆ - ห้องล็อกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.3 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป(เจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	- ตอกบัตรเข้าทำงาน - ทำงาน	- โถง - พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ - ห้องน้ำและส้วม - ห้องเก็บของ - ห้องปฏิบัติงานต่างๆ	- เครื่องตอกบัตร - ครุภัณฑ์ต่างๆ - อุปกรณ์ปฏิบัติงาน
12.00 – 13.00	- พักกลางวัน	- ร้านอาหาร - ส่วนพักผ่อน - ห้องน้ำและส้วม	- โต๊ะอาหาร
13.00 – 17.00	- ทำงาน	- พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่	- อุปกรณ์ปฏิบัติงาน
17.00	- ตอกบัตรเลิกงาน - เตรียมเดินทางกลับ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	- เครื่องตอกบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.4 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป(เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
8.00 – 12.00	- ตอกบัตรเข้าทำงาน - เปลี่ยนเสื้อผ้า - ทำงาน	- โถงส่วนบริการ - พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ - ห้องน้ำและส้วม - ห้องเก็บของ - ห้องปฏิบัติงานต่างๆ	- เครื่องตอกบัตร - ครุภัณฑ์ต่างๆ - อุปกรณ์ปฏิบัติงาน - ล็อกเกอร์
12.00 – 13.00	- พักกลางวัน	- ร้านอาหาร - ส่วนพักผ่อน - ห้องน้ำและส้วม	- โต๊ะอาหาร
13.00 – 18.00	- ทำงาน	- พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่	- อุปกรณ์ปฏิบัติงาน
18.00	- เปลี่ยนเสื้อผ้า - ตอกบัตรเลิกงาน - เตรียมเดินทางกลับ	- ห้องล็อกเกอร์ - ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	- เครื่องตอกบัตร - ล็อกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง4.3.2.5แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่พิเศษ(เจ้าหน้าที่และวิทยากร)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
	- พักผ่อน	- โถงพักคอย - ห้องรับรอง - ห้องน้ำและส้วม - ส่วนพักผ่อน	- ครุภัณฑ์ต่างๆ
	- ทำการบรรยาย	- ห้องประชุม - ห้องอบรม - ห้องพักวิทยากร	- ครุภัณฑ์ต่างๆ - ชุดรับรองแขก
	- พักกลางวัน	- ร้านอาหาร - ห้องเตรียมอาหาร - ห้องน้ำและส้วม	- โต๊ะอาหาร
	- เดินทางกลับ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.6 แสดงพฤติกรรมของบุคคลสำคัญ(คณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
	- พักผ่อน	- โถงพักคอย - ห้องรับรอง - ห้องน้ำและส้วม - ส่วนพักผ่อน	- ครุภัณฑ์ต่างๆ
	- ประชุมวางนโยบาย - ติดตามและประเมินผล	- ห้องประชุม	- ครุภัณฑ์ต่างๆ
	- พักการประชุม	- ห้องพักผ่อน - ห้องรับประทานอาหาร - ห้องเตรียมอาหาร - ห้องน้ำและส้วม	- ชุดรับรองแขก - โต๊ะอาหาร
	- เดินทางกลับ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2. ผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้มาใช้บริการ

ตาราง4.3.2.7แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องวิจัยและปฏิบัติการ

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	ก่อนเดินทางมาใช้บริการต้องยื่นความจำนงการขอเข้าใช้เครื่องมือโดยยื่นแบบขอรับความอนุเคราะห์ในกรณีนักวิจัยและนักศึกษาส่งแบบฟอร์มตามข้อกำหนดศูนย์ฯโดยส่งทางโทรสาร หรือทางอีเมล์	-	-
-	รอการตอบกลับและนัดหมายการเข้าใช้บริการทางโทรศัพท์และทางอีเมล		-
	เดินทางมายังโครงการด้วยรถส่วนตัวหรือรถสาธารณะ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	- ติดต่อเจ้าหน้าที่หน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ	- หน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ	- ครุภัณฑ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.7 (ต่อ) แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องวิจัยและปฏิบัติการ

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
	- ลงทะเบียนการใช้เครื่องมือ - รับการอบรมการใช้เครื่องมือจากผู้ดูแลเครื่องมือโดยตรง - ทำการวิจัย/ทดสอบ	- ห้องวิจัยและปฏิบัติการ	- อุปกรณ์ปฏิบัติงาน
12.00 – 13.00	- พักกลางวัน	- ร้านอาหาร - ห้องน้ำและส้วม	- โต๊ะอาหาร - ชุดโต๊ะเก้าอี้
13.00 – 16.30	- ทำการวิจัย - ตรวจสอบความเรียบร้อยต่างๆ ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ - สำหรับภาคเอกชนชำระเงินค่าใช้บริการทดสอบ	- หน่วยบริการวิเคราะห์ทดสอบ - ห้องวิจัยและปฏิบัติการ	- ครุภัณฑ์ต่างๆ - อุปกรณ์ปฏิบัติงาน
16.30	เดินทางกลับ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	

หมายเหตุ

บุคคลภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สามารถจองใช้เครื่องมือได้เฉพาะวันจันทร์และวันพุธ เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติจะส่งรายงานผลการทดลอง และตัวอย่างคืนหลังจากผู้ขอใช้บริการชำระเงินค่าวิเคราะห์ตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.8แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการส่วนประชุมและอบรม

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายัง โครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
9.30 – 12.00	- ลงทะเบียนการเข้าประชุม - เริ่มการประชุม	- โถงหน้าห้องประชุม - ห้องน้ำและส้วม - ห้องประชุม - ร้านอาหาร	- ครุภัณฑ์ต่างๆ
12.00 – 13.00	- พักการประชุม	- ห้องน้ำและส้วม - ห้องประชุม	- โต๊ะอาหาร
13.00 – 14.30	- ประชุม	- ส่วนพักผ่อน	- ครุภัณฑ์ต่างๆ
14.30 - 15.00	- พักการประชุม	- ส่วนบริการอาหารว่าง	- ชุดโต๊ะเก้าอี้
14.30 – 16.30	- ประชุม	- ห้องประชุม	- ครุภัณฑ์ต่างๆ
16.30	- เดินทางกลับ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3.2.9แสดงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการส่วนกิจกรรมและชมนิทรรศการ

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
-	- เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสาร, รถส่วนตัว หรือรถทัศนศึกษา	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	- ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม - ทำกิจกรรม - ชมนิทรรศการ	- ส่วนอเนกประสงค์ - ห้องน้ำและส้วม - พื้นที่จัดนิทรรศการ	- เก้าอี้นั่ง - ครุภัณฑ์ต่างๆ
12.00 – 13.00	- พักกลางวันสามารถเข้าชมนิทรรศการได้	- ร้านอาหาร - ห้องน้ำและส้วม - ลาน	- โต๊ะอาหาร - เก้าอี้นั่งพักผ่อน
13.00 – 16.30	- ทำกิจกรรม - ชมนิทรรศการ	- ส่วนอเนกประสงค์ - ห้องน้ำและส้วม - พื้นที่จัดนิทรรศการ	- เก้าอี้นั่ง - ครุภัณฑ์ต่างๆ
16.30	- เดินทางกลับ	- ที่จอดรถ - ลานทางเข้าโครงการ	

ซึ่งจากตารางแสดงพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการที่แยกเป็นส่วนต่างๆของโครงสร้างสามารถนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการส่วนต่างๆในโครงการพิจารณาจาก

1.) โครงสร้างการบริหารงาน

2.) พฤติกรรมการใช้งาน

3.) ลำดับการเข้าถึงของส่วนต่าง

4.) ความต้องการของผู้ใช้

5.) การศึกษาอาคารตัวอย่าง

6.) การวิเคราะห์เปรียบเทียบจากมาตรฐานต่างๆดังนี้

- Vincent Jones.1989.**Neufert Architecture's Data**. 2nd ed. Great Britain :BSC Professional Books.

โดยสามารแบบออกเป็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการดังนี้

ส่วนบริหารโครงการ

- สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
- ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

- ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

- ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ
- ส่วนประชุมและอบรม
- ส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม
- ฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

ส่วนบริการ

- งานอาคารสถานที่
- แผนกเทคนิค
- แผนกบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.1 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการทั้งหมด

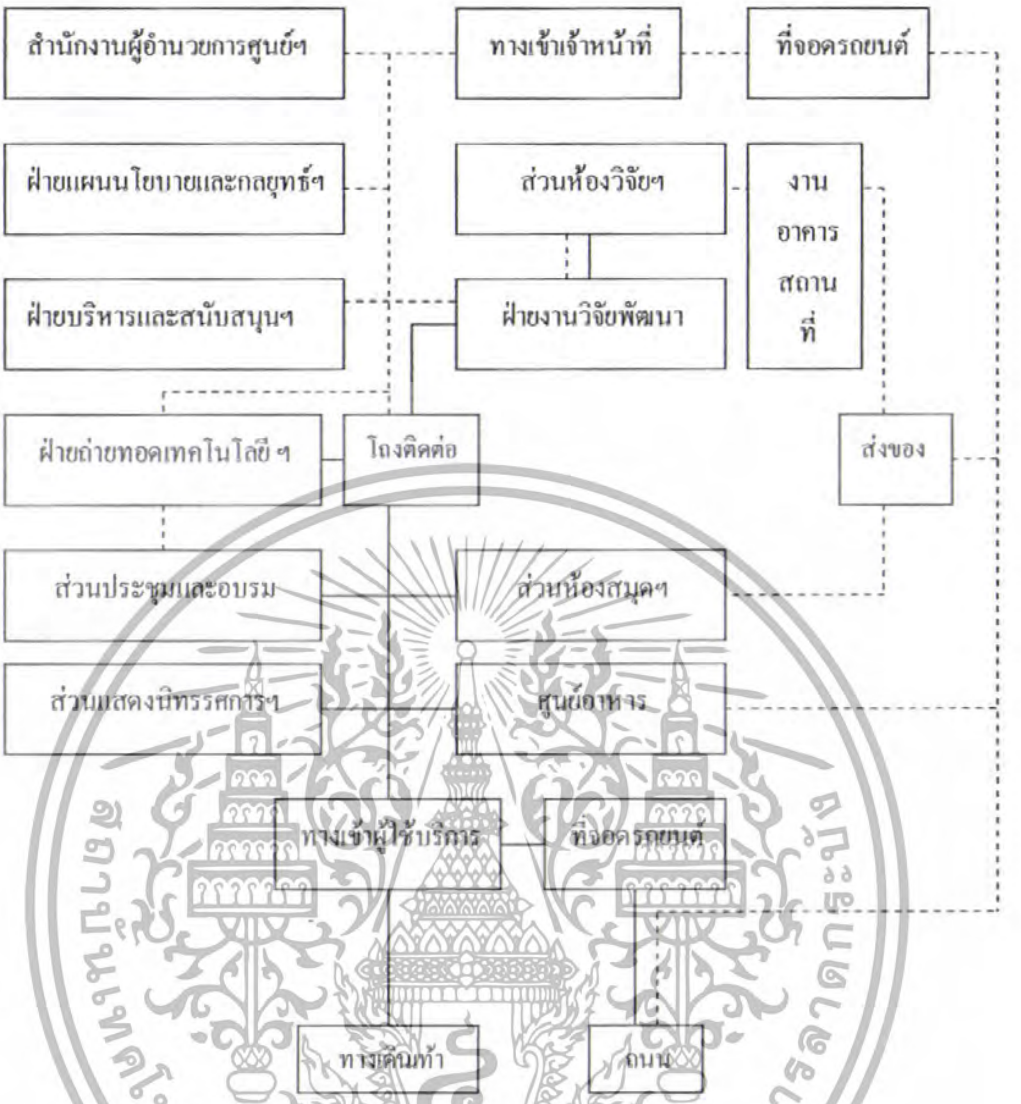
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์ฯ													
2. ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์ฯ	2												
3. ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร	2	1											
4. ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบฯ	2	2	1										
5. ส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ	0	0	0	2									
6. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี ฯ	1	2	1	2	1								
7. ส่วนประชุมและอบรม	1	1	1	1	0	2							
8. ส่วนแสดงนิทรรศการฯ	1	1	1	1	0	2	2						
9. ส่วนห้องสมุดฯ	0	0	0	0	0	1	1	2					
10. ศูนย์อาหาร	1	1	1	1	0	1	2	2	1				
11. งานอาคารสถานที่	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2			
12.ที่จอดรถยนต์	0	0	0	0	1	1	1	2	1	2	2		

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.1 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.2 ความสัมพันธ์ของสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ห้องผู้อำนวยการศูนย์ฯ												
2. ห้องรองผู้อำนวยการศูนย์ฯ	1											
3. ส่วนเลขานุการ	2	2										
4. ห้องที่ปรึกษาอาวุโส	2	1	1									
5. ห้องรับรอง	2	1	1	2								
6. ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิศวกรรมฯ	2	0	0	0	0							
7. ส่วนเจ้าหน้าที่งานตรวจสอบภายใน	2	0	0	0	0	0						
8. ส่วนหน้าที่งานแผนงบประมาณ	2	1	0	0	0	0	2					
9. ห้องประชุม	2	2	2	2	2	1	1	1				
10.ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	0	1	0	0	0	2	2	2	1			
11.ห้องเตรียมอาหาร	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0		
12.ห้องน้ำและส้วม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

หมายเหตุ 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ: _____ คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

- - - - - - คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.2ความสัมพันธ์ของสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.3 ความสัมพันธ์ของฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร

องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ห้องหัวหน้าฝ่ายแผนนโยบายฯ										
2. ส่วนเจ้าหน้าที่งานนโยบายและแผน	2									
3. ส่วนเจ้าหน้าที่งานอุดหนุนทุนวิจัย	2	1								
4. ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์ติดตามฯ	2	1	2							
5. ส่วนเจ้าหน้าที่งานความร่วมมือฯ	2	1	2	2						
6. ส่วนเจ้าหน้าที่งานจดสิทธิบัตร	2	1	2	2	2					
7. ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการฯ	2	1	1	1	1	1				
7. ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	1	1	1	1	1	1	1			
8. ห้องเตรียมอาหาร	0	1	1	1	1	1	1	0		
9. ห้องน้ำและส้วม	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

- - - - - - คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.3 ความสัมพันธ์ของฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.4 ความสัมพันธ์ของฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ห้องหัวหน้าฝ่ายบริหาร ฯ									
2. ส่วนเจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	2								
3. ส่วนเจ้าหน้าที่งานคอมพิวเตอร์ฯ	2	1							
4. ส่วนเจ้าหน้าที่วิเทศสัมพันธ์ ฯ	2	1	1						
5. ส่วนเจ้าหน้าที่งานบริหารทรัพยากรฯ	2	1	1	1					
6. ห้องพัสดุ	0	2	0	0	1				
7. ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	0	1	1	1	1	1			
8. ห้องเตรียมอาหาร	0	1	1	1	1	0	0		
9.ห้องน้ำและส้วม	0	0	0	0	0	0	0	2	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

------ คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.4 ความสัมพันธ์ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.5 ความสัมพันธ์ของฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ห้องหัวหน้าฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและฯ									
2. ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและฯ	1								
3. ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน	1	1							
4. ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน	1	1	1						
5. ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยผิวเคลือบนาโน	1	1	1	1					
6. ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	1	2	1	1	1				
7. ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	0	0	0	0	0	2			
8. ห้องเตรียมอาหาร	0	1	1	1	1	0	0		
9. ห้องน้ำและส้วม	0	0	0	0	0	0	0	2	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน
1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย
2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- - - - - - คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.5 ความสัมพันธ์ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.6 ความสัมพันธ์ของส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ

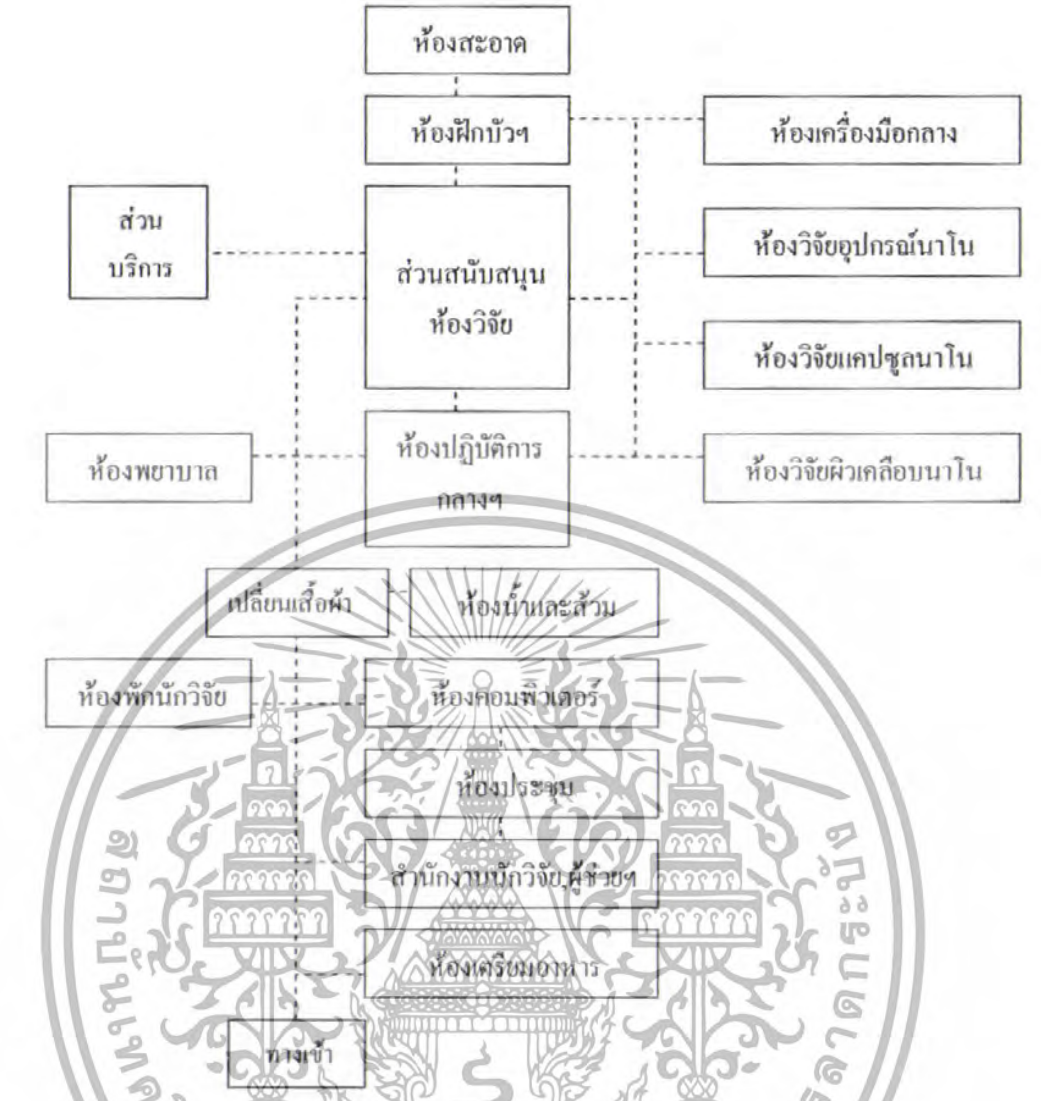
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.ห้องสะอาด															
2.ห้องฝักบัวฯและเสื้อผ้า	2														
3.ห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน	1	2													
4.ห้องวิจัยแคปซูลนาโน	1	2	1												
5.ห้องวิจัยผิวเคลือบนาโน	1	2	1	1											
6. ห้องเครื่องมือกลาง	1	2	2	2	2										
7. ส่วนสนันสนุนห้องวิจัย	1	2	2	2	2	2									
8. ห้องปฏิบัติการกลางฯ	1	2	2	2	2	2	2								
9. สำนักงานนักวิจัย,ผู้ช่วยฯ	1	1	1	1	1	1	1	1							
10.ห้องประชุม	1	1	1	1	1	1	1	1	2						
11.ห้องพยาบาล	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0					
12.ห้องคอมพิวเตอร์กลาง	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0				
13.ห้องเตรียมอาหาร	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0			
14.ห้องพักนักวิจัย,สันทนาการ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1		
15. ห้องน้ำและล้วม	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.6 ความสัมพันธ์ของส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.7 ความสัมพันธ์ของฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

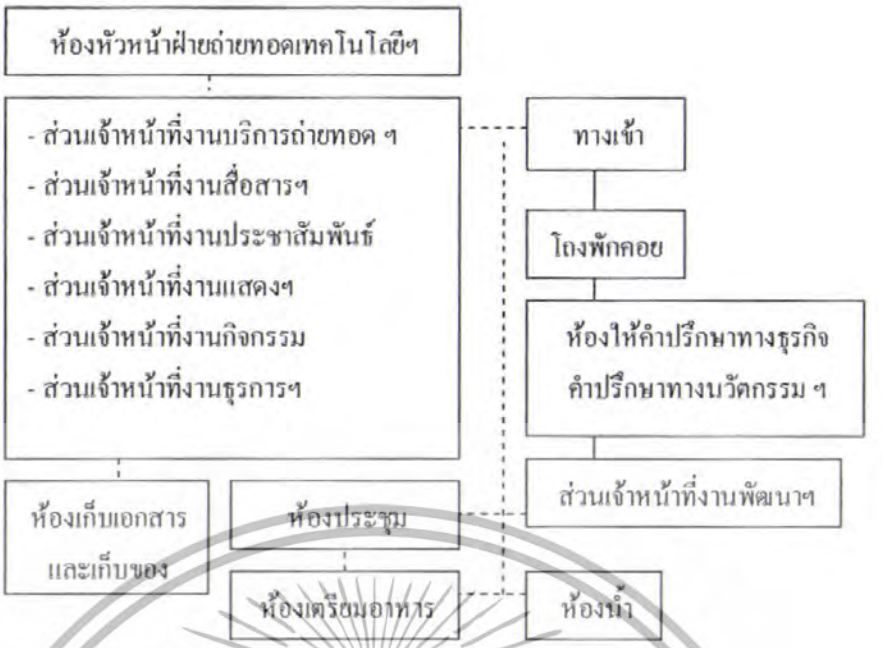
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ห้องหัวหน้าฝ่ายถ่ายทอดฯ													
2. ส่วนเจ้าหน้าที่งานบริการฯ	2												
3. ส่วนเจ้าหน้าที่งานสื่อสารฯ	2	1											
4.ส่วนเจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์	2	1	1										
5. ห้องให้คำปรึกษาทางธุรกิจ	0	0	0	0									
6.ส่วนเจ้าหน้าที่งานแสดงฯ	1	1	1	2	0								
7. ส่วนเจ้าหน้าที่งานกิจกรรม	1	1	1	1	0	2							
8.ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการฯ	1	1	1	1	1	1	1						
9. ห้องประชุม	1	1	1	1	0	1	1	1					
10. โถงพักคอย	0	0	0	0	2	0	0	0	0				
11. ห้องเก็บเอกสารฯ	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0			
12. ห้องเตรียมอาหาร	0	1	1	1	0	1	1	1	2	0	0		
13. ห้องน้ำและส้วม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ: ———— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

---------- คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.7 ความสัมพันธ์ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ

ตาราง 4.4.8 ความสัมพันธ์ของส่วนประชุมและอบรม

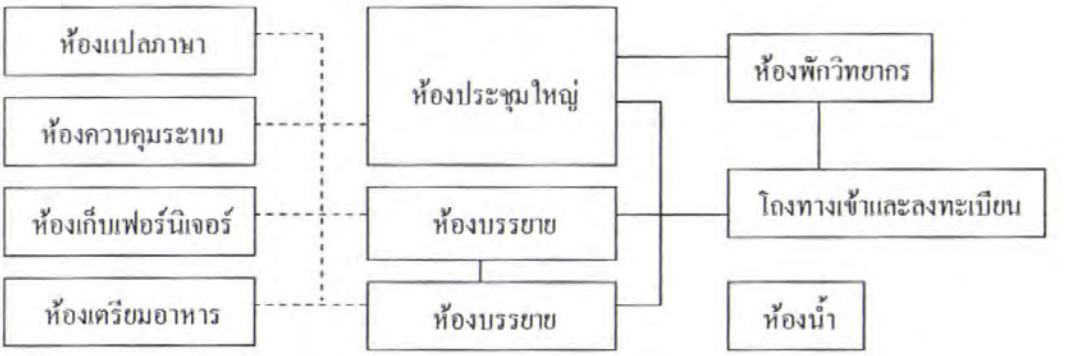
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ห้องประชุมใหญ่									
2. ห้องบรรยาย	2								
3. ห้องพักวิทยากร	2	2							
4. โถงทางเข้าและลงทะเบียน	2	2	2						
5. ห้องแปลภาษา	2	2	0	0					
6. ห้องควบคุมระบบสื่อและเสียง	2	2	0	0	2				
7. ห้องเตรียมอาหาร	2	2	2	1	0	0			
8. ห้องเก็บเฟอร์นิเจอร์	2	2	0	0	0	1	1		
9. .ห้องน้ำและส้วม	0	0	0	2	0	0	2	0	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

------ คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.8 ความสัมพันธ์ส่วนประชุมและอบรม

ตาราง 4.4.9 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบการแสดงนิทรรศการและกิจกรรม

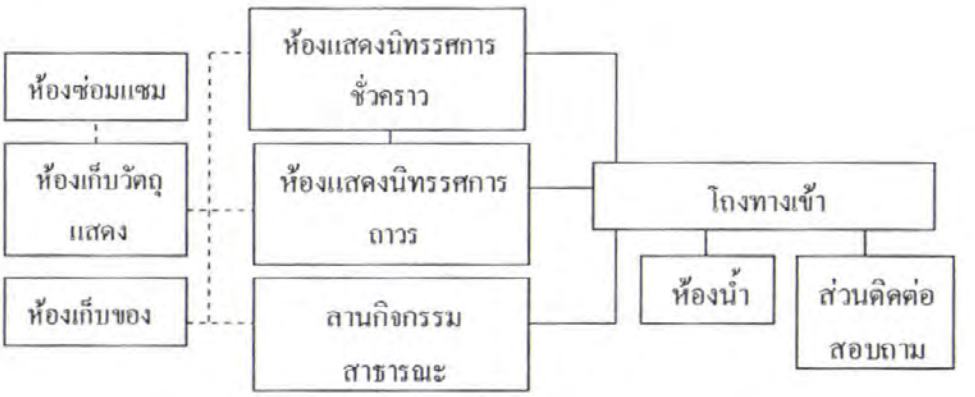
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ห้องแสดงนิทรรศการถาวร									
2. ห้องแสดงนิทรรศการชั่วคราว	2								
3. ส่วนติดต่อสอบถาม	2	2							
4. โถงทางเข้า	2	2	2						
5. ลานกิจกรรมสาธารณะ	1	1	1	2					
6. ห้องเก็บวัตถุแสดง	2	2	0	0	0				
7. ห้องซ่อมแซม	0	0	0	0	0	2			
8. ห้องเก็บของ	0	0	0	0	2	0	0		
9. ห้องน้ำ-ส้วม	1	1	0	2	2	0	0	0	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

------ คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.9 ความสัมพันธ์ส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม

ตาราง 4.4.10 ความสัมพันธ์ของฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

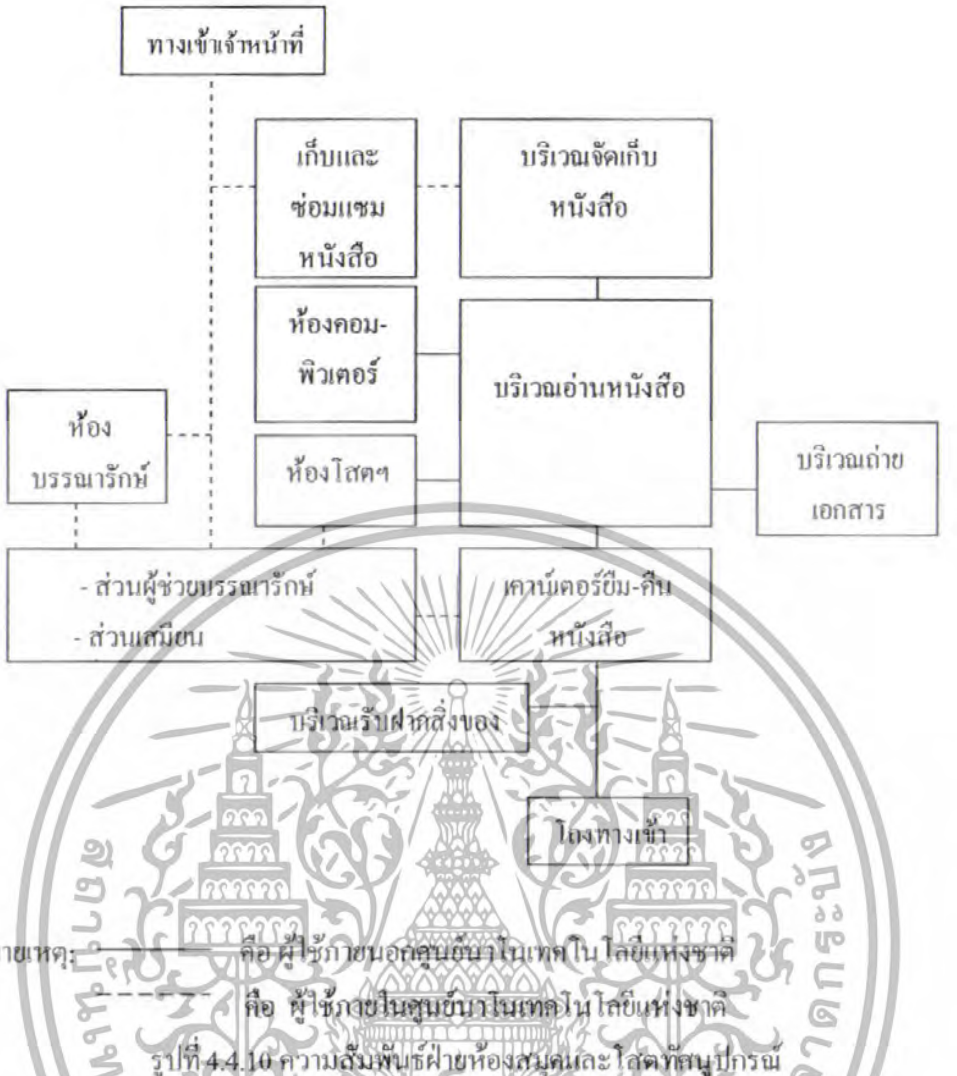
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. ห้องบรรณารักษ์											
2. ส่วนผู้ช่วยบรรณารักษ์	2										
3. ส่วนเสมียน	2	2									
4.บริเวณจัดเก็บหนังสือ	1	1	1								
5. บริเวณอ่านหนังสือ	0	0	0	2							
6. ห้องเก็บและซ่อมแซมหนังสือ	1	2	2	2	0						
7. เคาน์เตอร์ ยืม-คืน หนังสือ	1	1	1	1	2	0					
8. ห้องโสตทัศนูปกรณ์	2	1	1	1	1	0	0				
9. ห้องคอมพิวเตอร์	0	0	0	2	2	0	0	0			
10 .บริเวณถ่ายเอกสาร	0	0	0	0	2	0	1	0	0		
11. บริเวณรับฝากสิ่งของ	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



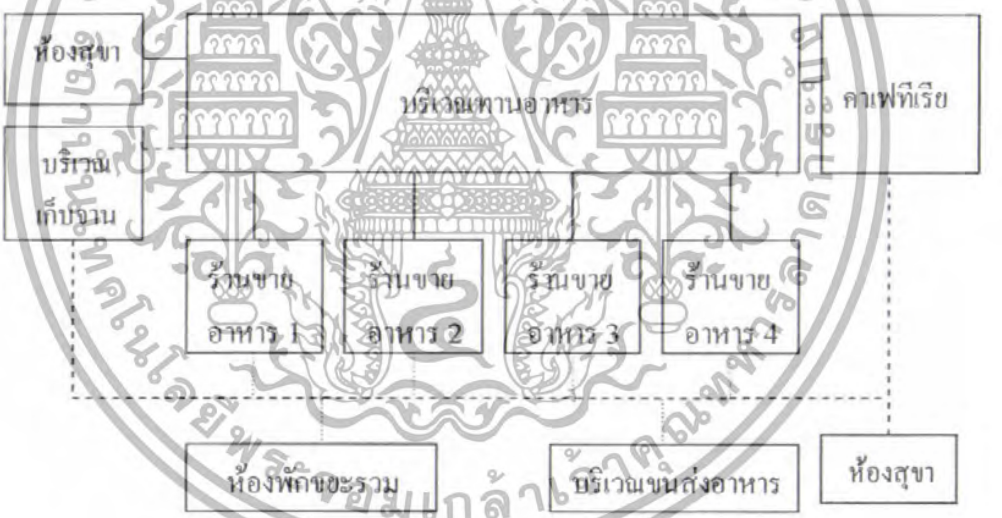
รูปที่ 4.4.10 ความสัมพันธ์ฝ่ายห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.11 ความสัมพันธ์ของศูนย์อาหาร

องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7
1. บริเวณทานอาหาร							
2. ร้านให้เช่าสำหรับ ซื้อ-ขายอาหาร	2						
3. บริเวณเก็บจานอาหาร	2	2					
4. บริเวณขนส่งอาหาร	0	2	1				
5. ห้องพักขยะรวม	0	2	2	2			
6. ห้องน้ำ-ส้วม(ผู้ใช้โครงการ)	2	0	0	0	0		
7.ห้องน้ำ-ส้วม(พนักงาน)	0	2	0	0	0	0	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน
1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย
2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก



หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- - - - - - คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.11 ความสัมพันธ์ของศูนย์อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.12 ความสัมพันธ์ของงานอาคารสถานที่

องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6
1. ห้องหัวหน้างานอาคารสถานที่						
2. ส่วนเจ้าหน้าที่ตรวจรับสิ่งของฯ	1					
3. ห้องพักเจ้าหน้าที่	1	1				
4. ห้องน้ำและห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	2	2	2			
5. แผนกเทคนิค	2	1	1	2		
6. แผนกบริการ	2	1	2	2	1	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

หมายเหตุ: ——— คือ ผู้ใช้ภายนอกศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

------ คือ ผู้ใช้ภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

รูปที่ 4.4.12 ความสัมพันธ์งานอาคารสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4.13 ความสัมพันธ์ของแผนกเทคนิค

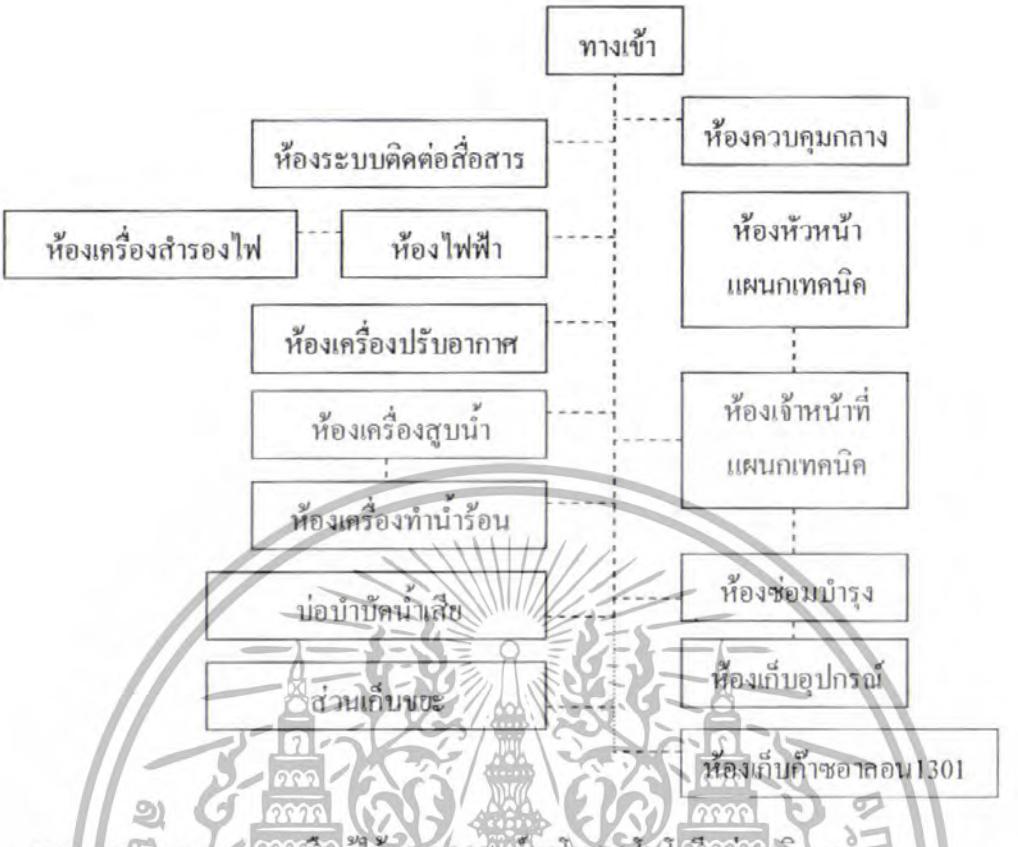
องค์ประกอบโครงการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ห้องหัวหน้าแผนกเทคนิค													
2. ห้องเจ้าหน้าที่แผนกเทคนิค	2												
3. ห้องเครื่องปรับอากาศ	1	2											
4. ห้องไฟฟ้า	0	2	1										
5. ห้องเครื่องสำรองไฟ	0	2	2	1									
6. ห้องเครื่องสูบน้ำ	0	2	0	0	0								
7.ห้องเครื่องทำน้ำร้อน	0	2	0	0	0	2							
8.บ่อบำบัดน้ำเสีย	0	2	0	0	0	2	0						
9. ห้องควบคุมกลาง	0	2	0	0	0	0	0	0					
10. ห้องระบบติดต่อสื่อสาร	0	2	0	1	0	0	0	0	1				
11.ส่วนเก็บขยะ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
12.ห้องซ่อมบำรุงและเก็บอุปกรณ์	0	2	1	1	1	1	0	1	0	0	1		
13.ห้องเก็บก๊าซยาลอน 1301	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.13 ความสัมพันธ์แผนกเทคนิค

ตาราง 4.4.14 ความสัมพันธ์ของแผนกบริการ

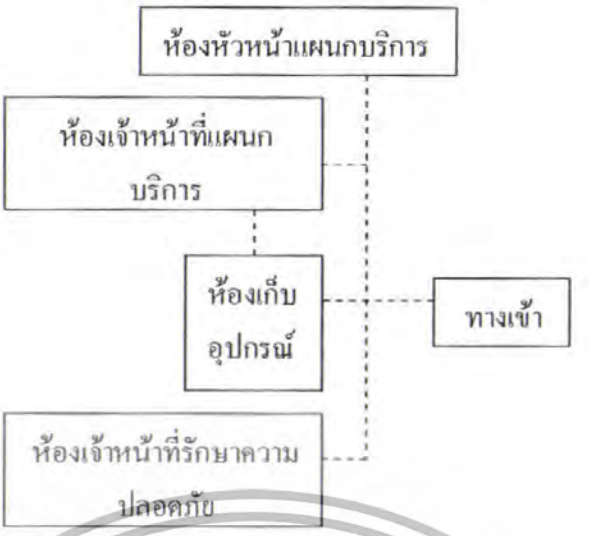
องค์ประกอบโครงการ	1.	2.	3.	4.
1. ห้องหัวหน้าแผนกบริการ				
2. ห้องเจ้าหน้าที่แผนกบริการ	2			
3. ห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	0	2		
4. ห้องเก็บอุปกรณ์	0	2	1	

หมายเหตุ: 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 คือ มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย

2 คือ มีความสัมพันธ์กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.14 ความสัมพันธ์แผนกบริการ

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของโครงการในส่วนต่างๆแล้วนำองค์ประกอบหลักมาศึกษารายละเอียดในการออกแบบเพื่อนำไปวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยของอาคารต่อไป

4.5 การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการ

การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการเป็นศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆเพื่อนำไปคัดเลือกรูปแบบของการออกแบบและการคำนวณพื้นที่ใช้สอยของโครงการทั้งหมด โดยแบ่งการศึกษาดังนี้

4.5.1 ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ส่วนวิจัยและปฏิบัติการเป็นองค์ประกอบหลักของโครงการซึ่งแบ่งการศึกษาได้ดังนี้

4.5.1.1 รายละเอียดส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

จากข้อมูลในแผนการขยายตัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ กำหนดให้นักวิจัย ใช้พื้นที่ 21 ตารางเมตรต่อคนและผู้ช่วยนักวิจัย 15 ตารางเมตรต่อคนโดย จากข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลในภาพรวมของทุกห้อง ซึ่งไม่สามารถบอกได้ถึงรายละเอียดของแต่ละส่วนดังนั้น วิธีการคิดของโครงการจะศึกษารายละเอียดต่างๆของส่วนวิจัยและรูปแบบการจัดห้องวิจัยอย่างละเอียด และเมื่อได้พื้นที่ในวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

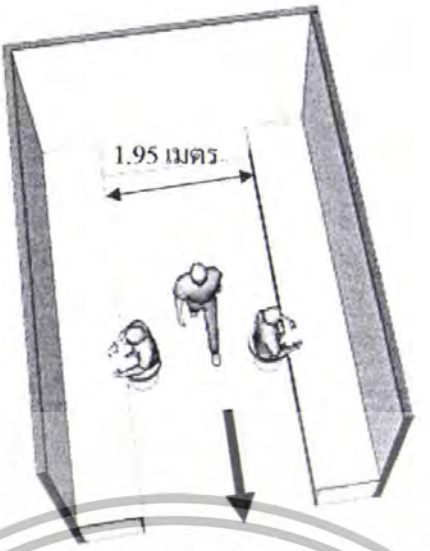
คิดแบบนี้แล้วจึงย้อนกลับไปเทียบกับพื้นที่ที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนดไว้ซึ่งค่าที่ได้ดังกล่าวจะต้องใกล้เคียงกับค่าที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนดและหากแตกต่างกันมากจะกลับมาวิเคราะห์ในส่วนของรายละเอียดใหม่อีกครั้งโดยมีรายละอียดของส่วนวิจัยและปฏิบัติการที่ได้จากการศึกษาดังนี้

ห้องวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีเป็นห้องวิจัยประเภทปฏิบัติการแบบห้องวิจัย (Research Laboratories) ซึ่งเป็นห้องวิจัยเฉพาะทางขึ้นอยู่กับการใช้งานเป็นหลักซึ่งไม่มีรูปแบบแน่นอนตายตัวขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยรายละเอียดของการจัดส่วนวิจัยและปฏิบัติการสามารถวิเคราะห์รูปแบบการออกแบบจากอาคารตัวอย่างและหนังสืออ้างอิงในการออกแบบอาคารวิจัยสามารถสรุปว่าโครงการเหมาะสมที่เลือกใช้ระบบพิกัดมูลฐาน(Modular Planning) เนื่องจาก

- ระบบนี้อาคารวิจัยส่วนใหญ่เลือกใช้
- ระบบนี้สามารถมีการจางระบบประกอบอาคารได้สะดวกโดยเฉพาะโครงการที่ต้องการงานระบบสนับสนุนมาก
- ระบบนี้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้
- การจัดแบบระบบนี้สามารถแบ่งส่วนห้องวิจัย ห้องสนับสนุนและสำนักงานนักวิจัยเป็นสัดส่วนเพื่อสะดวกในการควบคุมอันตรายที่เกิดจากการวิจัยในอาคาร
- สามารถการต่อเติม การขยายส่วนต่อในภายหลังสามารถทำได้ง่าย โดยใช้ระบบโครงสร้างเดิม ซึ่งการต่อเติมเป็นส่วนสำคัญมากในการออกแบบอาคารวิจัยเนื่องจากเครื่องมือและเทคโนโลยีต่างๆ ในการวิจัยมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วดังนั้นอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องมือหรือต่อเติมในภายหลัง

โดยโครงการใช้เลขพิกัดมูลฐาน(Modular Planning) คือ 3.60 x 7.20 เมตร โดยใช้การจัดแบบมีโต๊ะวิจัย 2 ด้านโดยตรงกลางนักวิจัยสามารถเดินผ่านได้ขณะที่มีนักวิจัยอื่นทำการวิจัยอยู่เนื่องจากการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีต้องมีกระบวนการมากจึงต้องใช้หลายเครื่องมือรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1.1 แสดงห้องวิจัยในระบบพิกัดมูลฐาน(Modular Planning)

ซึ่งทางเดินระหว่างโต๊ะทดลอง 1.95 เมตร โต๊ะทดลองลึก 0.80 เมตรซึ่งสามารถวางงานระบบได้ โดยรูปแบบการวางห้องวิจัยที่โครงการใช้จากการศึกษาอาคารตัวอย่างจึงเลือกใช้แบบมีส่วนสนับสนุนอยู่รอบห้องวิจัย และมีทางบริการอยู่รอบห้องวิจัย เนื่องจากรูปแบบนี้ส่วนสนับสนุนสามารถสนับสนุนห้องวิจัยมีประสิทธิภาพและยังเป็นส่วนที่สามารถแบ่งโซนของห้องวิจัยให้เป็นสัดส่วนเพื่อความปลอดภัยกับนักวิจัย และมีทางเดินบริการที่สามารถบริการส่วนต่างๆของห้องวิจัยได้สะดวกดังนี้

รูปที่ 4.5.1.2 แสดงรูปแบบการจัดตำแหน่งของห้องวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเมื่อศึกษารายละเอียดของในการวิเคราะห์รูปแบบห้องวิจัยแล้วศึกษารูปแบบของงานวิจัย ที่มีผลต่อการการออกแบบเนื่องจากรูปแบบของงานวิจัยมีส่วนสำคัญต่อการวิเคราะห์ของวิจัย เนื่องจาก งานวิจัยแต่ละประเภทใช้เครื่องมือไม่เหมือนกันและต้องการปัจจัยต่างๆที่มีผลต่องานวิจัย ไม่เหมือนกันและขนาดเครื่องมือจะมีผลต่อเลขพิกัดมูลฐานของโครงการที่วิเคราะห์ข้างต้นว่า สามารถนำไปใส่ในเลขพิกัดมูลฐานที่วิเคราะห์ได้หรือไม่ ซึ่งถ้ามีขนาดใหญ่กว่าจะต้องกลับไป วิเคราะห์เลขพิกัดมูลฐานใหม่

แบ่งประเภทงานวิจัยแบ่งตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ดังนี้

- กลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)
- กลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)
- กลุ่มงานวิจัยผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)

ซึ่งจากกลุ่มงานวิจัยสามารถสรุปงานวิจัยได้ตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติคือ แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้เลือกเน้นการลงทุนใน ผลิตภัณฑ์หรือโครงการเจาะจง ที่จะเกิดผลกระทบสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ จากผลการศึกษาของคณะทำงาน 4 สาขาหลักและการประชุมระดมความคิดจากผู้เกี่ยวข้องกับแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้กำหนดออกมาเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมาย 6 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังนี้คือ

1.) กลุ่มผลิตภัณฑ์ทางด้านเซ็นเซอร์ เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งที่ผลิตจากวัสดุทางชีวภาพและที่ไม่ใช่ชีวภาพ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจวัดก๊าซในงานอุตสาหกรรม , เกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม , พอลิเมอร์อิเล็กโตร ไลต์ , อุปกรณ์ตรวจวินิจฉัยโรคและวัสดุตรวจจับสารเคมีที่ผลิตจากเส้นใยเซรามิกส์นาโนกึ่งตัวนำ เป็นต้น

2.) กลุ่มอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อุปกรณ์อินทรีย์อิเล็กทรอนิกส์ ,อุปกรณ์แสดงผลฟิล์มบางอินทรีย์เปล่งแสง (Organic Light-Emitting Diode:OLED) , เซลล์แสงอาทิตย์ , อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้าโดยใช้ฟิล์มบางอินทรีย์ เป็นต้น

3.) กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพร เช่น พาหนะนำส่งยา (Drug Delivery Vehicle) , ยารักษาโรคเฉพาะจุด (Targeting Drug) , สารสกัดสมุนไพรเพื่อใช้ในเครื่องสำอาง เป็นต้น

4.) กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน เช่น วัสดุเคลือบผิวนาโนลดความฝืด , กระจกไร้คราบสกปรก และวัสดุเคลือบสิ่งทอกันน้ำและกันเปื้อน เป็นต้น

5.) กลุ่มวัสดุดูดซับ กรอง และตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แผ่นกรองโมเลกุล , แผ่นพอลิเมอร์นำไฟฟ้าและตัวเร่งปฏิกิริยานาโนซีโอไลต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) กลุ่มวัสดุสารประกอบแต่ง เช่น วัสดุเสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโนและเส้นลวดเซรามิกส์นาโน เป็นต้น

โดยมีรายละเอียดของกลุ่มงานวิจัยที่มีเครื่องมือต่างๆที่เพิ่มมาจากเครื่องมือที่ปัจจุบันของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมีอยู่แล้วโดยการศึกษาการเพิ่มเครื่องมือในการวิจัยเนื่องจากปัจจุบันเครื่องมือๆต่างๆในการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีมีมากขึ้นซึ่งโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่จะเป็นที่ตั้งถาวรนั้นมีวัตถุประสงค์ที่เป็นศูนย์กลางของเครื่องมือเฉพาะทางนาโนเทคโนโลยีดังนั้นการศึกษาการเพิ่มเครื่องมือจึงมาจากเป้าหมายการวิจัยแต่ละกลุ่มการวิจัยและศึกษาจากศูนย์เครื่องมือกลางของสถาบันอุดมศึกษาต่างๆที่มีการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีเนื่องจากในกลุ่มเครื่องมือในแต่ละกลุ่มสถาบันอุดมศึกษาต่างๆเหล่านั้นก็มีไม่เหมือนกันดังนั้นการศึกษาข้อมูลนี้จึงเป็นการรวบรวมเครื่องมือในการวิจัยของนาโนเทคโนโลยีของสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ , ศูนย์นาโนเทคโนโลยีของต่างประเทศจากการศึกษาอาคารตัวอย่าง , บริษัทที่จัดจำหน่ายเครื่องมือ เป็นต้นเพื่อให้โครงการเป็นศูนย์กลางของเครื่องมือเฉพาะทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยได้ศึกษาข้อมูลจาก

1.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค)
2.) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค)
3.) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค)
4.) สำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5.) ศูนย์นาโนสาธารณะและนาโนเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
6.) ห้องปฏิบัติการวิจัย ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7.) ศูนย์นาโนเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8.) หน่วยบริการเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9.) หน่วยบริการเครื่องมือกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10.) หน่วยบริการเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
11.) บริษัท เอ็มเคพี ซัพพลาย จำกัด
12.) บริษัท ครูท เจ เรทเกอร์ จำกัด
13.) บริษัท โคแอกซ์กรุ๊ป คอร์ปอเรชั่น จำกัด
14.) บริษัท ทารา บิสิเนส จำกัด
15.) บริษัท อิมิเทค จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

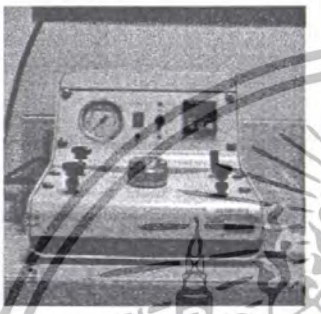
โดยศึกษาสรุปเป็นกลุ่มการวิจัยโดยมีรายละเอียดของเครื่องมือ , ขนาดของเครื่องมือและงานระบบประกอบ ดังนี้

กลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)

มุ่งเน้นงานวิจัยด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซ็นเซอร์ตรวจวัด ตลอดจนพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีเป้าหมายหลักในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม , สิ่งทอ เป็นต้น รวมถึงพลังงานทางเลือกรูปแบบใหม่ โดยทีมนักวิจัยผู้เชี่ยวชาญด้านนี้โดยเฉพาะ ซึ่งในอนาคตสามารถพัฒนางานวิจัยด้านนาโนเซนเซอร์เพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพอาหาร, เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางอาจะนำมาประยุกต์ใช้กับกระจกในบ้านเรือนเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการกักเก็บพลังงาน โดยมีกลุ่มการทดลองคือทางนาโนอิเล็กทรอนิกส์และโฟโตนิกส์ โดยแต่ละกลุ่มมีเครื่องมือหลักๆดังนี้

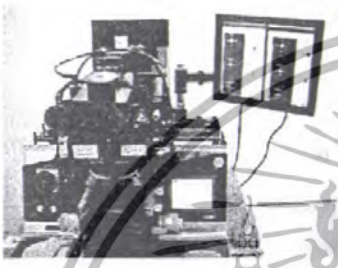
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.1 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางนาโนอุปกรณ์ (Nano-Devices)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	เครื่องทำให้แห้งโดยใช้จุดวิกฤตของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(Manual Critical Point Dryer) 	ใช้ปล่อยอุปกรณ์ขนาดเล็กด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	0.60x.0.40	-ห้องที่มีกระจกให้เคลือบฟิล์มที่กันแสงภายนอกเข้ามาในห้องวิจัย	เนคเทค
2.	เครื่องเชื่อมต่อวงจรด้วยเส้นลวดทองคำ (Manual Wire Bonder)	ใช้เชื่อมวงจรด้วยเส้นทองคำ สำหรับการบรรจุภัณฑ์ด้วยอิเล็กทรอนิกส์	0.70x.0.40	-	เนคเทค
3.	กล้องจุลทรรศน์ ชนิด 3 ตา (Microscope)	ใช้สำหรับส่องชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก ซึ่งตัวกล้องมีกำลังขยาย 50, 100 และ1,000 เท่า	0.20x.0.30	-	เนคเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.1 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางนาโนอุปกรณ์ (Nano-Devices)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
4.	เครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์บนชิ้นงาน (MJB4-4"Manual Mask Aligner) 	สร้างลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์โดยการฉายแสงลงบนชิ้นงานที่เคลือบฟิล์มไว้แล้ว	0.85x0.95	-ใช้ห้องสะอาด -ห้องที่มีกระจกให้เคลือบฟิล์มที่กันแสงภายนอกเข้ามาในห้องวิจัย	เนคเทค
5.	เครื่องเคลือบฟิล์ม (Model WS-400B-6NPP-Lite Spin coater)	ใช้ในการเคลือบฟิล์ม (น้ำยาไวแสง) โดยวิธีการหมุนให้ฟิล์มเคลือบไปทั่งพื้นผิวชิ้นงานโดยเคลือบก่อนที่จะใช้เครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์	0.45x.040	-ใช้ร่วมกับเครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์บนชิ้นงาน	เนคเทค
6.	ชุดเครื่องมือวัดคุณสมบัติของวัสดุฟิล์มบาง (Thin Film Measurement System)	เป็นเครื่องมือวัดความหนาและสมบัติของฟิล์มที่เคลือบ	1.80x.0.90	-	เนคเทค

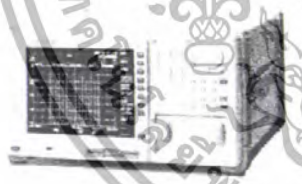
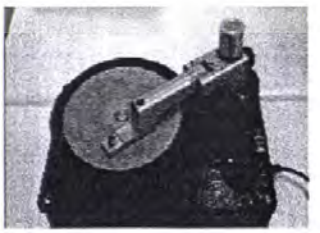
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางโฟโตนิกส์

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	หัวตรวจจับแสงในย่าน1500 นาโนเมตร (Fiber Optic Detector 1500 nm)	ใช้ตรวจวัดกำลังของแสงในหน่วยวัตต์ สำหรับแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 1300-1700 นาโนเมตร	0.20x0.20	-	เนคเทค
2.	เครื่องวัดกำลังของแสง แบบใช้กับทุกหัววัด ความยาวคลื่น 440-1060 นาโนเมตร (Optical Power Meter 440-1060 nm)	ใช้วัดกำลังของแสงเลเซอร์ ความยาวคลื่น 440-1060 นาโนเมตร	0.50x0.25	-	เนคเทค
3.	เครื่องเชื่อมต่อเส้นใยแก้วนำแสงเข้าด้วยกัน (Single-Fiber Fusion Splicer)	เป็นเครื่องช่วยต่อเส้นใยแก้วนำแสงทั้งชนิดโหมดเดี่ยวและหลายโหมด	0.60x0.30	-	เนคเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.2 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางโฟโตนิกส์

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
4.	ทรงกลมรวมแสงสำหรับเส้นใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Integrating Sphere of emission)	ใช้วัดพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงที่ส่งผ่านทางเส้นใยแก้วนำแสง	0.60x0.60	-	เนคเทค
5.	เครื่องมือวัดเส้นใยลำแสงความยาวคลื่นในช่วง 600 - 1750 นาโนเมตร (Optical Spectrum Analyzer 600-1750 nm) 	เครื่องมือวัดความเข้มแสงและความยาวคลื่นแสงของแสงที่เคลื่อนที่ในเส้นใยนำแสง แสงที่วัดได้ควรมีความยาวคลื่นในช่วง 600 นาโนเมตร ไปถึง 700 นาโนเมตร	0.60x0.40	-	เนคเทค
6.	เครื่องขัดปลายเส้นใยแก้วนำแสง (FiberPolisher) 	ใช้ขัดปลายเส้นใยแก้วนำแสงแบบโหมดเดี่ยวและแบบหลายโหมด	0.30x0.30	-	เนคเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.2 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางโฟโตนิกส์

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
7.	ไฟเบอร์ออปติกสเปกโตรมิเตอร์ ความยาวคลื่นในช่วง 250-850 นาโนเมตร (Fiber Optic Spectrometer 250-850 nm)	ใช้วัดสเปกตรัมการสะท้อน การทะลุผ่าน การดูดกลืนแสง และการเรืองแสงของสารตัวอย่างที่อยู่ในรูปของแข็ง ฟิล์มบาง และของเหลว ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 250-850 นาโนเมตรเหมาะสำหรับการใช้งานภาคสนามและกรณีที่จัดแสงได้ลำบาก เป็นระบบวัดค่าแถบพลังงานต้องห้ามและค่าการถ่ายทอดพลังงานของสารกึ่งตัวนำ	0.20x0.30	-	เนคเทค
8.	โฟโตรีเฟลกแตนท์สเปกโทรสโคปี (Photoreflectance spectroscopy)			-	สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

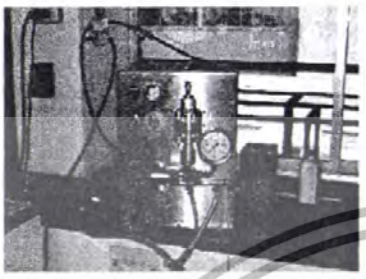
กลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

เป็นกลุ่มงานวิจัยที่มุ่งเน้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บกักสารภายในแคปซูลระดับนาโนเมตรซึ่งเป็นกรรมวิธีอันหนึ่งที่ช่วยควบคุมอัตราการปลดปล่อยของสารออกจากแคปซูล และรักษาคุณสมบัติของสารภายในแคปซูลให้คงทนและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อาหารและยา โดยวางแผนในระยะยาวที่จะพัฒนาการรักษายีนส์ด้วยอนุภาคนาโน , การรักษาโรคมะเร็งด้วยนาโนอีมัลชัน/อนุภาคนาโน , การพัฒนางานวิจัยด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue engineering) ตลอดจนการนำส่งยาไปยังอวัยวะเป้าหมายอย่างแม่นยำ

โดยจะเป็นห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์ทดสอบขนาด ประจุและมวลโมเลกุลของอนุภาค และเตรียมอนุภาคนาโนโดยทำให้แห้งเพื่อใช้ในงานทางด้านนาโนชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.3 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	*High speed homogenizer* 	เครื่องมือที่ใช้สำหรับ ผสมสาร โดยใช้ความดันสูง และสามารถควบคุม อุณหภูมิได้ขณะผสมสาร โดยใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบอ่างน้ำหมุนเวียน	0.85x0.85	-ไฟฟ้า กระแสสลับ 115โวลต์, 1 เฟส - ท่อน้ำประปา	มช.
2.	เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (Refrigerated centrifuge)	เพื่อปั่นแยกสาร และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง -8 ถึง + 40 องศาเซลเซียส	0.58x0.69	-ไฟฟ้า กระแสสลับ115 - 230 โวลต์	มช.
3.	เครื่องอบแห้งแบบแช่เย็น (Freeze dryer)	ใช้ในการเตรียมตัวอย่างอนุภาคนาโนให้อยู่ในรูปผงเพื่อเพิ่มความคงตัวในการเก็บรักษาการทดสอบความสามารถในการต้านเชื้อ	0.55x0.60	- น้ำสะอาด 15 องศาเซลเซียส -ไฟฟ้า กระแสสลับ 230 โวลต์	นาโนเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.3 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
4.	เครื่องเอ็มทีที(MTT Assay)	วัดการขยายตัวของเซลล์และเซลล์ที่ยังรอดชีวิต	1.80x1.10	-	นาโนเทค
5.	เครื่องแช่แข็ง (Deep Freezer)	ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างทางชีววิทยาโดยการทำให้แห้งในสภาพของแข็ง ภายใต้สภาวะความดันต่ำ	2.10x0.85	-ไฟฟ้ากระแสสลับ220 โวลต์ / 50 เฮิรตซ์	มช.
6.	เครื่องทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤต (Critical point Dryer)	ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างทางชีววิทยาโดยการทำให้แห้งที่สภาวะอุณหภูมิวิกฤต	0.45x0.35	-ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลว	-อิมิเทค -โคแอกซ์กรุ๊ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.4 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบเอกลักษณ์

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	โครโมโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC(PDA/ELSD))	ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสารสำคัญในพืชสมุนไพร	2.00x0.80	- คอมพิวเตอร์ - เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี	- มก. - สจล.
2.	โครโมโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC(UV/fluorescent))	ใช้สำหรับการวิเคราะห์กรดอะมิโนสำคัญ 17 ชนิด	2.40x0.80	- คอมพิวเตอร์ - เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี	มก.
3.	เครื่องเอเอเอส(AAS)	ใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุในระดับความเข้มข้นส่วนในล้านส่วน(ppm) ธาตุที่วิเคราะห์ได้เช่น สังกะสี, แมงกานิส, ทองแดง, โซเดียม เป็นต้น	2.40x0.80	- คอมพิวเตอร์ - ก๊าซไนโตรเจน - เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี - เครื่องพิมพ์ 4 สี - ปั๊มลม	มก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.4 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบเอกลักษณ์

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
4.	เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer)	ใช้แยกและบันทึกพลังงานที่เปลี่ยนไปกับนิวเคลียสอะตอม ไอออน หรือโมเลกุลพลังงานที่เปลี่ยนไปนั้นเนื่องจากเกิดการอิมิสชั่น ,การดูดกลืน การกระเจิง ของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าหรือของอนุภาค	2.40x0.80	- คอมพิวเตอร์ -ไฟฟ้ากระแสสลับ 100 - 240 โวลต์ , 50/60 เฮิรตซ์	-มช. - นาโนเทค

กลุ่มงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)

เป็นกลุ่มการวิจัยที่มุ่งเน้นงานวิจัยและพัฒนาด้านผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)หรือทางนาโนวัสดุโดยมีเป้าหมายในการนำอนาโนเทคโน โลยีมาช่วยในการปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทำให้แบ่งประเภทของงานวิจัยทางด้านวัสดุนาโนออกเป็น5 สาขาดังนี้

1) อนุภาคนาโน (Nanoparticle)

เป็นกลุ่มการวิจัยที่ศึกษาเรื่องผงและอนุภาคขนาดเล็ก โดยพยายามสร้างมูลค่าเพิ่มจากอนุภาคนาโนด้วยการใส่เทคโนโลยีของอุปกรณ์เข้าไป เพื่อทำให้อนุภาคเหล่านั้นมีความฉลาดมากขึ้น ผลิตภัณฑ์เป้าหมายได้แก่เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ , วัสดุดูดซับกลิ่นและสารพิษ เป็นต้น

2) วัสดุผสมผสานนาโน (Nanocomposites)

คือการวิจัยทางการผสมผสานวัสดุในระดับเล็กเพื่อให้แสดงคุณสมบัติพิเศษในระดับอะตอมออกมา ผลิตภัณฑ์เป้าหมายจากการวิจัยทางด้านนี้มี แผ่นฟิล์มและบรรจุภัณฑ์ที่ต้านทานการซึมผ่านของก๊าซและความชื้น , วัสดุสำหรับเครื่องสำอาง , เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เส้นใยนาโน (Nanofibers)

เป็นการวิจัยที่นำวัสดุมาขึ้นรูปให้เป็นเส้นใยที่มีขนาดนาโนซึ่งจะแสดงสมบัติพิเศษหลายๆ อย่างออกมา ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ที่ต้องการพัฒนาขึ้นมา ได้แก่ เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซและสารเคมี วัสดุนำส่งสารออกฤทธิ์ แผ่นกรองอนุภาค ผิวหนังเทียม เป็นต้น

4) โครงสร้างนาโนของคาร์บอน และ โพรงนาโน (Nanotubes and Nanopores)

เป็นการวิจัยที่มีแผนที่จะพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์พวกท่อนาโนของคาร์บอนที่นำไปทำอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัสดุเสริมความแข็งแกร่งให้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ถ้วยชามเซรามิกส์ เป็นต้น

5) ฟิล์มบางนาโน (Thin Fim Nanostructure)

เป็นการวิจัยโดยมีแผนยุทธศาสตร์ที่จะส่งเสริมเรื่องของการเป็นศูนย์สุขภาพและอาหาร ผลิตภัณฑ์จากวัสดุนาโนในกลุ่มนี้จะมีลักษณะเป็นวัสดุทำหน้าที่ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจวินิจฉัยโรค และวัตถุที่มีขนาดนาโนหรือเซ็นเซอร์ แต่จะเป็นเซ็นเซอร์ที่พัฒนาให้เหมาะสมกับประเทศไทย

นาโนวัสดุสามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มของห้องวิจัยและปฏิบัติการคือ

- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง (Powder Characterization laboratory)
- ห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry Laboratory)

โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังนี้

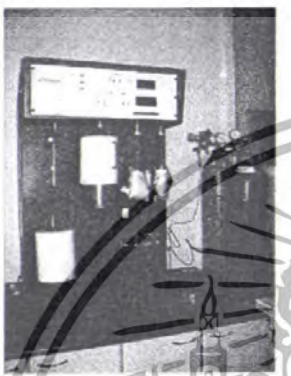
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.5 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating) ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง (Powder Characterization laboratory)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	เครื่องมาเทอร์ไซเซอร์ (Mastersizer-S ,Malvern)	ใช้สำหรับวิเคราะห์ขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ที่มีขนาดตั้งแต่ 0.05 - 900 ไมครอน	2.35x1.10	- คอมพิวเตอร์ - เครื่องพิมพ์ 4 สี	เอ็มเทค
2.	เครื่องเซทาไซเซอร์(Zetasizer Nano ZS ,Malvern)	ใช้วิเคราะห์ขนาดและการกระจายตัวของอนุภาค ที่มีขนาดตั้งแต่ 0.6 - 6,000 นาโนเมตร และวัดค่า *zeta potential* ของอนุภาคที่อยู่ในของเหลว	1.15x0.50	- คอมพิวเตอร์	นาโนเทค
3.	เครื่องมือวัดความหนืดข้น (Viscometer ,Brookfield DV II+)	ใช้สำหรับวิเคราะห์พฤติกรรมด้านเกี่ยวกับการไหลของของเหลวและกึ่งของเหลว สำหรับของเหลวปริมาตร 500 มิลลิลิตร	0.65x0.65	- ไฟฟ้ากระแสสลับ 115 โวลต์, 50/60 เฮิรตซ์	เอ็มเทค

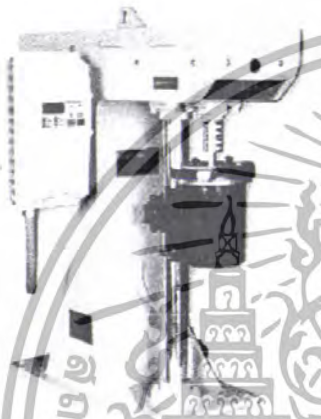
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.5(ต่อ)แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง (Powder Characterization laboratory)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
4.	เครื่องออโตซอร์บวัน (Autosorb-1 Quantachrome) 	ใช้วิเคราะห์ พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุที่ขนาดเล็กถึง 0.05 ตารางเมตรต่อกรัม และความพรุนตัวของวัสดุที่มีขนาดรูพรุนในระดับมีโสโพร (20 - 500 อังสตรอม)	1.80x1.10	- แก๊สไนโตรเจน	เอ็มเทค
5.	เครื่องออโตซอร์บวันซี (Autosorb-1C Quantachrome)	ใช้วิเคราะห์ พื้นที่ผิวจำเพาะของวัสดุที่ขนาดเล็กถึง 0.05 ตารางเมตรต่อกรัม และความพรุนตัวของวัสดุที่มีขนาดรูพรุนในระดับไมโครโพร(น้อยกว่า 20 อังสตรอม)	1.80x1.10	- แก๊สไนโตรเจน	เอ็มเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.5 (ต่อ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง (Powder Characterization laboratory)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
6.	เครื่องบดอนุภาคด้วยความเร็วสูง 	เป็นเครื่องบดวัสดุให้มีความละเอียดถึงขนาดไมครอน เหมาะสำหรับงานวิจัยทางวัสดุศาสตร์, วัสดุเชิงฟิสิกส์, เซรามิก, โลหะผง, พลาสติก, ยาง, อาหาร, เครื่องสำอาง,ยารักษาโรค และสารเคมีที่ต้องการความละเอียดสูง	0.40x0.75	-	เอ็มเคพีชัพพลาย
7.	เครื่องวัดความยืดหยุ่นของผิว (Skin Visiometer)	เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดริ้วรอยและความหยาบละเอียดของผิวหน้า โดยหลักการผ่านของแสงจากแหล่งกำเนิด	0.45x0.35	- ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50/60 เฮิรตซ์	- มช. - นาโนเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากกลุ่มเครื่องมือที่เป็นเครื่องมือวิจัยแต่ละกลุ่มแล้ว ยังมีเครื่องมือหลักทางการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี ที่เป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างงานวิจัยได้ทุกกลุ่มการวิจัยโดยแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้

- ห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม
- กลุ่มเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ
- กลุ่มที่ใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี
- กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์ม

โดยแต่ละกลุ่มเครื่องมือจะมีเครื่องมือที่ใช้สำหรับเตรียมสารตัวอย่างก่อนที่จะใช้เครื่องมือหลักของแต่ละกลุ่ม

ตาราง 4.5.1.6 แสดงเครื่องมือในห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry Laboratory)

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry:GC-MS)	ใช้สำหรับการวิจัยที่สามารถทำนายองค์ประกอบที่มีอยู่ในสาร โดยการเปรียบเทียบของเลขมวลกับข้อมูลที่มีอยู่ใน *Llibrary* และสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ	2.80x1.50	- คอมพิวเตอร์ - แก๊สมีเทน (Methane), ไอโซบิวเทน (Isobutane), แอมโมเนีย (Ammonia) - เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี	เอ็มเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.7 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM)รุ่น เจเอสเอ็ม-5410	ใช้สำหรับดูพื้นผิวตัวอย่าง สามารถวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบได้ทั้งเชิงคุณภาพ และปริมาณเหมาะสมกับงานที่ต้องการที่ต้องการกำลังขยายที่ไม่สูงมากนัก และงานที่ต้องการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมี	2.40x1.10	-ไฟฟ้ากระแสสลับ 200 โวลต์ - วิเคราะห์ได้หมดทุกสาขา	- นาโนเทค - ทาราบิสิเนส
2.	กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM)รุ่นเจเอสเอ็ม-6301เอฟ	ใช้แหล่งกำเนิดอิเลคตรอนแบบโคลด์ฟิลด์อีมิชชันที่ให้กำลังแยกแยะได้สูงมากเหมาะกับชิ้นงานที่ต้องการศึกษาพื้นผิวที่ศักย์เร่งต่ำเช่น วัสดุประเภทพอลิเมอร์ หรือทุกงานที่ต้องการความคมชัดสูง	2.60x1.10	-ไฟฟ้ากระแสสลับ 200 โวลต์	-เอ็มเทค -ทาราบิสิเนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง4.5.1.7 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
3.	เครื่องอิมเมจอนาไลเซอร์ (IMage Analyzer รุ่น Omnimet 1.4 beta)	โดยจะต่อกับกล้องจุลทรรศน์แบบแสง สามารถขยายได้ตั้งแต่ 50-1,000 เท่าสามารถวิเคราะห์ - ปริมาณเฟส (%) - ขนาดเกรน - ความหนาของชั้นเคลือบ - นับจำนวนเกรน	1.60x1.10	- คอมพิวเตอร์ - เครื่องพิมพ์ 4 สี -ไฟฟ้ากระแสสลับ	เอ็มเทค
4.	เครื่องเคลือบทอง (Fine Coater)	เป็นเครื่องสำหรับเคลือบทองตัวอย่างที่ไม่มีการนำไฟฟ้าหรือนำได้เพียงบางจุด จะต้องมีการนำไปเคลือบทองก่อนที่จะนำเข้ากล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด เพราะทองจะมีการนำไฟฟ้าดีกว่า ทำให้สามารถดูที่กำลังขยายสูงดี	0.34x0.32	- อยู่ภายในห้องเดียวกับกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด -ก๊าซอาร์กอน - ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์	สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.7 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
5.	เครื่องเคลือบ ตัวอย่างด้วยผงถ่าน (Carbon Coater)	ใช้หาองค์ประกอบทางเคมี เพราะคาร์บอนมีเลขอะตอมต่ำซึ่งจะไม่ดูดซับพีคของธาตุถ้าไม่เคลือบแต่ใช้เอสอีเอ็มต้องใช้ศักย์น้อย ๆ เพื่อจำกัดปริมาณอิเลคตรอน แต่จะได้ภาพไม่ชัดเจน	0.34x0.32	- อยู่ภายในห้องเดียวกับกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด -ก๊าซอาร์กอน -ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์	สจล.
6.	เครื่องระเหยแห้งสุญญากาศ (Vacuum Evaporator)	เครื่องระเหยแห้งสุญญากาศเป็นวิธีหนึ่งในการเตรียมสารตัวอย่างเข้ากล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด	0.45x0.50	ไฟฟ้าแรงต่ำ คือ 5โวลต์, 15โวลต์,25 โวลต์	อิมิเทค
7	เครื่องทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤต (Critical Point Dryer Apparatus)	เป็นเครื่องที่ทำให้สารตัวอย่างแห้งก่อนเตรียมสารเข้ากล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด	0.45x0.35	- คาร์บอนไดออกไซด์เหลว	อิมิเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.8 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope:TEM)	ใช้ในการศึกษารายละเอียดของตัวอย่างโดยตรวจสอบถึงระดับโมเลกุล เช่น ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์, เนื้อเยื่อหุ้มเซลล์, ลักษณะของออร์กาเนลต่าง ๆ ตลอดจนเชื้อไวรัส	2.60x3.10 x2.40	- น้ำสะอาด -ไฟฟ้ากระแสสลับ 350 โวลต์	เอ็มเทค
2.	เครื่องตัดตัวอย่างให้บางเป็นพิเศษ (Ultramicrotome)	ใช้สำหรับตัดตัวอย่างให้มีความหนาในช่วง60- 90 นาโนเมตรเช่น เนื้อเยื่อพืชหรือวัสดุประเภทพอลิเมอร์	0.35x0.45	- ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์	ไลก้า
3	เครื่องทำมีดแก้ว (Glass Knife Maker)	ใช้สำหรับตัดตัวอย่างให้มีความบางก่อนนำเข้ากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน	0.40x0.33	-	ไลก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.8 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
4.	เครื่องโปรเซสชิ้นเนื้ออัตโนมัติ (Microscopy Tissue Processor)	เครื่องตัดชิ้นเนื้อสำหรับนำเข้ากล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน	0.70x0.60	-ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์	จุฬาฯ
5.	เครื่องตัดชิ้นเนื้ออุณหภูมิต่ำ (Cryostat)	เครื่องตัดชิ้นเนื้อในอุณหภูมิต่ำสำหรับนำเข้ากล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน	0.70x0.75		ไลก้า
6.	เครื่องเพพิด ไอออน (Rapid Ion Etching Machine)	ใช้สำหรับตัวอย่างวัสดุเพื่อนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน	0.80x0.60	-	จุฬาฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

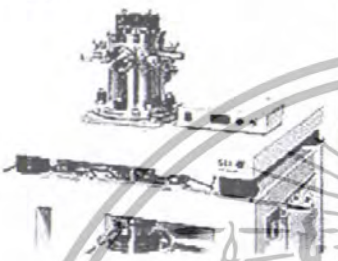
ตาราง 4.5.1.9 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM)	ใช้ทดสอบโครงสร้างพื้นผิวและอนุภาคบนพื้นผิวระดับนาโน เหมาะกับพื้นผิวที่นำไฟฟ้าหรือกึ่งนำไฟฟ้า ซึ่งต้องมีความเรียบสูง มีระดับ *Roughness* ไม่เกิน 100 นาโนเมตร ใน 1 ไมโครเมตร และสามารถใช้ได้กับพื้นผิวที่เป็นฉนวนด้วย ด้วยการเคลือบคาร์บอน	0.70x0.60	-ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์ - ห้องสะอาด	นาโนเทค

หมายเหตุ: เครื่องเตรียมตัวอย่างก่อนใช้เครื่องกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM) เหมือนกับกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน คือ เครื่องเคลือบทอง (Fine Coater) , เครื่องเคลือบ ตัวอย่างด้วยผงถ่าน (CarbonCoater)

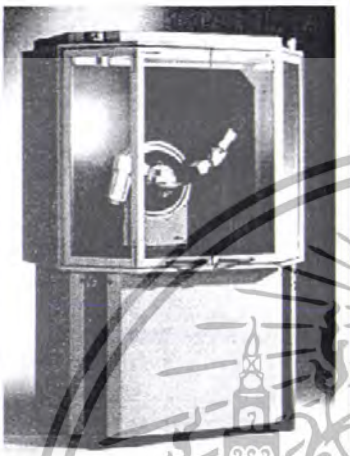
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.10 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (Atomic Force Microscope: AFM) 	ศึกษาตัวอย่างที่ต้องการศึกษาโดยสามารถระบุให้ทราบถึงลักษณะพื้นผิวของวัสดุนั้นๆ ว่ามีหลุมมีเนินในบริเวณใดบ้าง และการสร้างแรงผลักเพื่อเคลื่อนย้ายอะตอมของวัสดุ	1.70x0.65	-คอมพิวเตอร์ -ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์	นาโนเทค
2.	กล้องจุลทรรศน์แบบหัวเข็ม (Scanning probe microscope :SPM)	เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่สแกนภาพด้วยหัวเข็ม (Probe) เช่นหัวพีซโซอิเล็คทริกหรือคานวัสดุ (Cantilever) แทนการใช้ลำอนุภาคอิเลคตรอน	1.85x0.90	-คอมพิวเตอร์ -ไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์	นาโนเทค

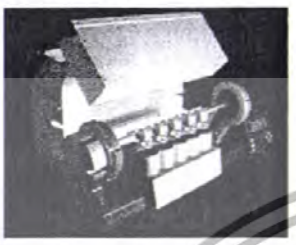
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.11 แสดงเครื่องมือหลักใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	เอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (X-Ray diffraction:XRD) 	ใช้เทคนิคที่อาศัยหลักการของการยิงรังสีเอกซ์ ที่ทราบความยาวคลื่นไปกระทบชิ้นงาน และเกิดการเลี้ยวเบนของรังสี โดยได้รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของผลึก ของสารตัวอย่าง	2.10x1.50	- ห้องที่ป้องกันการกระจายของรังสีเอกซ์ - คอมพิวเตอร์	สจล.
2.	เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์ (X-Ray Fluorescence Spectrometry:XRF)	ใช้เทคนิคที่อาศัยหลักการของการที่เมื่อรังสีเอกซ์ ที่มีพลังงานสูง ไปกระทบชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานเกิดการปล่อยโปรตอน (Photon) ออกมา เนื่องจากโปรตอน (Photon) ที่ถูกปล่อยออกมากจากธาตุต่างชนิดในชิ้นงาน	1.85x1.10	- ห้องที่ป้องกันการกระจายของรังสีเอกซ์โดยอยู่ภายในห้องเดียวกับแอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน	สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

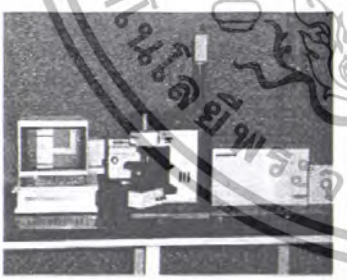
ตาราง 4.5.1.11 (ต่อ) แสดงเครื่องมือหลักใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
3.	เครื่องคาทาเนค (Katanax Fluxer K2) 	เป็นเครื่องเตรียมตัวอย่างสำหรับเอ็กอาเอฟโดยอัตโนมัติครั้งละ 5 ตัวอย่าง	0.75x0.50	- ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์	เอ็มเคพีซัพพลาย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.12 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยทดสอบโดยเทคนิคทางสเปกโตรสโคปี

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	กล้องจุลทรรศน์เอฟที-ไออา (Fourier Transform Infrared Spectroscopy :FT-IR)	เป็นเทคนิคทางสเปกโตรสโคปีที่ใช้ทดสอบสารอินทรีย์ใช้กับสารตัวอย่างที่มีความบริสุทธิ์สูง และแปรผลออกมาในรูปสเปกตรัม ใช้เป็นข้อมูลการศึกษาโครงสร้างทางเคมีของตัวอย่าง	1.80x1.00	- คอมพิวเตอร์ - กล้องจุลทรรศน์เอฟที-ไออา	เอ็มเทค
2.	กล้องจุลทรรศน์เอฟที-รามาน (Fourier Transform Raman Spectroscopy :FT-Raman) 	เป็นเทคนิคทางสเปกโตรสโคปีที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันคล้ายเอฟที-ไออาโดยอาศัยหลักการวัดแสงที่กระเจิงออกมา (Raman scatter) ตัวอย่างงานที่ทดสอบ เช่น พลาสติกและยาง	1.80x0.90	- คอมพิวเตอร์ - กล้องจุลทรรศน์เอฟที-รามาน	เอ็มเทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.12 (ต่อ) แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยทดสอบโดยเทคนิคทางสเปกโตรสโคปี

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
3.	กล้องจุลทรรศน์รามาน (Raman Imaging)	เป็นการนำกล้องไมโครสโคปมาต่อเข้ากับเครื่องรามานโดยประโยชน์ในการวิเคราะห์ชั้นโพลิเมอร์บางๆ หรือสิ่งปลอมปนทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากๆ ได้ หรือนำมาใช้ทดสอบอัญมณีต่างๆ เช่น เพชร	1.80x0.90	-คอมพิวเตอร์ - กล้องจุลทรรศน์รามาน	เอ็มเทค
4.	กล้องจุลทรรศน์เอฟที-ไออาอิมเมจจิง (Fourier Transform Infrared Imaging :FT-IR Imaging Microscopy)	เป็นการกล้องจุลทรรศน์ที่พัฒนาด้านความเร็ว ซึ่งสามารถระบุองค์ประกอบทางเคมี และแสดงบริเวณที่มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนหรือแตกต่างกันแม้เพียงเล็กน้อย	1.80x0.90	-คอมพิวเตอร์ - กล้องจุลทรรศน์เอฟที-ไออาอิมเมจจิง	เอ็มเทค

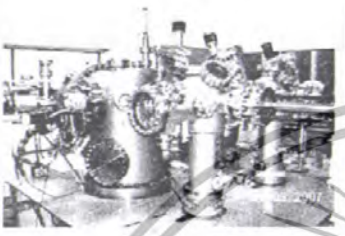
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.13 แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์ม

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
1.	เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี (Chemical vapor deposition :CVD)	เป็นเครื่องที่ใช้เทคนิคการเคลือบไอเคมี โดยการใช้ความร้อนทำให้ไอเคมีแตกตัว แล้วไปเคลือบผิวซับสเตรต เช่นในการสังเคราะห์เพชรที่จะได้ใกล้เคียงกับเพชรที่อยู่ในรูปของผลึกเดี่ยว ซึ่งการสังเคราะห์เพชรให้อยู่ในรูปของฟิล์มบางได้จะไปประยุกต์ในงานด้านอุตสาหกรรม จะทำให้ได้ชิ้นฟิล์มที่มีความบริสุทธิ์สูง มีความแกร่งของฟิล์มน้อย และเป็นวิธีที่เหมาะกับการปลูกฟิล์มลงบนพื้นผิวที่มีลักษณะสูงต่ำ เช่นการผลิตวงจรรวม	3.30x1.50	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซโดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	-สจล. -มจธ. - เนคเทค
2.	เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี ในสภาวะความดันต่ำ (Low Pressure Chemical Vapor Deposition :LPCVD)		3.30x1.50	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซโดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	-สจล. -เอ็มเทค

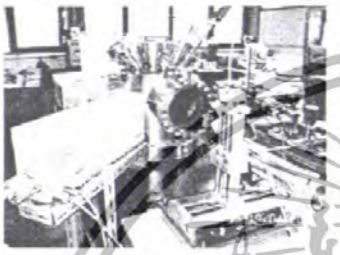
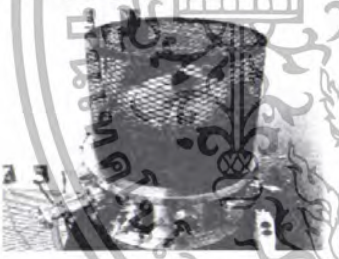
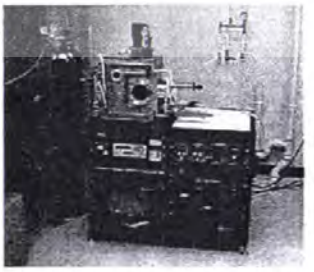
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.13 (ต่อ) แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์ม

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
3.	เครื่องโมเลกุลาร์บีมเอพิแทกซี (Molecular Beam epitaxy :MBE) 	เป็นเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตสารกึ่งตัวนำหลายชั้น โดยการเคลือบสารทีละชั้นสลับชนิดกัน เช่น อะลูมิเนียม , แกลเลียม อาร์เซไนด์ เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์เป็นวงจรไอซีที่มีวงจรขนาดใหญ่ที่มีความเร็วสูงและเล็กมาก	2.40x2.70	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซ โดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	-เนคเทค -มจธ. -จุฬาฯ
4.	เครื่องปลูกฟิล์มบางทางฟิสิกส์ (Physical vapor deposition:PVD)	เป็นเครื่องที่ใช้เทคนิคการเคลือบไอเคมีโดยวิธีการทางฟิสิกส์(ทางกายภาพ) ใช้ในด้านนาโนวัสดุและนาโนอิเล็กทรอนิกส์	1.40x1.10	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซ โดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	-นาโนเทค -ครูท เจเรทเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.13 (ต่อ)แสดงเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์ม

ลำดับ	เครื่องมือ	รายละเอียด	ขนาดเครื่องมือ	งานระบบประกอบ	ข้อมูล
5.	เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมีด้วยพลาสมา (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition:PECVD) 	เทคนิคการเคลือบไอเคมี โดยการใช้พลาสมาทำให้ไอเคมีแตกตัว แล้วไปเคลือบผิวรับสเตรต	2.45x2.70	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซ โดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	มข.
6.	เครื่องอาร์เอฟ(RF Magnetron Sputtering System) 	ใช้ปลูกฟิล์มบางนาโนคริสตอลของสารทึ่งตัวนำ เช่น กลุ่มไนไตรด์ และใช้ทำขั้วโปร่งใส	0.90x0.90	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซ โดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	สจล.
7.	เครื่องอิเลคตรินบีมอีแวพพาเรทเตอร์ (Electron Beam Evaporator) 	ใช้การระเหยสารด้วยลำอิเล็กตรอนที่ใช้ในการปลูกฟิล์มบางสารอินทรีย์แบบโมเลกุลขนาดเล็ก	0.90x1.50	- ห้องสะอาด - เตรียมพื้นที่วางถังก๊าซ โดยชนิดของก๊าซจะขึ้นอยู่กับการวิจัย	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากการศึกษาเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีพบว่าเครื่องมือเหล่านั้น สามารถอยู่ในเลขพิกัดมูลฐานที่วิเคราะห์ข้างต้น (3.60 x 7.20 เมตร) ได้แต่บางเครื่อง เช่นกลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนที่มีขนาดความลึกของเครื่องมากกว่าขนาดของโต๊ะทดลองที่วิเคราะห์ไว้ 0.80 เมตร ดังนั้นในห้องวิจัยนี้ถึงวางเครื่องวิจัยไว้ฝั่งเดียวโดยไม่มีโต๊ะทดลองอีกด้านซึ่งเป็นไปตามการศึกษาอาคารตัวอย่างโดยเว้นระยะของเครื่องมือออกมาจากผนังห้อง 0.50 เมตร ส่วนเครื่องมือเตรียมตัวอย่างของห้องดังกล่าวไว้อีกห้องโดยสามารถเชื่อมต่อกันได้

ส่วนห้องสะอาดสามารถใช้เลขพิกัดมูลฐานที่วิเคราะห์ข้างต้น (3.60 x 7.20 เมตร)ได้โดยจากการศึกษาอาคารตัวอย่างและระบบของห้องสะอาดสามารถรวมเป็นห้องใหญ่โดยแบ่งเป็นส่วนๆตามเลขพิกัดมูลฐานโดยจะไม่มีผนังแต่สามารถแบ่งส่วนห้องด้วยโต๊ะทดลองได้ เนื่องจากใช้ระบบประกอบห้องสะอาดได้ประหยัดจึงรวมเป็นห้องใหญ่แต่ยังอยู่ในเลขพิกัดมูลฐานเพราะการใช้ระบบพิกัดมูลฐาน จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุปกรณ์มีรูปแบบมาตรฐานอยู่แล้ว จากการวิเคราะห์และการศึกษาขนาดของเครื่องมือทดลองสามารถสรุปห้องต่างๆในกลุ่มต่างๆนี้ได้ดังนี้

- กลุ่มอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices) มีกลุ่มห้องวิจัยดังนี้
  - ห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน 2 ห้อง
  - ห้องสะอาดสำหรับวิจัยอุปกรณ์นาโน 2 ห้อง(เครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์บนชิ้นงาน)
  - ห้องวิจัยทางโฟโตนิกส์ 2 ห้อง
- กลุ่มแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation) มีกลุ่มห้องวิจัยดังนี้
  - ห้องวิจัยทางแคปซูลนาโน 3 ห้อง
  - ห้องสะอาดที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety levels :BSLs) ระดับ 2 จำนวน 2 ห้อง
  - กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบเอกลักษณ์ 2 ห้องได้แก่
    - ห้องเครื่องโครโมโตกราฟีสมรรถนะสูง(HPLC(PDA/ELSD))และเครื่องโครโมโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC(UV/fluorescent))
    - ห้องเครื่องเอเอเอส (AAS)
- กลุ่มผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating) มีกลุ่มห้องวิจัยดังนี้
  - ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง (Powder Characterization Laboratory) 4 ห้องได้แก่
    - เครื่องมาเทอร์ไซเซอร์-เอส (Mastersizer-S ,Malvern)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องเซฑาไซเซอร์นาโน (Zetasizer Nano ZS ,Malvern)

-เครื่องออโตซอร์บ- วัน (Autosorb-1 Quantachrome)

- เครื่องออโตซอร์บ- วันซี(Autosorb-1C Quantachrome)

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในกลุ่มนี้จะใช้เครื่องมือในการวิจัยอันเดียวกับเครื่องมือหลักทางนาโนเทคโนโลยีดังนี้

- กลุ่มเครื่องมือวิจัยหลัก ดังนี้

- ห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry Laboratory) 1 ห้อง

- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน มี 4 ห้องได้แก่

-ห้อง กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM)รุ่นเจเอสเอ็ม-5410

- ห้องกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope :SEM)รุ่นเอสเอสเอ็ม-6301เอฟ

- ห้องอิมเมจอนาไลเซอร์(IMage Analyzer) รุ่น โอมนิเมท 1.4 เบต้า

- ห้องเตรียมสารตัวอย่าง

- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน 3 ห้องได้แก่

- ห้องกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope:TEM)

- ห้องเตรียมสารตัวอย่าง

- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันแนลลิงซึ่งเป็นห้องสะอาด 3 ห้องได้แก่

- ห้องกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันแนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM)

- ห้องเตรียมสารตัวอย่าง

- กลุ่มห้องกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม 4 ห้องได้แก่

- ห้องกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม(Atomic Force Microscope :AFM)

- ห้องกล้องจุลทรรศน์แบบหัวเข็ม(Scanning probe microscope :SPM)

- กลุ่มห้องเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ 2 ห้องได้แก่

- ห้องเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (X-Ray diffraction :XRD)

- ห้องเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์ (X-Ray Fluorescence Spectrometry :XRF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนเตรียมสารตัวอย่าง

- กลุ่มห้องที่ใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี 4 ห้องได้แก่

- ห้องเครื่องเอฟที-ไออา (Fourier Transform Infrared Spectroscopy :FT-IR)

- ห้องเครื่องเอฟที-รามาน(Fourier Transform Raman Spectroscopy :FT-Raman)

- ห้องกล้องจุลทรรศน์รามาน (Raman Imaging)

- ห้องกล้องจุลทรรศน์เอฟที-ไออาอิเมจจิง(Fourier Transform Infrared Imaging :FT-IR Imaging Microscopy)

- ห้องกัดกรดสำหรับการวิจัย(Acid Etching) 2 ห้อง

- กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มเป็นห้องสะอาด 6 ห้อง(แบบ 2 เท่าเลขพิกัดมูลฐาน) เนื่องจากในอนาคตอาจมีการติดตั้งเครื่องมือเพิ่มโดยนำข้อมูลจากการศึกษาว่ามีปัจจุบันมีการจองเครื่องมือจากนักวิจัยเต็มตารางจองเครื่องมือทุกเดือนดังนั้นจึงให้เป็นแบบ(2 เท่าเลขพิกัดมูลฐาน) โดยมีเครื่องมือ ได้แก่

-ห้อง เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี(Chemical vapor deposition :CVD)

-ห้องเครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี ในสภาวะความดันต่ำ (Low Pressure Chemical Vapor Deposition :LPCVD)

- ห้องเครื่องโมเลกุลาร์บีมเอพิแทกซี (Molecular Beam epitaxy :MBE)

-ห้องเครื่องปลูกฟิล์มบางทางฟิสิกส์ (Physical Vapor Deposition:PVD)

-ห้องเครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมีด้วยพลาสมา (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition:PECVD)

-ห้องเครื่องอาแอฟ (RF Magnetron Sputtering System),เครื่องอิเลคตรอนบีมอีแวพพาเรทเตอร์ (Electron Beam Evaporator)

การจัดห้องในลักษณะแบ่งกลุ่มของเครื่องมือเนื่องจากรูปแบบการวิจัยทางด้านนี้จะต้องมีการเตรียมสารเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าไปใช้ในเครื่องมือหลักได้ โดยที่ในส่วนนี้จะเป็นส่วนวิจัยแล้วยังเป็นส่วนของงานทดสอบและวิเคราะห์ด้วยโดยที่บุคคลภายนอกต้องทำเรื่องจองใช้เครื่องมือกับฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของงานประกอบส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

โดยจากรายละเอียดของห้องวิจัยสามารถวิเคราะห์รายละเอียดของงานระบบประกอบโดยแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้

1.) กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ก๊าซอันตราย

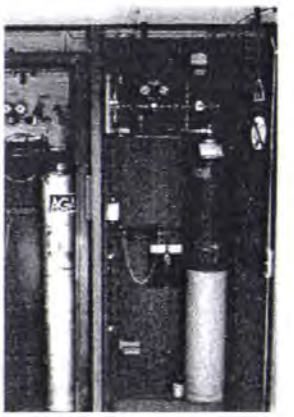
โดยก๊าซอันตรายที่ใช้ในโครงการจากการศึกษางานวิจัยสามารถสรุปว่ามีการใช้ก๊าซต่างๆ ดังนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ,มีเทน ,ไอโซบิวเทน ,แอมโมเนีย, ก๊าซไนโตรเจน,ก๊าซไดคลอโรไซเลน,ก๊าซไซเลนวาเนเดียมออกซีไตรคลอไรด์ ,ทังสเตนเฮกซะคลอไรด์ เป็นต้น โดยก๊าซที่ใช้ในการวิจัยจะมีชนิดที่แตกต่างไปตามงานวิจัยโดยห้องวิจัยที่ใช้เครื่องมือต้องก๊าซในการทดลองมีดังนี้

- กลุ่มวิเคราะห์ตัวอย่างในกลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)
- ห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry Laboratory)
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน
- กลุ่มกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันนเลลิง
- กลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มทั้งหมด

ดังนั้นในส่วนนี้ต้องใช้การห้องสนับสนุนการวิจัยที่เป็นห้องเก็บก๊าซในการวิจัย โดยภายในห้องจะแยกก๊าซออกซิเจนออกจากก๊าซอื่นๆเนื่องจากจะเป็นก๊าซที่ทำให้ติดไฟได้ง่ายนอกจากนี้เพื่อความปลอดภัยจึงมีตู้เก็บและจ่ายก๊าซอัตโนมัติ (Gas Cabinet) ที่มีขนาด 0.70x0.50x1.90 เมตร โดยใช้ไฟกระแสสลับ 220 โวลท์ความถี่ 50 เฮิรตซ์ โดยภายในตู้จะมีระบบหัวฉีดดับเพลิงทุกหลังเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัย[1]

[1] ที่มา: ศูนย์บริหารเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1.3 ตู้เก็บและจ่ายก๊าซอัตโนมัติ (Gas Cabinet)

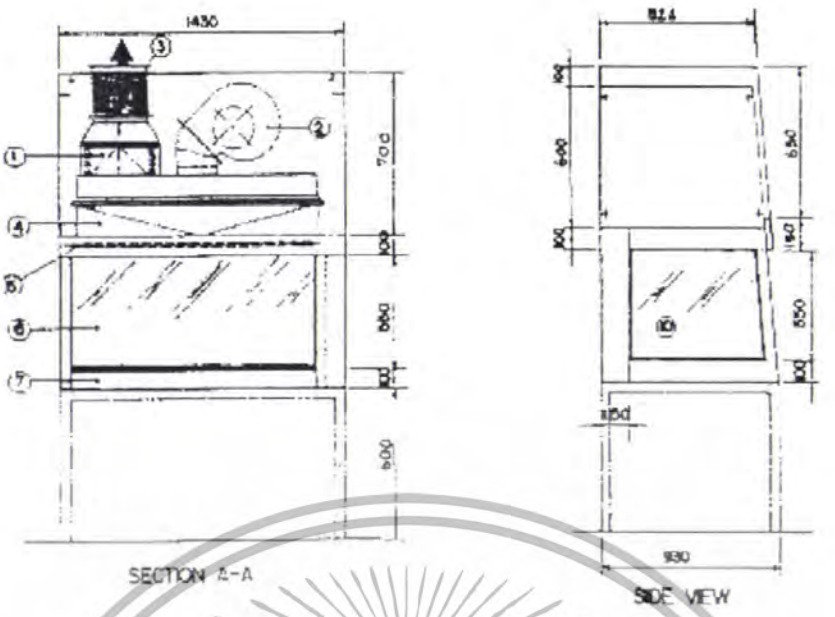
โดยก๊าซที่ใช้ในการวิจัยจะมีชนิดที่แตกต่างไปตามงานวิจัยเนื่องจากในการวิจัยทางการเคลือบฟิล์ม,การสร้างวัสดุนาโนนั้นจะใช้ก๊าซเพื่อทำปฏิกิริยาโดยจะถูกควบคุมการไหลในอัตราที่กำหนดเพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาภายในระบบ เพื่อให้เกิดฟิล์มบางตามที่ต้องการซึ่งก๊าซแต่ละชนิดก็ให้ฟิล์มบางไม่เหมือนกันดังนั้นของเสียหลักที่ได้จากการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีจะเป็นก๊าซและน้ำทิ้งที่เหลือจากการทดลองซึ่งอาจมีสารเคมีเจือปน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของสภาพแวดล้อมภายนอกที่บริเวณเครื่องจะมีส่วนของเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards) โดยที่บนทางปล่อยออกไปภายนอกอาคารจะใช้แผ่นกรองเพื่อกรองก๊าซที่เป็นอันตราย โดยบริเวณเก็บก๊าซร่วมก่อนขึ้นไปตั้งตามห้องวิจัยต่างๆจะอยู่ที่ชั้นที่ติดดิน และมีผนังที่หนาเพื่อระเบิดได้

2.) กลุ่มห้องที่วิจัยทางชีวภาพ

โดยกลุ่มห้องที่วิจัยทางชีวภาพจะเป็นห้องของกลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation) โดยใช้สำหรับบรรจุสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งเป็นสารสกัดจากสมุนไพรไทยต่าง ๆ เช่น จากใบตะเพรา , ดอกลำเจืองหรือน้ำมันรำข้าว เป็นต้น เพื่อนำไปใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอาง อาหารและยา ดังนั้นภายในมีตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinets) ระดับ 2 คือใช้ป้องกันนักวิจัย โดยจะดูดอากาศจากภายนอกเข้าตู้ผ่านแผ่นกรองเอชอีพีเอและดูดออกอีกทางด้วยแผ่นกรองเอชอีพีเอ อีกชุด ซึ่งอยู่ในโดยเป็นห้องระดับ 2 เนื่องจากเป็นวิจัยในกลุ่มสมุนไพรและเครื่องสำอาง

จึงมีห้องประกอบคือห้องเก็บพืช 2 ของระบบเลขพิกัดมูลฐานห้องที่ใช้ในการทดลองโดยภายในจะมีเครื่องเครื่องแช่แข็ง (Deep Freezer) เก็บตัวอย่างพืชโดยภายในห้องกลุ่มนี้ต้องมีประตู 2 ชั้น(ประตูกักอากาศ)เพื่อลดอันตรายจากเชื้อโรคโดยขนาดของของตู้ปลอดเชื้อระดับ 2 ที่ใช้ในโครงการเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1.4 ขนาดของตู้ปลอดเชื้อระดับ 2

3.) กลุ่มห้องวิจัยทางรังสี

โดยรังสีที่ใช้ในโครงการจะเป็นรังสีเอกซ์ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นเดียวกับรังสีแกมมา แต่แผ่ออกมาจากวงโคจร ของอิเลคตรอน รังสีเอ็กซ์ มีพลังงานต่ำกว่ารังสีแกมมา และกัมมันตรังสี โดยมีห้องในกลุ่มนี้คือ

- กลุ่มห้องเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ

โดยจะมีเครื่องที่ใช้รังสีเอ็กซ์ในการวิจัยแต่ตัวเครื่องก็ได้รับการออกแบบที่ป้องกันรังสีกระจายออกจากเครื่องแต่ด้วยความปลอดภัย การออกแบบห้องในกลุ่มนี้คือ ก่ออิฐ 2 ชั้น หนา 25 เซนติเมตร ช่องว่างระหว่างผนังกรอกคอนกรีต โดยประตูเป็นประตูบานไม้ บุด้วยตะกั่วแล้วจึงมีไม้ทับอีกชั้นหนึ่งและเป็นบานเลื่อนเพื่อประหยัดพื้นที่ และเข้าออกได้สะดวก เนื่องจากตะกั่วมีน้ำหนักมาก โดยห้องมีความสูงไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร นอกจากนี้การเก็บกากที่เหลือจากรังสี ต้องมีห้องเก็บกากกัมมันตรังสีโดยเฉพาะ

4.) กลุ่มห้องที่วิจัยที่มีผงฝุ่นและไอโลหะ

โดยในการวิจัยจะมีการใช้วัสดุที่จะเกิดผงและเขม่าเนื่องจากในการวิจัยจะมีการใช้ผงหรือเขม่ามาสังเคราะห์วิจัยต่างๆ เช่น ผงถ่าน , ทองแดง , ซิลิก้า , โลหะต่างๆ ดังนั้นจะเกิดฝุ่นและไอโลหะขนาดเล็กในห้องวิจัยโดยมีห้องในกลุ่มดังนี้

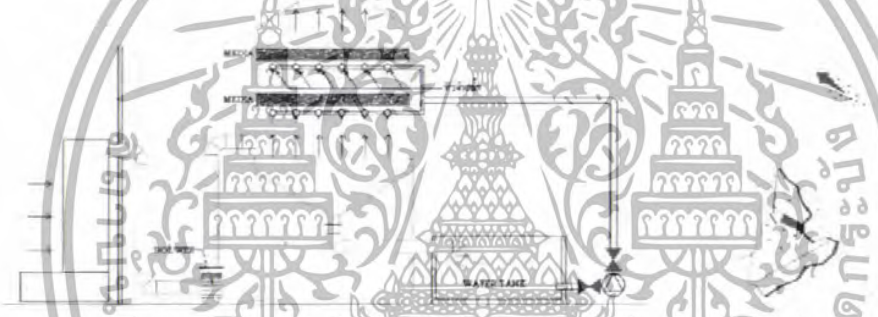
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง (Powder Characterization Laboratory)
- ห้องเตรียมสารตัวอย่างของกลุ่มวิจัยเครื่องมือหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มทั้งหมด

ดังนั้นในกลุ่มต้องมีเครื่องดูดโดยจะดูดออกไปนอกอาคารโดยมีเครื่องเวท สคับเปอร์(Wet Scrubber) เป็นเครื่องที่สามารถใช้กำจัดอนุภาค โดยสัมผัสกับละอองน้ำในอากาศ เมื่ออนุภาคเปียกจะรวมกันเป็นกลุ่มก้อนแล้วตกตะกอนดังนั้นถึงต้องมีที่วางบนดาดฟ้าของโครงการสำหรับวางเครื่องนี้พร้อมกับถังเก็บน้ำ ส่วนกลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มจะมีเครื่องมือที่ปล่อยของเสียออกมาคือ ฝุ่นผงขนาดเล็กแต่จะมีจำนวนน้อยมากซึ่งจากการสัมภาษณ์นักวิจัยของสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง เครื่องมือดังกล่าวจะมีการทำความสำอาดฝุ่นผงเป็นประจำ

รายละเอียดเครื่องดูดละอองไอสารเคมีโดยจะเข้าเครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber) ก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกโดยจะต้องเตรียมส่วนที่เป็นเครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber) ไว้เป็นสัดส่วน



รูปที่ 4.5.1.5 แสดงระบบการบำบัดกลิ่นด้วยเครื่องเวทสคับเปอร์ (Wet Scrubber)

5.) กลุ่มห้องที่วิจัยที่ใช้ห้องสะอาด

กลุ่มห้องวิจัยที่ต้องใช้ห้องสะอาดเนื่องจาก ในการวิจัยทางเคลือบฟิล์มลงวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรืองานวิจัยอื่นๆทางนาโนเทคโนโลยีในกลุ่มเคลือบฟิล์ม นั้นจะต้องไม่มีอนุภาคลงไปบนงานวิจัยซึ่งจะทำให้เสียและมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป โดยห้องที่ใช้ห้องสะอาดมีดังนี้

- ห้องกลุ่มวิจัยอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)
- ห้องสะอาดที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety levels :BSLs)ระดับ 2
- ห้องกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM)
- กลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์ม

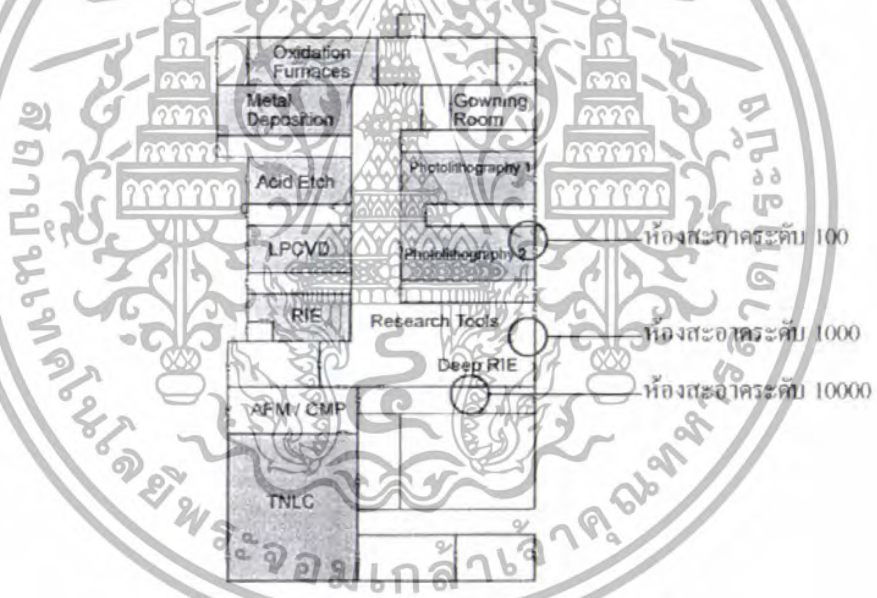
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยห้องสะอาดของโครงการใช้มาตรฐานของห้องสะอาด (Standard for Contamination Control Area ของ U.S. Federal Standard 209e, date 11 Sept. 1992 : Airborne Porticulated Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones.) ซึ่งโครงการใช้ห้องสะอาดในระดับต่างๆ ดังนี้

- ห้องสะอาดระดับ100 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอน ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 3,530 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (100 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

ใช้กับกลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มเป็นห้องสะอาดและห้องกลุ่มวิจัยอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)

เนื่องจากเป็นการวิจัยที่ต้องความสะอาดสูงมากเนื่องจากต้องเคลือบฟิล์มลงในผลงานวิจัยเช่นในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ , วัสดุเคลือบฟิล์ม เป็นต้น ส่วนทางเดินเชื่อมภายในกลุ่มห้องนี้จะเป็นส่วน ระดับ 10000 เนื่องจากการวิจัยต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างห้องจึงต้องมีการควบคุมในส่วนนี้ด้วย โดยศึกษาจากห้องวิจัยในหน่วยวิจัยนาโนเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเนซี (The NCSU Nanofabrication Facility)



รูปที่ 4.5.1.6 การจัดตำแหน่งห้องวิจัยในห้องสะอาด

- ห้องสะอาดระดับ10000 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอน ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 353,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (10,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

ใช้ในกลุ่มห้องวิจัยเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโน โดยจากการสัมภาษณ์ผู้อำนวยการสำนักนาโนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง เครื่องมือในกลุ่มนี้มีระบบที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าเครื่องอยู่แล้ว นอกจากนี้ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กับห้องสะอาดที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety levels :BSLs)ระดับ 2 เนื่องจากมีตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinets) อยู่แล้วโดยรายละเอียดของห้องสะอาดที่ใช้ในโครงการมีดังนี้

- ห้องสะอาดระดับ10000

ใช้การไหลของอากาศ ใช้แบบ การไหลของอากาศแบบปั่นป่วน (Nonunidirectionl Flow or Turbulent Mixed Flow) โดยมีข้อดี กว่าแบบ การไหลของอากาศแบบราบเรียบ (Unidirectional Flow or Laminar Flow) และการไหลของอากาศแบบดิ่ง (Vertical Laminar Flow or Down Flow Type) คือ ค่าก่อสร้างไม่แพง , มีค่าบำรุงรักษาพอสมควร , มีความดังเสียงต่ำ เป็นต้น โดยองค์ประกอบต่างของห้องประกอบด้วยดังนี้

- พื้น โครงการมีโอกาสการใช้สารเคมีและมีเครื่องมือหนัก การออกแบบจึงเลือกใช้พื้นคอนกรีตเคลือบด้วยอีพ็อกซี่ โดยที่ขอบของแผ่นต้องเลยขึ้นมาติดที่ผนังเพื่อความสะอาด
- เพดาน สามารถใช้เพดานแบบโครงสร้างแขวน โดยต้องมีความแข็งแรงพอรับน้ำหนักตัวกรองอากาศได้ โดยมีพื้นผิวที่เป็นไวนิลแต่ต้องอัดรอยต่อให้เรียบร้อย
- ผนัง สามารถใช้ผนังสำเร็จรูปได้และเคลือบด้วยอีพ็อกซี่
- แสงสว่างควรใช้ 1345.5 ลักซ์และต้องไม่มีเงาจากวัตถุ

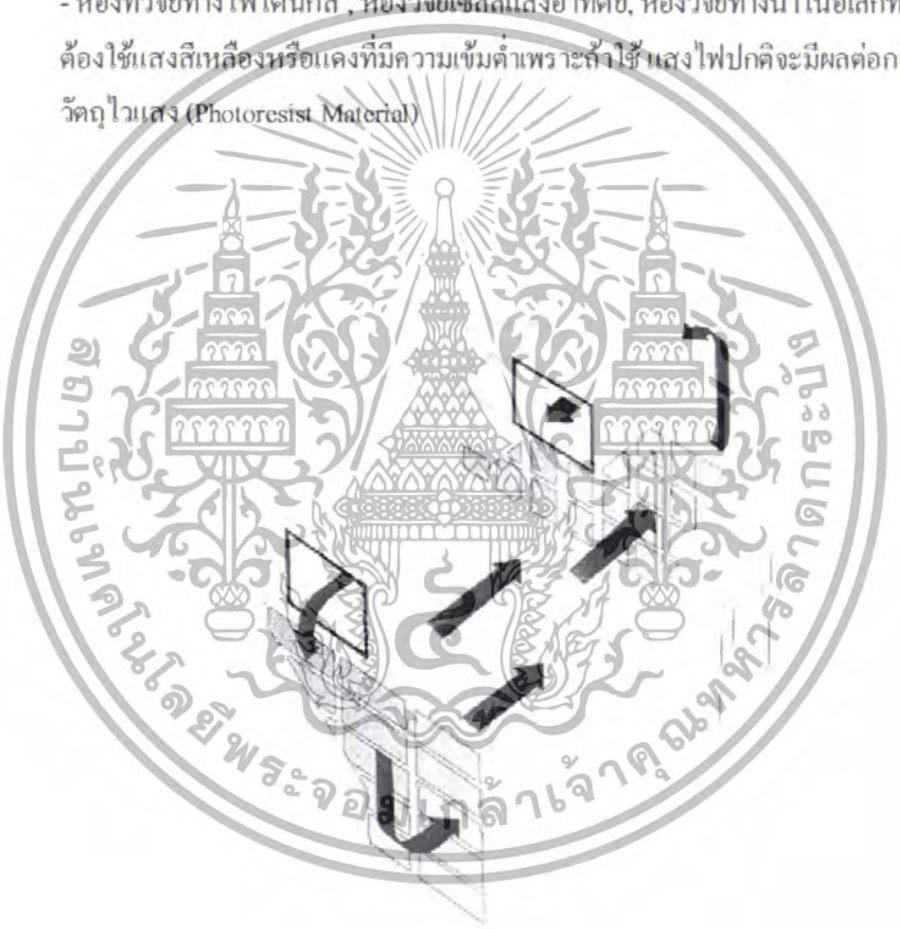
รูปที่ 4.5.1.7 แสดงระบบการไหลของอากาศ ใช้แบบ การไหลของอากาศแบบปั่นป่วน (Nonunidirectionl Flow or Turbulent Mixed Flow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องสะอาดระดับ100

ใช้การไหลของอากาศแบบราบเรียบ(Unidirectional Flow or Laminar Flow) เนื่องจากการไหลของแบบ การไหลของอากาศแบบปั่นป่วน (Nonunidirectionl Flow or Turbulent Mixed Flow) ไม่สามารถรักษาความสะอาดถึงระดับ 100 โดยรูปแบบนี้ใช้ผนังด้านที่แคบที่สุดเป็นแผงตัวกรองอากาศ(Filter Wall) ซึ่งมีตัวกรองแบบเอชอีพีเออากาศจะถูกป้อนกลับไปที่ช่องลมเหนือเพดานโดยองค์ประกอบต่างของห้องประกอบด้วยดังนี้

- พื้น,เพดานและผนังใช้คล้ายกับระดับ 10000
- ห้องที่วิจัยทางโฟโตนิกส์ , ห้องวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์, ห้องวิจัยทางนาโนอิเล็กทรอนิกส์ ต้องใช้แสงสีเหลืองหรือแดงที่มีความเข้มต่ำเพราะถ้าใช้แสงไฟปกติจะมีผลต่อการวิจัยในวัตถุไวแสง (Photoresist Material)



รูปที่ 4.5.1.8 แสดงระบบการไหลของอากาศแบบราบเรียบ(Unidirectional Flow or Laminar Flow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนความดันอากาศทุกห้องในโครงการจะเป็นแบบความดันอากาศบวก(Positive pressure) โดยเป็นห้องที่มีอากาศหนาแน่นความดันสูงกว่าบรรยากาศภายนอกเพื่อป้องกันฝุ่น หรือ อากาศเสียภายนอกแพร่เข้าสู่ตัวห้อง

ส่วนแบบความดันเป็นลบ (Negative Pressure) ไม่มีเนื่องจากแบบความดันเป็นลบจะใช้สำหรับห้องทดลองทางไวรัส (Biohazard Clean room)ที่มีอันตรายมากเพื่อป้องกันไม่ให้ออกไปภายนอกแต่โครงการยังไม่มีคลัสเตอร์เป้าหมายในเรื่องนี้ ส่วนห้องวิจัยทางแคปซูลนาโนยังคงเป็นแบบห้องสะอาดทางชีววิทยา (Biological Clean Room) ที่เป็นห้องปฏิบัติการที่เพื่อควบคุมปริมาณเชื้อแบคทีเรีย จึงต้องเป็นแบบความดันอากาศเป็นบวก(Positive Pressure)

อุปกรณ์ประกอบห้องสะอาด

อุปกรณ์ประกอบห้องสะอาดประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

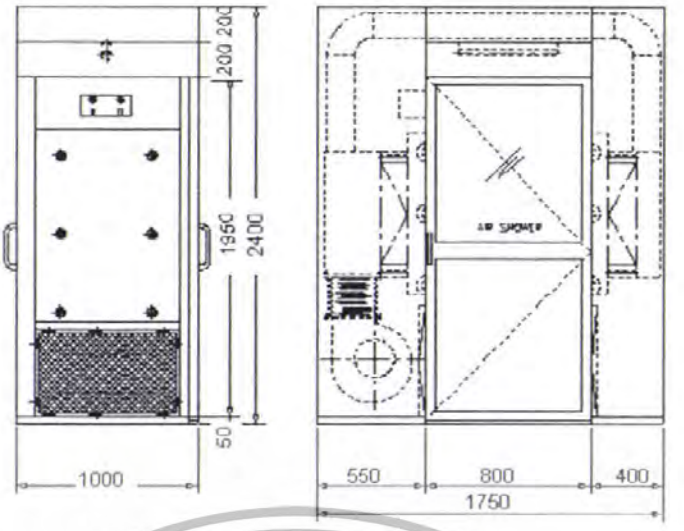
- ฝักบัวอากาศ (Air Shower) โดยใช้สำหรับกำจัดสิ่งสกปรกก่อนเข้าไปในห้องสะอาดโดยจากการศึกษาอาคารตัวอย่างใช้ช่องลม 12 ช่องโดยมีส่วนประกอบต่างๆโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 4.5.1.14 แสดงรายละเอียดของฝักบัวอากาศ[2]

ลักษณะ	รายละเอียด
การปล่อยลม	มากกว่า 400 ครั้งต่อชั่วโมง
จำนวนของช่องปล่อยลม	12 ช่อง(ด้านละ 6 ช่อง)
ประสิทธิภาพ	มากกว่า 99.97% (0.3 ไมครอน)
ความเร็วของอากาศที่ออกมา	20-25 เมตร/วินาที
หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	20 วัตต์1 ชุด
วัสดุ	เหล็กและอีพ็อกซี(Epoxy)
พื้น	เหล็กไร้สนิม
ส่วนกรอง(Filtering element)	แผ่นกรองขั้นต้น: 25-30% *NBS std/:*สามารถซักได้
	แผ่นกรอง : แผ่นกรอง เอชอีพีเอ 99.97%ถึง 99.999% Dop.
กำลังไฟฟ้า	380 โวลต์/ 3 เฟส/ 50 เฮิรตซ์/220 โวลต์/1เฟส / 50 เฮิรตซ์
ขนาดของประตู	80 เซนติเมตร

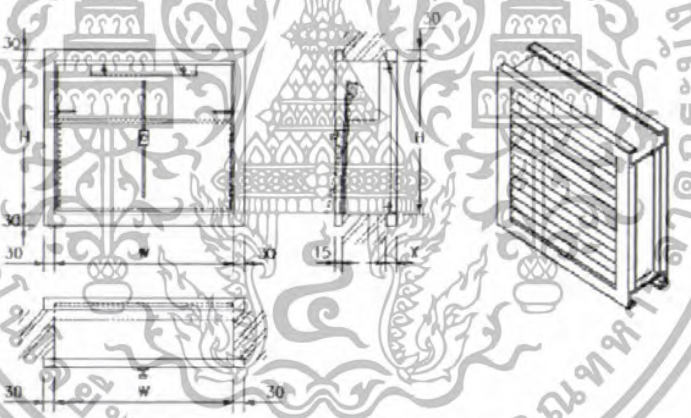
[2] ที่มา : บริษัท ครีนแอร์โปรดัก (Clean Air Product)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1.9 แสดงขนาดของเครื่องฝักบัวอากาศ

- เครื่องควบคุมแรงดันอากาศ (Barometric Damper) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมแรงดันอากาศในห้องสะอาดให้สม่ำเสมอ อีกทั้งยังเป็นเครื่องแสดงในกรณีที่แรงดันของอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม โดยมีขนาดเครื่องควบคุมแรงดันอากาศ(Barometric Damper) ดังนี้



รูปที่ 4.5.1.10 แสดงขนาดเครื่องควบคุมแรงดันอากาศ (Barometric Damper)

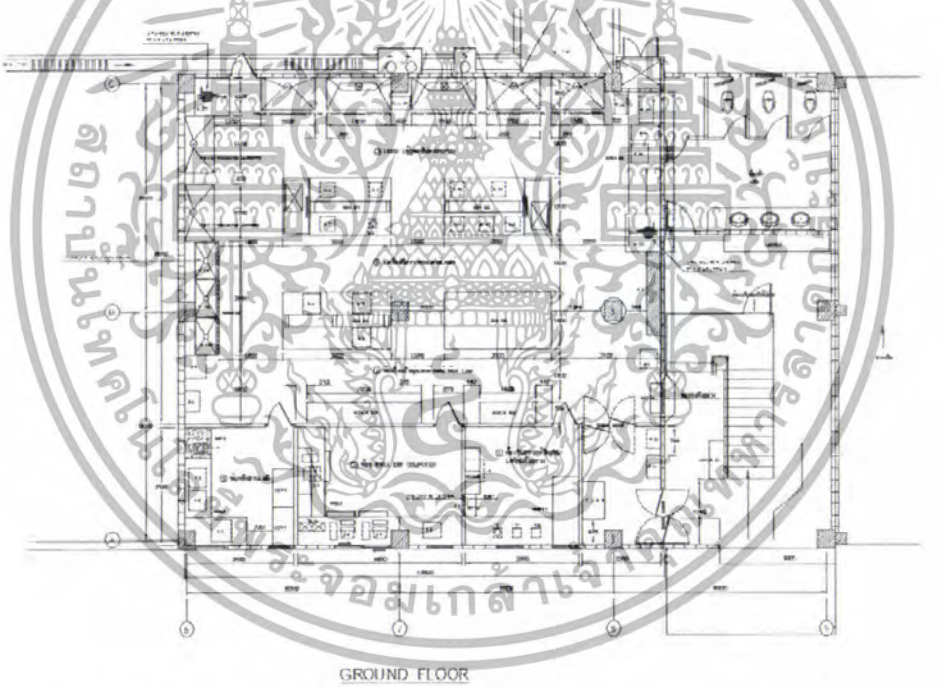
- ครุภัณฑ์ต่างๆที่อยู่ในห้องต้องสามารถทำความสะอาดได้ง่าย และควรเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม เพราะจะทนต่อการเสื่อมสภาพได้ดี และขอบโต๊ะด้านนักวิจัยต้องมีขอบมน สำหรับเก้าอี้เหมาะสมที่ใช้เหล็กกล้าไร้สนิมเช่นกัน โดยอาจมีโฟมหรือไวนิลเพื่อป้องกันเก้าอี้เย็นจากอุณหภูมิห้อง ส่วนห้องทางนาโนชีวภาพจะเป็นก้าวอี้ที่ไม่มีพนักพิง และทำมาจากสไตรีน ส่วนที่เป็นโลหะจะชุบด้วยโครเมียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.2 รายละเอียดห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

จะเป็นห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานซึ่งเป็นส่วนที่สนับสนุนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีซึ่งต้องมีการวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คือทางฟิสิกส์ , ชีววิทยาและเคมีโดยแบ่งเป็นสัดส่วนเท่ากัน เนื่องจากการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีจะมีการใช้กลุ่มห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายตามงานวิจัย เช่น ในงานทดลองทางสารสกัดจากสมุนไพรจะมีการสกัดในส่วนวิธีทางเคมีและฟิสิกส์ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้ห้องปฏิบัติการทางเคมีและฟิสิกส์

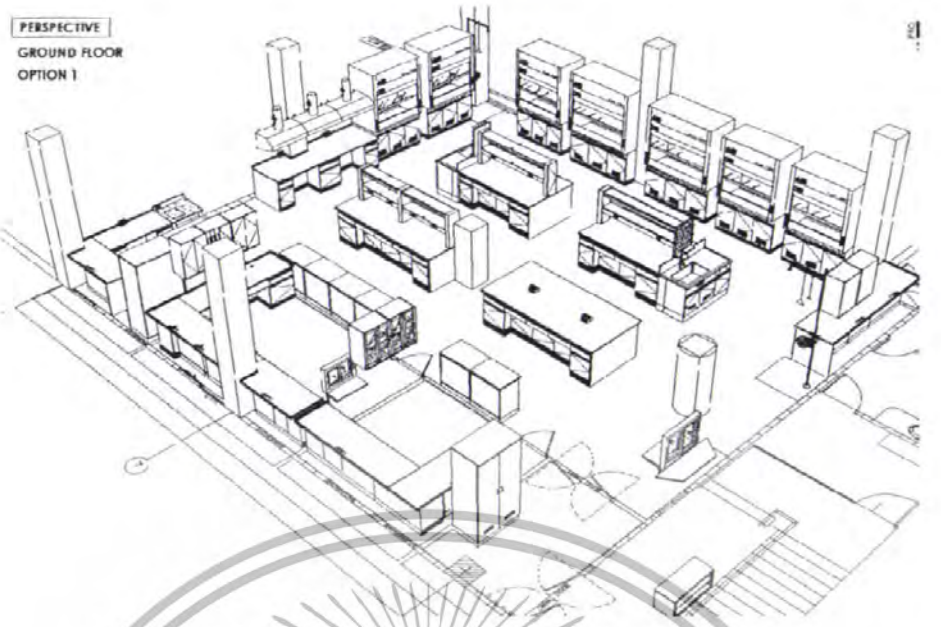
โดยในการออกแบบห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ศึกษาจาก 1 คน แบ่งตามประเภทของการทดลอง ซึ่งโดยส่วนมากมีการใช้ส่วนต่างๆร่วมกัน เช่น การใช้เครื่องมือในการทำงาน (Instrument), อ่างน้ำ (Wash-up Sinks),เครื่องดูดไอระเหยสารเคมี (Fume Cupboards) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ต้องมีในพื้นที่ทำการทดลอง (Workstation) ทั้งหมดโดยมีพื้นที่โดยอ้างอิงจากมาตรฐานของพื้นที่ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์คือนักวิจัย 1 คนใช้พื้นที่ 5.00 ตารางเมตร[3] โดยมีรูปแบบการจัดผังในห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ดังนี้



รูปที่ 4.5.1.11 การจัดผังของส่วนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

[3] ที่มา: คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ (Briefing and Design): "Laboratory Planning"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1.12 แสดงแบบไอโซเมตริกซ์ของผังของส่วนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของห้องและงานระบบของห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

โดยจากรายละเอียดของห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ของงานระบบประกอบจะไม่มากเท่าส่วนห้องวิจัยเนื่องจากเป็นห้องปฏิบัติการกลางที่เตรียมของสำหรับการวิจัย โดยสามารถวิเคราะห์รายละเอียดของห้องต่างๆและงานระบบประกอบโดยแบ่งเป็นดังนี้

1.) ระบบระบายไอสารเคมี

การระบายไอสารเคมีคล้ายกับห้องวิจัยนาโนเทคโนโลยีโดยจะมีเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards) โดยมีต้องการของเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards) ในมาตรฐานดังนี้

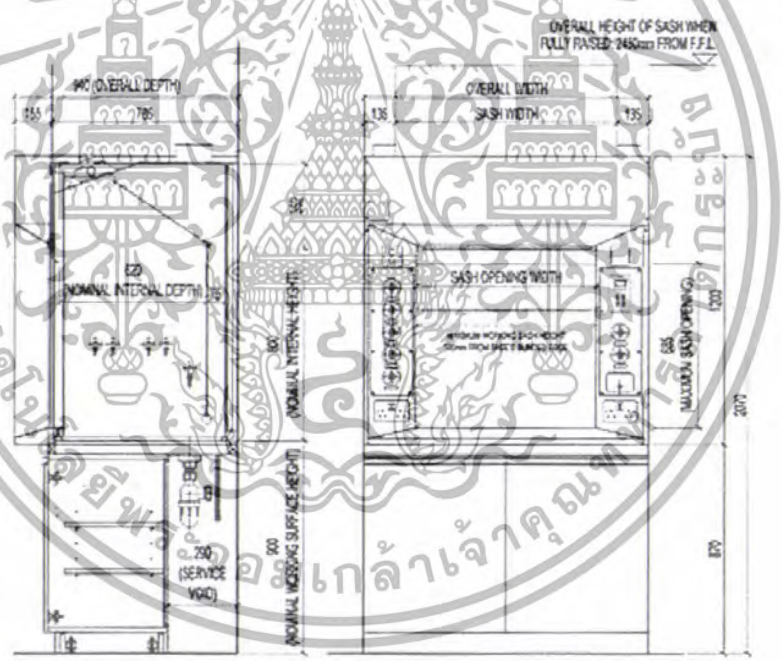
ตาราง 4.5.1.15 ตารางแสดงจำนวนเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards)

ชนิดของห้องปฏิบัติการ	จำนวนเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี
ห้องปฏิบัติการทางเคมี	1 เครื่องต่อบุคลากร 1-2 คน
ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี	1 เครื่องต่อบุคลากร 2-4 คน
ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	เฉพาะกิจ-ขึ้นอยู่กับการทดลอง
ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์	เฉพาะกิจ-ขึ้นอยู่กับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5.1.16 แสดงระยะต่างๆ ของเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards)

ขนาดเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards)	ระยะ
ความสูงของโต๊ะทดลอง	88 เซนติเมตร
พื้นที่สำหรับการเปิดตู้ (Clear Width of Front Opening)	90 เซนติเมตรขึ้นไป
ความสูงของระดับการเปิด (Hight of front Opening)	84-90 เซนติเมตร
ความสูงของ Worktop ถึงขอบบนของตู้ (Worktop to Top of Cupboard)	105-150 เซนติเมตร
ความลึกของพื้นที่ปฏิบัติการ	60-90 เซนติเมตร



รูปที่ 4.5.1.13 แสดงขนาดของเครื่องดูดไอระเหยสารเคมี(Fume Cupboards)[4]

[4] ที่มา : บริษัท ทอมกรีนโปรดักส์ (Tom Green Products) ประเทศอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ระบบน้ำใช้

ในการทดลองพื้นฐานในการปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือทางนาโนเทคโนโลยีในห้องวิจัยจะใช้ระบบน้ำของโครงการที่รับมาจากอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งในการทดลองที่ใช้น้ำเป็นส่วนประกอบในการวิจัย ดังนั้นระบบของน้ำในการปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือทางนาโนเทคโนโลยีจะมีเครื่องผลิตน้ำอาโอ (Milli RO plus60) โดยเครื่องนี้จะนำระบบน้ำใช้ของโครงการมาเก็บไว้ในถังพักน้ำจากนั้นจะทำการปั๊มน้ำผ่านไส้กรอง 25 ไมครอนผ่านคาร์บอนและผ่านไส้กรอง 1 ไมครอน เพื่อกำจัดสิ่ง สกปรกก่อน เข้าเครื่องนี้จากนั้นจะผ่านเยื่อรีเวอร์ส ออสโมซิส (Reverse Osmosis Membrane) เพื่อให้น้ำมีความบริสุทธิ์ขึ้น โดยจะเก็บน้ำไว้ในถังพัก ขนาด 60 ลิตร ที่อยู่ภายในเครื่องนั้นก่อนจะถูกส่งไปทำให้ ้บริสุทธิ์อีกครั้งโดยเครื่องผลิตน้ำบริสุทธิ์สูง(Milli Q) โดยน้ำที่ได้จะเป็นน้ำคุณภาพประเภทที่ 1 ซึ่งเทียบเท่า หรือดีกว่ามาตรฐานของเอเอสทีเอ็ม(ASTM) , ซีเอพี(CAP) และเอ็นซีซีแอลเอส (NCCLS type 1 water quality standard) ดังนั้นในส่วนนี้จึงต้องเตรียมพื้นที่ไว้ 1.10 x 0.80 เมตร

3 .) ส่วนสนับสนุนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

สามารถแบ่งเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนสนับสนุนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

- ห้องเก็บสารเคมี

เป็นห้องสำหรับเก็บสารเคมีที่ใช้ในการวิจัยซึ่งมีสารเคมีหลายชนิดและมีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกันดังนั้นการจัดเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงมีดังนี้

1.) ระบบระบายอากาศ เพื่อการป้องกันอันตรายต่อการการและการกัดกร่อน

2.) แสงสว่างเพื่อให้สามารถมองเห็นฉลากของสารเคมีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.) การระบุพื้นที่จัดเก็บสารเพื่อสะดวกและปลอดภัยสำหรับการใช้งาน

4.) ความแข็งแรง และการป้องกันการกัดกร่อนของชั้นว่างสารเคมี

5.) ช่องทางเดินและการจัดวางสาเคมี ต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม ไม่ขวางทางเดิน

ซึ่งสามารถแบ่งการเก็บสารเคมีที่แบ่งประเภทดังนี้

ของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ

ห้องเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวไวไฟและติดไฟ ไม่ควรมีพื้นที่เกิน 150 ตารางฟุต และเก็บได้ไม่เกิน 2 แกลลอน ต่อตารางฟุต และหากมีระบบป้องกันไฟไหม้แบบอัตโนมัติสามารถเก็บได้ 5 แกลลอน ต่อตารางฟุต ระบบระบายอากาศภายในห้องเก็บต้องมีอัตราการไหลออก 1 ลูกบาศก์ ฟุต ต่อ นาที จากระดับพื้นของห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิไดซ์เซอร์ (Oxidizer)

สารพวกออกซิไดซ์เซอร์ เป็นสารที่ไวต่อปฏิกิริยา การจัดเก็บจึงควรหลีกเลี่ยงการจัดเก็บรวมกับสารพวกของเหลวติดไฟ ของเหลวไวไฟ และสารพวกที่ไวต่อปฏิกิริยา เช่น กรดไนตริก กรดของเปอร์คลอไรด์กรดซัลฟูริกซ์ การจัดเก็บสารออกซิไดซ์เซอร์จึงต้องจัดเก็บแยกจากสารอื่นๆ

สารกัดกร่อนและระคายเคือง

สารกัดกร่อนและระคายเคืองมักเป็นสารจำพวกกรดและด่าง การจัดเก็บจึงจัดเก็บในภาชนะที่เป็นแก้วและเก็บไว้ในตู้ที่มีระบบระบายอากาศและควรเก็บไว้ใกล้ๆบริเวณที่มีอุปกรณ์ล้างชำระเคมีเช่น ฝักบัวชำระฉุกเฉิน และ ฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้า (Eye/Face Wash) หากเกิดอุบัติเหตุสารกระเด็นใส่

สารที่มีความเป็นพิษ

ในห้องที่มีการจัดเก็บสารเคมีที่เป็นพิษนั้นต้องมีระบบระบายอากาศ , อุปกรณ์ล้างชำระเคมีบรรจุภัณฑ์ต้องมีการป้องกันการแพร่กระจายหรือการหกหล่นของสารพิษ ในบริเวณที่จัดเก็บสารเคมีเป็นพิษต้องมีหน้ากากป้องกัน (Respirator)อย่างน้อย 2 ชุด เพื่อป้องกันอันตรายหากเกิดการรั่วไหล

สารที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาและสารที่ไม่สามารถเข้ากันได้

สารเคมีต่อไปนี้จะว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับอากาศและในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งควรจัดเก็บไม่ให้สัมผัสกับอากาศ เช่นการจัดเก็บในน้ำมันและห้องที่จัดเก็บเพื่อความปลอดภัยจึงควรมีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ สปริงเกอร์ เพื่อป้องกันอันตรายเนื่องจากไฟไหม้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

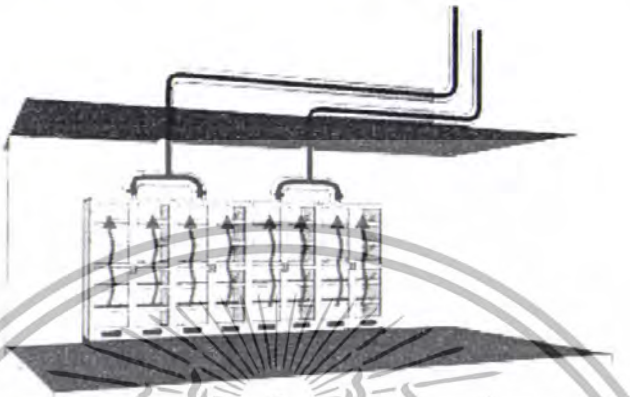
สารที่ไวไฟหรือสารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ ไม่ควรเก็บไว้ใกล้กับสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิง

- สารที่เป็นตัวรีดิวส์ไม่ควรเก็บไว้ใกล้แสงแดดหรือความร้อนเพราะจะสลายตัวและระเบิดได้
- สารไวไฟที่เป็นของเหลวควรเก็บในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี และห่างไกลจากสิ่งที่ลุกติดไฟได้ง่าย รวมทั้งบริเวณที่อาจจะมีประกายไฟจากอุปกรณ์ไฟฟ้า
- สารที่กัดกร่อนได้ควรเก็บในภาชนะที่ทนต่อการกัดกร่อน และไม่เก็บไว้ในที่เดียวกับสารไวไฟและตัวออกซิไดซ์
- สารที่เป็นพิษควรเก็บในห้องที่ใส่กุญแจมิดชิด เป็นต้น

โดยห้องเก็บห้องเก็บสารเคมีควรแยกออกจากห้องปฏิบัติการเนื่องจากเพื่อความปลอดภัยของนักวิจัยห้องเก็บสารทำละลาย ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ ผนังอิฐหนา 23 เซนติเมตร หลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีตหนา 12.5 เซนติเมตร โดยมีตะแกรงระบายอากาศทั้งในระดับสูงและในระดับต่ำ พื้นห้องต้องมีทางระบาย และธรณีประตูควรยกสูงเพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีไหลออกโดยในโครงการจะเก็บส่วนสารเคมีในส่วนพื้นที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการ โดยจะอยู่ในตู้เก็บสารเคมีที่มีเครื่องดูดไอสารเคมีออกไปโดยจัดเก็บเป็นกลุ่มของสารเคมีต่างๆตามสมบัติและการทำปฏิกริยา



รูปที่ 4.5.1.14 แสดงรูปแบบการเก็บสารเคมีที่จะใช้ในโครงการ

จากประเภทของสารเคมีอันตรายหลายประเภทข้างต้นมีความอันตรายหลายระดับขึ้นอยู่กับจำนวนความเข้มข้น โดยมากเป็นการยากที่จะพิจารณาว่าการป้องกันที่จะจัดเก็บได้อย่างปลอดภัย โดยการจัดแยกเก็บสารเคมีมีวิธี 3 แบบ คือ แบบแยกออกแต่อยู่ในส่วนเดียวกัน (Separation), แบบแยกออก(Segregation), แบบแยกออกอย่างเด็ดขาด (Isolation) โดยการจัดเก็บสารเคมีแต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับความเป็นอันตราย ปริมาณ ที่ทำการจัดเก็บ ขนาดของแต่ละบรรจุภัณฑ์ดังนี้

แบบแยกออกแต่อยู่ในส่วนเดียวกัน (Separation) คือการจัดเก็บสารในพื้น บริเวณเดียวกันแต่มีการวางแยกออกจากกันพอสมควร โดยให้มีช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์

แบบแยกออก(Segregation) ลักษณะการจัดเก็บคล้ายกับแบบแบบแยกออกแต่อยู่ในส่วนเดียวกัน (Separation) แต่ หากแตกต่างตรงที่ต้องจัดวางไว้ห่างกันอย่างน้อย 6.1 เมตร หรือหากระยะห่างน้อยกว่านี้ต้องมีการทำฉากกัน

แบบแยกออกอย่างเด็ดขาด (Isolation) คือการจัดเก็บแบบแยกออกจากกันโดยสิ้นเชิงโดยต้องสร้างห้องเก็บเป็นของสารนั้นโดยเฉพาะเพื่อแยกเก็บจากสารอื่นๆ โดยมากมักจัดเก็บสารที่มีความเป็นอันตรายสูงและไม่สามารถเก็บกับสารอื่นๆได้ โดยห้องต้องมีระบบป้องกันไฟ เย็น และมีระบบระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงสามารถแยกการเก็บสารเคมีในโครงการได้ดังนี้

- สารเคมีที่ไม่ปฏิกิริยาอยู่แบบแยกออกแต่อยู่ในส่วนเดียวกัน (Separation)
- ของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟและออกซิไดซ์เซอร์ (Oxidizer) จัดแบบแยกออกอย่างเด็ดขาด (Isolation)
- สารที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาและสารที่ไม่สามารถเข้ากันได้จัดแบบแยกออกอย่างเด็ดขาด (Isolation)
- สารกัดกร่อนและระคายเคืองและสารที่มีความเป็นพิษใช้แบบแยกออก(Segregation)

โดยสามารถจัดผังของห้องเก็บสารเคมีได้ดังนี้[5]

รูปที่ 4.5.1.15 แสดงผังในการเก็บสารเคมี

[5] ที่มา : Everett K.,Hugher D1975. A Guide to Laboratory Design.Cold Composition Ltd.,Tunbride Well Kent England. P.5-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องเครื่องชั่ง

ห้องเครื่องชั่งเป็นห้องสนับสนุนของส่วนห้องปฏิบัติการกลางโดยมีลักษณะที่เหมาะสมในการใช้งานที่นำไปใช้กับห้องเครื่องชั่งของโครงการคือ ใช้โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่งต้องมั่นคง แข็งแรง และมีกระจกกั้นระหว่างโต๊ะเครื่องชั่งเพื่อป้องกันลมและความร้อนที่จะมีผลต่อค่าที่อ่านโดยเฉพาะอุณหภูมิถ้าเปลี่ยนไป 1 องศาจะทำให้เครื่องชั่งอ่านค่าผิดไป 1-2 ส่วนในล้านส่วนโดยเครื่องมือในห้องนี้มีเครื่องชั่ง (Microbalance)ขนาด 0.80x 0.40 เมตร

- ห้องตู้อบฆ่าเชื้อ(Autoclave)

เป็นห้องที่ใช้สนับสนุนการวิจัยในการฆ่าเชื้อ โดยมีตู้อบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยไอน้ำ ภายใต้ความดันและสุญญากาศซึ่งใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ 3 เฟส 4 สาย โดยประกอบคือ

- มีเครื่องกรองน้ำเพื่อแปรสภาพน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อน หรือเครื่องทำน้ำให้บริสุทธิ์
- มีถังพักน้ำที่ทำด้วยสเตนเลส
- มีเครื่องกรองน้ำเพื่อกรองสนิมเหล็ก 1 เครื่อง
- มีปั๊มแรงดัน 1 เครื่อง

- ห้องเก็บอุปกรณ์การวิจัย

ห้องอุปกรณ์การวิจัยห้องปฏิบัติการกลางสำหรับ เก็บเครื่องมือในการวิจัยและเก็บอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิจัยเช่น เครื่องภาชนะ, หลอดแก้วที่ใช้ในการวิจัย เป็นต้น โดยมีเครื่องแก้วต่างๆพื้นฐาน ในห้องเก็บดังนี้ หลอดทดลอง(Test Tube) , ขวด (Bottle)ขนาดต่างๆ, ขวดรูปชมพู่ (Flask) , ปิเปต (Pipette) , กรวยแก้ว (Funnel) , จานแก้ว (Petri dish)และแท่งแก้วคน เป็นต้น

- ห้องล้างเครื่องมือ

เป็นห้องของส่วนสนับสนุนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ โดยมีบริเวณสำหรับวางชั้น เคาร์เตอร์ และอ่างล้างเครื่องแก้ว โดยวัสดุอุปกรณ์ในห้องนี้มีดังนี้

- ตู้อบแห้ง (Oven)ใช้สำหรับอบฆ่าเชื้อ ที่ติดมากับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถทนความร้อนสูงๆ ได้ เช่น เครื่องแก้วและโลหะ โดยใช้ความร้อนประมาณ 180 องศาเซลเซียส
- เครื่องล้างปิเปต (Pipette Cleaning Set)
- ชั้นหรือเคาร์เตอร์สำหรับวางเครื่องแก้วที่จะล้าง และเก็บเครื่องแก้วที่ล้างแล้วซึ่งจะเป็นห้องห้องเก็บอุปกรณ์การวิจัย

โดยมีรูปแบบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในส่วนสนับสนุนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><td>ห้องเก็บสารเคมี</td><td>ห้องเครื่องชั่ง</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">ทางเดิน</td></tr>
<tr><td>ห้องเก็บขยะ</td><td>ห้องเก็บอุปกรณ์การวิจัย</td><td>ห้องล้างเครื่องมือ</td><td>ห้องตู้อบฆ่าเชื้อ (Autoclave)</td></tr>
</table>

รูปที่ 4.5.1.16 แสดงความผังสัมพันธ์ขององค์ประกอบในส่วนสนับสนุนห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

รายละเอียดของกระบวนการวิจัย

1.) การสร้างวัสดุและอุปกรณ์นาโน โดยสามารถแบ่งกระบวนการวิจัยได้ 2 แบบคือ

- แบบบนลงล่าง
- แบบล่างสู่บน

แบบบนลงล่างแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

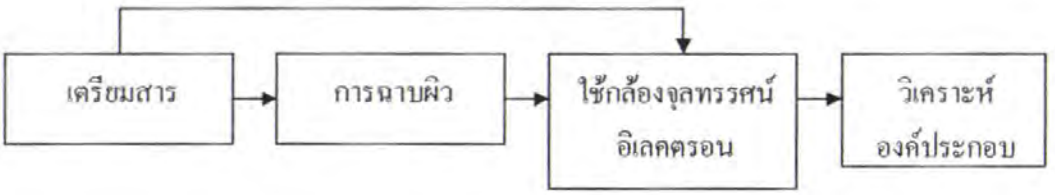
- การสลักลวดลาย (Lithography) เป็นส่วนที่ใช้สลักลวดลายต่างลงวัสดุหรือเขียนลงบนวงจรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นาโน โดยนำวัสดุที่จะทำการวิจัยมาใช้กลุ่มเครื่องมือหลัก เช่น กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม(Atomic Force Microscope : AFM)
- การตกตะกอน (Deposition) ใช้ในส่วนกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเคลือบฟิล์ม
- การกัดกรด (Etching) อยู่ในส่วนของห้องกัดกรดสำหรับการวิจัย โดยเป็นห้องที่ใช้กรดในการทำความสะอาดแผ่นวัสดุรองรับก่อนที่จะเคลือบฟิล์ม
- การดัดแปลงเนื้อวัสดุ (Material Modification)

แบบล่างสู่บนแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- การสังเคราะห์ทางเคมี (Chemical Synthesis)
- การประกอบตัวเอง (Self assembly)
- การใช้กล้องส่องอะตอมเคลื่อนย้ายอะตอม(Scanning Probe Manipulation)

2.) กระบวนการใช้เครื่องมือกลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน โดยกระบวนการของการใช้เครื่องในกลุ่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1.17 แสดงกระบวนการใช้เครื่องมือกลุ่มกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน

โดยกระบวนการต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

- การเตรียมสารคือการเตรียมสารเพื่อให้สามารถนำไปใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนได้โดยใช้เครื่องบดอนุภาคหรือเครื่องเตรียมสารอื่นๆตามงานวิจัย
- การฉาบผิว (Coating) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำให้พื้นผิวมีคุณสมบัตินำไฟฟ้ายกเว้นกรณีที่ตัวอย่างนำไฟฟ้าได้ดีอยู่แล้ว หรือนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดสูญญากาศต่ำก็ไม่จำเป็นต้องฉาบผิวซึ่งนิยมฉาบผิวด้วยทอง (Au) หรือโลหะผสมระหว่างทองกับ พลาเดียม(Au-Pd) ซึ่งโลหะผสมพลาเดียม(Au-Pd) จะให้รายละเอียดที่ละเอียดกว่าทอง เหมาะสำหรับศึกษาตัวอย่างที่ต้องการรายละเอียดสูง (High resolution) โดยตัวอย่างจะวางไว้ที่ขั้วลบ (Anode) และโลหะที่ใช้ฉาบ (Targer) อยู่ที่ขั้วบวก (Cathode) ในการฉาบจะดูดอากาศออกให้อยู่ในสภาวะสูญญากาศระดับ 0.1 Torr แล้วให้กระแสไฟฟ้าและปล่อยก๊าซอาร์กอน (Ar) เข้าไปในช่องเคลือบภายในเครื่อง โดยก๊าซอาร์กอน (Ar) จะเคลื่อนไปที่ขั้วบวก (Cathode) และชนแผ่นทองทำให้แตกตัวเป็นโมเลกุล กระจายไปทั่วช่องเคลือบภายในเครื่อง แล้วก่อยเคลือบลงบนตัวอย่าง โดยความหนาของผิวฉาบอยู่ประมาณระหว่าง 10 -20 นาโนเมตร
- เมื่อนำตัวอย่างไปฉาบผิว (Coating) หรือไม่ฉาบผิวตามลักษณะของสารตัวอย่าง แล้วจึงนำไปใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนได้
- การวิเคราะห์ด้วยเครื่องในกลุ่มเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนโดยวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุเพื่อศึกษาองค์ประกอบของสาร

3.) กระบวนการปลูกฟิล์ม สำหรับใช้เคลือบผิวของวัสดุหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่นการใช้วาเนเดียมออกซีไตรคลอไรด์ และทังสเตนเฮกซะคลอไรด์เคลือบกระจกเพื่อสมบัติการสะท้อนและการดูดซับความร้อน , หรือ เช่นการใช้เคลือบผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ , อุปกรณ์อินทรีย์อิเลคทรอนิกส์ ,อุปกรณ์แสดงผลฟิล์มบางอินทรีย์เปล่งแสง (Organic Light-Emitting Diode :OLED) , เซลล์แสงอาทิตย์ , อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้าโดยใช้ฟิล์มบางอินทรีย์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมายในกลุ่มอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้ในกลุ่มเครื่องมือหลักที่ใช้ในการสร้างงานวิจัยด้วยการเคลือบฟิล์มซึ่งนำวัสดุที่จะคลือบฟิล์มไปในเครื่องแล้วใช้ก๊าซที่ต้องการใช้ โดยก๊าซที่จะใช้ในการทำปฏิกิริยาจะถูกควบคุมการไหลในอัตราที่กำหนดเพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาภายในระบบ เพื่อให้เกิดฟิล์มบางตามที่ต้องการเช่น ใช้ก๊าซไดคลอโรไซเลน (SiH_2Cl_2) กับ แอมโมเนีย (NH_3) ในการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 775 องศาเซลเซียส ให้เกิดฟิล์ม Si_3N_4 และการใช้ก๊าซ ไซเลน (SiH_4) สำหรับปลูกฟิล์มโพลีซิลิคอน ที่อุณหภูมิ 620 องศาเซลเซียส หรือหากผสมกับออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 440 องศาเซลเซียส ซึ่งจะได้ฟิล์มบางของซิลิคอนไดออกไซด์ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ในชุดเครื่องมือวัดคุณสมบัติของวัสดุฟิล์มบาง (Thin Film Measurement System) , วิเคราะห์ในเครื่องวัดการนำไฟฟ้า , เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer)โดยเป็นเครื่องวิเคราะห์การส่งผ่านและการดูดกลืนทางแสงของฟิล์มบาง เป็นต้น

4.) กลุ่มวัสดุสารประกอบแต่ง เช่น วัสดุเสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโนและเส้นลวดเซรามิกส์นาโน เป็นต้น

วิธีการสังเคราะห์ท่อนาโนคาร์บอน (Nanocarbon Fabrication) มี 3 วิธีคือ

- การตกสะสมไอเคมี (Chemical vapor deposition : CVD) โดยการผ่านไอหรือแก๊สของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งใช้ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอน เช่น มีเทน(CH_4) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) อะเซทิลีน (C_2H_2) และเอทานอล (C_2H_5OH) เป็นต้น เข้าไปในเตาเผาที่มีอุณหภูมิประมาณตั้งแต่ 600-1200 องศาเซลเซียส ซึ่งต้องมีอนุภาคนาโนของโลหะตะตะลิสต์อยู่บริเวณนั้น จะทำให้โมเลกุลของแก๊สให้แตกตัว (Decomposed) ออกเป็นอะตอมของคาร์บอน โดยการควบคุมอุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหลของแก๊ส สัดส่วนอะตอมของธาตุ แต่อาจมีข้อเสียที่ปริมาณข้อบกพร่องหรือความไร้ระเบียบของโครงสร้างสูง ทำให้ท่อที่สังเคราะห์ได้โดยวิธีนี้มักเป็นท่อโค้งงอ

- อาร์คดิสชาร์จ (Arc-discharge) ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงตั้งแต่ 20-200 แอมแปร์ ที่ความต่างศักย์ประมาณ 20-40 โวลต์ ตกคร่อมแท่งแกรไฟต์สองแท่งที่วางใกล้ๆ กัน โดยให้ระยะห่างระหว่างปลายแท่งประมาณ 1-3 มิลลิเมตร ภายใต้บรรยากาศแก๊สเฉื่อย เช่น ฮีเลียม หรือ อาร์กอน ที่ความดันต่ำ จนทำให้เกิดเป็นสถานะพลาสมา และมีอุณหภูมิสูงบริเวณระหว่างขั้วอิเล็กโทรด ส่งผลให้แท่งแกรไฟต์ระเหยกลายเป็นไอแล้วมีการควบแน่นกลายเป็นท่อนาโนคาร์บอน

- ระเหยด้วยเลเซอร์ (Laser vaporization) จะใช้พัลส์แสงเลเซอร์ที่มีความเข้มแสงสูงยิงไปยังเป้าซึ่งเป็นแกรไฟต์ผสมกับผงโลหะตะตะลิสต์ ภายใต้บรรยากาศของแก๊สเฉื่อย ที่ความดันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสเทคนิคนี้คล้ายกับวิธีอาร์คดิสชาร์จ ซึ่งจะได้ปริมาณและคุณภาพของท่อนาโนคาร์บอนดีกว่า

ซึ่งเมื่อได้ออกมาก็นำไปวิเคราะห์ศึกษาโครงสร้างทั้งทางกายภาพและทางเคมีในส่วนกลุ่มห้องเครื่องมือวิเคราะห์ต่อไป

5.) กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพร กระบวนการสกัดสาระสำคัญจากพืชดังนี้

รูปที่ 4.5.1.18 แสดงกระบวนการสกัดสาระสำคัญจากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกระบวนการต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

- การเตรียมตัวอย่างพืช คือศึกษาข้อมูลต่างของพืชโดยต้องทำให้แห้ง แล้วนำมาบดเป็นผง เครื่องเช่นใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่แข็ง (Freeze dryer)
- การสกัด ใช้กระบวนกระบวนการสกัดหลายวิธีคือ การหมัก(Maceration) , การย่อยสลาย (Digestion) , เปอร์โคเลชั่นหรือการแช่ในคอลัมน์(Percolation) , การสกัดด้วยซอคเฮลค เอคแทรคเตอร์(Soxhlet Extractor) , การต้ม (Decogtions) , การชง(Infusions) , เทคนิคการสกัดพืชที่มีสารไม่ทนความร้อนซึ่งการสกัดจะเป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการกลางทางชีววิทยาหรือในตู้ปลอดเชื้อ โดยมีเครื่องมือ เช่น เครื่องเปอร์โคเลเตอร์ (Percolator) ที่อาจเป็นแก้วหรือโลหะสำหรับวิธีการสกัดแบบเปอร์โคเลชั่นหรือการแช่ในคอลัมน์ (Percolation) , โดยการสกัดสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ
  - สารสกัดจากพืชทั้งหมด (Total Plant Extracts) คือนำพืชมาทั้งต้นหรือหลายส่วนของต้นพืชที่ต้องการสกัด พืชที่ใช้จะเป็นพืชสดหรืออบแห้งนำมาผ่านกระบวนการสกัดที่เหมาะสม เช่น การหมัก (Maceration) หรือการแช่ในคอลัมน์ (Percolation) ในตัวทำละลาย เช่น น้ำ , แอลกอฮอล์ หรือตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ
  - สารสกัดจากบางส่วนของพืช คือการนำบางส่วนของพืช ซึ่งคัดเลือกอย่างเหมาะสม โดยสมบัติทางฟิสิกส์หรือเคมีที่ต่างกัน ส่วนมากเป็นสารสกัดในส่วนของน้ำมัน (Fixed or Volatile Oils)[6]
  - การแยกส่วนประกอบ ใช้เทคนิคทางพฤกษเคมีในการแยก เช่น สมบัติปฏิกิริยาทางเคมี(Chemical means) เช่น ความเป็นกรดด่าง , ปฏิกริยาการเกิดเกลือ เป็นต้น สมบัติปฏิกิริยาทางฟิสิคส์(Physical means) เช่น การกลั่น , การระเหิด , การตกตะกอน ,การตกผลึก, การแยกด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกันหรือเทคนิคทางโครมาโทกราฟี เป็นต้น ซึ่งใช้ในห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์
- การตรวจสอบเอกลักษณ์และการควบคุมคุณภาพ เมื่อได้สารสกัดข้างต้นแล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของสาร โดยใช้ห้องกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบเอกลักษณ์ที่มีเครื่องมือดังนี้ เครื่องโครโมโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC(PDA/ELSD)),ห้องเครื่องโครโมโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC(UV/fluorescent)), เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry , GC-MS) , ห้องเครื่องเอเอเอส (AAS) ,และเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยทดสอบโดย

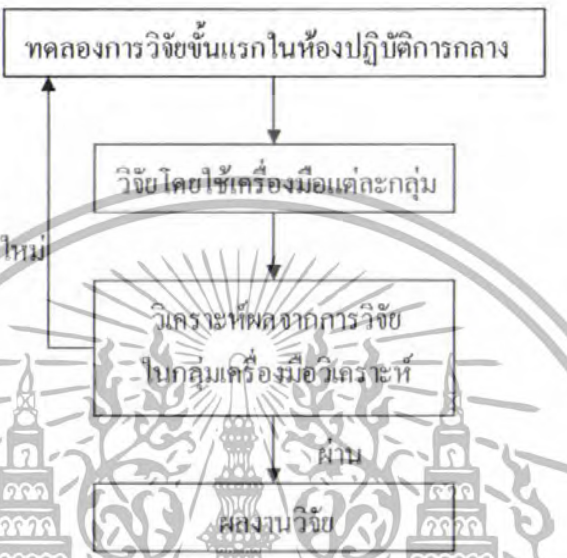
[6] ที่มา: Keith Hellwell, Plants and their Extracts. Cosmetics and Toiletries Manufacture.pp26-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี เป็นต้น

- การทดสอบฤทธิ์หรือสมบัติ โดยในโครงการมีการทดสอบเบื้องต้นในหลอดทดลองในห้องปฏิบัติการการทางชีววิทยาหรือในตู้ปลอดเชื้อ

โดยกระบวนการต่างๆข้างต้นสามารถสรุปเป็นภาพรวมของการวิจัยของโครงการได้ดังนี้



รูปที่ 4.5.1.19 แสดงกระบวนการที่เป็นภาพรวมของการวิจัย

4.5.2 ห้องประชุมและบรรยาย

ส่วนห้องประชุมและบรรยายสามารถแบ่งออกเป็นรายละเอียดต่างๆดังนี้

4.5.2.1 ห้องประชุม

การจัดประชุมของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ มี 2 รูปแบบคือ จัดประชุมนอกสถานที่และภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

โดยการจัดประชุมนอกสถานที่จะเป็นการจัดประชุมขนาดใหญ่ในระดับนานาชาติซึ่งจะมีการจัดประชุมที่ศูนย์การประชุมระดับชาติ เช่น ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ,ศูนย์ประชุมอิมแพคอารีนาเมืองทองธานี , ศูนย์ประชุมไบเทค หรือตามห้องประชุมของโรงแรมขนาดใหญ่ เช่น โรงแรมเซนทารา แกรนด์(Centara Grand Hotel), โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ (Miracle Grand Hotel) เป็นต้น โดยตัวอย่างของงานที่จัดการประชุมเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การประชุมไบโอ เอเชีย (Bio Asia 2007) ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ในวันที่ 6-9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550
- การประชุมนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (The 1st biannual NanoThailand Symposium ,NTS) ของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติที่ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ในวันที่ 6-9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551

ส่วนการจัดประชุมภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติจะเป็นส่วนที่ประชุมและเผยแพร่ความรู้ทางนาโนเทคโนโลยี โดยที่เน้นการประชุมของนักวิชาการทางด้านนาโนเทคโนโลยีเพื่อเป็นการประชุมติดตามนโยบายของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกับนักวิชาการของศูนย์ร่วมกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี และนักวิจัยของภาคเอกชนเพื่อประโยชน์การประสานความร่วมมือ , รูปแบบกลุ่มการวิจัย , ประเมินและตรวจสอบทางด้านจริยธรรมของงานวิจัยร่วมกับการให้ความรู้แบบใหม่ให้กับนักวิชาการ เป็นต้น โดยมีจำนวนที่นั่งจากจำนวนของผู้ใช้ห้องประชุมบ่อยที่สุดคือ

- นักวิจัยภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	65	คน
- นักวิจัยหลักของศูนย์ร่วมกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี ซึ่งได้แก่		
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น	13	คน
- จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย	10	คน
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	15	คน
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	20	คน
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	9	คน
- มหาวิทยาลัยมหิดล	6	คน
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	13	คน
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย	15	คน
รวม	101	คน [7]
- ผู้บริหารและหัวหน้าฝ่ายต่างๆ	19	คน
รวมทั้งหมด	185	คน

[7] ที่มา : ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรวมกับผู้ติดตามแล้วห้องประชุมใหญ่จะมีที่นั่ง 200 ที่นั่ง

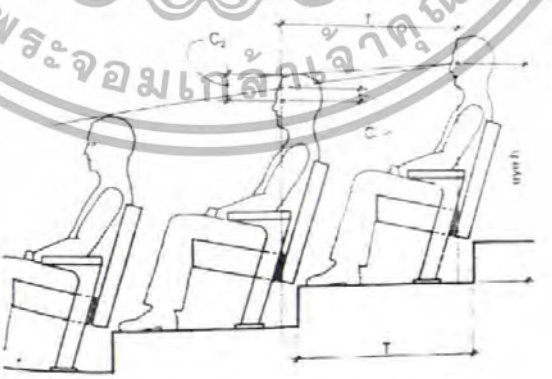
ซึ่งลักษณะของห้องประชุมแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

- เวทีด้านหน้าห้องประชุม (Proscenium Stage)
- เวทีด้านหน้าห้องประชุมจนไปถึงกลางห้องประชุม(Open Stage)
- เวทีกลางห้องประชุม(Arena Stage)

โดยรูปแบบของห้องประชุมของโครงการจะจัดเป็นแบบเวทีอยู่ด้านหน้า(Proscenium Stage) เพราะลักษณะการประชุมที่มีวิทยากรอยู่ด้านหน้า โดยจะมีมุมมองได้ด้านเดียว และสะดวกในการบรรยายและประชุมมากที่สุด

โครงการเลือกใช้การจัดที่นั่งแบบ แบ่งที่นั่งเป็น 2 ตอน (Two Bank Row) ซึ่ง จะมีช่องทางเดินผ่านกลาง และมีทางเดินสองข้าง ซึ่งแบบนี้ทำให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้รับความสะดวกสบายกว่าแบบอื่น คือแบบที่มีที่นั่งแถวเดียว (Common on Bank) ผู้เข้าร่วมประชุมจะลำบากต่อการเข้าออกของผู้ชมที่อยู่ตอนกลางๆ ส่วนแบบแบ่งที่นั่งในแต่ละแถวเป็น 3 ตอน (Three Bank Row)เป็นแบบที่ และมีทางเดิน 2 ทาง ขนาบที่นั่งแถวกลางโดนรูปแบบนี้เหมาะสำหรับห้องประชุมขนาดใหญ่ ส่วนห้องประชุมของโครงการมีที่นั่ง 200 ที่นั่ง จะเป็นห้องประชุมขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะสมที่ใช้การจัดที่นั่งแบบ แบ่งที่นั่งเป็น 2 ตอน (Two Bank Row)

รูปแบบการจัดพื้นที่โครงการเลือกแบบที่นั่งแบบที่ลาด(Theatres)เนื่องจากรูปแบบนี้ผู้เข้าร่วมประชุมที่นั่งด้านหลังสามารถมองเห็นการบรรยายของผู้บรรยายด้านหน้าได้สะดวกจากการบรรยายที่เสนอโดยใช้ฉากแล้วฉายเนื้อหาการบรรยายจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้และสามารถทำให้มีผลที่ได้ยินเสียงดีขึ้น โดยที่ขนาดของช่างขั้นบันไดสำหรับเก้าอี้โดยศึกษาจากมาตรฐานจากหนังสือ Vincent Jones1980. **Neufert Architecture's Data.** Great Britain : Granada. หน้า 349 โดยระยะก้าที (T) ในรูปมีระยะ 1.15 เมตร โดยมีความสูงของขั้นประมาณ 0.10 เซนติเมตรโดยการการคำนวณแล้วเก้าอี้นั่งเวทีสูงประมาณ 0.32 เมตร โดยพื้นที่นั่งต่อ 1 คนคือ 0.84 ตารางเมตร



รูปที่ 4.5.2.1 แสดงสัดส่วนของเก้าอี้นั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดงานประกอบห้องประชุมที่สำคัญคือระบบเสียง

การออกแบบที่ช่วยส่งเสริมให้เสียงสะท้อนไปอยู่ที่แถวหลัง(สำหรับห้องที่มีขนาดใหญ่) โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องที่ไม่ใช้การสะท้อนของเสียง ควรตรวจสอบกำแพงด้านข้างโดยวิธีทำมุมตกเท่ากับมุมสะท้อน ถ้ากำแพงส่วนใดส่วนหนึ่งทำให้เกิดเสียงสะท้อน จะต้องทำกำแพงส่วนนั้นให้มีลักษณะการกระจายเสียงเสียงก้องกลับไปกลับมา อาจเกิดจากกำแพงด้านข้างซึ่งแก้ได้โดย

- ทำกำแพงให้เอียงเข้าหากัน
- ทำกำแพงให้เอียงออกจากกัน
- ไม่ทำกำแพงขนาน

กำแพงที่ทำให้เบนเข้าหา หรือออกจากกัน นอกจากจะช่วยไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับไปกลับมาแล้ว ยังช่วยให้เกิดการสะท้อนกลับ และการกระจายเสียงด้วย ระยะ 5/8 นิ้วต่อ 10 ที่นั่ง ส่วนกำแพงด้านหลัง ไม่ควรเป็นผนังเว้า มักจะทำให้เกิดเสียงดังรวมที่จุดใกล้ไมโครโฟน หรือเรียกว่าเกิดการฟีดแบลค ถ้ากำแพงส่วนใดสะท้อนเสียง และก่อให้เกิด ฟีดแบลค แก้ไขได้โดยการใช้วัสดุดูดเสียง การทำกำแพงห้องให้มีการหักเห มีส่วนช่วยให้เกิดเสียงขึ้น โดยโครงการเลือกใช้แผ่นไม้เป็นวัสดุเนื่องจากมีค่าการดูดเสียง ได้ถึง 0.25 เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ

4.5.2.2 ห้องบรรยาย (Lecture Room)

ห้องบรรยายของโครงการจะเป็นห้องสำหรับการอบรม โดยการศึกษาจำนวนของผู้เข้าอบรมภายในโครงการจะศึกษาข้อมูลจากจำนวนผู้เข้าอบรมของสถาบันอุดมศึกษาต่างๆและจำนวนของผู้เข้าอบรมในศูนย์นำโนเทค โนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันดังนี้

- การศึกษาจำนวนของผู้เข้าอบรมจะศึกษาข้อมูลจากจำนวนผู้เข้าอบรมของสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ โดยจำนวนของผู้เข้าอบรมเฉลี่ยประมาณ 35 คนดังข้อมูลการจัดอบรมในสถาบันอุดมศึกษาต่างๆในปีงบประมาณ 2549 [8]

เช่น - มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีการจัดอบรมสัมมนา	481 เรื่องต่อปี
มีผู้เข้าอบรม	17,331 คน
เฉลี่ย	36 คนต่อเรื่อง

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

---

[8] ที่มา : รายงานสรุปผลการปฏิบัติงานตามตัวชี้วัดที่กำหนดในเอกสารงบประมาณรายจ่าย และผลการใช้จ่ายเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 ในภาพรวมของอุดมศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสถาบันอุดมศึกษาในสังกัด จำนวน 78 หน่วยงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการจัดอบรมสัมมนา 78 เรื่องต่อปี
มีผู้เข้าอบรม 4,080 คน
เฉลี่ย 52 คนต่อเรื่อง

- การศึกษาจำนวนของผู้เข้าอบรมในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบัน ตามปฏิทินฝึกอบรมและสัมมนานาโนเทคโนโลยีประจำปี 2551 ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ[9] ดังนี้

ตาราง 4.5.2.1 แสดงปฏิทินฝึกอบรมและสัมมนานาโนเทคโนโลยีประจำปี 2551ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ลำดับ	ชื่อหลักสูตร	วันที่	ค่าลงทะเบียน (บาท)	จำนวนวัน	รับสมัคร (คน)
1.	หลักสูตรนาโนเทคโนโลยีเบื้องต้น	29 กุมภาพันธ์	600	1	40
2.	หลักสูตรวัสดุนาโน	30 เมษายน	600	1	40
3.	หลักสูตรนาโนอิเล็กทรอนิกส์	29 สิงหาคม	600	1	40
สัมมนานาโนเทคโนโลยีกลุ่มอุตสาหกรรมและโอกาสทางธุรกิจ ดังนี้					
4.	สัมมนานาโนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหาร	28 มีนาคม	1,000	1	60
5.	สัมมนานาโนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	30 พฤษภาคม	1,000	1	60
6.	สัมมนานาโนเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์ ก่อสร้าง ตกแต่งอาคารบ้านเรือน	31 กรกฎาคม	1,000	1	60
7.	สัมมนานาโนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าสินค้าโอทอป	19 กันยายน	1,000	1	60

[9] ที่มา : ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติยังเคยมีการจัดอบรมในหัวข้อต่างๆดังนี้

- โรงงานต้นแบบสิ่งทอเฉพาะทางทางออกหนึ่งของการพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอไทยในอนาคต
- นาโนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย
- การอบรมอบรมและสัมมนานาโนเทคโนโลยี หลักสูตร นาโนเทคโนโลยีเบื้องต้นและหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
- การอบรมและสัมมนานาโนเทคโนโลยี หลักสูตรนาโนเทคโนโลยีเบื้องต้นและหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีชีวภาพ
- การบรรยายทางนาโนชีวภาพ (Bionanofabrication: Creating nanostructured materials using biological templates)

จากการศึกษาจำนวนผู้เข้าอบรมทั้ง 2 แบบสามารถสรุปได้ว่า โครงการมีห้องอบรมขนาด 40 ที่นั่งซึ่งได้จากการสรุปข้อมูลจากการศึกษา 2 แบบคือ แบบศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษาเฉลี่ย 44 คนต่อครั้งและจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 40 คนต่อครั้งสำหรับหลักสูตรทางนาโนเทคโนโลยี แต่จากการศึกษาศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันจะมีการสัมมนาโดยมีจำนวนผู้เข้าสัมมนา 60 คน ดังนั้นโครงการจึงมี ห้องอบรม 2 ห้อง ขนาดห้องละ 40 ที่นั่งซึ่งสามารถรวมเป็นห้องสัมมนาที่รองรับการสัมมนา 80 คน ได้ในอนาคต

โดยสิ่งที่นำมาพิจารณาสำหรับการจัดห้องบรรยาย ซึ่งจะทำให้การออกแบบห้องบรรยายสามารถที่จะใช้งานได้อย่างเต็มที่ และมีความเหมาะสมสะดวกต่อผู้ใช้บริการต่างๆ ดังนี้

1.) การมองเห็น

ตัวหนังสือบนกระดานปกติสูง 3.50-4.00 เซนติเมตร สามารถมองเห็นได้ไกลประมาณ 15-17 เมตร ระยะที่วางเก้าอี้ในแนวระดับเดียวกันไม่เกิน 8.00 เมตรระยะห่างจากกระดานของคนริมสุด ทั้งสองด้านของแถวหน้าควรทำมุมกับขอบกระดานไม่น้อยกว่า 40 องศา มุมเงยจากระดับสายตาของคนที่นั่งแถวหน้า ทำกับขอบกระดานดำไม่ควรเกิน 35 องศา

2.) เสียง

โดยมีข้อมูลในการออกแบบคือ

- สัดส่วนของห้องที่ทำให้ได้ยินเสียงชัดเจน คือ สูง 2 เมตร กว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร
- ห้องที่จะได้ยินเสียงได้ชัดเจน ควรมีอัตราส่วน กว้าง 1 เมตร ยาว 1.20 เมตร

ดังนั้นขนาดของห้องบรรยายที่สามารถมองหาระยะไกลสุดของห้องเรียนที่ผู้ฟังสุดท้ายสามารถได้ยินเสียงธรรมดา โดยตรงจากจุดกำเนิดเสียงคิดเป็นระยะทางไม่เกิน 12.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ส่วนนิทรรศการ

ส่วนนิทรรศการของโครงการเป็นส่วนที่แผนแพร่ความรู้ทางนาโนเทคโนโลยีและส่วนแสดงความก้าวหน้าของการวิจัยและพัฒนาทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยและของต่างประเทศ โดยจะมีส่วนที่เป็นนิทรรศการถาวร(Permanent Exhibition)ที่เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีและส่วนนิทรรศการหมุนเวียน(Temporary Exhibition) โดยจะมีการเปลี่ยนการจัดแสดงตามความก้าวหน้าทางนาโนเทคโนโลยี ประมาณ 1-2 เดือน โดยประเภทของการจัดนิทรรศการแบ่งเป็นดังนี้

- เทคนิคการจัดแสดงเพื่อความงาม (Aesthetic Presentation)
- การจัดแสดงให้ความรู้ (Instructional Presentation)
- การจัดแสดงตามสภาพธรรมชาติ (Natural Context Presentation)
- การจัดแสดงตามสภาพจริง (Authentic Setting Presentation)
- เทคนิคกดปุ่ม (Push Button Presentation)

โครงการใช้การจัดแสดงแบบการจัดแสดงให้ความรู้ (Instructional Presentation) เนื่องจากลักษณะการนำเสนอทางนาโนเทคโนโลยีเน้นความสำคัญทางเนื้อหามากกว่าวัตถุ เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีเป็นการใช้เทคโนโลยีไปจัดการกับสสารที่มีอนุภาคระดับนาโนจึงมีความสำคัญในกระบวนการคิดและการวิจัยโดยวัตถุทางนาโน ไม่สามารถสื่อถึงความเข้าใจในทางนาโนเทคโนโลยี โดยลักษณะของการจัดแสดงชิ้นงานแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

- ประเภทแผ่น 2 มิติ(Boards)
- ประเภทวัตถุ 3 มิติ (Object/Model)
- อันตราทัศน์ (Diorama) คือการจัดจำลองเหมือนจริง เพื่อให้เห็นบรรยากาศของเนื้อหาที่จัดแสดง โดยมีการจัดแบบปิดและเปิดคือ
  - แบบปิด คือ การจัดแสดงที่จัดในตู้กระจกเนื่องจากสามารถป้องกันความเสียหายและฝุ่นละออง
  - แบบเปิด คือ การจัดแสดงโดยไม่มีการปิดปิดโดยกระจกโดยอาจจัดขึ้นที่มุมใดมุมหนึ่งของห้อง หรืออาจจัดในพื้นที่ยกระดับ
- ประเภทอุปกรณ์ (Equipment) เป็นการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเลคทรอนิกส์ ที่มีข้อจำกัดในการจัดแสดง เพราะต้องการห้องมืดและต้องมีการควบคุมแสงสว่าง ดังนั้นในส่วนนี้จึงต้องมีสัดส่วนเฉพาะเป็นห้องหรือสัดส่วนที่ควบคุมแสงสว่างได้

โดยลักษณะของการจัดแสดงชิ้นงานทั้งหมดจะเป็นลักษณะของการจัดแสดงชิ้นงานของโครงการตามเนื้อหาการจัดแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดในเนื้อหาการจัดแสดง

การจัดแสดงส่วนนิทรรศการถาวร เนื้อหาที่จัดแสดงอ้างอิงมาจากเนื้อหาหนังสือเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีถึงการจัดเนื้อหาลำดับก่อนหลังในการนำเสนอเรื่องราวต่างๆ เพื่อให้ผู้เข้าชมนิทรรศการสามารถเข้าใจถึงการพัฒนาของนาโนเทคโนโลยี โดยแสดงเนื้อหาจากเนื้อหาระดับมหภาคคือมองภาพรวมของนาโนเทคโนโลยีตั้งแต่การพัฒนาการของการวิจัยพัฒนานาโนเทคโนโลยีระดับโลก , เนื้อหาการวิจัยต่างๆ , ประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยี จนกระทั่งมองกลับลงมาในระดับจุลภาคคือประเทศไทยกว่าการพัฒนานาโนเทคโนโลยีเป็นอย่างไรในปัจจุบัน , และจบการจัดแสดงด้วยนิทรรศการเกี่ยวกับจริยศาสตร์และความปลอดภัยทางนาโนเทคโนโลยี รวมทั้งนิทรรศการที่ให้ผู้เข้าชมได้นำเนื้อหาต่างๆ เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีมาคิดพิจารณา รวมทั้งส่วนให้เยาวชนได้คิดและจินตนาการถึงนาโนเทคโนโลยีในอนาคต เนื่องจากการคิดและจินตนาการเป็นเป็นจุดเริ่มของการพัฒนานาโนเทคโนโลยีจึงเรียกส่วนนิทรรศการส่วนนี้คือคิดแบบนาโน(NanoThinking)โดยการจัดแสดงเนื้อหาส่วนนิทรรศการถาวรทั้งหมดเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการคือเพื่อให้ประชาชนโดยทั่วไปรับความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีพร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมรับการมีบทบาทของนาโนเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตประจำวันในการตัดสินใจในการเลือกใช้นาโนเทคโนโลยีมีดังนี้

- ความหมายของนาโนเทคโนโลยี
- กว่าจะมาเป็นนาโนเทคโนโลยีในวันนี้ ค.ศ. 1905- ค.ศ. 2000
- นาโนเทคโนโลยีที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ
- การสร้างนาโน
- ประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยี

ด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

- ลูกบอลนาโน
- ท่อจิ๋วงจรแจ๋ว
- จอแจ๋วด้วยท่อจิ๋ว
- เครื่องกลจิ๋ว

ด้านอุตสาหกรรมยานยนต์

- รถอัจฉริยะด้วยเซ็นเซอร์จิ๋ว
- พลาสติกนาโน นวัตกรรมแห่งชิ้นส่วนยานยนต์

ด้านอุตสาหกรรมอาหาร , เกษตรกรรมและการรักษาสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกษตรกรรมยุคนาโน
- จมูกนาโน
- อาหารยุคนาโน
- นาโนกับการรักษาสิ่งแวดล้อม

ด้านอุตสาหกรรมเคมีและเครื่องสำอาง

- เครื่องสำอางนาโน

ด้านการแพทย์และสาธารณสุข

- คุณหมอนาโน
- ห้องแล็ปจิ๋วบนชิป
- นาโนสู้มะเร็งร้าย
- ระบบส่งยานำวิถี

ด้านพลังงาน

- นาโนโซลาร์เซลล์
- นาโนกับภาวะโลกร้อน

ด้านวัสดุ , อุตสาหกรรมสิ่งทอและสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

- วัสดุฉลาด
- วัสดุนาโน
- เส้นใยนาโน
- เสื้อนาโนอัจฉริยะ
- โอทอปไทยก้าวหน้าด้วยนาโน

ด้านสถาปัตยกรรม

- บ้านนาโน
- สถาปนิกนาโน

-ประเทศไทยกับถนนสายนาโนเทคโนโลยีโลก

-นาโนเทคโนโลยีกับพระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย

- ความปลอดภัยและช่องว่างของนาโนเทคโนโลยี

- คิดแบบนาโน(Nano Thinking)

โดยเนื้อหาในการจัดแสดงสามารถนำไปศึกษาเทคนิคของการจัดกลุ่มของห้องแสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคของการจัดกลุ่มของห้องแสดง

สามารถแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

- การจัดแบบห้องต่อห้อง (Room to Room Arrangement) เป็นการจัดที่ผู้ชมจะเดินไปเรื่อยๆ มีข้อดีคือประหยัดเนื้อที่ แต่ถ้าเป็นนิทรรศการขนาดใหญ่ ไม่สามารถปิดห้องใดห้องหนึ่งได้เพราะจะกระทบต่อห้องอื่นๆ
- จัดแบบทางเดินแล้วแยกตามห้อง (Corridor to Room Arrangement) เป็นการจัดกลุ่ม ที่มีลักษณะเป็นทางเดินยาวแล้วมีทางแยกออกไปห้องแสดงต่างๆแต่ละห้องจะมีทางออกทางเข้าโดยตรง มีข้อดีคือ ผู้ชมสามารถเลือกชมได้ตามชอบ แต่การแสดงจะไม่ติดต่อกัน
- จัดแบบมีโถงเป็นจุดศูนย์กลาง(Nave to Room Arrangement) โดยจากห้องโถงสามารถเข้าถึงส่วนแสดงๆได้ทุกห้อง แต่ทางสัญจรอาจมีปัญหาเมื่อมีผู้เข้าชมมาก
- จัดแบบรวมการจัดทั้ง 3 แบบ (Central Arrangement) เป็นการรวมการจัดทั้ง 3แบบข้างต้นเข้ารวมกัน ซึ่งแต่ละห้องสามารถเข้าถึงกันได้และใช้โถงเป็นจุดจ่ายไปห้องแสดงๆอื่นๆได้

จากรายละเอียดของการจัดกลุ่มของห้องแสดงส่วนนิทรรศการของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติจัดแบบห้องต่อห้อง (Room to Room Arrangement)เนื่องจากเนื้อหาในส่วนนิทรรศการมีการต่อเป็นเรื่องราวและส่วนนิทรรศการของโครงการมีขนาดเล็กและมีเวลาเปิดปิดตรงเวลาจึงเหมาะกับแบบห้องต่อห้อง (Room to Room Arrangement)

รูปที่ 4.5.3.1 การจัดแบบห้องต่อห้อง (Room to Room Arrangement)

ระบบการสัญจรในส่วนนิทรรศการ

แบ่งได้ดังนี้

- แบบเคลื่อนชมเป็นแนวตรง (A Rectliner Circulation)
- แบบเส้นทางการเคลื่อนไหวของเส้น(A Twisting Circuit)
- แบบผังรูปสานไปมาอิสระ(Weaving Freely Lay-out)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบทางเดินกลางเป็นหลัก(Comb Type Lay-Out)
- แบบจัดเป็นหน่วยมาเชื่อมกัน(Chain Lay-Out)
- แบบรูปดาว(Star Shape)
- แบบผังรูปพัด(Fan Shape)
- แบบกล่องสี่เหลี่ยม(Block Arrangement)
- แบบมีทางเข้าออก 2 ทาง(Decentralized System of Access)

จากรายละเอียดของระบบการสัญจรในส่วนนิทรรศการสรุปใช้แบบแบบผังรูปสานไปมาอิสระ(Weaving Freely Lay-out) และแบบจัดเป็นหน่วยมาเชื่อมกัน(Chain Lay-Out) เนื่องจากรูปแบบทางสัญจรทั้ง 2 แบบสามารถจูงใช้ผู้เข้าชมนิทรรศการได้และเป็นการสัญจรแบบทางเดียวเพื่อไม่ให้ผู้เข้าชมหลงทางได้เมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่นเช่นแบบผังรูปพัด(Fan Shape),แบบมีทางเข้าออก 2 ทาง(Decentralized System of Access) ที่ผู้เข้าชมจะสับสนได้ง่าย

4.5.4. ห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

ห้องสมุดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นองค์ประกอบของโครงการที่เพิ่มเติมขึ้นจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในปัจจุบันที่ไม่มีห้องสมุด โดยเพิ่มองค์ประกอบของโครงการนี้เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการและแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547-2556) คือ

ด้านการค้นคว้าและวิจัย

เป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการ ในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีและพร้อมเป็นศูนย์กลางการประสานงานการวิจัยและพัฒนากับสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ

ด้านการส่งเสริมและเผยแพร่

เพื่อให้ประชาชนโดยทั่วไปรับความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีพร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมรับการมีบทบาทของนาโนเทคโนโลยีที่มีต่อชีวิตประจำวันในการตัดสินใจในการเลือกใช้นาโนเทคโนโลยี เนื่องจากห้องสมุดมีประเภทของหนังสือที่หลากหลายและจำนวนมาก ดังนั้นการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยห้องสมุดอย่างแรกจึงต้องมีการจัดหมวดหนังสือห้องสมุดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติโดยประเภทการจัดหมู่ทรัพยากรสารสนเทศ มีดังนี้

- แบบดิวอี้ (Dewey Decimal Classification :DC, DDC)
- แบบแอลซี (Library of Congress Classification :LC)
- แบบเอ็นแอลเอ็ม (U.S. National Library of Medicine Classification :NLM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากการวิเคราะห์ห้องสมุดของศูนย์นาโนเทคโนโลยี ควรมีจัดเป็นระบบหนังสือแบบแบบแอลวี (Library of Congress Classification :LC)เนื่องจากเหมาะสมกับประเภทของสมุดที่เป็นห้องสมุดเฉพาะซึ่งจะมีหนังสือด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี ดังนี้

หมวดเอ (A) คือ หนังสือทั่วไป (General Works)

หมวดคิว (Q) คือ หนังสือวิทยาศาสตร์ (Science)

หมวดอา (R) คือ หนังสือเกี่ยวกับแพทยศาสตร์ (Medicine)

หมวดเอส (S) คือ หนังสือเกี่ยวกับเกษตรศาสตร์ (Agriculture)

หมวดที (T) คือ หนังสือเกี่ยวกับเทคโนโลยี (Technology)

ส่วนสิ่งพิมพ์บางประเภท เช่นวิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัย ใช้อักษรนำหน้าเลขเรียกหนังสือ เพื่อบ่งบอกประเภทของสิ่งพิมพ์ เช่น ทีเอช(TH), ทีซิส(Thesis) เป็นต้น

โดยปริมาณของหนังสือของห้องสมุดศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติจะอ้างอิงมาจากห้องสมุดประเภทเดียวกันคือ

- ห้องสมุดสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

โดยรายละเอียดของห้องสมุดที่ยกตัวอย่างดังนี้

1.) ห้องสมุดสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป็นห้องสมุดเฉพาะ ของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้บริการข้อมูลด้านพลังงานที่มีประโยชน์ในการศึกษา ค้นคว้า วิจัย แก่ นิสิตและอาจารย์ ตลอดจนบุคลากรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไปโดยมีทรัพยากรสารนิเทศของห้องสมุดในการสำรวจปี2545 ดังนี้

- หนังสือภาษาไทย จำนวน 800 เล่ม และภาษาอังกฤษ จำนวน 1,100 เล่ม
- รายงานการวิจัยด้านพลังงานของสถาบันฯ จำนวน 647 เล่ม
- สิ่งพิมพ์รัฐบาล เอกสารการประชุม สัมมนาทางด้านพลังงาน จำนวน 296 เล่ม
- แฟ้มข้อมูลเฉพาะเรื่องด้านพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 35 แฟ้ม
- วารสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 74 ชื่อ
- จุลสารและกฤตภาคด้านพลังงาน
- หนังสือพิมพ์ 5 ชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัสดุโสตทัศนศึกษา จำนวน 181 ม้วน

2.) ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์เป็นห้องสมุดหนึ่งในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้บริการสารนิเทศแก่นักศึกษา คณาจารย์และนักวิจัย โดยมีทรัพยากรสารนิเทศของห้องสมุดในการสำรวจเดือน สิงหาคม 2550

จำนวนหนังสือปัจจุบัน	ภาษาไทย	7,080	เล่ม
	ภาษาอังกฤษ	13,957	เล่ม
จำนวนวารสาร	ภาษาไทย	107	ชื่อเรื่อง
	ภาษาอังกฤษ	201	ชื่อเรื่อง
จำนวนวารสารเย็บเล่ม	ภาษาไทย	133	เล่ม
	ภาษาอังกฤษ	1,347	เล่ม
จำนวนหนังสือพิมพ์	ภาษาไทย	6	ชื่อเรื่อง
	ภาษาอังกฤษ	1	ชื่อเรื่อง

ตาราง 4.5.4.1 แสดงจำนวนของผู้เข้ามาใช้บริการห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง[10]

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	รวม
จำนวนผู้ใช้ (คน)	8673	7,923	55	185	732	7,067	5,485	5,503	35,623

3.) ห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ภายใต้สภาวิจัยแห่งชาติ เป็นศูนย์กลางตามมติคณะรัฐมนตรีในการรวบรวมและเผยแพร่รายงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ของประเทศ ที่หน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษาจัดส่งให้ห้องสมุดงานวิจัย ทั้งแบบรายงานเล่มและวารสาร โดยมีสาขาวิชาการต่างๆดังนี้

1. สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์
2. สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์
3. สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช

[10] ที่มา : ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา
5. สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย
6. สาขาปรัชญา
7. สาขานิติศาสตร์
8. สาขารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์
9. สาขาเศรษฐศาสตร์
10. สาขาสังคมวิทยา
11. สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
12. สาขาการศึกษา

จำนวนทรัพยากรสารนิเทศ เดือน สิงหาคม 2550

รายงานวิจัย	50,607	เล่ม
เอกสารทั่วไป	15,631	เล่ม
วารสาร	1,408	เล่ม
สิ่งพิมพ์ต่อเนื่อง	1,565	เล่ม

ตาราง 4.5.4.2 แสดงจำนวนของผู้เข้ามาใช้ห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เดือน/ปี	ประเภทของผู้ใช้ห้องสมุด			
	ข้าราชการ	นักศึกษา	บุคคลทั่วไป	รวม
ตุลาคม 2549	450	1,444	98	1,992
พฤศจิกายน 2549	254	1,735	55	2,044
ธันวาคม 2549	277	2,309	93	2,679
มกราคม 2550	234	1,549	113	1,896
กุมภาพันธ์ 2550	271	1,617	68	1,956
มีนาคม 2550	242	975	92	1,309
เมษายน 2550	450	917	96	1,463
พฤษภาคม 2550	931	423	87	1,441
มิถุนายน 2550	413	1,472	124	2,009
กรกฎาคม 2550	483	3,079	192	3,754
สิงหาคม 2550	358	1,741	153	2,252
รวม	**4,363**	**17,261**	**1,171**	**22,795**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงได้จำนวนหนังสือภายในห้องสมุดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติดังนี้

จำนวนหนังสือ	ภาษาไทย	4,000	เล่ม
	ภาษาอังกฤษ	10,000	เล่ม
จำนวนรายงานการวิจัย	ภาษาไทย	300	เล่ม
	ภาษาอังกฤษ	1,000	เล่ม
จำนวนวารสาร	ภาษาไทย	50	ชื่อเรื่อง
	ภาษาอังกฤษ	100	ชื่อเรื่อง
จำนวนหนังสือพิมพ์	ภาษาไทย	5	ชื่อเรื่อง
	ภาษาอังกฤษ	2	ชื่อเรื่อง
วัสดุโสตทัศนศึกษา		150	แผ่น / ม้วน

4.5.5.ศูนย์อาหาร

ศูนย์อาหารเป็นส่วนที่สามารถรองรับการบริการผู้ใช้โครงการทุกประเภท โดยใช้ศูนย์อาหารมีระบบบริการด้านโภชนาการแบ่งได้คือ

- แบบจัดเป็นร้านอาหาร คือการแบ่งเป็นร้านๆแล้วมีคนบริการ โดยวิธีนี้จะสะดวกเมื่อมีจำนวนร้านน้อยและผู้ใช้บริการน้อย
- แบบจัดขายเป็นช่องๆ คือการแบ่งขายอาหารเป็นช่องๆและบริการตนเองเหมาะกับใช้บริการผู้ใช้จำนวนมาก
- แบบคาเฟทีเรีย(Cafeteria) จะเป็นการบริการโดยผู้ใช้บริการต้องเข้าแถวจากต้นเคาน์เตอร์จนถึงปลายเคาน์เตอร์ แต่จะเสียเวลาต่อแถวรับบริการ
- แบบแคนทีน (Canteen) จะเป็นการจำหน่ายอาหารว่างที่จำหน่ายตลอดวัน

โดยโครงการเลือกใช้ระบบแบบจัดขายเป็นช่องๆ คือ จัดแบ่งบริเวณจำหน่ายอาหารออกเป็นช่องๆ โดยแต่ละช่องจะมีการประกอบอาหาร และบริเวณขายอาหารของตนเอง โดยอาหารที่จำหน่วยอาหารสำเร็จรูปเรียบร้อย และอาจมีการขายอาหารที่ประกอบอาหารเล็กๆ เช่น ก๋วยเตี๋ยว หรืออุ่นอาหาร และมีบริเวณล้างภาชนะอยู่ด้านหลังของช่องจำหน่ายอาหาร การใช้บริการคือเดินซื้ออาหารและชำระเงินในแต่ละช่อง เนื่องจากเหมาะกับการใช้บริการจำนวนมาก และมีความต้องการอาหารที่แตกต่างและไม่เสียเวลา นอกจากนี้ยังมีความสะดวกในการหาที่นั่ง โดยการเก็บ อาหารจะมีช่องเก็บอาหารของทุกร้านแล้วแยกไปล้างภาชนะตามแต่ละร้าน

นอกจากโครงการจะใช้ระบบ แบบจัดขายเป็นช่องๆแล้วยังมีอีกส่วนที่จัดเป็นแบบแคนทีน (Canteen) โดยจะอยู่ที่มุมของศูนย์อาหาร เพื่อบริการส่วนวิจัยและปฏิบัติการและส่วนนิทรรศการทั้งวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่เมื่อเลือกระบบการบริการแล้วส่วนที่เป็นครัวจะมีเฉพาะแต่ละร้าน โดยที่โครงการจะจัดสรรหาบุคคลภายนอกเข้ามาให้บริการซึ่งจะเป็นระบบที่สะดวกและเป็นการไม่เพิ่มส่วนที่เป็นโครงสร้างการบริหารงานของโครงการ

4.6 ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่การใช้สอยอาคาร

4.6.1 การวิเคราะห์พื้นที่การใช้สอยอาคาร

การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยของส่วนต่างๆในโครงการพิจารณาจาก

1.) ลักษณะการใช้สอยภายในพื้นที่

2.) ลักษณะผู้ใช้, จำนวนผู้ใช้และพฤติกรรมการใช้งาน

3.) อุปกรณ์ครุภัณฑ์ต่างๆภายในห้อง

4.) ระยะเวลาและโอกาสต่างๆในการเข้าใช้

5.) ความต้องการของผู้ใช้

6.) การวิเคราะห์เปรียบเทียบจากมาตรฐานต่างๆดังนี้

- Vincent Jones.1989.**Neufert Architecture's Data**. 2nd ed. Great Britain :BSC Professional Books .
- Stein, Joel and Smith, Stephen M. 1990.**Time – Saver Standards for Building Types.** Singapore :McGraw – Hill publishing .
- Patricia Tutt and David Adler. 1985.**New Metric Handbook Planning and Design Data.** Great Britain : Mackays of Chatham .

ความต้องการของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

- การเปรียบเทียบจากอาคารตัวอย่าง
- จากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยสามารถแบ่งเป็นพื้นที่ส่วนต่างๆที่คล้ายกันดังนี้

4.6.1.1 พื้นที่ส่วนที่เป็นสำนักงาน

ซึ่งการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยอาคารในส่วนนี้จะรวมฝ่ายต่างๆที่เป็นลักษณะการใช้พื้นที่เป็นสำนักงานโดยมีฝ่ายต่างๆดังนี้

- สำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
- ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร
- ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

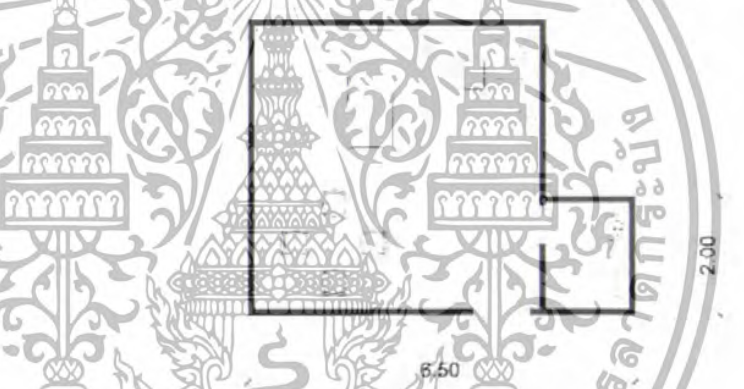
- ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม
- ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ
- งานอาคารสถานที่
- สำนักงานนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย

โดยมีการวิเคราะห์เป็นแต่ละห้องดังนี้

1.) ห้องผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ใช้ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	2	หลัง
- ชุดรับรองแขก	1	ชุด



รูปที่ 4.6.1.1 แสดงขนาดห้องผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ใช้พื้นที่ (5.00 x 5.00)+(2.00x1.50) = 28.00 ตารางเมตร

2.) ห้องหัวหน้าฝ่ายต่างๆ

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	2	หลัง
- ชุดรับรองแขก	1	ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6.1.2 แสดงขนาดห้องหัวหน้าฝ่ายต่างๆ

ใช้พื้นที่ 4.00 x 5.00 = 20.00 ตารางเมตร

3.) ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ ,ส่วนผู้ช่วยนักวิจัย(เป็นเจ้าหน้าที่ที่ไม่มีผู้มาติดต่อ)

ครุภัณฑ์ภายใน (Achitect 's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้ 1 ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ 1 ตัว
- ตู้เอกสาร 1 หลัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ 4.6.1.3 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ(เป็นเจ้าหน้าที่ที่ไม่มีผู้มาติดต่อ)

ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 = 4.00 ตารางเมตร

4.) ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ , ส่วนนักวิจัย(เป็นเจ้าหน้าที่ที่มีผู้มาติดต่อ)

ครุภัณฑ์ภายใน (Achitect 's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้ 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง

รูปที่ 4.6.1.4 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ(เป็นเจ้าหน้าที่ที่มีผู้มาติดต่อ)

ใช้พื้นที่ 2.00 x 3.00 = 6.00 ตารางเมตร

5.) ห้องรับรอง

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 67)

- ชุดรับรองแขก	1	ชุด

รูปที่ 4.6.1.5 แสดงขนาดห้องรับรอง

ใช้พื้นที่ 4.00 x 3.00 = 12.00 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) ห้องประชุมส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

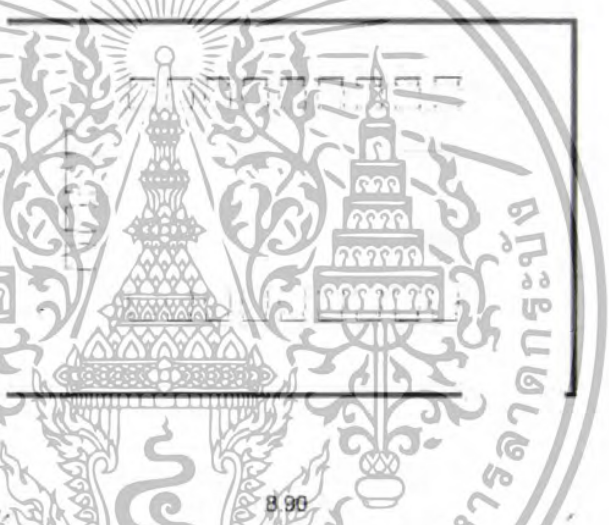
เป็นห้องประชุมที่มีผู้ใช้สอยดังนี้

- คณะกรรมการนโยบายศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ มีผู้ใช้ 22 คน
- ประชุมหัวหน้าฝ่ายงานต่างๆภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 19 คน

ดังนั้นจำนวนผู้ใช้มากที่สุด คือ 22 คน

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 238)

- โต๊ะประชุม	1	ตัว
- เก้าอี้ประชุม	22	ตัว
- อุปกรณ์การประชุม	1	ชุด



รูปที่ 4.6.1.6 แสดงขนาดห้องประชุมส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ใช้พื้นที่ 8.90 x 6.00 = 53.40 ตารางเมตร

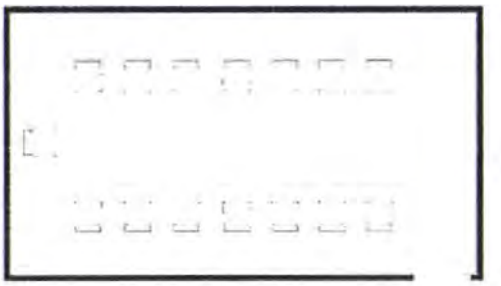
7.) ห้องประชุมฝ่าย

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 238)

- โต๊ะประชุม	1	ตัว
- เก้าอี้ประชุม	15	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์การประชุม I ชุด



รูปที่ 4.6.1.7 แสดงขนาดห้องประชุมฝ่าย

ใช้พื้นที่ 7.00 x 4.00 = 28.00 ตารางเมตร

8.) ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 241)

- ตู้เอกสาร (0.47x0.90x1.85) 6 หลัง
- เครื่องถ่ายเอกสาร 1 เครื่อง

รูปที่ 4.6.1.8 แสดงขนาดห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร

ใช้พื้นที่ 3.30 x 5.00 = 16.50 ตารางเมตร

9.) ห้องเตรียมอาหาร

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Achitect 's Data หน้า 55)

- เคาน์เตอร์ 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตู้เย็น	1	หลัง
- อ่างล้างภาชนะ	1	ชุด

รูปที่ 4.6.1.9 แสดงขนาดห้องเตรียมอาหาร

ใช้พื้นที่ 6.00 x 3.50 = 21.00 ตารางเมตร

4.6.1.2 พื้นที่ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

1.) ห้องสะอาด

จากการศึกษาในรายละเอียดของส่วนวิจัยและปฏิบัติการจะมีห้องสะอาด 13 ห้องโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่คือ

- กลุ่มห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน 2 ห้อง(เครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์บนชิ้นงาน)
- กลุ่มห้องสะอาดที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety levels :BSLs)ระดับ 2 จำนวน 2 ห้อง
- กลุ่มห้องวิจัยเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโน 3 ห้อง ได้แก่ห้อง
  - ห้องกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM)
  - ห้องเตรียมสารตัวอย่าง

- กลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มเป็นห้องสะอาด 6 ห้องได้แก่
  - ห้อง เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี (Chemical vapor deposition ,CVD)

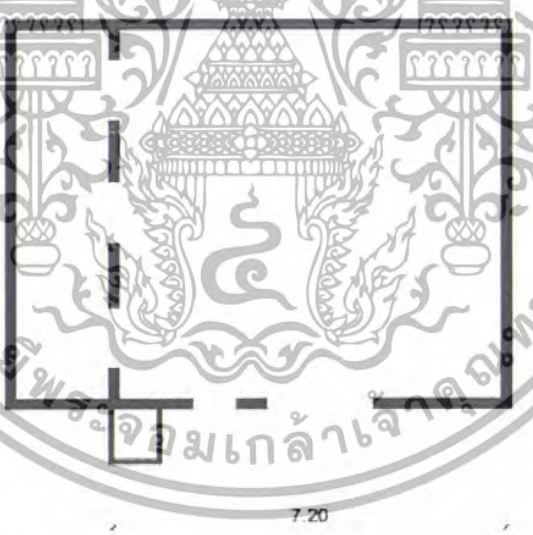
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมี ในสภาวะความดันต่ำ (Low Pressure Chemical Vapor Deposition ,LPCVD)
- เครื่องโมเลกุลาร์บีมเอพิแทกซี (Molecular Beam epitaxy ,MBE)
- เครื่องปลูกฟิล์มบางทางฟิสิกส์(Physical Vapor Deposition :PVD)
- เครื่องปลูกฟิล์มบางด้วยไอสารเคมีด้วยพลาสมา (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition:PECVD)
- เครื่องอาร์เอฟ (RF Magnetron Sputtering System) ,เครื่องอิเลคตรอนบีมอิแวพพาเรทเตอร์ (Electron Beam Evaporator)

โดยจากการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบในส่วนนี้สรุปได้ดังนี้

โดยในกลุ่มห้องวิจัยเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างระดับนาโนและห้องวิจัยทางแคปซูลนาโนใช้ห้องสะอาดระดับ 10000

กลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มและอุปกรณ์นาโนเป็นห้องสะอาดใช้ห้องสะอาดแบบระดับ 100



รูปที่ 4.6.1.10 แสดงขนาดห้องสะอาดและห้องฝึกบัวอากาศ

โดยใช้พื้นที่ดังนี้

- กลุ่มห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน(เครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์บนชิ้นงาน) 2 ห้อง

ใช้ 2 ห้องของระบบเลขมูลฐานคือ (3.60 x 7.20)x2 = 51.84 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กลุ่มห้องสะอาดที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety levels :BSLs)ระดับ 2

ใช้ 2 ห้องของระบบเลขมูลฐานคือ (3.60 x 7.20)x2 = 51.84 ตารางเมตร

- กลุ่มห้องวิจัยเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีใช้สัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้าง

ระดับนาโน ใช้ 3 ห้องของระบบเลขมูลฐานคือ (3.60 x 7.20)x3 = 77.76 ตารางเมตร

- กลุ่มห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์มเป็นห้องสะอาด

ใช้ 6 ห้อง(แบบ 2 เท่าเลขพิกัดมูลฐาน) คือ (3.60 x 7.20)x2 = 51.84 ตารางเมตร

ใช้พื้นที่รวม 51.84 x 6 = 311.04 ตารางเมตร

รวมทั้งหมด 492.48 ตารางเมตร

โดยพื้นที่งานระบบประกอบ เช่น ระบบเครื่องปรับอากาศและเครื่องกรองใช้พื้นที่งานระบบ 10 % เนื่องจากระบบส่วนใหญ่จะอยู่ที่บนฝ้าแต่จะมีส่วนปล่อยลมอยู่ที่ผนังจึงต้องมีพื้นที่งานระบบประมาณ 10 % คือ 49.25 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ห้องสะอาด 541.73 ตารางเมตร

2.) ห้องฝึกบัวอากาศ

โดยจะมีอยู่หน้าห้องสะอาดทุกกลุ่ม

ดังนั้นมีห้องฝึกบัวอากาศ 4 ห้อง

ใช้พื้นที่(วิเคราะห์จากอาคารตัวอย่าง) 1.75 x 1.00 = 1.75 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 1.75 x 4 = 7.00 ตารางเมตร

3.) ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าห้องสะอาด

โดยจะมีอยู่หน้าห้องฝึกบัวอากาศทุกกลุ่มของห้องวิจัยที่ใช้ห้องสะอาด

ดังนั้นมีห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าห้องสะอาด 4 ห้อง

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- ตู้ล็อกเกอร์ ขนาด 1.20 x 1.80 x 0.40 1 ชุด

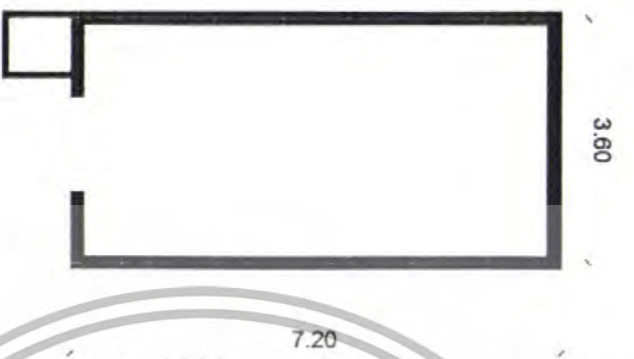
ใช้พื้นที่ 3.50 x 2.00 = 7.00 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 7.00 x 4 = 28.00 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 .ห้องวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี

สามารถวิเคราะห์เป็นพื้นที่ใช้สอยเป็นรูปภาพได้ดังนี้



รูปที่ 4.6.1.11 แสดงขนาดวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี1 เลขมูลฐาน (3.60 x 7.20)

รูปที่ 4.6.1.12 แสดงขนาดวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี2 เท่าของเลขมูลฐาน (3.60 x 7.20)

สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มการวิจัยโดยศึกษาจากรายละเอียดโครงการคือ

- กลุ่มอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)

ใช้พื้นที่ ใช้ 4 ห้องเลขมูลฐานคือ(3.60 x 7.20)x4 = 103.68 ตารางเมตร

- กลุ่มแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

ใช้พื้นที่ ใช้ 5 ห้องเลขมูลฐานคือ(3.60 x 7.20)x5 = 129.60 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กลุ่มผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)

ใช้พื้นที่ ใช้ 4 ห้องเลขมูลฐานคือ(3.60 x 7.20)x4 = 103.68 ตารางเมตร

- กลุ่มห้องวิจัยเครื่องมือหลัก

ใช้พื้นที่ ใช้ 20 ห้องเลขมูลฐานคือ(3.60 x 7.20)x20 = 518.40 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 855.36 ตารางเมตร

5.) ส่วนพื้นที่สนับสนุนห้องวิจัย

มีห้องต่างๆดังนี้ คือ ห้องเก็บเครื่องมือวิจัย , ห้องสำหรับเก็บพืชที่ใช้ในการทดลองทางแคปซูลนาโน(Nano-Encapsulation) ,ห้องเก็บสารกัมมันตรังสีจากเครื่องมือที่วิจัยทางนาโนเทคโนโลยี,ห้องเก็บก๊าซที่ใช้ประกอบเครื่องมือทางนาโนเทคโนโลยี , ห้องเก็บของเสียจากการทดลอง โดยใช้เป็นพื้นที่ 30 % ของกลุ่มห้องวิจัย

ใช้พื้นที่ 256.61 ตารางเมตร

6.) ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

- ห้องปฏิบัติการรวม

พื้นที่ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์คือนักวิจัย 1 คน ใช้พื้นที่ 5.00 ตารางเมตร โดยในโครงการมีนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย รวม 195 คน

ใช้พื้นที่ 195 x 5.00 = 975.00 ตารางเมตร

โดยแบ่งเป็นพื้นที่สัดส่วนของห้องปฏิบัติการทาง เคมี , ชีวะและฟิสิกส์ เท่ากันคือ

- ห้องปฏิบัติการทางเคมี 325.00 ตารางเมตร
- ห้องปฏิบัติการทางชีวะ 325.00 ตารางเมตร
- ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ 325.00 ตารางเมตร

- ห้องเครื่องชั่ง สำหรับชั่งสารในการเตรียมตัวอย่าง ใช้ในส่วนห้องปฏิบัติการทั้ง 3 สาขา โดยมีจำนวน 3 ห้องของเลขมูลฐาน

คือ (3.60 x 7.20) x 3 = 77.76 ตารางเมตร

- ห้องเก็บของ สำหรับอุปกรณ์ต่างๆโดยใช้เป็นพื้นที่ 30 % ของห้องปฏิบัติการกลาง

ใช้พื้นที่ 292.50 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องเก็บสารเคมีย่อยใช้ในส่วนห้องปฏิบัติการทั้ง 3 สาขาโดยในส่วนห้องปฏิบัติการทางเคมีจะมีมากกว่าห้องปฏิบัติการอื่นสาขา โดยมีจำนวน 4 ห้องของเลขมูลฐาน

คือ (3.60 x 7.20) x 4 = 103.68 ตารางเมตร

- ห้องล้างทำความสะอาดเครื่องมือใช้ในส่วนห้องปฏิบัติการทั้ง 3 สาขา โดยห้องอบฆ่าเชื้อ จะมีในส่วนห้องปฏิบัติการทางชีวะเท่านั้น ใช้ 4 ห้องของเลขมูลฐาน

คือ (3.60 x 7.20)x4= 103.68 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ในส่วนห้องปฏิบัติการกลาง 1,552.62 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ทั้งหมดในส่วนวิจัยและปฏิบัติการ 3,241.32 ตารางเมตร

7.) ห้องพักนักวิจัย

โดยนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยจะทำงานวิจัยกับเป็นกลุ่ม โดยกลุ่มละประมาณ 3 นักวิจัย การวิเคราะห์ห้องพักนักวิจัย จึงใช้ 1 ห้องกับ กลุ่มวิจัย โดยจะมีกลุ่มวิจัย คือ 22 กลุ่ม

ซึ่งภายในอุทยานวิทยาศาสตร์มีหอพักสำหรับบุคลากรและนักวิจัยภายในโครงการซึ่งมีจำนวนที่สามารถรองรับตามความต้องการได้ประกอบกับในการวิจัยแต่ละครั้งจะมีการพักในห้องพักนักวิจัยมีประมาณร้อยละ 50 ของงานวิจัยทั้งหมด

ดังนั้นจะมีห้องพักนักวิจัยมีประมาณ 10 ห้อง

โดยภายในห้องสามารถรองรับนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยได้ 2-4 คน

มีครุภัณฑ์ภายในห้อง(Architect 's Data หน้า 69)

- เตียงนอน 2 ชุด
- ชุดรับประทานอาหาร 1 ชุด
- เครื่องซักผ้าและตู้เสื้อผ้า 1 ชุด
- ชุดครัว 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6.1.13 แสดงขนาดห้องพักนักวิจัย

ใช้พื้นที่ 6.00x 6.00= 36.00 ตารางเมตร

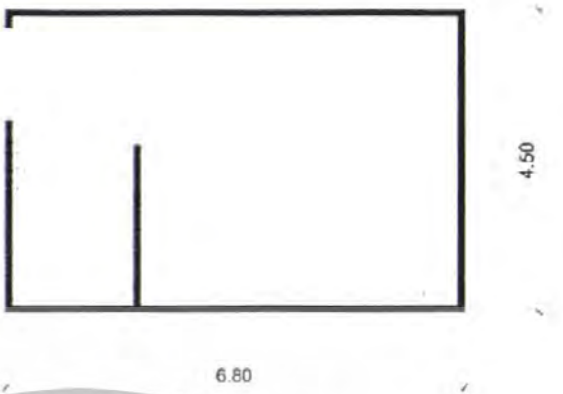
รวมพื้นที่ 36.00 x 11.00 = 360.00 ตารางเมตร

8.) ห้องพยาบาล

ห้องพยาบาลภายในโครงการเป็นห้องสำหรับปฐมพยาบาลเบื้องต้น โดยอุบัติเหตุที่เกิดจากการวิจัย เช่น สารเคมีกระเด็นใส่ , หมดสติจากการสูดดมแก๊ส เป็นต้น โดยการพยาบาลเบื้องต้นเช่นเมื่อหมดสติ ช่วยนวดหัวใจและผายปอด , ถ้าหายถูกสารเคมีให้ใช้น้ำสะอาดล้าง , สูดดมไอระเหยของกอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์หรือออกซิเจน , ถ้าหากระบบประทานสารพิษโดยที่เป็นกรดห้ามนำให้อาเจียน แต่ให้ดื่มนมหรือ ไข่ขาวในน้ำเย็น เป็นต้นแล้วจึงนำผู้ป่วยเข้าการรักษาที่โรงพยาบาลใกล้เคียงดังนั้น ในห้องนี้จึงต้องเตรียมอุปกรณ์ดังกล่าวในห้องเก็บยา มีครุภัณฑ์ภายในห้อง(Architect 's Data หน้า 156)

- เตียงพยาบาล 2 ชุด
- ส่วนเก็บยา 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6.1.14 แสดงขนาดห้องพยาบาล

ใช้พื้นที่ 4.50x 6.80= 30.60 ตารางเมตร

โดยเพิ่มมีจำนวน 2 ห้อง คือ ส่วนกลางและส่วนห้องปฏิบัติการทางเคมี เนื่องจากห้องปฏิบัติการทางเคมีมีโอกาสเกิดอันตรายมากกว่าห้องอื่น

รวมพื้นที่ (4.50x 6.80)x2 = 61.20 ตารางเมตร

9.) พื้นที่ส่วนกลาง ใช้เป็นพื้นที่ 20 % ของรวมพื้นที่ในส่วนวิจัยและปฏิบัติการ (3,241.32ตารางเมตร) ตามความต้องการของแผนการขยายตัว ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ใช้พื้นที่ 4.50x 6.80= 648.26 ตารางเมตร

4.6.1.3 ส่วนประชุมและอบรม

1.) ห้องประชุมใหญ่

การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการประชุมใหญ่มีขนาด 250 ที่นั่งจากการวิเคราะห์ 1 คน (Achitect 's Data หน้า 211) นั่งแบบจัดเก้าอี้

ใช้พื้นที่ 0.84 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 0.84 x 200 = 168.00 ตารางเมตร

2.) ห้องบรรยาย

การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการห้องบรรยายมีขนาด 40 ที่นั่งจำนวน 2 ห้องจากการวิเคราะห์ 1 คน (Achitect 's Data หน้า 211) นั่งแบบจัดโต๊ะและเก้าอี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้พื้นที่	1.50	ตารางเมตร
รวมพื้นที่ 1.50 x 40 =	60.00	ตารางเมตร
รวม 60.00 x 2 =	120.00	ตารางเมตร

2.) ห้องรับรองพิเศษ

เป็นห้องสำหรับรับรองบุคคลสำคัญที่เข้ามามในส่วนห้องประชุม

ครุภัณฑ์ภายในห้อง(Achitect 's Data หน้า 244)

- ชุดรับแขก	1	ชุด
- โต๊ะทำงาน	1	ชุด
- ห้องน้ำ-ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	1	ชุด

รูปที่ 4.6.1.15 แสดงขนาดรับรองพิเศษ

ใช้พื้นที่	28.00	ตารางเมตร

4.) โถงทางเข้าและลงทะเบียน

ใช้พื้นที่ 30% ของห้องประชุมใหญ่และห้องบรรยาย

ใช้พื้นที่	86.40	ตารางเมตร

5.) ห้องควบคุมระบบสื่อและเสียง

ครุภัณฑ์ภายในห้อง(Achitect 's Data หน้า 244)

- โต๊ะวางอุปกรณ์การประชุม	1	ชุด
- อุปกรณ์เครื่องเสียง	1	ชุด
- เครื่องควบคุม	1	ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้พื้นที่ 25.00 ตารางเมตร

6.) ห้องเตรียมอาหาร

เนื่องจากการจัดประชุมต้องมีการจัดอาหารว่างสำหรับการพักการประชุม ซึ่งตามาตรฐานของการประชุมของระบบราชการ โดยคำนวณราคาอาหารว่างต่อผู้เข้าประชุม 25 บาทต่อคน ซึ่งส่วนใหญ่จะสั่งอาหารว่างจากภายนอกเข้ามาเป็นลักษณะอาหารว่างแบบเป็นชุดต่อผู้เข้าประชุม จึงไม่ต้องเตรียมครัวให้สำหรับทำอาหารดังนั้นห้องเตรียมอาหารจึงเป็นที่เก็บอาหารว่างไว้เท่านั้น พื้นที่ส่วนนี้จึงคิด 10% ของห้องประชุมใหญ่และห้องบรรยาย 28.80 ตารางเมตร

7.) ห้องเก็บเฟอร์นิเจอร์

ใช้อัตราส่วน 0.5 ตารางเมตรต่อ 1 ที่นั่ง [11] โดยในโครงการห้องประชุมใหญ่จะเป็นการจัดแบบทางลาด เก้าอี้จึงติดอยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ส่วนห้องบรรยายสามารถนำเก้าอี้มาเก็บในห้องนี้ได้

เก้าอี้ภายในห้องบรรยาย	80	ตัว
ใช้พื้นที่	40.00	ตารางเมตร

4.6.1.4 ส่วนนิทรรศการ

1.) ห้องแสดงนิทรรศการโดยวิธีการจัดแสดงโดยเลือกในส่วนรายละเอียดขององค์ประกอบโครงการดังนี้

1. แบบวัตถุและหุ่นจำลอง (Object and Model)
2. แบบบอร์ดแสดง (Boards)
3. แบบใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment , Projector)
4. แบบเสมือนจริง (Virtual Reality)

โดยสามารถวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ได้จากรูปภาพต่อไปนี้

- แบบวัตถุและหุ่นจำลอง (Object and Model) เนื่องจากวัตถุที่นำมาแสดงในโครงการในปัจจุบันยังไม่มีมากและเป็นวัตถุขนาดเล็ก เช่น เสื้อนาโน , แว่นตานาโน , อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์นาโน , โอทอปนาโน เป็นต้นดังนั้นขนาดของวัตถุที่นำมาแสดงขนาดจะไม่เกิน 0.60 x 0.60 เมตร โดยใช้พื้นที่รวม 9.85 ตารางเมตร โดยใช้ขนาดพื้นที่ที่สามารถชมได้รอบด้านดังนี้

[11] ที่มา: Walter A.Rutes . **Hotel Design Planning and Development**, Archtectural Press

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6.1.16 ขนาดและระยะสำหรับการชมการจัดแสดงแบบวัตถุและหุ่นจำลอง (Object and Model)

- แบบบอร์ดแสดง (Boards)และแบบใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment , Projector) จะใช้มากเป็นส่วนใหญ่ของการจัดแสดงในโครงการเนื่องจากสามารถแสดงข้อมูลความรู้ได้มากกว่าแบบวัตถุและหุ่นจำลอง (Object and Model)เนื่องจากแบบวัตถุและหุ่นจำลอง (Object and Model) ไม่สามารถแสดงขนาดอนุภาคในวัตถุได้จึงต้องใช้บอร์ดแสดงและอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น จอแสดงจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้นที่สามารถนำเสนอข้อมูลลงไปถึงระดับนาโนได้โดยแบบบอร์ดแสดง (Boards)และแบบใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment , Projector)โดยใช้บอร์ดขนาดมาตรฐานคือ 2.40 x 1.20 เมตรและใช้พื้นที่รวม 3.52 ตารางเมตรดังนี้

รูปที่ 4.6.1.17 ขนาดและระยะสำหรับการชมแบบบอร์ดแสดง (Boards)และแบบใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment , Projector)

- แบบเสมือนจริง (Virtual Reality) จะใช้ในการจัดแสดงเพื่อดึงดูดเยาวชนเสมือนเข้าไปอยู่ในโลกระดับนาโน และยังรวมไปถึงการจัดแสดงแบบการจัดแสดงจะเปลี่ยนตามผู้ชม (Interactive) โดยการจัดแสดงในรูปแบบนี้จะไม่มีพื้นที่ที่แน่นอนเนื่องจากผู้ชมสามารถเข้าใกล้จอภาพแสดงได้เลยโดยจากการศึกาในรูปแบบนี้จะต้องใช้ห้องจัดแสดงที่ต้องควบคุมแสงสว่าง

โดยสามารถสรุปเนื้อหาในการจัดแสดงออกมาเป็นขนาดพื้นที่ใช้สอยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.1 การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการถาวร

เนื้อหาในการจัดแสดง	การจัดแสดง	จำนวน	ขนาดต่อหน่วย (เมตร)	พื้นที่ต่อหน่วย	พื้นที่รวม (ตร.ม.)
- ความหมายของนาโนเทคโนโลยี - กว่าจะมาเป็นนาโนเทคโนโลยีในวันนี้	บอร์ด คอมพิวเตอร์	1 1	2.20 x 1.60 2.20 x 1.60	3.52 3.52	3.52 3.52
- นาโนเทคโนโลยีที่ซ้อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ	บอร์ด	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- การสร้างนาโน	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- ประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยี	บอร์ด	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
-ด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ - ลูกบอลนาโน - ท่อจิ๋วงจรแจ๋ว - จอแจ๋ว้วยท่อจิ๋ว - เครื่องกลจิ๋ว	บอร์ด	2	2.20 x 1.60	3.52	7.04
- ด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ - รถอัจฉริยะด้วยเซ็นเซอร์จิ๋ว - พลาสติกนาโนนวัตกรรมแห่งชิ้นส่วนยานยนต์	บอร์ด	2	2.20 x 1.60	3.52	7.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.1 (ต่อ)การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการถาวร

เนื้อหาในการจัดแสดง	การจัดแสดง	จำนวน	ขนาดต่อหน่วย (เมตร)	พื้นที่ต่อหน่วย	พื้นที่รวม (ตร.ม.)
- ด้านอุตสาหกรรมอาหาร	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
,เกษตรกรรมและการ	บอร์ด	2	2.20 x 1.60	3.52	7.04
รักษาสิ่งแวดล้อม					
- เกษตรกรรมยุคนาโน					
- จมูกนาโน					
- อาหารยุคนาโน					
- นาโนกับการรักษา					
สิ่งแวดล้อม					
- ด้านอุตสาหกรรมเคมี	บอร์ด	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
และเครื่องสำอาง	วัตถุแสดงเช่น	2	3.14 x 3.14	9.85	19.70
- เครื่องสำอางนาโน	เครื่องสำอาง				
- ด้านการแพทย์และ	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
สาธารณสุข					
- คุณหมอนาโน					
- ห้องคลีนรูมบนชิป					
- นาโนสัมมะเร็งร้าย					
- ระบบส่งยานำวิถี					
- ด้านพลังงาน	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- นาโนโซลาร์เซลล์	บอร์ด	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- นาโนกับภาวะโลก					
ร้อน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.1 (ต่อ) การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการถาวร

เนื้อหาในการจัดแสดง	การจัดแสดง	จำนวน	ขนาดต่อหน่วย (เมตร)	พื้นที่ต่อหน่วย	พื้นที่รวม (ตร.ม.)
- ด้านวัสดุ , อุตสาหกรรม สิ่งทอและสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ - วัสดุฉลาด - วัสดุนาโน - เส้นใยนาโน - เสื้อนาโนอัจฉริยะ - โอทอปไทยก้าวหน้าด้วยนาโน	บอร์ด วัตถุแสดงเช่น แว่นตานาโน , เสื้อนาโน , เซรามิกนาโน	3 3	2.20 x 1.60 3.14 x 3.14	3.52 9.85	10.56 29.55
- ด้านสถาปัตยกรรม - บ้านนาโน - สถาปนิกนาโน	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- ประเทศไทยกับถนนสายนาโนเทคโนโลยีโลก	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- นาโนเทคโนโลยีกับพระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย	คอมพิวเตอร์	1	2.20 x 1.60	3.52	3.52
- ช่องว่างและปลอดภัยของนาโนเทคโนโลยี	เสมือนจริง	2	3.14 x 3.14 x 2.50	9.85	19.7
- คิดแบบนาโน (Nano Thinking)	เสมือนจริง	1	3.14 x 3.14 x 2.50	9.85	9.85
					159.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) ส่วนนิทรรศการชั่วคราว

คิดเป็นพื้นที่ 20 % ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการถาวร

ใช้พื้นที่	31.95	ตารางเมตร

3.) โถงทางเข้า

เนื่องจากเป็นส่วนนิทรรศการขนาดเล็กโดยเน้นผู้ใช้บริการโครงการ ดังนั้นจึงคำนวณจากผู้ใช้โครงที่มาใช้บริการโครงการ

- ส่วนประชุม	200	คน
- ผู้เข้าอบรม	80	คน

- นักเรียนที่เข้าร่วมค่ายวิทยาศาสตร์ถาวรภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยโดยที่ศึกษาเนื่องจากจะมีการจัดเข้าค่ายเป็นประจำภายในอุทยานดังข้อมูลดังนี้

- ค่าย นาโนโซลาร์เซลล์ ระหว่างวันที่ 21 - 24 พ.ย. 2548 มีผู้เข้าร่วม 108 คน
- ค่ายนักวิจัยรุ่นเยาว์ด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติวันที่ 18 – 22 มีนาคม 2550 มีผู้เข้าร่วม 48 คน
- ค่าย วิทยาศาสตร์การอาหารวันที่ 23 – 25 มีนาคม พ.ศ. 2550 มีผู้เข้าร่วม 50 คน
- ค่ายวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ สร้างเมืองวิทยาศาสตร์ในอนาคตมีผู้เข้าร่วม 19 คน
- การแข่งขันสร้างหุ่นยนต์จากวัสดุเหลือ มัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 135 คน และมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 72 คน
- ค่ายตะลุยโลกวิทยาศาสตร์กับ 4 เทค โนโลยีมีผู้เข้าร่วม 60 คน

ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะมีประมาณประมาณ 67 คน แต่เมื่อศึกษาจากนักเรียนที่เข้าค่ายเฉพาะของทางศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ มี 108 คน ดังนั้นจึงคาดการจะมีนักเรียนประมาณ 120 คนโดนเน้นนักเรียนที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติคัดเลือกและในอนาคตที่อาจเพิ่มขึ้น

รวมผู้ใช้ทั้งหมด	**400**	**คน**
ซึ่งเป็นอัตราที่คาดว่าจะมากที่สุดที่เข้ามาในโครงการ		
ใน 1 วัน เปิดให้มีการเข้าชม	6	ชั่วโมง
คิดเป็นจำนวนผู้เข้าชมในหนึ่งชั่วโมง	67	คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ 1 คน (Achitect 's Data หน้า 11)

ใช้พื้นที่	0.64	ตารางเมตร
รวมพื้นที่ 0.64 x 67	42.88	ตารางเมตร

4.) ลานกิจกรรมสาธารณะ

โดยมีวัตุประสงค์สำหรับกิจกรรมของเยาวชนจึงอ้างอิงนักเรียนที่เข้าร่วมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นประมาณ 120 คนจากการวิเคราะห์ 1 คน (Achitect 's Data หน้า 11)โดยสามารถใช้งานส่วนกิจกรรมสาธารณะได้

ใช้พื้นที่	1.25	ตารางเมตร
รวมพื้นที่ 1.25 x 120=	150.00	ตารางเมตร

5.) ห้องเก็บวัตถุแสดง

คิดเป็นพื้นที่ 30 % ของส่วนจัดแสดงนิทรรศการ

ใช้พื้นที่	47.93	ตารางเมตร

6.) ห้องซ่อมแซม

คิดเป็นพื้นที่ 50 % ของส่วนห้องเก็บวัตถุแสดง

ใช้พื้นที่	23.97	ตารางเมตร

4.6.1.5 ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์

1.) บริเวณจัดเก็บหนังสือ

จากการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบโครงการสามารถวิเคราะห์จำนวนหนังสือภายในห้องสมุดของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติดังนี้

จำนวนหนังสือ	ภาษาไทย	4,000	เล่ม
	ภาษาอังกฤษ	10,000	เล่ม
จำนวนรายงานการวิจัย	ภาษาไทย	300	เล่ม
	ภาษาอังกฤษ	1,000	เล่ม
จำนวนวารสาร	ภาษาไทย	50	ชื่อเรื่อง
	ภาษาอังกฤษ	100	ชื่อเรื่อง
จำนวนหนังสือพิมพ์	ภาษาไทย	5	ชื่อเรื่อง
	ภาษาอังกฤษ	2	ชื่อเรื่อง
วัสดุโสตทัศนศึกษา		150	แผ่น / ม้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณจำนวนหนังสือในห้องสมุดในระยะ 10 ปี คาดว่าอัตราการเพิ่มของหนังสือด้านวิชาการเกี่ยวกับความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับการวิจัยนาโนเทคโนโลยี และหนังสือด้านวิชาการด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานดังนี้

- หมวดหนังสือ

ใช้การจัดวางหนังสือแบบตู้เปิด (สามารถจัดเก็บได้ 140 เล่ม/ตารางเมตรจัดเก็บ ¼ ของปริมาณตู้ที่สามารถรับได้)ดังนี้

หนังสือ	15,000	เล่ม
การออกแบบห้องสมุดคำนวณเผื่อการใช้งาน	10	ปี
อัตราการเพิ่มของหนังสือ	100	เล่ม/ปี
รายงานการวิจัย	1,300	เล่ม
อัตราการเพิ่มของจำนวนรายงานการวิจัย	50	เล่ม/ปี
ใน 10 ปีจะมีหนังสือและรายงานการวิจัยเพิ่มขึ้น	2,600	เล่ม
หนังสือทั้งหมดที่ใช้คำนวณหาพื้นที่ชั้นวาง	17,600	เล่ม
พื้นที่ชั้นวางหนังสือ	125.70	ตารางเมตร

- หมวดวารสาร

จัดวางหนังสือแบบแสดง (Display) (จัดเก็บได้ 24 เล่ม /ตารางเมตร)

วารสาร	150	ชื่อเรื่อง
พื้นที่ชั้นวางวาสาร	6.25	ตารางเมตร

ส่วนอัตราการเพิ่มของวารสารไม่นำมาคำนวณเนื่องจากวารสารจะเปลี่ยนทุกรายปักษ์, รายเดือน, รายปี ซึ่งต้องมีพื้นที่เก็บวารสารเก่า โดยคำนวณพื้นที่ในการเก็บวารสารเก่าดังนี้พื้นที่รองรับวารสารเก่า

จัดวางหนังสือแบบตู้เปิด (จัดเก็บได้ 140 เล่ม/ตารางเมตร จัดเก็บ ¼ ของปริมาณตู้ที่สามารถรับได้)

อัตราการเพิ่มวารสาร	10	เล่ม/ปี
ใน 10 ปีจะมีวารสารเพิ่มขึ้น	120	ชื่อเรื่อง
พื้นที่ชั้นวางหนังสือ	2	ตารางเมตร
หนังสือพิมพ์วางแบบยืนอ่านเป็นชุดๆ	1.20	ตารางเมตร/ชุด
หนังสือพิมพ์ 7 ฉบับจะใช้พื้นที่ประมาณ	8.40	ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พื้นที่ตู้บัตรรายการ

ในห้องสมุดมีหนังสือทั้งหมด 17,600 เล่มโดยหนังสือ 1 เล่มมีบัตรรายการ 2 ใบ ดังนั้นจะมีบัตรรายการทั้งหมด 43,800ใบในโครงการนี้เลือกตู้ขนาด 0.5 เมตร 5 ชั้น สามารถบรรจุได้ 30,000 ใบ/ตู้ ฉะนั้นจะต้องใช้ตู้บัตรรายการ 1 ตู้

จะใช้พื้นที่ประมาณ	3.60	ตารางเมตร
รวมพื้นที่บริเวณจัดเก็บหนังสือ	143.95	ตารางเมตร

2.) บริเวณอ่านหนังสือ

จากสถิติผู้เข้าใช้ห้องสมุดหาค่าเฉลี่ยคิดจำนวนผู้เข้าใช้ได้ประมาณ 80 คน/วัน โดยนำข้อมูลค่าเฉลี่ยของห้องสมุดงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใน 1 วันห้องสมุดเปิดทำการ	7	ชั่วโมง
ผู้ใช้ 1 คนใช้เวลาในห้องสมุดประมาณ	3-4	ชั่วโมง
ใน 1 วันแบ่งได้ 2 ช่วงเวลา		
เฉลี่ยมาช่วงเวลาละ	40	คน
ผู้ใช้ 1 คนใช้พื้นที่อ่านหนังสือ	3.15	ตารางเมตร
รวมพื้นที่อ่านหนังสือ	126.00	ตารางเมตร

3.) ห้องเก็บและซ่อมแซมหนังสือ

ส่วนซ่อมแซมหนังสือและเก็บของคิด 20% ของพื้นที่บริเวณจัดเก็บหนังสือ

ใช้พื้นที่	28.79	ตารางเมตร

4.) ห้องโสตทัศนูปกรณ์

จากการศึกษาห้องสมุดตัวอย่างจะมี 8 ที่นั่ง โดยแบ่งเป็นส่วนศึกษาแถบบันทึกเสียง(เทป) 4 ที่นั่งเป็นและที่นั่งดูแถบบันทึกภาพ (วีดีโอ) 4 ที่นั่งเป็นแบบศึกษาเดี่ยวทั้งหมด

ใช้พื้นที่	48.00	ตารางเมตร

5.) ห้องคอมพิวเตอร์

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

1. พื้นที่ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง สแกนเนอร์	4	ชุด
ใช้พื้นที่ 0.98 ตารางเมตร/เครื่อง	3.92	ตารางเมตร
2. เครื่องเครื่องพิมพ์ 4 สี ระบบดิจิตอลขนาดเอ 4	2	เครื่อง
ใช้พื้นที่ 0.5 ตารางเมตร/เครื่อง	1.00	ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1.6 ศูนย์อาหาร

1.) บริเวณทานอาหาร

วิเคราะห์จำนวนที่นั่งในช่วงที่มีผู้มาใช้บริการมากที่สุดโดยวิเคราะห์จากหัวข้อพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการคือ ช่วงเวลา 12.00-13.00 น. ซึ่งคาดคะเนว่าจะมีผู้เข้ามาใช้บริการดังนี้

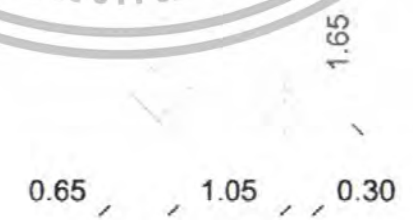
- ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ทั้งหมดของโครงการ	324 คน
- ผู้เข้าชมนิทรรศการ (วิเคราะห์ในแต่ละชั่งโมง)	67 คน
- ผู้ใช้บริการห้องสมุด(วิเคราะห์จากช่วงเวลาเฉลี่ยเป็นช่วง)	40 คน
- ผู้ใช้บริการส่วนประชุมและอบรม	280 คน
- นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม	120 คน
รวม	831 คน

โดยจากการวิเคราะห์แล้วอาจเกิดการคำนวณที่ซ้อนกันเนื่องจากผู้เข้าประชุมบางครั้งจะเป็นเจ้าหน้าที่ของโครงการมาประชุมหรือนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมและผู้เข้าชมนิทรรศการก็จะเป็นผู้เข้าร่วมประชุมหรืออบรมด้วยดังนั้นจึงสรุปว่าควรมีประมาณ 416 คน

ผู้ใช้บริการของศูนย์อาหารจะใช้เวลาประมาณคนละ 30 นาทีเนื่องจากการรายละเอียดขององค์ประกอบโครงการที่เลือกแบบบริการเป็นช่องๆจึงสามารถได้รับบริการ ทำให้สามารถแบ่งพลิดการรับประทานอาหารได้เป็น 2 ผลัด

ดังนั้น 1 ผลัดมีผู้เข้ามารับประทานอาหาร	208 คน
โดยสามารถจัดแบบโต๊ะแบบ 4 ที่นั่งได้	52 ชุด

โดยจากการวิเคราะห์ 1 ชุด (Achitect 's Data หน้า 202)



รูปที่ 4.6.1.18 แสดงขนาดพื้นที่ในการจัดโต๊ะแบบ 4 ที่นั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจำนวนโต๊ะ1 ชุดใช้พื้นที่ 2.00 x 1.65 = 3.30 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 3.30 x 52 = 171.60 ตารางเมตร

2.) ร้านให้เช่าสำหรับ ซื้อ-ขายอาหาร

แบ่งเป็นร้านขายอาหารให้เช่า 4 ร้าน(1 แบบคาเฟทีเรีย)

ภายใน 1 ร้านประกอบด้วย ครัว , ที่เก็บอาหาร และส่วนทำความสะอาด

ร้านขายอาหาร	1 ร้าน
ใช้พื้นที่ 2.50 x 5.00 =	12.50 ตารางเมตร
รวมพื้นที่ 12.50 x 5 =	62.50 ตารางเมตร

4.6.1.7 งานอาคารสถานที่

โดยวิเคราะห์พื้นที่ของงานระบบประกอบอาคารต่างๆดังนี้

1.) ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศแยกเป็น 3 ส่วนของอาคารเนื่องจากความปลอดภัยต่อผู้ใช้โครงการและสามารถควบคุมเป็นส่วนๆได้โดยแบ่งดังนี้

- ส่วนทั่วไป

ส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์ฯ ใช้พื้นที่	317.85 ตารางเมตร
ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กรใช้พื้นที่	150.15 ตารางเมตร
ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กรใช้พื้นที่	168.35 ตารางเมตร
ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม	199.55 ตารางเมตร
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ	
ได้แก่ส่วนสำนักงานนักวิจัย,ห้องประชุม	
, ห้องวิจัยและปฏิบัติการ ใช้พื้นที่	2,998.42 ตารางเมตร
ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการใช้พื้นที่	285.35 ตารางเมตร
ส่วนประชุมและอบรมใช้พื้นที่	692.90 ตารางเมตร
ส่วนนิทรรศการใช้พื้นที่	369.41 ตารางเมตร
ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์ใช้พื้นที่	656.93 ตารางเมตร
ศูนย์อาหารใช้พื้นที่	323.83 ตารางเมตร
รวมพื้นที่ปรับอากาศ	**6,162.74 ตารางเมตร**
โดยเท่ากับ	**4,313,918 บีทียู (359.50 ตัน)**
ต้องใช้ห้องเครื่องปรับอากาศ	**8.00x 12.00 เมตร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้หอระบายความร้อน(Cooling Tower) 5.00x 2.50 เมตร

ขนาดห้องกระจายลมเย็น วิเคราะห์ดังนี้

- ส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์ฯ,ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร,ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กรเป็นการจัดกลุ่มห้องที่ (อ้างอิงมาจากความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ)

รวมพื้นที่ 636.35 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ445,445 บีทียู (37.10 ตัน) ใช้40 ตัน 1 เครื่อง

ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง) 4.00x8.00x4.00 เมตร

-ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม 199.55 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ 139,685 บีทียู (11.64 ตัน) ใช้15 ตัน 1 เครื่อง

ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง) 2.00x4.00x3.00 เมตร

- ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ได้แก่ส่วนสำนักงานนักวิจัย,ห้องประชุม 1,027.51 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ 719,257 บีทียู (59.93 ตัน) ใช้ 30 ตัน 2 เครื่อง

ใช้ห้องกระจายลมเย็นต่อเครื่อง(กว้างxยาวxสูง)4.00x6.00x3.50 เมตร

- ห้องวิจัยและปฏิบัติการ 1,970.91 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ 1,379,637 บีทียู(114.97 ตัน)ใช้ 30 ตัน 4 เครื่อง

ใช้ห้องกระจายลมเย็นต่อเครื่อง(กว้างxยาวxสูง)4.00x6.00x3.50 เมตร

หมายเหตุ ในส่วนวิจัยและปฏิบัติการที่ใช้ระบบปรับอากาศรวมกับส่วนอื่นของอาคารเนื่องจากไอสารเคมีจะดูดออกแยกกับอาคารส่วนอื่นและระบบปรับอากาศที่เลือกใช้เป็นแบบทำน้ำเย็นเดินทั่วอาคารดังนั้นไอสารเคมีจะไม่มีผลต่อโครงการ

-ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ 285.35 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ 199,745 บีทียู (16.65 ตัน) ใช้ 20 ตัน 1 เครื่อง

ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง) 2.00x4.00x3.00 เมตร

- ส่วนประชุมและอบรม 692.90 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ 485,030 บีทียู (40.42 ตัน) ใช้40 ตัน 1 เครื่อง

ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง) 4.00x8.00x4.00 เมตร

-ส่วนนิทรรศการ 369.41 ตารางเมตร

ใช้เครื่องปรับอากาศ258,587 บีทียู (21.55 ตัน)ใช้ 30 ตัน 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง)	**4.00x6.00x3.50 เมตร**
-ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์	656.93 ตารางเมตร
ใช้เครื่องปรับอากาศ459,851 บีทียู (38.32 ตัน)	ใช้ 40 ตัน 1 เครื่อง
ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง)	**4.00x8.00x4.00 เมตร**
- ศูนย์อาหารใช้พื้นที่	323.83 ตารางเมตร
ใช้เครื่องปรับอากาศ 226,681 บีทียู (18.89 ตัน)	ใช้ 20 ตัน 1 เครื่อง
ใช้ห้องกระจายลมเย็น(กว้างxยาวxสูง)	**2.00x4.00x3.00 เมตร**
รวม	288.00 ตารางเมตร

- ส่วนห้องสะอาด ส่วนระบบปรับอากาศของห้องสะอาดจะแยกกับอาคาร โดยใช้แบบแยกส่วน โดยแยกเป็นแต่ละห้องสะอาดและมีการติดตั้งที่ฝ้าของห้องสะอาดโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนดังนี้

- 3.50 ตัน 7 ห้อง คือห้องเครื่องฟิล์มและห้องกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันแนลลิง

- 2 ตัน 3 ห้องคือห้องวิจัยทางแคปซูลนาโนที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 2

ส่วนห้องพักนักวิจัย ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

รวมพื้นที่ระบบปรับอากาศทั้งหมดของอาคาร	396.50 ตารางเมตร

2.) ห้องไฟฟ้า (Electrical room)

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	100.00 ตารางเมตร

3.)ห้องเครื่องสำรองไฟ (Generator set room)

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	50.00 ตารางเมตร

4.)ห้องเครื่องสูบน้ำ (Water pump room)

โดยภายในมีเครื่องสูบน้ำ,เครื่องสูบน้ำสำหรับดับเพลิง,ถังเก็บน้ำใต้ดิน โดย

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	80.00 ตารางเมตร

ถังเก็บน้ำใต้ดินการหาปริมาณน้ำใช้

จำนวนผู้มาใช้โครงการสูงสุด	831 คน/วัน
ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของอาคารประเภทนี้	
(ห้องวิจัย,ศูนย์อาหาร,ห้องประชุม,สำนักงาน)	**200 ลิตร/คน/วัน**
ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 831 x 200 =	**166,200 ลิตร/วัน**
สำรองน้ำดับเพลิง 20 % =	**33,240 ลิตร/วัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมปริมาณเก็บน้ำสูงสุดของโครงการ	199,440 ลิตร/วัน
1 ลูกบาศก์เมตร = 1,000 ลิตร ดังนั้น	199.44 ลูกบาศก์เมตร
ประมาณความลึกของถังเก็บน้ำ	3.50 เมตร
ดังนั้นเมื่อคิดเป็นพื้นที่ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน	57.00 ตารางเมตร

5.) ห้องเครื่องทำน้ำร้อนและห้องเครื่องทำน้ำสะอาด

โดยศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 100.00 ตารางเมตร

6.) บ่อบำบัดน้ำเสีย

โดยในครงการมีบ่อ 2 ระบบ คือ ระบบบำบัดด้วยชีวภาพ(น้ำเสียปกติ) , ระบบบำบัดด้วยเคมี(น้ำเสียจากการวิจัย)

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 150.00 ตารางเมตร

7.) ห้องควบคุมกลาง

โดยศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 25.00 ตารางเมตร

8.) ห้องระบบติดต่อสื่อสาร

โดยศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 25.00 ตารางเมตร

9.) ส่วนเก็บขยะ

โดยศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 30.00 ตารางเมตร

10.) ห้องซ่อมบำรุงและห้องเก็บอุปกรณ์

ใช้พื้นที่ 20% ของห้องงานระบบประกอบอาคาร 122.00 ตารางเมตร

11.) ห้องเก็บก๊าซอาลอน 1301 สำหรับดับเพลิง

โดยศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 50.00 ตารางเมตร

4.6.1.8 ห้องน้ำ-ส้วม

การคำนวณจำนวนห้องน้ำ-ส้วมในแต่ละองค์ประกอบนี้จะอ้างอิงจากกฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) โดยแบ่งประเภทการใช้สอยตามกฎกระทรวงว่าไว้คือ

1.) ส่วนสำนักงานทุกฝ่ายในโครงการคำนวณด้วยห้องน้ำ-ส้วมส่วนสำนักงานต่อพื้นที่ทำงาน 300 ตารางเมตร

ให้มีห้องน้ำ-ส้วมดังนี้

ห้องน้ำชาย 1 ชุดคือ	**ส้วม**	1	ที่
	โถปัสสาวะ	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องน้ำหญิง 1 ชุดคือ	ส้วม	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่

หมายเหตุ ส่วนที่เกิน 1,200 ตารางเมตรให้ลดลงครึ่งหนึ่ง

2.) ในส่วนวิจัยและปฏิบัติการเป็นประเภทสำนักงานแต่เพิ่มส่วนห้องอาบน้ำในทุกชุดของห้องน้ำ-ส้วม

3.) ส่วนห้องประชุม,ห้องบรรยายและห้องโถง 200 ตารางเมตรหรือ 100 คนให้มีห้องน้ำ-ส้วมดังนี้

ห้องสุขาชาย 1 ชุดคือ	ส้วม	1	ที่
	โถปัสสาวะ	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่
ห้องสุขาหญิง 1 ชุดคือ	ส้วม	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่

4.) ในส่วนศูนย์อาหารที่เป็นไปตามความกฎกระทรวงคือมัตตาการคำนวณต่อพื้นที่ 200 ตารางเมตร

ห้องน้ำชาย 1 ชุดคือ	ส้วม	1	ที่
	โถปัสสาวะ	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่
ห้องน้ำหญิง 1 ชุดคือ	ส้วม	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่

หมายเหตุ ส่วนที่เกิน 900 ตารางเมตรให้ลดลงครึ่งหนึ่ง

จากการวิเคราะห์ (Achitect 's Data หน้า 61)

รูปที่ 4.6.1.19 ขนาดของส่วนต่างๆในห้องน้ำ-ส้วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีรายละเอียดดังนี้

- อ่างล่างหน้าใช้พื้นที่ 1.15 x 0.90 = 1.04 ตารางเมตร
- ห้องส้วมสำเร็จรูปใช้พื้นที่ 1.00x 1.50 = 1.50 ตารางเมตร
- โถปัสสาวะใช้พื้นที่ 0.60x 0.50 = 0.30 ตารางเมตร

เมื่อวิเคราะห์ห้องน้ำชาย 1 ชุดใช้พื้นที่ 3.14 ตารางเมตร

เมื่อวิเคราะห์ห้องน้ำหญิง 1 ชุดใช้พื้นที่ 4.04 ตารางเมตร

4.6.2 การสรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

โดยจากการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบโครงการข้างต้นสามารถสรุปพื้นที่ใช้สอยอาคารได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนบริหารโครงการ				
ส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ				
- ห้องผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	1	1	28.00	28.00
- ห้องรองผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	1	2	20.00	40.00
- ส่วนเลขานุการ	1	4	6.00	18.00
- ห้องที่ปรึกษาอาวุโส	1	1	20.00	20.00
- ห้องรับรอง	1	-	12.00	12.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิศวกรรมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม	1	2	6.00	12.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานตรวจสอบภายใน	1	1	4.00	4.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานแผนงบประมาณ	1	5	4.00	20.00
- ห้องประชุม	1	22	53.40	53.40
- ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	1	-	16.50	16.50
- ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00
รวม				244.50
รวม ทางสัญจร 30 % (73.35ตารางเมตร)				317.85
ห้องน้ำ- ส้วม(สำนักงาน)+ทางสัญจร20%	2	-	7.18	17.23
รวมทั้งหมด				335.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนบริหารโครงการ				
ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร				
- ห้องหัวหน้าฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร	1	1	20.00	20.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและแผน	1	4	4.00	16.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานอุดหนุนทุนวิจัย	1	2	6.00	12.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์ติดตามและประเมินผล	1	2	4.00	8.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานความร่วมมือระหว่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกับศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยี	1	2	6.00	12.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานจดสิทธิบัตร	1	1	6.00	6.00
- เจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	1	1	4.00	4.00
- ห้องเก็บเอกสารและจ่ายเอกสาร	1	-	16.50	16.50
- ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00
รวม				115.50
รวม ทางสัญจร 30 % (34.65 ตารางเมตร)				150.15
ห้องน้ำ- ส้วม(สำนักงาน)+ทางสัญจร20%	1	-	7.18	8.62
รวมทั้งหมด				158.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนบริหารโครงการ				
ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร				
- ห้องหัวหน้าฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร	1	1	20.00	20.00
-เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	1	7	4.00	28.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ	1	3	4.00	12.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่วิเทศสัมพันธ์และภาพลักษณ์องค์กร	1	2	4.00	8.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่บริหารทรัพยากรบุคคล	1	3	4.00	12.00
- ห้องพัสดุ	1	-	12.00	12.00
- ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	1	-	16.50	16.50
- ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00
รวม				129.50
รวม ทางสัญจร 30 % (38.85 ตารางเมตร)				168.35
ห้องน้ำ- สิ่งรวม(สำนักงาน)+ทางสัญจร20%	1	-	7.18	8.62
รวมทั้งหมด				176.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ				
ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม				
- ห้องหัวหน้าฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม	1	1	20.00	20.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาและออกแบบวิศวกรรม	1	7	4.00	28.00
- ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)	1	1	20.00	20.00
- ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)	1	1	20.00	20.00
- ห้องหัวหน้ากลุ่มงานวิจัยผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)	1	1	20.00	20.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	1	2	4.00	8.00
- ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	1		16.50	16.50
- ห้องเตรียมอาหาร	1		21.00	21.00
รวม				153.50
รวม ทางสัญจร 30 % (46.05 ตารางเมตร)				199.55
- ห้องน้ำ- ส้วมเจ้าหน้าที่(สำนักงาน)	1	1	7.18	8.62
รวมทั้งหมด				208.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ				
ส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ				
- ห้องสะอาด				
- ระดับ 100				
- ห้องเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์ม	6	-	25.92x2	311.04
- ห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน (เครื่องสร้างแบบลายวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์บนชิ้นงาน)	2		25.92	51.84
- ระดับ 10000				
- ห้องวิจัยทางเคมีชีวนาโน ที่มีระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 2	2		25.92	51.84
- ห้องกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง	3	-	25.92	77.76
- ส่วนสนับสนุนงานระบบ(10%)	-	-	-	49.25
- ห้องฝึกบัวอากาศ	4	-	1.75	7.00
- ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	4	-	7.00	28.00
- ห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน (Nano-Devices)				
- ห้องวิจัยอุปกรณ์นาโน	2	-	25.92	51.84
- ห้องวิจัยทางโฟโตนิกส์	2	-	25.92	51.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ				
- ห้องวิจัยแคปซูลนาโน(Nano-Encapsulation)				
- ห้องวิจัยทางแคปซูลนาโน	3	-	25.92	77.76
- ห้องวิเคราะห์ตัวอย่าง	2	-	25.92	51.84
- ห้องวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)				
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผง	4	-	25.92	103.68
- ห้องเครื่องมือวิจัยหลัก				
- ห้องปฏิบัติการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี - แมสสเปกโตรมิทรี	1	-	25.92	25.92
- ห้องกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน	4	-	25.92	103.68
- ห้องกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน	3	-	25.92	77.76
- ห้องกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม	4	-	25.92	103.68
- ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ	2	-	25.92	51.84
- ห้องเครื่องมือที่ใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี	4	-	25.92	103.68
- ห้องกัดกรด	2	-	25.92	51.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ				
- ส่วนสนันสนุนห้องวิจัย	-	-	256.61	256.61
ห้องเก็บเครื่องมือวิจัย , ห้องสำหรับเก็บพืชที่ใช้ในการทดลองทางแคปซูลนาโน ,ห้องเก็บสารกัมมันตรังสี,ห้องเก็บก๊าซ, ห้องเก็บของเสียจากการทดลองโดยใช้เป็นพื้นที่ 30 % ของกลุ่มห้องวิจัย				
- ห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์				
- ห้องปฏิบัติการรวม (เคมี,ชีวะและฟิสิกส์)	1	195	975.00	975.00
- ห้องเครื่องชั่ง	3	-	25.92	77.76
- ห้องเก็บของและอุปกรณ์ (30 %) และสารเคมีต่างๆ	-	-	292.50	292.50
- ห้องเก็บสารเคมีย่อย	4	-	25.92	103.68
- ห้องอบฆ่าเชื้อและล้างทำความสะอาด	4	-	25.92	103.68
- สำนักงานนักวิจัย	-	65	6.00	390.00
- สำนักงานผู้ช่วยนักวิจัย	-	130	3.00	390.00
- ห้องประชุม	6	8	12.71	76.26
- ห้องพยาบาล	2	-	30.60	61.20
- ห้องคอมพิวเตอร์กลาง	1	-	16.84	16.84
- ห้องเตรียมอาหาร	3	-	21.00	63.00
- ห้องพักนักวิจัย	10	-	36.00	360.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ				
- ส่วนพื้นที่สันทนาการกลางของส่วนห้องพักนักวิจัย (20% ของห้องพักนักวิจัย)	-	-	72.00	72.00
- ห้องพนักงานทำความสะอาดในส่วนห้องพักนักวิจัย	-	-	20.00	20.00
- พื้นที่ส่วนกลาง (20% ของห้องวิจัยและปฏิบัติการ)	-	-	648.26	648.26
- ห้องเก็บสารเคมีกลาง	3	-	40.00	120.00
รวม				5,458.88
รวม ทางสัญจร 30 % (1,637.66 ตารางเมตร)				7,096.54
ห้องน้ำ-ส้วมและห้องอาบน้ำ (สำนักงาน) +ทางสัญจร20%	7		10.18	85.51
รวมทั้งหมด				7,182.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่				
ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ				
- ห้องหัวหน้าฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ	1	1	20.00	20.00
- เจ้าหน้าที่งานบริการทดสอบและวิเคราะห์	1	9	4.00	36.00
- เจ้าหน้าที่งานสื่อสารและฝึกอบรม	1	4	4.00	16.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานประชาสัมพันธ์	1	1	6.00	6.00
- ห้องให้คำปรึกษาทางธุรกิจ (ส่วนเจ้าหน้าที่งานพัฒนาธุรกิจ)	4	-	6.00	24.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานแสดงนิทรรศการ	1	4	4.00	16.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่งานกิจกรรม	1	4	4.00	16.00
- เจ้าหน้าที่งานธุรการและสนับสนุน	1	2	4.00	8.00
- ห้องประชุม	1	-	28.00	28.00
- โถงพักคอย	1	-	12.00	12.00
- ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร	1	-	16.50	16.50
- ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00
รวม				219.50
รวม ทางสัญจร 30 % (65.85 ตารางเมตร)				285.35
ห้องน้ำ- ส้วม(สำนักงาน)+ทางสัญจร20%	1	-	7.18	8.62
รวมทั้งหมด				293.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่				
ส่วนประชุมและอบรม				
- ห้องประชุมใหญ่	1	200	0.84	168.00
- ห้องบรรยาย	2	80	60.00	120.00
- ห้องรับรองพิเศษ	1	-	28.00	28.00
- โถงทางเข้าและลงทะเบียน	1	-	99.00	99.00
- ห้องแปลภาษา	1	-	20.00	20.00
- ห้องควบคุมระบบสื่อและเสียง	1	-	25.00	25.00
- ห้องเตรียมอาหาร	1	-	33.00	33.00
- ห้องเก็บเฟอร์นิเจอร์	1	-	40.00	40.00
รวม				533.00
รวม ทางสัญจร 30 % (159.90 ตารางเมตร)				692.90
ห้องน้ำ-ส้วม(ห้องประชุม)ทางสัญจร20%	3	-	7.18	25.85
ห้องน้ำ-ส้วม(ห้องโถง) ทางสัญจร20%	1	-	7.18	8.62
รวมทั้งหมด				727.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่				
ส่วนนิทรรศการและกิจกรรม				
- ส่วนแสดงนิทรรศการถาวร	1	-	159.76	159.76
- ส่วนแสดงนิทรรศการหมุนเวียน	1	-	47.93	47.93
- ส่วนติดต่อสอบถาม	1	-	7.50	7.50
- โถงทางเข้า	1	-	48.00	48.00
- ลานกิจกรรมสาธารณะ	1	-	150.00	150.00
- ห้องเก็บวัตถุแสดง	1	-	47.93	47.93
- ห้องซ่อมแซม	1	-	23.97	23.97
- ห้องเก็บของ	1	-	45.00	45.00
รวม				530.09
รวม ทางสัญจร 30 % (159.03 ตารางเมตร)				689.12
ห้องน้ำ- ส้วม(ห้องโถง)+ทางสัญจร20%	4	-	7.18	34.46
รวมทั้งหมด				723.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่				
ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์				
- ห้องบรรณารักษ์	1	1	15.00	15.00
- ห้องผู้ช่วยห้องบรรณารักษ์	1	1	4.00	4.00
- ห้องเสมียน	1	1	4.00	4.00
- บริเวณจัดเก็บหนังสือ	1	-	143.95	143.95
- บริเวณอ่านหนังสือ	1	-	126.00	126.00
- เคาน์เตอร์เจ้าหน้าที่ติดต่อ	1	-	3.00	3.00
- ห้องเก็บและซ่อมแซมหนังสือ	1	-	28.79	28.79
- เคาน์เตอร์ ยืม-คืน หนังสือ	1	-	3.00	3.00
- ห้องโสตทัศนูปกรณ์	1	-	48.00	48.00
- เคาน์เตอร์ยืม – คืนสื่อส่วน โสตทัศนูปกรณ์	1	-	3.00	3.00
- ห้องคอมพิวเตอร์	1	-	16.84	16.84
- บริเวณถ่ายเอกสาร	1	-	15.00	15.00
รวม				410.58
รวม ทางสัญจร 30 % (246.35 ตารางเมตร)				656.93
ห้องน้ำ- ส้วม(สำนักงาน)+ทางสัญจร20%	2		7.18	17.23
รวมทั้งหมด				674.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนบริการ				
<u>ศูนย์อาหาร</u>				
- บริเวณทานอาหาร	52	207	3.30	171.60
- ร้านให้เช่าสำหรับซื้อ-ขายอาหาร	5	-	12.50	62.50
- บริเวณเก็บจานอาหาร	-	-	15.00	15.00
- บริเวณขนส่งอาหารและบริเวณเก็บอาหาร(30%ของบริเวณทานอาหาร)	-	-	51.48	51.48
- ห้องพักขยะรวม	-	-	20.00	20.00
รวม				320.58
รวมทางสัญจร 30 % (96.17 ตารางเมตร)				416.72
ห้องน้ำ- ส้วม(ลูกค้าร้าน)+ทางสัญจร20%	2		7.18	17.23
ห้องน้ำ- ส้วม(พนักงาน)+ทางสัญจร20%	1		7.18	8.62
รวมทั้งหมด				442.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ) สรุปพื้นที่ใช้สอย

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนบริการ				
งานอาคารสถานที่				
- ห้องหัวหน้างานอาคารสถานที่	1	1	15.00	15.00
- เจ้าหน้าที่ตรวจรับสิ่งของและจ่ายสิ่งของ	1	3	3.00	15.00
- ห้องพักเจ้าหน้าที่	1	15	3.00	45.00
แผนกเทคนิค				
- ห้องหัวหน้าแผนกเทคนิค	1	1	15.00	15.00
- ห้องเจ้าหน้าที่แผนกเทคนิค				
- ส่วนเจ้าหน้าที่ไฟฟ้า	1	2	4.00	8.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่เครื่องกล	1	2	4.00	8.00
- ส่วนเจ้าหน้าที่ประปา	1	2	4.00	8.00
- ส่วนช่างบำรุงรักษาทั่วไป	1	2	4.00	8.00
- เจ้าหน้าที่ควบคุมกลาง	1	2	4.00	8.00
- ห้องเครื่องปรับอากาศ	1	-	396.50	396.50
- ห้อง ไฟฟ้า (Electrical room)	1	-	100.00	100.00
- ห้องสำรองไฟ (Generator set room)	1	-	50.00	50.00
- ห้องเครื่องสูบน้ำ (Water pump room)	1	-	80.00	80.00
ห้องเครื่องทำน้ำร้อน	1	-	100.00	100.00
- บ่อบำบัดน้ำเสีย	1	-	150.00	150.00
- ห้องควบคุมกลาง	1	-	25.00	25.00
- ห้องระบบติดต่อสื่อสาร	1	-	25.00	25.00
- ส่วนเก็บขยะ	1	-	30.00	30.00
- ห้องซ่อมบำรุงและห้องเก็บอุปกรณ์	1	-	122.00	122.00
- ห้องเก็บก๊าซฮาลอน 1301	1	-	50.00	50.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6.2 (ต่อ)สรุปพื้นที่ใช้สอยอาคาร

องค์ประกอบโครงการ	อัตรา		พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	
	จำนวน	ผู้ใช้	พื้นที่/หน่วย	รวม
ส่วนบริการ				
<u>แผนกบริการ</u>				
- ห้องหัวหน้าแผนกบริการ	1	1	15.00	15.00
- ห้องเจ้าหน้าที่แผนกบริการ				
- ส่วนพนักงานทำความสะอาด	1	10	3.00	30.00
- ส่วนพนักงานขับรถรับ-ส่งของ	1	2	3.00	6.00
- ส่วนพนักงานดูแลต้นไม้	1	3	3.00	9.00
- ห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	6	1	5.00	30.00
- ห้องเก็บอุปกรณ์	1	-	30.00	30.00
รวม				1,378.50
รวม ทางสัญจร 50 % เนื่องจากมีอุปกรณ์ขนาดใหญ่ (689.25 ตารางเมตร)				2,067.75
ห้องน้ำ- ส้วมและห้องอาบน้ำ + ทางสัญจร 20%	2		10.18	20.36
รวมทั้งหมด				2,088.11

สรุปพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่าง ๆ คือ

ส่วนบริหาร

ส่วนสำนักงานผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ 335.08 ตารางเมตร

ฝ่ายแผนนโยบายและกลยุทธ์องค์กร 158.77 ตารางเมตร

ฝ่ายบริหารและสนับสนุนองค์กร 176.97 ตารางเมตร

ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ฝ่ายงานวิจัยพัฒนาออกแบบและวิศวกรรม 208.17 ตารางเมตร

ส่วนห้องวิจัยและปฏิบัติการ 7,182.05 ตารางเมตร

ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิชาการ 293.97 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประชุมและอบรม	727.37	ตารางเมตร
ส่วนแสดงนิทรรศการและกิจกรรม	723.58	ตารางเมตร
ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์	674.16	ตารางเมตร
ส่วนบริการ		
ศูนย์อาหาร	442.57	ตารางเมตร
งานอาคารสถานที่	2,065.61	ตารางเมตร
รวม	13,010.66	ตารางเมตร

การวิเคราะห์ที่จอดรถ

1.) รถยนต์

อ้างอิงจากที่จอดรถตามกฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ.2517)

โดยศึกษา 2 วิธีดังนี้

วิธีคำนวณที่จอดรถกรณี 1 คือคิดรวมพื้นที่อาคารทั้งหมด

อาคารขนาดใหญ่ให้มีที่จอดรถ 1 คันต่อพื้นที่ 240 ตารางเมตร

อาคารมีเนื้อที่ 13,010.66 ตารางเมตรต้องมีที่จอดรถ 55 คัน

วิธีคำนวณที่จอดรถกรณี 2 คือแยกคิดแต่ละองค์ประกอบของโครงการ

1.) ห้องประชุม ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อจำนวนที่นั่งสำหรับคนดู 40 ที่เศษของ 40 ที่ ให้คิดเป็น 40 ที่

โครงการมีห้องประชุมและห้องอบรมรวม 280 ที่นั่ง ต้องมีที่จอดรถ 7 คัน

2.) ศูนย์อาหาร ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ตั้งโต๊ะอาหาร 40 ตารางเมตรเศษของ 40 ตารางเมตรให้คิดเป็น 40 ตารางเมตร

โครงการมีศูนย์อาหาร 223.08 ตารางเมตรต้องมีที่จอดรถ 6 คัน

3.) สำนักงาน ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 120 ตารางเมตร เศษของ 120 ตารางเมตรให้คิดเป็น 120 ตารางเมตร

โครงการมีสำนักงาน 4,275.77 ตารางเมตร ต้องมีที่จอดรถ 36 คัน

4.) ห้องโถงของอาคารขนาดใหญ่ ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ห้องโถง 30 ตารางเมตรเศษของ 30 ตารางเมตรให้คิดเป็น 30 ตารางเมตร

โครงการมีโถง 297.00 ตารางเมตรที่นั่ง ต้องมีที่จอดรถ 10 คัน

รวมวิธีคำนวณกรณี 2 ได้ที่จอดรถ 59 คัน

ดังนั้น โครงการมีที่จอดรถ 59 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(โดยเลือกวิธีที่มีที่จอดรถมากที่สุด)

ใช้พื้นที่ 5.00 x 2.50 = 12.50 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 12.50 x 59 = 737.50 ตารางเมตร

2.) ที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา

ตามกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ. 2548 คือ โครงการมีจำนวนที่จอดรถตั้งแต่ 51 คัน แต่ไม่เกิน 100 คัน จึงมีที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราอย่างน้อย 2 คัน

ใช้พื้นที่ 6.00 x 3.50 (อ้างอิงจากกฎกระทรวงกำหนดข้างต้น) = 21.00 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 21.00 x 2 = 42.00 ตารางเมตร

3.) รถบริการศูนย์อาหาร

จำนวน 1 คัน

ใช้พื้นที่ (Architect 's Data หน้า 249) 23.00 ตารางเมตร

4.) รถส่งสินค้า

จำนวน 2 คัน

ใช้พื้นที่ (Architect 's Data หน้า 249) 23.00 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 46.00 ตารางเมตร

5.) ที่จอดรถจักรยานยนต์และจักรยาน

คิดเป็น 20 % ของจำนวนรถยนต์ ประมาณ 14 คัน

ใช้พื้นที่ 1.32 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 18.48 ตารางเมตร

6.)ที่จอดรถทัวร์

จำนวนผู้เข้าชมโครงการเป็นคณะมากที่สุดเท่ากับ (นักเรียน) 120 คน

ความจุของรถทัศนาจร 1 คัน เท่ากับ 49 คน(Architect 's Data หน้า 24)

จำนวนรถทัศนาจร เท่ากับ 120/49 ประมาณ 3 คัน

ใช้พื้นที่ 12.00x 4.00 48.00 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 144.00 ตารางเมตร

ดังนั้นรวมพื้นที่จอดรถทั้งหมด 1,010.98 ตารางเมตร

ทางสัญจร 50 % (ศึกษาจากระยะวงเลี้ยวของรถ) 505.49 ตารางเมตร

รวม 1,516.47 ตารางเมตร

ดังนั้น พื้นที่ใช้สอยรวมของโครงการคือ 14,527.13 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อศึกษารายละเอียดและพื้นที่ใช้สอยของส่วนต่างๆแล้ว พบว่าส่วนวิจัยและปฏิบัติการ,ส่วนวิจัยและสำนักงานของนักวิจัย, พื้นที่ส่วนกลางมีพื้นที่ทั้งหมด 5,458.88 ตารางเมตร

ดังนั้นจึงศึกษากลับไปที่พื้นที่ที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนดไว้ในแผนการขยายตัวถึง พ.ศ. 2556 โดยให้ห้องวิจัยมีอัตราส่วนนักวิจัย 21 ตารางเมตรต่อคน , ผู้ช่วยนักวิจัย 15 ตารางเมตรต่อคน ส่วนสำนักงานนักวิจัยให้มีพื้นที่นักวิจัย 6 ตารางเมตรต่อคน ผู้ช่วยนักวิจัยให้มีพื้นที่ 3 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งรวมแล้วมีพื้นที่ที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนดไว้ในแผนคือ 5,042.00 ตารางเมตร โดยวิธีคิดจากศึกษาจากรายละเอียดในการวิจัยมากกว่าวิธีคิดแบบต่อหัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติอยู่ 416.88 ตารางเมตร เนื่องจากมีส่วนที่เพิ่มมาคือห้องพักนักวิจัย , ห้องพยาบาล , ส่วนสันทนาการ ที่มาจากความต้องการของนักวิจัยโดยได้จากการสัมภาษณ์ ดังนั้นพื้นที่ใช้สอยของโครงการจึงมีพื้นที่ใกล้เคียงกับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติกำหนดไว้ ดังนั้นรายละเอียดขององค์ประกอบของโครงการสามารถตอบสนองตามแผนการขยายตัวของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้

จากการวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยโครงการข้างต้นสรุปได้พื้นที่โครงการทั้งหมด 14,527.13 ตารางเมตร ซึ่งถือว่าเป็นอาคารขนาดใหญ่ และอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 โดยมีค่าสูงสุดของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นต่อพื้นที่ดินของอาคารทุกหลังที่ก่อสร้างขึ้นในที่ดินแปลงเดียวกัน ไม่เกิน 10 ต่อ 1 ดังนั้นจึงมีข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดที่ดินซึ่งจะศึกษาในส่วนของที่ตั้งโครงการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การกำหนดและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

5.1 การวิเคราะห์เลือกที่ตั้งโครงการ

เนื่องจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นหน่วยงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นหนึ่งในแผนกลยุทธ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นหน่วยงานในกับของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยจากการศึกษาสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติมีสำนักงานอยู่ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร โดยภายหลังหน่วยงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติย้ายมาอยู่ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในการบริหารงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยมีวัตถุประสงค์ในการก่อตั้งเนื่องจากประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนภาคเอกชน ในการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และก้าวทันกระแสของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้น และเสริมสร้างระบบนวัตกรรมของประเทศ โดยเฉพาะความเชื่อมโยงระหว่างภาคการศึกษาและวิจัย กับภาคการผลิต รวมทั้งความเชื่อมโยงระหว่างภาคการผลิตด้วยกันเองตามมติคณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2532

ดังนั้นหน่วยงานหลักต่างๆของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติจึงอยู่ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย โดยอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีพันธกิจคือ

- เป็นศูนย์รวมของการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ครบวงจร
- เป็นแหล่งพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ
- ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือแบบไตรภาคี ระหว่างสถาบันการศึกษา ภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม
- สนับสนุนให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการนำเทคโนโลยีไปใช้เชิงพาณิชย์
- กระตุ้นการพัฒนาอุตสาหกรรมผ่านการทำวิจัยและพัฒนาโดยภาคเอกชน

ซึ่งหน่วยงานภายในสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติมีดังนี้

- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค)
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค)
- ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี (ทีเอ็มซี)
- ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ที่ตั้งชั่วคราว

โดยโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(นาโนเทค)ที่จะเป็นที่ตั้งถาวรเป็นหนึ่งในหน่วยงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและเป็นศูนย์แห่งชาติเพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเฉพาะสาขา ที่จัดตั้งเพื่อพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเฉพาะด้านตามหลักการและเหตุผลท้ายพระราชบัญญัติพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2534 ระบุไว้ชัดเจนถึงมูลเหตุข้างต้นของการจัดตั้งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและประกอบกับวัตถุประสงค์ข้างต้นของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ดังนั้นโครงการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ที่จะเป็นที่ตั้งถาวร จึงมีที่ตั้งอยู่ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ซึ่งเป็นบริเวณที่ตั้งเดิมของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) โดยการวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการใหม่ในที่ดินของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยจะมีเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยต่อไป

5.2 เกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

จากการวิเคราะห์ในเลือกที่ตั้งโครงการข้างต้นสามารถสรุปว่าโครงการมีที่ตั้งภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยโดยเป็นเกณฑ์ที่มาจากวัตถุประสงค์ของโครงการและอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ดังนี้

5.2.1 การสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

การสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยโดยศึกษาผังในอนาคตเป็นเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งที่สำคัญมากเนื่องจากอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีการวางผังแม่บทเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์และหน้าที่ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยดังนั้นโครงการใหม่ที่เกิดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

5.2.2 ขนาดที่ดิน

ขนาดของที่ดินที่ใช้ในการตั้งโครงการมีความสำคัญเนื่องจาก ขนาด ของที่ดินมีผลต่อการวางพื้นที่ใช้สอยหรือพื้นที่ที่สามารถรองรับโครงการได้โดยเป็นไปตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ความสามารถในการขยายตัว

โดยที่ตั้งโครงการนั้นต้องสามารถในการขยายตัวต่อไปได้ในอนาคตเนื่องจากเครื่องมือหรือประเภทงานวิจัยในอนาคตอาจต้องมีการขยายพื้นที่เพิ่มเติมเพื่อรองรับการวิจัยที่เปลี่ยนไป

5.2.4 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ส่งเสริมโครงการ

เนื่องจากโครงการเป็นหนึ่งในศูนย์แห่งชาติภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติซึ่งเป็นศูนย์แห่งชาติที่มีจะมีความร่วมมือภายในเพื่อการวิจัยที่เป็นระบบและเชื่อมโยงองค์ความรู้ให้แต่ละศูนย์แห่งชาติเข้าด้วยกัน

5.2.5 ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้สอยเดิมของที่ดินเดิม

สืบเนื่องมาจากผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่มีการแผนการใช้ที่ดินทั้งอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ดังนั้นการที่ตั้งโครงการจึงไม่ควรกระทบกับพื้นที่ใช้สอยเดิมของโครงการซึ่งจะมีผลทำให้ผังของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเปลี่ยนไป

5.2.6 การเข้าถึงพื้นที่

จากวัตถุประสงค์ของโครงการที่โครงการนอกจากจะมีส่วนวิจัยและปฏิบัติการแล้วยังมีส่วนเผยแพร่ดังนั้นที่ตั้งโครงการจึงต้องมีการเข้าถึงที่สะดวกสำหรับบุคคลภายนอกและเจ้าหน้าที่ภายในโครงการ

5.2.7 ความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภค

เนื่องจากโครงการเป็นอาคารวิจัยดังนั้นระบบสาธารณูปโภคของที่ตั้งต้องพร้อมสำหรับโครงการเพื่อให้การดำเนินงานและการวิจัยมีประสิทธิภาพ

5.2.8 ความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ

เนื่องจากโครงการเป็นอาคารวิจัยเป็นหลักดังนั้น ในโครงการจึงจะมีบริเวณที่เก็บสารเคมีที่อันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ดังนั้นเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งในส่วนความปลอดภัยต่อพื้นที่โดยรอบโครงการจะหลักเกณฑ์ที่ช่วยทำให้โครงการไม่สร้างความเดือดร้อนและเป็นอันตรายกับพื้นที่โดยรอบ

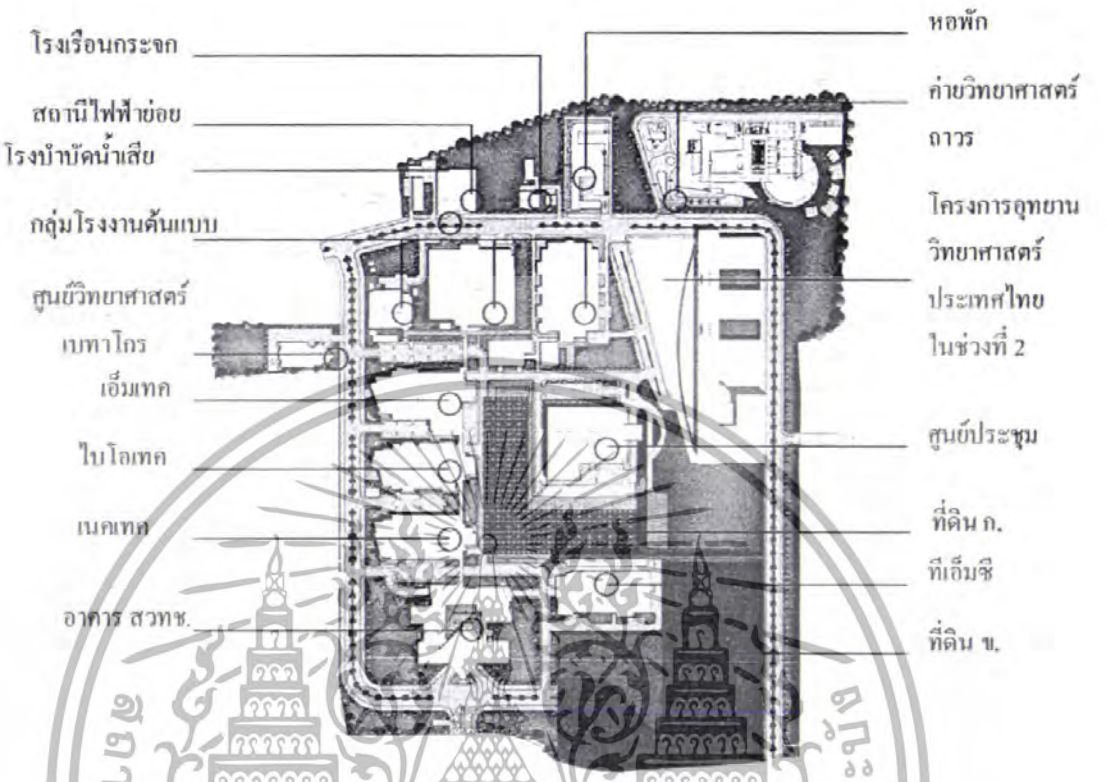
5.3. การวิเคราะห์เลือกที่ตั้งโครงการจากเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการ

จากการศึกษาผังของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีพื้นที่ว่างและพื้นที่ที่สามารถตั้งโครงการได้ 2 ที่ตั้งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย



รูปที่ 5.3.1 แสดงผังอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

5.3.1 การสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

โดยนโยบายของการใช้พื้นที่ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีดังนี้

นโยบายการของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในการใช้พื้นที่จะสอดคล้องกับแผนก้าวหน้า (Fast Forward) ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อเร่งงานด้านนวัตกรรม และการวิจัยพัฒนาในประเทศไทย โดยโมเดลของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ซึ่งเป็นโมเดลหนึ่งที่ประสบความสำเร็จมาแล้วในประเทศต่างๆ ทั่วโลก จะเน้นการเชื่อมโยงการทำงานให้ใกล้ชิดขึ้นระหว่างบริษัทเอกชนที่เน้นการทำวิจัยพัฒนา ศูนย์วิจัยชั้นนำของภาครัฐ และสถาบันการศึกษา ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้เกิดความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนา เพื่อช่วยให้บริษัทต่างๆ สามารถนำงานวิจัยที่มีอยู่แล้วไปต่อยอดธุรกิจได้ หรือช่วยให้เกิดความร่วมมือด้านงานวิจัยซึ่งจะช่วยให้ลดต้นทุนในการดำเนินงาน ลดระยะเวลาการวิจัย และพัฒนาคุณภาพสินค้าได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมีการแบ่งปันและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญระดับประเทศ ใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์เทคโนโลยีต่างๆ ร่วมกัน เพื่อความคุ้มค่าและประโยชน์สูงสุด

โดยอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในปัจจุบันใช้พื้นที่เกิน 50% ของโครงการในช่วงที่ 1 โดยแผนตั้งเป้าหมายไว้เพื่อรองรับหน่วยงานวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ โดยเฉพาะสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและศูนย์ต่างๆได้แก่ไบโอเทค , เอ็มเทค , เนคเทค , นาโนเทค และทีเอ็มซี ซึ่งจะให้เป็นแกนหลักของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย และเป็นแม่เหล็กดึงดูดภาคเอกชนให้เข้ามาใช้พื้นที่ทำวิจัยและพัฒนาซึ่งผลจากโครงการช่วงที่ 1 มีบริษัทเอกชน เช่น ศูนย์วิทยาศาสตร์เบทาโกร, เอสซีจี ซีเมนต์ บริษัทในเครือปูนซีเมนต์ไทย, ศูนย์วิจัยชิเชไค, ไนวาเทค เฮลธ์แคร์, ศูนย์เทคโนโลยีทางทันตกรรมขั้นสูง ใช้พื้นที่โครงการในช่วงที่ 1 ไปประมาณ 11,000 ตารางเมตร โดยอุทยานวิทยาศาสตร์สามารถจ้างงานจำนวนกว่า 500 คน ซึ่งเป็นนักวิจัยและวิศวกร 60% และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจราว 3,000 ล้านบาทต่อปี

ส่วนโครงการในช่วงที่ 2 แผนนโยบายต้องการให้มีบริษัทเอกชนเข้ามาใช้พื้นที่ได้เกินกว่า 50% ของพื้นที่โครงการ โดยลงทุนขยายอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยเพิ่มประมาณ 2,000 ล้านบาทมีพื้นที่ใช้สอยทั้งสิ้นประมาณ 72,000 ตารางเมตร โดยคาดว่าประมาณ 40,000 ตารางเมตร จะเป็นพื้นที่สำหรับบริษัทเอกชนใช้พื้นที่ในการทำวิจัยและพัฒนา โดยส่วนการก่อสร้างโครงการในช่วงที่ 2 จะเริ่มต้นปลายเดือนตุลาคม พ.ศ.2550 และจะก่อสร้างเสร็จใน พ.ศ. 2553 เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ทำให้ภาคเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมทำให้เกิดงานวิจัยและพัฒนามากยิ่งขึ้น ด้วยการแลกเปลี่ยนความรู้ ผู้เชี่ยวชาญและใช้เทคโนโลยีร่วมกัน เพื่อผลักดันให้ธุรกิจวิจัยขยายตัวมากขึ้นในประเทศไทย โดยตั้งเป้าหมายให้มีบริษัทเอกชนเพิ่มขึ้นอีกกว่า 200 บริษัท โดยเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่าจากปัจจุบัน โดยกลุ่มเป้าหมายจะเป็นบริษัทที่ต้องการทำการวิจัยในสาขาต่างๆ เช่นอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีโลหะและวัสดุ และนาโนเทคโนโลยี โดยอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่ 2 จะประกอบด้วยกลุ่มอาคาร 4 หลังที่เชื่อมต่อกัน มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 124,000 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่ใช้สอยได้ทั้งสิ้นประมาณ 72,000 ตารางเมตร ซึ่งจะแบ่งพื้นที่สำหรับบริษัทเอกชนคิดเป็น 56% และสำหรับหน่วยงานสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 44% โดยอาคารทั้ง 4 หลัง ประกอบด้วย อาคาร 3 หลังที่ได้รับการออกแบบสำหรับธุรกิจที่ทำการวิจัยด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ ,โลหะและวัสดุ อิเล็กทรอนิกส์ , คอมพิวเตอร์ และนาโนเทคโนโลยี และอีกอาคารหนึ่งจะเป็นอาคารเพื่อการค้นคว้าวิจัยของภาคเอกชน[1]

รูปที่ 5.3.2 แสดงโครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่ 2

จากนโยบายและแผนของการวางผังของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย โดยผังที่แสดงข้างต้นเป็นผังทั้งโครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่ 1 ที่เป็นกลุ่มอาคารวิจัยหลักและโครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่ 2 ที่กำลังก่อสร้างในช่วงปลายเดือนตุลาคม พ.ศ 2550 โดยใช้นโยบายข้างต้นมาพิจารณาที่ตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติซึ่งเป็นศูนย์แห่งชาติที่เป็นแกนหลักของการวิจัยตามจากนโยบายและแผนของของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย โดยวิเคราะห์ทั้ง 2 บริเวณดังนี้

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

โดยผังแม่บทข้างต้นบริเวณที่ดิน ก. จะเป็นบริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยทำให้ถ้าสร้างโครงการแล้วทำให้ผังแม่บทของการใช้พื้นที่เปลี่ยนไปแต่จะทำให้กลุ่มแกนหลักของการวิจัยมีความใกล้ชิดกันมากขึ้น

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

จากการศึกษาผังแม่บทข้างต้นบริเวณที่ดิน ข. ได้เตรียมไว้เป็นส่วนต่อขยายของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย โครงการสามารถใช้พื้นที่บริเวณนี้ได้เลยและยังสอดคล้องกับผังแม่บทข้างต้นด้วย

จากการศึกษาผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ที่ดิน ข. จะสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ส่วนที่ดิน ก. จะไม่สอดคล้องกับผังแม่บทเดิมแต่จะสอดคล้องกับนโยบายแผนก้าวหน้าที่ศูนย์แห่งชาติจะเป็นศูนย์การการวิจัยสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

[1] ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.3.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านการสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	3	3	9
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	3	3	9

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

5.3.2 ขนาดที่ดิน

โดยพิจารณาขนาดของพื้นที่ตั้งที่มีขนาดเพียงพอต่อการวางพื้นที่ใช้สอยหรือสามารถรองรับโครงการได้โดยเป็นไปตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ซึ่งพิจารณาจากพื้นที่ใช้สอยอาคารกับสถานที่ตั้งโครงการที่เลือกมา 2 พื้นที่ดังต่อไปนี้

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

รูปที่ 5.3.3 แสดงขนาดของที่ดินบริเวณ ก.

ที่ดินบริเวณนี้มีขนาด 4.50 ไร่ (7,194.26 ตารางเมตร) และจากการศึกษาพื้นที่ใช้สอยของโครงการทั้งหมด 14,527.13 ตารางเมตรซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ(มีพื้นที่รวมมากกว่า 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป) ต้องมีค่าสูงสุดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนระหว่างพื้นที่อาคารรวมทุกชั้น/พื้นที่ดินของทุกอาคารที่อยู่บนแปลงเดียวกัน ≤ 10/1

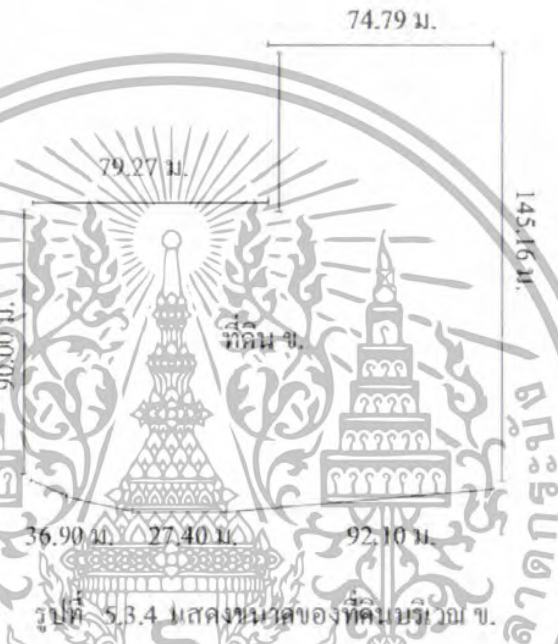
ซึ่งจากการคำนวณจะได้ว่า

พื้นที่ใช้สอยอาคาร/พื้นที่ดิน 14,527.13 / 7,194.26 ตารางเมตร

คิดเป็นอัตราส่วนเท่ากับ 2 / 1 ≤ 10 / 1

ดังนั้นจึงเป็นที่ดินที่มีขนาดเพียงพอ สามารถรองรับการวางโครงการได้

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย



รูปที่ 5.3.4 แสดงขนาดของที่ดินบริเวณ ข.

ที่ดินบริเวณนี้มีขนาด 11.8 ไร่ (18,894.00 ตารางเมตร) และจากการศึกษาพื้นที่ใช้สอยของโครงการทั้งหมด 14,527.13 ตารางเมตรซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ(มีพื้นที่รวมมากกว่า 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป) ต้องมีค่าสูงสุดของอัตราส่วนระหว่างพื้นที่อาคารรวมทุกชั้น/พื้นที่ดินของทุกอาคารที่อยู่บนแปลงเดียวกัน ≤ 10/1

ซึ่งจากการคำนวณจะได้ว่า

พื้นที่ใช้สอยอาคาร/พื้นที่ดิน 14,527.13 / 18,894.00 ตารางเมตร

คิดเป็นอัตราส่วนเท่ากับ 0.77 / 1 ≤ 10 / 1

ดังนั้นจึงเป็นที่ดินที่มีขนาดเพียงพอ สามารถรองรับการวางโครงการได้

จากการวิเคราะห์บริเวณที่ดิน ข. สามารถรองรับพื้นที่ใช้สอยของโครงการได้มากกว่าบริเวณที่ดิน ก.ทำให้บริเวณที่ดิน ก. ต้องมีจำนวนชั้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารมากและด้วยจำนวนชั้นที่มากจะส่งผลต่อการวิจัยในโครงการได้ซึ่งสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

ตาราง 5.3.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านขนาดที่ดิน

ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	3	1	3
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	3	3	9

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

5.3.3 ความสามารถในการขยายตัว

คือวิเคราะห์พื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นพื้นที่ตั้งโครงการทั้ง 2 บริเวณ ถึงศักยภาพของการขยายตัวของพื้นที่ดังนั้นจึงศึกษาพื้นที่โดยรอบที่สามารถรองรับการขยายตัวได้

รูปที่ 5.3.5 แสดงพื้นที่และเส้นทางในของการขยายตัวของบริเวณที่ดิน ก. และ ข.

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

พื้นที่ในการขยายตัวของบริเวณที่ดิน ก. อยู่ด้านข้างของที่ดินฝั่งอาคารศูนย์ประชุมซึ่งมีถนนทางเข้าอาคารศูนย์ประชุมขวางพื้นที่อยู่

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ในการขยายตัวของบริเวณที่ดิน ข. อยู่ด้านบนของที่ดินฝั่งอาคารทีเอ็มซี ซึ่งมีถนนขวางพื้นที่เช่นเดียวกับบริเวณที่ดิน ก.

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการขยายตัวของที่ดินทั้ง 2 บริเวณเป็นพื้นที่เดียวกัน แต่เส้นทางการขยายตัวไม่เหมือนกัน โดยทั้ง 2 บริเวณมีถนนขวางอยู่ ทำให้การเชื่อมต่อกับโครงการต้องผ่านถนนก่อนซึ่งสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

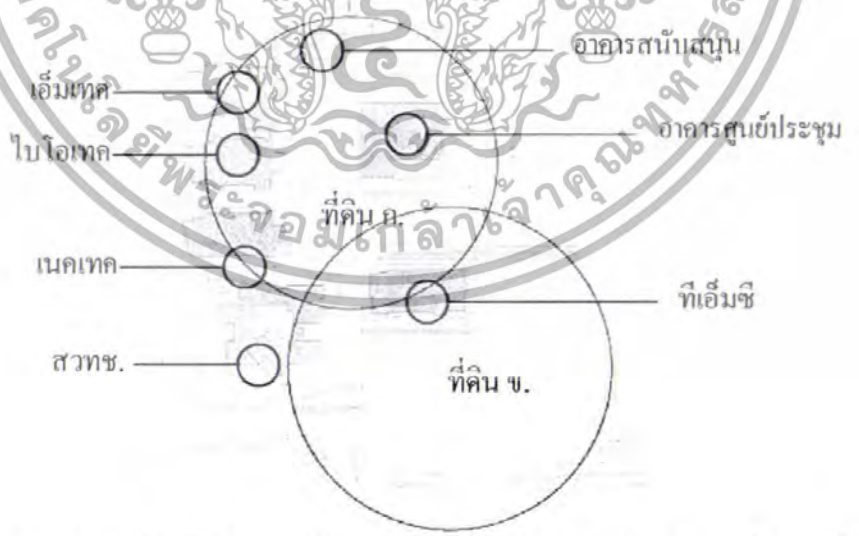
ตาราง 5.3.3 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความสามารถในการขยายตัว

ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	2	1	2
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	2	1	2

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

5.3.4 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ส่งเสริมโครงการ

โดยศึกษาจากผังของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยดังนี้



รูปที่ 5.3.6 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยของบริเวณที่ดิน ก. และ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

องค์ประกอบโดยรอบของที่ดินบริเวณนี้มี อาคารหอประชุม , ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ,ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค), ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค), ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี (ทีเอ็มซี) และอาคารสวทช. ซึ่งถือว่าสามารถเชื่อมโยงกับหน่วยงานต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

องค์ประกอบโดยรอบของที่ดินบริเวณนี้มี อาคารหอประชุม , ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี (ทีเอ็มซี) , อาคารสวทช.และโครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในช่วงที่ 2

โดยเมื่อเทียบกับบริเวณที่ดิน ก. ที่ดินบริเวณที่ดิน ข.จะมีความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ส่งเสริมโครงการน้อยกว่าซึ่งสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

ตาราง 5.3.4 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ส่งเสริมโครงการ

ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	2	3	6
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	2	2	4

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

5.3.5 ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้สอยเดิมของที่ดินเดิม

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

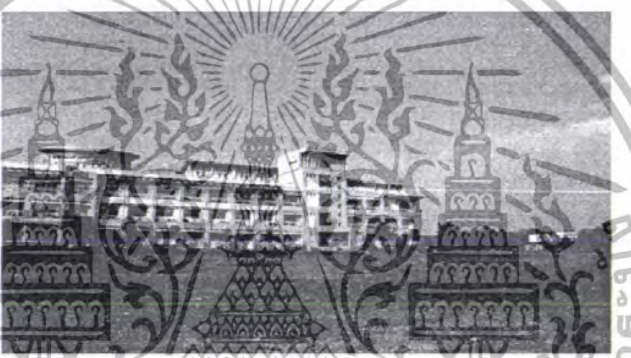
เดิมพื้นที่บริเวณนี้เป็นที่จอดรถยนต์ของเจ้าหน้าที่และนักวิจัยทั้งอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยประมาณ 500 คัน ดังนั้นถ้ามีการใช้พื้นที่นี้เป็นที่ตั้งโครงการแล้วจะต้องศึกษาบริเวณที่จอดรถใหม่ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งจากผังของอุทยานแล้วพบว่าที่จอดรถใหม่จะอยู่รอบอุทยานและมีพื้นที่ไม่มากทำให้โครงการต้องนำที่จอดรถดังกล่าวมารวมกับที่จอดรถของโครงการซึ่งจะมีผลต่อพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งหมดประกอบกับการศึกษาขนาดที่ดินบริเวณที่ดิน ก.มีพื้นที่รองรับพื้นที่ใช้สอยโครงการน้อยอยู่แล้วเมื่อนำที่จอดรถมาเพิ่มจึงจะเป็นการทำให้การใช้พื้นที่ของโครงการลำบากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.3.7 แสดงสภาพการใช้ที่ดินที่เป็นที่จอดรถของบริเวณที่ดิน ก.

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ปัจจุบันเป็นที่ดินว่างไม่มีสิ่งก่อสร้างใดๆ ทำให้เมื่อตั้งโครงการสามารถตั้งโครงการได้เลยและไม่มีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินบริเวณดังกล่าว



รูปที่ 5.3.8 แสดงสภาพการใช้ที่ดินที่เป็นที่ว่างของบริเวณที่ดิน ข.

จากการวิเคราะห์บริเวณที่ดิน ข. ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้สอยเดิมของที่ดินเดิมเมื่อเทียบกับบริเวณที่ดิน ก.ซึ่งสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

ตาราง 5.3.5 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้าน ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้สอยเดิมของที่ดินเดิม

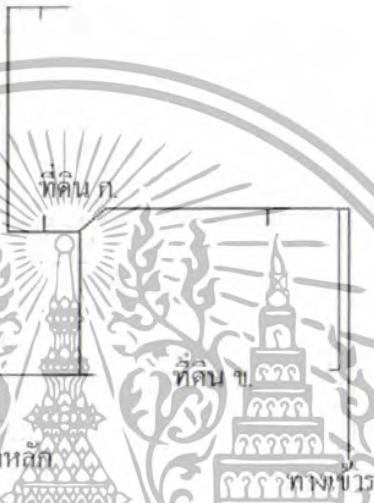
ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	2	1	2
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	2	3	6

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6 การเข้าถึงพื้นที่

เป็นการศึกษาที่เข้าถึงพื้นที่จากทางเข้าหลักของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยดังนี้



รูปที่ 5.3.9 แสดงการเข้าถึงพื้นที่ของบริเวณที่ดิน ก.และ ข.

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

บริเวณที่ดิน ก. มีการเข้าถึงจากด้านหน้าโครงการแล้วผ่านมาที่ด้านหลังอาคารสวทช.ซึ่งจะเป็นถนนที่เป็นโค้งหักศอกทำให้รถทัศนศึกษาเข้าถึงได้ลำบาก

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

บริเวณที่ดิน ข. มีการเข้าถึงจากด้านหน้าโครงการแล้วสามารถเข้าถึงที่ตั้งได้ สะดวกนอกจากนี้อีกด้านของที่ตั้งก็สามารถเข้าได้จากทางด้านข้างโครงการได้เช่นกัน

จากการวิเคราะห์บริเวณที่ดิน ข.มีศักยภาพของการเข้าถึงที่มีศักยภาพดีกว่าบริเวณที่ดิน ก.มากทั้งลักษณะของถนน , ระยะการเข้าถึง เป็นต้นซึ่งสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.3.6 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านการเข้าถึงพื้นที่

ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	1	1	1
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	1	3	3

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

5.3.7 ความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภค

เป็นเกณฑ์ของการเลือกที่ตั้งโครงการที่มีความสำคัญต่อการวิจัยของโครงการโดยพิจารณาใน 2 บริเวณดังนี้

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

จากผังข้างต้นบริเวณที่ดิน ก.จะใกล้กับอาคารสนับสนุน , โรงบำบัดน้ำเสียและโรงไฟฟ้าทำให้บริเวณนี้สามารถรับการบริการด้านระบบสาธารณูปโภคของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยได้สะดวก

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

บริเวณที่ดิน ข. เป็นพื้นที่ว่างและอยู่หน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยทำให้ห่างจากส่วนระบบสาธารณูปโภคของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยพอสมควรแต่ด้านระบบสาธารณูปโภคในปัจจุบันวางระบบอยู่ใต้ดินทั้งหมดและวางเข้าอาคารต่างๆได้ทั้งหมดซึ่งถ้าตั้งโครงการบริเวณนี้สามารถรับระบบสาธารณูปโภคได้เลยเพียงต่อระบบต่างๆเข้าโครงการ

จากการวิเคราะห์ระบบสาธารณูปโภคบริเวณที่ดิน ก. มีความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภคมากเนื่องจากใกล้ส่วนระบบสาธารณูปโภคกลางของโครงการสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

ตาราง 5.3.7 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภค

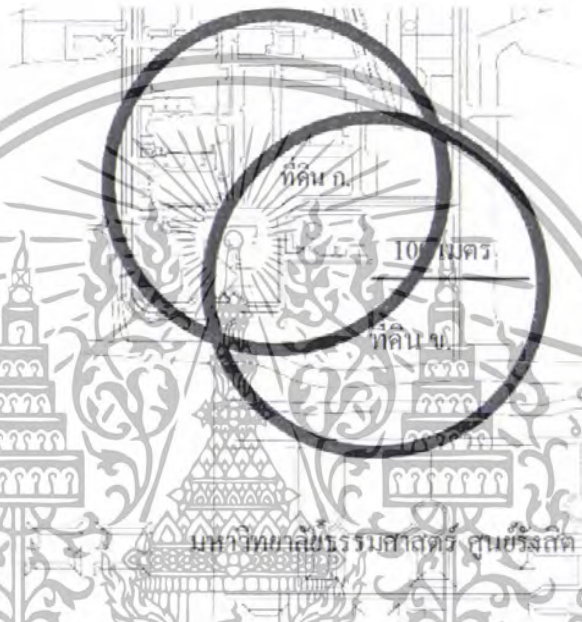
ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	2	3	6
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	2	2	4

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.8 ความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ

เป็นการศึกษาระยะห่างจากชุมชนโดยรอบที่เป็นไปตามกฎกระทรวง (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้สถานที่ผลิตวัตถุอันตรายต้องตั้งอยู่ในทำเลที่เหมาะสมและปลอดภัยแก่การขนส่งวัตถุอันตราย ไม่ก่อเหตุรำคาญ มลพิษ หรือผลกระทบใด ๆ ต่อแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำสาธารณะ หรือแหล่งอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและต้องไม่อยู่ในบริเวณ ภายในระยะ 100 เมตร จากเขตสาธารณะสถาน เช่น โรงเรียนหรือสถานศึกษา , วัดหรือศาสนสถาน , สถานพยาบาล โบราณสถาน หรือสถานที่ทำการงานของหน่วยงานของรัฐใน 2 บริเวณดังนี้



รูปที่ 5.3.10 แสดงระยะความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ

ก. บริเวณที่จอดรถของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

จากระยะห่างของบริเวณที่ดิน ก. โครงการจะไม่ส่งผลกระทบต่อเขตสาธารณะในบริเวณเดือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต,สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ข. บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

บริเวณที่ดิน ข. มีระยะห่างที่ไม่ส่งผลกระทบต่อเขตสาธารณะในบริเวณเช่นเดียวกับบริเวณ ที่ดิน ก.

จากการวิเคราะห์ความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบของโครงการพื้นที่ทั้งสองบริเวณไม่ส่งผลกระทบต่อเขตสาธารณะในบริเวณโดยรอบแต่บริเวณที่ดิน ข. อยู่ใกล้กับส่วนเขตสาธารณะในบริเวณมากกว่าบริเวณ ที่ดิน ก. เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5.3.8 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ

ที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	คะแนน	รวม
ที่ดิน ก. (บริเวณที่จอดรถของอุทยานฯ)	3	3	9
ที่ดิน ข.(บริเวณที่ว่างหน้าอุทยานฯ)	3	2	6

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

จากการวิเคราะห์และพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ โดยเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการสามารถสรุปเป็นคะแนนได้ดังนี้

ตาราง 5.3.9 แสดงสรุปคะแนนจากการเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการ

เกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการ	ค่าน้ำหนัก	ที่ดิน ก.		ที่ดิน ข.	
		คะแนน	รวม	คะแนน	รวม
การสอดคล้องกับผังแม่บทของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย	3	3	9	3	9
ขนาดที่ดิน	3	1	3	3	9
ความสามารถในการขยายตัว	2	2	4	2	4
ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ส่งเสริมโครงการ	2	3	6	2	4
ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนการใช้สอยเดิมของที่ดินเดิม	2	1	2	3	6
การเข้าถึงพื้นที่	1	1	1	3	3
ความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภค	2	3	6	2	4
ด้านความปลอดภัยจากการวิจัยต่อพื้นที่โดยรอบ	3	3	9	2	6
รวม			40		45

หมายเหตุ : 1 คือ พอใช้ 2 คือ ดี 3 คือ ดีมาก

จากเกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการ สามารถสรุปที่ตั้งของโครงการได้คือบริเวณที่ดิน ข. คือ บริเวณส่วนหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยด้านหน้าของอาคาร ทีเอ็มซี เป็นที่ตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งจะนำที่ตั้งโครงการดังกล่าวมาการศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

เมื่อได้ที่ตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติแล้วนำที่ตั้งนั้นมาทำการศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการที่ได้มาจากการการวิเคราะห์และพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการโดยมีหลักในการศึกษาและวิเคราะห์ดังนี้

5.4.1 ข้อมูลสำหรับการศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

1.) มิติ , ขนาดของพื้นที่ โดยมีการศึกษาดังนี้

- ด้านขนาดของที่ดิน
- รูปร่างของที่ดิน

2.) สภาพภูมิศาสตร์ โดยมีการศึกษาดังนี้

- ความเอียงลาดของพื้นที่
- ธรณีสัณฐานและทรัพยากรดิน
- ทรัพยากรแหล่งน้ำ , แหล่งน้ำใต้ดิน
- ฤดูกาลและทิศทางลมเด่นลม

3.) สภาพแวดล้อม โดยมีการศึกษาดังนี้

- สภาพแวดล้อมในที่ตั้งโครงการและนอกที่ตั้งโครงการ
- สภาพมลภาวะต่างๆ เช่น เสียง , อากาศ , น้ำ
- สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

4.) ทัศนียภาพหรือมุมมอง โดยมีการศึกษาดังนี้

- มุมมองภายนอกโครงการ
- มุมมองจากภายในโครงการ

5.) ทางสัญจร

6.) ระบบสาธารณูปโภคโดยมีการศึกษาดังนี้

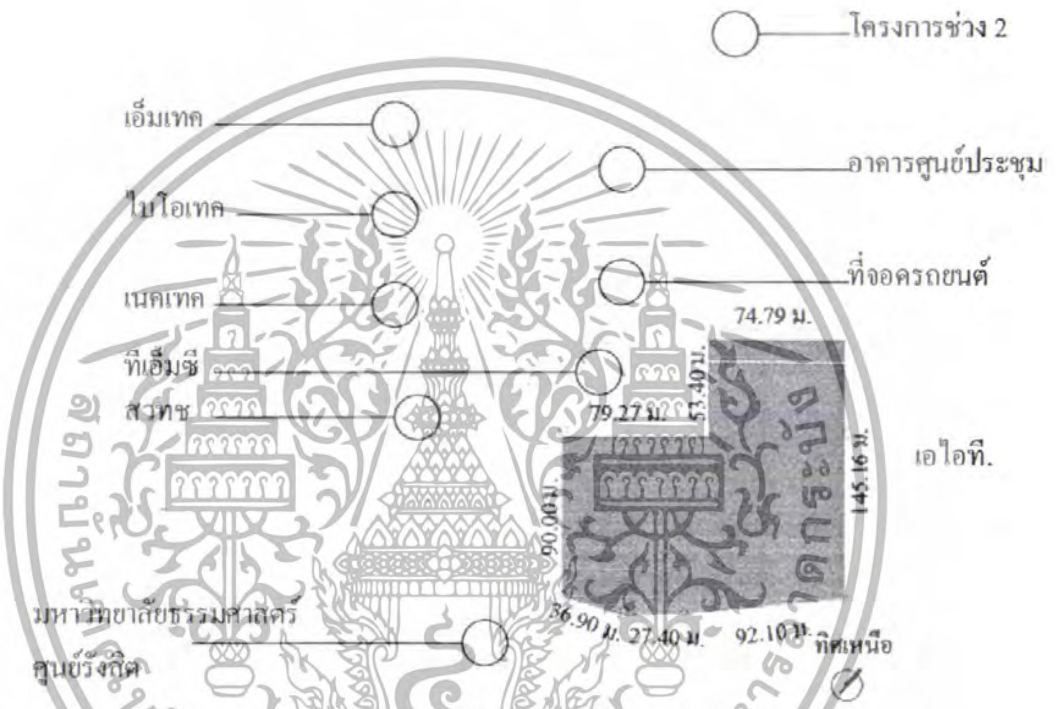
- ไฟฟ้า
- น้ำประปา
- ระบบโทรคมนาคม
- ระบบหัวจ่ายน้ำดับเพลิง
- ระบบท่อระบายน้ำ
- ระบบบำบัดน้ำเสีย
- ระบบการจัดการของเสีย

7) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 รายละเอียดของการศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

1.) มิติ . ขนาดของพื้นที่



รูปที่ 5.4.1 แสดงขนาดที่ดินของโครงการภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

รายละเอียดของที่ตั้ง

ที่ตั้งโครงการ	:	อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
เนื้อที่	:	11.8 ไร่ (18,894.00 ตารางเมตร)
อาณาเขตที่ดิน	:	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ติดกับอาคารทีเอ็มซีและพื้นที่ว่าง
		ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ติดกับอาคาร สวทช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ติดกับถนนยูงทองโดยตรงข้ามกับอาคารโดมบริหาร สำนักอธิการบดี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ติดกับถนนภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยและสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)

โดยมีรูปร่างของที่ดินเป็นรูปตัวแอล(L)โดยที่ด้านหน้าของที่ดินจะโค้งเล็กน้อยตามถนนยูงทอง

2.) สภาพภูมิศาสตร์

- ความเอียงลาดของพื้นที่

จากการสำรวจ บริเวณที่ตั้งในปัจจุบันยังเป็นที่โล่งโดยที่ยังไม่มีความเอียงลาดของพื้นที่ โดยมีความสูงจากระดับถนนภายนอกโครงการ 1.00 เมตร โดยมีบางส่วนของที่ดินซึ่งมีระดับต่ำทำให้เกิดน้ำท่วมขังเป็นบางส่วนที่เกิดจากการก่อสร้างของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยในโครงการที่ 2 ดังนั้นจึงต้องมีการปรับระดับดินในที่ตั้งโครงการให้มีระดับท่ากับส่วนอื่นๆของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

- ธรณสัณฐานและทรัพยากรดิน

ธรณสัณฐานของจังหวัดปทุมธานีโดยนำข้อมูลจากของกรมทรัพยากรธรณีพบว่า ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างถึงบริเวณชายฝั่งทะเลโดยรวมถึงจังหวัดปทุมธานี มีลักษณะของธรณสัณฐานคือมีตะกอนทับถมกันจนเกิดเป็นชั้นประกอบด้วย ชั้นกรวด ทราย และเทรกสลับด้วยดินเหนียว ในระดับความลึกประมาณ 650 เมตร ตะกอนเหล่านี้แบ่งออกเป็น 8 ชั้นน้ำ และแต่ละชั้นแยกจากกัน โดยชั้นดินเหนียวกั้นอยู่ ชั้นน้ำต่างๆเหล่านี้ได้แก่

- ชั้นน้ำกรุงเทพ ความลึก 50 เมตร
- ชั้นน้ำพระประแดง ความลึก 100 เมตร
- ชั้นน้ำนครหลวง ความลึก 150 เมตร
- ชั้นน้ำนนทบุรี ความลึก 200 เมตร
- ชั้นน้ำสามโคก ความลึก 300 เมตร
- ชั้นน้ำพญาไท ความลึก 350 เมตร
- ชั้นน้ำธัญบุรี ความลึก 450 เมตร
- ชั้นน้ำปากน้ำ ความลึก 550 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากข้อมูลสถานการณ์แผ่นดินทรุดในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีจัดอยู่ในเขตวิกฤตอันดับ 3 คือ มีการทรุดตัว น้อยกว่า 5 ซ.ม./ปี

ทรัพยากรดินของพื้นที่จังหวัดปทุมธานีส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวจัดสภาพดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัดมีพีเอช ประมาณ 6-4 ซึ่งลักษณะของดินภายในจังหวัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มดินนาดี มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 30 กลุ่มดินนาที่มีสภาพเป็นกรดจัด มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 70 เนื่องจากลักษณะดินเป็นดินเหนียวทำให้การระบายน้ำไม่ดีและการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า

- ทรัพยากรแหล่งน้ำ , แหล่งน้ำใต้ดิน

ทรัพยากรแหล่งน้ำของบริเวณที่ตั้งโครงการไม่มีแต่จะมีสระน้ำบริเวณหลังอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งทรัพยากรแหล่งน้ำของอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานีมีคลองชลประทาน 1-7 ผ่านและคลองระพีพัฒน์ ซึ่งเป็นคลองชลประทานที่จ่ายน้ำไปยังพื้นที่โดยรอบเพื่อทำเกษตรกรรม

แหล่งน้ำใต้ดินของที่ตั้งโครงการมีลักษณะให้ปริมาณน้ำมาก (5-200 ลบ.ม./ชม.) โดยทั่วไปน้ำมีคุณภาพ ซึ่งนอกจากอำเภอคลองหลางแล้วลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดินยังพบที่ อำเภอสามโคก อำเภอธัญบุรี และอำเภอเมืองปทุมธานี นอกจากแหล่งน้ำใต้ดินที่ให้ปริมาณน้ำมากแล้วอำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอหนองเสือ และอำเภอลำลูกกา มีลักษณะแหล่งน้ำใต้ดินให้ปริมาณน้ำน้อย (1.50 ลบ.ม./ชม.)โดยทั่วไปน้ำมีคุณภาพดี แต่บางพื้นที่เป็นน้ำกร่อย และมีตะกอนสนิมเจือปน พื้นที่ที่มีแหล่งน้ำประเภทนี้ โดยแหล่งน้ำใต้ดิน 2 ประเภทมีคุณภาพคล้ายกัน

- ฤดูกาลและทิศทางลมลม

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดปทุมธานีมีสภาพคล้ายกับจังหวัดในภาคกลาง โดยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีอุณหภูมิและปริมาณฝนแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ

- ฤดูร้อน อยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน
- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.4 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 25.8 องศาเซลเซียส

ลมประจำพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมประจำพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ส่วนทิศทางแดดโดยที่ตั้งนี้ด้านหน้าอยู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้

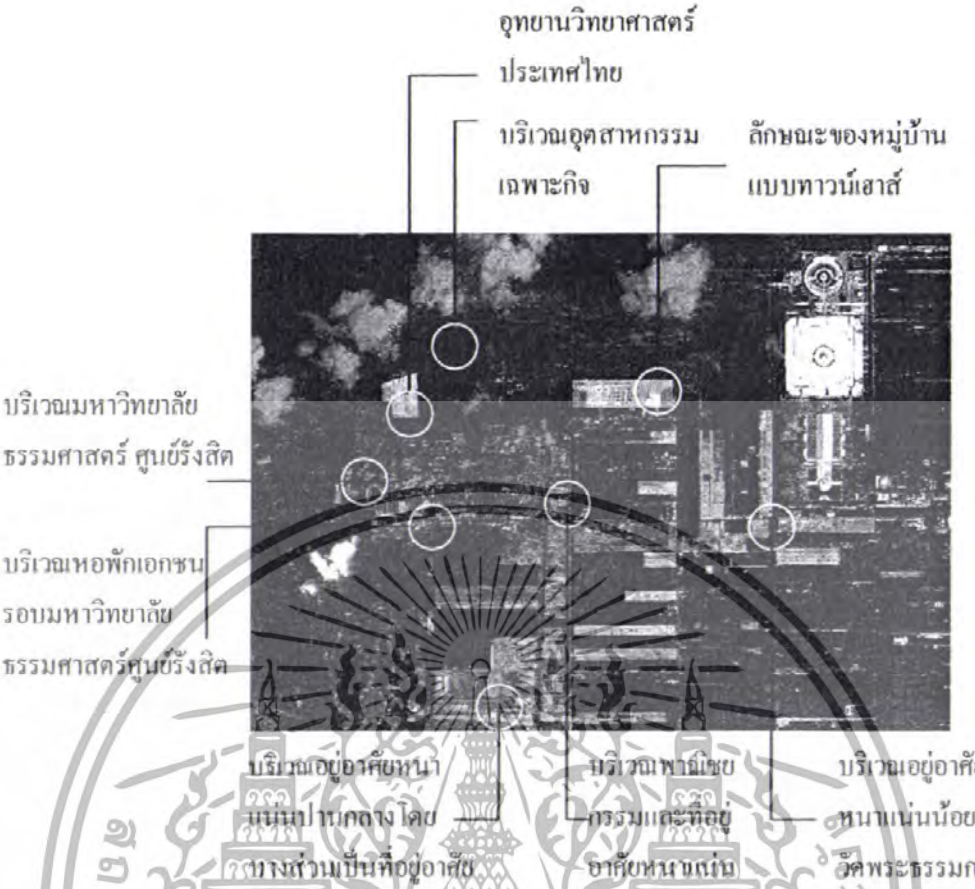
3.) สภาพแวดล้อม โดยมีการศึกษาดังนี้

- สภาพแวดล้อมในที่ตั้งโครงการและนอกที่ตั้งโครงการ

สภาพแวดล้อมของที่ตั้งของที่มีคุณภาพดีถึงแม้จะใกล้นิคมอุตสาหกรรมนวนครทำให้เกิดปัญหามลภาวะจากโรงงานอุตสาหกรรมแต่โดยรอบของที่ตั้งโครงการและบริเวณของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต มีต้นไม้ที่ช่วยเป็นตัวกันมลภาวะทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมได้

ส่วนลักษณะของการใช้พื้นที่ของพื้นที่โดยรอบอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย มีการใช้พื้นที่ของสถานศึกษาคือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต , โรงเรียนประถมศึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์(โรงเรียนสวัสดิการของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) , สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) นอกจากนี้โดยรอบของที่ตั้งยังมีนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น นิคมอุตสาหกรรมนวนครและโรงงานต่างๆของบริษัทขนาดใหญ่เช่น โรงงานเครื่องใช้ไฟฟ้า , อิเล็กทรอนิกส์ , ยาง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4.2 แสดงลักษณะการใช้ที่ดินโดยรอบของที่ตั้งโครงการ

- สภาพมลภาวะต่างๆ เช่น เสียง , อากาศ , น้ำ

มลภาวะทางเสียงของโครงการมีน้อยโดยเฉพาะภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่มีความเงียบสงบ ส่วนด้านตรงข้ามที่ตั้งโครงการที่เป็นมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิตเป็นกลุ่มอาคารบริหารคือ ตึกโดมบริหารและสำนักงานอธิการบดี ทำให้ไม่มีมลภาวะทางเสียงออกมาจากกลุ่มอาคารเหล่านั้น ส่วนทางมลภาวะทางเสียงจากถนนหน้าโครงการมีระยะห่างพอสมควรและมีแนวต้นไม้ใหญ่กันเสียง

มลภาวะในอากาศก็มีน้อยเช่นกันเนื่องจากมีระยะห่างพอสมควรจากนิคมอุตสาหกรรมโดยรอบ ประกอบกับที่ตั้งโครงการมีต้นไม้ใหญ่จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิตเป็นตัวกั้นมลภาวะทางอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สภาพแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม

มลภาวะในน้ำไม่มีเนื่องจากที่ตั้งโครงการตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติมากซึ่งมลภาวะในน้ำมีมากในคลองรังสิตประยูรศักดิ์ซึ่งห่างจากที่ตั้งโครงการมากดังนั้นมลภาวะในน้ำจึงไม่มีผลต่อโครงการ

4.) ทัศนียภาพหรือมุมมอง โดยมีการศึกษาดังนี้

- มุมมองเข้าไปในโครงการ

รูปที่ 5.4.3 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่1 (ทิศตะวันตกเฉียงใต้)

รูปที่ 5.4.4 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่ 2 (ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ)

รูปที่ 5.4.5 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่ 3 (ทิศตะวันออกเฉียงใต้)

รูปที่ 5.4.6 มุมมองเข้าไปในโครงการด้านที่ 4 (ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มุมมองจากภายในโครงการ

รูปที่ 5.4.7 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารโดมบริหารและคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รูปที่ 5.4.8 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารที่เอ็มซี

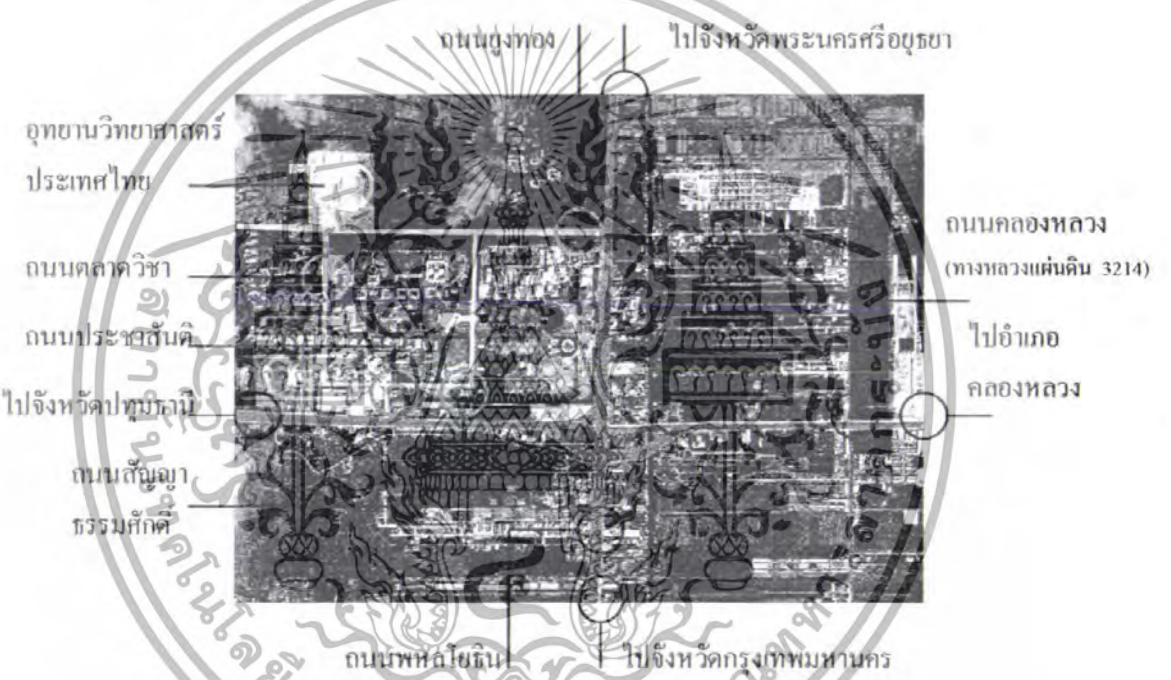
รูปที่ 5.4.9 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคารศูนย์ประชุม

รูปที่ 5.4.10 มุมมองภายในโครงการที่มองเห็นอาคาร สวทช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) ทางสัญจร

การเข้าถึงถึงที่ตั้งต้องเข้ามาทางถนนพหลโยธินฝั่งขาออกไปจังหวัดพระนครศรีอยุธยาแล้วจึงเข้ามาในถนนยูงทองซึ่งเป็นถนนภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ที่ใช้ร่วมกันของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ,สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ซึ่งเป็นถนน 4 ช่องทาง ซึ่งสามารถรองรับรถโดยสารขนาดใหญ่ได้ โดยมีรถโดยสารประจำทางสาย 29 เข้ามาภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต และรถโดยสารของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่ใช้สำหรับนักวิจัยเดินทางมาอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย โดยโดยภาพรวมแล้วถนนยูงทองมีสภาพสามารถรองรับรถทัศนาจรของนักเรียนและบุคคลภายนอกที่จะเข้ามาในโครงการได้



รูปที่ 5.4.11 แสดงเส้นทางสัญจรบริเวณโดยรอบของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

อีกเส้นทางคือเข้ามาทางถนนคลองหลวงแล้วกลับรถเข้ามาในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ฝั่งศูนย์กีฬาเอเชี่ยนเกมส์ตรงถนนประชาสันติแล้วเลี้ยวซ้ายมาถนนสัญญา ธรรมศักดิ์ ตรงเข้ามาจนถึงถนนตลาดวิชาซึ่งถนนเส้นนี้จะตรงมาทางเข้าหลักของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ส่วนรถประจำทางที่ผ่านเข้ามาหน้าโครงการคือ

- รถปรับอากาศสาย 29 (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต - หัวลำโพง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอดบริเวณถนนตลาดวิชาหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

- รถปรับอากาศสาย 39 (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต - อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ) จอดบริเวณถนนตลาดวิชาหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
- รถปรับอากาศสาย 510 (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต - อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ) จอดบริเวณถนนตลาดวิชาหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
- รถปรับอากาศสาย504 (รังสิต -สวนธนบุรีรมย์) จอดบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิตหน้าโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ์
- รถปรับอากาศสาย 520 (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต – รามคำแหง)จอดบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิตหน้าโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ์
- รถตู้ร่วมบริการสาย ต 85 (ม.ธรรมศาสตร์รังสิต – อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ) จอดในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

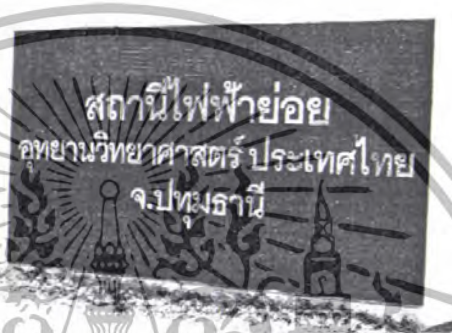
รูปที่ 5.4.12 แสดงเส้นทางสัญจรจากถนนยูงทองเข้ามาในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

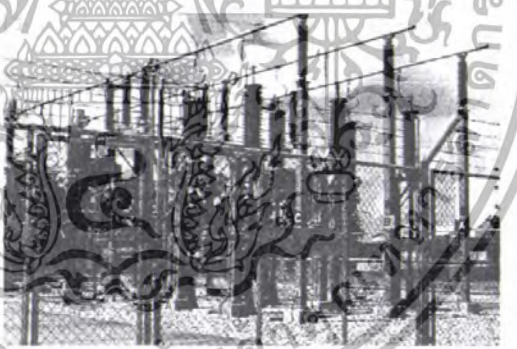
6.) ระบบสาธารณูปโภคโดยมีการศึกษาดังนี้

- ไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย มีระบบไฟฟ้าที่สามารถรองรับกิจกรรมวิจัยและพัฒนาที่จะเกิดขึ้น ทั้งเฟสเดียวและ 3 เฟสพร้อมทั้งมีระบบไฟฟ้าสำรองโดยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยจะมีสถานีไฟฟ้าย่อยที่จ่ายกระแสไฟฟ้า22 กิโลโวลต์ ไปยังอาคารแต่ละหลังในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งสามารถรองรับการใช้งานของหน่วยงานภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย รวมปริมาณกระแส 50 เมกะโวลต์แอมป์ โดยสายไฟฟ้าจะอยู่ใต้ดินแล้วต่อไปยังอาคารแต่ละหลัง



รูปที่ 5.4.13 แสดงโรงไฟฟ้าย่อยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย



รูปที่ 5.4.13 (ต่อ) แสดงโรงไฟฟ้าย่อยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

- น้ำประปา

ระบบประปาของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยจะต่อโดยตรงกับการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดปทุมธานี ซึ่งแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาของจังหวัดปทุมธานี ในปัจจุบันมาจากแหล่งน้ำใต้ดินทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากชั้นน้ำนครหลวงและนนทบุรี โดยมีสำนักงานการประปา 2 แห่ง คือ การประปาปทุมธานี และการประปารังสิต มีกำลังผลิตน้ำประปารวม 57,720 ลูกบาศก์เมตร/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน แหล่งน้ำดิบของการประปาอาศัยน้ำจากบ่อบาดาลจำนวน 44 บ่อ ของสำนักงานประปา (รวมทุกสาขาย่อย) จำนวน 13 แห่ง มีปริมาณการสูบน้ำ สูงสุด 174 ลูกบาศก์เมตร/วัน

- ระบบโทรคมนาคม

ระบบโทรคมนาคมของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย มี บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่นจำกัด(มหาชน)เตรียมให้บริการโทรศัพท์ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย 5,000 เลขหมาย รวมถึงโทรศัพท์ระบบไอเอสดีเอ็น(ISDN) ที่จะทำให้สามารถรับส่งสัญญาณเสียง ข้อมูลและภาพด้วยระบบดิจิตอลความเร็วสูง ทำให้การสื่อสารถูกต้อง ครบถ้วนและชัดเจน รวมทั้งมีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet Network System) ให้บริการด้วยระบบเครือข่ายความเร็วสูง โดยใช้สายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ความเร็วสูง ซึ่งทุกระบบจะอยู่ใต้ดินแล้วต่อไปยังอาคารแต่ละหลัง

- ระบบหัวจ่ายน้ำดับเพลิง

ระบบหัวจ่ายน้ำดับเพลิงของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยจะมีอยู่ที่หน้าอาคารทุกหลังของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

- ระบบท่อระบายน้ำ

ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีการวางท่อระบายน้ำตามแนวถนนแล้วต่อไปยังโรงระบบบำบัดน้ำเสียที่ตั้งส่งหลังอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยก่อนที่จะปล่อยออกไปสระน้ำหลังอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

- ระบบการจัดการของเสีย

ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยจะมีโรงเผาของเสียและขยะอันตราย ซึ่งสามารถเผาทำลายขยะติดเชื้อหรือปนเปื้อนสารเคมีอันตราย และของเสียอันตรายที่เป็นสารเคมีได้หลายชนิดและมีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ

รูปที่ 5.4.14 แสดงโรงเผาขยะของภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบบำบัดน้ำเสีย

ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) สามารถรองรับน้ำเสียได้มากถึงวันละ 500 ลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าบีโอดีสูงสุดไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 5.4.15 แสดงโรงบำบัดน้ำเสียระบบตะกอนเร่ง ภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

ส่วนระบบสาธารณูปการในพื้นที่มี โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ , โรงพยาบาลนานาคร , ที่ว่าการอำเภอคลองหลวง ,สถานีตำรวจภูธรอำเภอคลองหลวงในพื้นที่เขตตรวจที่ 4 , เทศบาลเมืองคลองหลวง, สถานีดับเพลิงคลองหลวง

7) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับศูนย์นานาในเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยใช้ข้อมูลในการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ประเภทของโครงการ
- พื้นที่ใช้สอยของโครงการ
- ที่ตั้งของโครงการ
- ลักษณะของกิจกรรมในโครงการ
- การปล่อยมลภาวะของโครงการ
- การปรับสภาพที่ตั้งของโครงการที่มาจากสภาพที่ตั้งจริงในปัจจุบัน

ซึ่งจากการศึกษาจากข้อมูลข้างต้นแล้วโครงการอยู่ในกฎหมายต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

โดยมีกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ที่เกี่ยวข้องและสำคัญ ดังนี้

กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

โดยโครงการอยู่ในประเภทอาคารตามกฎกระทรวงดังนี้

- อาคารสาธารณะ เนื่องจากโครงการเป็นอาคารที่ประกอบกิจกรรมทางราชการ , การศึกษา , การนันทนาการ, หอประชุม , ห้องสมุด
- อาคารพิเศษ เนื่องจากโครงการประกอบด้วยส่วนต่างๆตามกฎหมาย คือ ส่วนห้องประชุมและอบรม , ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์ , มีส่วนที่เก็บวัสดุไวไฟ , วัสดุระเบิด หรือวัสดุกระจายแพร่พิษ หรือรังสีตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น
- อาคารขนาดใหญ่ (2,000 ตารางเมตรขึ้นไป) เนื่องจากโครงการมีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งอาคาร คือ 14,527.13 ตารางเมตร (จากการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่การใช้สอยอาคาร)
- สำนักงาน หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสำนักงานหรือที่ทำการ
- ภัตตาคาร หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่ขายอาหารหรือเครื่องดื่ม โดยมีพื้นที่สำหรับตั้งโต๊ะอาหารไว้บริการภายในอาคารหรือภายนอกอาคาร

ดังนั้นโครงการมีข้อบังคับและข้อปฏิบัติตามกฎกระทรวงดังนี้

วัสดุของอาคาร

- ครัวในอาคารต้องมีพื้นและผนังที่ทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ ส่วนฝ้าและเพดานนั้น หากไม่ได้ทำด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟก็ให้บุด้วยวัสดุทนไฟ

พื้นที่ภายในอาคาร

- ช่องทางเดินในอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร โดยระยะดิ่งไม่น้อยกว่า 2.60 เมตร (ช่องทางเดินในอาคาร) , 3.00 เมตร (สำนักงาน ,ห้องอาหาร ห้องโถง) , 3.50 เมตร (ห้องประชุม)

บันไดของอาคาร

- ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ถ้าความกว้างสุทธิของบันไดน้อยกว่า 1.50 เมตร ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันได และแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร อย่างน้อยสองบันได ถ้ามีบันไดเดียวต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 3.00เมตร (ห้องประชุมและอบรม)

บันไดหนีไฟ

- บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร
- ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร

ที่ว่างภายนอกอาคาร

- ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 10 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร

แนวอาคารและระยะต่างๆ ของอาคาร

- ถนนสาธารณะ(ถนนยูงทอง)มีความกว้างเกิน 20 เมตรขึ้นไป ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 2 เมตร
- การก่อสร้างอาคารใกล้อาคารอื่นในที่ดินเจ้าของเดียวกัน (อาคารที่เอ็มซี)พื้นหรือผนังของอาคารสูงไม่เกิน 9 เมตร ต้องห่างอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 4 เมตร และสำหรับอาคารที่สูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ต้องห่างอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 6 เมตร
- อาคารที่มีความสูงเกิน 9 เมตร แต่ไม่ถึง 23 เมตร ผนังหรือระเบียงต้องอยู่ห่างเขตที่ดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร

กฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

เป็นกฎกระทรวงที่ว่าด้วยการออกแบบอาคารเพื่อป้องกันแรงแผ่นดินไหวโดยกระทรวงมหาดไทยกำหนดเพิ่มให้จังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลอยู่ในการควบคุมของกฎกระทรวงฉบับที่ 49 ดังนั้นโครงอยู่ในจังหวัดปทุมธานีที่เป็นจังหวัดปริมณฑลและเป็นอาคารสาธารณะดังนั้นโครงการจึงอยู่ในข้อบังคับของกฎกระทรวงฉบับนี้ ดังนั้นการออกแบบโครงสร้างของอาคารจึงต้องสามารถรับแผ่นดินไหวตามข้อบังคับโดยต้องมีระบบโครงสร้างในการรับแรงแผ่นดินไหวสามารถจำแนกออกเป็น 2 ระบบคือ

- ระบบรับแรงในแนวราบ
- ระบบรับแรงทางด้านข้าง

โดยมีการโครงสร้างรับแรงแผ่นดินไหวที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีความต่อเนื่อง
- มีความสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีเสถียรภาพส่วนเกินของโครงสร้าง

กฎกระทรวงฉบับที่ 44 (พ.ศ.2538)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

เป็นกฎกรระทรวงที่ว่าด้วยการระบายน้ำและบำบัดน้ำเสีย

โดยโครงการเป็นอาคารประเภท ข ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 44 คือ

- อาคารที่ทำการของราชการ ที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในอาคารหลังเดียวกันหรือหลายหลังรวมกันตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 55,000 ตารางเมตร
- ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในอาคารหลังเดียวกันหรือหลายหลังรวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 2,500 ตารางเมตร

โดยมีข้อบังคับและข้อปฏิบัติตามดังนี้

- น้ำทิ้งจากอาคารที่จะระบายจากอาคารลงสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้งได้ต้องมีคุณภาพน้ำทิ้งตามประเภทของอาคารตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในกฎกระทรวง
- โดยทางระบายน้ำเพื่อระบายน้ำจากอาคารต้องมีส่วนลาดเอียงไม่ต่ำกว่า 1 ใน 200 หรือต้องมีส่วนลาดเอียงเพียงพอให้น้ำทิ้งไหลเร็วไม่ต่ำกว่า 60 เซนติเมตรต่อวินาที
- ขนาดของทางระบายน้ำต้องมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำทิ้งของอาคารนั้น โดยถ้าเป็นทางระบายน้ำแบบท่อปิดต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร โดยต้องมีบ่อพักสำหรับตรวจการระบายน้ำทุกมุมเลี้ยวและทุกระยะไม่เกิน 12 เมตร หรือทุกระยะไม่เกิน 24 เมตร ถ้าทางระบายน้ำแบบท่อปิดนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไป ในกรณีที่เป็นทางระบายน้ำแบบอื่นต้องมีความกว้างภายในที่ของบนสุด ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

กฎกระทรวงฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2537)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

โดยมีข้อบังคับและข้อปฏิบัติตามดังนี้

- ระยะความสูงสุทธิระหว่างพื้นที่ที่ใช้จอดรถ ทางเดินรถ และทางลาดขึ้นลงของรถกับส่วนที่ต่ำสุดของชั้นที่ถัดไปของอาคาร ต้องไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร
- ส่วนของพื้นที่ที่ใช้จอดรถต่างระดับกันจะเหลื่อมกันได้ไม่เกิน 1.00 เมตร และเฉพาะส่วนที่เหลื่อมกันจะมีความสูงน้อยกว่า 2.10 เมตรก็ได้

กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

เนื่องจากโครงการเป็นที่ชุมนุมของประชาชน เช่น หอประชุม , หอสมุด , ภัตตาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงาน , สถานที่ทำการของราชการ เป็นต้น

โดยมีข้อบังคับและข้อปฏิบัติตามดังนี้

- มีจำนวนห้องน้ำและห้องส้วมตามกฎกระทรวงกำหนด

กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

โดยโครงการอยู่ในประเภทอาคารตามกฎกระทรวงดังนี้

- อาคารขนาดใหญ่พิเศษ (10,000 ตารางเมตร ขึ้นไป) เนื่องจากโครงการมีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งอาคาร คือ 14,527.13 ตารางเมตร

โดยมีข้อบังคับและข้อปฏิบัติตามดังนี้

- ถนนหรือที่ว่างปราศจากสิ่งปกคลุมโดยรอบอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร และรถดับเพลิงสามารถเข้าออกได้โดยสะดวก
- พื้นที่หรือผนังต้องห่างเขตที่ดินของผู้อื่นและถนนสาธารณะ ไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร
- มีค่าสูงสุดของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นต่อพื้นที่ดินของอาคารทุกหลังที่ก่อสร้างขึ้นในที่ดินแปลงเดียวกันไม่เกิน 10 ต่อ 1
- มีที่ว่างอันปราศจากสิ่งปกคลุมไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ดินแปลงนั้น
- บันไดหนีไฟนี้ต้องอยู่ห่างกัน ไม่เกิน 60.00 เมตร โดยวัดตามแนวทางเดิน
- ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับดับเพลิงที่เกิดจากประเภทของวัสดุที่มีในแต่ละชั้น โดยให้มีหนึ่งเครื่องต่อพื้นที่อาคาร ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร ทุกระยะ ไม่เกิน 45.00 เมตรแต่ไม่น้อยกว่าชั้นละ 1 เครื่อง

กฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ.2517)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร พุทธศักราช 2479

เป็นกฎกระทรวงที่ว่าด้วยที่จอดรถยนต์โดยมีข้อบังคับกับโครงการเนื่องจากมีลักษณะดังนี้

- เป็นสำนักงานที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไป
- เป็นอาคารขนาดใหญ่
- มีห้องโถงของภัตตาคารตาม หรืออาคารขนาดใหญ่

โดยมีข้อบังคับและข้อปฏิบัติตามในเขตเทศบาลทุกแห่งหรือในเขตท้องที่ที่ได้มีพระราชกฤษฎีกาให้ใช้พระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร พุทธศักราช 2475 ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บังคับดังนี้

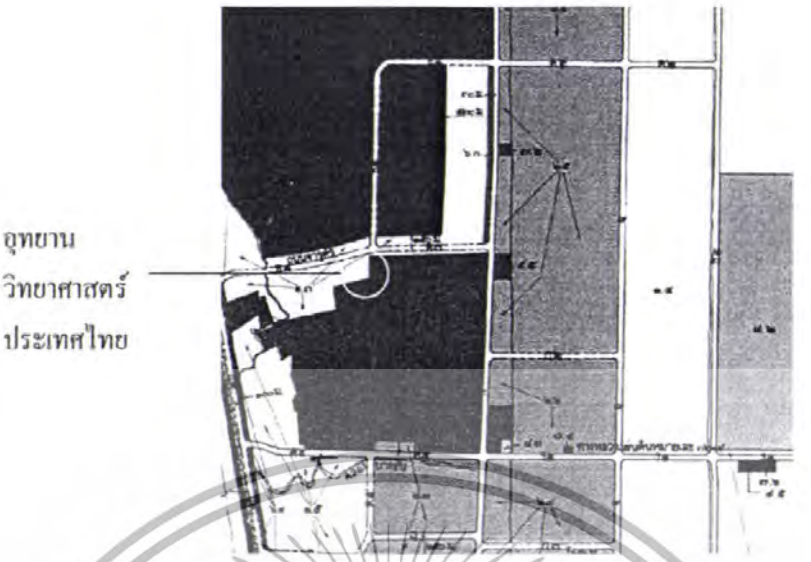
- โรงมหรสพ ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อจำนวนที่นั่งสำหรับคนดู 40 ที่ เศษของ 40 ที่ ให้คิดเป็น 40 ที่
- ภัตตาคาร ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ตั้งโต๊ะอาหาร 40 ตารางเมตรเศษของ 40 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 40 ตารางเมตร
-สำนักงาน ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 120 ตารางเมตร เศษของ 120 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 120 ตารางเมตร
-ห้องโถงของภัตตาคารอาคารขนาดใหญ่ ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ห้องโถง 30 ตารางเมตรเศษของ 30 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 30 ตารางเมตร
- อาคารขนาดใหญ่ ให้มีที่จอดรถยนต์ตามจำนวนที่กำหนดของแต่ละประเภทของอาคารที่ใช้เป็นที่ประกอบกิจการในอาคารขนาดใหญ่นั้นรวมกัน หรือให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่อาคาร 240 ตารางเมตร เศษของ 240 ตารางเมตร ให้คิด 240 ตารางเมตร ทั้งนี้ให้ถือที่จอดรถยนต์จำนวนที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

2.) กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมฉบับที่ 333เมืองท่าโขลง-คลองหลวง-รังสิต จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2540

โดยที่ดินนี้อยู่ในกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมฉบับที่ 333เมืองท่าโขลง-คลองหลวง-รังสิต จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2540 ซึ่งปัจจุบันสิ้นสุดการบังคับเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ.2547 ซึ่งปัจจุบันอยู่ในการทำร่างกฎกระทรวง 10 ชุด ดังนั้นการวิเคราะห์จึงใช้กฎกระทรวงฉบับที่สิ้นสุดการบังคับ ไปแล้วก่อน

โดยที่ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อยู่ในสีน้ำเงิน ซึ่งพื้นที่สีน้ำเงินคือที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ โดยที่ดินประเภทนี้มีข้อกำหนดคือ ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการของรัฐ กิจการเกี่ยวกับการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการหรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4.16 แสดงแผนการใช้ที่ดินตามผังเมืองรวมฉบับที่ 333เมืองท่าโขลง-คลองหลวง-รังสิต จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2540

3.) กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548

เนื่องจากโครงการเป็นอาคารของรัฐบาล และมีพื้นที่อาคารที่เปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไปเกิน 2,000 ตารางเมตร (ส่วนประชุมและอบรม , ส่วนแสดงนิทรรศการ , ส่วนห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์ , ศูนย์อาหาร) ดังนั้นโครงการจึงต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราตามที่กำหนดในกฎกระทรวงนี้ในบริเวณที่เปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไป โดยสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชราที่โครงการต้องมีดังนี้

- ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา
- ทางลาดและลิฟต์สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา
- บันไดสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา
- ที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา
- ทางเข้าอาคาร ทางเดินระหว่างอาคาร และทางเชื่อมระหว่างอาคาร
- **ประตูเพื่อรองรับการใช้งานของผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา**
- **ห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา**
- **การออกแบบที่มีพื้นผิวต่างสัมผัสต้องออกแบบโดยคำนึงถึงผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักในการออกแบบในระบบทางลาดมีอัตราส่วนดังนี้

ตาราง 5.4.1 แสดงอัตราส่วนทางลาดของทางลาดชนิดต่างๆ

ชนิดของทางลาด	อัตราส่วนทางลาด
ความชันที่มากที่สุด (สำหรับการเดินเข้า)	1/10
ความลาดชนระยะสั้น สำหรับคนพิการ และรถเข็นบริการ	1/12
ความลาดชันระยะยาวสำหรับคนพิการและรถเข็นอุปกรณ์ขนาดหนัก	1/20

ซึ่งรายละเอียดของกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548 อยู่ในภาคผนวก

4.) พระราชบัญญัติ การขุดดินและถมดิน พ.ศ.2543

เนื่องจากโครงการอยู่ในบริเวณที่มีพระราชกฤษฎีกาให้ใช้บังคับกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร ดังนั้นโดยตามพระราชบัญญัตินี้โครงการต้องจัดให้มีการระบายน้ำและ ต้องแจ้งการถมดินนั้นต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามแบบที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนดโดยให้มีการระบายน้ำเพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่เจ้าของที่ดินที่อยู่ข้างเคียงหรือบุคคลอื่น

5.) พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

เนื่องจากภายในโครงการมีวัตถุอันตรายไว้ในครอบครองของคือวัตถุระเบิดได้ , วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์และวัตถุเปอร์ออกไซด์ , วัตถุมีพิษ , วัตถุกัดกร่อน , วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง เป็นต้นซึ่งวัตถุอันตรายนี้อยู่ในบัญชีตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้ทำให้อาคารอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 โดยมีกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่เกี่ยวข้องและสำคัญ ดังนี้

กฎกระทรวง พ.ศ. 2537 ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตรายพ.ศ. 2535

เนื่องจากกิจกรรมของโครงการในส่วนวิจัยและปฏิบัติการมีส่วนทดลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีการเก็บวัตถุอันตรายไว้ในโครงการ

ดังนั้นโดยตามกฎกระทรวงอาคารผลิตวัตถุอันตรายที่ไม่เข้าข่ายเป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

- **อาคารต้องมั่นคงแข็งแรง เหมาะสมและมีบริเวณเพียงพอที่จะประกอบกิจการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายนั้น ๆ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีการระบายอากาศที่เหมาะสมโดยให้มีพื้นที่ประตู หน้าต่าง และช่องลม รวมกันโดยไม่นับติดต่อระหว่างห้องไม่น้อยกว่า 1 ใน 10 ส่วนของพื้นที่ของห้องหรือมีการระบายอากาศไม่น้อยกว่า 0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ต่อคนงานหนึ่งคน

-มีบันไดที่มั่นคงแข็งแรงและมีลักษณะขนาดและจำนวนที่เหมาะสมกับอาคารและการประกอบกิจการขั้นบันไดต้องไม่ลื่นและมีช่วงระยะเท่ากันโดยตลอดบันไดและพื้นทางเดินที่อยู่สูงจากระดับพื้นตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไปต้องมีราวที่มั่นคงแข็งแรงและเหมาะสมหากอาคารดังกล่าวมีจำนวนชั้นมากกว่าสองชั้นขึ้นไปต้องมีบันไดหนีไฟนอกอาคารอย่างน้อยชั้นละหนึ่งบันได ซึ่งต้องเป็นการติดตั้งที่ถาวรและมั่นคงแข็งแรง

-พื้นอาคารต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่กักขังน้ำหรือลื่น อันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายและต้องไม่มีคุณสมบัติในการดูดซับวัตถุอันตรายในกรณีมีการผลิตวัตถุอันตรายที่เป็นของเหลวต้องจัดทำรางระบายและบ่อพักขนาดที่เหมาะสมเพื่อการระบายและกักเก็บวัตถุอันตรายที่อาจหกหรือรั่วไหล

-วัตถุที่ใช้ในการก่อสร้างต้องเหมาะสมกับการประกอบกิจการตามขนาดและคุณสมบัติของวัตถุอันตราย รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของอัคคีภัย

มีที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายที่เหมาะสม ปลอดภัย และเป็นสัดส่วน

อาคารที่มีความกว้างและความยาวด้านละตั้งแต่สามสิบเมตรขึ้นไป ต้องมี ผนังที่ทำจากวัสดุทนไฟกั้นตลอดโดยมีระยะห่างกันอย่างน้อยหนึ่งผนังทุก ๆ สามสิบเมตร เพื่อป้องกันการลุกลามของอัคคีภัย

-จัดให้มีถังหรือบ่อพักสำหรับกักเก็บน้ำทิ้งจากการประกอบกิจการเพื่อรอการบำบัดหรือจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้งที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถบำบัดน้ำทิ้งให้มีลักษณะเป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการระบายน้ำทิ้ง ทั้งนี้ ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

-จัดให้มีระบบบำบัดอากาศเสียจากการประกอบกิจการที่มีประสิทธิภาพโดยสามารถทำให้อากาศที่ระบายออกมานั้นมีปริมาณของสารเจือปนไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเกี่ยวกับปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกมา ทั้งนี้ ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

-การทำลายภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายรวมทั้งเศษเหลือของวัตถุอันตรายต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับวัตถุอันตราย และห้ามมิให้มีการทำลายสิ่งเหล่านั้นในบริเวณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535

เนื่องจากตามพระราชบัญญัตินี้กล่าวถึงแหล่งกำเนิดมลพิษ หมายความว่า ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะ สถานที่ประกอบกิจการใดๆ หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ ดังนั้นโดยตามพระราชบัญญัติแล้วโครงการต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
- มีการปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคาร ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
- มีการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ
- มีการใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
- มีการใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
- มีการใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
- มีการอนุรักษ์พลังงาน โดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

6.) พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538

เนื่องจากโครงการเป็นอาคารควบคุม ของพระราชกฤษฎีกานี้คือเป็นอาคารใหม่โดยอาคารยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 (ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535) มีผลบังคับใช้ซึ่งต้องมีค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value : OTTV)/ (Roof Overall Thermal Transfer Value :RTTV) ดังนี้

ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร (OTTV) ของผนัง

- อาคารใหม่ต้องไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร

ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร (OTTV)ของหลังคา (RTTV)

- ต้องไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร (ทั้งอาคารเก่าและอาคารใหม่)

ซึ่งการที่ออกแบบโครงการให้ได้ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร (OTTV) ของผนังและค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร (OTTV) ของหลังคา (RTTV) ตามพระราชกฤษฎีกานี้ต้องมีการคำนึงในการออกแบบตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ.2535 ทั้ง 7 ข้อข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการสามารถทราบถึงลักษณะทั่วไปของที่ตั้งโครงการและโดยรอบโครงการสามารถทำการวิเคราะห์ให้หัวข้อต่อไปนี้ได้คือ

- การศึกษาทางสภาพภูมิศาสตร์ของที่ตั้งนำไปเป็นข้อมูลในการเลือกรูปแบบของโครงการที่เหมาะสมกับสภาพภูมิศาสตร์ของที่ตั้ง
- การศึกษาเกี่ยวกับระบบสาธารณูปโภคสามารถนำไปเลือกงานระบบประกอบอาคารด้านระบบสาธารณูปโภคให้เหมาะกับสภาพของที่ตั้งโครงการ
- การศึกษาสภาพการเข้าถึงอาคารสามารถนำไปวิเคราะห์ในส่วนการออกแบบผังบริเวณของโครงการ
- การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อบังคับต่างๆไปเป็นข้อบังคับในการออกแบบและบางกฎหมายสามารถนำข้อบังคับข้อปฏิบัติไปเลือกงานระบบประกอบอาคารเช่น ระบบปรับอากาศ , ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

7.) กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อไอออน พ.ศ. 2547 ออกตามความพระราชบัญญัติ คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541

เนื่องจากโครงการมีการวิจัยทางรังสีชนิดก่อไอออน(Ionizing Radiation)ซึ่งหมายความว่า พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาครังสีใดๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งโดยทางตรงหรือโดยทางอ้อมในตัวกลางที่ผ่านไป ได้แก่ รังสีแอลฟา , รังสีบีตา , รังสีแกมมา , รังสีเอกซ์ ,อนุภาคนิวตรอน , อิเล็กตรอนหรือโปรตอนที่มีความเร็วสูงเป็นต้น

จากการศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการข้างต้นที่สรุปตั้งโครงการในบริเวณส่วนหน้าอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยด้านหน้าของอาคาร ทีเอ็มซี โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกที่ตั้งโครงการตามลักษณะของประเภทอาคาร

ซึ่งสามารถนำข้อมูลในการวิเคราะห์ข้างต้นไปศึกษาและเลือกระบบโครงสร้างที่เหมาะสมกับสภาพที่ตั้งของโครงการที่เป็นที่ราบลุ่ม ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียว และโครงสร้างที่สามารถรับแรงที่เกิดจากแผ่นดินไหวที่ได้การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องรวมถึงการเลือกระบบประกอบอาคารต่างๆที่ใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้างต้นและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น **พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 , พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ** เป็นต้น ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

6.1 ระบบโครงสร้างอาคาร

ในการศึกษาระบบโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับโครงการสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้

6.1.1 ระบบโครงสร้างใต้ดิน

เป็นระบบโครงสร้างส่วนสำคัญที่จะเป็นฐานในการรองรับโครงสร้างทั้งหมดของอาคาร โดยเฉพาะโครงการที่ตั้งอยู่ในจังหวัดปทุมธานีโดยธรณีสัณฐานเป็นตะกอนทับถมกันจนเกิดเป็นชั้น ประกอบด้วย ชั้นกรวด ทราย และแทรกสลับด้วยดินเหนียวเรียกว่าชั้นน้ำใต้บุรีมีความลึก 450 เมตร ซึ่งกับฐานรากแบบเข็ม(Pile Footing) ซึ่งเป็นฐานรากที่รับน้ำหนักของอาคารแล้วถ่ายน้ำหนักลงที่เสาเข็ม จากนั้นเสาเข็มก็จะถ่ายน้ำหนักลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไปโดยมีระบบเข็มที่ใช้ทั่วไปแบ่งเป็น 2 แบบ

1. เข็มกระจัด (Displacement Piles)

- ชนิดตอกแบบเข็มตันหรือกลวงปลายปิดใช้ตอกตันลงในดิน (แทนที่เนื้อดิน) ไม่เหมาะกับอาคารสูง เนื่องจากจะต้องใช้เข็มจำนวนมากรองรับฐานรากอาคารข้างเคียง และเข็มที่ตอกก่อนอาจเคลื่อนที่ได้

- ชนิดตอกและหล่อในที่ คือการตอกท่อเหล็กปลายปิดลงในดินแล้วหย่อนเหล็กเสริมลงไปเทคอนกรีตจนเต็มแล้วจึงดึงเหล็กออก เข็มที่ได้มีปลายเข็มใหญ่กว่าตัวเข็มสามารถรับน้ำหนักได้มาก

2. เข็ม ไม่กระจัด (Non-Displacement Piles)

มีหลักการคือเอาดินออกโดยใช้สว่านเจาะดินแล้วเทคอนกรีตย้อนกลับลงไปในหลุมที่เจาะมี2ขบวนการคือระบบแบบแห้ง (Dry Process) สำหรับดินแข็งและระบบแบบเปียก(WetProcess)สำหรับดินอ่อน โดยใช้กระบอกเหล็กป้องกันดินพังในส่วนบนของเข็มส่วนลึกลงไปจะใส่ของเหลวที่เรียกว่าสารเบนโทไนต์(Bentonite)ผสมกับน้ำทำหน้าที่เคลือบผิวดินให้มีเสถียรภาพไม่พังทลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากข้อมูลและการศึกษาที่ตั้งโครงการมีสถานที่ในการก่อสร้างแคบ และถ้าใช้แบบระบบเข็มตอกจะส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษาภายใน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ,สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย,และนักวิจัย ภายในอุทยาวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยเนื่องจากจะมีเสียงดังกว่าระบบเข็มเจาะ ประกอบกับมีอาคารทีเอ็มซีที่ตั้งอยู่ใกล้กับโครงการดังนั้นเพื่อให้ส่งผลต่อพื้นที่ใกล้เคียงน้อยที่สุดจึงเหมาะสมที่ใช้ระบบเข็มเจาะ ซึ่งไม่ทำความเสียหายต่ออาคารข้างเคียงและสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่าและช่วยแก้ปัญหาในการขนส่งเสาเข็มที่มีความยาวมากๆ มายังที่ตั้งได้ และเกิดเสียงดังน้อยกว่าระบบเข็มตอก

6.1.2 ระบบโครงสร้างเหนือดิน

การเลือกใช้ระบบโครงสร้างอาคาร ต้องคำนึงถึงความต้องการขององค์ประกอบอาคารในแต่ละส่วน ซึ่งมีลักษณะของการใช้งานแตกต่างกัน ดังนั้นต้องศึกษาสภาพโครงสร้างที่เหมาะสมกับองค์ประกอบในแต่ละส่วน โดยไม่ขัดกับสภาพทั่วไปและคุณสมบัติของอาคารในแต่ละส่วน โดยสรุปได้ดังนี้

1. อาคารพาดช่วงสั้น
2. อาคารพาดช่วงยาว
3. อาคารที่ใช้โครงสร้างพิเศษ

โดยเมื่อพิจารณาจากการศึกษาองค์ประกอบของโครงการสรุปการเลือกใช้โครงสร้างดังนี้

-โครงสร้างหลักของอาคารในโครงการ

ห้องวิจัยที่เป็นองค์ประกอบของโครงการโดยมีการออกแบบให้อยู่ในระบบพิกัดมูลฐานและสะดวกในการเจาะช่องงานระบบโดยยังต้องการโครงสร้างที่เป็นระบบโครงข้อแข็ง (Moment resisting frames)ซึ่งสามารถระบบรับแรงทางด้านข้าง (Vertical resistance systems) เพื่อป้องกันแรงจากแผ่นดินไหวตามกฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540) ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะเลือกใช้โครงสร้างในระบบเสาและคาน

ส่วนองค์ประกอบอื่นเช่น สำนักงานฝ่ายต่างๆ และห้องสมุดก็เลือกระบบเสาและคานเหมือนห้องวิจัยเนื่องจาก ห้องสมุดเป็นองค์ประกอบที่อยู่ในข้อบังคับของกฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ. 2540)

ส่วนห้องประชุมที่ต้องการช่วงพาดที่กว้างจึงเลือกใช้โครงสร้างที่สามารถพาดช่วงกว้างได้จึงเหมะสมที่เลือกโครงสร้างระบบโครงถัก (Truss) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างเป็นแบบโครงประกอบขึ้นจากท่อน ซึ่งรับแรงโดยตรง จัดประกอบกันเป็นโครงต่อยึดกันเป็นรูปสามเหลี่ยมหลาย ๆ รูป อยู่ในระนาบเดียวกันกับน้ำหนักบรรทุกที่ถ่ายลงมาบนโครงสร้างแบบนี้มักจะให้ลงตรงจุดที่เป็นมุมของสามเหลี่ยม (Panel Point) ตรงปลายที่ท่อนรับน้ำหนักพบกัน แล้วจัดให้ปลายทั้งสองข้างของโครงสร้างรับน้ำหนักแบบนี้พาดบนจุดที่รองรับถ่ายน้ำหนักจากโครงลงทิ้งดิ่งที่ปลายข้างใดข้างหนึ่ง หรือปลายทั้งสองข้างก็ได้ และควรให้ ขยับตัวทางแนวนอนได้ เพื่อป้องกันแรงที่อาจจะเกิดขึ้นใหม่ เนื่องจากการยืดขยายตัวของโครงสร้างและในช่วงว่างของแต่ละชิ้นส่วนของโครงถักก็สามารถวางระบบประกอบอาคารได้เช่น ระบบแสงสว่าง,ระบบปรับอากาศ เป็นต้น

- โครงสร้างผนังของอาคารในโครงการ

โครงสร้างของผนังอาคารนั้น ใช้การผสมผสานกันหลากหลายรูปแบบ เนื่องจากความต้องการและการใช้งานในแต่ละส่วนของโครงการนั้นแตกต่างกัน แต่ระบบหลักๆนั้นมีดังนี้

- ระบบกำแพงรับแรงเฉือน (Shear walls) โดยใช้เป็นผนังปล่องลิฟท์ หรือ ปล่องบันได มาใช้ในการรับแรงทางด้านข้าง (Vertical resistance systems) ซึ่งสามารถป้องกันแรงจากแผ่นดินไหวได้
- ผนังกันดิน(Diaphaml Wall)
- ผนังเขวน(Curtian Wall)

ซึ่งจากโครงการเลือกใช้ระบบโครงสร้างของโครงสร้างหลักโครงสร้างผนังเป็นระบบโครงสร้างคู่ (Dual systems) ซึ่งคือ โครงสร้างที่นำเอาระบบโครงสร้างที่กล่าวข้างต้นมาใช้ร่วมกัน ในการรับแรงทางด้านข้าง คือ การใช้โครงข้อแข็งร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือน

- โครงสร้างหลังคาของอาคารในโครงการ

ในส่วนของหลังคาของอาคารนั้น จะแตกต่างกันไปตามรูปแบบของอาคารในแต่ละชุดซึ่งคิดจาก

- วิธีการคลุมพื้นที่
- รูปทรงที่มีผลต่ออาคารโดยรวม
- ขนาดของโครงสร้างที่รองรับ
- ลักษณะการใช้งาน

ซึ่งที่กล่าวมานี้ใช้การวิเคราะห์ตามการออกแบบอาคารในแต่ละส่วนซึ่งแตกต่างกัน โดยที่รูปแบบของหลังคานั้นมีโครงสร้างที่ใช้หลักๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลังคาเรียบ (Flat Slab) เนื่องจากการการศึกษาในโครงการจะต้องมีการวางเครื่องมือในการบำบัดกลิ่นจากส่วนวิจัยก่อนออกนอกอาคาร โดยวัสดุที่ใช้มุงหลังคานั้นจะแตกต่างกันไปตามรูปแบบของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 งานระบบประกอบอาคาร

แนวทางในการเลือกใช้งานระบบต่างๆ ในโครงการใช้การวิเคราะห์และพิจารณาจากหัวข้อต่างๆดังนี้

- องค์ประกอบโครงการ
- ลักษณะการใช้งานพื้นที่
- ขนาดของพื้นที่ใช้งาน
- เทคนิคของระบบเฉพาะจากองค์ประกอบโครงการ
- การศึกษางานระบบของอาคารตัวอย่าง

ซึ่งจากการแนวทางในการเลือกใช้งานระบบต่างๆของโครงการจึงได้ผลการวิเคราะห์งานระบบในหัวข้อต่างๆดังนี้

6.2.1 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

โดยเป็นข้อมูลจากการการศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการซึ่งระบบไฟฟ้าภายในโครงการสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

6.2.1.1. ไฟฟ้าแรงสูง

ไฟฟ้าในโครงการได้จากสายของการไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ซึ่งเดินสายไฟใต้ดินตามแนวถนนภายในโครงการ เป็นไฟฟ้าแรงสูงกำลัง 12 กิโลโวลต์ เข้าสู่อาคารโดย ใช้สายเคเบิ้ลร้อยท่อแล้วฝังในดินแล้วเดินสายซึ่งจะต่อเข้าในโครงการไปในห้องไฟฟ้า (Hige Voltage Transformer) ซึ่งอยู่ใกล้ห้องเครื่องปรับอากาศของโครงการที่ได้จากการการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ในงานอาคารสถานที่ โดยแยกหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)ออกเป็น 2 ตัว โดยหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) จะแปลงกำลังไฟฟ้า ออกจากกำลังสูงเป็นกำลังต่ำ

- 220 โวลต์ เฟส 3 สาย (ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร)
- 340 โวลต์เฟส 4สาย (ไฟฟ้ากำลัง)

โดยหม้อแปลงไฟฟ้า(Transformer)จะต่อเข้าแผงสวิตช์บอร์ดใหญ่ (MDB) 4 ตัวแบ่งเป็นดังนี้

- แผงสวิตช์บอร์ดใหญ่ (MDB)1 จ่ายให้อาคารส่วนวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่ (MDB)2จ่ายให้อาคารส่วนต่างๆนอกจากส่วนวิจัย
- แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่ (MDB) 3 จ่ายให้ระบบปรับอากาศ
- แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่ (MDB) 4 จ่ายให้ระบบสุขาภิบาล

ส่วนระบบสำรองไฟฟ้าแผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่ฉุกเฉิน (EMDB)และเครื่องสำรองไฟฉุกเฉินตามกฎหมายต้องจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับ

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน
-ป้ายทางออกฉุกเฉิน(Exit)ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้
- ระบบอัดอากาศ (Air Pressurizer)
- ระบบลิฟต์ผจญเพลิง
- ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง(Fire Pump)
-ระบบบำบัดน้ำเสีย

6.2.1.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power System)

สำหรับใช้เดินเครื่องในระบบปรับอากาศระบบไฟรวมทั้งระบบโดยเป็นระบบและลักษณะของระบบที่เกี่ยวข้องกับส่วนอื่นในอาคารดังนี้

- ใช้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 1 เฟส 220โวลต์
- อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า
- ระบบป้องกันฟ้าผ่า
-ระบบขนส่งภายในอาคาร
- ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage) มากกว่า 380 โวลต์
- ไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage) น้อยกว่า 380 โวลต์
- โดยห้องที่มีเครื่องมือที่ใช้ระบบไฟฟ้ากำลังคือห้อง
-ห้องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope:TEM)
- ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ

6.2.1.3. ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic System)

เป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ต่ำกว่า 24 โวลต์หรือ 48 โวลต์โดยเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับส่วนอื่นในอาคารดังนี้

- ระบบสัญญาณอัคคีภัย (Fire Alarm System)
- ระบบโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

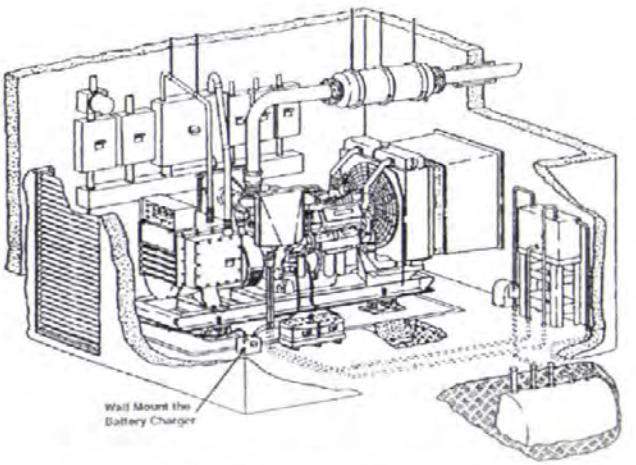
- ระบบเสาอากาศสัญญาณรวม (MATV)
- ระบบสื่อสาร เสียงตามสาย (Intercom, Paging and Background Voice)
- ระบบรักษาความปลอดภัย (CCTV)
- ระบบคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต

6.2.1.4. ระบบจ่ายไฟฟ้าสำรอง

ไฟฟ้าฉุกเฉินเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการทำงานตามแผนกต่างๆ ภายในโครงการ ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเกิดขัดข้อง หรือกำลังต่ำกว่าการใช้งานปกติทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้ 1 เครื่อง(Automatic Emergency Diesel Generator) โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าที่จำกัดเวลา (Stand-by)
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่สามารถเริ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นมอเตอร์ได้
- สามารถทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าดับหรือกระแสไฟฟ้าตกลงต่ำกว่า 70% (เป็นเวลา 10-30 วินาที) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเริ่มทำงานจนได้ประสิทธิภาพ 90 % วงจรจึงจะตัดเข้าสู่กระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อกระแสของการไฟฟ้ากลับคืนสู่สภาพปกติแล้ว วงจรจะตัดเข้าสู่กระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และตัวเครื่องจะทำงานต่อไปอีก 20 นาที แล้วจึงหยุดทำงาน
- ช่วงเวลาที่ช้าไปนับตั้งแต่กระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าย่อยภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยหยุดจ่ายกระแสไฟจนกระทั่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถสั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โครงการได้เต็มที่แต่ต้องไม่นานกว่า 10 วินาที นับรวมหน่วงเวลา 3วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

6.2.1.5. ความต้องการพิเศษ

สำหรับอาคารประเภทอาคารวิจัยจะมีส่วนพื้นที่ที่อาจมีอันตรายจากการระเบิดได้ เช่น ห้องเก็บสารเคมี ห้องทดลองวิจัย ซึ่งมีก๊าซที่สามารถระเบิดได้ เช่น ไนตรัสออกไซด์ การเดินสายไฟฟ้าในโครงการจึงควรพิจารณาให้ได้มาตรฐาน ดังนี้

- เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดภายในห้องวิจัยเป็นชนิดป้องกันประกายไฟที่ทำให้เกิดระเบิดได้ (Explosion Proof) และมีสายไฟต่อลงดิน ส่วนปลั๊กไฟใช้ชนิดสามขาสำหรับต่อสายดิน ส่วนบางเครื่องมือในโครงการจะมีเครื่องที่ใช้ไฟฟ้าหลายระบบ คือ 110 , 220 โวลต์ จะใช้ปลั๊กที่ต่างชนิดกันเพื่อป้องกันการเสียบผิด สายไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าของห้องเหล่านี้จะต้องอยู่เหนือพื้น 1.50 เมตร ภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ
- พื้นจะต้องใช้กระเบื้องหรือวัสดุที่เป็นตัวนำ (Conductive) เพื่อไม่ให้เกิดการรวมประจุ(Sparks)ของประจุไฟฟ้าสถิตที่อาจเกิดขึ้นจากการเสียดสี เช่น การเดินของคน ความต้านทานของพื้นควรเป็นดังนี้ คือ พื้นที่มีระยะทางเดินระหว่าง 2 จุด เกินกว่า 0.90 เมตร พื้นควรมีความต้านทานต่ำสุด 25,000 โอห์ม และพื้นไม่ควรต่อสายดินโดยตรง
- การเดินสายไฟในห้องวิจัยทั้งหมดจะเดินในท่อพีวีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ที่ข้างเครื่องมือวิจัยหลักทุกเครื่องมีเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าประจำทุกเครื่อง

- ระบบไฟฟ้าของห้องวิจัย จะมีระบบตัดไฟอัตโนมัติ เพื่อความปลอดภัยของนักวิจัย

6.2.1.6.ระบบแสงสว่างในอาคาร

ระบบแสงสว่าง (Lighting System) จะต้องพิจารณาถึง

1.) การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคาร ควรคำนึงถึง

- ความส่องสว่างที่เหมาะสมแต่ละองค์ประกอบโครงการ
- สามารถปรับการส่องสว่างได้
- มีคุณภาพของการส่องสว่างที่ไม่เกิดการพร่าตา
- ประหยัดพลังงาน

2.) หลักที่ตามองเห็น ประกอบด้วยองค์ประกอบ

- ขนาดของวัตถุ (Size)
- แสงสว่างและปริมาณเข้มของแหล่งกำเนิดแสง(Illumination)
- ความแตกต่างของวัตถุกับสิ่งแวดล้อม ถ้ามากก็มองเห็นชัด แต่ถ้ามากเกินไปก็เป็นอันตรายต่อสายตา (Contrast)
- การใช้เวลาในการเพ่งมอง ยิ่งเพ่งยิ่งเห็นชัดเจน (Time)

3.) แหล่งกำเนิดแสง

- แสงตามธรรมชาติ (จากดวงอาทิตย์) โดยตรงและจากการสะท้อน
  - แสงสะท้อน แสงสว่างจากด้านข้าง (Window)
  - การให้แสงสว่างเข้ามาทางหลังคา (Sky Light)
- แสงประดิษฐ์ได้แก่หลอดไฟฟ้า
  - จากหลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent) และหลอดทังสเตนฮาโลเจน
  - จากหลอดก๊าซได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดเอชไอดี(หลอดแสงจันทร์,หลอดเมทัลฮาไลด์)

โดยส่วนของห้องวิจัยใช้การส่องสว่าง 540 ลักซ์ ส่วนบริเวณที่ทำงานละเอียดเช่น ห้องเตรียมสารทดลองที่ต้องใช้เครื่องตัดตัวอย่าง จะใช้การส่องสว่าง 1,100 ลักซ์ โดยในห้องวิจัยทั่วไปจะใช้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ยกเว้นห้องวิจัยที่มีที่เก็บแก๊สจะใช้โคมที่ป้องกันไฟได้ (Flame-Proof) ส่วนห้องสะอาดจะให้หลอดชนิดเครมตัน เคเนไลต์ (Crompton Clenelite)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 ระบบติดต่อสื่อสาร (Communication system)

ระบบติดต่อสื่อสารของโครงการแบ่งเป็นระบบต่างๆดังนี้

6.2.2.1. ระบบโทรศัพท์ (Telephone)

เป็นระบบการสื่อสารที่สามารถทำการติดต่อได้ทั้งภายในและภายนอกโครงการ ซึ่งการติดต่อค่อนข้างเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆสามารถให้บริการได้ทั้งการติดต่อภายในและต่างประเทศ ซึ่งระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในโครงการมีดังนี้

1.) ระบบโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (Private automation branch exchange :PABX,PBX)

เป็นระบบการติดต่อระหว่างภายในกับภายใน หรือติดต่อระหว่างภายในกับภายนอก โดยผ่านเครื่องรับอัตโนมัติหรือต่อผ่านเจ้าหน้าที่รับสาย สามารถติดต่อได้มากกว่า 50 คู่สายซึ่งสามารถติดต่อกับเจ้าหน้าที่หรือนักวิจัยที่มีจำนวนมากได้

เหตุผลในการการเลือกระบบนี้เนื่องจากโครงการมีจำนวนผู้ใช้โครงการจำนวนมากซึ่งระบบนี้สามารถให้บริการคู่สายได้มากกว่าระบบอื่นเช่น พีเอ็มบีเอ็กซ์(PMBX) ,พีบีเอ็กซ์ (PBX) และสามารถทำการติดตั้งโทรศัพท์ภายในเพื่อเพิ่มความสะดวกในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินและการซ่อมบำรุง เช่น ในลิฟต์โดยสาร , ส่วนอาหาร , ห้องเก็บก๊าซในการวิจัย เป็นต้น

โดยใช้ระบบเครือข่ายดิจิตัลเครือข่ายรวม (Integrated System Digital Network :ISDN) เนื่องจากสามารถสื่อสารข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ มากกว่าระบบเดิม (Analoge System)

2.) โทรศัพท์สาธารณะ (Public telephone)

ระบบนี้จะต่อสายโดยตรงกับคู่สายภายนอก โดยไม่ผ่านเจ้าหน้าที่ต่อสายหรือระบบชุมสายอัตโนมัติของทางโครงการ ได้แก่ ระบบโทรศัพท์สาธารณะของบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่นจำกัด(มหาชน)ที่ติดตั้งไว้ให้บริการในโครงการในส่วนต่างๆ เช่น ส่วนโถงบริการของโครงการใกล้หน้าห้องน้ำ-ส้วมสาธารณะ , ห้องอาหาร , ห้องประชุม เป็นต้น โดยระบบโทรศัพท์แบบนี้มีทั้งระบบที่ใช้เหรียญหยอด และระบบที่ใช้บัตรโทรศัพท์ของบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่นจำกัด (มหาชน)

6.2.2.2. ระบบเสาอากาศสัญญาณรวม (Master Antena Television :MATV)

เป็นระบบที่ให้บริการด้านการพักผ่อนและความบันเทิงสำหรับนักวิจัยหรือผู้มาติดต่อกับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยจะทำการติดตั้งระบบโทรทัศน์และวิทยุไว้ภายในสำนักงานของฝ่ายต่างๆของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ , ส่วนห้องพักผ่อนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักวิจัย ,ศูนย์อาหาร โดยการรับและแพร่สัญญาณขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ในการจัดแล้วการตั้งอุปกรณ์ซึ่งโดยทั่วๆ ไป จะประกอบด้วย ระบบเสาอากาศหลัก , เครื่องขยายสัญญาณ และระบบการกระจายสัญญาณไปยังเครื่องรับแต่ละเครื่อง

6.2.2.3. เทเล็กซ์ และแฟกซ์ (Telex and Fax)

ระบบโทรพิมพ์ (Telex) และแฟกซ์ (Fax) สามารถส่งข้อความที่เป็นเอกสาร หรือข้อความต่างๆ ไปถึงยังผู้รับได้อย่างรวดเร็ว นอกจากการใช้เสียงติดต่อกันเพียงอย่างเดียว โดยจะอยู่ในส่วนของสำนักงานฝ่ายต่างๆของศูนย์นาในเทคโนโลยีแห่งชาติ

6.2.2.4. ระบบสื่อสารข้อมูลวิทยุสำหรับรักษาความปลอดภัย

เป็นระบบสื่อสารวิทยุไร้สายย่านความถี่ต่ำโดยมีศูนย์สื่อสารเป็นศูนย์รวมติดต่อระหว่างเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยในโครงการ โดยอยู่ในส่วนห้องรักษาความปลอดภัยกลาง

6.2.2.5. ระบบกระจายเสียงพีเอ (Public Address)

เป็นระบบที่กระจายเสียงทั่วไปโครงการ เช่น เดียวกับระบบกระจายเสียงในโรงพยาบาล โดยเครื่องกระจายเสียงจะอยู่ในส่วนประชาสัมพันธ์ของโครงการ

6.2.2.6. ระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารท้องถิ่นแบบไร้สาย (Local Area Network)

เป็นระบบคอมพิวเตอร์ภายในอาคาร โดยมีเครื่อง (Access Point) โดยระหว่างชั้นของโครงการต่อด้วยการเชื่อมโยงด้วยใยแก้วนำแสง โดยเครื่อง (Access Point) มีรัศมีทำการ 50 เมตร โดยจะมีห้องแม่ข่ายสื่อสาร อยู่ในส่วนห้องระบบติดต่อสื่อสารของโครงการ

6.2.3 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

ในการก่อสร้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นอาคารที่มีความสูงกว่าอาคารอื่นๆในบริเวณข้างเคียง หรืออาคารที่ตั้งอยู่ในที่โล่งแจ้ง โดยเฉพาะโครงการที่มีความสูงมากว่าอาคารที่อื่มชีซึ่งมีโอกาสถูกฟ้าผ่าได้โดยง่ายในกรณีที่เกิดพายุและฝนฟ้าคะนองซึ่งจะมีผลต่อระบบต่างๆภายในโครงการ ดังนั้นจำเป็นต้องติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าไว้เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันที่ได้ผลดีมีอยู่ 2 ระบบด้วยกันคือ

6.2.3.1 Radio active system

เป็นระบบทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะทำการผลิตโปรตอนซึ่งมีประจุบวกออกสู่บรรยากาศโดยรอบ เพื่อทำให้ค่าความต่างศักย์ระหว่างอาคารกับบรรยากาศโดยรอบมีค่าที่สมมูลกัน ดังนั้นอาคารจึงไม่ถูกฟ้าผ่าเนื่องจากประจุไฟฟ้าในบรรยากาศโดยรอบมีค่าที่สะเทินกันจึงไม่มีการถ่ายเทประจุไฟฟ้าในบรรยากาศ คือไม่เกิดฟ้าผ่านั่นเอง ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันฟ้าผ่าระบบนี้สามารถใช้ครอบคลุมพื้นที่ภายในรัศมีทำการถึง 50 เมตร ในมุมเอียง 30 องศาการติดตั้ง ระบบนี้จะติดตั้งไว้บนชั้นดาดฟ้าหรือส่วนสูงสุดของอาคาร

6.2.3.2 Lighting active system

เป็นระบบสายล่อฟ้าที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป โดยการติดตั้งเสาที่มีลักษณะปลายแหลมเอาไว้เป็นช่วงๆ บนชั้นดาดฟ้า หรือตอนบนสุดของอาคาร แล้วโยงสายนำไฟฟ้าเชื่อมติดต่อกันทุกๆ ช่วง จากนั้นจึงทำการต่อสายนำไฟฟ้าลงดินเพื่อการถ่ายเทประจุไฟฟ้าลงสู่ดิน ทำให้เกิดการสะเทินอยู่ตลอดเวลา จึงไม่เกิดความต่างศักย์ระหว่างอาคารกับบรรยากาศโดยรอบ สามารถป้องกันการเกิดฟ้าผ่าขึ้นได้

โดยระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าโครงการใช้ Lighting active system เนื่องจากระบบ Radio active system มีราคาที่แพงกว่าและมีการสารกัมมันตรังสีที่ปล่อยอนุภาคมาป้องกันฟ้าผ่าซึ่งอาจเกิดการรั่วไหลของสารกัมมันตภาพรังสีออกภาคนอกโครงการและอาจมีผลกระทบต่อการวิจัยภายในโครงการ

6.2.4 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

6.2.4.1 จุดประสงค์ของการปรับอากาศ

จุดประสงค์ของการปรับอากาศโดยแท้จริง ไม่เพียงแต่แค่การปรับอุณหภูมิภายในอาคารให้เย็นเท่านั้น ยังมีประโยชน์อื่นๆอีกตามขอบเขตดังนี้

- ควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ซึ่งมีทั้งการลดและการเพิ่ม
- การนำเอาอากาศภายนอก(Outside Air) เข้ามาหมุนเวียนในส่วนที่ทำการปรับอากาศ เป็นการนำเอาอากาศภายนอกเข้ามาทดแทนอากาศภายใน ซึ่งมีการหมุนเวียนตลอดเวลา เพื่อทำให้อากาศภายในบริสุทธิ์ขึ้น สภาพกลิ่นที่เจือจางอยู่ในอากาศเบาบางลง
- ควบคุมคุณภาพของอากาศ หมายถึง การขจัดฝุ่นละอองและกลิ่นอันไม่พึงปรารถนาต่างๆ ซึ่งจะต้องใช้แผ่นกรองอากาศ (Air Filter) ที่มีประสิทธิภาพเหมาะกับการใช้งาน
- ควบคุมระดับเสียง ภายในบริเวณที่มีการปรับอากาศ ทั้งเสียงที่มาจากภายนอกอาคาร และเสียงที่เกิดขึ้นภายในอาคารด้วย
- ในด้านการออกแบบอาคาร สามารถลดความสูงของอาคารลงได้มาก เพราะไม่ต้องอาศัยการระบายอากาศตามธรรมชาติ ทำให้ลดค่าก่อสร้างได้

การเลือกใช้ระบบปรับอากาศในโครงการ ควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จุดมุ่งหมายในการใช้งาน เช่น ต้องการความเงียบเป็นพิเศษหรือต้องการความเย็นจัดเป็นต้น
- ลักษณะเฉพาะของอาคาร
- อาคารที่มีขนาดเล็ก อาจใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- ห้องที่มีขนาดใหญ่มากถ้าใช้แบบ แยกส่วนอาจจะไม่สามารถกระจายลมได้ทั่วถึง อาจต้องพิจารณาใช้แบบแยกส่วนซึ่งมีข้อจำกัดเช่น มีกำลังจำกัด 8-25 ตัน หรือถ้าท่อน้ำยามีความยาวมากจนเกินไปก็ไม่มีความเหมาะสม
- ถ้าอาคารเป็นห้องหลายๆห้องที่มีการใช้งานพร้อมๆกัน การใช้แบบศูนย์รวม เพราะแบบแยกส่วนจะทำให้เกิดเครื่องปรับอากาศจำนวนหลายเครื่อง ทำให้ดูแลลำบากและยังทำลายความงามของอาคาร
- เงื่อนไขเฉพาะของอาคาร เช่น ในบางส่วนของอาคารเดินท่อยาก บางอาคารต้องการห้องปรับอากาศเพียงห้องเดียวหรือ 2 ห้องดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้ระบบเครื่องปรับอากาศในโครงการจึงสามารถแยกออกเป็นส่วนๆ คือ ส่วนบริหารโครงการ ส่วนห้องสมุดและส่วนนิทรรศการซึ่งห้องสมุด เป็นส่วนที่มีขนาดใหญ่ ต้องการกำลังสูงและมีความสงบ เป็นพิเศษ (ไม่มีการรบกวนจากเสียงต่างๆ) และต้องการให้เกิดความสวยงามเรียบร้อย จึงเลือกใช้ระบบศูนย์รวม ในระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำความเย็น (Water Chiller) เนื่องจากดังนี้
  - เหมาะสำหรับโครงการขนาดใหญ่ และต้องการความเย็นมาก
  - มีประสิทธิภาพสูง
  - ใช้กำลังไฟฟ้า ประมาณ 0.62-0.75 กิโลวัตต์/ตัน ซึ่งประหยัดพลังงานกว่าชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Water Chiller) ใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 1.40-1.60 กิโลวัตต์/ตัน

ดังนั้นโครงการมีการใช้ระบบปรับอากาศดังนี้

ส่วนห้องวิจัยก็ใช้แยกระบบปรับอากาศกับส่วนสำนักงานโดยใช้ระบบศูนย์รวม ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำความเย็น (Water Chiller)

ส่วนห้องที่ต้องการคุณภาพของอากาศที่มีคุณภาพเช่นห้องสะอาดจะใช้ระบบกรองอากาศ (Fan Filter Unit :FFU)ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้หมุนเวียนอากาศในระบบห้องสะอาดผ่านแผ่นกรองสุดท้าย (Final Filter (HEPA)) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกรอง และเพิ่มปริมาณลมหมุนเวียน ซึ่งอาจจะสามารถติดตั้งได้หลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.4.2 รายละเอียดระบบปรับอากาศที่เลือกใช้สำหรับโครงการ

ลักษณะเครื่องปรับอากาศแบบน้ำเย็นหมุนเวียนส่วนกลาง (Central ChillerWater System) มีดังนี้

1.) เครื่อง ชิลเลอร์ (Chiller)หรือเครื่องทำความเย็น

มีหน้าที่ที่ทำให้เกิดความเย็นกับน้ำซึ่งเป็นตัวกลางเพื่อนำน้ำเย็นที่ได้ไปใช้ปรับอากาศอีกทอดหนึ่ง เครื่องชิลเลอร์ระบบนี้คล้ายกับแบบแยกส่วนต่างกันที่แบบระบบนี้จะมีชิลเลอร์เป็นรูปทรงกระบอกขนาดใหญ่อยู่ด้านล่าง เป็นที่ของท่อส่งน้ำเย็นและท่อระบายความร้อนสถานที่ตั้งเครื่องมักจะตั้งไว้ใกล้กับปั๊มน้ำ เพื่อความสะดวกในการซ่อมแซม

2.) เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handing Unit , Fan Coil Unt)

ทำหน้าที่ดูดลมจากภายนอกเข้ามาในห้อง โดยผ่านท่อน้ำเย็นที่ต่อมาจากเครื่องทำความเย็นแล้วเป่าลมเย็นเข้าสู่ห้อง มีทั้งแบบที่เป่าลมเย็นให้กับห้องโดยตรงและแบบที่มีท่อลมช่วย กระจายไปให้ทั่วห้อง เครื่องเป่าลมเย็น มีทั้งแบบแขวนและแบบตั้งพื้น ถ้าเป็นแบบแขวนที่ต้องการแขวนไว้ใต้ฝ้าเพดานจะต้องเตรียมช่องเพดานไม่ต่ำกว่า 0.45 เมตร และมีช่องเปิดเพื่อให้เข้าไปตรวจสอบได้ ถ้าเป็นขนาดใหญ่มักนิยมเรียกว่า เครื่องเป่าลมเย็น ซึ่งสามารถตั้งไว้ในห้องได้เลย แต่ถ้ามีห้องเตรียมไว้จะช่วยเรื่องความสวยงามและยังช่วยเก็บเสียงอีกด้วย หากไม่มีสถานที่ที่เพียงพอ ในการติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น อาจจะแบ่งเครื่องเป็นแบบเล็กๆ (Fan Coil Unit) จำนวนหลายๆเครื่องทำให้หาฐานที่วางได้ง่าย

3.) ระบบท่อน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pipe)

ระบบท่อน้ำระบายความร้อนเป็นส่วนที่ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบน้ำเย็นหมุนเวียนส่วนกลาง (Cenreal Chiller Water Syster) โดยเป็นส่วนที่รับ ท่อน้ำร้อน ซึ่งรับความร้อนจากเครื่องชิลเลอร์มายังส่วนนี้มีพัดลมเป่าช่วยใน การระบายความร้อนหอระบายความร้อน ควรจะติดตั้งไว้ในที่โล่งเพื่อช่วยในการระบายอากาศได้ง่าย

4.) ระบบท่อ(Piping system)

มีส่วนที่เป็นท่อน้ำเย็นทำหน้าที่นำความเย็นมายัง เครื่องเป่าลมเย็น และต่อท่อน้ำร้อนซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนจากเครื่อง ในท่อน้ำเย็นนี้จะต้องมีฉนวนหุ้มป้องกันไม่ให้สูญเสียความเย็นไปในระหว่างทาง ท่อน้ำจะต้องสามารถเข้าไปดูแลบริการ ซ่อมแซมได้สะดวก

5.)ระบบท่อลม (Air Distribution System)

มีอุปกรณ์ 2 ชนิดคือ

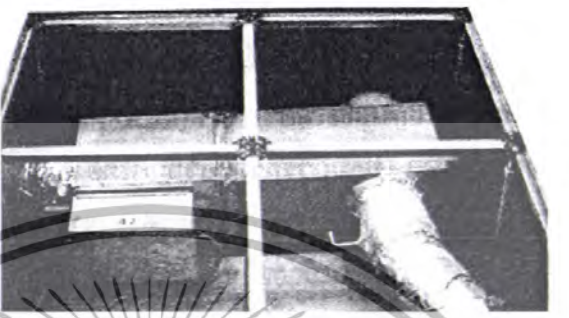
- หัวจ่ายลมเย็น
- ท่อลมแบบเส้นขด (Spiral)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการกระจายลมของระบบท่อลมมี 2 แบบคือ

- แบบปริมาณการจ่ายลมคงที่ (Con-stant Air Volumn:CAV)
- แบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร (Variable Air Volumn:VAV)

ซึ่งโครงการใช้ระบบท่อลมแบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร (Variable Air Volumn:VAV)



รูปที่ 6.2.4.1 กล่องกระจายลมแบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร

รูปที่ 6.2.4.2 ชุดควบคุมของกล่องกระจายลมแบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร

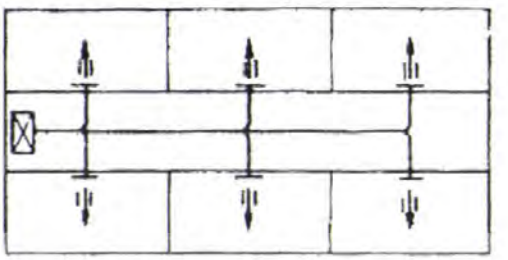
การจัดระบบท่อลม คือ ท่อที่อากาศจากพัดลมของเครื่องปรับอากาศโดยถูกส่งผ่านไปยังช่องทางออกหรือท่อจากช่องอากาศภายนอกถูกดูดผ่านไปยังเครื่องปรับอากาศ การจัดแนวท่อลมระหว่างเครื่องปรับอากาศและช่องทางออกและช่องทางเข้าภายในห้องที่ต้องการปรับอากาศ สามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

- ระบบท่อประธาน (Trunk air duct system)
- ระบบท่อลมเฉพาะหัวจ่าย (Individual air duct system)
- ระบบท่อลมวง (Loop air duct system)

โดยภายในโครงการจะจัดท่อลมแบบระบบท่อประธาน (Trunk air duct system) ซึ่งเป็นระบบที่ท่อลมประธานต่อระหว่างเครื่องปรับอากาศกับช่องทางออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะเมื่อเทียบกับระบบอื่นแล้วระบบนี้เป็นระบบที่ออกแบบและติดตั้งได้ง่าย ใช้เนื้อที่น้อยและราคาติดตั้งถูก โดยจะใช้ในส่วนของสำนักงานที่มีการแบ่งเป็นห้อง, ส่วนวิจัยที่มีการแบ่งห้องวิจัยเป็นส่วน



รูปที่ 6.2.4.3 การจัดท่อลม

6.2.4.3 ระบบดูดอากาศกลับและระบบหมุนเวียนอากาศ

การหมุนเวียนของอากาศ เพื่อให้ระบบการจ่ายลมเย็นสามารถทำงานได้ตลอดและยังเป็นการช่วยให้บริเวณภายในห้องเกิดการหมุนเวียนของอากาศบริสุทธิ์ เข้าแทนที่อากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง ระบบหมุนเวียนอากาศสามารถติดตั้งไว้ภายในห้องน้ำเพื่อทำการดูดกลิ่นของห้องน้ำออกไปพร้อมกันด้วย

6.2.4.4 ระบบระบายอากาศภายในอาคาร

คือการระบายอากาศในส่วนที่ไม่สามารถระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้ ได้แก่ ส่วนห้องน้ำของอาคารบางส่วนจึงต้องมีการระบายอากาศโดยใช้วิธีกล โดยการใช้พัดลมระบายอากาศเข้าช่วย ซึ่งจะสามารถระบายอากาศได้ตามที่ต้องการ โดยอากาศภายในห้องน้ำจะถูกพัดลมดูดอากาศดูดผ่านหน้ากากลม และระบบท่อลมออกไปสู่ภายนอกอาคาร เป็นระบบระบายอากาศที่มีท่อสกัดควัน(Shut duct)มีลักษณะเป็นท่อลมย่อยแนวดิ่งระหว่างท่อลมย่อยในห้องน้ำและท่อรวมท่อสกัดควันนี้ควรมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร ซึ่งจะช่วยไม่ให้ควันจากชั้นหนึ่งลุกลามไปอีกชั้นหนึ่ง โดยผ่านท่อลมระบายอากาศ นอกจากนี้ท่อสกัดควันยังช่วยลดการส่งผ่านของเสียงจากชั้นหนึ่งไปยังอีกชั้นหนึ่ง และยังช่วยลดความเข้มเสียงที่เกิดจากพัดลมระบายอากาศไม่ให้เข้าสู่ห้องน้ำอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.5 ระบบสุขาภิบาล

ระบบสุขาภิบาลของโครงการสามารถแบ่งออกเป็นระบบต่างๆดังนี้

6.2.5.1 ระบบน้ำใช้

น้ำประปาที่นำมาใช้ในโครงการ ใช้น้ำประปาจากประปาของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งได้รับมาจากการประปาจังหวัดปทุมธานี โดยจะมีน้ำไหลโดยตลอดแต่เพื่อความสะดวกในการใช้งานและการสำรองน้ำใช้ ในกรณีฉุกเฉินซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เช่น กรณีน้ำไม่ไหล หรือกรณีเกิดอัคคีภัยเป็นต้น จึงควรจะสร้างถังเก็บน้ำสำรองขึ้นใช้ในโครงการ ถังเก็บน้ำนี้มักก่อสร้างในระดับดิน เพื่อให้น้ำจ่ายจากท่อของการประปาไหลเข้าได้โดยสะดวก โดยการใช้ลูกลอยเป็นตัวควบคุมการเปิด-ปิดประตูน้ำ นอกจากนั้นยังต้องติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ที่จะทำการสูบน้ำจ่ายไปยังส่วนต่างๆ เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องสูบน้ำอันเกิดจากการเดินเครื่องกรณีที่ น้ำประปาไม่ไหลและได้ใช้น้ำสำรองจนหมด โดยให้ตัดไฟเมื่อระดับน้ำอยู่สูงกว่าท่อสูบน้ำประมาณ 10 เซนติเมตร และเริ่มทำงานใหม่เมื่อปริมาณน้ำไหลเข้ามาในระดับที่พอเหมาะ

การเลือกระบบจ่ายน้ำ

ระบบจ่ายน้ำในอาคาร สามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- ระบบจ่ายน้ำขึ้น(Up Feed Distribution System)
- ระบบจ่ายน้ำลง (DownFeed Distribution System)
- ระบบจ่ายสองทาง

การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบจ่ายน้ำ

ข้อดี

ระบบจ่ายน้ำลง

- มีความแน่นอนในการทำงานสูง เพราะมีน้ำเก็บสำรองไว้
- ระบบการทำงานง่าย สะดวกในการซ่อมบำรุง
- ค่าก่อสร้างไม่แพง และค่าใช้จ่ายในการทำงานต่ำ
- ค่าซ่อมบำรุงต่ำ
- สามารถเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการดับเพลิงได้

ระบบจ่ายน้ำขึ้น

- สามารถติดตั้งที่ส่วนไหนของอาคารก็ได้ ไม่เปลืองพื้นที่ใช้สอยมากนัก
- เครื่องสูบน้ำไม่ทำงานหากไม่ได้ใช้น้ำ
- ไม่ต้องมีถังสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

ระบบจ่ายน้ำลง

- ถังน้ำต้องอยู่สูง อาจก่อให้เกิดความไม่สวยงาม
- มีน้ำหนักมากทำให้เป็นภาระต่อระบบโครงสร้าง
- อาจเกิดปัญหารั่วซึมได้ง่าย

ระบบจ่ายน้ำขึ้น

- มีออกซิเจนละลายอยู่ในถัง ทำให้มีการกัดกร่อนมากกว่าระบบอื่นๆ
- ต้องใช้เครื่องสูบน้ำที่มีความดันสูง
- ราคาค่าก่อสร้างสูง และควบคุมการก่อสร้างลำบาก

จากประสิทธิภาพข้อดี และข้อเสียของระบบประปาที่ได้กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า ระบบจ่ายน้ำลง มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับโครงการนี้ทั้งในแง่ความประหยัดในการบำรุง และมีความแน่นอนในการทำงานสูง ค่าก่อสร้างและการดำเนินงานในระยะยาวจะถูกกว่าและมีน้ำเก็บสำรองในยามฉุกเฉินส่วนปัญหาเรื่องความสูงที่อาจทำให้เสียความงามสามารถแก้ได้ในด้านการออกแบบและตำแหน่งที่ตั้ง

ระบบการทำงาน น้ำจากท่อประปาของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จะไหลเข้าสู่ถังเก็บน้ำใต้พื้นชั้นล่างอาคารก่อน เพื่อสำรองน้ำไว้ให้เพียงพอต่อการใช้เครื่องสูบน้ำ และเหตุที่วางไว้ต่ำกว่าผิวดินก็เพื่อที่จะให้น้ำไหลเข้าสู่ถังตลอดเวลา แม้ความดันในเส้นท่อจะลดลงก็ตาม น้ำที่ไหลเข้าสู่ถังจะถูกควบคุมโดยลูกลอยในถัง ซึ่งจะทำงานด้วยระบบกลไก และมี 2 ถัง เพื่อจะปิดทำความสะอาดอีกถังหนึ่งจะยังใช้ได้ รวมทั้งต้องมีปั๊มน้ำ 2 เครื่องทำหน้าที่สลับกันเมื่ออีกเครื่องเสีย นำน้ำจากถังเก็บน้ำที่พื้นดินขึ้นไปเก็บไว้ในถังสูง ถังสูงจะควบคุมระดับน้ำโดยใช้ลูกลอยที่วงจรไฟฟ้าเชื่อมต่อกับปั๊มน้ำ เมื่อน้ำลดลงปั๊มก็จะทำงานสูบน้ำขึ้นไปเพิ่ม ถ้าลูกลอยเสียน้ำส่วนเกินก็จะไหลล้นออกสู่ท่อระบายน้ำ โดยที่ท่อน้ำใช้ก็จะลงมาตามช่องงานระบบโดยเข้าไปในส่วนเครื่องมือที่ต้องการน้ำใช้ในการทดลองและห้องวิจัยต่างๆ

6.2.5.2 ระบบท่อน้ำร้อน

ที่ใช้ภายในอาคารจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1.) น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้กับเครื่องซักผ้า ล้างจาน ฆ่าเชื้อโรค และการประกอบอาหาร

2.) น้ำร้อนที่ใช้ฝักบัวอาบน้ำหรืออ่างล้างมือ มักจะมีน้ำร้อนจากท่อน้ำร้อนประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อทำการเปิดก๊อกน้ำเย็นให้น้ำเย็นผสม กับน้ำร้อนจนได้อุณหภูมิของน้ำ สำหรับการชะล้างและอาบน้ำประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้ใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโครงการใช้ระบบท่อน้ำร้อนสำหรับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ในส่วนของการวิจัยโดยใช้วิธีใช้เครื่องสูบน้ำทำการไหลเวียนน้ำร้อน ซึ่งวิธีนี้เป็นระบบที่อาศัยเครื่องสูบน้ำทำการเพิ่มแรงดันน้ำในระบบท่อน้ำร้อน มีระบบท่อน้ำร้อนไหลเวียนกลับอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา แม้จะใช้หรือไม่ได้ใช้น้ำร้อน โดยใช้ระบบการจ่ายน้ำร้อนขึ้น-ลง โดยที่มีเครื่องทำน้ำร้อนที่ใต้อาคาร

6.2.5.3 ระบบน้ำดื่ม

ระบบน้ำดื่มของโครงการเป็นส่วนบริการน้ำดื่มของโครงการให้แก่บุคคลที่เข้ามาใช้โครงการและเจ้าหน้าที่ทั้งหมดของโครงการโดยการทำน้ำให้บริสุทธิ์ สามารถดื่มได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ผ่านเครื่องกรองหยาบ
- ผ่านเครื่องกรองคาร์บอน
- ผ่านเครื่องทำความอ่อน
- ใช้โอโซนเป็นการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ
- ผ่านแผ่นกรองไมครอน (Micron Filter) เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนที่เกิดจากการทำบำบัดด้วยโอโซน(Ozone Treatment)
- เครื่องทำความเย็น ให้ความเย็นกับน้ำดื่มตามจุดต่าง ของอาคาร

6.2.5.4. ระบบระบายน้ำ(Drainage system)

สามารถแยกประเภทของน้ำที่ต้องการระบายออกได้ 3 ประเภทดังนี้

1.) การระบายน้ำฝน (Storm water drainage)

เนื่องจากโครงการอยู่ในข้อบังคับตามพระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ.2543 ดังนั้นจึงต้องออกแบบโดยคำนึงถึงการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำผิวดินเนื่องจากอาจเกิดผลกระทบต่อเจ้าของที่ดินที่อยู่ข้างเคียงหรือบุคคลอื่นและป้องกันน้ำท่วมใน โครงการที่อาจจะเกิดขึ้นโดยระบบป้องกันและคำนึงในการออกแบบระบบระบายน้ำดังนี้

- ระบบระบายน้ำฝน
- ระบบระบายน้ำผิวดิน
- ระบบระบายน้ำใต้ดิน

<u>ระบบระบายน้ำฝน</u>

ระบบการระบายน้ำฝนของโครงการแยกออกเป็นการระบายน้ำฝนบนหลังคาสำหรับการระบายน้ำฝนบนหลังคาจะระบายออกไปภายนอกโดยมีท่อแยกต่างหากจากท่อระบายน้ำทิ้งและน้ำโสโครกของอาคาร เพื่อป้องกันมิให้น้ำฝนไหลย้อนกลับเข้าสู่เครื่องสุขภัณฑ์ในกรณีที่ท่อระบายน้ำเกิดการอุดตันการออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรางระบายน้ำฝนควรมีความกว้างของคันรางไม่น้อยกว่า 12 นิ้วเพื่อป้องกันลมพัดน้ำฝนล้นราง สำหรับขนาดของท่อระบายน้ำฝนในแนวดิ่ง ขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของหลังคาของอาคารและอัตราปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ ขนาดของท่อระบายน้ำฝนในแนวดิ่งควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า2นิ้ว (หรืออาจใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว ก็ได้)

<u>ระบบระบายน้ำผิวดิน</u>

โดยระบบระบายน้ำผิวดินสามารถทำระบายน้ำแบ่ง 2 ระบบคือ

1.) ระบบรวม(Combine Sewer)คือระบบน้ำฝนและน้ำโสโครกรวมกันสู่โรงบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง เหมาะกับบริเวณที่มีฝนตกน้อย เพราะถ้าฝนตกหนักโดยบำบัดน้ำเสียจะไม่สามารถรับน้ำได้หมดจะไหลล้น (Over – Flow) ลงสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งจะมีน้ำโสโครกปนอยู่ด้วย

2.)ระบบแยก (Seperate Sewer) คือแยกปล่อยน้ำฝนไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองโดยตรง เพราะถือว่าไม่ใช่น้ำเสียเหมาะสำหรับบริเวณที่มีฝนตกมาก โดยน้องจากปริมาณฝนของจังหวัดปทุมธานีไม่ปริมาณมากน้อยต่างกันตามฤดู ดังนั้นระบบระบายน้ำผิวดินของโครงการจึงออกแบบทั้ง 2 ระบบรวมกัน

<u>ระบบการระบายน้ำใต้ดิน</u>

คือการควบคุมและขจัดความชื้นออกไปจากดินโดยการเดินท่อน้ำใต้ดินทำได้ 2 วิธีคือ

- ใช้ท่อดันเส้นสั้นๆ เว้นรอยต่อห่างเล็กน้อย โดยไม่อุดซีเมนต์หรือวัสดุอุดใดๆ
- ใช้ท่อพรุน (Perforated Pite)

โดยการเดินท่อควรขุดเป็นร่อง รองด้วนกรวด หินย่อยหรืออิฐหักเมื่อวางท่อแล้วกลบด้วยดินเดิมการไหลของน้ำให้ดินเข้าสู่ท่อจะมากน้อยและรวดเร็วเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับ ความพรุนของดินความลึกของท่อที่ฝัง ขนาดของท่อ ระยะห่างของท่อ ตลอดจนขนาดของรูพรุน หรือช่องเว้นรับน้ำ

ความลึกของท่อระบายน้ำใต้ดินที่ได้ผลดี ควรอยู่ระหว่าง 75-150 ซม. จากผิวดิน สำหรับบริเวณที่ดินมีความชื้มน้ำดีพอประมาณ ระยะห่างระหว่างท่อย่อยควรเป็น 7.5-8 ม. แต่อย่างไรก็ตามความลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และระยะห่างของท่อย่อมแปรผันไปตามขีดความสามารถในการซึมน้ำของดิน

ความลาดของท่อเมนควรเป็น 2-3% (มากที่สุด) ส่วนท่อย่อย อาจทำได้น้อยกว่าที่สุดถึง 0.2% หรือให้คำนวณความเร็วในการไหลของน้ำได้ประมาณ 50 ซม./วินาทีเป็นอย่างน้อย ขนาดของท่อโดยทั่วไปจะใช้เส้นผ่านศูนย์กลาง 10-15 ซม. เป็นอย่างน้อย

สำหรับน้ำที่จะระบาย ที่ผิวดินและใต้ดินตามเทศบัญญัติอนุญาตให้ระบายโดยตรงสู่ทางระบายน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำสาธารณะได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัดเพราะเป็นน้ำที่มีความเข้มข้นของสารเป็นพิษน้อยไม่ทำให้เกิดสภาวะความเป็นพิษต่อน้ำตามธรรมชาติ

2.) ระบบการระบายน้ำทิ้ง (Waste water drainage)

คือน้ำที่ระบายออกมาจากเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น สุขภัณฑ์ทั่ว ๆ ไปในห้องน้ำ (ยกเว้นน้ำจากโถส้วม และที่ปัสสาวะ) , น้ำทิ้งจากส่วนศูนย์อาหาร น้ำทิ้งที่ระบายออกจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หม้อกำเนิดไอน้ำ หรือเครื่องสูบน้ำเป็นต้น

ระบบการระบายน้ำทิ้งของโครงการใช้ระบบแยกท่อน้ำทิ้งจากสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วออกจากระบบการระบายน้ำโสโครก (คือน้ำที่ทิ้งจากส้วมและที่ปัสสาวะ) ออกต่างหาก

น้ำทิ้งจากศูนย์อาหาร ต้องผ่านกระบวนการกำจัดไขมัน หรือของเสียอื่นๆ เสียก่อน ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการ เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียหลักทำงานได้โดยสะดวก น้ำทิ้งศูนย์อาหารที่มีไขมันปะปนอยู่ด้วยจะถูกส่งไปยังบ่อกำจัดไขมัน ไขมันที่มีอยู่จะจับตัวรวมกันลอยอยู่เหนือน้ำเสีย โดยมีแผงกั้นไขมันกักไขมันเอาไว้ไม่ให้ไหลออกไปจากบ่อกำจัดไขมัน ไขมันที่ลอยเป็นฝ้าอยู่จะถูกกำจัดออกจากบ่อโดยการตักเอาไปทิ้งและเพื่อให้การตักไขมันทำได้โดยสะดวกจึงมีการเดินท่อน้ำเย็นจัด (Chilled water) เข้ามาเพื่อให้ไขมันเกิดการแข็งตัวและกำจัดออกได้โดยง่าย ส่วนน้ำเสียที่อยู่ด้านล่างจะไหลเข้าสู่บ่อน้ำใสที่อยู่ติดกันและไหลต่อไปยังระบบระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

3.) ระบบการระบายน้ำโสโครก (Sewage water drainage)

หมายถึง การระบายน้ำทิ้งจากสุขภัณฑ์หนักของโครงการ เช่น ส้วม และที่ปัสสาวะ ซึ่งจำเป็นต้องผ่านการบำบัดน้ำเสียตามกรรมวิธีที่ถูกต้องตามหลักวิชาการก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือระบบการระบายน้ำสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะน้ำเสียที่มาจากส้วมและที่ปัสสาวะ จะมีปริมาณของเชื้อโรคและสารอินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมอยู่สูงจึงควรมีกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

6.2.5.5.ระบบบำบัดน้ำเสีย

วิธีการกำจัดน้ำเสีย จำเป็นต้องหาสภาพทางเคมีของน้ำก่อน เพื่อจะได้ทราบคุณสมบัติของน้ำเสีย และสามารถเลือกใช้วิธีที่ถูกต้องในการกำจัด โดยมีหัวข้อในการทดสอบดังนี้

- สภาพความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำเสีย
- สารตกตะกอนตกค้างที่มากับน้ำ (ทดสอบโดยการระเหยน้ำทิ้งเพื่อหาน้ำหนักของสารที่ปะปนมา)
- จำนวนบีโอดี (Bio-chemical Oxygen Demand) คือจำนวนออกซิเจนที่จุลชีพในน้ำเสียต้องการใช้ในการกำจัดของเสีย
- ปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำทิ้ง หลังจากทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของน้ำเสียแล้ว จึงหาวิธีกำจัดโดยการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปเพื่อทำปฏิกิริยาเพื่อที่จะทำให้มีคุณสมบัติดังนี้
  - ปราศจากสารพิษ
  - เป็นกลางไม่มีความเป็นกรดด่าง
  - ไม่มีสารละลายตกค้าง

ระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการแยกเป็น 2 ระบบ คือ

1.) ระบบน้ำเสียทั่วไป

2.) ระบบน้ำเสียจากการวิจัย

ระบบน้ำเสียทั่วไป

น้ำเสียทั่วไปของโครงการซึ่งไม่ใช่น้ำเสียจากห้องวิจัยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) โดยใช้ระบบแอกทิเวดสลัดจ์ (Activate Sludge :AS) เนื่องจากเป็นเพราะเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้มาตรฐานที่สุด ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งวางระบบน้อย ใช้เวลาในการกำจัดน้ำเสียเร็วกว่าระบบอื่นๆ อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการบำรุงรักษา

โดยหลักการทำงานของแอกทิเวดสลัดจ์(Activate Sludge :AS) คือการใส่น้ำเสียลงในถังเติมอากาศพร้อมถังตกตะกอนแบบกลม และทำการกำจัดตะกอน จากนั้นมีการหมุนเวียนตะกอนจากถังตกตะกอนกลับไปยังถังเติมอากาศใหม่โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยจุลชีพที่มีปริมาณมากพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จุลชีพเหล่านี้จะลอยอยู่ในน้ำตะกอนของถังเติมอากาศ ซึ่งจุลชีพจะอาศัยเป็นที่เพาะขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณขึ้น ในลักษณะที่เรียกว่าการเจริญเติบโตแบบแขวนลอย (Suspended Growth) โดยทั่วไปภายในถังเติมอากาศจะมีระบบกวน ทำหน้าที่ให้จุลชีพหรือสลัดจ์แขวนลอยอยู่ในถังเติมอากาศอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะสามารถควบคุมจำนวนจุลชีพได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นจำเป็นต้องมีระบบแยกน้ำใสออกจากน้ำสลัดจ์ ซึ่งนิยมใช้ถังตกตะกอนทำหน้าที่นี้ เพื่อปล่อยน้ำทิ้งที่ใสไหลล้นออกจากถังตกตะกอน ส่วนบริเวณก้นถังตกตะกอนจะมีความเข้มข้นของน้ำสลัดจ์มาก ซึ่งมักจะนำกลับสู่ถังเติมอากาศเพื่อช่วยในการควบคุมจุลชีพในถังเติมอากาศได้ ในกรณีที่มีน้ำสลัดจ์มากเกินความต้องการก็อาจสูบถ่ายจากก้นถังตกตะกอนหรือถังเติมอากาศโดยตรง และน้ำสลัดจ์ส่วนเกินนี้ไปทำการบำบัดและกำจัดทิ้งต่อไป

ซึ่งแอกทิเวตสลัดจ์(Activate Sludge :AS)เป็นระบบเดียวกับโรงบำบัดน้ำเสียรวมของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่มีระบบบำบัดน้ำเสียทั้งอุทยาน นอกจากนี้โครงการใช้ระบบบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment) ซึ่งเป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ , กระดาษ พลาสติก , เศษอาหาร , กรวด , ทราย , ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

ระบบน้ำเสียจากการวิจัย

เนื่องโครงการเป็นโครงการประเภทอาคารวิจัยดังนั้นจึงมีกิจกรรมประเภทการวิจัยเป็นหลักดังนั้นจึงมีระบบที่เพิ่มเติมเพื่อรองรับกิจกรรมภายในโครงการคือระบบกำจัดสารที่เหลือจากการวิจัยโดยโครงการจะทำการจัดการดังนี้

1.) ใช้วัสดุที่จะทำเป็นท่อระบายของเสียเนื่องจากมีความสำคัญมากเพราะวัสดุที่ใช้ต้องมีความทนต่อปฏิกิริยาเคมีของสารแต่ละชนิดที่แตกต่างกันไป ทั้งตัวท่อและบ่อบำบัดจะต้องมีการป้องกันคนที่จะตกลงไป และเครื่องมือจากอันตรายเหล่านี้

2.) ใช้ท่อแก้วในการระบายของเสียเนื่องจากท่อแก้วจะไม่ก่อให้เกิดสารที่เป็นเชื้อเพลิง โดยสารที่เหลือจากการทดลองจะไม่ทิ้งในระบบบำบัดน้ำเสีย

3.) น้ำเสียที่ได้จากการวิจัยในโครงการซึ่งมีสารเคมีที่อันตรายต่อสภาพแวดล้อมจะบำบัดแบบการบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment)ซึ่งเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเหมาะสมกับโครงการที่มีน้ำเสียที่มีส่วนประกอบ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป , มีสารพิษ , มีโลหะหนัก, มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก , มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ , มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรคโดย อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

น้ำเสียจากการปฏิบัติการผ่านขบวนการกำจัด (Wasted Water Treatment) ในขั้นตอนต่างๆ คือ

- บ่อผสมสารเคมี เป็นบ่อเติมสารเคมี เพื่อปรับค่าพีเอช (pH Adjustment) ให้เป็นกลางขจัดสารที่เป็นสารพิษต่างๆ ในน้ำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำหนักมากขึ้น ทำให้สามารถตกตะกอนได้เร็วขึ้น

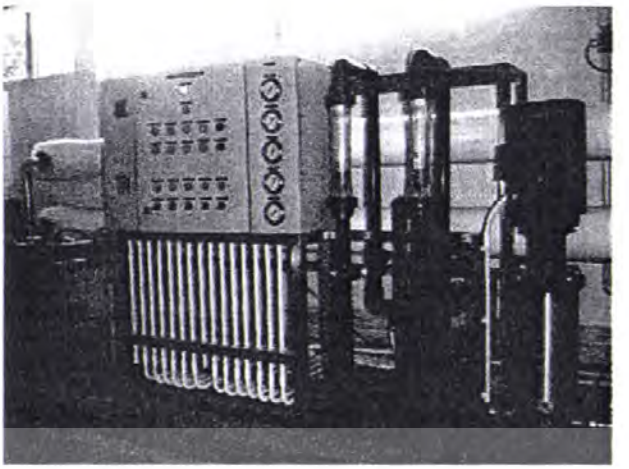
- บ่อกวนน้ำ น้ำที่ได้รับการเติมสารเคมีจากขั้นตอนบ่อผสมสารเคมี แล้วจะล้นออกมาในบ่อที่ 2 นี้ ช่วยภายในบ่อจะมีใบพัดหมุนกวนน้ำอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้น้ำผสมหรือทำปฏิกิริยากับสารเคมีได้เร็วขึ้น และเป็นเปิดโอกาสให้ตะกอนจับตัวกันและตกตะกอนเร็วขึ้น

- บ่อตกตะกอน จะรับน้ำที่ล้นมาจากบ่อที่ 2 เพื่อมาทำจัดสิ่งเจือปนและให้มีการตกตะกอนในขั้นแรก และเป็นการเก็บกักน้ำเพื่อให้สารเคมีสลายตัวซึ่งสามารถกำจัดโลหะหนัก,สารอนินทรีย์ ได้

- กระบวนการออกซิเดชั่น (Oxidation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปมวลสารเพื่อให้อยู่ในรูปที่มีความเป็นพิษลดลง(Detoxification) โดยสามารถบำบัดของเสียพวกสารอินทรีย์กลายเป็นสารขั้นกลาง (Intermediate Products) ซึ่งจะมีความเป็นพิษต่ำลง หรือในขั้นสุดท้ายกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยนำของเสียที่เป็นของเหลวใสในถังปฏิกิริยาแล้วใส่ตัวออกซิไดซ์ลงไป เช่น โอโซน , ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ , คลอรีน , คลอรีนออกไซด์ , โปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นต้นซึ่งตัวออกซิไดซ์แต่ละชนิดใช้กับน้ำเสียที่ไม่เหมือนกันดังนั้นจึงต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญควบคุมการใช้ตัวออกซิไดซ์

- กระบวนการแยกด้วยเยื่อ (Membrane Separation Processes) โดยจากการศึกษาอาคารตัวอย่างต่างๆจะใช้กระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส (Reverse Osmosis) โดยก่อนมาถึงกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส(Reverse Osmosis)ควรผ่านกระบวนการข้างต้นก่อนเพื่อทำให้มีประสิทธิภาพดีเนื่องจากกระบวนนี้มีเยื่อกรองจะทำให้ของแข็งแขวนลอยติดทำให้ประสิทธิภาพการทำงานไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2.5.1 เครื่องรีเวอร์สออสโมซิส(Reverse Osmosis)

- บ่อเก็บกักน้ำ (Reservior) เป็นการเก็บกักขั้นสุดท้าย เพื่อให้สารเคมีสลายตัว และตกตะกอนเพราะอาจจะยังมีสารเคมีบางส่วนที่ยังทำปฏิกิริยาไม่หมด ซึ่งบางส่วนของการบำบัดสามารถส่งไปยังโรงบำบัดน้ำเสียรวมของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยที่มีระบบบำบัดน้ำเสียทั้งอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

6.2.6. ระบบกำจัดสารที่เหลือจากการวิจัย

ของเสียที่เหลือจากการวิจัยหรือกระบวนการต่างๆที่มีความเป็นพิษควรมีการจัดเก็บแยกตามคุณสมบัติทั้งทางเคมีและกายภาพ เพื่อลดความเสี่ยงต่ออันตรายจากของเสียเหล่านั้น เป็นสารที่ไม่สามารถเข้ากันได้และเป็นการง่ายต่อกระบวนการบำบัดและการกำจัดหากอยู่ในห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ไม่ควรทิ้งถังในอาคารควรมีภาชนะจัดเก็บอย่างมิดชิด ของเสียที่เหลือจากการทดลองของโครงการแบ่งเป็นประเภทดังนี้

6.2.6.1 ของเสียที่ออกมาจากเครื่องมือวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี

โดยส่วนใหญ่เครื่องมือวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีจะใช้น้ำสะอาดและก๊าซชนิดต่างๆ โดยมีก๊าซที่ใช้ในโครงการจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ,มีเทน , ไอโซบิวเทน ,แอมโมเนีย, ก๊าซไนโตรเจน,ก๊าซไดคลอโรไซเลน,ก๊าซไซเลน , วาเนเดียมออกซีไตรคลอไรด์ ,ทังสเตนเฮกซะคลอไรด์ เป็นต้นโดยใช้ก๊าซเหล่านี้ใช้ในการวิจัยมีโอกาสระเหยออกจากจากห้องวิจัยซึ่งจากการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบโครงการในกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ก๊าซอันตรายโดยเครื่องมือส่วนใหญ่จะมีท่อทางปล่อยออกไปภายนอกอาคารจะใช้แผ่นกรองเอชอีพีเอเพื่อกรองก๊าซที่เป็นอันตรายก่อนออกไปภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.6.2 ของเสียจากการวิจัยที่เป็นของแข็ง

โดยส่วนใหญ่เป็นวัสดุทางโลหะเช่นโลหะไทเทเนียมและกราไฟต์เป็นวัสดุรองรับการวิจัยนอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่นที่ใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับงานวิจัยนั้นๆ เช่น การทำแว่นตานาโน ก็มีการใช้เลนส์แว่นตาเป็นวัสดุรองรับการเคลือบฟิล์ม เป็นต้น นอกจากของเสียที่อยู่ในรูปของของแข็งจากวัสดุที่ใช้ในการวิจัยแล้วยังมีของเสียที่เป็นของแข็งจากเครื่องมือในกลุ่มเคลือบฟิล์ม ที่เป็นเป็นอนุภาคผง ซึ่งการระบบการกำจัดของแข็งประเภทของแข็งนั้นจะใช้ในถังขยะในกลุ่มขยะอันตรายแล้วนำไปทำลายต่อจากหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบทางด้านนี้ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยต่อไป

6.2.6.3 ของเสียจากการวิจัยที่มีกัมมันตรังสี

โดยได้จากกลุ่มห้องเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณพลังงานรังสีของธาตุ ซึ่งจะเป็นของเสียที่เป็นอุปกรณ์ก่อให้เกิดรังสีรังสีเอ็กซ์ ซึ่งอยู่ในรูปของกล่องซึ่ง โดยนอกจากนี้ไม่มีของเสียจากการวิจัยที่ปนเปื้อนสารกัมมันตภาพรังสี ดังนั้นของเสียอย่างเดียวในโครงการจึงมีเพียงอุปกรณ์ก่อให้เกิดรังสีรังสีเอ็กซ์ ซึ่งจะนำไปเก็บไว้ในห้องเก็บกากกัมมันตรังสี โดยจะบรรจุในถุงพลาสติกที่มีความหนา โดยซ้อน 2 ชั้นแล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือถังโลหะอีกชั้น และติดฉลากบ่งให้ชัดเจนถึง ชนิดของสารกัมมันตรังสี ก่อนที่กองขจัดกากกัมมันตรังสีสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (พปส.)นำไปกำจัดต่อไป

6.2.6.4 ของเสียจากพืชที่ใช้ในการทดลอง

ของเสียจากพืชที่ใช้ในการทดลองซึ่งจากการศึกษารายละเอียดในการวิจัยในกลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพรในส่วนการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบโครงการแล้วของเสียดังกล่าวจะทั้งเป็นขยะเปียกและแห้ง คือ พืชสด , พืชที่ถูกสกัดเป็นต้น และขยะแห้งได้แก่ ขยะที่ได้จากการทดลองที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้ว ซึ่งของเสียดังกล่าวถูกสารเคมีต่างๆที่ใช้ในการสกัด แต่จากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่สารเคมีที่ใช้ในการสกัดจะเป็นสารเคมีที่ใช้ในปริมาณที่ไม่สูงจึงมีความปลอดภัย ยกเว้นสารสกัดบางชนิด เช่น *Arnica , Capsicum , Hops , Horse Chestnut , Passion Flower , Peruvian Bark* และ *St. John 's wort* [1] เป็นต้น ซึ่งจะมีผลอันตรายต่อผู้สัมผัส ดังนั้นในกลุ่มของเสียจากพืช จึงใส่ในถุงขยะในกลุ่มขยะอันตรายแล้วนำไปทำลายต่อจากหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบทางด้านนี้ของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยต่อไป

---

[1] พิมพร ลีลาพรพิสิฐ.2547.เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ไอเดียนสไตร์. หน้า 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.6.5 ของเสียที่ได้จากห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารเคมี โดยสามารถแบ่งประเภทของสารเคมีโดยทั่วไปทางห้องปฏิบัติการกลางทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป ได้ดังนี้

- สารพวกออกซิไดซ์เซอร์
- สารกัดกร่อนและระคายเคือง
- สารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง
- สารที่มีความเป็นพิษ

โดยมีกำจัดสารเคมีที่แบ่งเป็นสถานะต่างๆซึ่งเป็นวิธีการกำจัดสารเคมีในภาพรวม เนื่องจากสารเคมีที่ใช้ในปัจจุบันมีหลานประเภทและแต่ละประเภทมีการวิธีการกำจัดที่ไม่เหมือนกันแต่มีวิธีการกำจัดสารเคมีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปดังนี้

1.) วิธีกำจัดสารเคมีที่เป็นของแข็ง โดยมากมักจะต้องขึ้นกับชนิดสารเคมีและวิธีการกำจัดจะแตกต่างกันไปสารเคมีแต่ละชนิด แต่วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

- วิธีที่ 1 การละลาย
- วิธีที่ 2 การเผา
- วิธีที่ 3 การทิ้ง

วิธีที่ 1 การกำจัดสารเคมีที่เป็นของแข็งโดยการละลาย

เป็นวิธีทั่วไปในการกำจัดสารเคมีที่เป็นของแข็ง โดยเฉพาะการละลายน้ำหรือในสารละลาย กรด หรือ ด่าง ในขณะที่ทำการทดลองผลการละลายโดยใช้สารเพียงเล็กน้อยเพื่อลดอันตราย

วิธีที่ 2 การกำจัดสารเคมีที่เป็นของแข็งโดยการเผา

เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้กันทั่วไป อย่างไรก็ตามสิ่งที่พึงระมัดระวังในการเผาสารมีดังนี้

- ปฏิกิริยารุนแรงที่อาจเกิดขึ้น เช่น การระเบิด
- สารพิษที่เกิดจากการเผาเช่นการเกิดเป็นควัน หรือก๊าซพิษ เป็นต้น

เพราะฉะนั้นในขณะทำการทดลองเผาโดยใช้ปริมาณน้อย จึงต้องสังเกตโดยถ้าไม่มีปัญหาเกิดขึ้น จึงทำการเผาในปริมาณมากได้ แต่อย่างไรก็ตาม ควรทำการเผาในที่โล่งแจ้งและมีการถ่ายเทอากาศอย่างดี นอกจากนี้ควรจะต้องดูแลทิศทางลมด้วย เพื่อมิให้ควันหรือก๊าซที่เกิดขึ้นถูกพัดไปยังที่มีผู้คน รวมทั้งผู้คนที่กำลังกำจัดสารอยู่

วิธีที่ 3 การกำจัดสารเคมีที่เป็นของแข็งโดยการทิ้ง

เป็นวิธีนี้ที่ต้องสามารถสรุปได้ว่าเป็นสารเคมีที่ไม่มีปัญหาซึ่งวิธีเหมาะสมเมื่อสารเคมีนั้นไม่ละลายในน้ำหรือกรด ด่าง และเผาก็ไม่สลายเท่านั้น การทิ้งสารประเภทนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องใช้ภาชนะห่อเอาไว้อย่างดี เช่น ใช้ถุงพลาสติกที่แข็งแรง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย เสร็จแล้วจึงนำไปทิ้งโดยการฝังดิน ทิ้งในที่สำหรับทิ้ง หรือทิ้งลงบ่อน้ำ เป็นต้น

2.) วิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเหลว จะต้องทำการทดลองโดยใช้ปริมาณน้อย ๆ ก่อนเช่นเดียวกับการกำจัดสารเคมีที่เป็นของแข็ง โดยใช้หลักการต่าง ๆ ต่อไปนี้

หลักการที่ 1 การทำปฏิกิริยากับน้ำ

หยดสารที่จะกำจัด 1-2 หยด ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ ถ้าเกิดปฏิกิริยารุนแรงและสารละลายน้ำเป็นกรด ให้นำสารนั้นไปที่บ่อสำหรับกำจัดสารเคมีแล้วโยนภาชนะบรรจุสารนั้น จากระยะที่ปลอดภัยให้แตกลงในบ่อ หรือเปิดฝาภาชนะบรรจุแล้วเทสารลงในบ่อนั้น จากนั้นฉีดน้ำลงไปในบ่อ โดยให้น้ำไหลพุ่งไปในทิศทางเดียวกัน และไหลไปสู่กองโซเดียมคาร์บอเนต หรือแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งได้เตรียมไว้ก่อนแล้ว เกลือคาร์บอเนตที่ใช้จะช่วยทำลายกรดให้เป็นกลางได้

หลักการที่ 2 ความไวไฟ

หยดสารจำนวน 2-3 หยด ลงบนภาชนะทนไฟ แล้วเผาให้ร้อนเพื่อดูความยากง่ายของการเผาไหม้นอกจากนี้ควรทดสอบการละลายน้ำด้วยเสร็จแล้วให้ดำเนินการดังต่อไปนี้ ถ้ามีปริมาณน้อยและละลายน้ำได้ ให้ปล่อยทิ้งไปกับน้ำ แต่ต้องระวังอย่าให้มีเปลวไฟอยู่ใกล้ ถ้าไม่ละลายน้ำก็ปล่อยให้ระเหยไปเองในตู้ดูดควันหรือในที่โล่งแจ้งถ้ามีปริมาณมาก ให้ทำการเผาในบ่อที่ใช้กำจัดสารเคมี ซึ่งถ้าเป็นสารที่ระเหยได้ง่าย จะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

หลักการที่ 3 การระเหยกลายเป็นไอ

สารที่ระเหยกลายเป็นไอได้ง่ายและไม่ติดไฟ ก็ปล่อยให้ระเหยในตู้ดูดควัน หรือที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี โดยที่ควันของสารนั้นจะต้องไม่มีกลิ่นฉุน และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนสารที่ให้ควันหรือไอซึ่งทำให้แสบตา แสบจมูก หรือคอ จะต้องกำจัดโดยวิธีต่อไปนี้สารที่มีกลิ่นฉุนมากจะต้องกำจัดโดยวิธีเฉพาะ ซึ่งกลิ่นของสารก็จะสามารถบอกได้ว่าเป็นสารประเภทใด เช่น สารประกอบกำมะถัน(Mercaptans)กำจัดได้โดยวิธีออกซิไดซ์ด้วยสารละลายด่างทับทิม หรือโปตัสเซียมเปอร์มังกานต ซึ่งจะทำให้สารที่ได้มีกลิ่นฉุนน้อยลง เป็นต้น

การกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง

โดยทั่วไปแล้วในการทำลายหรือทิ้งของเสียที่มีสารก่อมะเร็งปะปนอยู่ จะต้องไม่ทิ้งไปกับท่อน้ำทิ้ง หรือระบบกำจัดของเสียธรรมดา และไม่ควรจะฝังเพราะสารก่อมะเร็งจะซึมออกมาได้ นอกจากนั้นวิธีการทำลายที่เลือกใช้ก็ควรจะไม่ทำให้ผู้ย้ายของเสียหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องมีโอกาสได้รับสารก่อมะเร็งด้วย ซึ่งสารแต่ละตัวที่พบในห้องปฏิบัติการเคมีมีวิธีกำจัดให้ถูกต้องดังนี้

ตาราง 6.2.6.1 แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง

ประเภท	สารเคมี	วิธีกำจัด (Disposal)
1	เบนซิน (Benzene)	วิธีที่ 1 ใช้เวอร์มิคิวไลท์ (Vermiculite) ดูดซับจากนั้นนำไปเผาในหลุมหรือเตาเผาแบบเปิด วิธีที่ 2 ละลายในสารทำละลายไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ , เบนซิน แล้วฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ครั้งหนึ่ง (Afterburner)
1	อาร์ซานิค (III) ออกไซด์ (Arsenic (III) oxide)	ละลายในกรดเข้มข้นไฮโดรคลอริก (Hydrochloric) ปริมาณเล็กน้อย กรอง (ถ้าจำเป็น) ทำให้เจือจางด้วยน้ำจนกระทั่งมีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น เติมไฮโดรคลอไรด์เพื่อทำให้ ละลายอีกครั้ง ทำให้อิ่มตัวด้วยไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) กรอง ล้างตะกอนทิ้งไว้ให้แห้ง บรรจุหีบห่อ และส่งคืนบริษัท
1	นิกเกิลคลอไรด์-6-ไฮเดรต (Nickel chloride-6-Hydrate) นิกเกิลซัลเฟต-6-ไฮเดรต (Nickel Sulfate-6Hydrate)	ให้เขาเก็บไว้เมื่อมีปริมาณมากพอให้นำส่งบริษัทเพื่อนำไปผ่านขบวนการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 6.2.6.1 (ต่อ)แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง

ประเภท	สารเคมี	วิธีกำจัด (Disposal)
2เอ	ฟอร์มัลดิไฮด์ (Formaldehyde)	วิธีที่ 1 ใช้เวอร์มิคิวไลท์ (Vermiculite) ดูดซับจากนั้นนำไปเผาในหลุมหรือเตาเผาแบบเปิด วิธีที่ 2 ละลายในสารทำละลายไวไฟ เช่น อะซีโตน (Acetone) หรือเบนซิน (Benzene) แล้วฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ครั้งหนึ่ง (Afterburner)
2เอ	แอสซิทาไมด์ (Acetamide)	วิธีที่ 1 เทลงบนโซเดียมไบซัลเฟต (Sodium bisulfate) ที่บรรจุอยู่ในถาดระเหยขนาดใหญ่ ฉีดพ่นด้วยน้ำ ทำให้เป็นกลางเทลงท่อน้ำทิ้ง ตามด้วยน้ำปริมาณมาก วิธีที่ 2 ละลายในตัวทำละลายไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ ที่ใช้แล้ว นำไปเผาในหลุม โดยผู้จุดไฟต้องอยู่ในระยะไกลและอยู่เหนือลม วิธีที่ 3 อาจฉีดพ่นสารละลายในวิธีที่ 2 ในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและดักจับสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง
2เอ	คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbontetra chloride)	สารที่ต้องการกำจัดมีลักษณะเป็นของเหลวที่มีพิษซึ่งไม่ละลายน้ำและไม่สามารถเผาได้ สามารถทำให้บริสุทธิ์ได้ โดยการกลั่น และนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรืออาจส่งคืนบริษัท
2เอ	สไทรีน (Styrene)	วิธีที่ 1 ใช้เวอร์มิคิวไลท์ (Vermiculite) ดูดซับจากนั้นนำไปเผาในหลุมหรือเตาเผาแบบเปิด วิธีที่ 2 ละลายในสารทำละลายไวไฟ เช่น อะซีโตน (Acetone) หรือเบนซิน (Benzene) แล้วฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ครั้งหนึ่ง (Afterburner)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 6.2.6.1 (ต่อ)แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง

ประเภท	สารเคมี	วิธีกำจัด (Disposal)
2เอ	คลอโรฟอร์ม, คลอโรฟอร์ม เอชพีแอลซี Chloroform Chloroform, HPLC)	วิธีที่ 1 เทลงบนพื้นที่โล่งปล่อยทิ้งไว้ให้ระเหยหรือจุดไฟเผา ผู้จุดต้องยืนอยู่ในระยะไกล วิธีที่ 2 ละลายในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นสูง(เช่น บิวทิว) เบนซินหรือปิโตรเลียม อีเธอร์(Petroleum Ether) แล้วนำไปเผา วิธีที่ 3 เพอรอคไซด์ ฟอร์เมชั่น อีเธอร์ (Peroxide Formation Ether) ถ้าตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศหรือแสงจะมีเพอรอคไซด์ (Peroxides) เกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเก็บไว้ในขวดแก้วใส การระเบิดจะเกิดขึ้นเมื่อฝาหรือจุกปิดขวดถูกเปิดออก ควรเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุไปในบริเวณห่างไกลชุมชน ขณะเคลื่อนย้ายให้ห่อหุ้มภาชนะบรรจุด้วยขี้เลื่อยหรือวัสดุอื่น กำจัดโดยวิธีการเผา โดยผู้จุดต้องยืนอยู่ในระยะไกล ให้นำสิ่งที่ห่อหุ้มภาชนะบรรจุออกก่อนเผา
2เอ	แคดเมียม (Cadmium Standard Solution) ตะกั่ว (Lead Standard Solution) แคดเมียมซัลเฟต (Cadmium Sulfate)	เปลี่ยนให้เป็นไนเตรท (Nitrate) โดยการเติมกรดไนตริก (Nitric) เข้มข้น จำนวนเล็กน้อย นำไประเหยในตู้ดูดควัน จนมีลักษณะคล้ายแป้งเปียก
2บี	แอสซิแทลดีไฮด์ (Acetaldehyde)	วิธีที่ 1 ใช้เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) ดูดซับจากนั้นนำไปเผาในหลุมหรือเตาเผาแบบเปิด วิธีที่ 2 ละลายในสารทำละลายไวไฟ เช่น อะซีโตน (Acetone) หรือเบนซิน (Benzene) แล้วฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ครั้งหนึ่ง (Afterburner)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง

สารเคมีที่มีความเป็นพิษสูงเป็นสารที่มีอันตรายมาก ดังนั้นในการกำจัดสารเคมีประเภทนี้จึงควรมีการกำจัดที่ถูกต้องเพื่อไม่ให้สารเคมีปนเปื้อนไปสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยมีวิธีกำจัดดังนี้

ตาราง 6.2.6.2 แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง

ลำดับ	สารเคมี	วิธีกำจัด (Disposal)
1.	อะซีโตไนทริล (Acetonitrile)	วิธีที่ 1 เติมสารละลายแคลเซียมไฮโพคลอไรท์(Calcium hypochlorite) เข้มข้นพร้อมกับคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 24 ชม. เทลงที่ตามด้วยน้ำปริมาณมาก วิธีที่ 2 นำไนทริล (Nitrile) ที่เป็นของเหลวผสมกับสารทำละลายไวไฟและฉีดเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและการดักจับสารเคมีที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้ง
2.	แอนิไลน์ (Aniline)	วิธีที่ 1 เทลงบนทรายที่ผสมกับโซดาแอช(Soda ash) ในอัตราส่วน 90:10 ผสมให้เข้ากันตักใส่กล่องกระดาษ และใส่กระดาษลงไปจำนวนมาก ๆ เผาในเตาเผาอาจใส่เศษไม้ช่วย ต้องจุดไฟในระยะไกล ขณะทำงานให้อยู่เหนือลม วิธีที่ 2 ละลายในตัวทำละลายไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ , เบนซิน และฉีดพ่นไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและดักจับสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้ง
3.	เอ็น-อะไมล แอลกอฮอล์ (n-Amyl alcohol)	**แก๊ส** ให้เดินสายท่อก๊าซไปในเตาเผาหรือหลุม และเผาทิ้ง **ของเหลว** ฉีดพ่นให้เป็นละอองเข้าไปในเตาเผา เพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้ดีขึ้น โดยการผสมกับตัวทำละลายไวไฟ **ของแข็ง** ห่อด้วยกระดาษหรือวัสดุไวไฟอื่น ๆ เผาในเตาเผาหรืออาจนำของแข็งไปละลายในสารทำละลายไวไฟ และนำไปฉีดพ่นในเตาเผา
4.	เบนซิน (Benzene)	**แก๊ส** ให้เดินสายท่อก๊าซไปในเตาเผาหรือหลุม และเผาทิ้ง **ของเหลว** ฉีดพ่นให้เป็นละอองเข้าไปในเตาเผา เพื่อช่วยให้เกิดการเผาไหม้ดีขึ้น โดยการผสมกับตัวทำละลายไวไฟ **ของแข็ง** ห่อด้วยกระดาษหรือวัสดุไวไฟอื่น ๆ เผาในเตาเผาหรืออาจนำของแข็งไปละลายในสารทำละลายไวไฟ และนำไปฉีดพ่นในเตาเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 6.2.6.2 (ต่อ) แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง

ลำดับ	สารเคมี	วิธีกำจัด (Disposal)
5.	ไฮดราซิเนียม ซัลเฟส จีอา เอซีเอส (Hydrazinium sulfate GR ACS)	ให้แยกเก็บไว้ เมื่อมีปริมาณมากพอ ให้นำส่งบริษัทเพื่อนำไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่
6.	วัน-คลอโร-ไนโตรเบนซิน (1-chloro-nitrobenzene)	วิธีที่ 1 เทลงบนโซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) หรือทรายผสมกับโซดาแอซ (Soda ash) ในอัตราส่วน 90:10 ผสมกันและบรรจุลงกล่องกระดาษ และใส่กระดาษจำนวนมากลงไปเพื่อเป็นเชื้อเพลิง เผาในเตาอาจใส่เศษไม้ลงไปด้วย วิธีที่ 2 อาจนำสารที่บรรจุลงกล่องกระดาษตามวิธีที่ 1 ไปเผาในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและดักจับสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้สาร alkali เป็นตัวดักจับ วิธีที่ 3 ผสมกับตัวทำละลายไวไฟ เช่น เช่น แอลกอฮอล์ , เบนซินและฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและดักจับสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง
7.	กรดไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric acid)	เทช้า ๆ ลงในสารละลายของโซดาแอซ (Soda ash) ผสมกับผงแคลเซียมไฮดรอกไซด์พร้อมกับกวนแบา ๆ เทลงในน้ำไหลซึ่งมีปริมาณมากๆ ขณะเทจะต้องระวังและอ่างน้ำควรมีวัสดุปูรองไว้ (Protective matling) และวัสดุที่ใช้ปู จะต้องมีเพื่อให้น้ำผ่านไปได้
8.	เลท เอซิเทต (Lead acetate)	เปลี่ยนให้เป็นไนเตรท (Nitrate) โดยการเติมกรดไนตริก (Nitric) เข้มข้นจำนวนเล็กน้อย นำไประเหยในตู้ดูดควัน จนมีลักษณะคล้ายแป้งเปียก (Paste) เติมน้ำ 500 มิลลิลิตร
9.	แนฟธาลีน (Naphthalene)	ให้แยกเก็บไว้ เมื่อมีปริมาณมากพอ ให้นำส่งบริษัทเพื่อนำไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่
10.	โฟร-ไนโตรแอนิไลน์ (4-Nitroaniline)	ให้แยกเก็บไว้ เมื่อมีปริมาณมากพอ ให้นำส่งบริษัทเพื่อนำไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

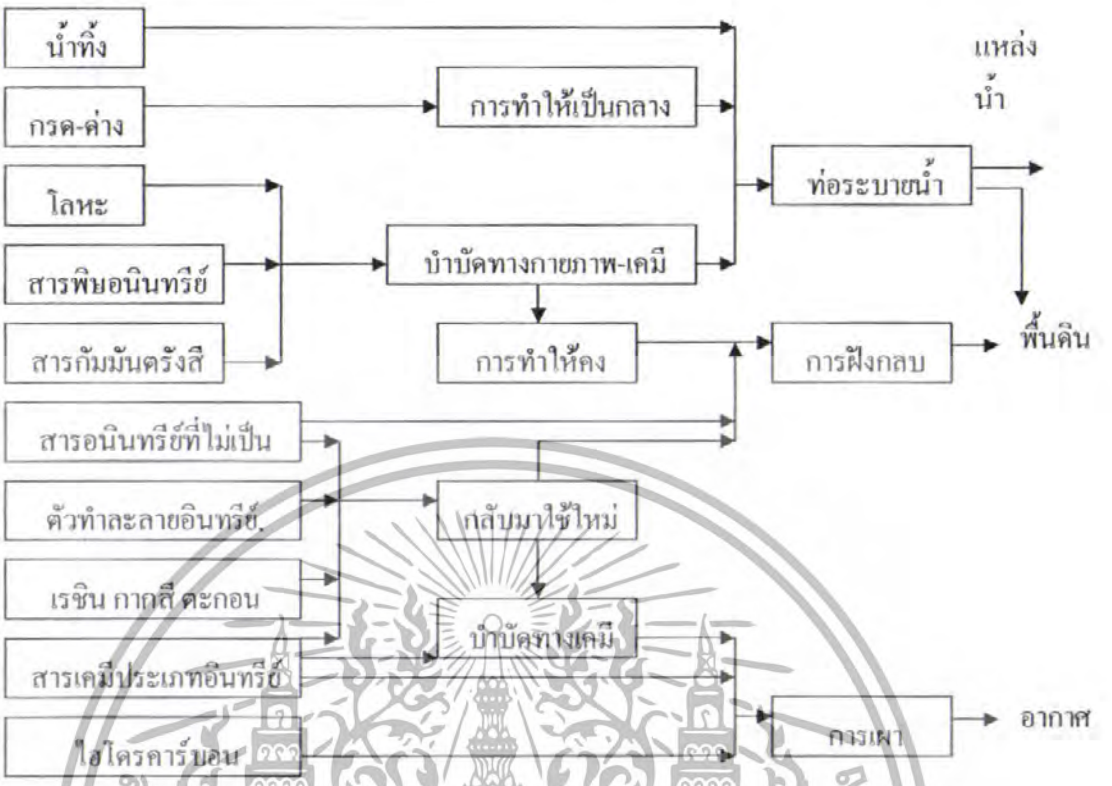
ตาราง 6.2.6.2 (ต่อ) แสดงวิธีการกำจัดสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง

ลำดับ	สารเคมี	วิธีกำจัด (Disposal)
11.	โพแทสเซียม โครเมท เอ็กซ์ตรา เพียว (Potassium chromate extra pure)	ให้แยกเก็บไว้ เมื่อมีปริมาณมากพอ ให้นำส่งบริษัทเพื่อนำไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่
12.	ไนโตรเบนซิน (Nitrobenzene)	วิธีที่ 1 เทลงบนโซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) หรือทรายผสมกับโซดาแอช (Soda ash) ในอัตราส่วน 90:10 ผสมกันและบรรจุลงกล่องกระดาษและใส่กระดาษจำนวนมากลงไปเพื่อเป็นเชื้อเพลิง เผาในเตาอาจใส่เศษไม้ลงไปด้วย วิธีที่ 2 อาจนำสารที่บรรจุลงกล่องกระดาษตามวิธีที่ 1 ไปเผาในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและดักจับสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้สาร แอลคาไลน์เป็นตัวดักจับ วิธีที่ 3 ผสมกับตัวทำละลายไวไฟ เช่น เช่น แอลกอฮอล์ , เบนซินและฉีดพ่นเข้าไปในเตาเผาชนิดที่มีการเผาและดักจับสารเคมีที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง
13.	เซมิคาร์บาไซด์ ไฮโดรคลอไรด์ (Semicarbazide hydrochloride)	ให้แยกเก็บไว้ เมื่อมีปริมาณมากพอ ให้นำส่งบริษัทเพื่อนำไปผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

เมื่อทำให้สารเคมีมีความเป็นพิษน้อยลงแล้วจึงสามารถเทลงระบบระบายน้ำเสียของโครงการไปบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากการวิจัยต่อไป

จากการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากห้องวิจัยและระบบกำจัดสารที่เหลือจากการวิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางบำบัดของเสียจากโครงการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2.6.1 แนวทางบำบัดของเสียประเภทต่างๆ[2]

6.2.7. การกำจัดขยะและสาธารณูปโภค

ลักษณะของขยะที่เกิดขึ้น ในโครงการ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

6.2.7.1 ขยะธรรมดา เช่น เศษกระดาษ เป็นต้น จะแยกส่งรถเก็บขยะอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยหรือเทศบาลเมืองคลองหลวงซึ่งเป็นขยะที่เกิดจากสำนักงานฝ่ายต่างๆ , ห้องพักพนักงาน , ห้องสมุด เป็นต้นของโครงการ โดยมีจัดให้มีตะกร้าหรือถังทิ้งขยะ (Individual refuse bins and sack) ภายในสำนักงานฝ่ายต่างๆ สำหรับทิ้งสิ่งของหรือวัสดุเหลือใช้ต่างๆ โดยการแยกประเภทของถังขยะออกเป็น ถังขยะแห้งและถังขยะเปียก เพื่อสะดวกต่อการนำไปแยกประเภทในระบบการกำจัดขยะโดยเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดจะเป็นผู้รวบรวมขยะออกไปทิ้งทุกๆ วัน เพื่อไม่ให้เกิดการหมักหมมหรือเน่าเสียของขยะ หลังจากรวบรวมขยะส่วนแล้ว ก็จะบรรทุกใส่รถเข็นนำไปที่รวบรวมขยะของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยต่อไป

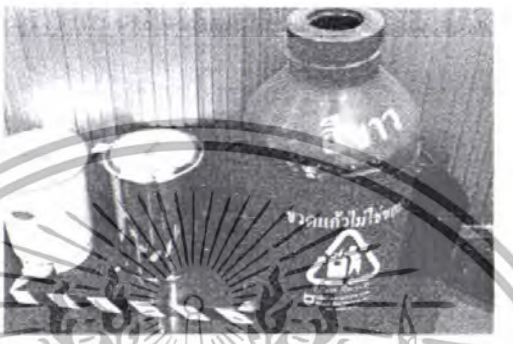
[2] ที่มา : Visvanathan (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.7.2 ขยะอันตรายเป็นขยะที่ทิ้งไม่ได้ ต้องทำลายเอง โดยเป็นขยะที่ได้จากห้องวิจัยภายในโครงการสามารถแบ่ง ดังนี้

- พลาสติกและกระดาษ ซึ่งเป็นของเหลือที่เป็นอุปกรณ์แบบที่ใช้ครั้งเดียว
- ขยะที่เหลือจากการทดลอง

ซึ่งขยะเหล่านี้จะมีถังเก็บเฉพาะโดยจะมีเจ้าหน้าที่นำไปทำลายในภายหลัง โดยถังเก็บขยะอันตรายสามารถอ้างอิงกับตัวอย่างอาคารคือ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งปัจจุบัน)



รูปที่ 6.2.7.1 แสดงถังขยะแบบต่างๆของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งปัจจุบัน)

สำหรับโครงการไม่ต้องก่อสร้างเตาเผาขยะติดเชื้อเนื่องจากอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยมีโรงเผาขยะสำหรับหน่วยงานภายในอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยทั้งหมด

6.2.8. ระบบป้องกันอัคคีภัยและระบบดับเพลิง (Fire safty system)

ระบบการป้องกันอัคคีภัยในโครงการเป็นระบบที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของนักวิจัยและผู้ใช้โครงการประเภทอื่น โดยในกรณีที่เกิดไฟไหม้ในแต่ละครั้งมีการศึกษาพบว่าผู้เสียชีวิตจากการสำลักหรือสูดควันพิษจะเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตมากกว่าการถูกไฟไหม้โดยตรง

ดังนั้นในการออกแบบศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติควรคำนึงถึงความปลอดภัยจากสถานการณ์เหล่านี้ไว้ด้วย การออกแบบระบบระบายควัน (Smoking release) โดยทำงานร่วมกับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Springer system) ในด้านการออกแบบเพื่อป้องกันไฟในการลามระหว่างชั้นริมด้านนอกของอาคารที่เป็นช่องงานระบบประกอบห้องวิจัย ซึ่งมีการเชื่อมไปชั้นอื่นๆ โดยบริเวณช่องว่างระหว่างขอบพื้นและผนังจะต้องทำการหุ้มด้วยฉนวนกันไฟและมีอัตราการทนไฟได้ตั้งแต่ 1-2 ชั่วโมงขึ้นไป รวมทั้งระบบท่องานระบบประกอบอาคารต่างๆ เช่น ท่อส่งน้ำเย็นหรือท่อระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับอากาศและท่อสายไฟทุกชนิดจะต้องทำการหุ้มหมดทุกๆ ชั้นเพราะอาจเกิดการลุกลามของไฟไปยังชั้นต่างๆ ได้จากช่องท่อ

โดยในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ระบบอุปกรณ์ประกอบอาคาร(Building automation)ของโครงการจะต้องมีการทำงานที่สัมพันธ์กันตามโซนต่างๆและมีระบบสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉิน(Alarm)แจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้ผู้ที่อยู่ในอาคารทราบด้วย

การออกแบบและติดตั้งระบบดับเพลิงภายในอาคารนิยมใช้มาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย(มาตรฐานส.ว.ท.)และมาตรฐานของสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (Nation Fire Protection Associate :NFPA)เป็นมาตรฐานหลักระบบดับเพลิงที่ใช้ในโครงการโดยทั่วไปแบ่งออกเป็นดังนี้

6.2.8.1. ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire hose reel system)

ประกอบด้วยสายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire hose cabinet) และท่อยืน (Stand pipe) น้ำที่ใช้ในการดับเพลิงอาจใช้น้ำสำหรับการดับเพลิงจากถังเก็บน้ำบนหลังคาจากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ชั้นล่างหรือจากหัวฉีดน้ำดับเพลิงสำหรับพนักงานดับเพลิงที่ชั้นล่างของโครงการ ซึ่งอาจมากจากแหล่งน้ำภายนอก เช่น รถตำรวจดับเพลิง โดยต้องมีระดับความดันของน้ำในท่อดับเพลิงไม่น้อยกว่าความดันของน้ำที่ระดับสูง 30 เมตร

6.2.8.2. ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Springer system)

ระบบหัวจ่ายน้ำดับเพลิง คือระบบท่อน้ำดับเพลิงและหัวกระจายน้ำดับเพลิง ซึ่งจะกระจายน้ำลงเหนือบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ การติดท่อจะแขวนลอยเอาไว้เหนือระดับพื้นห้องตามส่วนต่างๆของโครงการ โดยสปริงเกอร์ 1 ตัว สามารถครอบคลุมพื้นที่ในการดับเพลิงได้ 16 ตารางเมตร ระบบสปริงเกอร์ยังสามารถแยกออกได้เป็นอีก 2 ชนิดด้วยกันคือ

- ระบบท่อเปียก (Wet pipe system)
- และระบบท่อแห้ง (Dry pipe system) ซึ่งชนิดเหมาะสำหรับประเทศในเขตหนาว ที่มีการเกิดการแข็งตัวของน้ำในระบบท่อส่งจ่ายน้ำดับเพลิง

ระบบสปริงเกอร์ที่เหมาะสมกับโครงการจึงได้แก่ ระบบสปริงเกอร์แบบเปียก (Wet pipe system) ระบบนี้จะมีน้ำไหลที่มีแรงดันในท่ออยู่ตลอดเวลา เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ความร้อนจะทำให้กลไกที่หัวสปริงเกอร์แตกตัวออก และน้ำที่มีแรงดันสูงจะถูกพ่นกระจายออกมายังบริเวณที่มีไฟไหม้ทันที โดยใช้น้ำจากถังสำรองน้ำดับเพลิงบนชั้นหลังคาของอาคาร ซึ่งจะถูกสูบขึ้นไปเก็บไว้โดยใช้เครื่องสูบน้ำที่เดินด้วยเครื่องยนต์ดีเซลหรือแก๊สโซลีน หรือในกรณีที่มีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินของโครงการทำงาน อาจสูบโดยการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสูบน้ำขึ้นไปพักก็ได้ เครื่องสูบน้ำที่ใช้สามารถจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบท่อเปียกได้ในอัตรา 300-400 แกล-ลอนต่อนาที โดยมีระดับความดันที่สปริงเกอร์สูงสุดประมาณ 80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เครื่องสูบน้ำของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบดับเพลิงนี้จะต้องเป็นการทำงานในระบบอัตโนมัติ โดยอาศัยไฟลสวิทช์ (Flow switch) ซึ่งใช้ในการไหลของน้ำในระบบท่อดับเพลิงเป็นตัวเปิดสวิทช์ เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เครื่องสูบน้ำทำงาน ท่อดับเพลิงในระบบเปียกนี้อาจสามารถต่อเข้ากับถังเก็บน้ำบนชั้นบนสุดของอาคาร โดยใช้ในส่วนต่างๆดังนี้

- ส่วนสำนักงานของฝ่ายต่างๆภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยี
- ส่วนนิทรรศการ
- ส่วนบริการของโครงการ
- ส่วนพักผ่อนของนักวิจัย

6.2.8.3. ระบบก๊าซดับเพลิง

ใช้สำหรับการดับเพลิงในส่วนที่เป็นห้องที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่นห้องควบคุมอาคารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมระบบโทรศัพท์เป็นต้น เนื่องจากไม่สามารถทำการดับไฟโดยการฉีดน้ำ เพราะจะเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ ก๊าซที่ใช้ในการดับเพลิงในปัจจุบันมี2 ชนิดคือฮาลอน1301และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)มีข้อเสียคือมีปัญหาต่อระบบการหายใจของมนุษย์ดังนั้นโครงการใช้ระบบก๊าซดับเพลิงโดยใช้ก๊าซฮาลอน1301ซึ่งมีลักษณะเป็นก๊าซเหลวไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และมีประสิทธิภาพในการดูดการเผาไหม้เป็นอย่างดี ระบบก๊าซฮาโลเจนนี้มีหลักการทำงานคือ ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของกระบวนการเผาไหม้จากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง อัตราส่วนการใช้ก๊าซฮาโลเจน 1 กิโลกรัมต่อปริมาตรห้อง 1 ลูกบาศก์เมตร การควบคุมการทำงานของระบบนี้ ควบคุมโดยการใช้ระบบตรวจจับความร้อนและควัน ไปจุดสวิตช์การทำงานของก๊าซโดยส่วนขององค์ประกอบของโครงการใช้ในส่วนดังนี้

-ส่วนห้องสะอาดที่มีเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการวิจัยที่ราคาแพงเช่น ,กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope ;STM) ,กลุ่มเครื่องมือที่ใช้เคลือบฟิล์ม เป็นต้น

-ห้องวิจัยภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยี ที่มีเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการวิจัยที่ราคาแพงซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถอยู่นอกห้องสะอาดได้ ประกอบกับห้องทดลองมีสารเคมีที่ใช้ในการวิจัยที่หลากหลายซึ่งสารเคมีบางชนิดสามารถเกิดปฏิกิริยากับน้ำจากระบบจ่ายน้ำดับเพลิงจากน้ำได้ ซึ่งอาจเกิดการระเบิด เช่น แม็กนีเซียม โซเดียม , ลิเธียม และพวกสารโครเมียม เป็นต้น

-ห้องคอมพิวเตอร์ของห้องสมุดที่เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งอาจเสียหายได้จากระบบจ่ายน้ำดับเพลิงจากน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องงานประกอบระบบ เช่น ห้องควบคุมอาคารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมระบบโทรศัพท์ เป็นต้น

ซึ่งจากระบบก๊าซดับเพลิงจึงต้องมีการคำนึงถึงห้องเก็บก๊าซฮาลอน 1301 ในงานอาคารสถานที่

6.2.8.4. ระบบการดับเพลิงแบบมือถือ

ระบบดับเพลิงแบบมือถือนิยมติดตั้งไว้ตามส่วนต่างๆ ของอาคารซึ่งจะได้มีการติดตั้งระบบดับเพลิงแบบท่ออยู่แล้วก็ตาม ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถระงับเพลิงไหม้ที่จะเกิดขึ้นในระยะแรกได้ทัน เพราะสามารถหยิบออกมาใช้ได้สะดวกทันที เครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่นิยมใช้จะเป็นขนาดบรรจุ 4.5 กิโลกรัม แต่ไม่ควรเกิน 18.14 กิโลกรัม เพราะมีน้ำหนักมากเกินไป ไม่สะดวกต่อการใช้งานยกเว้นจะมีล้อเข็นเท่านั้น เครื่องดับเพลิงแบบมือถือมีอยู่หลายแบบด้วยกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น โดยแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

-ประเภท ก. (Class A) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุไวไฟธรรมดา เช่น ไม้ กระดาษ ยาง และพลาสติก เป็นต้น

- ประเภท ข. (Class B) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุไวไฟ เช่น น้ำมัน ไขมัน น้ำมันผสมสี สีทาบ้าน แล็คเกอร์ และก๊าซติดไฟชนิดต่างๆ เป็นต้น

- ประเภท ค.(Class C) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น ไฟฟ้าลัดวงจร

- ประเภท ง. (Class D) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัตถุที่เผาไหม้ได้ เช่น แม็กนีเซียม โซเดียม สิเธียม และหวกสารโครเมียม เป็นต้น

ดังนั้นภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติจึงมีประเภทของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือไม่เหมือนกัน โดยติดตั้งในบริเวณที่มีโอกาสเกิดอัคคีภัยได้ง่ายหรือในทุกระยะ 20 เมตร โดยแบ่งเป็นส่วนต่างๆของโครงการดังนี้

- สำนักงานของฝ่ายต่างๆภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีและส่วนพักผ่อนของนักวิจัย ที่มีวัสดุภายในห้องเป็น กระดาษ , เอกสารต่างๆ , ครุภัณฑ์ต่างๆ จึงเหมาะสมกับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือประเภท ก. (Class A)

- ห้องสมุดที่มีวัสดุภายในห้องเป็นหนังสือจำนวนมากจึงเหมาะสมกับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือประเภท ก. (Class A)

-ส่วนนิทรรศการที่มีวัสดุภายในห้องแผ่นป้ายและหุ่นจำลองจำนวนมากจึงเหมาะสมกับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือประเภท ก. (Class A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องสะอาดมีเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการวิจัยที่ราคาแพง ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือประเภท ค. (Class C)
- ห้องวิจัยภายในศูนย์นาโนเทคโนโลยีที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้า , สารเคมีที่อันตราย , น้ำมัน , ยาง เป็นต้นดังนั้นในส่วนนี้จึงใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือทุกประเภท
- ห้องคอมพิวเตอร์ของห้องสมุดที่มีคอมพิวเตอร์ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือประเภท ค. (Class C)
- ห้องงานประกอบระบบ เช่น ห้องควบคุมอาคารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมระบบโทรศัพท์ , ห้องเครื่องไฟฟ้า , ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า ,ห้องเก็บน้ำมันสำหรับห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า เป็นต้นซึ่งเป็นส่วนที่ใช้อุปกรณ์ที่หลากหลายและมีอุปกรณ์ที่อยู่ในทุกประเภทประเภทของเพลิงไหม้ดังนั้นในส่วนนี้จึงใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือทุกประเภท โดยแยกเป็นห้องต่างๆตามประเภทของเพลิงไหม้

ตัวอย่างในการใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือของศูนย์นาโนเทคโนโลยี (ที่ตั้งชั่วคราว) ในส่วนห้องวิจัยที่ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ 2 เครื่องเพื่อสามารถดับเพลิงได้ทุกประเภทของเพลิงไหม้

รูปที่ 6.2.8.1 แสดงเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่สามารถดับเพลิงได้ทุกประเภทของเพลิงไหม้

รูปที่ 6.2.8.2 แสดงเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่สามารถดับเพลิงประเภท ก , ข , ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.8.5.ระบบสัญญาณเตือนภัยแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire alarm system)

มีการติดตั้งระบบสัญญาณเตือนภัยฉุกเฉินในกรณีที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร โดยเป็นระบบที่มีการทำงานระบบอัตโนมัติ ได้แก่ระบบตรวจจับความร้อน(Heat detector)และระบบตรวจจับควันไฟ (Smoke detector) ซึ่งเมื่อมีความร้อนหรือควันไฟเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดเพลิงไหม้ ระบบตรวจจับความร้อน(Heat detector) และระบบตรวจจับควันไฟ (Smoke detector) จะทำการแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยอัตโนมัติ กริ่งและสัญญาณเตือนภัยภายในอาคารก็จะดังขึ้นทันที ระบบสัญญาณจะแจ้งเหตุเหล่านี้จะติดตั้งตามจุดต่างๆ ของโครงการ เช่น บริเวณห้องโถงทางเดิน , ห้องวิจัย , ส่วนสาธารณะ เป็นต้น ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบไฟฟ้าวงจรปิด คือต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลหล่อเลี้ยงวงจรอยู่ตลอดเวลา และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีกำลังแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ เพื่อที่จะสามารถใช้ระบบไฟฟ้าสำรอง เช่นระบบแบตเตอรี่ทำการจ่ายไฟฟ้าสำรองแทนในกรณีที่ระบบกระแสไฟฟ้าหลักเกิดขัดข้อง

6.2.9 การรักษาความปลอดภัยในอาคาร

โดยมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยของโครงการที่เป็นอาคารประเภทวิจัยจะมีการแบ่งบริเวณต่างๆ ในการเข้าถึง และมีระบบป้องกันต่างๆเพื่อรักษาความปลอดภัยเช่น บัตรกุญแจ(Keycard)หรือการเปิดออกจากด้านในเท่านั้นและบัตรประจำตัวสำหรับเจ้าหน้าที่และนักวิจัยที่จะต้องตรวจก่อนเข้าไปในบริเวณต่างๆ

ตัวอย่างการแบ่งบริเวณการเข้าถึงของอาคาร โดยศึกษาจากอาคารตัวอย่างคือศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ(ที่ตั้งชั่วคราว)และอาคารศูนย์นาโนเทคโนโลยีบริค(Birck Nanotechnology Center ; BNC) และ โดยสามารถวิเคราะห์ได้เป็นบริเวณดังนี้

บริเวณที่ 1 บริเวณทั่วไป โดยผู้ใช้โครงการทุกประเภทสามารถเข้าถึงในพื้นที่นี้ได้โดยไม่มีการใช้ระบบรักษาความปลอดภัยจาก บัตรกุญแจ (Keycard) โดยมีองค์ประกอบอาคารของโครงการที่อยู่ในบริเวณที่ 1 ดังนี้ ทางเข้าหลักของโครงการ , ห้องน้ำ-ส้วมในส่วนสาธารณะ , ส่วนประชาสัมพันธ์ , ส่วนประชุมและอบรม ,ห้องบริการวิเคราะห์ทดสอบ, ห้องสมุดและโสตทัศนูปกรณ์ , ส่วนนิทรรศการและกิจกรรม , ศูนย์อาหาร เป็นต้น ซึ่งก็คือพื้นที่ในส่วนสาธารณะของโครงการทั้งหมด นอกจากนี้รวมไปถึงส่วนบริการ เช่นบริเวณส่งของ , ขนส่งอาหารเป็นต้น

บริเวณที่ 2 ส่วนวิจัยทั่วไป คือส่วนที่เข้าถึงโดยผ่านบริเวณที่ 1 ก่อนแล้วเข้าสู่ทางเข้าห้องวิจัยทั่วไปโดยจะเป็นส่วนวิจัยปกติซึ่งนอกจากนี้หมายถึงส่วนสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดของโครงการซึ่งเป็นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ โดยบริเวณนี้จะมีบัตรประจำตัวสำหรับเจ้าหน้าที่ในบริเวณนี้ทุกคนเพื่อเป็นบัตรผ่านเข้ามาในส่วนนี้

บริเวณที่ 3 ส่วนเฉพาะ คือส่วนเฉพาะนักวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น เนื่องจากความอันตราย และปัจจัยที่ต้องควบคุมต่าง ๆ เช่นส่วนทดลองที่ที่มีสารเคมีอันตราย , ส่วนที่เก็บและบำบัดสารเคมีอันตราย , ห้องสะอาดซึ่งบริเวณนี้จะอยู่หลังจากบริเวณที่ 2

การควบคุมความปลอดภัย

- ส่วนสาธารณะและทุกส่วนของโครงการจะควบคุมโดยและส่งมาที่จอรวมทั้งหมดในส่วนห้องรักษาความปลอดภัยของโครงการ เพื่อควบคุมความปลอดภัยและมีกล้องวงจรปิดติดตั้งอยู่ตามจุดต่าง ๆ
- มีระบบบัตรผ่าน (Card-operated lock) ป้องกันการบุกรุกจากบุคคลที่ไม่ต้องการให้เข้าถึง
- ระบบเตือนภัย (Intruder alarm system) คือ ระบบเตือนภัย เมื่อมีผู้บุกรุก โดยไม่ได้รับอนุญาตด้วย โดยจะแสดงตำแหน่งผู้บุกรุกมาสู่จอที่จะแสดงผลไปยังห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยและสามารถต่อไปยังสถานีตำรวจที่ใกล้โครงการที่สุดก็คือ สถานีตำรวจภูธรย่านถนนลองหลวง

6.2.10 ระบบการสัญจรในอาคาร

ระบบทางขนส่งทางดิ่งที่มีความสำคัญกับโครงการ คือ ลิฟต์ ซึ่งตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ.2535 ออกตามความพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 หมวดที่ 6 ให้มีการใช้ลิฟต์กับอาคารขนาดใหญ่, อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ จะต้องมีลิฟต์ประกอบในอาคาร โดยจากการศึกษาพื้นที่ใช้สอยของโครงการที่มีเนื้อที่ 14,598.38 ตารางเมตร และจากการศึกษาที่ตั้งโครงการแล้วอาคารมีโอกาสมีหลายชั้น จึงต้องใช้ ลิฟต์ในการขนส่ง โดยเฉพาะ เจ้าหน้าที่ , นักวิจัย , การส่งอุปกรณ์ในการวิจัย เป็นต้น และมีลิฟต์ดับเพลิงจากตามกฎกระทรวงข้างต้นด้วยซึ่งจากการศึกษา โดยประเภทของลิฟต์จะเป็นลิฟต์สำหรับอาคารราชการ (สถาบัน) (Insitutional Building) โดยจากการศึกษาอาคารราชการ (สถาบัน) ที่เป็นชนิดห้องปฏิบัติการ ลิฟต์จะมีควรมีการรองรับความหนาแน่น 10 ตารางเมตรต่อคน , เวลารอ 40-50 วินาที

สามารถแบ่งออกเป็นสองระบบใหญ่ดังนี้

1.) ลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยระบบแทรคชั่น (Traction System)

เป็นระบบที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ประกอบกันกับสลิงโดยชักรอกตัวลิฟต์ขึ้นลง โดยมีกว้านชนิดล้อขับ (Sheave) ซึ่งมีร่องนำให้เชือกวิ่งไปตามร่อง โดยร่องนี้จะบีบรัดเส้นเชือกทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดแรงแทรคชั่นและขับเคลื่อนตัวลิฟต์ได้และอีกข้างหนึ่งถ่วงไว้ด้วยตุ้มน้ำหนัก (Counter Weight)

2.) ลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮโดรลิกส์ (Hydraulic System)

เหมาะสมกับอาคารที่มีข้อจำกัดเรื่องความสูงและไม่ต้องการระยะของห้องเครื่องลิฟต์เหนือหลังคา โดยเป็นระบบที่มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากไม่มีโอกาสการขาดของสลิง แต่ระบบนี้จะมีปัญหาการติดค้างของลิฟต์ ซึ่งระบบนี้มีราคาแพงและยากแก่การซ่อมบำรุง

โดยจากการศึกษาขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคารและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ ส่วนวิจัยและปฏิบัติเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่ของที่ตั้งแล้วจะต้องมีหลายชั้นมากและเนื่องจากชั้นดาดฟ้าของอาคารจะต้องติดตั้งเครื่องเวทสคับเปอร์ และระบบประกอบอาคารต่างๆ ของอาคารดังนั้นในส่วนนี้จึงไม่จำเป็นที่เป็นที่ต้องการดาดฟ้าที่เรียบ จึงเลือกใช้ลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยระบบแทรคชั่น (Traction System)

ส่วนอาคารอื่นที่มีความจำเป็นในการใช้ลิฟต์ เช่น ส่วนอาคารสำนักงานศูนย์นาโนเทคโนโลยีทั้งหมดจะเป็นอาคารที่มีความสูงเช่นกันโดยจะเป็นลิฟต์โดยสารใช้ลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยระบบแทรคชั่น (Traction System)

ส่วนของอาคารที่เกี่ยวกับการเผยแพร่เช่น ห้องสมุด ,ส่วนนิทรรศการ เป็นต้น จะเป็นลิฟต์สำหรับขนของ และในส่วนนี้จะมีความสูงไม่มากและด้วยความสวยงามที่ไม่ต้องการให้เห็นห้องเครื่องลิฟต์จะเลือกลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮโดรลิกส์ (Hydraulic System)

โดยมีรายละเอียดของลิฟต์ดังนี้

- ลิฟต์โดยสาร (Passenger Lift) ความเร็วลิฟท์ใช้ให้ความเร็วไม่น้อยกว่า 60 เมตรต่อนาที (1.0 M / S) ปรับความเร็วโดยอัตโนมัติ

ขนาดห้องโดยสาร	กว้าง 1.20 เมตร	ลึก 1.10 เมตร
ขนาดบานประตู ประตูลิฟท์	กว้าง 0.80 เมตร	สูง 2.10 เมตร
ขนาดของช่องปล่องลิฟท์	กว้าง 1.80 เมตร	ลึก 1.60 เมตร
ขนาดความลึกก้นบ่อลิฟท์	ลึก 1.40 เมตร	

ไฟฟ้าระบบลิฟท์ชนิดกระแสสลับ (AC) 380 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ พร้อมสายดิน และกำลังไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไม่เกิน +5 หรือ –5%

ไฟฟ้าระบบแสงสว่าง ชนิดกระแสสลับ (AC) 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันไดเลื่อน (Escalator)

เนื่องจากภายในโครงการมีส่วนที่มีผู้ใช้โครงการจำนวนมากคือส่วนห้องประชุมขนาด 200 ที่นั่ง ซึ่งการสัญจรในส่วนนี้จึงต้องมีความสะดวกที่สามารถรองรับจำนวนผู้ใช้ห้องประชุมได้ซึ่งจากการศึกษาการเลือกใช้ระบบทางสัญจรระหว่างชั้น ที่มีประสิทธิภาพในการรองรับการใช้งาน คือ ลิฟต์และบันไดเลื่อน ซึ่งบันไดเลื่อนเหมาะสมกับการงานของห้องประชุมที่ไม่ต้องรอลิฟต์ในการขึ้นลงในแต่ละครั้ง และในส่วนของห้องประชุมจากการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการโดยห้องประชุมและส่วนที่เป็นห้องวิจัยจะแยกกันอย่างชัดเจน และมีความสูงไม่มากจึงเหมาสมกับระบบทางสัญจรโดยใช้บันไดเลื่อน โดยมีหลักเกณฑ์การวางบันไดเลื่อนมีดังนี้

- วางแบบขนาน โดยให้บันไดเลื่อนสองชุดวางขนานกันแต่มีทิศทางสวนกัน
- วางแบบสลับ โดยให้บันไดเลื่อนสองชุดในชั้นเดียวกันวางไขว้กัน โดยมีทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีข้อเสียคืออาจเกิดอันตรายเนื่องจากหากมีการยื่นของร่างกายออกนอกบันไดเลื่อนอาจจะทำให้ผู้ใช้บาดเจ็บได้

ซึ่งโครงการใช้รูปแบบการวางบันไดเลื่อนแบบวางขนาน เนื่องจากสามารถบังคับทางสัญจรที่ขึ้นลงในส่วนของห้องประชุมได้ ซึ่งจะสะดวกกว่าการวางแบบสลับที่

รายละเอียดประกอบบันไดเลื่อน

- ระนาบเอียงของบันไดเลื่อน (Escalator) ใช้มุมเอียง 30 องศา ความกว้างของบันไดเลื่อน 100 เซนติเมตร โดยใช้สำหรับยืนคู่
- ความเร็วของบันไดเลื่อน 30-45 เมตรต่อนาที เนื่องจากความเร็วที่มากกว่านี้ไม่นิยมเพราะจะเร็วกว่าความเร็วของการเดินปกติของมนุษย์และอาจจะเป็นอันตรายต่อการทรงตัว
- ระบบการขับเคลื่อนของบันไดเลื่อนใช้ระบบสายพานระบบโซ่ ซึ่งเริ่มต้นการทำงานด้วยการไขกุญแจ (Key Start) นอกจากนี้ยังมีระบบควบคุมทิศทางและการจัดกลุ่มของบันไดเลื่อนด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ โดยมีระบบหยุดอัตโนมัติเมื่อไม่มีอัตราการไหลของคน และมีระบบกดปุ่มเพื่อหยุดฉุกเฉิน
- ระยะความลึกของห้องเครื่องบันไดเลื่อนมีระยะไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และ

โครงสร้างที่มารับบันไดเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.11. ระบบพิเศษอื่นๆ

โดยมีระบบพิเศษเฉพาะโครงการดังนี้

6.2.11.1 ระบบแก๊สและสุญญากาศ

โดยจะมีแหล่งปล่อยก๊าซธรรมชาติ อากาศอัดความดัน และสุญญากาศอยู่บนโต๊ะทดลอง ซึ่งอาจต่อมาจากระบบส่วนกลาง ก๊าซอื่นๆนอกจากนี้จะเป็นไปตามชนิดของการทดลอง และความต้องการแต่ละส่วนของเครื่องมือทดลอง โดยจะบรรจุอยู่ในถังทางกระบอกซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน แหล่งปล่อยก๊าซเหล่านี้จะมีเครื่องมือต่างๆประกอบอยู่ด้วย ได้แก่ เครื่องมือทำให้บริสุทธิ์และเครื่องมือวิเคราะห์ และจะต้องมีการป้องกันไฟ การป้องกันการรั่วไหล และมีการติดมอนิเตอร์ควบคุม

การออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานเอ็นอีพีเอ (NEPA Standard No.54) รวมเรื่องเกี่ยวกับก๊าซ ระบบท่อก๊าซ ซึ่งการออกแบบติดตั้งควรจัดเตรียมสำหรับการขยายตัวในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นการจ่ายก๊าซไปยังส่วนบริการ หรือโต๊ะปฏิบัติการ โดยอาจส่งจากห้องเก็บถังก๊าซ ซึ่งต้องอยู่ห่างจากตัวอาคารพอสมควร เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายโดยมีลักษณะดังนี้

- การเดินท่อก๊าซนั้น จะไม่เดินในดิน ในอุโมงค์ ตามร่องเพดาน หรือในบริเวณที่อับเพราะเมื่อก๊าซรั่วอาจเกิดระเบิดได้ง่าย ท่อก๊าซควรเป็นท่อเหล็ก (Black Steel) ยึดด้วยปลอกโลหะอ่อน
- ท่อส่งก๊าซ ใช้ท่อเหล็กดำ พร้อมอุปกรณ์ข้อต่อแบบเกลียว หรือเชื่อมทดสอบแรงดันลมที่ 10 บาร์ เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง โดยไม่มีการรั่วซึม
- อุปกรณ์ประกอบท่อ ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซแอลพีจี (Propane-butane:LPG)

6.2.11.2 อุปกรณ์ล้างชำระเคมี

การป้องกันอันตรายจากสารเคมี ป้องกันโดยทำให้สารเคมีเจือจางโดยการชำระล้างด้วยน้ำโดยการใช้ฝักบัวชำระฉุกเฉิน และ ฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้า (Eye/Face Wash) มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นอุปกรณ์ชำระล้างสารเคมี(Emergency Shower and Eye/Face Wash) ตามร่างกาย หน้าหรือตา เมื่อเกิดอุบัติเหตุ
- เป็นชนิดตั้งพื้น ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นใช้ในงานด้านความปลอดภัย
- ฝักบัวชำระฉุกเฉินติดตั้งให้สูงกว่าระดับประตู (ประมาณ 0.70 เมตร) เปิดน้ำโดยใช้โซ่ดึง ใช้วาล์วที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว และควรมีท่อระบายน้ำที่พื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่ตั้งของฝักบัวชำระฉุกเฉินโดยทั่วไปจะอยู่บริเวณใกล้กับห้องวิจัยเพื่อสามารถบริการผู้ปฏิบัติงานในแต่ละห้องวิจัยได้
- ฝักบัวชำระฉุกเฉินสำหรับตาและหน้า (Eye/Face Wash) อาจอยู่ใต้ฝักบัวชำระฉุกเฉินหรือแยกต่างหากก็ได้
- ชุดมือดึงสำหรับการใช้งาน และใช้วาล์วขนาด 1 นิ้ว
- ชุดเปิด-ปิดวาล์ว ที่สะดวกในการใช้งาน
- วาล์วปรับอัตราการไหลของน้ำให้คงที่ถาครองน้ำทิ้งจากการล้าง

ซึ่งรายละเอียดของอุปกรณ์ล้างชำระเคมีสามารถอ้างอิงจากการศึกษาอาคารตัวอย่างจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

6.2.12 ระบบประหยัดพลังงาน

การออกแบบที่ประหยัดพลังงานดังนั้นโดยตามพระราชบัญญัติแล้วโครงการต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

6.2.12.1 มีการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร

โดยมีแนวทางในการออกแบบดังนี้

1.) การวางอาคารอยู่ในตำแหน่งที่ส่วนยาวของอาคารรับแดดน้อยที่สุด

2.) ทางด้านทิศตะวันตก หรือทิศตะวันออก ควรมีครีบ (Fin) หรือที่ป้องกันแดด หลีกเลี่ยงการใช้ผนังแขวน (Curtain wall) หรือมีหน้าต่างกระจก ช่องเปิดกระจกทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

3.) การจัดทางภูมิสถาปัตย์ ที่เหมาะสม เช่น การปลูกต้นไม้ ชุดสระและมีน้ำพุจะช่วยลดอุณหภูมิภายนอกได้

6.2.12.2 มีการปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

1.) ประตูเข้าออกควรเป็นประตู 2 ชั้นเพื่อป้องกันการรั่วของอากาศเย็นออกไปนอกอาคาร

2.) จัดช่วงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น ให้เหมาะสมตามภาระทำความเย็น

3.) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศติดตั้งเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้มีการปรับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับสภาพอากาศแต่ละช่วง โดยการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessor)ควบคุมการทำงานโดยมีโคโรลิคคอมพิวเตอร์(Carolic computer) เป็นตัววัดปริมาณน้ำเย็นที่ใช้ในระบบ แล้วส่งผลไปที่ส่วนควบคุม (Paramatrix sequence controller) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของระบบ เครื่องทำความเย็น(Chiller) ให้ทำงานเหมาะสมกับความต้องการของระบบปรับอากาศ โดยใช้ระบบท่อลมแบบปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร (Variable Air Volumn : VAV) สำหรับการปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับอุณหภูมิภายนอก ทำให้สามารถประหยัดพลังงานลงได้

4.) การออกแบบให้อาคารสามารถลดภาระทำความเย็น โดยค่าความร้อนที่จะทำให้ระบบปรับอากาศต้องมีภาระทำความเย็น คือ ความร้อนจากภายนอกและภายในอาคารโดยมีข้อมูลสำหรับการคำนวณภาระความเย็นดังนี้

1. พื้นที่
   - พื้นที่กระจก ของแต่ละด้าน
   - พื้นที่กำแพง ของแต่ละด้าน
   - พื้นที่ของพื้น
   - พื้นที่เพดาน หรือหลังคา
2. จำนวนบุคลากร
   - จำนวนบุคลากรออกแบบสำหรับภายในห้อง
3. จำนวนอากาศที่ใช้ถ่ายเท
   - หาจำนวนบุคลากรที่ออกแบบสำหรับภายในห้อง หรือ
   - หาจากอัตราการเปลี่ยนปริมาตรอากาศภายในห้องที่ออกแบบ
4. สภาพอากาศของเดือนต่าง ๆ (ตัวอย่าง กรณีศึกษาจังหวัดกรุงเทพฯ)
   - ของจังหวัดกรุงเทพฯ หรือจังหวัดอื่น ๆ ที่ใช้ข้อมูลของกรุงเทพฯ ได้
5. อุณหภูมิแบ่งออกเป็น
   - อุณหภูมิออกแบบภายในห้อง
   - อุณหภูมิออกแบบภายนอกห้อง จากข้อมูลภูมิอากาศ
6. ความชื้นสัมพัทธ์
   - ความชื้นสัมพัทธ์ออกแบบสำหรับภายในห้อง
7. สภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ตั้ง
   - กรุงเทพฯ อยู่ที่เส้นรุ้ง 14 องศาเหนือ
8. ขนาดพิกัดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้อง
   - ขนาดมอเตอร์พัดลม หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง
   - อุปกรณ์แหล่งความร้อนอื่น ๆ

โดยสมการที่ใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระการทำความเย็นทั้งหมด = แฟกเตอร์ภายนอก + แฟกเตอร์ภายใน

= (Q1 + Q2+,.....+ Q11)

หรือ = [(OTTV) x พื้นที่ผนังทั้งหมด + (RTTV) x พื้นที่หลังคา] +Q2

+ Q3 +,.....+ Q11

ดังนั้นในการออกแบบโครงการจึงต้องมีการคำนึงถึงวัสดุและปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นทั้งหมด

6.2.12.3 มีการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ

1.) วัสดุที่ใช้ทำกำแพง ผนัง หลังคา ควรมีค่าความต้านทานความร้อนได้มาก

2.) บุฉนวนที่กำแพง หรือ หลังคาที่รับแดดเต็มที่

3.) ใช้กระจกตัดแสง ฟิล์มกรองแสง เพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

4.) สีทาอาคารภายนอกควรใช้สีอ่อน

6.2.12.4 มีการใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

ออกแบบดวงโคมตามเส้นรอบวงของการกระจายแสงของอาคารสามารถ ปิด – เปิดโดยใช้โฟโตเซลล์ ควบคุมการทำงาน

โดยข้อมูลจากศึกษาทั้งหมดในหัวข้อการศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับโครงการนำมาใช้อ้างอิงในการออกแบบงานระบบประกอบอาคารเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ , ความปลอดภัยของผู้ใช้โครงการและเพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโครงการ โดยนำข้อมูลจากการศึกษาและการเลือกงานระบบประกอบอาคารต่างๆ ข้างต้นนำไปเตรียมพื้นที่ในส่วนของกระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

แนวความคิดการออกแบบ

7.1 แนวความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรม

แนวความคิดในการออกแบบอาคารมาจากการศึกษาบทความของนักวิชาการที่เป็นที่ยอมรับโดยเฉพาะบทความของศาสตราจารย์ริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feynman) ผู้ซึ่งได้ยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งนาโนเทคโนโลยี คือ

สักวันหนึ่งเราจะสามารถประกอบสิ่งต่างๆ ผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอมด้วยความแม่นยำและเท่าที่ข้าพเจ้ารู้ไม่มีกฎทางฟิสิกส์ใดๆแม้แต่หลักแห่งความไม่แน่นอน (Uncertainty Principle) ที่จะมาขัดขวางความเป็นไปได้นี้

นอกจากนี้ยังมีบทความของนักวิชาการของประเทศไทยที่สามารถกล่าวได้ถึงนาโนเทคโนโลยีได้อย่างชัดเจนคือบทความของ ดร. ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ .นาโนเทคโนโลยีความเป็นไปได้ และ ทิศทางในอนาคตดังนี้

ความเป็นไปได้ของนาโนเทคโนโลยีคำตอบมีอยู่แล้วในธรรมชาติ หากเรายอมเชื่อศาสตราจารย์ฟายน์แมนดังที่ท่านกล่าวว่า เราอาจจะต้องตั้งคำถามสักสองข้อว่า วันนี้เรามีความสามารถอย่างนั้นหรือยัง และ ถ้าหากเรายังไม่ได้มีความสามารถอย่างนั้น เราจะทำอย่างไรเพื่อที่จะไปถึงจุดนั้นให้ได้ คำตอบสำหรับคำถามแรกนั้นดูจะง่ายกว่ามาก กล่าวคือ วันนี้เรายังไม่มีความสามารถอย่างนั้นเลย ถึงแม้ในขณะนี้เราจะมีความสามารถในการจัดวางอะตอมบนพื้นผิวของของแข็งอย่างแม่นยำ โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม(Atomic Force Microscope: AFM)หรือกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope :STM) ในการจับอะตอมไปวางยังจุดที่ต้องการในห้องปฏิบัติการคำตอบสำหรับคำถามข้อที่สองจึงน่าสนใจกว่า เราจะไปถึงจุดนั้นได้อย่างไร ธรรมชาติได้พัฒนาและใช้งานนาโนเทคโนโลยีเพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตต่างๆขึ้นมาทั้งสิ้น เมื่อเซลล์สเปิร์มปฏิสนธิกับไข่ในครรภ์มารดา เกิดเป็นเซลล์เดี่ยวที่แบ่งตัวและพัฒนาจนกลายเป็นทารกที่มีอวัยวะอันซับซ้อน มีระบบควบคุมทำให้อะตอมและโมเลกุลต่างๆ จัดเรียงตัว ณ ตำแหน่งที่เหมาะสม นับตั้งแต่โมเลกุลดีเอ็นเอ อันเปรียบเสมือนเป็นหน่วยความจำ (Read Only Memory) ของเซลล์ได้ถ่ายทอดข้อมูลและสารสนเทศไปยัง อาเอนเอ เพื่อให้อาเอนเอ นำคำสั่งเหล่านี้ไปสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่สร้างสิ่งต่างๆในเซลล์ และนอกเซลล์ ดังนั้นจักรกลนาโน (Nano machines) เหล่านี้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ มีความสามารถในการสร้างสิ่งต่างๆ ด้วยความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่นยำในระดับอะตอมซึ่งสามารถสรุปเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบันที่ลอกเลียนรูปแบบจากธรรมชาติดังนี้

ตาราง 7.1.1 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของกลไกต่างๆตามหลักวิศวกรรมเครื่องกลกับจักรกลนาโนที่มีอยู่ในธรรมชาติ

เทคโนโลยีทางวิศวกรรมเครื่องกล	หน้าที่ของเทคโนโลยี	จักรกลนาโนในธรรมชาติ
เหล็กหนุน เหล็กค้ำ แผ่นหุ้ม (Case)	รับน้ำหนัก ถ่ายเทแรง รักษาตำแหน่ง	เซลลูโลส
เคเบิล	ดึง ถ่ายเทแรงดึง	คอลลาเจน (Collagen)
เครื่องตรึง	ติดส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน	แรงระหว่างโมเลกุล
ซีลีนอยด์	เครื่องส่วนต่างๆ	แอคติน (Actin)
มอเตอร์	ขับเคลื่อนเพลา	แฟลคเจลลา มอเตอร์
คอนเทนเนอร์	กักเก็บ	เวสซิเคิล (Vesicles)
ท่อ	ขนส่งของเหลว	ทูบิว(Tubules)
ปั๊ม	ขับเคลื่อนของเหลว	แผ่นเยื่อโปรตีน
สายพาน	ลำเลียงสิ่งของ	อาเอ็นเอ (RNA)
ปากกาหนีบ (Clamp)	จับยึดชิ้นงาน	ช่องยึดของเอน ไซม์
ส่วนควบคุมงาน	ควบคุมกระบวนการผลิต	ระบบพันธุกรรม

จากการศึกษารูปแบบของการทำงานของระบบกลไกต่างๆในธรรมชาติที่มนุษย์นำมาศึกษาจนเป็นเทคโนโลยีในปัจจุบันพบว่าที่สุดแล้วกระบวนการวิจัยต่างๆโดยเฉพาะทางนาโนเทคโนโลยีเป็นการศึกษาและวิจัยที่ได้จากการเลียนแบบรูปแบบตามธรรมชาติที่อยู่รอบตัวดังนั้นแนวความคิดของการออกแบบโครงการจึงนำรูปแบบความคิดของการวิจัยมาเป็นรูปแบบความคิดของการออกแบบโครงการ คือ การคิดแบบนาโน (Nano's Thinking) ซึ่งสามารถแบ่งเป็นสองส่วนคือ

1.) เทคโนโลยี

ที่สามารถแบ่งย่อยออกเป็นดังนี้

- เครื่องมือในการวิจัย (Instruments)
- กระบวนการใช้เครื่องมือ (Process)

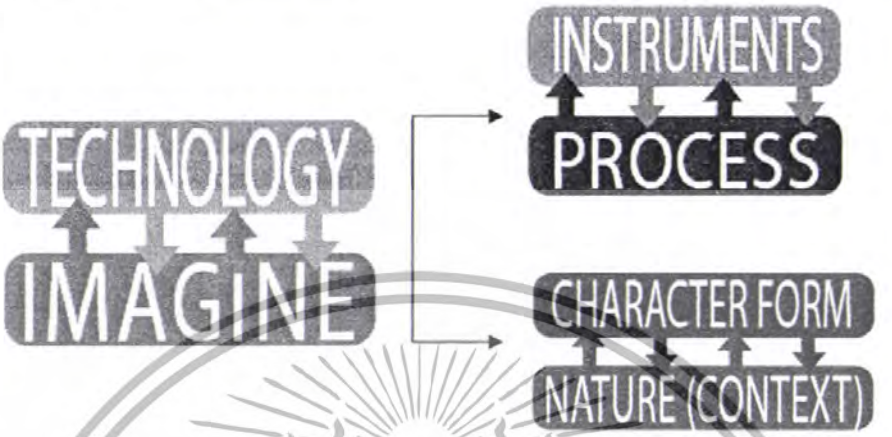
2.) ธรรมชาติ

ที่สามารถแบ่งย่อยออกเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปทรงที่เป็นเอกลักษณ์
- สภาพแวดล้อม

ซึ่งสามารถสรุปแนวความคิดหลักได้ดังนี้



รูปที่ 7.1.1 แสดงแนวความคิดหลักของการออกแบบโครงการ

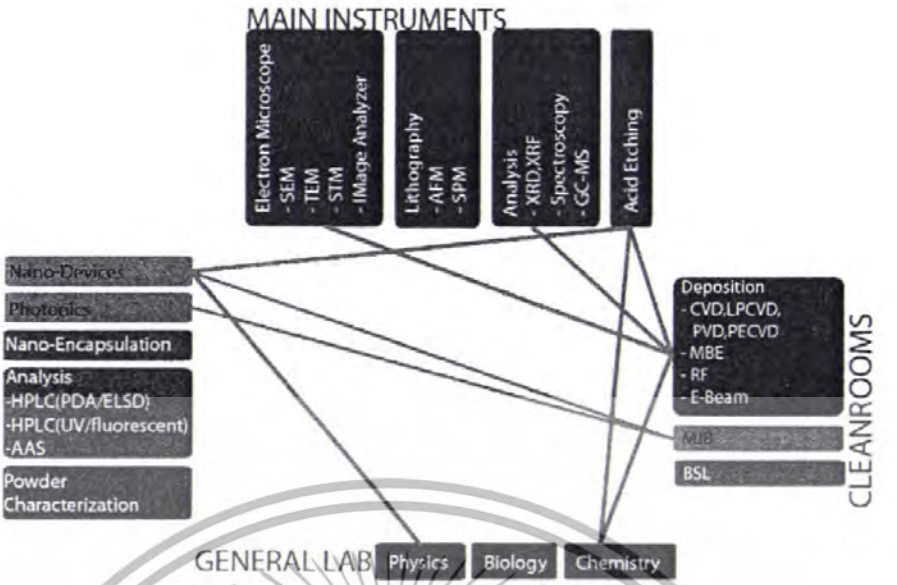
ซึ่งจากแนวความคิดหลักสามารถแยกรูปแบบของการศึกษาย่อยต่างๆดังนี้

1.) เทคโนโลยีของนาโนเทคโนโลยีที่เกิดจากเครื่องมือในการวิจัย (Instruments) และกระบวนการใช้เครื่องมือ (Process) โดยในส่วนนี้เป็นแนวคิดที่นำไปสู่การศึกษาด้วยเครื่องมือและกระบวนการใช้เครื่องมือของโครงการ โดยสามารถแบ่งกลุ่มของการวิจัยออกเป็น 3 กลุ่มคือ

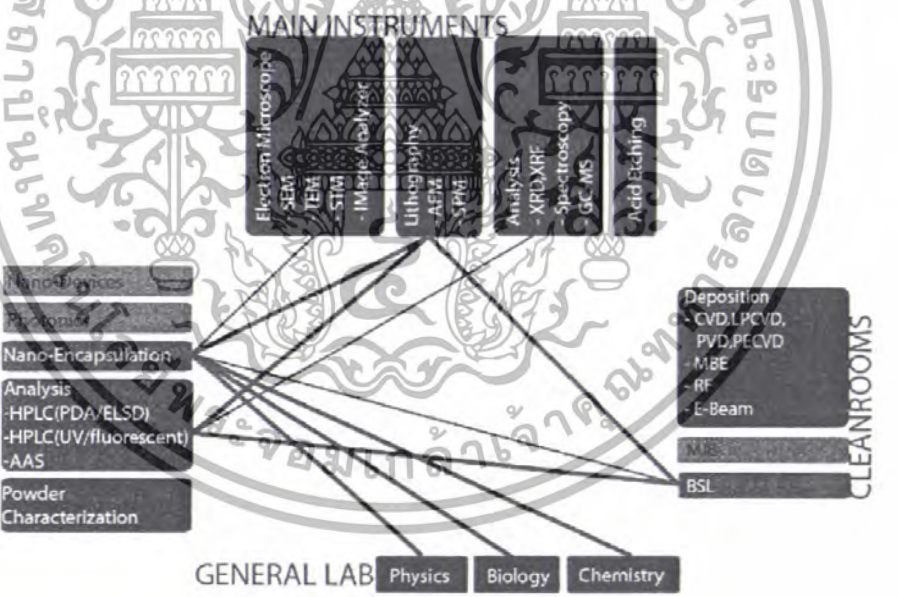
- กลุ่มการวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)
- กลุ่มการวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)
- กลุ่มการวิจัยผิวเคลือบนาโน(Nano-Coating)

ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มวิจัยหลักมีการใช้ในวิจัยต่างๆไม่เหมือนกันที่ได้จากการศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการในบทที่ 4 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

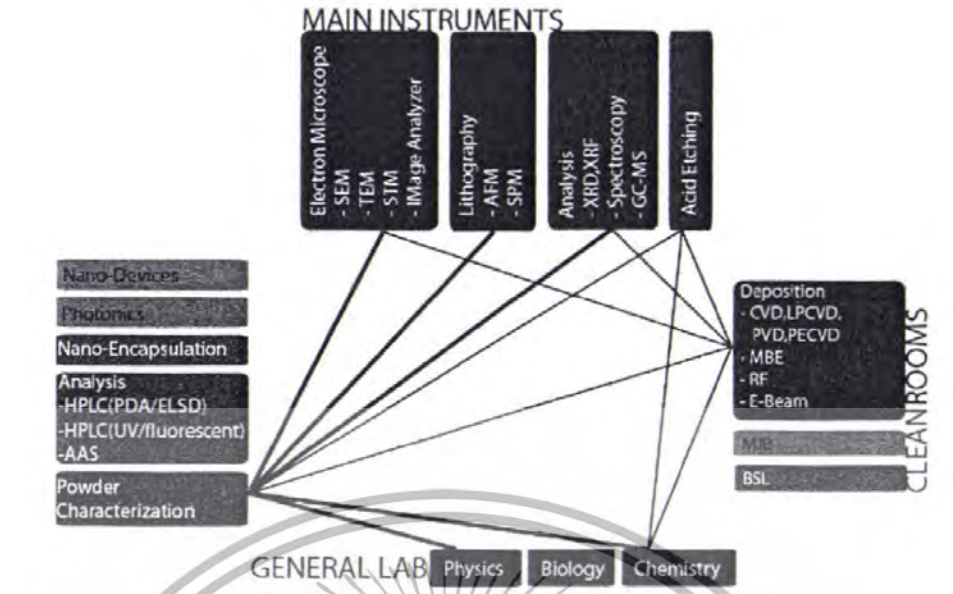


รูปที่ 7.1.2 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของกลุ่มการวิจัยอุปกรณ์นาโน(Nano-Devices)

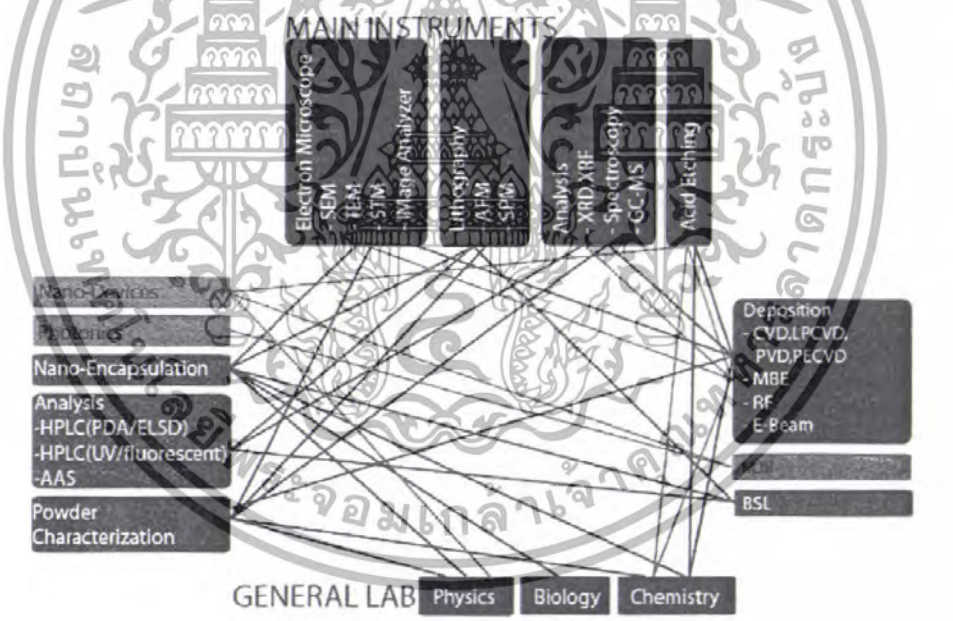


รูปที่ 7.1.3 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของกลุ่มการวิจัยแคปซูลนาโน (Nano-Encapsulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



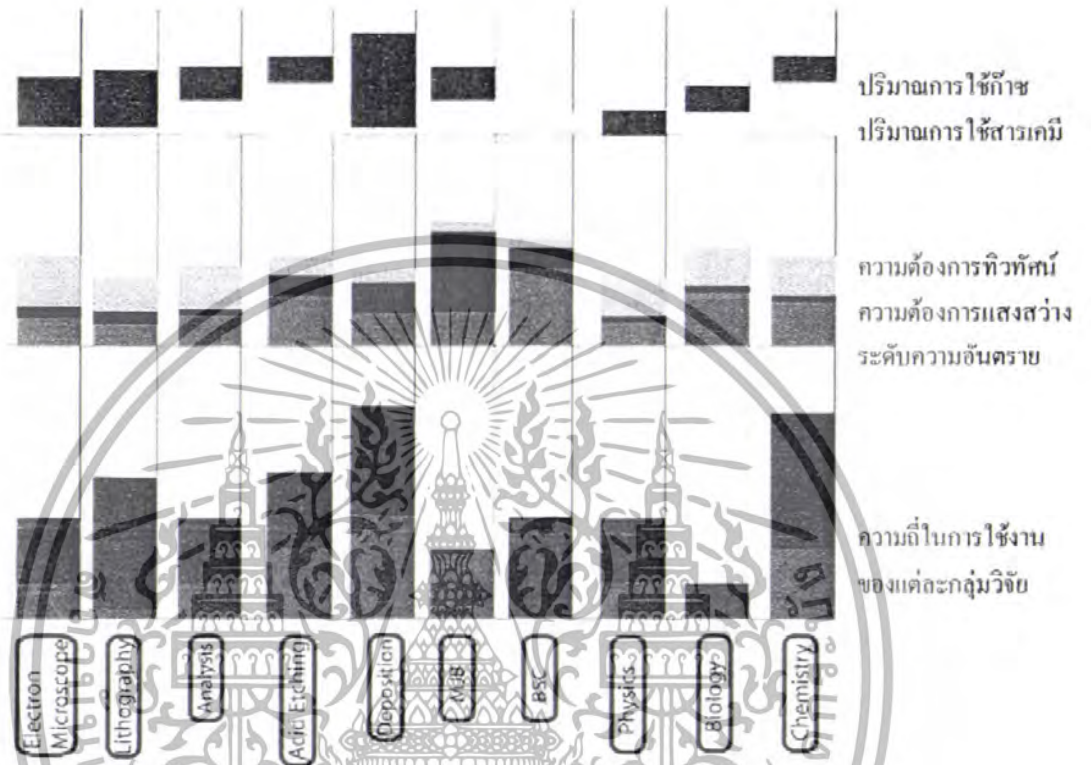
รูปที่ 7.1.4 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของกลุ่มการวิจัยผิวเคลือบนาโน (Nano-Coating)



รูปที่ 7.1.5 การศึกษารูปแบบการใช้งานในกลุ่มห้องวิจัยต่างๆของกลุ่มการวิจัยทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

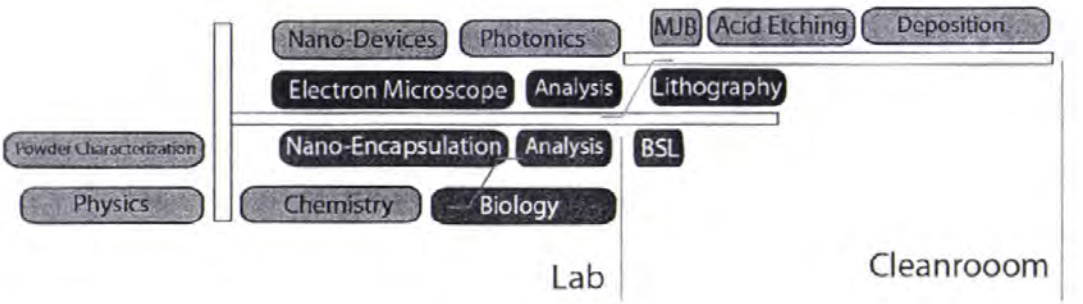
จากการศึกษากระบวนการใช้เครื่องมือต่างๆของกลุ่มวิจัยหลักเพื่อโยงไปสู่การออกแบบอาคารตามกระบวนการใช้เครื่องมือโดยสามารถสรุปเป็นรูปแบบความถี่ในการใช้งานเพื่อสามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ให้เป็นไปตามกระบวนการใช้งานให้มีประสิทธิภาพที่สุด และยังสรุปความต้องการของกลุ่มห้องวิจัยที่จะมีผลต่อส่วนสนับสนุนอาคารและช่องเปิดปิดของอาคารดังนี้



รูปที่ 7.1.6 แสดงความถี่ในการใช้งานของกลุ่มห้องวิจัยต่างๆ

โดยสามารถแปลงข้อมูลข้างต้นมาเป็นรูปแบบในองการออกแบบโครงการในรูปแบบของรูปตัดของโปรแกรมที่สามารถมองเห็นรูปแบบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆได้ชัดเจนโดยรูปตัดของโปรแกรมดังกล่าวได้ใช้รูปแบบของกลุ่มห้องสะอาด , ห้องวิจัยทั่วไปมาเป็นตัวแบ่งและเป็นตัวจัดตำแหน่งขององค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1.7 แสดงรูปตัดของโปรแกรมที่ได้จากการแปลงข้อมูลต่างๆของโครงการ

จากการศึกษากระบวนการใช้เครื่องมือในส่วนแนวความคิดทางเทคโนโลยี ข้างต้นซึ่งได้รูปตัดของโปรแกรมในส่วนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีแล้วซึ่งเป็นรูปแบบเฉพาะที่ได้จากการศึกษาการใช้เครื่องมือทางนาโนเทคโนโลยี ซึ่งต่อไปจะศึกษารูปแบบของการจัดวางผังในส่วนกลุ่มวิจัย

โดยรูปแบบการวางผังแบบอาคารวิจัยทั่วไปซึ่งได้จากการศึกษาอาคารตัวอย่างในบทที่ 3 ที่เป็นการจัดทางสัญจรแบบเส้นตรงที่ทำให้เกิดทางสัญจรที่เป็นเส้นออกจนเกิดทางตันหรือส่วนบริการอาคารด้านริมอาคารดังนี้

รูปที่ 7.1.8 แสดงรูปแบบการวางผังแบบอาคารวิจัยทั่วไปที่เป็นแบบเส้นตรง

ซึ่งแบบการจัดทางสัญจรแบบเส้นตรงจะทำให้ เกิดการไม่เชื่อมต่อกันในกลุ่มงานวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีดังนั้นกระบวนการศึกษาการจัดวางผังอาคารให้สอดคล้องกับรูปแบบงานวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี ดังนั้นจึงศึกษาการรวบกับของทางเดินให้ส่วนที่เป็นแกนอาคารเชื่อมกันทำให้ห้องวิจัยหมุนกับทำให้เกิดหมุนกับของระบบห้องวิจัยซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.1.9 แสดงรูปแบบการวางผังแบบอาคารทางนาโนเทคโนโลยีของโครงการ

จากการศึกษาในส่วนแนวความคิดทางเทคโนโลยีซึ่งสามารถสรุปเป็นรูปแบบของการออกแบบโครงการโดยนำส่วนแสดงรูปตัดของโปรแกรมและรูปแบบการวางผังแบบอาคารที่เป็นวงกลมมารวมกับเป็นรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบโครงการ

2.) ธรรมชาติที่ประกอบด้วยรูปทรงที่เป็นเอกลักษณ์และสภาพแวดล้อมโดยในส่วนนี้เป็นแนวความคิดที่รูปแบบการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีเป็นรูปแบบที่ลอกเลียนธรรมชาติจึงจะศึกษาในส่วนของรูปทรงที่เป็นเอกลักษณ์ของนาโนเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมต่างๆโดยรอบโครงการ โดยในส่วนเอกลักษณ์ที่แสดงความเป็นนาโนเทคโนโลยีคือ บัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีน (Buckminsterfullerene) เนื่องจากเมื่อ ค.ศ. 1985 ศ.ดร. ฮาร์โรลด์ โครโต้ (Harold Kroto) นักฟิสิกส์ด้านอวกาศแห่งมหาวิทยาลัยซัสเซ็ก (University of Sussex) สหราชอาณาจักร กำลังทำงานวิจัยเพื่อทำการศึกษาโครงสร้างของกลุ่มสารประกอบคาร์บอนที่น่าจะพบในบริเวณบรรยากาศรอบๆ ดาวยักษ์แดง (Giant red star) ดวงหนึ่งซึ่งอยู่ห่างจากโลกไปเป็นระยะทางประมาณ 1 พันล้านปีแสงแต่เนื่องจากที่ห้องทดลองของโครโต้ นั้น ไม่มีอุปกรณ์ที่มีศักยภาพเพียงพอจึงทำงานวิจัยร่วมกับ ศ.ดร. ริชาร์ด สมอลลีย์ (Richard Smalley) และ ศ.ดร. โรเบิร์ต เคิร์ล (Robert Curl) ณ มหาวิทยาลัยไรซ์ (Rice university) สหรัฐอเมริกา ระหว่างการทดลองโดยการจำลองสภาพบรรยากาศของดาวยักษ์แดงขึ้นมาโดยการใช้แสงเลเซอร์ความร้อนสูงยิงไปยังกราไฟต์ เพื่อให้สารประกอบคาร์บอนรูปแบบต่างๆ กลายเป็นไอระเหยขึ้นมาในบรรยากาศที่เป็นก๊าซฮีเลียม หลังจากปล่อยให้ไอระเหยของโมเลกุลคาร์บอนรูปแบบต่างๆ เย็นลงและจับตัวกันเป็นโครงสร้างโมเลกุลรูปแบบต่างๆแล้ว พบว่าโครงสร้างโมเลกุลคาร์บอนที่พบเกือบทั้งหมดมีรูปร่างเป็นทรงกลมเหมือนลูกฟุตบอลที่ประกอบด้วยคาร์บอน 60 อะตอม โดยชื่อ บัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีน เป็นชื่อที่เพื่อให้เกียรติแด่ มร. บักมินสเตอร์ ฟูลเลอร์ (Buckminster Fuller) สถาปนิกและวิศวกร ซึ่งเป็นผู้ออกแบบอาคารและสิ่งก่อสร้างรูปโดมทรงกลมที่มีลักษณะคล้ายกับลูกฟุตบอลหลายแห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

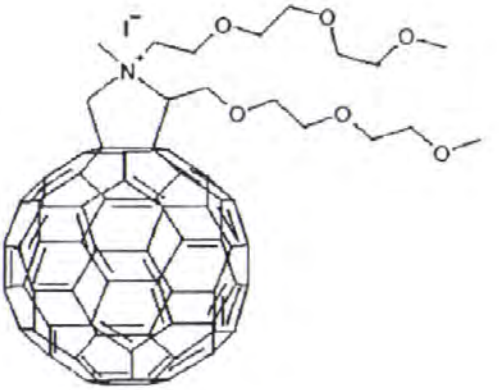
ฮาโรลด์ โครโต้ (Harold Kroto) ริชาร์ด สมอลลีย์ (Richard Smalley) โรเบิร์ต เคิร์ล (Robert Curl)

รูปที่ 7.1.10 นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบบัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีน(Buckminsterfullerene)

รูปที่ 7.1.11 ภาพหน้าปกนิตยสารไทม์เป็นรูปการ์ตูนล้อเลียนใบหน้าของ บัคมินสเตอร์ ฟูลเลอร์ (Buckminster Fuller)

และเมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติม พบว่าบัคกี้บอลมีความเสถียรสูงมากและมีคุณสมบัติที่แปลกประหลาดทั้งทางกายภาพและทางเคมีหลายประการ โดยถือว่าเป็นโมเลกุลสารอินทรีย์ ที่มีรูปทรงสมมาตรที่สุดเท่าที่มนุษย์เคยค้นพบจนถึงปัจจุบันนอกจากนี้ยังสามารถพบบัคกี้บอลได้ในธรรมชาติอีกด้วยเช่น ในเขม่าของเทียน ไขและไส้ตะเกียงน้ำมันก๊าซผลจากการค้นพบครั้งนี้ทำให้ นักวิทยาศาสตร์ทั้งสามได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีในปี ค.ศ. 1996 ซึ่งจากการค้นพบครั้งนี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทางนาโนเทคโนโลยีซึ่งสามารถนำอนุภาคระดับนาโนไปใส่ในบัคกี้บอลเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาใหม่ขึ้นโดยสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับศาสตร์หลายสาขาทางนาโนเทคโนโลยีได้เช่น นาโนอิเล็กทรอนิกส์(nanoelectronic),นาโนชีวภาพ เป็นต้น ดังนั้นด้วยเอกลักษณ์ของบัคกี้บอลและการจุดประกายทางนาโนเทคโนโลยีที่นำประโยชน์ที่หลากหลายในอนาคต จึงนำรูปทรงดังกล่าวมาศึกษารูปแบบและกระบวนการต่างๆที่เป็นเอกลักษณ์และเหมาะสมกับโครงการคือ โดยปกติการที่บัคกี้บอลจะทำปฏิกิริยาอื่นกับสารอนุภาคอื่นจะเกิดการคลายตัวของพันธะภายในมาจับกับอนุภาคนั้นๆ ดังนั้นในการศึกษาจึงจะศึกษารูปแบบความน่าจะเป็นในการคลายตัวของรูปทรงกลมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

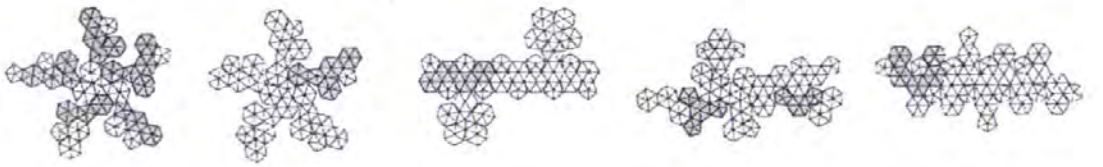


รูปที่ 7.1.12 โครงสร้างโมเลกุลของฟูลเลอโรไพร์โรลิดีนส์ (Fulleropyrrolidines) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของบัคกี้บอลที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* ที่เป็นสาเหตุของโรควัณโรคได้

รูปที่ 7.1.13 รูปแบบความน่าจะเป็นในการคลายตัวของรูปทรงกลม

จากรูปข้างต้นสามารถศึกษารูปแบบการคลายตัวของรูปทรงกลมได้และนำมาเป็นแนวความคิดในการเลือกรูปแบบขององค์ประกอบที่เหมาะสมกับสภาพของที่ตั้งโครงการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1.14 การเลือกรูปแบบขององค์ประกอบที่เหมาะสมกับสภาพของที่ตั้งโครงการ

โดยจากการศึกษารูปทรงที่เหมาะสมกับที่ตั้งโครงการคือรูปทรงดังนี้

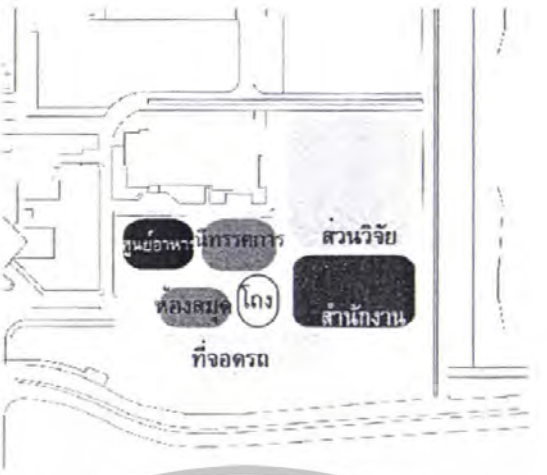
รูปที่ 7.1.15 รูปทรงที่เหมาะสมกับที่ตั้งโครงการ

ซึ่งจากการศึกษารูปทรงที่เหมาะสมกับสภาพที่ตั้งอาคารจึงนำรูปแบบตำแหน่งมารวมกับการเลือกโซนของอาคาร โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาการเลือกรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบโครงการดังนี้

- สอดคล้องกับการใช้ดินรอบด้าน
- ความปลอดภัยของผู้ใช้โครงการเมื่อเกิดเหตุอันตราย
- มีสามารถในการขยายตัวในอนาคตได้
- ในส่วนวิจัยสามารถเห็นทิศทัศน์ภายนอกได้
- ในส่วนองค์ประกอบที่ต้องการส่วนบริการ(Service)สามารถรับการบริการได้สะดวก

ซึ่งจะนำเกณฑ์ในการพิจารณาการเลือกรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบโครงการไปตัดสินรูปแบบของการจัดโซนแบบต่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



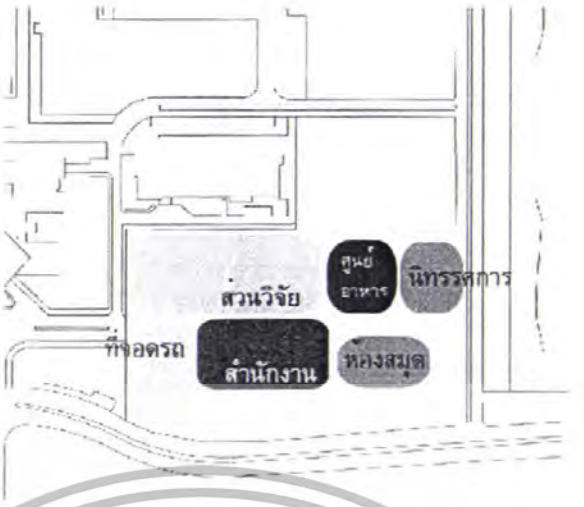
รูปที่ 7.1.16 แบบที่ 1 เป็นการจัดแบบนำองค์ประกอบทั้งหมดมาใส่ในที่ตั้งโครงการทั้งหมด

โดยการเกณฑ์การตัดสิน รูปแบบที่ 1 เหมาะสมกับเกณฑ์การตัดสิน 4 ข้อ โดยมีข้อเสียคือความปลอดภัยของผู้ใช้โครงการเมื่อเกิดเหตุอันตรายมีน้อยเนื่องจากรูปแบบนี้เป็นแบบอาคารหลังเดียทำให้เมื่อเกิดอันตรายจะ ไม่สามารถปิดอาคารบางหลังได้

รูปที่ 7.1.17 แบบที่ 2 เป็นการจัดแบบนำองค์ประกอบที่ต่างกันออกเป็นสองส่วน

โดยการเกณฑ์การตัดสิน รูปแบบแบบที่ 2 เหมาะสมกับเกณฑ์การตัดสินทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

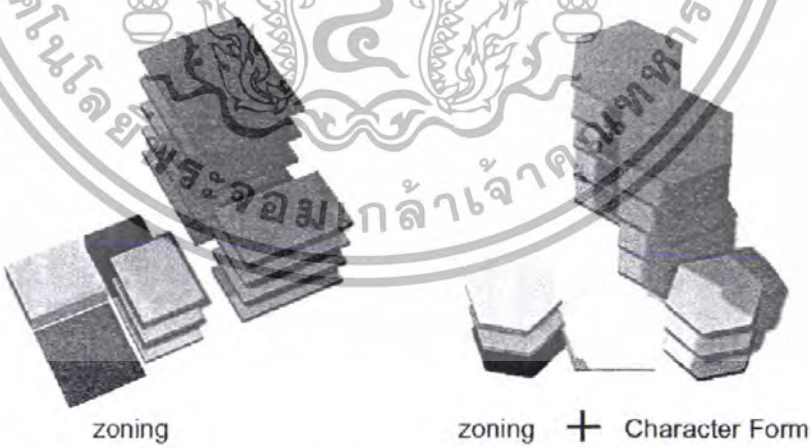


รูปที่ 7.1.18 แบบที่ 3 เป็นการจัดแบบน้ำองค์ประกอบมาไว้ที่หน้าโครงการทั้งหมด

โดยการเกณฑ์การตัดสิน รูปแบบที่ 3 มีข้อเสีย 4 ข้อ โดยมีข้อดี 1 คือ คือมีสามารถในการขยายตัวในอนาคตได้

จากเกณฑ์ในการพิจารณาการเลือกรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบโครงการสามารถตัดสินรูปแบบการจัดแบ่งโซนของอาคารตามรูปแบบที่ 2 ที่มีความเหมาะสมที่สุด

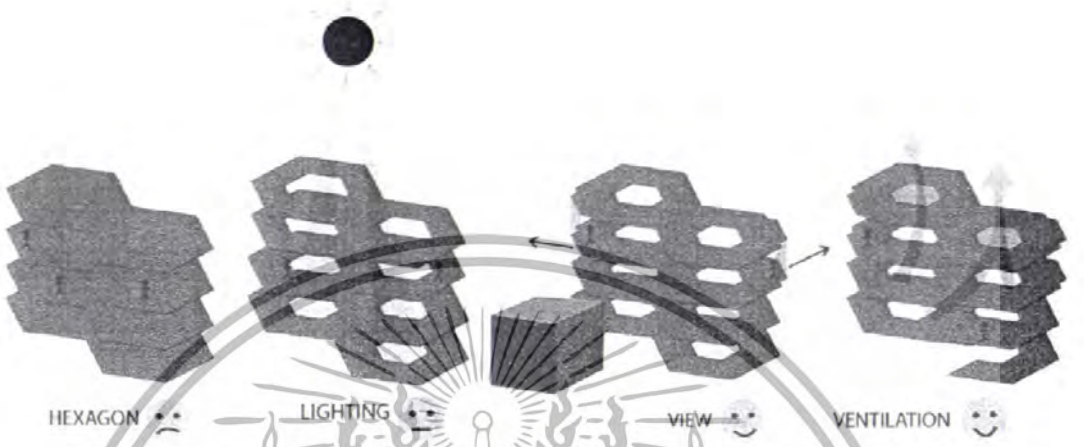
เมื่อศึกษารูปแบบการจัดแบ่งโซนของอาคารแล้วจึงนำโซนต่างๆมาเพิ่มส่วนที่เป็นพื้นที่ใช้สอยแล้วจึงนำโซนรวมพื้นที่ใช้สอยแล้วมารวมกับแนวความคิดในการศึกษาหาเอกลักษณ์ข้างต้นดังนี้



รูปที่ 7.1.19 แสดงโซนของอาคารรวมกับพื้นที่ใช้สอยแล้วมารวมกับแนวความคิดในการศึกษาหาเอกลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

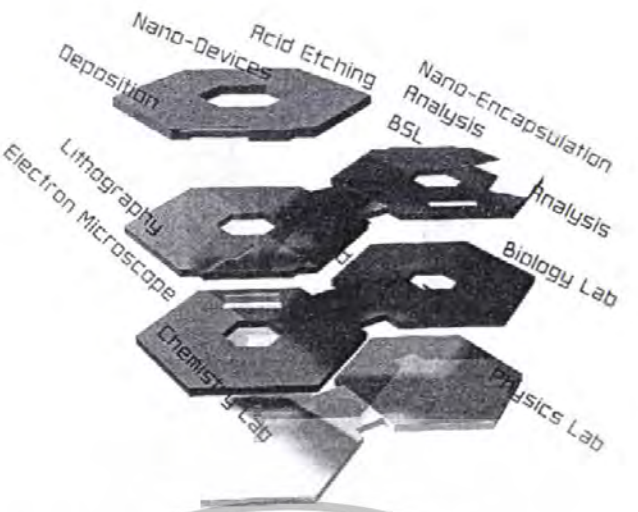
จากการศึกษาจนได้รูปแบบและรูปทรงของอาคารแล้วจึงนำรูปแบบดังกล่าวมาศึกษากับสภาพแวดล้อมของโครงการ โดยเฉพาะในส่วนของอาคารวิจัยโดยได้ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อนำมาดัดแปลงรูปทรงอาคาร ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายนอกและคุณภาพชีวิตของนักวิจัยมากที่สุดดังนี้



รูปที่ 7.1.20 แสดงการดัดแปลงรูปทรงอาคาร ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายนอกและคุณภาพชีวิตของนักวิจัย

จากการศึกษาแนวความคิดในส่วนของเทคโนโลยีและธรรมชาติข้างต้นแล้วจึงนำผลที่ได้จากการศึกษาแนวความคิดทั้งสองมารวมกันเป็นแนวความคิดหลักคือ การคิดแบบนาโน (Nano's Thinking) โดยผลที่ได้จากการศึกษาข้างต้นเป็นการนำการศึกษาทางกระบวนการใช้เครื่องมือหรือในส่วนของเทคโนโลยีและเอกลักษณ์ของนาโนเทคโนโลยีที่ผสานกับสภาพแวดล้อมในส่วนธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นำเทคโนโลยีและธรรมชาติมาผสานกันเช่นเดียวกับกระบวนการคิดวิจัยแบบนาโนเทคโนโลยีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1.21 แสดงกระบวนการที่นำเทคโนโลยีและธรรมชาติมาผสานกันที่นำมาเป็นรูปแบบในการออกแบบโครงการ

7.2 การวิเคราะห์และออกแบบทางสัญจรของผู้ใช้อาคาร

จากกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมของโครงการแล้วจึงมาศึกษาและการวิเคราะห์ทางสัญจรของผู้ใช้อาคาร โดยแบ่งเป็นประเภทต่างๆดังนี้

7.2.1 ผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้ใช้หลัก

โดยแบ่งการวิเคราะห์และออกแบบเป็น 2 ส่วนคือ เจ้าหน้าที่ทั่วไปซึ่งรวมถึง นักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย และอีกส่วนคือ บุคคลสำคัญ

ซึ่งทางสัญจรของเจ้าหน้าที่ทั่วไปจะมีการแบ่งโซนต่างๆออก โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและการเข้าถึงของเจ้าหน้าที่ที่มีความรับผิดชอบไม่เหมือนกัน โดยส่วนนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย จะมีส่วนใช้บัตรเข้าอาคารวิจัยและส่วนทางไปรับประทานอาหารเพื่อให้เจ้าหน้าที่ในส่วนนี้สามารถออกไปรับประทานอาหารได้รวดเร็ว

ส่วนบุคคลสำคัญจะเข้ามาในส่วนทางหน้าโครงการ โดยพฤติกรรมของบุคคลสำคัญจะเข้ามาในส่วนประชุมและส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารเป็นส่วนใหญ่และบางครั้งจึงจะเข้าไปในส่วนอาคารวิจัย ดังรูป

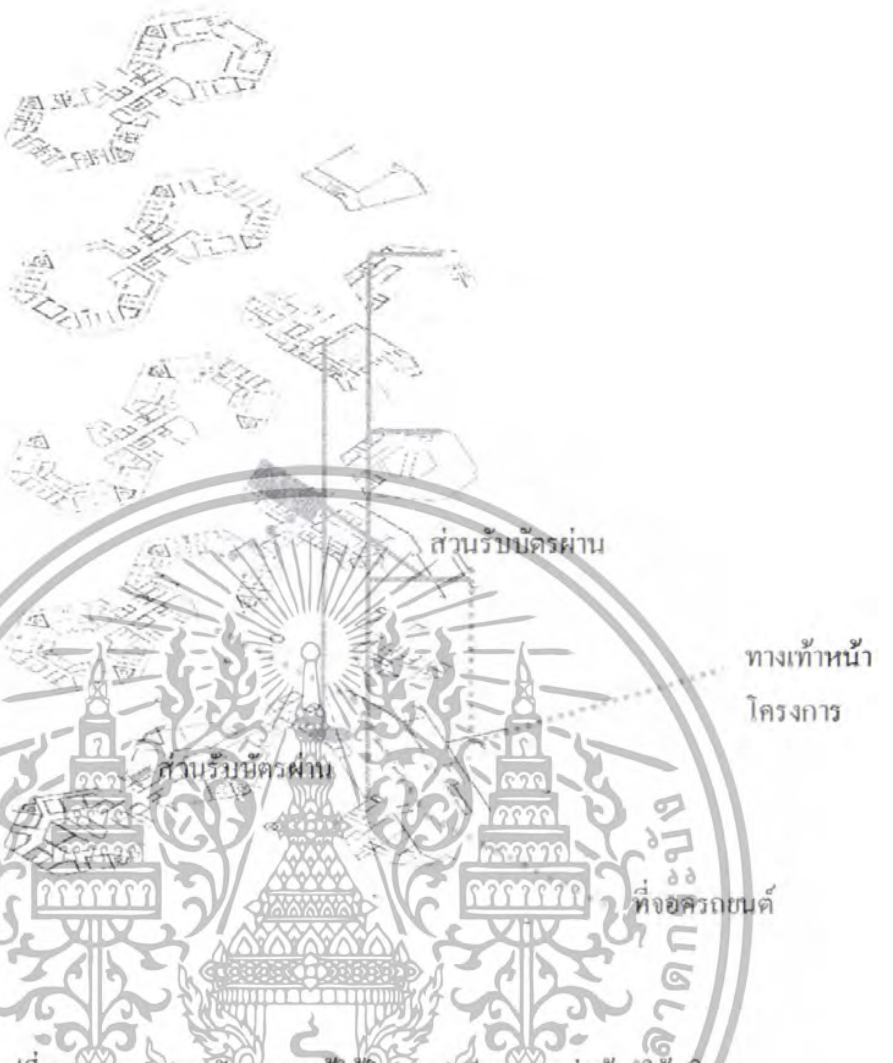
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.2.1 แสดงทางสัญจรของผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้ใช้หลัก

7.2.2 ผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้มาใช้บริการ

โดยเป็นผู้ใช้โครงการที่เป็นบุคคลภายนอกโครงการซึ่งได้จากการวิเคราะห์ในส่วนการศึกษาและวิเคราะห์ประเภทและพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการในบทที่ 4 โดยในส่วนนี้ผู้ใช้โครงการจะไม่ต้องใช้บัตรผ่าน แต่จะมีบางส่วนที่ผู้ใช้โครงการประเภทนี้เข้าไปในส่วนสำนักงานศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติซึ่งต้องมีการแลกบัตรเพื่อรับบัตรผ่านที่จะเข้าไปในส่วนนี้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

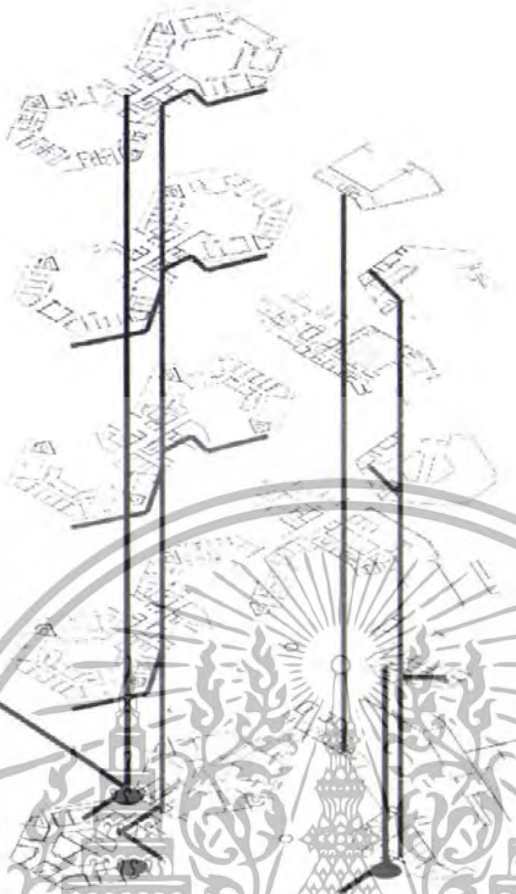


รูปที่ 7.2.2 แสดงทางสัญจรของผู้ใช้โครงการประเภทกลุ่มผู้มาใช้บริการ

7.2.3 ผู้ใช้โครงการประเภทเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ

เป็นทางสัญจรของเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการของโครงการโดยเฉพาะในส่วนอาคารวิจัยที่มีบริเวณตรวจรับสิ่งของเข้าอาคาร และส่วนทางสัญจรที่เป็นของเสียจากการวิจัยที่จะออกอีกทางกับส่วนบริการในส่วนที่สะอาด โดยในส่วนของเสียจะมีที่พักทุกชั้นแล้วจึงนำเก็บที่ชั้นล่างของอาคารก่อนที่จะมีผู้ที่มีส่วนการรับผิดชอบในส่วนนี้จะนำไปกำจัดต่อไป ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.2.3 แสดงทางสัญจรของผู้ใช้โครงการประเภทเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการ

7.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบวิศวกรรมต่างๆ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ในการใช้ระบบวิศวกรรมต่างๆในส่วนบทที่ 6 ที่เกี่ยวกับการศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับโครงการมาประกอบรวมกับส่วนการออกแบบสถาปัตยกรรมของโครงการสามารถสรุปเป็นรูปแบบเป็นระบบต่างๆได้ดังนี้

7.3.1 ส่วนงานระบบทั่วไป

ส่วนงานระบบทั่วไปสามารถแบ่งเป็นระบบต่างๆคือ

- ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ที่จะมีห้องเครื่องไฟฟ้าที่มีแผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่ (MDB)ที่กระจายไปตามส่วนต่างๆของอาคาร และในส่วนยังมีระบบจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าสำรองที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง(Automatic Emergency Diesel Generator) ไว้ในบริเวณเดียวกับซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะอยู่ติดริมนอกของอาคารเพื่อสามารถปล่อยท่อไอเสียจากการทำงานของเครื่องได้

- ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยโครงการมีห้องเครื่องทำความเย็นอยู่ชั้น1 โดยเฉพาะในส่วนอาคารวิจัยที่จะตรงกับห้องเครื่องเป่าลมเย็น (A.H.U.) และหอระบายความร้อนที่บริเวณดาดฟ้าของอาคารวิจัย

- ระบบสุขาภิบาล โดยน้ำใช้ใช้ระบบจ่ายน้ำแบบระบบจ่ายน้ำลงโดยที่ที่เก็บน้ำที่ใต้อาคารและบนดาดฟ้าของอาคารวิจัย

รูปที่ 7.3.1 แสดงการออกแบบในส่วนงานระบบทั่วไป

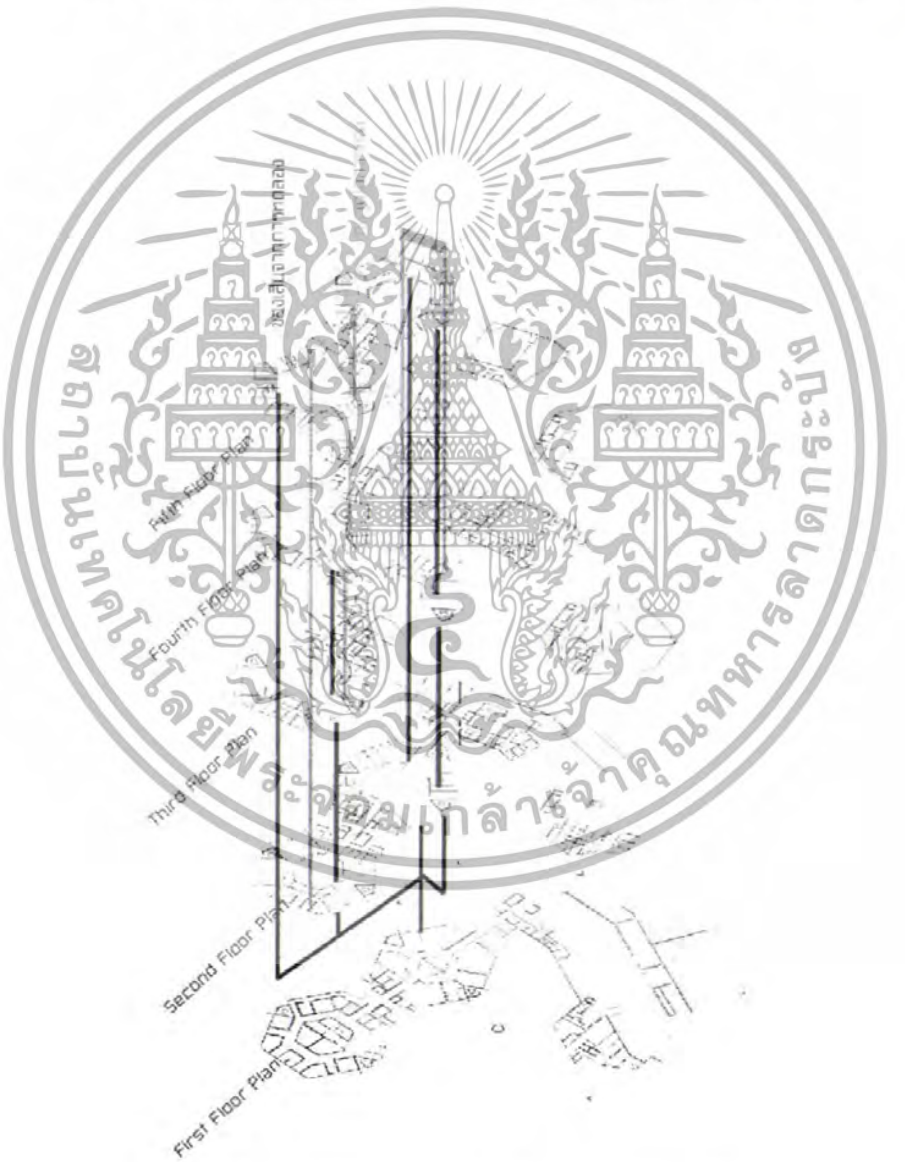
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.2 ส่วนงานระบบพิเศษ

สามารถแบ่งเป็นส่วนของระบบต่างๆได้ดังนี้

- ของเสียจากการทดลอง โดยของเสียจากส่วนวิจัยต่างๆลงมาที่ส่วนห้องบำบัดน้ำเสียโดยส่วนใหญ่น้ำเสียจากการวิจัยต้องบำบัดทางเคมี ส่วนน้ำเสียของโครงการในส่วนที่ไม่ใช้ห้องวิจัยจะไปบำบัดด้วยวิธีแอกทิเวดสลัดจ์(Activate Sludge :AS) ก่อนที่จะปล่อยไปทางท่อระบายของเสียของอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทยซึ่งมีระบบบำบัดอีกขั้นหนึ่งก่อนไปสู่ทางระบายน้ำสาธารณะต่อไป

- ไอระเหยของสารเคมี โดยสามารถดูดออกมาจากส่วนวิจัยต่างๆแล้วปล่อยออกนอกอาคาร โดยบำบัดด้วยเครื่องเวทสคับเบอร์ (Wet Scrubber) ก่อนปล่อยออกนอกอาคาร



รูปที่ 7.3.2 แสดงการออกแบบในส่วนงานระบบพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการในการออกแบบในแนวความคิดของการออกแบบศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติคือ การคิดแบบนาโน (Nano's Thinking) โดย ซึ่งเป็นกระบวนการที่นำเทคโนโลยีและธรรมชาติมาผสานกันเช่นเดียวกับกระบวนการคิดวิจัยแบบนาโนเทคโนโลยี

ส่วนการวิเคราะห์และออกแบบทางสัญจรของผู้ใช้อาคาร ได้นำข้อมูลจากการศึกษาและวิเคราะห์ประเภทและพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการในบทที่ 4 มารวมกับรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของโครงการเป็นรูปแบบทางสัญจรที่สนองพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการและแนวความคิดในการออกแบบอาคาร

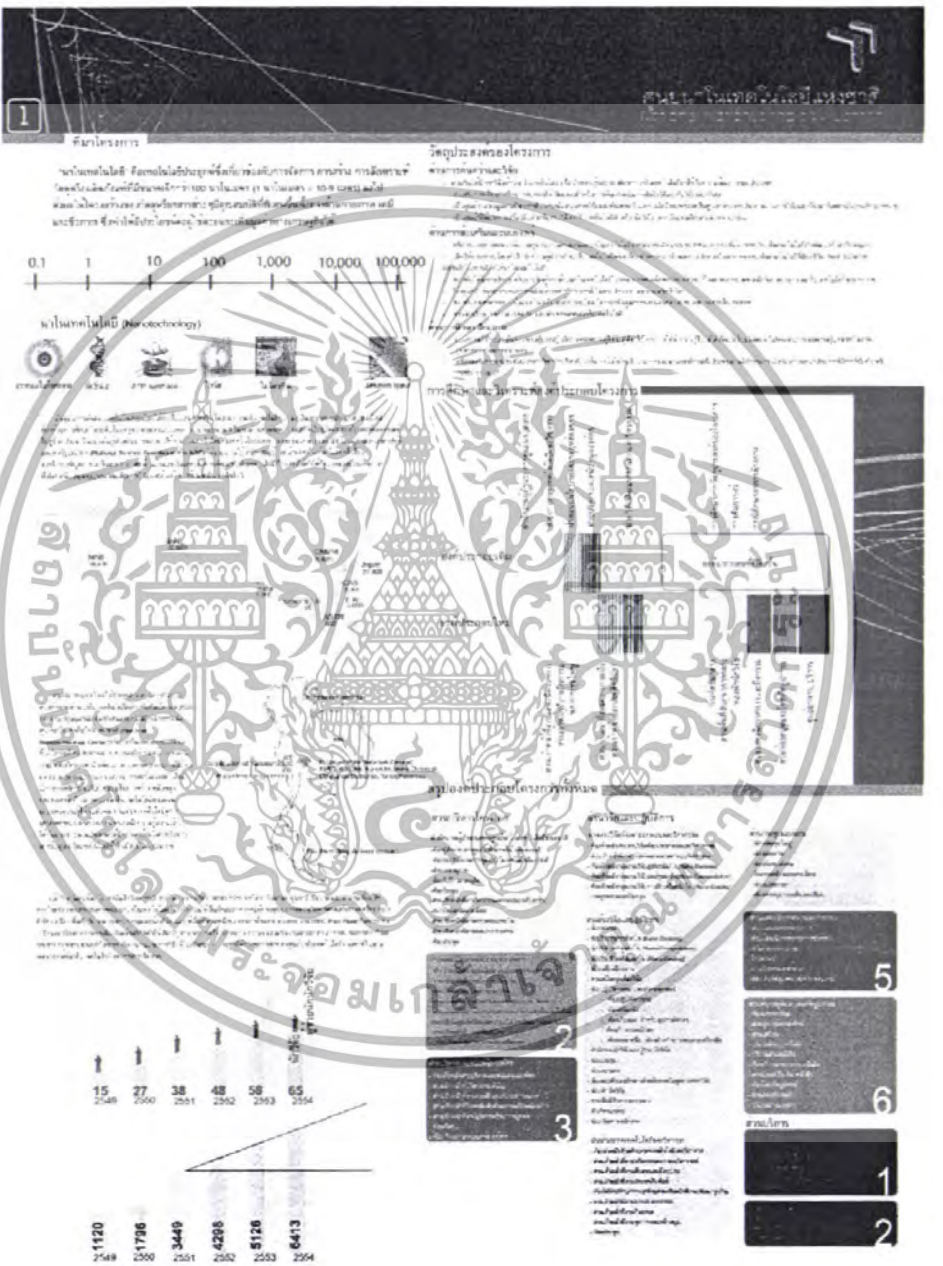
การวิเคราะห์และออกแบบระบบวิศวกรรมต่างๆ เป็นการนำการศึกษาและวิเคราะห์ในการใช้ระบบวิศวกรรมต่างๆในส่วนบทที่ 6 มาเป็นข้อมูลในการเลือกและวางตำแหน่งของงานระบบต่างๆภายในโครงการ

โดยการสามารถสรุปผลงานการออกแบบศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

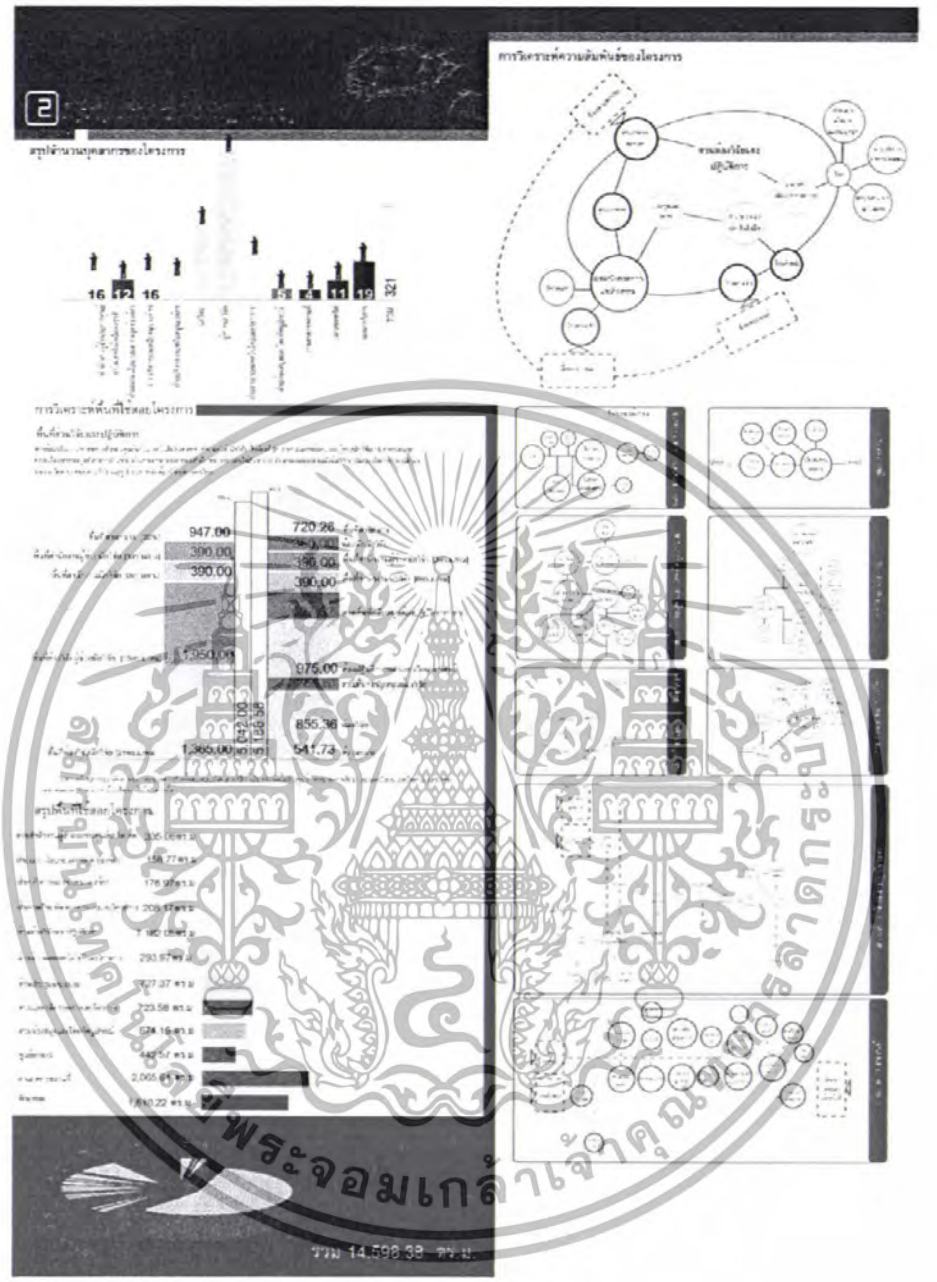
บทที่ 8

ผลงานการออกแบบ



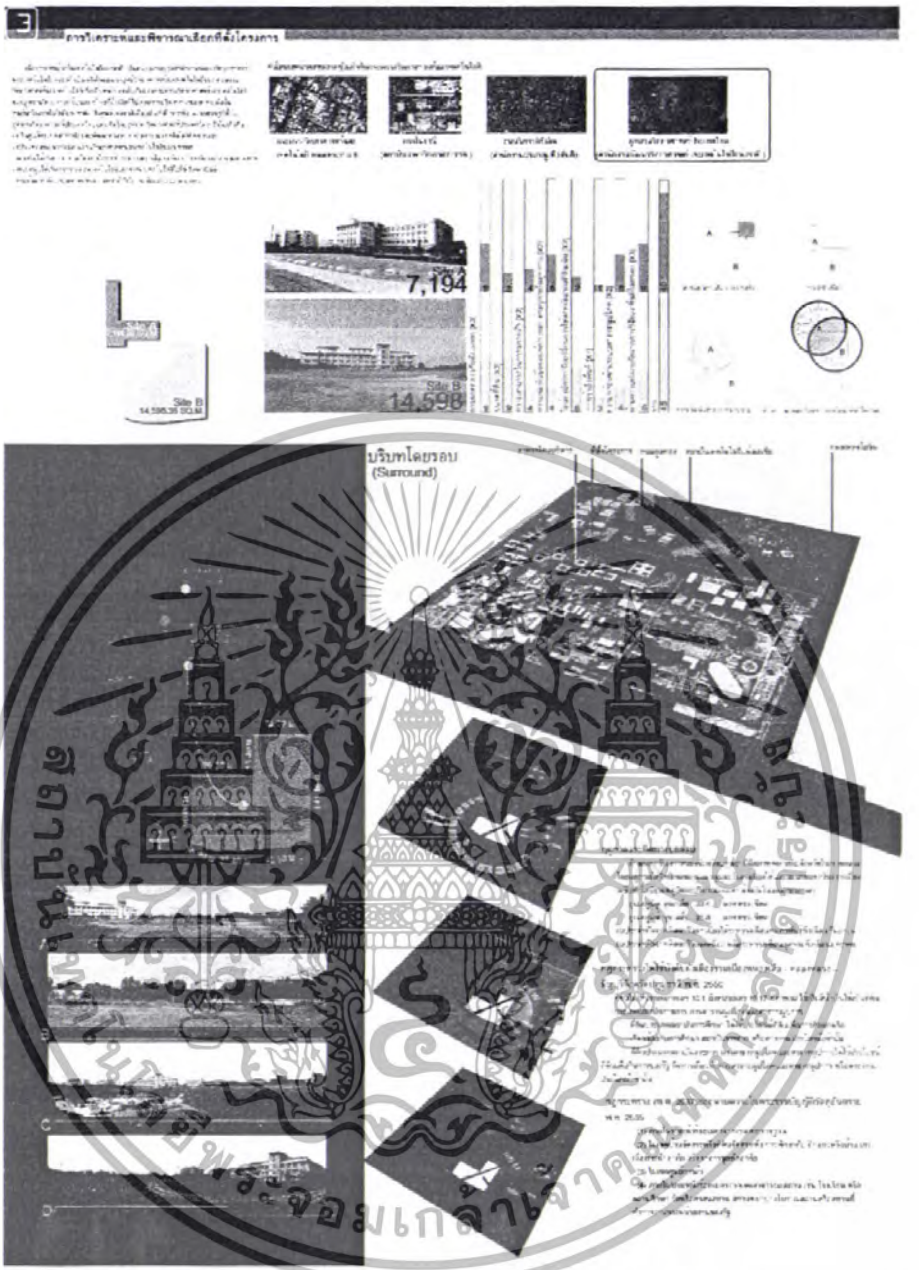
รูปที่ 8.1 แบบแสดงที่มาโครงการ ,วัตถุประสงค์ของโครงการ,การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงการและสรุปองค์ประกอบโครงการทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



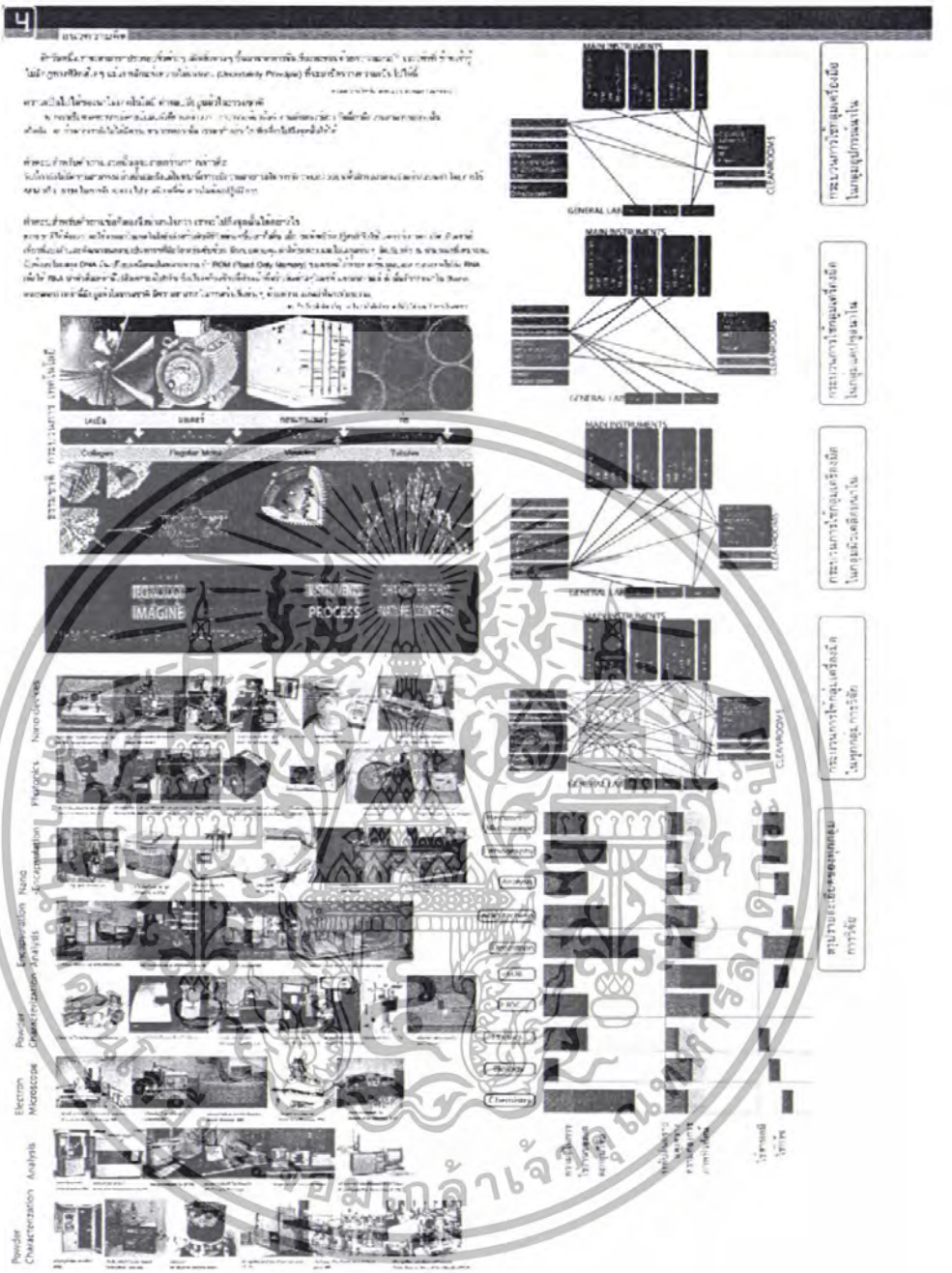
รูปที่ 8.2 แบบแสดงการสรุปบุคลาการของโครงการ,การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยโครงการ,สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



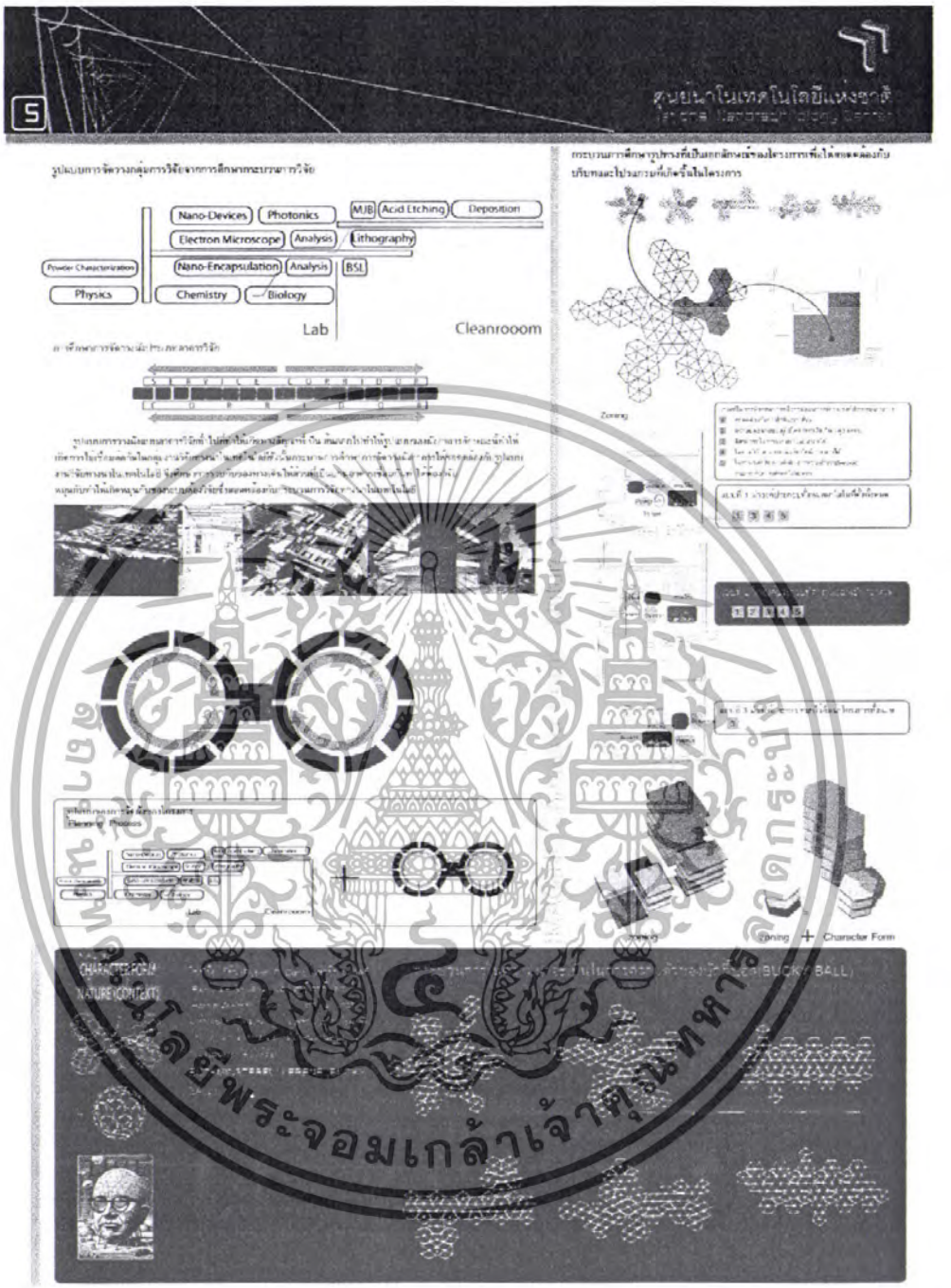
รูปที่ 8.3 แบบแสดงการวิเคราะห์และพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการและรายละเอียดของที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



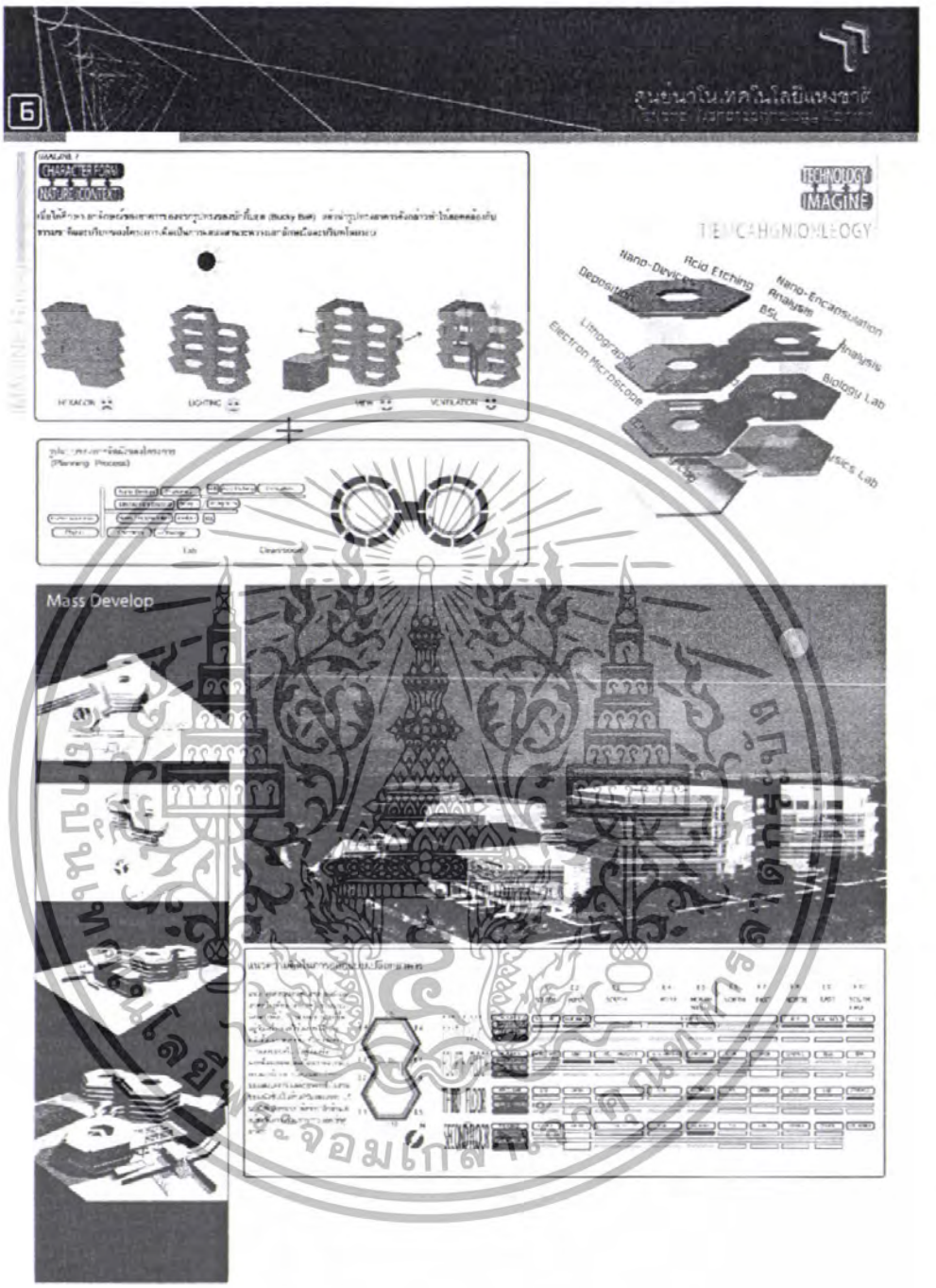
รูปที่ 8.4 แบบแสดงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



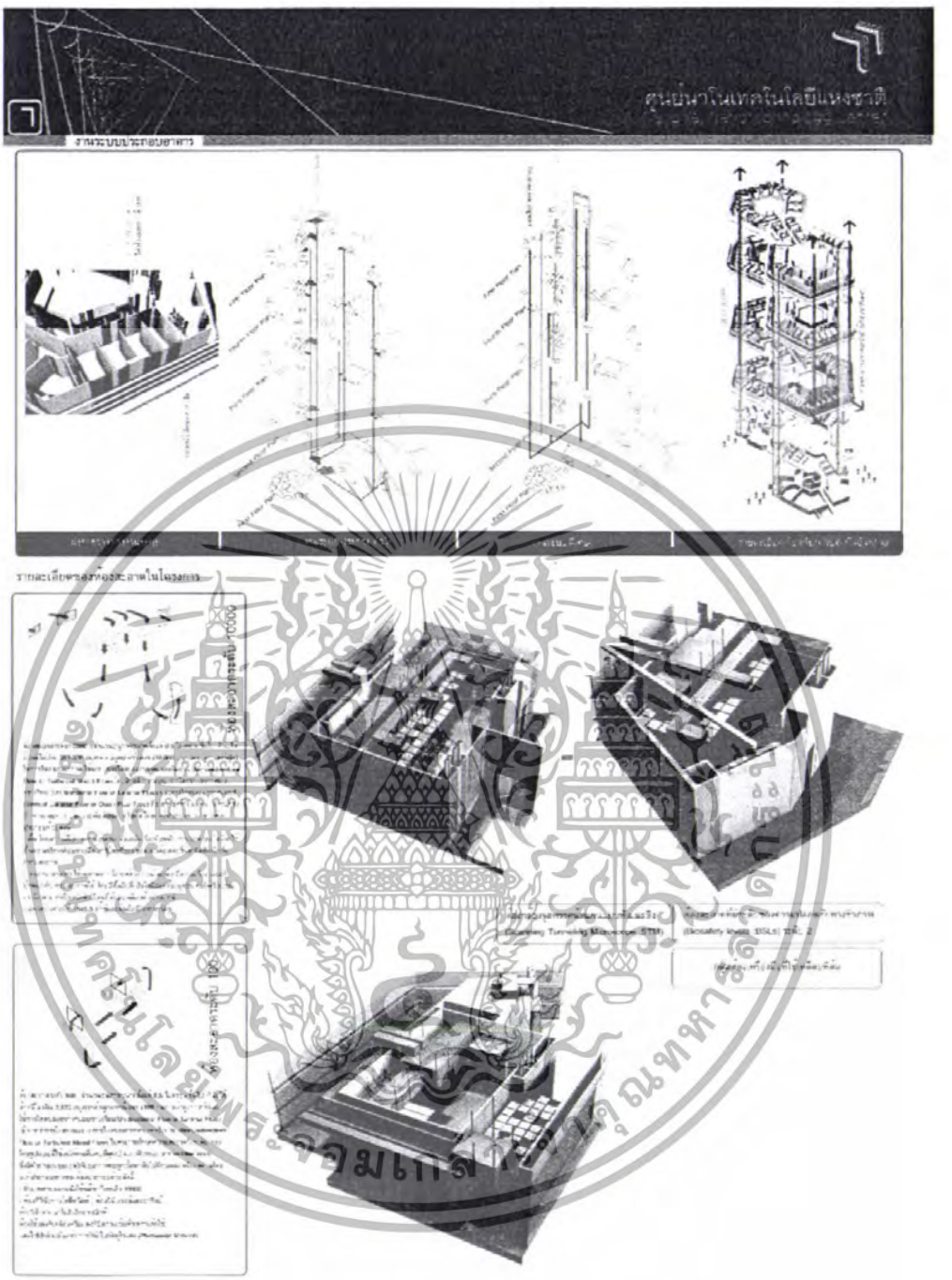
รูปที่ 8.4 (ต่อ) แบบแสดงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.4 (ต่อ) แบบแสดงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.5 แบบแสดงงานระบบประกอบอาคารและรายละเอียดของห้องสะอาดภายในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

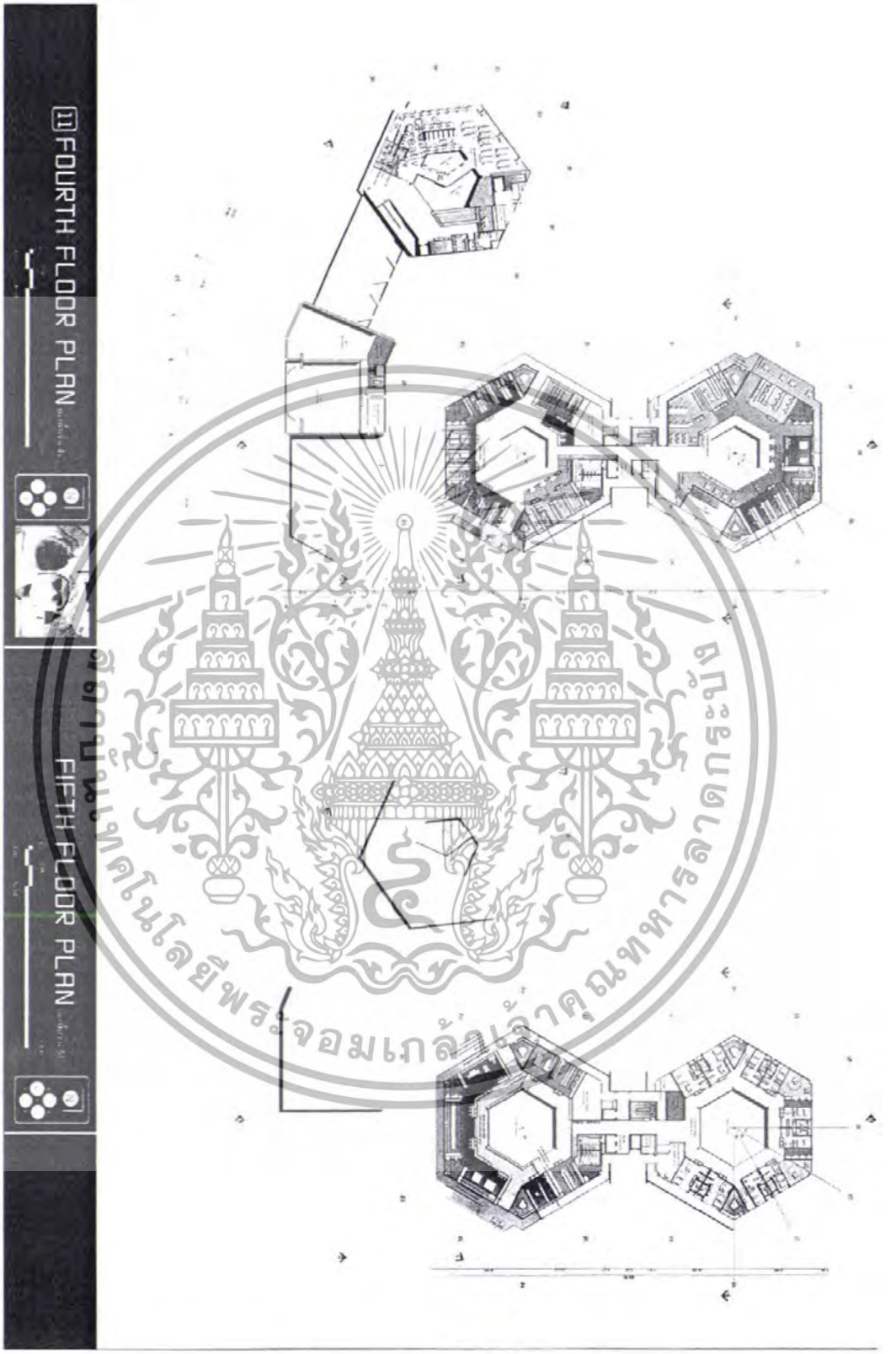
ผังบริเวณพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระนคร

รูปที่ 8.7 แบบแสดงผังพื้นชั้น1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

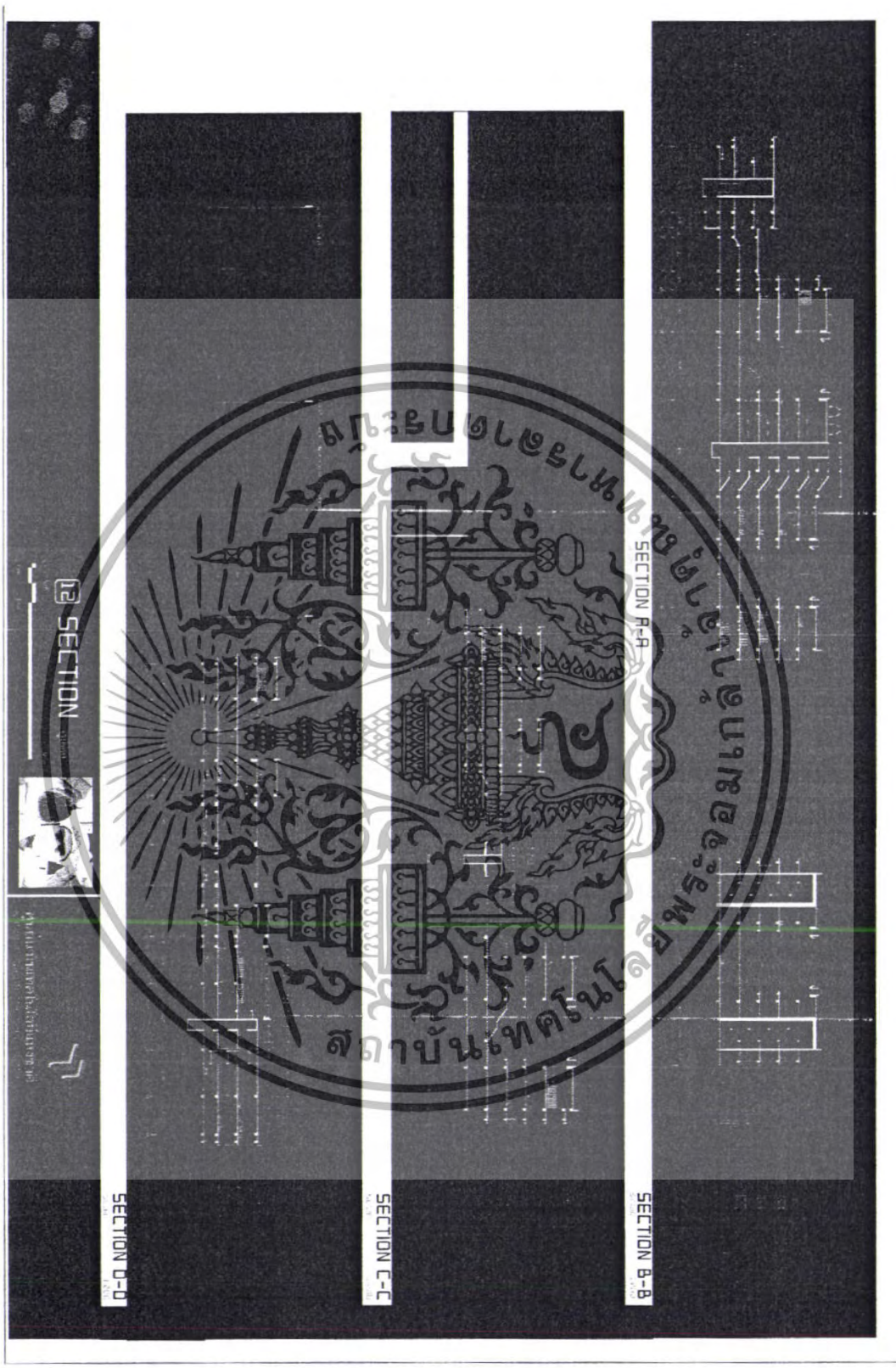
รูปที่ 8.8 แบบแสดงผังพื้นชั้น 2 และชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



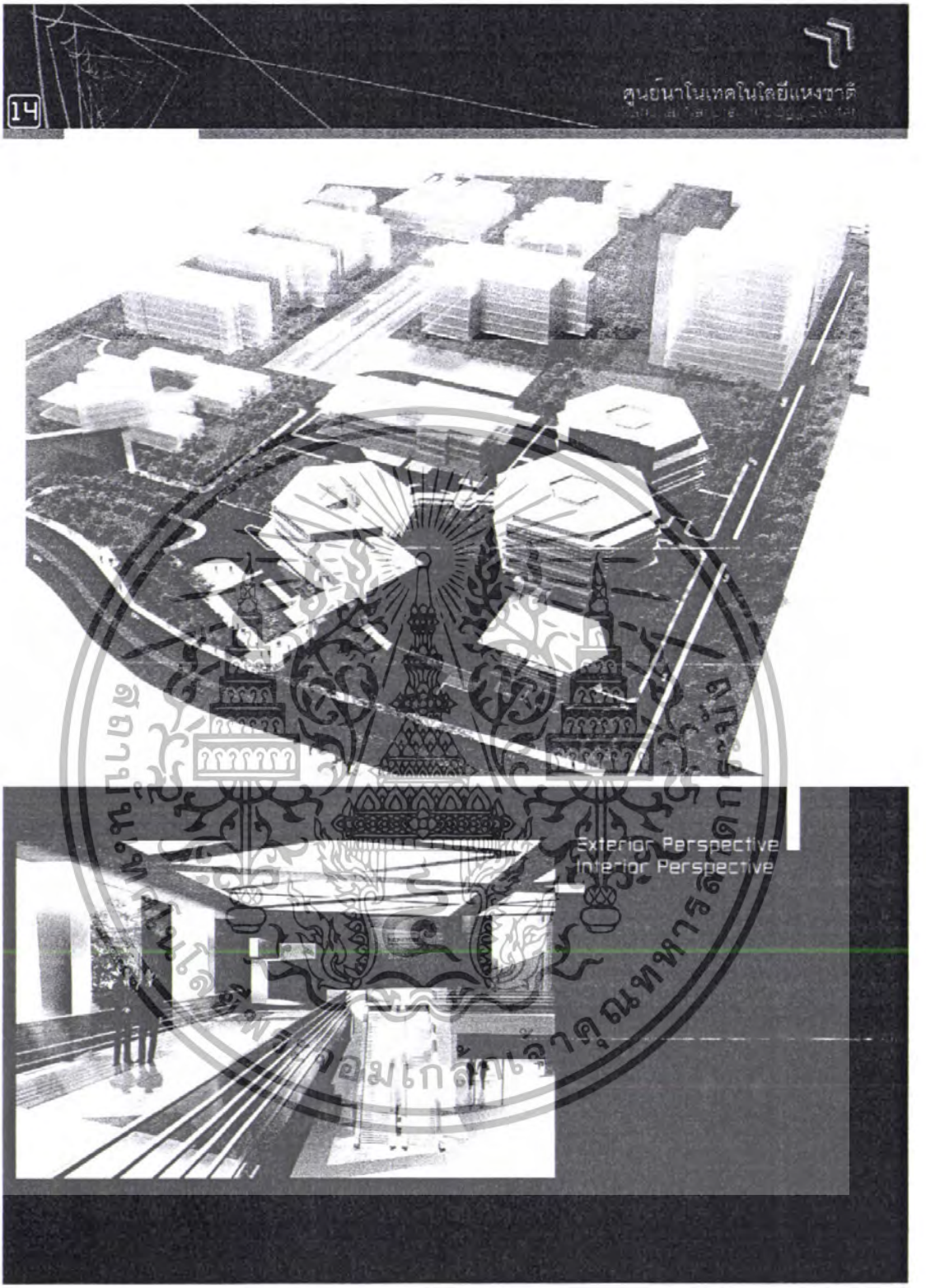
รูปที่ 8.9 แบบแสดงผังพื้นชั้น 4 และชั้น 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



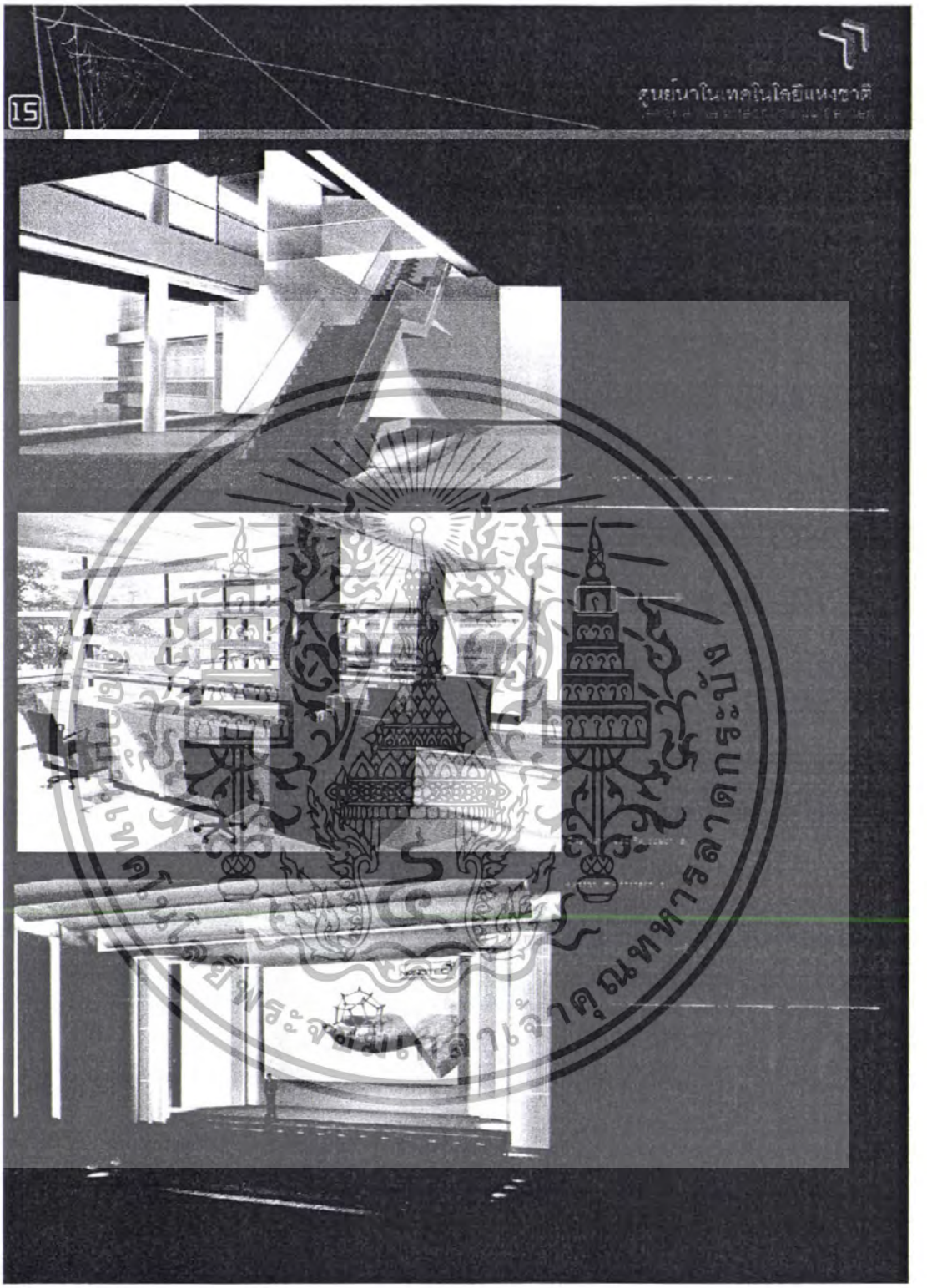
รูปที่ 8.10 แบบแสดงรูปตัดของโครงการ

รูปที่ 8.11 แบบแสดงรูปด้านของโครงการ



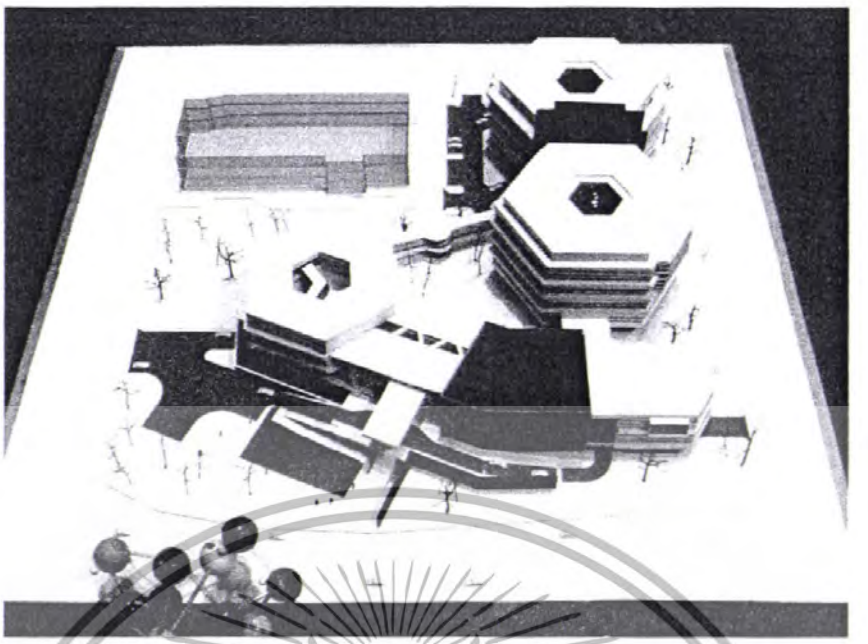
รูปที่ 8.12 แบบแสดงรูปทัศนียภาพของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

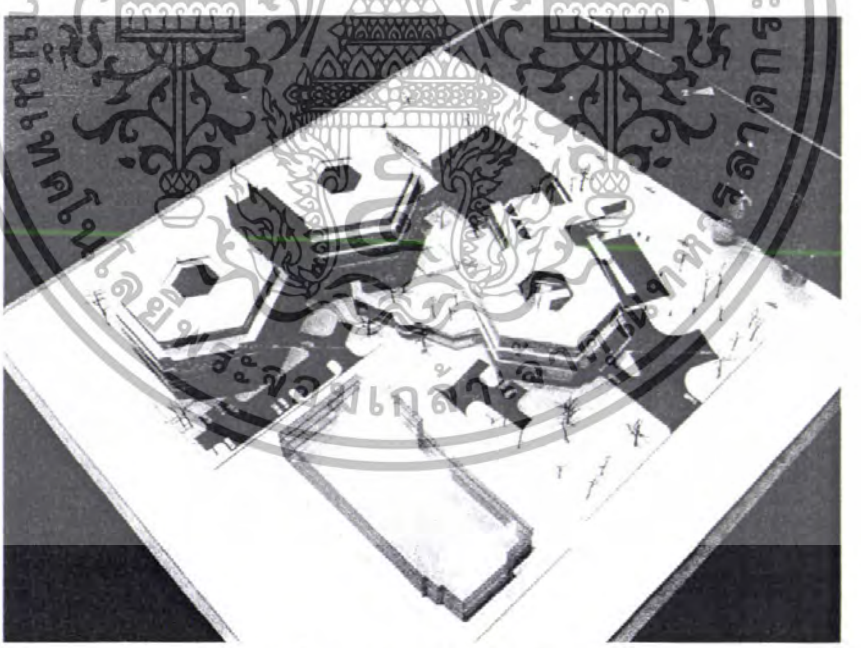


รูปที่ 8.12 (ต่อ) แบบแสดงรูปทัศนียภาพของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

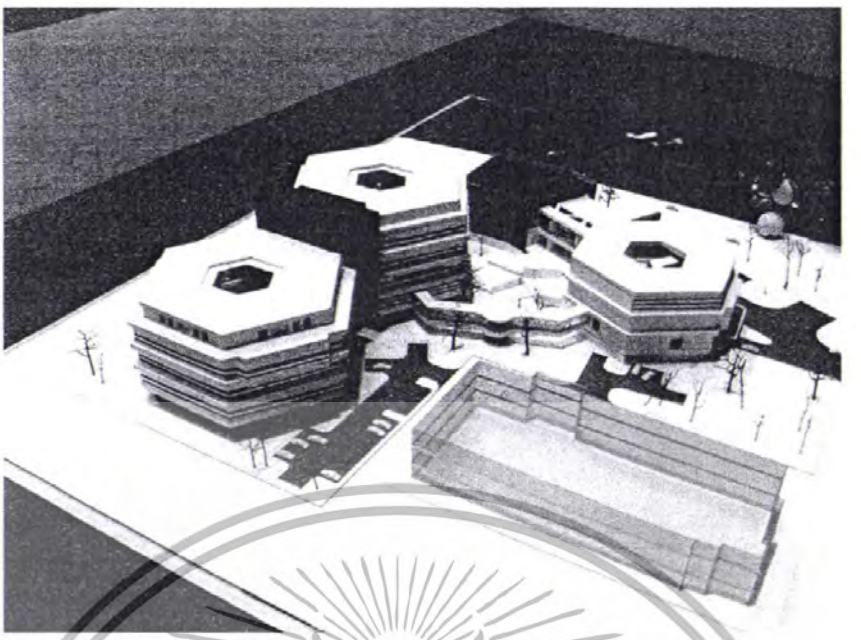


รูปที่ 8.13 หุ่นจำลองโครงการ

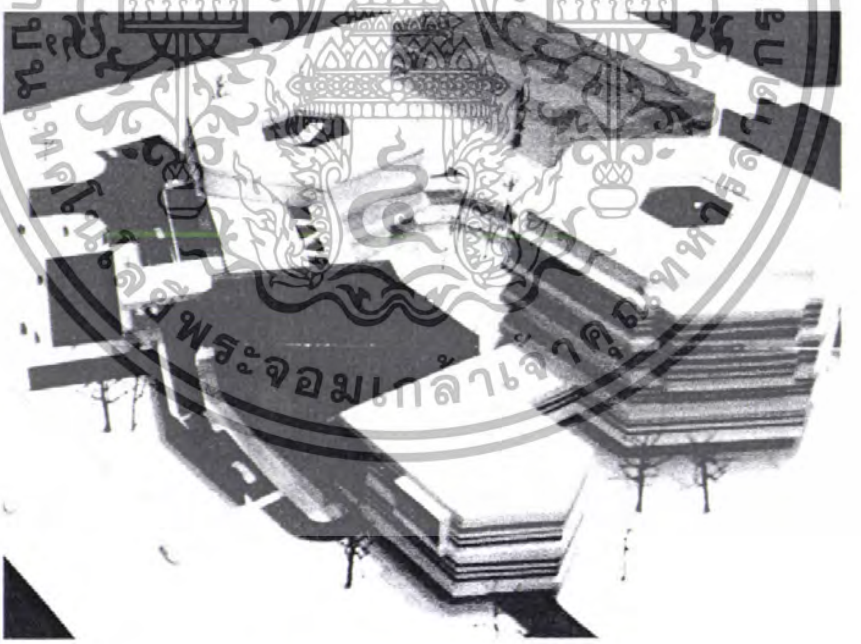


รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

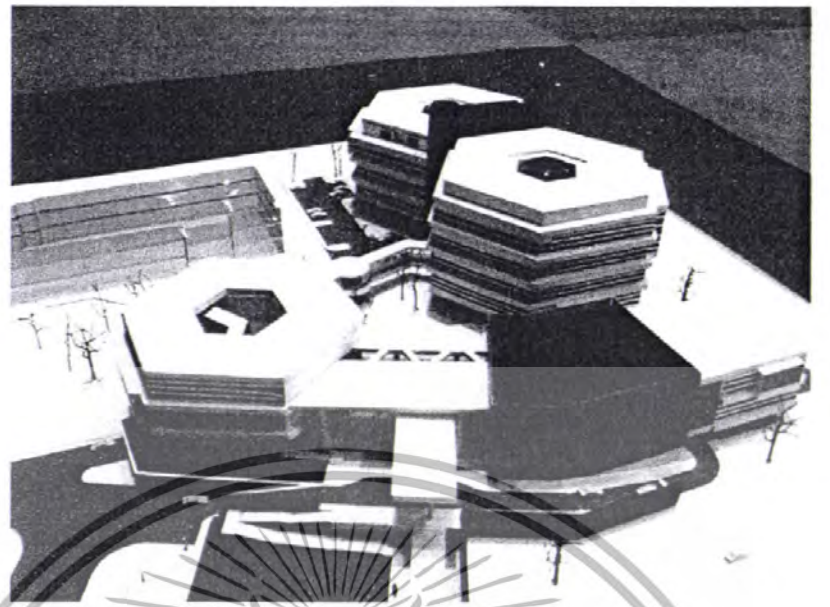


รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ



รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ

รูปที่ 8.13 (ต่อ) หุ่นจำลองโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กวี หวังนิเวศน์กุล .2546. **วัสดุ วิศวกรรมก่อสร้าง** . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

เกียรติ อัชรพงศ์ .2546 . **ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา

คำนูณ กาญจนภูมิ.2542.**การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Plant Tissue Culture)**.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.

ฝ่ายจัดการสารพิษ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534.**คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ**.กรุงเทพฯ :การศาลา

ฑวี เวชพฤติ และกิตติพงศ์ เตมียะประดิษฐ์.2531.**การออกแบบห้องสะอาด (Design of Clean Room)**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เคชา ธีระโกเมน. 2525.**เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ**. กรุงเทพฯ :ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ประศาสตร์ เกื้อมณี . 2536.**เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์ .

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ.2547.**เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง**.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

มัลลิกา ปัญญาคะโป .2544.**การจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม**.พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มัลลิกา ปัญญาคะโป .2549.**การจัดการของเสียอันตราย**.พิมพ์ครั้งที่ 1.นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ยอดหทัย เทพธรานนท์ และประมาส ตั้งบวรบูรณ์รัตน์.2547. **นาโนเทคโนโลยีเทคโนโลยีซูเปอร์จิ๋ว**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ละออง ศิริพัฒน์.2540.**ระบบอุปกรณ์ลาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี :สกายบุ๊กส์.

ศิรศักดิ์ เทพาคำ. 2547."สู่ยุคนสายเทคโนโลยีชีวภาพ" .**วารสารเทคโนโลยีชีวภาพปริทรรศน์**. 2(14) หน้า 7-11.

วิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย, สมาคม.2546. **ห้องสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม**.กรุงเทพฯ :ออฟเซ็ท ครีเอชั่น

วิระ มาวิจักขณ์ , ขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์ และพรรัตน์ เพชรภัคดี . 2545 . เฒวทางการจัดการของเสียอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ไม่ระบุที่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล .2548 . **นาโนเทคโนโลยี คลื่นลูกใหม่แห่งศตวรรษที่ 21** . กรุงเทพ: ฐานมีเดีย เน็ตเวิร์ค

วิสุทธิพร ศิริไยธา .2549. "ศูนย์วิจัยและส่งเสริมการเกษตรที่สูง(Highland Argricultural Research and Extension Centre). " วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วีรเดช พะเยาศิริพงศ์.2546.**รวมกฎหมายก่อสร้าง**. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

สมศักดิ์ ธรรมเวชวิถี .2546. **การวิเคราะห์โครงการ**.กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว.2547. นาโนเทคโนโลยีกับการพัฒนาประเทศไทย. "**Engineering Today**".2(13).

สมสิทธิ์ นิตยะ และคณะ.2545.**การออกแบบประสานระบบ**.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อายชัย วุฒิโฆสิต.2544.**การออกแบบโรงพยาบาล**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดิสร เดือนตรานนท์ .2549.**นาโนเทคโนโลยี จิ๋วแต่แจ๋ว**. กรุงเทพฯ : เนชั่นบุ๊คส์ อินเตอร์เนชั่นแนล.

Mark Ratner and Daniel Ratner .2548.นาโนเทคโนโลยี นวัตกรรมจิ๋วปฏิวัติโลก.แปลจาก **Nanotechnology A Gentle Introduction to the next big idea** โดย รอฮิม ปรามาท . กรุงเทพฯ: มติชน.

Roger W. Haines and Douglas C. Hittle.2540. ระบบควบคุมสำหรับการทำความร้อน การระบายอากาศและการปรับอากาศ.แปลจาก **Control Systems For Heating,Ventilating ,and Air Conditioning** .5th ed. โดย ตระการ ก้าวกสิกรรม,นาวาอากาศโท.กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.

Brian Griffin .2000. **Laboratory Design Guide** .2nd ed.Cornwall :MPG Books.

D.R. Oughton and S. Hodkinson.2002. **Faber and Kell's Heating and Air-conditioning of Building,** Great Britain : Biddles.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Everett K.,Hugher D. 1975. **A Guide to Laboratory Design.Cold Composition** .Great Britain :Tunbride Well Kent England. P.5-9

Liu D.H.F.and Liptak B.G.2000. **Hazardous Waste and Solid Waste.**1st ed. Chelsea : Lewis.

Manahan ,S.E. 1999. **Environmental Chemistry** . 7th ed .Washington , D.C. :Lewis.

Patricia Tutt and David Adler. 1985.**New Metric Handbook Planning and Design Data.** Great Britain :Mackays of Chatham .

Sincero , A.P. and Sincero , G.A. 2003. **Physical-Chemical Treatment of Water and Wastewater.**1st ed. Washington , D.C. :CRC Press.

Stein, Joel and Smith, Stephen M. 1990.**Time – Saver Standards for Building Types.** Singapore :McGraw – Hill publishing .

Vincent Jones.1989.**Neufert Architecture's Data**. 2nd ed. Great Britain :BSC Professional Books .

Walter A.Rutes . n.d. **Hotel Design Planning and Development** . Architectural Press

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

กฎหมายและพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

คู่มือการประเมินตาม มอก. 17025-2543ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

5.2 บุคลากร(Personnel)

5.2.1 การบริหารห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจในความสามารถของบุคลากรที่ใช้เครื่องมือเฉพาะที่ดำเนินการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ที่ประเมินผล และที่ลงนามในรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ ในกรณีที่ใช้บุคลากรที่อยู่ในระหว่างการฝึกสอนงานต้องจัดให้มีการควบคุมงานตามความเหมาะสม บุคลากรผู้ที่ปฏิบัติงานเฉพาะทางต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านการศึกษา การฝึกอบรม ประสบการณ์ และ/หรือความชำนาญที่แสดงให้เห็นเหมาะสมตามที่กำหนด

หมายเหตุ 1. ในบางสาขาวิชาการ (เช่น การทดสอบแบบไม่ทำลาย) ผู้ที่จะทำการทดสอบได้อาจต้องมีใบรับรองตัวบุคคลที่ให้ทำงานนี้ได้ (Personal Certification) ห้องปฏิบัติการมีหน้าที่รับผิดชอบในการทำให้เจ้าหน้าที่ได้รับใบรับรองตามข้อกำหนดที่ต้องการ ข้อกำหนดสำหรับใบรับรองบุคคลอาจเป็นกฎระเบียบที่รวมอยู่ในมาตรฐาน สำหรับสาขาวิชาการเฉพาะทาง หรือกำหนดขึ้นมาโดยลูกค้า

2. ผู้ทำหน้าที่รับผิดชอบในการให้ความเห็นและการแปลผลซึ่งรวมอยู่ในรายงานผลการทดสอบ ควรเพิ่มคุณสมบัติที่เหมาะสม การฝึกอบรม ประสบการณ์และความรู้อย่างพอเพียงในงานทดสอบนั้นและยังต้องมี

- ความรู้ที่เกี่ยวข้องในเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตชิ้นตัวอย่าง วัสดุ ผลิตภัณฑ์ฯลฯ ที่ทดสอบ หรือวิธีการที่ถูกใช้ หรือวัตถุประสงค์ในการใช้ และความรู้เกี่ยวกับการชำรุดหรือเสื่อมสภาพที่อาจเกิดขึ้นได้ ระหว่างการใช้หรือในการใช้งาน
- ความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดทั่วไปที่มีกล่าวไว้ในกฎระเบียบและมาตรฐาน
- มีความเข้าใจความสำคัญของความเบี่ยงเบนต่างๆที่พบ เมื่อเทียบกับการใช้ชิ้นทดสอบวัสดุผลิตภัณฑ์ฯลฯตามปกติที่เกี่ยวข้อง

5.2.2 การบริหารห้องปฏิบัติการต้องกำหนดเป้าหมาย โดยคำนึงถึงการศึกษา การฝึกอบรมและความชำนาญของบุคลากรของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการต้องมีนโยบายและขั้นตอนดำเนินงานในการระบุความต้องการการฝึกอบรม และจัดให้มีการฝึกอบรมแก่บุคลากร โปรแกรมการฝึกอบรมต้องสัมพันธ์กับงานในปัจจุบันและที่คาดว่าจะทำต่อไปของห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ห้องปฏิบัติการต้องใช้บุคลากรที่จ้างโดยห้องปฏิบัติการ หรือภายใต้สัญญาจ้างกับห้องปฏิบัติการ ในกรณีที่ใช้บุคลากรแบบทำสัญญาจ้างงาน และจ้างบุคลากรเพิ่มเติมด้านเทคนิค และบุคลากรช่วยงานที่สำคัญ ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าบุคลากรดังกล่าวได้รับการควบคุมงาน และมีความสามารถ และปฏิบัติงานตามระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการที่วางไว้

5.2.4 ห้องปฏิบัติการต้องรักษาไว้ซึ่งคำบรรยายลักษณะงานที่เป็นปัจจุบัน สำหรับบุคคลผู้ทำหน้าที่ด้านการบริหาร ด้านวิชาการ และบุคลากรช่วยงานที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานการทดสอบ และ/หรือการสอบเทียบ

หมายเหตุ คำบรรยายลักษณะงานสามารถระบุได้หลายวิธี โดยอย่างน้อยควรระบุสิ่งต่อไปนี้

- ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ
- ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการวางแผนการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และการประเมินผล
- ความรับผิดชอบในการรายงานความเห็นและการแปลผล
- ความรับผิดชอบต่อการดัดแปลงวิธีและการพัฒนาและพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีใหม่ๆ
- ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่ต้องการ
- คุณสมบัติและโปรแกรมการฝึกอบรม
- หน้าที่ด้านการบริหาร

5.2.5 ผู้บริหารต้องมีการมอบหมายบุคลากร ผู้ทำหน้าที่ชักตัวอย่างประเภทเฉพาะผู้ทำหน้าที่ทดสอบ และ/หรือสอบ

เทียบผู้ออกรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ ผู้ให้ความเห็นและแปลผล และผู้ที่ใช้งานเครื่องมือเฉพาะห้องปฏิบัติการต้องรักษาบันทึกต่างๆที่เกี่ยวกับการมอบหมายหน้าที่ ความสามารถ การศึกษาคุณสมบัติตามวิชาชีพ การฝึกอบรม ความชำนาญและประสบการณ์ของบุคลากรทางด้านวิชาการทั้งหมด รวมถึงบุคลากรตามสัญญาการจ้าง ข้อมูลเหล่านี้ต้องมีไว้พร้อมใช้งาน และต้องรวมถึงวันเดือนปีที่มีการมอบอำนาจหน้าที่ และ/หรือได้รับการยืนยันความสามารถ

5.3 สถานที่และภาวะแวดล้อม(Accommodation and environmental conditions)

5.3.1 สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในห้องปฏิบัติการสำหรับการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ รวมถึงแหล่งพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างและภาวะแวดล้อมต้องอยู่ในสภาพที่เอื้ออำนวยให้เกิดการทำการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบได้อย่างถูกต้องห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจไว้ว่า ภาวะแวดล้อมจะไม่ทำให้ผลใช้ไม่ได้ หรือเกิดความเสียหายต่อคุณภาพที่ต้องการของการวัดใดๆ การชักตัวอย่างและการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ที่ทำ ณ สถานที่อื่นนอกห้องปฏิบัติการถาวร ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ข้อกำหนดทางด้านวิชาการสำหรับสถานที่และภาวะแวดล้อมที่สามารถส่งผลต่อการทดสอบและสอบเทียบต้องมีการจัดทำไว้เป็นเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ห้องปฏิบัติการต้องมีการเฝ้าระวัง ควบคุมและบันทึกภาวะแวดล้อมต่างๆตามที่กำหนดไว้ในเกณฑ์กำหนดวิธีการและขั้นตอนดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง หรือในกรณีที่ภาวะแวดล้อมต่างๆนั้นมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลทดสอบหรือสอบเทียบ ต้องให้ความสนใจตามความเหมาะสมต่อกิจกรรมทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การฆ่าเชื้อทางชีววิทยา ฝุ่น การรบกวนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสี ความชื้น แหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และระดับเสียงและการสั่นสะเทือน จะต้องหยุดการทดสอบและสอบเทียบถ้าภาวะแวดล้อมทำให้ผลการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบเสียหาย

5.3.3 หากมีกิจกรรมที่เข้ากันไม่ได้ ต้องมีการแบ่งแยกพื้นที่ข้างเคียงออกจากกันอย่างมีประสิทธิผล ต้องมีมาตรการในการป้องกันการปนเปื้อนหรือรบกวนซึ่งกันและกัน (Cross contamination)

5.3.4 ต้องมีการควบคุมการเข้าออก และการใช้พื้นที่ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ห้องปฏิบัติการต้องพิจารณาขอบเขตการควบคุมตามภาวะแวดล้อมเฉพาะของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบนั้นๆ

5.3.5 ต้องมีมาตรการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการดูแลรักษาความสะอาดเป็นอย่างดีในห้องปฏิบัติการ ในกรณีที่จำเป็นจะต้องมีการจัดทำขั้นตอนการดำเนินการเป็นพิเศษไว้ด้วย

5.5 เครื่องมือ (Equipment)

5.5.1 ห้องปฏิบัติการต้องจัดให้มีอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดสำหรับใช้ในการชักตัวอย่าง มีเครื่องมือในการวัดและการทดสอบที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการที่ถูกต้องของการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ (รวมถึงการชักตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่างทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ การประมวลผล และการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ) ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่อยู่นอกเหนือการควบคุมแบบถาวร ต้องมั่นใจว่าเครื่องมือนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้

5.5.2 เครื่องมือ และซอฟท์แวร์ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบ สอบเทียบ และการชักตัวอย่าง ต้องสามารถให้ผลที่มีค่าความแม่นตามที่ต้องการ และต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่เกี่ยวข้องในการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ต้องมีการจัดทำโปรแกรมสอบเทียบสำหรับปริมาณหรือค่าหลักที่สำคัญของเครื่องมือ ซึ่งสมบัติเหล่านี้ส่งผลกระทบสำคัญต่อผลการวัดที่ได้ก่อนนำเครื่องมือมาใช้งาน (รวมถึงเครื่องมือชักตัวอย่าง) เครื่องมือนั้นต้องได้รับการสอบเทียบ หรือตรวจสอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่ต้องการของห้องปฏิบัติการ และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือต้องได้รับการตรวจสอบ และ/หรือสอบเทียบก่อนนำไปใช้งาน

5.5.3 เครื่องมือต้องถูกใช้งานโดยบุคลากรที่ได้รับมอบหมาย คู่มือใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องมือ (รวมถึงคู่มือที่เกี่ยวข้องใด ๆ ที่จัดทำโดยผู้ผลิตเครื่องมือ) ที่ทันสมัย ต้องมีพร้อมใช้งานโดยบุคลากรที่เหมาะสมของห้องปฏิบัติการ

5.5.4 เครื่องมือแต่ละเครื่องและซอฟท์แวร์ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบและสอบเทียบ และมีความสำคัญต่อผลที่ได้ต้องได้รับการชี้บ่งเฉพาะถ้าทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.5 ต้องมีการเก็บรักษาบันทึกเกี่ยวกับเครื่องมือแต่ละเครื่องและซอฟท์แวร์ของเครื่องมือที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ บันทึกต่างๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

ข้อมูลต่อไปนี้ :

1) การชี้บ่งเฉพาะของเครื่องมือ และซอฟท์แวร์ของเครื่องมือ

2) ชื่อผู้ผลิต ชนิดของเครื่องมือ และหมายเลขเครื่องหรือการชี้บ่งเฉพาะอื่น ๆ

3) บันทึกการตรวจสอบว่าเครื่องมือเป็นไปตามข้อกำหนดรายการ (specification)

4) สถานที่ตั้งปัจจุบันตามความเหมาะสม

5) คำแนะนำของผู้ผลิต (ถ้ามี) หรือ อ้างอิงถึงที่เก็บเอกสารดังกล่าว

6) วันเดือนปี ผลสอบเทียบ และสำเนารายงานผลและใบรับรองการสอบเทียบทั้งหมด การปรับแต่ง เกณฑ์การยอมรับและวันเดือนปีที่กำหนดการสอบเทียบครั้งต่อไป

7) แผนการบำรุงรักษาตามความเหมาะสม และการบำรุงรักษาที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

8) ความชำรุดเสียหายใด ๆ ความบกพร่อง การดัดแปลงหรือการซ่อมแซมใด ๆ ที่กระทำต่อเครื่องมือ

5.5.6 ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานในการจัดการที่ปลอดภัย การเคลื่อนย้าย การเก็บรักษา การใช้และการบำรุงรักษาตามแผนงานของเครื่องมือวัด เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือทำงานได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรือการเสื่อมสภาพ

หมายเหตุ อาจจำเป็นต้องจัดทำขั้นตอนการดำเนินงานเพิ่มเติมในกรณีที่เครื่องมือวัดถูกนำไปใช้ภายนอกห้องปฏิบัติการการเพื่อทดสอบ/ สอบเทียบหรือชักตัวอย่าง

กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองหนองเสือ - คลองหลวง – ธัญบุรีจังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2550

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518และมาตรา 26 วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการผังเมือง (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับ ได้มีกำหนดห้าปี

ข้อ 2 ให้ใช้บังคับผังเมืองรวม ในท้องที่ตำบลนพรัตน์ ตำบลศาลากรุ ตำบลบึงกาสาม ตำบลบึงชำอ้อ ตำบลหนองสามวัง ตำบลบึงบา ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ ตำบลคลองเจ็ด ตำบลคลองหก ตำบลคลองห้า ตำบลคลองสี่ ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง ตำบลบึงน้ำรักษ์ ตำบลบึงสนั่น ตำบลลำผักกูด และตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภายในแนวเขตตามแผนที่ท้ายกฎกระทรวงนี้

ข้อ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในเขตผังเมืองรวม ให้เป็นไปตามแผนผังกำหนดการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภท แผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่ง และรายการประกอบแผนผังท้ายกฎกระทรวงนี้

ข้อ 6 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงนี้ ให้เป็นไปดังต่อไปนี้

(1) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 1.1 ถึงหมายเลข 1.21 ที่กำหนดไว้เป็นสีเหลือง ให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย

(2) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 2.1 ถึงหมายเลข 2.5 ที่กำหนดไว้เป็นสีส้ม ให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง

(3) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 3.1 ถึงหมายเลข 3.3 ที่กำหนดไว้เป็นสีแดง ให้เป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก

(4) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 4 ที่กำหนดไว้เป็นสีม่วงอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ

(5) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 5.1 ถึงหมายเลข 5.84 ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม

(6) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 6.1 ถึงหมายเลข 6.154 ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวมีกรอบและเส้นทแยงสีน้ำตาล ให้เป็นที่ดินประเภทปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

(7) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 7 ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

(8) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 8.1 ถึงหมายเลข 8.51 ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวมะกอก ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา

(9) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 9.1 ถึงหมายเลข 9.40 ที่กำหนดไว้เป็นสีเทาอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันศาสนา

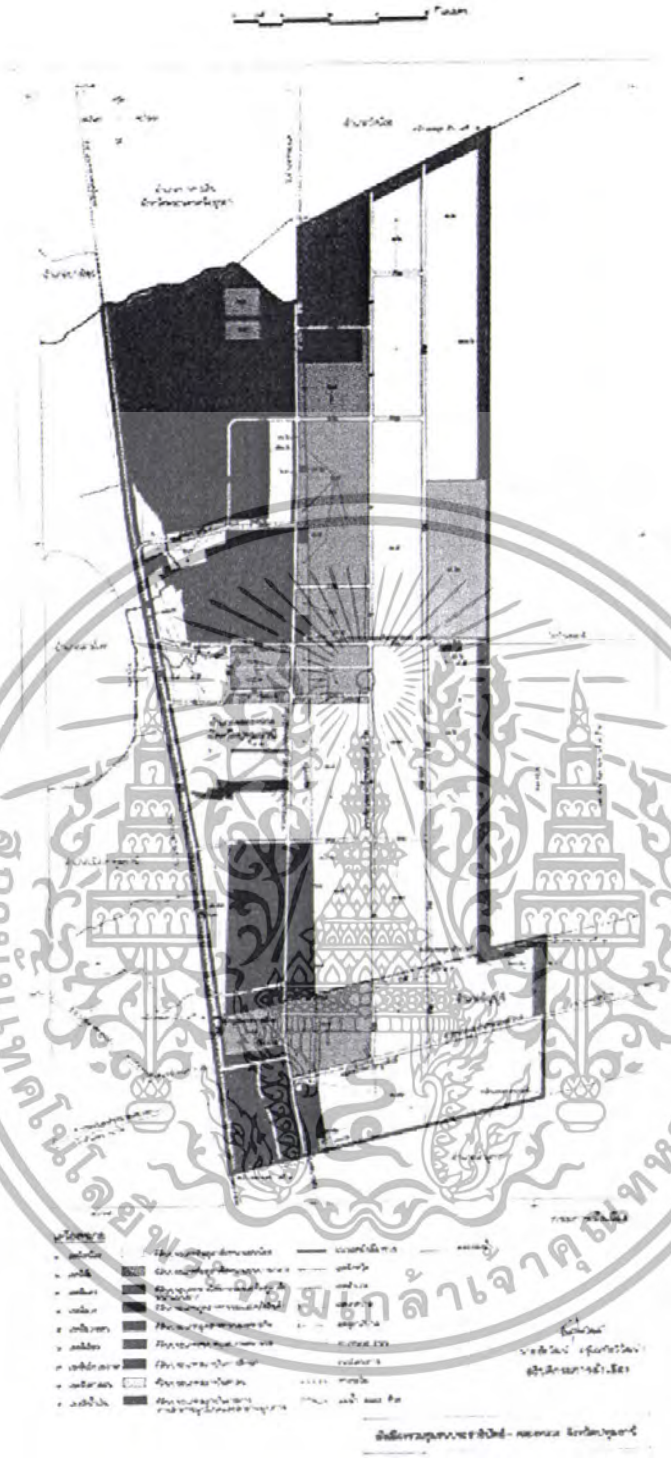
(10) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 10.1 ถึงหมายเลข 10.17 ที่กำหนดไว้เป็นสีน้ำเงิน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

ข้อ 14 ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการศึกษาหรือเกี่ยวข้องกับการศึกษา สถาบันราชการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

ข้อ 15 ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา ให้ใช้ประโยชน์เพื่อการศาสนาหรือเกี่ยวข้องกับการศาสนา สถาบันราชการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

ข้อ 16 ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการของรัฐ กิจการเกี่ยวกับการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนผังกำหนดการใช้ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวง ฉบับที่ 333(พ.ศ.2550) ออกตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา พ.ศ. 2548

ข้อ2ในกฎกระทรวงนี้สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา หมายความว่าส่วนของอาคารที่สร้างขึ้นและอุปกรณ์อันเป็นส่วนประกอบของอาคารที่ติดหรือตั้งอยู่ภายในและภายนอกอาคารเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้อาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราหน้า 5 เล่ม 122 ตอนที่ 52 ก ราชกิจจานุเบกษา 2 กรกฎาคม 2548

ลิฟต์ หมายความว่า อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับนำคนขึ้นลงระหว่างพื้นของอาคารที่ต่างระดับกันแต่ไม่ใช่บันไดเลื่อนหรือทางเลื่อน

พื้นผิวต่างสัมผัสหมายความว่าพื้นผิวที่มีผิวสัมผัสและสีซึ่งมีความแตกต่างไปจากพื้นผิวและสีในบริเวณข้างเคียงซึ่งคนพิการทางการมองเห็นสามารถสัมผัสได้

ความกว้างสุทธิ หมายความว่า ความกว้างที่วัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยปราศจากสิ่งใด ๆ กีดขวาง

ข้อ 3 อาคารประเภทและลักษณะดังต่อไปนี้ ต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราตามที่กำหนดในกฎกระทรวงนี้ ในบริเวณที่เปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไป

(1) โรงพยาบาล สถานพยาบาล ศูนย์บริการสาธารณสุข สถานีอนามัย อาคารที่ทำการของราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การของรัฐที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมาย สถานศึกษา หอสมุดและพิพิธภัณฑสถานของรัฐ สถานีขนส่งมวลชน เช่น ท่าอากาศยาน สถานีรถไฟ สถานีรถ ท่าเทียบเรือที่มีพื้นที่ส่วนใดของอาคารที่เปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไปเกิน 300 ตารางเมตร

หมวด 1 ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวก

ข้อ 4 อาคารตามข้อ 3 ต้องจัดให้มีป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ตามสมควร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) สัญลักษณ์รูปผู้พิการ

(2)เครื่องหมายแสดงทางไปสู่สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา

(3) สัญลักษณ์หรือตัวอักษรแสดงประเภทของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา

ข้อ 5 สัญลักษณ์รูปผู้พิการ เครื่องหมายแสดงทางไปสู่สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา และสัญลักษณ์หรือตัวอักษรแสดงประเภทของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ตามข้อ 4 ให้เป็นสีขาวโดยพื้นป้ายเป็นสีน้ำเงิน หรือเป็นสีน้ำเงินโดยพื้นป้ายเป็นสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 6 ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ต้องมีความชัดเจน มองเห็นได้ง่าย ติดอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ทำให้สับสน และต้องจัดให้มีแสงส่องสว่างเป็นพิเศษทั้งกลางวันและกลางคืน

หมวด 2 ทางลาดและลิฟต์

ข้อ 7 อาคารตามข้อ 3 หากระดับพื้นภายในอาคาร หรือระดับพื้นภายในอาคารกับภายนอกอาคาร หรือระดับพื้นทางเดินภายนอกอาคารมีความต่างระดับกันเกิน 20 มิลลิเมตรให้มีทางลาดหรือลิฟต์ระหว่างพื้นที่ต่างระดับกัน แต่ถ้ามีความต่างระดับกันไม่เกิน 20 มิลลิเมตรต้องปาดมุมพื้นส่วนที่ต่างระดับกันไม่เกิน 45 องศา

ข้อ 8 ทางลาดให้มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) พื้นผิวทางลาดต้องเป็นวัสดุที่ไม่ลื่น

(2) พื้นผิวของจุดต่อเนื่องระหว่างพื้นกับทางลาดต้องเรียบไม่สะดุด

(3) ความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร ในกรณีที่ทางลาดมีความยาวของทุกช่วงรวมกันตั้งแต่ 6000 มิลลิเมตร ขึ้นไป ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร

(4) มีพื้นที่หน้าทางลาดเป็นที่ว่างยาวไม่น้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร

(5) ทางลาดต้องมีความลาดชันไม่เกิน 1:12 และมีความยาวช่วงละไม่เกิน 6000 มิลลิเมตร ในกรณีที่ทางลาดยาวเกิน 6000 มิลลิเมตร ต้องจัดให้มีชานพักยาวไม่น้อยกว่า 1500มิลลิเมตร คั่นระหว่างแต่ละช่วงของทางลาด

(6) ทางลาดด้านที่ไม่มีผนังกั้นให้ยกขอบสูงจากพื้นผิวของทางลาดไม่น้อยกว่า 50มิลลิเมตร และมีราวกันตก

(7) ทางลาดที่มีความยาวตั้งแต่ 2500 มิลลิเมตร ขึ้นไป ต้องมีราวจับทั้งสองด้าน โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

(ก) ทำด้วยวัสดุเรียบ มีความมั่นคงแข็งแรง ไม่เป็นอันตรายในการจับและไม่ลื่น

(ข) มีลักษณะกลม โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 40มิลลิเมตร

(ค) สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 900 มิลลิเมตร

(ง) ราวจับด้านที่อยู่ติดผนังให้มีระยะห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร มีความสูงจากจุดยึดไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และผนังบริเวณราวจับต้องเป็นผนังเรียบ

(จ) ราวจับต้องยาวต่อเนื่อง และส่วนที่ยึดติดกับผนังจะต้องไม่กีดขวางหรือเป็นอุปสรรคต่อการใช้ของคนพิการทางการมองเห็น

(ฉ) ปลายของราวจับให้ยื่นเลยจากจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของทางลาดไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) มีป้ายแสดงทิศทาง ตำแหน่ง หรือหมายเลขชั้นของอาคารที่คนพิการทางการมองเห็นและคนชราสามารถทราบความหมายได้ ตั้งอยู่บริเวณทางขึ้นและทางลงของทางลาดที่เชื่อมระหว่างชั้นของอาคาร

(9) ให้มีสัญลักษณ์รูปผู้พิการติดไว้ในบริเวณทางลาดที่จัดไว้ให้แก่ผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา

ข้อ 9 อาคารตามข้อ 3 ที่มีจำนวนชั้นตั้งแต่สองชั้นขึ้นไปต้องจัดให้มีลิฟต์หรือทางลาดที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ระหว่างชั้นของอาคารลิฟต์ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ต้องสามารถขึ้นลงได้ทุกชั้น มีระบบควบคุมลิฟต์ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถควบคุมได้เอง ใช้งานได้อย่างปลอดภัย และจัดไว้ในบริเวณที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถใช้ได้สะดวกให้มีสัญลักษณ์รูปผู้พิการติดไว้ที่ช่องประตูด้านนอกของลิฟต์ที่จัดไว้ให้ผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชราใช้ได้

ข้อ 10 ลิฟต์ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชราใช้ได้ที่มีลักษณะเป็นห้องลิฟต์ต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) ขนาดของห้องลิฟต์ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1100 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 1400 มิลลิเมตร

(2) ช่องประตูลิฟต์ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และต้องมีระบบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้ประตูลิฟต์หนีบผู้โดยสาร

(3) มีพื้นผิวต่างสัมผัสบนพื้นบริเวณหน้าประตูลิฟต์กว้าง 300 มิลลิเมตร และยาว 900 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ห่างจากประตูลิฟต์ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตร

(4) ปุ่มกดเรียกลิฟต์ ปุ่มบังคับลิฟต์ และปุ่มสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉินต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

(ก) ปุ่มล่างสุดอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า900 มิลลิเมตร ปุ่มบนสุดอยู่สูงจากพื้นไม่เกินกว่า 1200 มิลลิเมตร และห่างจากมุมภายในห้องลิฟต์ไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร ในกรณีที่ห้องลิฟต์มีขนาดกว้างและยาวน้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร

(ข) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร มีอักษรเบรลล์กำกับไว้ทุกปุ่ม เมื่อกดปุ่มจะต้องมีเสียงดังและมีแสง

(ค) ไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณที่กดปุ่มลิฟต์

(5) มีราวจับโดยรอบภายในลิฟต์ โดยราวมีลักษณะตามที่กำหนดในข้อ 8 (7) (ก) (ข) (ค) และ (ง)

(6) มีตัวเลขและเสียงบอกตำแหน่งชั้นต่าง ๆ เมื่อลิฟต์หยุด และขึ้นหรือลง

(7) มีป้ายแสดงหมายเลขชั้นและแสดงทิศทางบริเวณโถงหน้าประตูลิฟต์และติดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน

(8) ในกรณีที่ลิฟต์ขัดข้องให้มีทั้งเสียงและแสงไฟเตือนภัยเป็นไฟกะพริบสีแดง เพื่อให้คนพิการทางการมองเห็นและคนพิการทางการได้ยินทราบ และให้มีไฟกะพริบสีเขียวเป็นสัญญาณให้คนพิการทางการได้ยินได้ทราบว่าผู้ที่อยู่ข้างนอกรับทราบแล้วว่าลิฟต์ขัดข้องและกำ ลังให้ความช่วยเหลืออยู่

(9) มีโทรศัพท์แจ้งเหตุฉุกเฉินภายในลิฟต์ซึ่งสามารถติดต่อกับภายนอกได้ โดยต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1200 มิลลิเมตร

(10) มีระบบการทำงานที่ทำให้ลิฟต์เลื่อนมาอยู่ตรงที่จอดชั้นระดับพื้นดินและประตูลิฟต์ต้องเปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าดับ

หมวด 3 บันได

ข้อ 11 อาคารตามข้อ 3 ต้องจัดให้มีบันไดที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้อย่างน้อยชั้นละ 1 แห่ง โดยต้องมีลักษณะ ดังต่อ ไปนี้

(1) มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร

(2) มีชานพักทุกระยะในแนวดิ่งไม่เกิน 2000มิลลิเมตร

(3) มีราวบันไดทั้งสองข้าง โดยให้ราวมีลักษณะตามที่กำหนดในข้อ 8 (7)

(4) ลูกตั้งสูงไม่เกิน150 มิลลิเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 280 มิลลิเมตร และมีขนาดสม่ำเสมอตลอดช่วงบันได ในกรณีที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันหรือมีจมูกบันได ให้มีระยะเหลื่อมกัน ได้ไม่เกิน 20 มิลลิเมตร

(5) พื้นผิวของบันไดต้องใช้วัสดุที่ไม่ลื่น

(6) ลูกตั้งบันไดห้ามเปิดเป็นช่องโล่ง

(7) มีป้ายแสดงทิศทาง ตำแหน่ง หรือหมายเลขชั้นของอาคารที่คนพิการทางการมองเห็นและคนชราสามารถทราบความหมายได้ ตั้งอยู่บริเวณทางขึ้นและทางลงของบันไดที่เชื่อมระหว่างชั้นของอาคาร

หมวด 4 ที่จอดรถ

ข้อ 12 อาคารตามข้อ 3 ต้องจัดให้มีที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราอย่างน้อยตามอัตราส่วน ดังนี้

(2) ถ้าจำนวนที่จอดรถตั้งแต่ 51 คัน แต่ไม่เกิน 100 คัน ให้มีที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราอย่างน้อย 2 คัน

ข้อ 13 ที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราให้จัดไว้ใกล้ทางเข้าออกอาคารให้มากที่สุด มีลักษณะไม่ขนานกับทางเดินรถ มีพื้นผิวเรียบ มีระดับเสมอกัน และมีสัญลักษณ์รูปผู้พิการนั่งเก้าอี้ล้ออยู่บนพื้นของที่จอดรถด้านที่ติดกับทางเดินรถ มีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และมีป้ายขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตรและยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร ติดอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2000 มิลลิเมตร ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน

ข้อ 14 ที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราต้องเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้างไม่น้อยกว่า 2400 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 6000 มิลลิเมตร และจัดให้มีที่ว่างข้างที่จอดรถกว้างไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร ตลอดความยาวของที่จอดรถ โดยที่ว่างดังกล่าวต้องมีลักษณะพื้นผิวเรียบและมีระดับเสมอกับที่จอดรถ

หมวด 5 ทางเข้าอาคาร ทางเดินระหว่างอาคาร และทางเชื่อมระหว่างอาคาร

ข้อ 15 อาคารตามข้อ 3 ต้องจัดให้มีทางเข้าอาคารเพื่อให้ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราเข้าใช้ได้โดยมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) เป็นพื้นผิวเรียบเสมอกัน ไม่ลื่น ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือส่วนของอาคารยื่นล้ำออกมาเป็นอุปสรรคหรืออาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา

(2) อยู่ในระดับเดียวกับพื้นถนนภายนอกอาคารหรือพื้นลานจอดรถ ในกรณีที่อยู่ต่างระดับต้องมีทางลาดที่สามารถขึ้นลงได้สะดวก และทางลาดนี้ให้อยู่ใกล้ที่จอดรถ

ข้อ 16 ในกรณีที่มีอาคารตามข้อ 3 หลายอาคารอยู่ภายในบริเวณเดียวกันที่มีการใช้อาคารร่วมกัน จะมีรั้วล้อมหรือไม่ก็ตาม ต้องจัดให้มีทางเดินระหว่างอาคารนั้น และจากอาคารแต่ละอาคารนั้นไปสู่ทางสาธารณะ ลานจอดรถหรืออาคารที่จอดรถ

ทางเดินตามวรรคหนึ่งต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) พื้นทางเดินต้องเรียบ ไม่ลื่น และมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า1500 มิลลิเมตร

(2) หากมีท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำบนพื้นต้องมีฝาปิดสนิท ถ้าฝาเป็นแบบตะแกรงหรือแบบรู ต้องมีขนาดของช่องตะแกรงหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกว้างไม่เกิน 13 มิลลิเมตรและร่องหรือแนวของรางจะต้องขวางกับแนวทางเดิน

(3) ในบริเวณที่เป็นทางแยกหรือทางเลี้ยวให้มีพื้นผิวต่างสัมผัส

(4) ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางที่จำเป็นบนทางเดิน ต้องจัดให้อยู่ในแนวเดียวกัน โดยไม่กีดขวางทางเดิน และจัดให้มีพื้นผิวต่างสัมผัสหรือมีการกั้นเพื่อให้ทราบก่อนถึงสิ่งกีดขวาง และอยู่ห่างสิ่งกีดขวางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

(5) ป้ายหรือสิ่งอื่นใดที่แขวนอยู่เหนือทางเดิน ต้องมีความสูงจากพื้นทางเดินไม่น้อยกว่า2000 มิลลิเมตร

(6) ในกรณีที่พื้นทางเดินกับพื้นถนนมีระดับต่างกัน ให้มีพื้นลาดที่มีความลาดชันไม่เกิน 1:10

ข้อ 17 อาคารตามข้อ 3 ที่มีทางเชื่อมระหว่างอาคาร ต้องมีผนังหรือราวกันตกทั้งสองด้านโดยมีราวจับซึ่งมีลักษณะตามข้อ 8 (7) (ก) (ข) (ค) (ง) และ (จ) ที่ผนังหรือราวกันตกนั้น และมีทางเดินซึ่งมีลักษณะตามข้อ 16 (1) (2) (3) (4) และ (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 6 ประตู

ข้อ 18 ประตูของอาคารตามข้อ 3 ต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) เปิดปิดได้ง่าย

(2) หากมีธรณีประตู ความสูงของธรณีประตูต้องไม่เกินกว่า 20 มิลลิเมตร และให้ขอบทั้งสองด้านมีความลาดเอียงไม่เกิน 45 องศา เพื่อให้เก้าอี้ล้อหรือผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินสามารถข้ามได้สะดวก

(3) ช่องประตูต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร

(4) ในกรณีที่ประตูเป็นแบบบานเปิดผลักเข้าออก เมื่อเปิดออกสู่ทางเดินหรือระเบียงต้องมีพื้นที่ว่างขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร

(5) ในกรณีที่ประตูเป็นแบบบานเลื่อนหรือแบบบานเปิดให้มีมือจับที่มีขนาดเท่ากับราวจับตามข้อ 8 (7) (ข) ในแนวดิ่งทั้งด้านในและด้านนอกของประตูซึ่งมีปลายด้านบนสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร และปลายด้านล่างไม่เกิน 800 มิลลิเมตร ในกรณีที่เป็นประตูบานเปิดออกให้มีราวจับตามแนวนอนด้านในประตู และในกรณีที่เป็นประตูบานเปิดเข้าให้มีราวจับตามแนวนอนด้านนอกประตูราวจับดังกล่าวให้สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 900 มิลลิเมตร ยาวไปตามความกว้างของประตู

(6) ในกรณีที่ประตูเป็นกระจกหรือลูกฟักเป็นกระจก ให้ติดเครื่องหมายหรือแถบสีที่สังเกตเห็นได้ชัด

(7) อุปกรณ์เปิดปิดประตูต้องเป็นชนิดก้านปิดหรือแกนผลักอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1200 มิลลิเมตร ประตูตามวรรคหนึ่งต้องไม่ติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เองที่อาจทำให้ ประตูหนีบหรือกระแทกผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา

ข้อ 19 ข้อกำหนดตามข้อ 18 ไม่ใช้บังคับกับประตูหนีไฟและประตูเปิดปิดโดยใช้ระบบอัตโนมัติ

หมวด 7 ห้องส้วม

ข้อ 20 อาคารตามข้อ 3 ที่จัดให้มีห้องส้วมสำหรับบุคคลทั่วไป ต้องจัดให้มีห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราเข้าใช้ได้อย่างน้อย 1 ห้องในห้องส้วมนั้นหรือจะจัดแยกออกมาอยู่ในบริเวณเดียวกันกับห้องส้วมสำหรับบุคคลทั่วไปก็ได้

สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง ต้องจัดให้มีห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราเข้าใช้ได้อย่างน้อย 1 ห้อง

ข้อ 21 ห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) มีพื้นที่ว่างภายในห้องส้วมเพื่อให้เก้าอี้ล้อสามารถหมุนตัวกลับได้ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1500 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ประตูของห้องที่ตั้งโถส้วมเป็นแบบบานเปิดออกสู่ภายนอก โดยต้องเปิดค้างได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา หรือเป็นแบบบานเลื่อน และมีสัญลักษณ์รูปผู้พิการติดไว้ที่ประตูด้านหน้าห้องส้วมลักษณะของประตูนอกจากที่กล่าวมาข้างต้น ให้เป็นไปตามที่กำหนดในหมวด 6

(3) พื้นห้องส้วมต้องมีระดับเสมอกับพื้นภายนอก ถ้าเป็นพื้นต่างระดับต้องมีลักษณะเป็นทางลาดตามหมวด 2 และวัสดุปูพื้นห้องส้วมต้องไม่ลื่น

(4) พื้นห้องส้วมต้องมีความลาดเอียงเพียงพอไปยังช่องระบายน้ำทิ้งเพื่อที่จะไม่ให้มีน้ำขังบนพื้น

(5) มีโถส้วมชนิดนั่งราบ สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 500 มิลลิเมตร มีพนักพิงหลังที่ให้ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราที่ไม่สามารถนั่งทรงตัวได้เองใช้พิงได้ และที่ปล่อยน้ำเป็นชนิดคันโยก ปุ่มกดขนาดใหญ่หรือชนิดอื่นที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถใช้ได้อย่างสะดวก มีด้านข้างด้านหนึ่งของโถส้วมอยู่ชิดผนังโดยมีระยะห่างวัดจากกึ่งกลางโถส้วมถึงผนังไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 500 มิลลิเมตร ต้องมีราวจับที่ผนัง ส่วนด้านที่ไม่ชิดผนังให้มีที่ว่างมากพอที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราที่นั่งเก้าอี้ล้อสามารถเข้าไปใช้โถส้วมได้โดยสะดวก ในกรณีที่ด้านข้างของโถส้วมทั้งสองด้านอยู่ห่างจากผนังเกิน 500 มิลลิเมตร ต้องมีราวจับที่มีลักษณะตาม (7)

(6) มีราวจับบริเวณด้านที่ชิดผนังเพื่อช่วยในการพยุงตัว เป็นราวจับในแนวนอนและแนวดิ่งโดยมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(ก) ราวจับในแนวนอนมีความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 650 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 700 มิลลิเมตร และให้ยื่นล้ำออกมาจากด้านหน้าโถส้วมอีกไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 300 มิลลิเมตร

(ข) ราวจับในแนวดิ่งต่อจากปลายของราวจับในแนวนอนด้านหน้าโถส้วมมีความยาววัดจากปลายของราวจับในแนวนอนขึ้นไปอย่างน้อย 600 มิลลิเมตรราวจับตาม (6) (ก) และ (ข) อาจเป็นราวต่อเนื่องกันก็ได้

(7) ด้านข้างโถส้วมด้านที่ไม่ชิดผนังให้มีราวจับติดผนังแบบพับเก็บได้ในแนวราบ เมื่อกางออกให้มีระบบล็อกที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถปลดล็อกได้ง่าย มีระยะห่างจากขอบของโถส้วมไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 200 มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่า 550 มิลลิเมตร

(8) นอกเหนือจากราวจับตาม (6) และ (7) ต้องมีราวจับเพื่อนำไปสู่สุขภัณฑ์อื่น ๆ ภายในห้องส้วม มีความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 900 มิลลิเมตร

(9) ติดตั้งระบบสัญญาณแสงและสัญญาณเสียงให้ผู้ที่อยู่ภายนอกแจ้งภัยแก่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา และระบบสัญญาณแสงและสัญญาณเสียงให้ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถแจ้งเหตุหรือเรียกหาผู้ช่วยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินไว้ในห้องส้วม โดยมีปุ่มกดหรือปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสให้สัญญาณทำงานซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถใช้งานได้สะดวก

(10) มีอ่างล้างมือโดยมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(ก) ใต้อ่างล้างมือด้านที่ติดผนังไปจนถึงขอบอ่างเป็นที่ว่าง เพื่อให้เก้าอี้ล้อสามารถสอดเข้าไปได้ โดยขอบอ่างอยู่ห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร และต้องอยู่ในตำแหน่งที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราเข้าประชิดได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

(ข) มีความสูงจากพื้นถึงขอบบนของอ่างไม่น้อยกว่า 750 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 800 มิลลิเมตร และมีราวจับในแนวนอนแบบพับเก็บได้ในแนวดิ่งทั้งสองข้างของอ่าง

(ค) ก๊อกน้ำเป็นชนิดก้านโยกหรือก้านกดหรือก้านหมุนหรือระบบอัตโนมัติ

ข้อ 22 ในกรณีที่ห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราอยู่ภายในห้องส้วมที่จัดไว้สำหรับบุคคลทั่วไป และมีทางเข้าก่อนถึงตัวห้องส้วม ต้องจัดให้ห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราอยู่ในตำแหน่งที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก ห้องส้วมสำหรับบุคคลทั่วไปตามวรรคหนึ่ง หากได้จัดสำหรับผู้ชายและผู้หญิงต่างหากจากกันให้มีอักษรเบรลล์แสดงให้รู้ว่าเป็นห้องส้วมชายหรือหญิงติดไว้ที่ผนังข้างทางเข้าในตำแหน่งที่สามารถสัมผัสได้ด้วย

ข้อ 23 ในกรณีที่เป็นห้องส้วมสำหรับผู้ชายที่มิใช่ห้องส้วมสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชราตามข้อ 20 และข้อ 21 ให้มีที่ถ่ายปัสสาวะที่มีระดับเสมอพื้นอย่างน้อย 1 ที่ โดยมีราวจับในแนวนอนอยู่ด้านในของที่ถ่ายปัสสาวะยาวไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตรมีความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1200 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1300 มิลลิเมตร และมีราวจับด้านข้างของที่ถ่ายปัสสาวะทั้งสองข้าง มีความสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1000 มิลลิเมตร ซึ่งยื่นออกมาจากผนังไม่น้อยกว่า 550 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตร

กฎกระทรวง (พ.ศ. 2537)ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคสอง มาตรา 23 วรรคสอง และมาตรา 27 วรรคสอง แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

หมวด 2 หลักเกณฑ์การพิจารณาคำขอ

ข้อ 3 เมื่อได้รับคำขอพร้อมเอกสารและหลักฐานแล้ว ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจพิจารณาและออกใบอนุญาตตามขั้นตอนและระยะเวลา ดังต่อไปนี้

(1) กรณีคำขออนุญาตผลิตวัตถุอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) เมื่อได้รับคำขอแล้ว ต้องตรวจสอบทำเลที่ตั้งของสถานที่ผลิต สถานที่เก็บรักษาเครื่องจักร ความถูกต้องของเอกสาร และจัดทำรายงานการตรวจสอบภายในสามสิบวัน

(ข) เมื่อได้ดำเนินการตาม (ก) แล้วต้องพิจารณาให้แล้วเสร็จภายในยี่สิบวัน

(ค) แจ้งผลการพิจารณาให้ผู้ยื่นคำขอทราบภายในสิบวัน ในกรณีไม่อนุญาตให้แจ้งคำสั่งไม่อนุญาตพร้อมด้วยเหตุผลให้ผู้ขออนุญาตทราบด้วย

(2) กรณีคำขออนุญาตนำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตราย

(ก) เมื่อได้รับคำขอแล้ว ต้องตรวจสอบทำเลที่ตั้งของสถานที่เก็บรักษา ความถูกต้องของเอกสาร และจัดทำรายงานการตรวจสอบภายในสามสิบวัน

(ข) เมื่อได้ดำเนินการตาม (ก) แล้ว ต้องพิจารณาให้แล้วเสร็จภายในสิบวัน

(ค) แจ้งผลการพิจารณาให้ผู้ยื่นคำขอทราบภายในสิบวัน ในกรณีไม่อนุญาตให้แจ้งคำสั่งไม่อนุญาตพร้อมด้วยเหตุผลให้ผู้ขออนุญาตทราบด้วย

ระยะเวลาตาม (1) และ (2) ให้นับตั้งแต่วันที่ผู้ยื่นคำขอได้ยื่นคำขออนุญาตพร้อมเอกสารและหลักฐานเพื่อการพิจารณาครบถ้วนแล้ว แต่ไม่ให้นับระยะเวลาที่หน่วยงานที่พิจารณาคำขออนุญาตสั่งการให้ผู้ยื่นคำขอไปดำเนินการให้สมบูรณ์หรือระยะเวลาที่ต้องได้รับความเห็นชอบหรืออนุญาตหรืออนุมัติจากหน่วยงานอื่นที่มีกฎหมายหรือระเบียบปฏิบัติกำหนดไว้

ข้อ 4 จังหวัดใดมีการกำหนดเขตอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการผังเมือง เขตนิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรม หรือเขตประกอบการอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานแล้ว สถานที่ผลิตวัตถุอันตรายที่มีเครื่องจักรตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าหรือมีคนงานตั้งแต่ห้าสิบคนหรือที่มีการใช้วัตถุอันตรายในการผลิตวันละห้าร้อยกิโลกรัมขึ้นไปต้องตั้งอยู่ในเขตดังกล่าว แต่ถ้าเขตนั้น ๆ มีขนาดไม่เพียงพอหรือมีสภาพที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตวัตถุอันตรายหรือจังหวัดใดยังไม่มีการกำหนดเขตดังกล่าว จึงจะพิจารณาให้ตั้งสถานที่ผลิตวัตถุอันตรายนอกเขตดังกล่าวได้ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงลักษณะของการประกอบกิจการและคุณสมบัติของวัตถุอันตรายประกอบด้วย

ข้อ 5 สถานที่ผลิตวัตถุอันตรายต้องตั้งอยู่ในทำเลที่เหมาะสมและปลอดภัยแก่การขนส่งวัตถุอันตราย ไม่ก่อเหตุรำคาญ มลพิษ หรือผลกระทบใด ๆ ต่อแม่น้ำลำคลอง แหล่งน้ำสาธารณะ หรือแหล่งอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและต้องไม่อยู่ในบริเวณ ดังต่อไปนี้

(1) ภายในระยะห้าร้อยเมตรจากเขตพระราชฐาน

(2) ในเขตบ้านจัดสรรหรือที่ดินจัดสรรเพื่อการพักอาศัย ตึกแถวหรือบ้านแถวเพื่อการพักอาศัย หรืออาคารชุดพักอาศัย

(3) ในเขตศูนย์การค้า

(4) ภายในระยะหนึ่งร้อยเมตรจากเขตสาธารณะสถาน เช่น โรงเรียน หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานศึกษา วัดหรือศาสนสถาน สถานพยาบาล โบราณสถาน หรือสถานที่ทำการงานของหน่วยงานของรัฐ

ข้อ 6 สถานที่ผลิตวัตถุอันตรายต้องมีบริเวณพื้นที่ว่างโดยรอบอาคารเพื่อการควบคุมและป้องกันการเกิดอุบัติภัย โดยคำนึงถึงขนาด ลักษณะของการประกอบกิจการ และคุณสมบัติของวัตถุอันตรายประกอบด้วย

ข้อ 7 อาคารผลิตวัตถุอันตรายที่เป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานต้องมีลักษณะเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

(1) อาคารที่มีจำนวนชั้นมากกว่าสองชั้นขึ้นไปต้องมีบันไดหนีไฟนอกอาคารอย่างน้อยชั้นละหนึ่งแห่ง และต้องเป็นการติดตั้งที่ถาวร และมั่นคงแข็งแรง

(2) พื้นอาคารต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่กักขังน้ำหรือลื่น อันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และต้องไม่มีคุณสมบัติในการดูดซับวัตถุอันตราย ในกรณีมีการผลิตวัตถุอันตรายที่เป็นของเหลวต้องจัดทำรางระบายและบ่อพักขนาดที่เหมาะสมเพื่อการระบายและกักเก็บวัตถุอันตายที่อาจหกหรือรั่วไหล

(3) วัตถุที่ใช้ในการก่อสร้างต้องเหมาะสมกับการประกอบกิจการตามขนาดและคุณสมบัติของวัตถุอันตราย รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของอัคคีภัย

ข้อ 8 อาคารผลิตวัตถุอันตรายที่ไม่เข้าข่ายเป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

(1) อาคารต้องมั่นคงแข็งแรง เหมาะสมและมีบริเวณเพียงพอที่จะประกอบกิจการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายนั้น ๆ

(2) มีการระบายอากาศที่เหมาะสม โดยให้มีพื้นที่ประตู หน้าต่าง และช่องลม รวมกันโดยไม่นับติดต่อระหว่างห้องไม่น้อยกว่า 1 ใน 10 ส่วนของพื้นที่ของห้องหรือมีการระบายอากาศไม่น้อยกว่า 0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ต่อคนงานหนึ่งคน

(3) มีบันไดที่มั่นคงแข็งแรงและมีลักษณะ ขนาด และจำนวนที่เหมาะสมกับอาคารและการประกอบกิจการ ขั้นบันไดต้องไม่ลื่นและมีช่วงระยะเท่ากันโดยตลอด บันไดและพื้นทางเดินที่อยู่สูงจากระดับพื้นตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไปต้องมีราวที่มั่นคง แข็งแรง และเหมาะสม หากอาคารดังกล่าวมีจำนวนชั้นมากกว่าสองชั้นขึ้นไปต้องมีบันไดหนีไฟนอกอาคารอย่างน้อยชั้นละหนึ่งบันได ซึ่งต้องเป็นการติดตั้งที่ถาวร และมั่นคงแข็งแรง

(4) พื้นอาคารต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่กักขังน้ำหรือลื่น อันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และต้องไม่มีคุณสมบัติในการดูดซับวัตถุอันตราย ในกรณีมีการผลิตวัตถุอันตรายที่เป็นของเหลวต้องจัดทำรางระบายและบ่อพักขนาดที่เหมาะสมเพื่อการระบายและกักเก็บวัตถุอันตรายที่อาจหกหรือรั่วไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) วัตถุที่ใช้ในการก่อสร้างต้องเหมาะสมกับการประกอบกิจการตามขนาดและคุณสมบัติของวัตถุอันตราย รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของอัคคีภัย

(6) มีที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายที่เหมาะสม ปลอดภัย และเป็นสัดส่วน

ข้อ 10 อาคารเก็บรักษาวัตถุอันตรายนอกจากจะต้องมีลักษณะเช่นเดียวกับอาคารผลิตวัตถุอันตรายตามข้อ 7 หรือข้อ 8 แล้วแต่กรณี ต้องมีลักษณะเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

(1) ต้องไม่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญ อันตราย หรือความเสียหายต่อ บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม

(2) ต้องมีที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายเฉพาะตามคุณสมบัติของวัตถุอันตรายมีขนาดและลักษณะเหมาะสมกับชนิดและปริมาณที่ขออนุญาต รวมทั้งมีบริเวณเพียงพอที่จะอำนวยความสะดวกแก่การขนย้ายวัตถุอันตรายเข้าออก

(3) อาคารที่มีความกว้างและความยาวด้านละตั้งแต่สามสิบเมตรขึ้นไป ต้องมีผนังที่ทำจากวัสดุทนไฟกั้นตัดตอน โดยมีระยะห่างกันอย่างน้อยหนึ่งผนังทุก ๆ สามสิบเมตร เพื่อป้องกันการลุกลามของอัคคีภัย

ข้อ 13 ภาชนะเก็บวัตถุอันตรายที่เป็นก๊าซที่มีความกดดันต่างจากบรรยากาศ (pressure vessel) ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับ และมีอุปกรณ์ความปลอดภัยและส่วนประกอบที่จำเป็นตามหลักวิชาการ โดยมีคำรับรองของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือบุคคลอื่นที่รัฐมนตรีผู้รับผิดชอบกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ 14 การนำเข้า การส่งออก หรือการนำผ่านวัตถุอันตราย หรือการดำเนินการอื่นใดต่อวัตถุอันตรายต้องคำนึงถึงสนธิสัญญาและข้อผูกพันระหว่างประเทศ

หมวด 4 หน้าที่ของผู้ได้รับใบอนุญาต

ข้อ 18 ผู้ได้รับใบอนุญาตผลิต นำเข้าส่งออก และมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายต้องจัดให้มี

(1) ที่อาบน้ำฉุกเฉิน ที่ล้างตาฉุกเฉินตามความจำเป็นและเหมาะสมกับคุณสมบัติของวัตถุอันตรายและขนาดของการประกอบกิจการ เพื่อทำความสะอาดร่างกายขั้นต้นเมื่อสัมผัสกับวัตถุอันตราย

(2) เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตามความจำเป็นและเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน และต้องมีมาตรการสำหรับการดูแลรักษาเครื่องป้องกันอันตรายดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา

(3) เครื่องปฐมพยาบาลพร้อมทั้งคำแนะนำวิธีปฐมพยาบาลที่เหมาะสมกับประเภทของวัตถุอันตรายและขนาดของการประกอบกิจการ

(4) เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับป้องกัน ควบคุม ระงับหรือบรรเทาอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นตามความจำเป็นและเหมาะสมกับประเภทของวัตถุอันตรายและขนาดของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบกิจการ และต้องมีมาตรการสำหรับการดูแลรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา

ผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตวัตถุอันตราย นอกจากต้องดำเนินการตามวรรคหนึ่งแล้ว ยังต้องจัดให้มีห้องผลัดเปลี่ยนเสื้อผ้าชุดปฏิบัติงานและห้องอาบน้ำทำความสะอาดร่างกายพร้อมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับคนงานตามความจำเป็นและเหมาะสม

บทบัญญัติในวรรคหนึ่งไม่ใช้บังคับแก่การขนส่งวัตถุอันตรายที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสำหรับจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค

ข้อ 20 ในกรณีที่มีการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งใด ๆ จากสถานที่ผลิตหรือสถานที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตวัตถุอันตรายต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) จัดให้มีถังหรือบ่อพักสำหรับกักเก็บน้ำทิ้งจากการประกอบกิจการเพื่อรอการบำบัด หรือจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้งที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถบำบัดน้ำทิ้งให้มีลักษณะเป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการระบายน้ำทิ้ง ทั้งนี้ ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

(2) จัดให้มีระบบกำจัดอากาศเสียจากการประกอบกิจการที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถทำให้อากาศที่ระบายออกมานั้นมีปริมาณของสารเจือปนไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเกี่ยวกับปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกมา ทั้งนี้ ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

(3) การทำลายภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายรวมทั้งเศษเหลือของวัตถุอันตรายต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับวัตถุอันตราย และห้ามมิให้มีการทำลายสิ่งเหล่านั้นในบริเวณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม

ข้อ 21 เพื่อประโยชน์ในการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม ผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตหรือนำเข้าวัตถุอันตรายมีหน้าที่จัดให้มีการศึกษา ทดสอบ หรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดจากวัตถุอันตราย

กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อไอออน พ.ศ. 2547

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 6 และมาตรา 103 แห่งพระราชบัญญัติ คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 31 มาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงแรงงานออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

หมวด 1 บททั่วไป

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

รังสี หมายความว่า รังสีชนิดก่อไอออน

รังสีชนิดก่อไอออน (Ionizing radiation) หมายความว่า พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาครังสีใดๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งโดยทางตรงหรือโดยทางอ้อมในตัวกลางที่ผ่านไป ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ อนุภาคนิวตรอน อิเล็กตรอน หรือโปรตอนที่มีความเร็วสูง เป็นต้น

ต้นกำเนิดรังสี (Source) หมายความว่า สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มีการแผ่รังสีออกมาโดยการสลายตัวของนิวเคลียส หรือสามารถก่อให้เกิดการแผ่รังสีออกมาโดยวิธีอื่น ทั้งนี้ ไม่ว่าต้นกำเนิดรังสีนั้นจะเป็นชนิดปิดผนึกหรือไม่ปิดผนึกก็ตาม

ต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก (Unsealed source) หมายความว่า ต้นกำเนิดรังสีที่ไม่ได้มีการปิดผนึก บรรจุหรือห่อหุ้มอย่างถาวรในปลอกหุ้มหรือวัสดุห่อหุ้มที่มิดชิดและแข็งแรงทนทานเพียงพอที่จะป้องกันการรั่ว ไหล หก หล่น หรือฟุ้งกระจายของสารกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสี (Radioactive waste) หมายความว่า สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ประกอบ หรือปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีและไม่เป็นประโยชน์ในการใช้งาน

ปริมาณรังสีสะสม หมายความว่า ผลรวมของปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ

พื้นที่ควบคุม หมายความว่า บริเวณที่กำหนดเป็นบริเวณรังสีและบริเวณรังสีสูง

บริเวณรังสี หมายความว่า บริเวณที่มีอัตราปริมาณรังสีเกิน 2.5 ไมโครซีเวอร์ต (Micro Sievert) ต่อชั่วโมง แต่ไม่เกิน 25 ไมโครซีเวอร์ต (Micro Sievert) ต่อชั่วโมง

บริเวณรังสีสูง หมายความว่า บริเวณที่มีอัตราปริมาณรังสีเกิน 25 ไมโครซีเวอร์ต (Micro Sievert) ต่อชั่วโมงขึ้นไป

อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล หมายความว่า อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีที่ใช้สวมใส่หรือติดไว้ตามส่วนต่างๆ ของตัวลูกจ้าง เพื่อการบันทึกปริมาณรังสีสะสมที่ลูกจ้างได้รับตามช่วงเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีซึ่งสามารถอ่านค่าได้โดยทันที หรือนำไปวิเคราะห์ผลในภายหลัง ได้แก่ ฟิล์มแบดจ์ (Film badge) ฟิล์มริงก์ (Film ring) ที แอล ดี แบดจ์ (TLD badge) ที แอล ดี ริงก์ (TLD ring) ที แอล ดี แคปซูล (TLD capsule) พอคเคท แชมเบอร์ (Pocket chamber) พอคเคทไดสซิมิเตอร์ (Pocket dosimeter) เป็นต้น

ผลิต หมายความว่า ทำ ผสม ปรุง ปรุงแต่ง แปรสภาพ เปลี่ยนรูป และหมายความรวมถึงการบรรจุ เก็บ เคลื่อนย้าย และการติดฉลากหรือตราหรือสัญลักษณ์บนหีบห่อบรรจุ ภาชนะบรรจุปลอกหุ้มหรือสิ่งห่อหุ้มสารกัมมันตรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีไว้ในครอบครอง หมายความว่า การมีไว้ในครอบครอง ไม่ว่าเพื่อตนเองหรือผู้อื่นและไม่ว่าจะเป็นการมีไว้เพื่อขาย เพื่อขนส่ง เพื่อใช้หรือเพื่อประการอื่นใด และรวมถึงการทิ้งอยู่หรือปรากฏอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความครอบครองด้วย

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย

ข้อ 2 ให้นายจ้างซึ่งผลิตหรือมีไว้ในครอบครองซึ่งต้นกำเนิดรังสีแจ้งจำนวนและปริมาณความแรงรังสีของต้นกำเนิดรังสี ดังกล่าวต่ออธิบดี หรือผู้ซึ่งอธิบดีมอบหมายภายในเจ็ดวันนับแต่วันที่ผลิตหรือมีไว้ในครอบครอง

ข้อ 3 ให้นายจ้างกำหนดพื้นที่ควบคุมโดยจัดทำรั้ว คอกกั้นหรือเส้นแสดงแนวเขตและจัดให้มีป้ายข้อความ "ระวังอันตรายจากรังสี ห้ามเข้า" อย่างน้อยเป็นภาษาไทย ด้วยอักษรสีดำบนพื้นสีเหลืองแสดงไว้ให้เห็นโดยชัดเจนในบริเวณนั้น

ข้อ 4 ห้ามลูกจ้างซึ่งไม่มีหน้าที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีหรือบุคคลภายนอกเข้าไปในพื้นที่ควบคุม เว้นแต่จะได้รับมอบหมายหรือได้รับอนุญาตจากนายจ้าง ทั้งนี้ ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสีตามข้อ 9

ห้ามมิให้นายจ้างอนุญาตให้หญิงมีครรภ์เข้าไปในพื้นที่ควบคุม

ข้อ 5 ให้นายจ้างจัดเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยลดปริมาณรังสีที่ต้นกำเนิดรังสีหรือที่ทางผ่านของรังสี และกำหนดวิธีและเวลาการทำงานเพื่อป้องกันมิให้ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานในพื้นที่ควบคุมได้รับปริมาณรังสีสะสมเกินเกณฑ์กำหนดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) 20 มิลลิซีเวอร์ต (Milli Sievert) ต่อปี โดยเฉลี่ยในช่วงห้าปีติดต่อกันสำหรับศีรษะลำตัว อวัยวะที่เกี่ยวกับการสร้างโลหิตและระบบสืบพันธุ์ ทั้งนี้ ในแต่ละปีจะรับปริมาณรังสีสะสมได้ไม่เกิน 50 มิลลิซีเวอร์ต (Milli Sievert)

(2) 150 มิลลิซีเวอร์ต (Milli Sievert) ต่อปี สำหรับเลนส์ของดวงตา

(3) 500 มิลลิซีเวอร์ต (Milli Sievert) ต่อปี สำหรับผิวหนัง หรือมือและเท้า

ข้อ 6 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี ใช้อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงาน

ข้อ 7 ให้นายจ้างจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณรังสีสะสมที่ลูกจ้างได้รับเป็นประจำทุกเดือนตามแบบที่อธิบดีกำหนด โดยนายจ้างต้องแจ้งปริมาณรังสีสะสมดังกล่าวให้ลูกจ้างทราบทุกครั้งและเก็บหลักฐานไว้ ณ สถานที่ทำงานของลูกจ้างพร้อมที่จะให้พนักงานตรวจแรงงานตรวจสอบได้ตลอดเวลาทำการ

ข้อ 8 ให้นายจ้างจัดให้มีลูกจ้างซึ่งมีคุณสมบัติตามข้อ 9 อย่างน้อยหนึ่งคนเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิค ในเรื่องรังสีประจำสถานประกอบกิจการตลอดระยะเวลาที่มีการทำงานเกี่ยวกับรังสี เพื่อป้องกันและระงับอันตรายจากรังสีที่อาจมีต่อบุคคลหรือทรัพย์สิน โดยให้ปฏิบัติหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังต่อไปนี้

(1) ให้คำแนะนำหรือคำปรึกษาแก่นายจ้างและลูกจ้างเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับรังสี รวมทั้งให้คำแนะนำหรือคำปรึกษาแก่นายจ้างในการจัดทำแนวปฏิบัติ ข้อบังคับ กฎ หรือระเบียบว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับรังสี เพื่อให้ลูกจ้างใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานตามข้อ 28

(2) ตรวจตราและควบคุมดูแลการปฏิบัติงาน สภาพการทำงาน การใช้และการบำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ รวมทั้งการทำความสะอาดและการกำจัดการเปรอะเปื้อนหรือปนเปื้อนทางรังสีตามข้อ 12 แล้วรายงานนายจ้างให้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

(3) จัดทำบันทึก สถิติ และสืบหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและโรคที่เกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องจากรังสี แล้วรายงานให้นายจ้างดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

(4) ประเมินอันตรายจากรังสีในสถานที่ทำงานของลูกจ้างตามหลักวิธีทางด้านรังสี และบันทึกเป็นหลักฐานอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง และนำมาวางแผนหรือกำหนดแนวทางป้องกันและระงับอันตราย

(5) ให้คำแนะนำและข้อมูลแก่นายจ้างเพื่อการแจ้งเหตุตามข้อ 21

ข้อ 9 ผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสีต้องมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีหรือเทียบเท่าทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยได้ศึกษาและสอบผ่านวิชาเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากรังสีอย่างน้อยสามหน่วยกิต

(2) เป็นผู้ซึ่งผ่านการฝึกอบรมและผ่านการทดสอบตามหลักสูตรการป้องกันอันตรายทางรังสีจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือสถาบันอื่นที่กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงานรับรอง

ข้อ 10 ห้ามมิให้นายจ้างยินยอมหรือปล่อยปละละเลยให้ลูกจ้างเข้าพักอาศัย พักผ่อน นำอาหาร เครื่องดื่มหรือบุหรี่เข้าไปในพื้นที่ควบคุม

ข้อ 11 ให้นายจ้างจัดให้มีที่ล้างมือ ที่ล้างหน้าและที่อาบน้ำ เพื่อให้ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีใช้หลังจากปฏิบัติงานหรือก่อนออกจากที่ทำงาน และต้องให้ลูกจ้างถอดชุดทำงานที่ใช้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีออกและเก็บไว้ในสถานที่ที่เหมาะสมเป็นสัดส่วน โดยเฉพาะ

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดให้มีการทำความสะอาดชุดทำงาน สิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องใช้ รวมทั้งสถานที่ที่มีการเปรอะเปื้อนหรือปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีภายในเวลาที่เหมาะสมและโดยวิธีที่ปลอดภัย

ข้อ 13 ให้นายจ้างซึ่งผลิตหรือมีไว้ในครอบครองซึ่งต้นกำเนิดรังสีจัดให้มีแผนป้องกัน และระงับอันตรายจากรังสีในภาวะการทำงานปกติและเหตุฉุกเฉินทางรังสี หรืออุบัติเหตุร้ายแรง และส่งแผนดังกล่าวต่ออธิบดีหรือผู้ซึ่งอธิบดีมอบหมายเพื่อให้ความเห็นชอบภายในสามสิบวันนับแต่วันที่ผลิต หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีไว้ในครอบครองซึ่งต้นกำเนิดรังสี

ให้นายจ้างจัดให้มีการฝึกซ้อมตามแผนป้องกันและระงับอันตรายจากรังสีในภาวะการทำงานปกติ และเหตุฉุกเฉินทางรังสีหรืออุบัติเหตุร้ายแรง อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

ข้อ 14 ในกรณีที่มีสารกัมมันตรังสีรั่ว ไหล หก หล่น หรือฟุ้งกระจาย เกิดอัคคีภัย เกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสีหรืออุบัติเหตุร้ายแรง อันอาจเป็นเหตุให้ลูกจ้างประสบอันตราย เจ็บป่วยหรือตาย ให้นายจ้างสั่งให้ลูกจ้างทุกคนหยุดการทำงานและออกไปยังสถานที่ที่ปลอดภัยทันที และให้นายจ้างดำเนินการให้มีความปลอดภัยตามแผนป้องกันและระงับอันตรายจากรังสีในเหตุฉุกเฉินทางรังสีโดยมิชักช้า

ข้อ 15 ให้นายจ้างเก็บรักษา เคลื่อนย้าย และขนส่งต้นกำเนิดรังสี รวมทั้งการจัดการกากกัมมันตรังสีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ลูกจ้างตามเงื่อนไขและวิธีการที่อธิบดีกำหนด

หมวด 3 เครื่องหมาย ฉลาก และสัญญาณเตือนภัย

ข้อ 16 ให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องหมายเตือนภัยติดไว้ให้เห็นโดยชัดเจนในบริเวณรังสี บริเวณรังสีสูง บริเวณที่มีการฟุ้งกระจายของสารกัมมันตรังสี หรือบริเวณหรือห้องใดๆ ที่มีการเก็บรักษาสารกัมมันตรังสี ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามแบบที่อธิบดีกำหนด

ข้อ 17 ให้นายจ้างจัดทำฉลากที่มีเครื่องหมายและข้อความเตือนภัยติดไว้ที่ภาชนะที่ใช้บรรจุ หรือห่อหุ้มสารกัมมันตรังสีตามแบบที่อธิบดีกำหนด

ข้อ 18 ให้นายจ้างจัดให้มีป้ายห้ามนำภาชนะหรือวัสดุซึ่งเปรอะเปื้อน หรือปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีออกไปนอกบริเวณที่ปฏิบัติการ

ข้อ 19 ให้นายจ้างติดตั้งสัญญาณไฟกะพริบสีแดงเพื่อเตือนภัยในบริเวณรังสีสูงให้เห็นโดยชัดเจน

ข้อ 20 ให้นายจ้างจัดให้มีระบบสัญญาณฉุกเฉินในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสีขึ้น เพื่อให้ลูกจ้างออกไปยังสถานที่ที่ปลอดภัย โดยสัญญาณฉุกเฉินต้องมีลักษณะดังนี้

(1) ระบบสัญญาณฉุกเฉิน ต้องเปล่งเสียงให้ลูกจ้างที่ทำงานภายในอาคารได้ยินอย่างทั่วถึงโดยมีระดับความดังของเสียงไม่น้อยกว่า 100 เดซิเบล (เอ) วัดห่างจากจุดกำเนิดของเสียงหนึ่งเมตรโดยรอบ

(2) อุปกรณ์ที่ทำให้เสียงของสัญญาณฉุกเฉินทำงานต้องอยู่ในที่เด่นชัดเข้าไปถึงได้ง่าย

(3) สัญญาณฉุกเฉินจะต้องมีเสียงที่แตกต่างไปจากเสียงที่ใช้ในสถานประกอบกิจการทั่วไป และห้ามใช้เสียงดังกล่าวในกรณีอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

(4) ต้องจัดให้มีการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบสัญญาณฉุกเฉินอย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง

สำหรับกิจการสถานพยาบาลหรือสถานที่ที่ไม่ต้องการใช้เสียง ต้องจัดให้มีอุปกรณ์หรือมาตรการอื่นใด เช่น สัญญาณไฟ รหัส ที่สามารถแจ้งเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หมวด 5 การคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 25 ให้นายจ้างจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น หมวกพลาสติก ถุงมือผ้าหรือยาง รองเท้า เสื้อคลุมที่ทำด้วยฝ้ายหรือยาง แว่นตา ที่กรองอากาศ เครื่องช่วยหายใจหรืออุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันหรือลดอันตรายจากรังสีที่จะเข้าสู่ร่างกายเพื่อให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก ใช้หรือสวมใส่ตลอดเวลาขณะปฏิบัติงาน ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามสภาพและลักษณะของงาน

ในกรณีที่ลูกจ้างไม่ใช้หรือไม่สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ให้นายจ้างสั่งลูกจ้างหยุดการทำงานทันทีจนกว่าลูกจ้างจะได้ใช้หรือสวมใส่อุปกรณ์ดังกล่าว

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่นายจ้างจัดให้ลูกจ้างใช้ หรือสวมใส่ขณะปฏิบัติงานเกี่ยวกับต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อธิบดีกำหนด

ข้อ 26 ให้นายจ้างปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) จัดทำคู่มือหรือเอกสารเกี่ยวกับประโยชน์ วิธีการใช้ และวิธีการบำรุงรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล พร้อมทั้งแจกจ่ายให้แก่ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึกทุกคน คู่มือและเอกสารนี้อย่างน้อยต้องมีข้อความเป็นภาษาไทย

(2) สาธิตเกี่ยวกับวิธีการใช้และวิธีการบำรุงรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ

(3) กำหนดมาตรการหรือข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลเป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมทั้งแจ้งให้ลูกจ้างทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี โดยเป็นข้อมูลส่วนสนับสนุนของส่วนจัดแสดงนิทรรศการของโครงการโดยมีรายละเอียดข้อมูลดังนี้

1.) ความหมายของนาโนเทคโนโลยีของนาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีในการประกอบ และผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอม หรือโมเลกุลเข้าด้วยกัน ด้วยความแม่นยำ และถูกต้องในระดับนาโนเมตร (1/1,000,000,000 เมตร) โดยใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ช่วยพัฒนาเทคโนโลยี โดยรูปแบบของนาโนเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป็นสิ่งที่ยากจะทำนาย เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีลักษณะของการพัฒนา คล้ายพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต คือ มีวิวัฒนาการ (Evolution) อย่างไรก็ตาม แนวทางของนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันมีอยู่แล้วในธรรมชาติ เป็นตัวนำทาง เพื่อนำไปสู่นาโนเทคโนโลยีฝีมือมนุษย์ ที่มีประสิทธิภาพ นาโนเทคโนโลยีจะเป็นเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่จะเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมระดับโลก เพราะการพัฒนาโดยเทคโนโลยีปัจจุบัน (ไมโครเทคโนโลยี) นั้นไม่สามารถพัฒนาต่อได้แล้ว และในอนาคตจะได้พบเห็นสิ่งที่ไม่สามารถพบเห็นได้ในปัจจุบันเช่น สินค้าที่สร้างตัวเองได้ คอมพิวเตอร์เร็วขึ้นล้านเท่า การไขปริศนาโรคภัยไข้เจ็บ รวมถึงความเป็นอมตะ การสร้างอาหารที่ไม่มีวันหมด การเพาะพันธุ์สัตว์ที่สูญพันธุ์ขึ้นใหม่ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ อีกมากมาย ตามแต่มนุษย์จะจินตนาการไปถึง คุณสมบัติของการผลิตที่ใช้นาโนเทคโนโลยีนั้นจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

- สามารถจัดเรียงอะตอมได้ตรงตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้กำหนดคุณสมบัติของ วัตถุได้ตามที่ต้องการ
- เป็นการผลิตแบบล่างขึ้นบน (Down-top) คือผลิตจากหน่วยย่อยไปสู่หน่วยใหญ่ จากเดิมที่ผลิตแบบบนลงล่าง(Top-down) ซึ่งจะใช้ในการสร้างเครื่องมือขึ้นมาเพื่อสร้างวัสดุที่ต้องการอีกชั้นหนึ่ง
- สามารถออกแบบโครงสร้างเกือบทุกอย่างให้สอดคล้องกับกฎของฟิสิกส์ได้ถึงระดับโมเลกุล
- ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าต้นทุนของวัตถุดิบ
- พลังงานที่ใช้ในการผลิตลดลง

ความสนใจของการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีมาจากริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feyman) ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ในปี ค.ศ.1965 เป็นผู้กล่าวว่า สักวันหนึ่งเราจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถประกอบสิ่งต่างๆ ผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอมด้วยความแม่นยำ และเท่าที่ข้าพเจ้ารู้ ไม่มีกฎทางฟิสิกส์ใดๆ แม้แต่หลักแห่งความไม่แน่นอน (Uncertainty Principle) ที่จะมาขัดขวางความเป็นไปได้นี้

2.) กว่าจะมาเป็นนาโนเทคโนโลยีในวันนี้ค.ศ. 1905- ค.ศ. 2000

มีรายละเอียดดังนี้

- ค.ศ. 1905 อัลเบิร์ต ไอสไตน์ (Albert Einstein) ตีพิมพ์ผลงานวิจัยที่ค้นพบว่าโมเลกุลของน้ำตาลมีขนาดประมาณ 1 นาโนเมตรและได้เสนอทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบราวเนียนหรือแบบกระจายตัวแบบไม่มีทิศทางของอนุภาคคอลลอยด์ ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ที่อธิบาย พฤติกรรมของอนุภาคนาโนในเวลาต่อมา

- ค.ศ. 1959 ริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feyman) ได้กล่าวถึงการศึกษาทางนาโนเทคโนโลยีเป็นครั้งแรก ในปาฐกถาเรื่อง ข้างล่างยังมีที่ว่างอีกเยอะ(There 's Plenty of Room at the Bottom) ซึ่งได้นำไปสู่การศึกษา วิจัยเกี่ยวกับการจัดการในระดับของอะตอมและโมเลกุลของสสารต่างๆ

- ค.ศ. 1981 เกิร์ด บินนิ่ง (Gerd Binnig) และไฮน์ริช โรห์เรอร์ (Heinrich Rohrer) ประสบผลสำเร็จในการสร้างกล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope (STM)) ทำให้นักวิจัยสามารถมองเห็นการจัดเรียงตัวของอะตอมของสสารต่างๆได้ชัดเจน

- ค.ศ. 1985 โรเบิร์ต เคิร์ล (Robert F. Curl) ริชาร์ด สมอลลี่ (Richard E. Smalley)และฮาร์โรลด์ โครโต้ (Harold W. Kroto) ค้นพบโครงสร้างโมเลกุลของคาร์บอนแบบใหม่ นอกจากเพชรและกราไฟต์ คือ ฟูลเลอรีน (Fullerene) หรือบัคกี้ บอล (Bucky Ball) ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 60 อะตอมเชื่อมต่อกัน รูปร่างคล้ายกับลูกฟุตบอล และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นาโนเมตร

- ค.ศ. 1986 อริค เครกเลอร์ (Eric Drexler) เขียนหนังสือ จักรกลแห่งการสร้างสรรค์ (Engines of Creations)ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีทั้งหมด ซึ่งได้รับการเผยแพร่อย่างแพร่หลาย

- ค.ศ. 1989 ดร. ดอน ไอเกลอร์ (Don Eigler) ใช้กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันเนลลิง (Scanning Tunneling Microscope ;STM) ในการจัดวางอะตอมของธาตุซีนอนทีละอะตอมเป็นตัวอักษร ไอบีเอ็ม (IBM) ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันสามารถเข้าไปจัดเรียงตัวอะตอมได้เป็นครั้งแรก

- ค.ศ. 1991 ซูมิโอะ อิจิมา (Sumio Lijima) แห่งบริษัท เอ็นอีซี (NEC) ประเทศญี่ปุ่น ได้ค้นพบท่อนาโนคาร์บอน (Carbon Nanotube) ที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ แข็งแรงกว่าเหล็กกล้า 100 เท่า แต่มีน้ำหนักเบากว่า 6 เท่า สามารถเป็นตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด (Superconductor) หรือสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เป็นต้น ดังนั้นการค้นพบครั้งนี้เป็นความหวังในการประดิษฐ์นวัตกรรมทางด้านนาโนเทคโนโลยีในหลายสาขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค.ศ. 2000 รัฐบาลของประธานาธิบดีบิล คลินตัน ได้ผลักดันให้เกิดโครงการการริเริ่มทางนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Initiative) ของสหรัฐอเมริกา ทำให้เกิดการสนับสนุนทุนวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีสูงมากกว่าสาขาอื่น ซึ่งทำให้รัฐบาลของประเทศทั่วโลกเกิดการสนับสนุนทุนวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีตามมา

3.) นาโนเทคโนโลยีที่ซ่อนเร้นอยู่ในธรรมชาติ

จากประวัติการวิจัยและพัฒนาทางนาโนเทคโนโลยีแล้วแต่เมื่อศึกษากลับไปแล้วกระบวนการผลิตในระดับนาโนไม่ใช่ของใหม่แต่เป็นกระบวนการที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น กระบวนการสร้างดีเอนเอ , การแลกเปลี่ยนแร่ธาตุระหว่างเซลล์ , การหมุนของชีวมอเตอร์ที่หางของตัวอสุจิ , การซ่อมแซมตัวของของอวัยวะเมื่อเกิดบาดแผลโดยเช่น ตุ๊กแกและจิ้งจก มีความสามารถในการใช้ตีนยึดเกาะกับข้างฝา เพดานหรือกำแพงที่ราบเรียบและลื่นโดยไม่ตกลงมาได้ ก็เพราะบริเวณใต้อุ้งตีนมีขนขนาดเล็กที่เรียกว่า ซีเต้ (Setae) มีจำนวนนับล้านเส้นเรียงตัวอัดแน่นอยู่ โดยที่ส่วนปลายของขนซีต้าแต่ละเส้นยังมีเส้นขนที่มีขนาดเล็กว่าเรียกว่า สปาตูเล่ (Spatulae) ประกอบอยู่อีกหลายร้อยเส้น ซึ่งสปาตูเล่แต่ละเส้นจะมีขนาดเล็กมากประมาณ 200 นาโนเมตร และที่ปลายสปาตูเล่แต่ละเส้นจะสามารถสร้างแรงดึงดูดทางไฟฟ้าที่เรียกว่า แรงวานเดอวาลส์(Vanderwaals force) ช่วยในการยึดติดกับโมเลกุลของสสารที่เป็นส่วนประกอบของผนังหรือเพดาน ได้ถึงแม้ว่าแรงวานเดอวาลส์จะเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อ่อนมากแต่จากการที่จำนวนเส้นขนของสปาตูเล่มีอยู่นับหลายล้านเส้นจึงทำให้แรงยึดเหนี่ยวทางไฟฟ้ามีอย่างมหาศาลทำให้สามารถยึดติดกับผนังหรือเพดานได้จากหลักการนี้จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นเทคโนโลยีเทปยึดตีนตุ๊กแก (Gecko Tape) ขึ้นจากวัสดุสังเคราะห์ชนิดใหม่ ที่มีลักษณะเป็นขนขนาดนาโน (Nanoscopic Hairs) เลียนแบบขนของสปาตูเล่เพื่อนำไปผลิตเทปยึดที่ปราศการใช้กาวและผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น ถุงมือ ผ้าพันแผล การพัฒนาเป็นล้อของหุ่นยนต์ที่สามารถไต่ผนังหรือเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่งได้ เป็นต้น

3.) การสร้างนาโน

การที่สร้างเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการพัฒนาขึ้นมามี 2 แบบ คือ

- เทคโนโลยีแบบหยาบ (Bulk Technology) คือเทคโนโลยีที่ใช้จัดการกับสิ่งต่างๆ หรือผลิตสิ่งต่างๆ โดยอาศัยวิธีกล เช่น ตัด กลึง บีบ อัด ต่อ งอและอื่นๆ หรืออาจใช้วิธีทางเคมีโดยการผสมให้ทำปฏิกิริยา โดยพยายามควบคุมสภาวะต่างๆ ให้เหมาะสม แล้วปล่อยให้สสารทำปฏิกิริยากันเอง เทคโนโลยีแบบนี้สามารถใช้สร้างสิ่งเล็กๆ ได้ก็จริง แต่ขาดความแม่นยำและมีความ บกพร่องสูง การนำเทคโนโลยีแบบหยาบไปสร้างสิ่งเล็กๆ เช่น ไมโครชิพ ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีแบบบนลงล่าง (top-down technology) ซึ่งมีขีดจำกัดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เทคโนโลยีระดับโมเลกุล (Molecular Technology)** คือเทคโนโลยีที่ใช้จัดการกับ สิ่งต่างๆ หรือผลิตสิ่งต่างๆ โดยการนำอะตอมหรือโมเลกุลมาจัดเรียง ณ ตำแหน่งที่ต้องการอย่างแม่นยำ สิ่งที่ผลิตขึ้นมาอาจเป็นสิ่งเล็กๆ หรือเป็นสิ่งใหญ่ก็ได้ การนำเอาเทคโนโลยีระดับโมเลกุลไปสร้างสิ่งที่ใหญ่ขึ้นมา (เช่น พืชสร้างผนังเซลล์จากการนำเอาโมเลกุลน้ำตาลมาต่อกัน) นี้ว่าใช้เทคโนโลยีแบบล่างขึ้นบน (bottom-up technology) เทคโนโลยีระดับโมเลกุลนี้เองที่เป็นนาโนเทคโนโลยี โดยในอดีตสมัยนาโนเทคโนโลยีในทัศนะของฟาย์นแมนคือ การสร้างเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่เพื่อนำไปสร้างเครื่องมือที่มีขนาดเล็กลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้เครื่องมือที่เล็กมากจนสามารถใช้สร้างสิ่งที่มีขนาดในระดับนาโน (nanostructure) แต่นาโนเทคโนโลยีในความหมายของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันคือ การสร้างโดยเริ่มจากสิ่งที่เล็กที่สุด ระดับอะตอมหรือโมเลกุลขึ้นไป มาจัดเรียงกันทีละอะตอมหรือทีละโมเลกุล แล้วทำให้ได้สิ่งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีโครงสร้างเป็นระเบียบตามที่ต้องการฟิสิกส์ของอะตอม และ กลศาสตร์ควอนตัมเป็นจุดเปลี่ยนเทคโนโลยีแบบหยาบ ไปสู่เทคโนโลยีระดับโมเลกุล ระหว่างปี ค.ศ. 1900-1950 เป็น 50 ปีแห่งการพัฒนาทฤษฎีควอนตัม กลศาสตร์ควอนตัมไม่จำกัดอยู่เฉพาะสาขาวิชาฟิสิกส์เท่านั้น แต่ยังเป็นพื้นฐานของวิชาเคมีด้วย กล่าวได้ว่าหากไม่มีกลศาสตร์ควอนตัมก็ไม่มีเคมี เพราะเราไม่อาจอธิบายสมบัติในระดับอะตอมและโมเลกุล และได้ขยายผลไปสู่สาขาชีววิทยา และ ชีววิทยาระดับโมเลกุลด้วย เครื่องมือที่ใช้ในงานนาโนเทคโนโลยี

1. กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันนอลลิง (Scanning Tunneling Microscope ;STM) เป็นเครื่องมือที่ใช้จึงต้องมีความสามารถในการมองเห็นอะตอมได้ ซึ่ง ดร. เกิร์ด บินนิก (Gerd Binnig) และ ดร. ไฮริกซ์ รอเรอร์ (Heinrich Rohrer) เป็นผู้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ชนิดพิเศษขึ้นมาที่เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์สแกนแบบทันนอลลิง หรือที่เรียกย่อว่าเอสทีเอ็มซึ่งสามารถให้ได้เห็นภาพของอะตอมเป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1981 และได้รับรางวัลโนเบลจากผลงานนี้ในปี ค.ศ. 1986 กล้องนี้ทำงานด้วยการใช้ความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าบังคับปลายเข็มที่แหลมมากหัวเข็มนี้เป็นหัวอ่านขนาดจิ๋วที่ใช้ส่องกวาด (สแกน) บนพื้นผิวของโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและวัดกระแสไฟฟ้าแล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าเพื่อมาสร้างเป็นภาพของพื้นผิวนั้นได้ ซึ่งก็เป็นวิธีการคล้ายกับการทำงานของเครื่องเล่นแผ่นเสียงที่แปลงข้อมูลที่ฝังอยู่บนแผ่นมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าและเป็นเสียงหรือภาพในที่สุดนอกจาก เอสทีเอ็มจะทำให้เราสามารถมองเห็นอะตอมได้เป็นครั้งแรกแล้ว เครื่องมือนี้ยังสามารถนำมาใช้เคลื่อนย้ายและจัดเรียงอะตอมให้อยู่บนพื้นผิวตามตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งในปี ค.ศ. 1989 ดร. คอน ไอเกลอร์ (Don Eigler) นักฟิสิกส์จากบริษัท ไอบีเอ็ม จำกัด เป็นผู้แรกที่สาธิตการนำอะตอม 35 อะตอม ของก๊าซซีนอน (xenon) มาเรียงบนผิวของโลหะนิเกิล (nickel) เป็นตัวอักษรไอบีเอ็มที่เล็กที่สุดในโลกอีกทั้ง ดร. ไอเกลอร์ และทีมงานยังสามารถสร้างกับดักอิเลคตรอนที่เรียกว่า ปะการังควอนตัม (quantum corral) ทำให้เห็นภาพปฏิกิริยาตอบสนองของคลื่นอิเลคตรอน

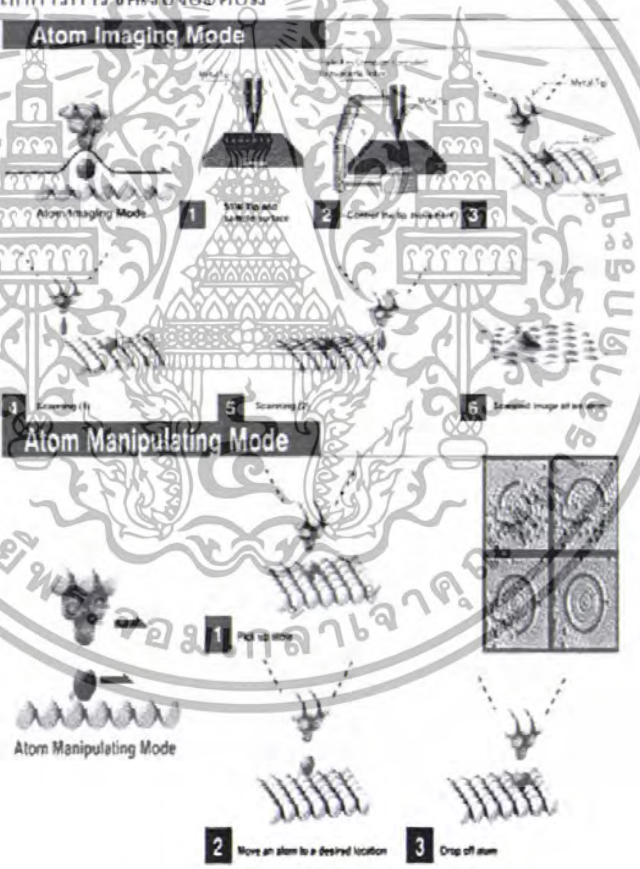
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคุณสมบัติทางควอนตัมได้เป็นครั้งแรกโดยการวางอะตอมของธาตุเหล็ก 48 อะตอม เป็นรูปวงกลมบนแผ่นผิวโลหะของธาตุทองแดง อะตอมของธาตุเหล็ก 48 อะตอม

หลักการและขั้นตอนในการใช้เครื่องเอสทีเอ็มแบ่งเป็น 2 วิธีการหลักกล่าวคือ

1. การสแกนภาพอะตอม (Atom Imaging Mode) วิธีนี้เป็นการใช้หัวเข็มเอสทีเอ็มที่แหลมมากในการสแกนไปบนพื้นผิวของโลหะที่มีอะตอมวางอยู่ การบังคับปลายเข็มทำได้โดยใช้ความ ต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าในการกระตุ้นผลึกเซรามิกส์ที่ยึดติดกับหัวเข็มให้หดหรือคลายตัว โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ในการใส่ข้อมูลหรือตัวแปรที่ต้องการควบคุม ตัวอย่างเช่น พื้นที่ในการสแกน ค่าความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ในขณะการสแกน สัญญาณไฟฟ้าจะถูกนำมาสร้างเป็นภาพจำลองของพื้นผิวนั้นได้

2. การเคลื่อนย้ายอะตอม (Atom Manipulation Mode) วิธีนี้จะใช้หัวเข็มในการหยิบอะตอมและเคลื่อนย้ายไปวาง ณ จุดที่ต้องการ การเคลื่อนย้ายอะตอมทำได้โดยโดยควบคุมความ ต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าควบคุมปลายหัวเข็มของ เอสทีเอ็มนำไปผลักและเคลื่อนย้ายอะตอมไปวาง ณ จุดที่ต้องการแล้วจำลองหลักการการจัดเรียงอะตอม



รูปแสดงกระบวนการการจัดเรียงอะตอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการเคลื่อนย้ายอะตอมมีอยู่หลายปัจจัยด้วยกัน ตัวอย่างเช่น ปลายหัวเข็มอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ต้องมีความแหลมคมอย่างยิ่งยวด ผิวโลหะที่วางอะตอมต้องมีความสะอาดสูงปราศจากสิ่งปนเปื้อน เป็นต้น

ในปัจจุบันการจัดเรียงอะตอมโดยเครื่องเอสทีเอ็มนี้ยังอยู่เพียงแค่ขั้นการวิจัยและพัฒนา ยังไม่สามารถใช้ได้ในเชิงอุตสาหกรรม แต่ได้แสดงให้เห็นถึงก้าวแรกของนาโนเทคโนโลยี ที่ไปถึงจุดมุ่งหมายสูงสุด นั่นคือ การที่เราสามารถนำอะตอมหรือโมเลกุลมาจัดเรียงในตำแหน่งที่ต้องการอย่างแม่นยำและถูกต้อง ส่งผลต่อการควบคุมโครงสร้างของวัสดุหรือสสาร ให้มีคุณสมบัติพิเศษทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือชีวภาพ ก่อให้เกิดเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ได้มากมายความสามารถในการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนมอนอกไซด์บนผิวของโลหะทองแดงนี้ได้ถูกนำมาสร้างเป็นวงจรขนาดจิ๋วที่ใช้ในการคำนวณได้จริง และในอนาคตอาจจะนำไปใช้สร้างเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจากอะตอมที่มีประสิทธิภาพยิ่งยวด

2. กล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม หรือ เอเอฟเอ็ม (Atomic Force Microscope : AFM) หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้คือ การใช้อุปกรณ์ตรวจหรือโพรบ (probe) ที่มีปลายแหลมเล็กซึ่งติดอยู่กับคานที่มีการโก่งงอตัวได้ แม้ว่าแรงกระทำที่ปลายจะมีขนาดน้อยมากในระดับอะตอม เมื่อปลายแหลมนี้ถูกลากไปบนพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการศึกษาแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับพื้นผิวที่เกิดขึ้นกับปลายแหลมจะทำให้คานโก่งงอตัว และสามารถระบุให้ทราบถึงลักษณะพื้นผิวของวัสดุนั้นๆ ว่ามีหลุมมีเนินในบริเวณใดบ้าง เมื่อนำเอาแรงที่เกิดขึ้นที่จุดต่างๆ นี้มาประกอบกันก็จะได้เป็นภาพรวมของพื้นผิวของวัสดุที่เราศึกษานั่นเอง ด้วยหลักการนี้ หากสามารถควบคุมปลายแหลมของอุปกรณ์ของเอเอฟเอ็มในการสัมผัสพื้นผิวได้ ก็ควรที่จะสามารถใช้ปลายนี้ในการสร้างแรงผลักเพื่อเคลื่อนย้ายอะตอมของวัสดุได้เช่นกัน โดยทั่วไปวิธีการทำงานของเอเอฟเอ็ม แบ่งเป็น 2 วิธีคือ การสัมผัสแบบต่อเนื่อง ได้แก่ การสัมผัสพื้นผิวพร้อมกับการลากปลายแหลมไปบนพื้นผิวนั้นๆ ข้อเสียของวิธีนี้คือ จะทำให้เกิดแรงต้านขึ้นในแนวของการเคลื่อนที่ซึ่งขนานกับพื้นผิว อันอาจทำให้คานของโพรบที่ใช้วัดเกิดการโก่งงอตัว โดยที่มิได้เกิดจากแรงกระทำที่ปลายเนื่องจากแรงในแนวตั้งฉากเพียงอย่างเดียว จึงทำให้ข้อมูลความสูงของพื้นผิวที่วัดได้นั้นผิดไปจากความสูงที่แท้จริง ส่วนอีกวิธีเป็นการสัมผัสแบบไม่ต่อเนื่องโดยให้สัมผัสกับพื้นผิวเป็นระยะเวลาสั้นๆ ในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว คล้ายกับการใช้ปลายนิ้วเคาะโต๊ะเป็นจังหวะๆ นั่นเอง ด้วยลักษณะการสัมผัสแบบนี้แรงต้านในแนวตั้งฉากจะไม่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากปลายแหลมสัมผัสพื้นผิวเป็นระยะสั้นๆ จึงทำให้เกิดการสั่นของคาน ซึ่งส่งผลให้ค่าสัญญาณวัดได้นั้นไม่คงที่เนื่องจากการใช้เอเอฟเอ็มเพื่อแสดงพิกัดความสูงของพื้นผิวจากแรงที่วัดได้เพียงอย่างเดียวนั้นอาจไม่เพียงพอต่อการสร้างความเข้าใจให้แก่นักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุในระดับอะตอม เทคโนโลยีความจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสมือน (Virtual Reality Technology) จึงได้เข้ามามีบทบาทในการศึกษาในระดับอะตอม เทคโนโลยีความจริงเสมือน ได้แก่ การสร้างภาพสามมิติ และการสร้างแรงสัมผัสให้ผู้ใช้อุปกรณ์ได้รู้สึกเสมือนว่ากำลังอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ ซึ่งในที่นี้ก็คือการได้เข้าไปเห็นภาพและจับต้องสัมผัสวัสดุในระดับอะตอม

4.) ประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยี

ประโยชน์ของของการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีสามารถแบ่งได้ดังนี้

ด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

บริษัททางอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ทั่วโลก ต่างใช้งบประมาณจำนวนมหาศาลกับการค้นคว้าพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี เช่น ฮิตาชิ , ฟูจิซึ , มิตซูบิชิ , มิตซุย , พานาโซนิก , โซนี , ฮิวเลตต์-แพคการ์ด , ไอบีเอ็ม , ไมโครลา , ลูเซนต์ , อินเทล , ซีรอกซ์ , โกดัก , แอลจี , ซัมซุง , ซีเมนส์ เป็นต้น ตัวอย่างในการนำเอานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วและการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใหม่มีดังนี้

- การนำท่อนาโนคาร์บอนมาผลิตแบตเตอรี่แบบใหม่ที่มีความจุไฟฟ้าสูง ทำให้ คอมพิวเตอร์แบบพกพา กล้องถ่ายรูปดิจิตอล และโทรศัพท์มือถือ ในอนาคตไม่จำเป็นต้องชาร์จไฟบ่อย
- การผลิตจอโทรทัศน์หรือจอคอมพิวเตอร์แบบใหม่ที่บางและแบนโดยใช้ท่อนาโนคาร์บอนเป็นตัวส่งผ่านแสง ซึ่งจะทำให้จอภาพแบนในอนาคตมีภาพที่คมชัดไม่ว่าจะมองจากมุมไหน นอกจากนี้ภาพยังคมชัดจนตามนุษย์ไม่สามารถจำแนกว่าภาพเป็นจุดหรือเส้น และภาพที่ได้จะมีความสว่างจนสามารถดูได้ในแสงกลางแจ้ง ยิ่งกว่านั้นจอภาพแบบนี้ยังกินไฟน้อยกว่าปกติและไม่ร้อนเร็ว การพัฒนาอุปกรณ์แสดงผลแบบใหม่นี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์ การทหาร และยานพาหนะต่างๆได้เป็นอย่างดี
- การพัฒนาเทคโนโลยีด้านจอภาพแบบสารอินทรีย์เปล่งแสง (Organic Light – Emitting Diodes : OLED) ที่แสดงภาพได้สว่างและชัดเจนกว่าตลอดจนกินไฟน้อยกว่าจอภาพ LCD ที่ใช้ในโทรทัศน์แบบจอแบนและจอคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน และยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับแผ่นพอลิเมอร์ นำไฟฟ้าแบบฟิล์มบางในการผลิตจอแสดงภาพที่สามารถโค้งงอได้
- เครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องพิมพ์ที่ใช้น้ำหมึกที่มีส่วนประกอบของอนุภาคนาโนจะให้ ภาพที่คมชัดมากขึ้น มีเฉดสีที่ดีขึ้นกว่าเดิม สีติดทนนานขึ้น และพิมพ์ได้อย่างรวดเร็ว
- อุปกรณ์เก็บความจำขนาดจิ๋วที่สามารถจัดเก็บข้อมูลจำนวนมหาศาลได้อย่างรวดเร็ว เช่น อุปกรณ์เก็บข้อมูลขนาดเล็กชนิดใหม่มีชื่อว่า มิลลิพีด (Millipede) ของไอบีเอ็มที่สามารถเก็บข้อมูลดิจิตอลได้มากถึงหนึ่งเทราบิต (หนึ่งเทราบิต (Terabit) เท่ากับหนึ่งล้านล้านบิต) มิลลิพีดประกอบไปด้วยตัวตรวจสอบขนาดนาโนจำนวนมากที่สามารถทำการบันทึกและอ่านข้อมูลดิจิตอลบนฟิล์มพอลิเม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อร์นำไฟฟ้า การค้นพบดังกล่าวนี้สามารถช่วยในการเก็บข้อมูลดิจิตอลของเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบพกพาทำได้ง่ายขึ้น มีประสิทธิภาพดีขึ้น และใช้พลังงานน้อยลง ขณะเดียวกับบริษัทเซตตาคอร์ (ZettaCore) ในสหรัฐอเมริกาก็กำลังพัฒนาอุปกรณ์เก็บกับความจำที่ใช้โมเลกุลเดี่ยวเป็นหน่วยเก็บความจำ นอกจากนี้บริษัทฮิลเลตต์-แพคการ์ดก็กำลังพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบหนึ่งบิตต่อหนึ่งอะตอม ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มความจุในการจัดเก็บข้อมูลเป็น 100 ล้านเท่าของแผ่นดิสก์ที่ใช้ในปัจจุบัน

นาโนคอมพิวเตอร์ ก็คือคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดของลายวงจรอยู่ในระดับของนาโนเมตร (1-100 นาโน) จุดประสงค์ในการพัฒนานาโนคอมพิวเตอร์ขึ้นมานั้นก็เพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์รูปแบบที่ใช้ในทุกวันนี้ให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นไปอีก นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นหน่วยควบคุม หน่วยประมวลผล หรือสมองกลในส่วนของอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronic devices) รวมทั้งจักรกลนาโน (Nanomachines) ชนิดต่างๆที่กำลังจะเกิดขึ้นมาในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย เมื่อพิจารณาจากสถานภาพในปัจจุบัน สามารถจำแนกนาโนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 4 ประเภทด้วยกันคือ

- นาโนคอมพิวเตอร์เชิงอิเล็กทรอนิกส์ (electronic Nanocomputer) ซึ่งใช้หลักการทำงานเดียวกับปัจจุบัน
- นาโนคอมพิวเตอร์เชิงชีวเคมีหรือเคมี (Biochemical or Chemical Nanocomputer) ซึ่งใช้หลักการคล้ายกับสมองมนุษย์
- นาโนคอมพิวเตอร์เชิงกล (Machines Nanocomputer) ซึ่งทนสิ่งรบกวนจากภายนอกได้ดี แต่มีความเร็วในการคำนวณช้ากว่าชนิดอื่นๆ
- นาโนคอมพิวเตอร์เชิงควอนตัม (Quantum Nanocomputer) ซึ่งใช้คุณสมบัติทางควอนตัม เช่นการหมุน (Spin) ของอิเล็กตรอน ในการแสดงค่าตั้งแต่ 0-7 (ระบบ Octal แทนระบบ Digital หรือ 0 กับ 1 ในปัจจุบัน)

โดยในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ ได้ถูกย่อขนาดให้เล็กลงและมีน้ำหนักเบาลงไปเรื่อยๆ แต่อุปกรณ์เหล่านี้กลับสามารถทำงาน ได้รวดเร็วขึ้น มีลูกเล่นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาวิธีการย่อขนาดของทรานซิสเตอร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เล็กลงเรื่อยๆเพื่อที่จะเพิ่มจำนวนทรานซิสเตอร์ที่บรรจุอยู่ในแผงวงจรรวม (Intergrated Circuits : IC) ให้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์มีความเร็วสูงขึ้นและกินไฟน้อยลง ประเด็นสำคัญที่สุดคือ นาโนอิเลคทรอนิกส์ได้กลายเป็นเทคโนโลยีเดียวที่จะมาแทนไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (Microelectronics) ที่กำลังพัฒนาต่อไปอีกไม่ได้ในอีกไม่กี่ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านอุตสาหกรรมยานยนต์

บริษัทรถยนต์ที่มีการ ลงทุนทางด้านนาโนเทคโนโลยีแล้วได้แก่ เจเนอรัลมอเตอร์ , โตโยต้า , เดมเลอร์ไครสเลอร์ , โฟร์ดสวาเกน , เมอร์ซิเดส เบนซ์ เป็นต้น โดยมีจุดประสงค์ในการนำวัสดุนาโนมาใช้เป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนต่างๆของรถยนต์ ซึ่งจะทำให้รถยนต์มีน้ำหนักเบาลงทนต่อรอยขีดข่วน ไม่เป็นสนิม และประหยัดน้ำมันขึ้นตัวอย่างการนำนาโนเทคโนโลยีไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ และชิ้นส่วนของรถยนต์มีดังต่อไปนี้

- การใช้วัสดุผสมที่ประกอบด้วยอนุภาคนาโนในแผงหน้าปัดและการเติมอนุภาคนาโนเข้ากับชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ เช่น อุปกรณ์ที่เป็นตัวกรองอากาศในรถเพื่อลดมลพิษจากอากาศภายนอกรถ หรือการผสมอนุภาคนาโนเข้ากับสีพ่นรถยนต์ เป็นต้น
- วัสดุผสมท่อนาโนคาร์บอนสามารถนำมาใช้ชิ้นส่วนและตัวถังรถยนต์แทนวัสดุที่ใช้ในปัจจุบันนี้ได้ ซึ่งจะทำให้รถยนต์มีความแข็งแกร่งมากขึ้นและมีน้ำหนักเบากว่าเดิม ทำให้ประหยัดน้ำมันขึ้น
- ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำจากเซรามิกส์ขนาดนาโนสามารถนำมาลดปริมาณควันพิษและไอเสียที่รถยนต์ปล่อยออกมาได้
- ผงนาโนและสารเคลือบผิวนาโนสามารถเพิ่มความทนให้กับสีที่เคลือบรถยนต์ให้มี อายุยาวนานขึ้น
- วัสดุนาโนสามารถเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่รถยนต์ได้ เช่น การผสมวัสดุนาโนที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการติดไฟเข้าไปในเครื่องยนต์และสายน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้รถยนต์
- การผสมผสานเทคโนโลยีด้านตัวเร่งปฏิกิริยาขนาดนาโนและเทคโนโลยีด้านแผ่นเมมเบรน (Membrane Technology) สามารถนำมาประยุกต์กับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้คุ้มค่าและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดนอกจากนี้ยังสามารถนำมาแทนที่การใช้เครื่องยนต์แบบเผาไหม้ภายในได้
- การนำพอลิเมอร์ประเภทนาโนคอมโพสิทที่มีความแข็งแรงและทนทานมากมาใช้เป็นชิ้นส่วนรถยนต์แทนที่เหล็ก จะทำให้รถยนต์มีน้ำหนักเบาขึ้น สามารถลดค่าใช้จ่ายในการเคลือบสีและเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมทางอ้อม
- รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลจำนวนมากจะปล่อยเขม่าและควันพิษออกมาในบรรยากาศ เขม่าและควันพิษเหล่านี้เป็นสาเหตุของมลภาวะและปัญหาสุขภาพมาโดยตลอด ดังนั้นบริษัทผลิตรถยนต์หลายแห่งได้พยามแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการนำนาโนเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ไขด้วยการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยานาโนที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ระหว่างน้ำมันดีเซลกับออกซิเจน

ด้านอุตสาหกรรมอาหาร , เกษตรกรรมและการรักษาสิ่งแวดล้อม

ในด้านอุตสาหกรรมอาหาร นาโนเซ็นเซอร์ (Nanosensor)สามารถนำมาใช้ตรวจจับสารหรือเชื้อปนเปื้อนที่ต้องการทดสอบ ค้นหา โดยมีความสามารถในการตรวจจับได้ในปริมาณน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ตัวอย่างเช่น สารที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ , เชื้อจากโรควัวบ้า , โรคปากเท้าเปื่อย เพื่อเพิ่มการเฝ้าระวังอย่างมีประสิทธิภาพและอาจนำมาใช้ในการตรวจจับสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหาร เช่น สารพิษ *Aflatoxin* จากราในเมล็ดพืช , สารเร่งเนื้อแดงในหมู , สารฟอกขาวในผักผลไม้ , โลหะหนักในอาหารทะเล หรือการใช้ในการตรวจจับอาวุธชีวภาพหรือสารชีววินาศกรรมต่างๆ เช่น เชื้อแอนแทร็กซ์ ในด้านสิ่งแวดล้อม นาโนเซ็นเซอร์สามารถนำมาใช้ในกรณีที่ต้องการตรวจจับก๊าซพิษรอบบริเวณแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งสามารถตรวจจับได้ถึงแม้มีในปริมาณน้อย การตรวจจับสารพิษหรือของเสียในน้ำโดยนาโนเซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณ เตือนภัยเมื่อพบสารพิษ การฉีดอนุภาคนาโนสู่ระบบน้ำเสียเพื่อทำการแตกสลายสารเคมีอันตรายในน้ำให้เป็นสารปลอดภัย ซึ่งมีประโยชน์คือลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำและให้คุณภาพชีวิตของประชาชนที่ดีขึ้น

ด้านเกษตรกรรม นาโนเทคโนโลยีถูกนำมาใช้ในการเฝ้าระวังและป้องกันสิ่งแวดล้อมต่างๆ ระหว่างการเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์ โดยการใช้นาโนเซ็นเซอร์ (Nanosensor) ในการตรวจหาเชื้อไวรัส หรือหาเชื้อโรคอื่นๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยนาโนเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับเชื้อโรคที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย จะทำให้เกษตรกรสามารถทราบได้อย่างรวดเร็วว่าเกิดการติดเชื้อของพืชผลและปศุสัตว์ขึ้นเมื่อไร เพื่อจะได้หาวิธีป้องกันได้ทัน หรือการฆ่าเชื้อโรคในน้ำก็ทำได้โดยอาศัยนาโนเทคโนโลยี เช่น ในประเทศญี่ปุ่นมีการสร้างฟองนาโน (Nano-Bubbles) ที่สามารถเก็บกักโอโซนไว้ภายในฟองได้นานหลายวัน โดยไม่ละลายหายไปในน้ำทำให้สามารถนำเอาฟองนาโนนี้มาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะเดียวกันก็สามารถเก็บกักก๊าซออกซิเจนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำได้เป็นเวลานาน ในขณะนี้นักวิจัยของประเทศญี่ปุ่นได้มีความพยายามในการนำเอาฟองนาโนมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจในภาพรวมของนาโนเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเกษตรที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- ข้าวนาโนเทคโนโลยีสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะที่ดีตรงตามความต้องการทางเศรษฐกิจ เช่นคุณภาพการหุงต้ม หอม ต้านทานโรคไหม้ ต้านทานเพลี้ยชนิดต่าง ๆ ทนต่อน้ำท่วม และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

- การเพาะเลี้ยงกุ้งและการประมง การที่กุ้งแช่แข็งมีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ของการส่งออกของประเทศไทย ทำรายได้ให้ไม่ต่ำหว่าแสนล้านบาทในแต่ละปี แต่เพราะปัญหาการระบาดของเชื้อไวรัสทำให้มีความสูญเสียผลผลิต ดังนั้นจึงมีการนำเอานาโนเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส และยังค้นพบวิธีการสร้างฟองอากาศนาโนที่มีความคงตัวสูง แตกตัวได้ยาก เก็บกักโอโซฯไว้ได้นาน ทำให้เป็นแหล่งออกซิเจนให้กับสัตว์น้ำ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้เพื่ออุตสาหกรรมประมงต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ยางพารา เนื่องจากความต้องการยางธรรมชาติในตลาดโลกนั้นมีความต้องการที่สูง แต่อาจจะมีการลดลงได้ หากอุตสาหกรรมหันไปให้ความสนใจกับยางเทียม ซึ่งประเทศที่ส่งออกยางธรรมชาติจะต้องได้รับผลกระทบแน่นอน ในประเทศไทยจึงได้มีการเพิ่มมูลค่าของยางธรรมชาติโดยใช้นาโนเทคโนโลยี ได้แก่ การสร้างถุงมือยางธรรมชาติที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้โดยการบรรจุนาโนแคปซูลของยาฆ่าเชื้อไว้ในเนื้อถุงมือยาง

- การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ปัญหาดินเค็มมากกว่า 17 ล้านไร่ใน 17 จังหวัดที่กำลังขยายตัวออกไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผลผลิตลดลง 2-3 เท่า จึงได้มีการนำเอานาโนเทคโนโลยีมาปรับปรุงสภาพดินเค็มโดยการนำสารละลายคาร์โบเนียมที่สังเคราะห์ขึ้นโดยนาโนเทคโนโลยีไปฉีดพ่นที่ดิน จะเกิดปฏิกิริยาดูดซับเกลือออกจากดิน ทำให้ดินร่วนขึ้นค่าพีเอช เปลี่ยนเป็นกลางเหมาะกับการปลูกพืช รวมทั้งอาจจะสามารถใช้นาโนเทคโนโลยีในการใช้การเกษตรแบบควบคุมสภาวะแวดล้อมที่มีระบบการตรวจวัดสภาพของพืชผลที่ดี ทำให้สามารถประเมินลักษณะของพืชผล และสามารถบริหารจัดการพืชปลูกจนประสบความสำเร็จด้วยตนเอง

- ปศุสัตว์ มีการติดตั้งนาโนไบโอเซ็นเซอร์เพื่อตรวจจับเชื้อแบคทีเรียที่โรคในนมไว้กับเครื่องรีดนมวัว ทำให้สามารถสกัดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในน้ำนมดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- การเพิ่มมูลค่าวัสดุทางการเกษตร มีการย่อยสลายวัสดุที่เหลือใช้ในการเกษตรให้มีขนาดเล็กลงจนเป็นอนุภาคนาโนเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ชีวภาพที่สามารถปรับแต่งรสชาติให้เหมือนไขมัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนไขมันในอาหารสุขภาพ สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก

นอกจากนี้การประดิษฐ์อุปกรณ์นาโน (Nandevices) เพื่อนำมาติดตั้งในระบบเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของโรค โดยการฝังอุปกรณ์นี้ไว้ใต้ผิวหนังสัตว์ เพื่อติดตามและรายงานข้อมูล เช่น การเจริญภาวะโภชนาการ การขยายพันธุ์ หรืออพยพย้ายถิ่นของฝูงปศุสัตว์ทำให้สามารถป้องกันโรคระบาดของสัตว์ได้ทัน

ด้านอาหาร นาโนเทคโนโลยีจะทำให้ได้อาหารที่มีความปลอดภัยสูงขึ้น มีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น และร่างกายสามารถดูดซึมได้ดีขึ้น เราสามารถสร้างบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติช่วยให้เก็บรักษาอาหารได้ยาวนานขึ้น หรือสามารถบ่งบอกสภาพความสดของอาหารภายในได้เมื่ออาหารเริ่มเสื่อมคุณภาพได้การทำให้สาร โภชนาการ รสชาติ สี หรือ กลิ่นในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มอยู่ในรูปของนาโนแคปซูล (Nanocapsules) จะช่วยให้เราสามารถควบคุมการปลดปล่อยสารที่ต้องการออกมาตามเวลาที่กำหนด เช่นในเวลานำอาหารแช่แข็งมาอุ่นด้วยไมโครเวฟ หรือ เวลาเคี้ยวอาหาร สารอาหาร รสชาติหรือกลิ่นอาหารนั้นจึงถูกปลดปล่อยออกมาทันที การสกัดสารโภชนาการจากพืชเพื่อนำมาเป็นอาหารเสริม โดยการทำให้สารอาหารเหล่านี้มีขนาดอนุภาคระดับนาโน (Nano-sized) ก่อนทำเป็นเม็ด หรือบรรจุลงแคปซูลจะช่วยให้ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้งานได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารฉลาด ที่สามารถบ่งบอกสภาพความสดของอาหารภายใน โดยการติดอนุภาคนาโน (Nanoparticle) ไว้ในบรรจุภัณฑ์ เมื่ออาหารเริ่มเสีย โมเลกุลของสารที่เกิดขึ้นก็จะทำปฏิกิริยากับอนุภาคนาโน ทำให้บรรจุภัณฑ์อาหารเกิดการเปลี่ยนสี ผู้บริโภคและผู้ผลิตสินค้าก็จะทราบได้ว่าอาหารเริ่มเสื่อมคุณภาพ

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการแลกเปลี่ยนก๊าซ เพื่อยืดอายุ การเก็บรักษาอาหารอาจทำได้ทั้งการพัฒนานาโนคอมพอสิท (Nano-composite) ให้มีคุณสมบัติป้องกันการรั่วซึมของก๊าซผ่านบรรจุภัณฑ์ได้ดีขึ้น หรือการเคลือบฟิล์มบางของสารที่มีคุณสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของอากาศลงบนผิวภาชนะบรรจุภัณฑ์ก็สามารถช่วยลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในบรรจุภัณฑ์กับอากาศภายนอก ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้นานขึ้น

ด้านสิ่งแวดล้อม นาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการเฝ้าระวังและบำบัดสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี โดยนาโนเทคโนโลยีจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจจับสารพิษต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียและอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม การพัฒนาวัสดุที่มีรูพรุนขนาดนาโน เช่น ซีโอไลต์ (Zeolites) นาโนเซรามิก (Nanoceramic) หรือแผ่นกรองประสิทธิภาพสูงที่สามารถดักจับสารพิษต่างๆก่อนที่ถูกปล่อยออกมาในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือการใช้สารเร่งปฏิกิริยาขนาดนาโน (Nano-Catalysts) ในการลดความเป็นพิษและย่อยสลายสารพิษที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมให้หมดไป

นอกจากนี้กระบวนการที่ใช้ในการสังเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในอนาคตจะเปลี่ยนมาใช้การสังเคราะห์ด้วยนาโนเทคโนโลยีมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก และมีของเสียที่ไม่ต้องการเกิดขึ้นมาน้อยมาก ซึ่งเป็นการลดขยะที่เกิดจากกระบวนการผลิตลงไปได้มาก ส่วนอีกแนวทางหนึ่งคือ การนำขยะกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หรือการย่อยสลายขยะให้กลายเป็นอะตอมและโมเลกุลเล็กๆเพื่อใช้เป็นวัตถุในการสังเคราะห์วัสดุขึ้นใหม่ได้อีก

การลดมลภาวะที่เกิดจากการผลิตพลังงาน ไฟฟ้า และจากการสันดาปในเครื่องยนต์ทำได้ใช้นาโนเทคโนโลยี อาจทำได้โดยชีวภาพ (Biofuel) เช่นการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยามาผสมกับระบบนาโนอิเล็กทรอนิกส์ หรือ นาโนมส์ (NEMS) เพื่อพัฒนาเครื่องกำเนิดพลังงานเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) โดยใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นพลังงานขับเคลื่อนเครื่องยนต์ ซึ่งในปัจจุบันกำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนา

การแยกส่วนประกอบต่างๆ ของวัสดุหรือโมเลกุลต่างๆออกจากกันนั้น จัดเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการกำจัดของเสียเป็นอย่างยิ่ง โครงสร้างขนาดนาโนของวัสดุบางชนิดมีคุณสมบัติในการแยกส่วนประกอบของสารพิษและจับอนุภาคของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำและอากาศได้ เช่น การนำเอาโมเลกุลของสารอีดีทีเอมาสร้างเป็นโครงสร้างขนาดนาโนที่มีชื่อว่า Siderophores ซึ่งมีลักษณะคล้ายปลาหมึกยักษ์ที่มีแขนสามารถจับอะตอมของโลหะหนัก เช่น สารหนูและตะกั่ว และโมเลกุลของสารพิษชนิดอื่นๆ ที่พบในน้ำเสียได้ โดยระบบการกรองอากาศและกรองน้ำโดยใช้แผ่นกรองระดับนาโน (Nanofilter) ที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากพอลิเมอร์ หรือผลึกที่มีรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรุนจำนวนมาก เช่น นำ ซีโอไลต์ (Zeolite) มาใช้ในการแยกสารหรือก๊าซที่ต้องการออกจากสาร ปนเปื้อนชนิดอื่นๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการกรองน้ำ กรองอากาศ และกำจัดสารพิษ ปนเปื้อนในน้ำ

ด้านอุตสาหกรรมเคมีและเครื่องสำอาง

ในปัจจุบัน แนวโน้มการพัฒนาเครื่องสำอางด้วยนาโนเทคโนโลยีสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- ครีมบำรุงที่มีอนุภาคบรรจุสารอุ้มความชื้น (Hemectants) สารทำหน้าขาว (Whitening Agent) สารชะลอความแก่ (Anti-aging) เอนไซม์หรือวิตามินต่างๆ
- ครีมกันแดดที่มีสารกันแดด (Sunscreen) หรือสารอุ้มความชื้น
- ครีมรองพื้นที่มีสารปรับสีผิว หรือสารทำให้ผิวสีเข้ม (Tanning Agents)
- ลิปสติกที่มีอนุภาคนาโนบรรจุน้ำมันเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นที่สามารถออกฤทธิ์ได้เมื่ออนุภาคแตก
- แป้งแข็งและอายชาร์โดร์ที่มีอนุภาคบรรจุสารสี (Picment) และหัวน้ำหอม

นอกจากนี้การใช้อนุภาคนาโนที่ไม่ได้บรรจุสาระสำคัญใดๆ เช่น ไลโปโซมแบบเปล่าเพื่อ เป็นส่วนผสมในครีมบำรุงผิวสามารถช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวได้

สำหรับประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมาเป็นเวลานาน เช่นกัน แต่โดยมากมุ่งเน้นการพัฒนาสูตรเครื่องสำอาง หรือเป็นการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการตาม มหาวิทยาลัยต่างๆ โดยในปี พ.ศ. 2547 องค์การเภสัชกรรม ได้ออกผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวที่ใช้ ไลโปโซมขนาดนาโน ซึ่งกักเก็บสารสกัดจากพืชตระกูลขมิ้นชัน (Tetrahydrocurcuminoids) ไว้ภายใน เพื่อ ฟื้นฟูผิวและต่อต้านมูลอิสระซึ่งเป็นตัวการที่ทำผิวหนังเหี่ยวย่น โดยได้ผสมรวมกับวิตามินเอ และ โปรวิตามินบี 5 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

สำหรับการพัฒนาเครื่องสำอางค์ในระดับต่างประเทศมีการพัฒนาในปี ค.ศ. 1998 บริษัท ลอ รีอัล (L' Oreal) ได้ผลิตครีมบำรุงผิวแบบใหม่ (Revitalift Anti - Wrinkle Cream) ที่บรรจุสารบำรุง ผิวอยู่ในนาโนแคปซูล (Nanocapsules) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 นาโนเมตร ทำให้แคปซูล สามารถแทรกซึมผ่านผิวหนังชั้นนอก และรูขุมขนเข้าไปปล่อยสารบำรุงผิวที่บรรจุอยู่ในนาโน แคปซูลซึ่งประกอบด้วยวิตามินเอ เรตินอล และ เบต้า-แคโรทีน ที่เซลล์ชั้นใน ได้โดยตรงซึ่งวิธีนี้จะ ทำให้ผิวพรรณของผู้ใช้เปล่งปลั่งขึ้น และบรรเทารอยเหี่ยวย่นต่างๆ ให้ลดลงอย่างได้ผล นอกจากนั้นบริษัท ลอรีอัล (L' Oreal) ยังมีแผนที่จะออกผลิตภัณฑ์ใหม่ (Primordiale Intense and Hydra Zen Serum) โดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติเช่น วิตามินเอ ส่วนผสมของข้าวสาลี สารสกัด เมล็ดดอกทานตะวัน และน้ำผึ้ง ซึ่งบรรจุอยู่ในนาโนแคปซูล โดยทางบริษัทได้วางแผนโครงการ ดังกล่าวเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการแพทย์และสาธารณสุข

นาโนเทคโนโลยีสามารถนำมาใช้ได้หลายวิธีด้วยการพัฒนาอุปกรณ์นาโนในการตรวจโรคและการรักษา ตัวอย่างของการตรวจสอบโรคคือ การใช้นาโนเซ็นเซอร์ (Nanosensor) เพื่อตรวจสอบประเภทของสารที่ก่อโรค เช่น เชื้อโรคชนิดต่างๆหรือใช้ในการตรวจว่าคนไข้เป็นโรคนั้นๆ หรือไม่ โดยใช้นาโนเซ็นเซอร์ (Nanosensor) ที่สามารถจับสารจำเพาะในโรคนั้นๆ เช่น เซลล์มะเร็งจะมีสารที่เรียกว่าแอนติเจน ดังนั้นถ้านาโนเซ็นเซอร์ (Nanosensor)สามารถตรวจจับแอนติเจนชนิดนั้นได้อย่างแม่นยำในระยะเริ่มต้น จะทำให้การรักษาโรคเป็นไปได้ง่ายและรวดเร็ว หรือการใช้ตัวตรวจจับเช่น ท่อนาโน (Nanotube) หรือ (Microarray) ของดีเอนเอชิพ (DNA chip) ที่สามารถจับคู่กับสายดีเอ็นเอในคนไข้ได้อย่างจำเพาะเจาะจง และแสดงผลการเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณ เมื่อมีการจับคู่กับสารเป้าหมาย การใช้ควอนตัมดอทในการค้นหาตำแหน่งที่เกิดขึ้นโรค เช่น เนื้อเยื่อที่เกิดมะเร็ง โดยการรักษาโรคเฉพาะจุด (Targeted drug delivery) จะใช้การนำส่งยาในรูปแบบอนุภาคขนาดเล็กเพื่อให้สามารถไปถึงเป้าหมายได้ ควบคุมอัตราการปลดปล่อยยาได้ตามต้องการ และสามารถลดอาการข้างเคียงของยาที่ไม่ต้องการได้ อีกแนวทางหนึ่งคือการทำวิศวกรรมเนื้อเยื่อเพื่อปลูกอวัยวะเทียมในห้องทดลองแล้วทำการปลูกถ่ายหรือเหนี่ยวนำให้ร่างการมีการสร้างเนื้อเยื่อเอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดแทนการขาดแคลนอวัยวะในคนไข้ที่ประสบอุบัติเหตุหรือมีปัญหาจากการปลูกถ่ายอวัยวะ เป็นต้น

ด้านพลังงาน

นาโนเทคโนโลยีกำลังเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่แก้ไขปัญหาด้านพลังงานโดยเฉพาะการสร้างเซลล์สุริยะแบบฟิล์มบาง นาโนของสารอินทรีย์ราคาถูกรวมทั้งการพัฒนาเซลล์สุริยะแบบอิเล็กโตรเคมีคอลที่ใช้โมเลกุลสีอินทรีย์ชนิดพิเศษในการจับแสงอาทิตย์ไว้แล้วส่งอิเล็กตรอนที่ได้ต่อไปยังหมุดขนาดนาโนของไททาเนียมไดออกไซด์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน

อีกแนวทางหนึ่งในการนำนาโนเทคโนโลยีมาเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์สุริยะก็คือการเลียนแบบวิธีการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งใช้โมเลกุลชีวภาพเป็นตัวรับแสงและเปลี่ยนแสงให้เป็นไฟฟ้า โครงสร้างขนาดนาโนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อเลียนแบบกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชเรียกว่า ไดแอดส์ (Dyads) , ไตรแอดส์ (Triads) และแพนแตดส์ (Pentads) ซึ่งเป็นโครงสร้างโมเลกุลที่มีหน่วยย่อย 2 ,3 และ 5 หน่วยตามลำดับ โดยแต่ละหน่วยจะแยกกันทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น ไดแอดส์ เกิดจากการประกอบกันของโมเลกุลคลอโรฟิลล์กับโมเลกุลของบัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีน โดยที่คลอโรฟิลล์จะทำหน้าที่เหมือนจานรับแสงที่สามารถเปลี่ยนแสงไปเป็นไฟฟ้า และโมเลกุลของบัคมินสเตอร์ฟูลเลอรีนจะทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุอิเล็กตรอนที่ได้จากโมเลกุลคลอโรฟิลล์ การทำงานร่วมกันของโมเลกุลต่างๆนี้จะสามารถนำไปสู่การสร้างอุปกรณ์ผลิตและสะสมพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่มีน้ำหนักเบา ราคาถูก มีความเป็นพิษต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากพลังงานแสงแล้ว ยังมีแนวความคิดในการนำเอาเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel call) มาใช้กับไฮโดรเจนเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเช่น ในการนำก๊าซไฮโดรเจนมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์กำเนิดพลังงานชนิดนี้จะทำงานด้วยการใช้ปฏิกิริยาเคมี ดึงนำเอาก๊าซออกซิเจนที่ได้จากอากาศมาทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจน พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์ชนิดนี้จัดเป็นพลังงานสะอาดเพราะมีผลิตภัณฑ์พลอยได้พียงแค่ความร้อนและน้ำเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ผลิตพลังงานจากก๊าซไฮโดรเจนดังกล่าว ยังไม่สามารถนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย เพราะนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถสร้างภาชนะน้ำหนักเบาที่สามารถกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนปริมาณมากได้อย่างปลอดภัย แต่เมื่อการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่สามารถสร้างวัสดุน้ำหนักเบาที่ทนต่อแรงอัดมหาศาลของก๊าซไฮโดรเจนและสามารถป้องกันการลอดผ่านของก๊าซไฮโดรเจนได้เป็นผลสำเร็จ หรือพัฒนาวัสดุที่ดูดซับก๊าซไฮโดรเจนในปริมาณมากที่ความดันต่ำก็จะสามารถมีการพัฒนาแหล่งกำเนิดพลังงานที่สะอาด ปลอดภัย ราคาถูก และยั่งยืนได้

นอกจากนี้นาโนเทคโนโลยียังสามารถช่วยแก้ปัญหาความยุ่งยากและความปลอดภัยในการกักเก็บก๊าซไฮโดรเจน ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยเชื่อมโมเลกุลไฮโดรเจนออกมาจากแหล่งวัตถุดิบต่างๆที่สามารถเติมได้สะดวกและปลอดภัยเช่น แอลกอฮอล์ ขั้นตอนต่อมาในการปรับปรุงเชื้อเพลิงก็คือการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนในการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิง ส่วนขั้นตอนสุดท้ายก็คือการใช้อุปกรณ์ประเภทนาโนเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดอัตราการรั่วไหลของก๊าซไฮโดรเจนเพื่อเพิ่มความปลอดภัย พัฒนาการอีกประเภทหนึ่งของนาโนเทคโนโลยีในด้านพลังงานก็คือ การสร้างแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การใช้ท่อนาโนคาร์บอนในการเก็บกักลิเทียมไอออนเอาไว้ภายในท่อเพื่อป้อนใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ละอะตอม ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่มีขนาดเล็กลงมากและจุไฟได้มากขึ้น โดยไม่ต้องชาร์จไฟบ่อย

ด้านวัสดุ , อุตสาหกรรมสิ่งทอและสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์

ในปัจจุบันเส้นใยธรรมชาติทุกชนิดที่ถูกสร้างขึ้นมาจากนาโนเทคโนโลยี เช่น เส้นใยของผ้าขนสัตว์และผ้าไหมก็เกิดจากการที่โมเลกุลของโปรตีนมาเรียงตัวต่อกันทีละโมเลกุลอย่างเป็นระเบียบ เส้นใยเซลลูโลสของผ้าฝ้ายก็เกิดจากการจัดเรียงของโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสทีละโมเลกุลเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตเส้นใยผ้าในระดับอุตสาหกรรมโดยการใช้คนจัดเรียงอะตอมทีละอะตอมโมเลกุลทีละโมเลกุลเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติเพราะต้องใช้เวลานานหลายหมื่นหลายแสนปี

นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ของบริษัทนาโน-เท็ก แอลแอลซี (Nano-tex LLC)ในสหรัฐอเมริกาได้ประสบผลสำเร็จในการนำวิทยาการด้านนาโนเทคโนโลยีมาใช้ปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติ ทั้งผ้าฝ้าย ผ้าไหม ผ้าขนสัตว์ ตลอดจนผ้าใยสังเคราะห์ เช่น พอลิเอสเตอร์ และไนลอนได้เป็นครั้งแรก วิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้สามารถทำได้อย่างง่ายๆโดยใช้อุปกรณ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานผลิตสิ่งทอส่วนใหญ่มีอยู่แล้ว ทำให้ไม่ต้องเพิ่มต้นทุนที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องมือราคาแพง โดยสิ่งที่บริษัทนาโน-เท็ก แอลแอลซี (Nano-tex LLC)ค้นพบคือการพัฒนาสารเคมีและวิธีการเคลือบเส้นใยต่างๆให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเช่น ไม่เปียกน้ำและน้ำมัน ไร้รอยเปื้อน ไร้รอยขับ เป็นต้น โดยสารเคมีที่พัฒนาขึ้นมาจะสร้างพันธะเคมี (โดยเฉพาะพันธะโควาเลนท์) กับโมเลกุลของเส้นใยประเภทต่างๆได้ ซึ่งจะทำให้สารเคมีติดแน่นอยู่กับเนื้อผ้าได้เป็นเวลานาน และไม่หลุดออกจากเส้นใยผ้าในขณะการซักรีดนอกจากนี้สารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของผ้ายังมีขนาดที่เล็กมาก จึงทำให้เนื้อผ้ายังคงมีคุณสมบัติและมีสัมผัสคล้ายเดิมทุกประการ

สำหรับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) การใช้นาโนเทคโนโลยี ยกตัวอย่างได้เช่น อนุภาคของทองคำที่มีขนาด 20-30 นาโนเมตร จะมีสีแดงเข้ม ซึ่งจิตรกรสามารถวาดภาพบนแผ่นกระจกของโบสถ์โบราณในยุโรปได้ ในคุณสมบัติข้อนี้ ในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และจีน ผู้คนส่วนใหญ่มีความเชื่อว่า ผงทองคำมีประโยชน์ต่อสุขภาพจึงมีการใส่ผงหรือชิ้นเปลวทองคำในเหล้าสาเกชนิดพิเศษ ในระยะหลังเริ่มนิยมทำผงทองคำให้เล็กระดับนาโน เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า อนุภาคของทองคำขนาดนาโน จะมีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะไม่เกิดกับอนุภาคทองคำทั่วไปที่มีขนาดโตกว่า ผลพลอยได้จากการเติมอนุภาคนาโนของทองคำในสุรา เช่น เหล้าองุ่น เหล้าสาเก คือ จะช่วยลดระยะเวลาที่ต้องใช้ในการบ่มสุราให้มีรสชาติที่ดีให้เหลือเวลาที่สั้นลงมาก ซึ่งช่วยเพิ่มคุณค่าให้สูงยิ่งกว่าการใส่ผงหรือเปลวทองคำธรรมดา ดังนั้นเทคโนโลยีควบคุมคุณภาพหรือปรับปรุงคุณภาพที่เกิดจากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์คนไทยจะเป็นประโยชน์กับอุตสาหกรรมประเภทนี้

สถาปัตยกรรม

ปัจจุบันศาสตร์แห่งการออกแบบโมเลกุลได้ก้าวขึ้นมาถึงระดับนาโนแล้ว และกำลังส่งผลกระทบออกไปอย่างกว้างขวางจนออกนอกสาขาหลักของวิทยาศาสตร์ไปแล้ว เริ่มจากเภสัชศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ไปจบถึงสถาปัตยกรรมศาสตร์ โดยศาสตร์หลังสุดนี้ถือเป็นวิชาชีพของช่างตั้งแต่โลกเราเริ่มมีอารยธรรม โดยอารยธรรมของมนุษย์นับแต่อดีตมักจะเน้นสร้างสิ่งปลูกสร้างใหญ่ๆ

แนวคิดของสถาปนิกแบบเดิม (Conventional Architects) กำลังจะถูกพัฒนาจากศาสตร์ใหม่ที่กำลังจะเกิดขึ้น นั่นคือ นาโนสถาปัตยกรรมศาสตร์Nanoarchitectonics) โดยเป็นศาสตร์แห่งการออกแบบสิ่งปลูกสร้างขนาดนาโนเมตร ซึ่งได้หลอมรวมวิชาการจากหลายๆแขนงเข้ามา ตั้งแต่ ฟิสิกส์ เคมี เทคโนโลยีสารสนเทศ คณิตศาสตร์ชีววิทยา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมโครงสร้าง วัสดุศาสตร์ และที่ขาดไม่ได้คือ สถาปัตยกรรมศาสตร์นาโน

เนื้อหาของนาโนสถาปัตย์ครอบคลุมการออกแบบโครงสร้างขนาดนาโน อุปกรณ์เครื่องจักรกลจิ๋ว ไปจนถึงหุ่นยนต์นาโน โดยเน้นการสร้างจาก ล่างขึ้นบน (Bottom-UpApproach) ความสามารถในการประกอบตัวเอง(Molecular Self Assembly)โครงสร้างนาโนแบบมีลำดับชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Hierachically Designed Nanostructure) และการวัดในระดับอะตอม (Atomic LevelMeasurement) ในช่วงสิบปีที่ผ่านมานี้ นาโนสถาปัตย์มักจะเกี่ยวข้องกับการศึกษาและออกแบบ เส้นลวดโมเลกุล แท่งและฟันเฟืองโมเลกุล สวิตช์โมเลกุล เกียร์โมเลกุล และ มอเตอร์โมเลกุล ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีประโยชน์เพื่อนำไปสร้างสิ่งที่ใหญ่และทำงานซับซ้อนมากกว่า เช่น นาโนเซ็นเซอร์ชิพนาโน ไปจนถึงระบบผลิตนาโน (Nano-manufacturing)

นาโนสถาปัตย์กำลังพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมากโดยอาศัยการเรียนรู้และเลียนแบบ ระบบนาโนที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตอย่างเช่น ระบบสังเคราะห์แสง ระบบจัดการพลังงาน โปรตีน เมมเบรน เพื่อนำมาสังเคราะห์องค์ความรู้ สูตร(Recipe) และเทคโนโลยีอุปกรณ์โมเลกุลของมนุษย์ ศาสตร์ใหม่แขนงนี้เลยถูกเรียกว่า นาโนสถาปัตย์ที่เรียนรู้จากสิ่งมีชีวิต (BiomimeticNanoarchitectonics) หรือเรียกโดยย่อว่า ชีวนาโนสถาปัตย์ (Bio-Nanoarchitectonics)จะเห็นได้ว่า ชีวนาโนสถาปัตย์นั้น ทำหน้าที่ถ่ายทอดองค์ความรู้จากการมองธรรมชาติลองผิดลองถูกมาให้มนุษย์สร้างเทคโนโลยี แต่มนุษย์นำสามารถดัดแปลง ได้ เช่น การสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อเราเลียนแบบมาศึกษาเซลล์สุริยะแบบอินทรีย์ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุประเภทเดียวกัน สามารถใช้วัสดุที่เราคิดค้นขึ้นเอง เช่น โพลิเมอร์นำไฟฟ้าและ บัคกี้บอล เป็นต้น

5.) ประเทศไทยกับถนนสายนาโนเทคโนโลยีโลก

การให้การสนับสนุนนาโนเทคโนโลยีทั่วโลกมีการให้การสนับสนุน ทางด้านงบวิจัย และการพัฒนาบุคลากรดังนี้ประเทศสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ.2546 รัฐสภาอเมริกันได้มีการตราพระราชบัญญัติที่เรียกว่าการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีของศตวรรษที่ 21 (21st Century Nanotechnology Research and Development Act) เพื่อรับประกันว่าการวิจัยทางด้านนี้จะได้รับการสนับสนุนมากเพียงพอที่จะทำให้อเมริกาเป็นผู้นำทางด้านนาโนเทคโนโลยี พระราชบัญญัติฉบับนี้กำหนดให้รัฐบาลมีหน้าที่ส่งเสริมการวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยี โดยให้มีการลงทุนเป็นจำนวนเงิน 150,000 ล้านบาทภายในเวลา 4 ปี โดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้จัดตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีให้กระจายตัวไปยังมหาวิทยาลัยต่างๆ เพื่อให้สหรัฐอเมริกาสามารถครองความเป็นเลิศครอบคลุมในศาสตร์ด้านต่างๆ ของนาโนเทคโนโลยีทั่วโลก

นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศทั่วโลกลงทุนทั้งทางด้านงบวิจัย และการพัฒนาบุคลากร โดยเฉพาะบุคลากรรุ่นใหม่ๆ โดยเฉพาะญี่ปุ่นและยุโรปถือเป็นอันดับสองและสามในด้านเงินลงทุน โดยสหภาพยุโรป ถือว่าเป็นกลุ่มที่มีการวางแผนการให้งบประมาณทางด้านงบวิจัย และการพัฒนาบุคลากร เพราะมีการวางระบบและทิศทางการวิจัยอย่างเป็นขั้นเป็นตอน มีการวางแผนกลยุทธ์ทั้งทางด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ นาโนวัสดุ และนาโนการแพทย์ โดยมีการสำรวจโครงสร้างพื้นฐานทั้งทวีปและจัดลำดับความสำคัญในการทำประเภทของนาโนเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประเทศอื่นๆ ในประเทศเอเชียมีการสนับสนุนนาโนเทคโนโลยีคือ

ไต้หวัน ซึ่งเริ่มดำเนินโครงการนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเมื่อปี พ.ศ. 2545 กำหนดให้มีการลงทุนเป็นจำนวนเงิน 25,000 ล้านบาท ระหว่างปี พ.ศ. 2546-2551

เกาหลีได้ลงทุนเป็นจำนวนเงินประมาณ 80,000 ล้านบาท ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2553 โดยตั้งเป้าหมายว่าประเทศจะเป็นอันดับหนึ่งของโลกในการแข่งขันเฉพาะทาง อาทิเช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความหนาแน่นสูง

สาธารณรัฐประชาชนจีนลงทุนในโครงการด้านนาโนเทคโนโลยี เป็นจำนวนเงินประมาณ 10,000-12,000 ล้านบาทภายในเวลา 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2544-2548

สิงคโปร์ใช้จ่ายเงินประมาณ 600 ล้านบาท ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีชีวภาพ

มาเลเซียได้จัดสรรทุนวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นจำนวนเงินถึง10,000 กว่าล้านบาท ในเวลา 5 ปีตั้งแต่ พ.ศ. 2544-2548

เวียดนามเริ่มการจัดทำโครงการนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยมีการลงทุนเป็นจำนวนเงินประมาณ 14 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2547

รูปแสดงประมาณมูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีทั่วโลกใน พ.ศ. 2558 ของ National Science Foundation (NSF) : จำนวนเงิน (ล้านล้านบาท)

ความพร้อมทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

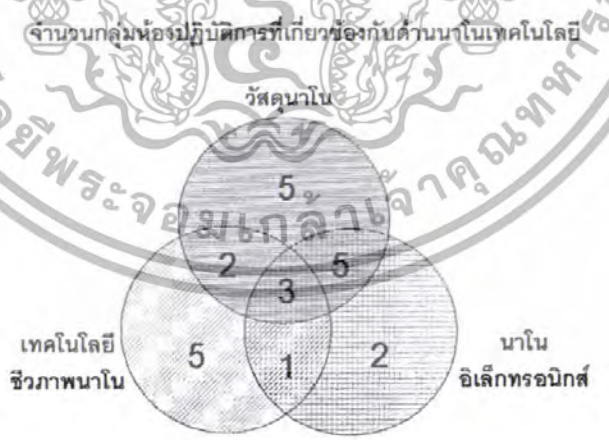
นาโนเทคโนโลยียังเป็นศาสตร์และเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย และอยู่ในขั้นเริ่มต้น รัฐบาลไทยได้จัดสรรงบประมาณเป็นจำนวนเงิน 6 ล้านบาท เพื่อการจัดทำแผนแม่บทนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยในปี 2547 จากการรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยเปรียบเทียบการลงทุนด้านนาโนเทคโนโลยีของรัฐบาลประเทศต่าง ๆ ในปี 2546 พบว่าประเทศไทยมีการลงทุนน้อยมากเมื่อเทียบประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศเพื่อนบ้านเช่นประเทศสิงคโปร์และมาเลเซีย

จากการสำรวจโดย สวทช. ในปี 2546 ประเทศไทยมีนักวิจัยที่ความชำนาญหรือเริ่มงานวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีทั้ง 3 สาขาอยู่จำนวนประมาณ 130 คน กระจายอยู่ตามห้องปฏิบัติการวิจัยตามสถาบันศึกษาและองค์กรต่างๆ โดยงานวิจัยในภาคเอกชนยังน้อยอยู่มาก งานวิจัยส่วนใหญ่กระจายอยู่ตามสถาบันการศึกษา ตัวอย่าง เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นต้น

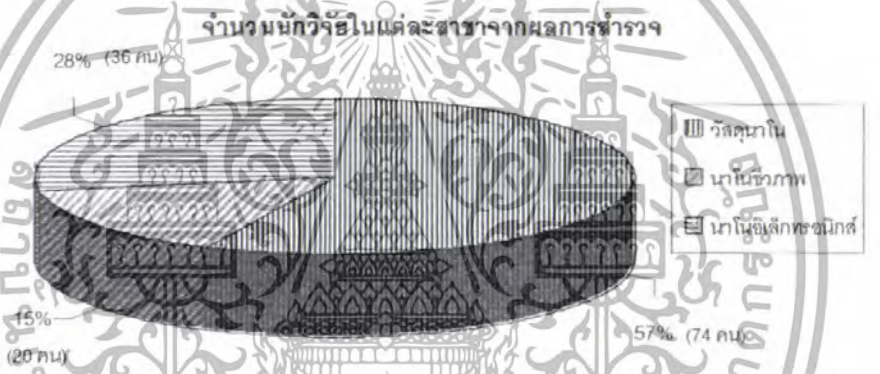
รูปแสดงสัดส่วนนักวิจัยที่มีความชำนาญหรือความสนใจด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยปี 2546 แยกตามแหล่งปฏิบัติ



รูปแสดงจำนวนกลุ่มห้องปฏิบัติการจากผลการสำรวจจำนวนบุคลากรวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ปี 2546 แยกตามสาขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิแสดงผลการสำรวจของกลุ่มนักวิจัยและห้องปฏิบัติการในทางด้านนาโนเทคโนโลยีแบ่งตามความสนใจในสาขาหลัก 3 สาขา ผลปรากฏว่าจำนวนนักวิจัยในด้านวัสดุนาโนมีเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 57 นักวิจัยในด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์มีสัดส่วนรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 28 และนักวิจัยในด้านเทคโนโลยีชีวภาพนาโนมีเป็นสัดส่วนที่น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 15 ส่วนผลการสำรวจกลุ่มห้องปฏิบัติการพบว่ามีห้องปฏิบัติการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ 23 ห้องปฏิบัติการ มี 5 ห้องปฏิบัติการที่ เน้นด้านวัสดุนาโนโดยเฉพาะ 2 ห้องปฏิบัติการที่เน้นด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ และ 2 ห้องปฏิบัติการที่เน้นด้านเทคโนโลยีชีวภาพนาโนโดยเฉพาะ มีห้องปฏิบัติการที่ทำการวิจัยด้านวัสดุนาโนและอิเล็กทรอนิกส์ 5 ห้องปฏิบัติการ ด้านวัสดุนาโนและเทคโนโลยีชีวภาพนาโน 2 ห้องปฏิบัติการ ด้านเทคโนโลยีชีวภาพนาโนและอิเลกทรอนิกส์ 1 ห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้มีทั้งหมด 3 ห้องปฏิบัติการที่มีการวิจัยรวมทั้ง 3 ด้านในที่เดียวกัน



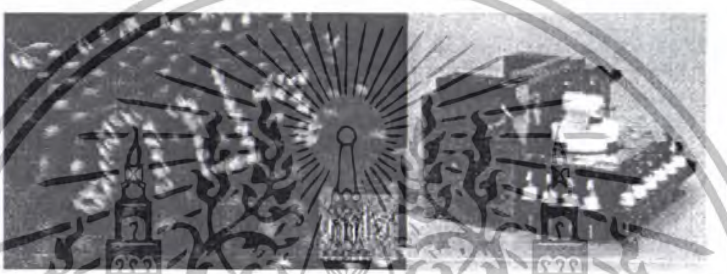
รูปแสดงสัดส่วนนักวิจัยจากผลการสำรวจจำนวนบุคลากรวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ปี 2546 แยกตามสาขา

สำหรับภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้เริ่มมีการนำนาโนเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ อุตสาหกรรมประกอบอุปกรณ์เก็บหน่วยความจำแบบดิสก์ (hard disk drive) อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลไฟฟ้าจุลภาค (Micro-Electro-Mechanical Systems: MEMS) เพื่อใช้ในอุปกรณ์ทางการแพทย์ โรงงานผลิตฟิล์มบางสำหรับอุตสาหกรรมประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเริ่มมีการนำตัวเร่งปฏิกิริยาโครงสร้างนาโนเข้ามาใช้งาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) นาโนเทคโนโลยีกับพระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย

กลุ่มนักวิจัยของดอน ไอเกลอร์ (Don Eigler) ที่ศูนย์วิจัยไอบีเอ็ม (IBM Almaden Research Center) ได้ร่วมมือกับนักวิจัยไทยจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) ในการจัดเรียงตัวคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) จำนวน 50 โมเลกุล เขียนลงบนผิวของโลหะทองแดง (Cu) เป็นพระปรมาภิไธยย่อ ภ.ป.ร. เพื่อเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ในฐานะที่เป็นพระบิดาแห่งเทคโนโลยีไทย ซึ่งเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ของโลกที่อักษรไทยได้ถูกจารึกไว้ในระดับอะตอม โดยพระปรมาภิไธยย่อ ภ.ป.ร.นี้มีขนาดความยาว 14 นาโนเมตร ความสูง 7 นาโนเมตร ตัวอักษร ภ เขียนด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์ 17 โมเลกุล ตัวอักษร ป เขียนด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์ 178โมเลกุล และตัวอักษร ร เขียนด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์ 15 โมเลกุล



รูปแสดงพระปรมาภิไธยย่อ ภ.ป.ร

7.) ความปลอดภัยและช่องว่างของนาโนเทคโนโลยี[1]

ช่องว่างระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์กับจริยธรรมที่เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี(The Gap of Science and Ethics in Nanotechnology) โดยในปัจจุบันกระแสความตื่นตัวด้านนาโนเทคโนโลยีขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว ซึ่งไม่ใช้การที่เทคโนโลยีนี้กำลังเข้ามาในวิถีชีวิตประจำวันของทุกคน แต่เพราะเป็นเทคโนโลยีที่สามารถทำได้ทุกอย่าง โดยเข้าไปมีผลกระทบกว้างขวางในเชิงผลกระทบและแคบในเชิงความใกล้ชิดกับมนุษย์ ซึ่งตัวอย่างในแง่จริยธรรมของศาสตร์แขนงอื่นเช่นในอดีตการวิจัยทางเด็กหลอดแก้วที่มีการออกมาประท้วงทั่วโลกแต่ในปัจจุบันการทำเด็กหลอดแก้วกลับกลายเป็นความหวังช่วยให้คนมีบุตรยากนับแสนๆคนทั่วโลกหรืออีกตัวอย่างคือการวิจัยเซลล์ต้นกำเนิด (Stem Cell) ที่มีความคิดเห็นและขอบเขตของจริยธรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งเช่นเดียวกับนาโนเทคโนโลยี ที่จะมีผลกระทบต่อสังคมในแง่จริยธรรม , สภาพแวดล้อม , เศรษฐกิจ , กฎหมายและวิถีชีวิตที่ยังคงเป็นช่องว่างที่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง โดยสิ่งที่เป็นกังวลของนักวิชาการหลายฝ่ายทั่วโลกในเรื่องที่มองถึงอนาคต เช่น หุ่นยนต์นาโนจะ

[1] ที่มา : ดร. ผัฏฐิตา ชวนเกริกกุล ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครองโลกหรือเปล่า หรือในการมองมุมกว้างเช่นผลกระทบต่อสังคมเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆซึ่งยังคงเป็นสิ่งที่ยังมองไม่เห็นหรือยังไม่เกิด แต่จากการศึกษาทั่วโลกพบว่าสิ่งที่เป็นที่กังวลเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันคือ ความเหลื่อมล้ำทางเทคโนโลยี (Technology Divide) ที่เคยเกิดขึ้นกับยุคการเหลื่อมล้ำทางเทคโนโลยีสารสนเทศ(Digital Divide) เช่นความไม่เท่าเทียมกันของการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ , การคุ้มครองสิทธิ์ในความรู้ด้วยสิทธิบัตร เป็นต้น และยังเกิดการเหลื่อมล้ำทางเทคโนโลยี
ชีวภาพ (Genomic Divide) ซึ่งในอนาคตอาจเกิดยุคการเหลื่อมล้ำทางนาโนเทคโนโลยี(Nano Divide) ได้เช่นเดียวกัน เช่น ปัญหาเรื่องสิทธิส่วนบุคคลและความปลอดภัย (Privacy and Security) ที่มีความกังวลในการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีที่สามารถสร้างสิ่งที่มีขนาดเล็ก ที่สามารถแฝงตัวได้ทุกที่ ซึ่งอาจเป็นปัญหาการละเมิดความเป็นส่วนตัวได้

ซึ่งจากประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยีอาจจะทำให้การดำรงชีวิตในปัจจุบันสะดวกสบายยิ่งขึ้น แต่ถ้าใช้ในทางที่ไม่ดีอาจเกิดการก่อการร้ายนาโน (Nano-Terrorism) เนื่องจากอนุภาคนาโนจะมีขนาดเล็กกว่าฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อที่จะเกิดก่อการร้ายนาโน (Nano-Terrorism) ได้

อีกปัญหาคือ ความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งมีความกังวลที่ขยะนาโนจะทำลายสภาพแวดล้อม มีความเป็นพิษที่ตกค้างอยู่ในอากาศ , ดินและน้ำ ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะมีต่อไปเรื่อยๆ ถ้าการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยีไม่มีคำตอบให้ ซึ่งต้องใช้ความร่วมมือของหน่วยงานทางการวิจัยนาโนเทคโนโลยีและบุคคลทั่วไปศึกษาผลกระทบ

ซึ่งในปัจจุบันมีการสนับสนุนการวิจัยทางจริยศาสตร์ที่เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี เช่น สหรัฐอเมริกาให้เงินทุน 600-1,100 ล้านบาท ซึ่งในประเทศไทยแผนของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติให้เงินสนับสนุนการวิจัยทางนาโนเทคโนโลยี ส่วนทางจริยศาสตร์ยังไม่มีการวิจัยอย่างชัดเจนแต่ ปัจจุบันหน่วยงานทางนาโนเทคโนโลยีเริ่มมีการสนใจการศึกษาผลทางจริยศาสตร์มากขึ้นโดยการศึกษาเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยทางนาโนเทคโนโลยี (Nano Safety)ในประเทศต่างๆ มีดังนี้

ประเทศสหรัฐอเมริกา

- ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Nanotechnology Initiative (NNI)) มีการกำหนดแผนงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และความปลอดภัย (Environmental Health and Safety ; nano EHS) ในปี ค.ศ. 2008 สูงขึ้นกว่าในปี ค.ศ. 2007 ถึง 12.1%

- หน่วยงานต่างๆ เช่น อีพีเอ (EPA) มีการจัดตั้งโครงการนาโนเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และความปลอดภัย

กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป มีการจัดตั้งโครงการความร่วมมือต่างๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นาโนเซฟ (Nanosafe) เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ด้านสุขภาพ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมระดับโลก การพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดขั้นสูง การพัฒนากระบวนการป้องกันในอุตสาหกรรมเพื่อการใช้วัสดุนาโนอย่างปลอดภัย

- นานอช (NANOSH) เป็นศึกษาลักษณะและการสัมผัสในห้องปฏิบัติการและสถานประกอบการของวัสดุนาโน รวมทั้งทำการประเมินในด้านความเป็นพิษต่อยีนส์ (Genotoxicity) การติดไฟ (Inflammation) และ Microvascular effects

- NanoPhathology ศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคนาโนในสิ่งมีชีวิต

- นาโนเฟท (NanoFate) ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม (environmental fate) ของอนุภาคนาโน และศึกษาความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต

- นาโนไซเคิล (NanoCYCLE) เป็นโครงการในอนาคตศึกษาเกี่ยวกับการรีไซเคิลของผลิตภัณฑ์นาโน

ประเทศเยอรมนี

- จัดตั้งโครงการนาโนแคร์ (NanoCare) ดำเนินการศึกษาตั้งแต่การผลิตอนุภาคนาโนที่ปัจจัย (parameter) ต่างๆ การวิเคราะห์ลักษณะของอนุภาค การทดสอบทั้งในหลอดแก้วในสิ่งแวดล้อมเทียม (In vitro) และในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (In vivo) เพื่อระบุความเป็นอันตราย รวมทั้งการศึกษาด้านการค้า (Occupational Exposure)

ประเทศญี่ปุ่น

- องค์การเอ็นอีดีโอ (New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงเกี่ยวกับวัสดุนาโน (Nanomaterial) ที่มีการผลิตขึ้นทั้งในด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตของวัสดุนาโน

ประเทศจีน

- จัดตั้งห้องปฏิบัติการนาโนเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยแห่งชาติ (China Nanosafety Lab)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

รายละเอียดต่างๆ ขององค์ประกอบโครงการ

ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

ขนาดของเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์

- ความลึกของพื้นที่ทำการทดลอง

หากพื้นที่หรือโต๊ะทำการทดลอง มีความลึกมากเกินไป ผู้ออกแบบมักจะแก้ปัญหาโดยการทำให้เป็นพื้นที่เก็บของ ซึ่งจะทำให้การทำความสะอาดและดูแลเป็นไปได้ยาก โดยทั่วไปจะใช้ระยะ 60 เซนติเมตร ในกรณีที่อุปกรณ์ทดลองมีขนาดใหญ่มาก อาจมีความลึกถึง 75 เซนติเมตร

- อ่างน้ำ

สำหรับการดูแลทำความสะอาดที่สะดวก ขอบของอ่างน้ำ ควรจะอยู่สูงกว่าระดับของโต๊ะที่ทำการทดลองเล็กน้อย สำหรับกรณีที่โต๊ะไม่สามารถจัดทำให้มีความลึกมาก ก็อาจออกแบบให้มีอ่างน้ำ วางเข้าไปอีกชั้นเพื่อให้บรรจุน้ำได้มากขึ้น และสามารถปฏิบัติการทดลองได้โดยง่ายขึ้นด้วย สำหรับ Sink ที่เป็นแบบเคลื่อนที่ได้นั้น จะเป็นอีกแบบหนึ่ง

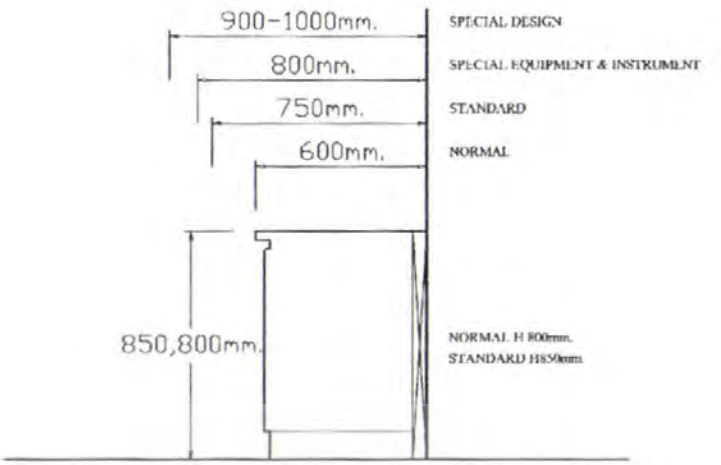
- ที่เก็บของบนพื้นที่ทดลอง(Storage)

ความลึกของตู้เก็บของ ไม่ควรเกิน 50 เซนติเมตร ทุกส่วนควรสามารถปรับขนาดได้ (Adjustable) หากมีการออกแบบตู้เก็บของใต้พื้นที่ทำการทดลองไว้ด้วย ก็ควรมีความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตรเช่นกัน แต่โดยปกติจะเลยไปถึง 60 เซนติเมตร เนื่องจากความลึกของโต๊ะทำการทดลอง นอกจากนี้ควรจัดเป็นแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ และควรกินพื้นที่ไม่เกิน 50%ของพื้นที่ใต้โต๊ะนั้นๆ เพราะควรเผื่อที่ไว้สำหรับขา ในกรณีที่นั่งเก้าอี้

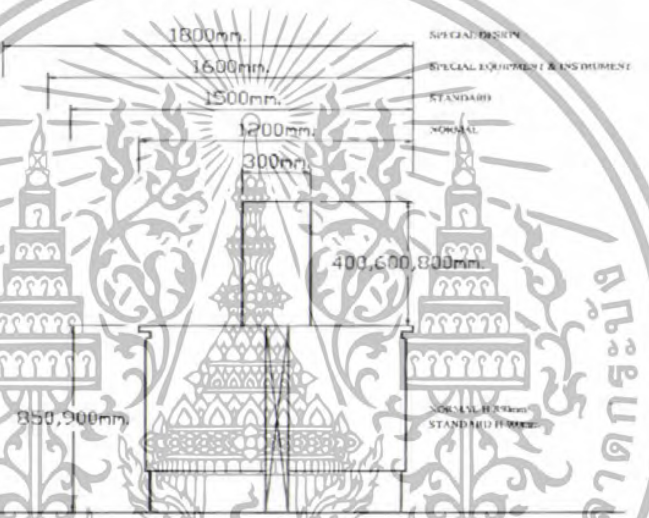
- ตู้เก็บของ(Storage Unit)

ขึ้นกับมาตรฐานของถาดที่ใช้เก็บของ(Tray)ที่ใช้ในการทำการทดลอง ใช้สำหรับอุปกรณ์ขนาดเล็ก หรือเครื่องมือพิเศษที่มีขนาดเล็ก สำหรับตู้เก็บของสูง สามารถใช้เก็บของได้หลายประเภท หากมีการจัดแบบต่อเนื่องกับพื้นที่เก็บของใต้โต๊ะทำการทดลอง ควรจัดให้เป็นระบบเดียวกัน

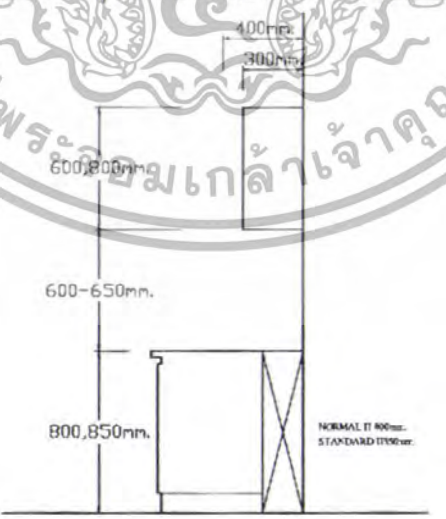
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระดับต่างๆของขนาดโต๊ะทดลองแบบติดผนัง



ระดับต่างๆของขนาดโต๊ะทดลองแบบลอยตัว



ระดับต่างๆของขนาดโต๊ะทดลองแบบมีตู้ลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ การจัดสภาพ และการปรับปรุงห้องปฏิบัติการ

หลักเกณฑ์ที่ควรยึดถือในการออกแบบ จัดสภาพ และปรับปรุงห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

1.สถานที่ตั้งและรูปแบบการก่อสร้าง

1.) อาคารที่เป็นห้องปฏิบัติการต้องตั้งอยู่ห่างจากอาคารที่อยู่อาศัย หรือบริเวณที่เสี่ยงอันตรายพอสมควร ทั้งนี้เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดจากไฟไหม้และการระเบิด

2.) อาคารต้องมีความมั่นคงแข็งแรง โครงสร้างของอาคารควรเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือโครงสร้างเหล็ก ผนังของตึกควรทำด้วยวัสดุทนไฟ ทั้งนี้ต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

3.) ความสูงจากพื้นถึงเพดานโดยเฉลี่ยไม่ควรน้อยกว่า 3 เมตร

4.) อาคารที่มีความสูงเกิน 3 ชั้น ต้องมีบันไดหนีไฟที่ได้มาตรฐาน และมีจำนวนที่เพียงพอ

5.) ต้องมีทางเดินโดยรอบอาคารทุกชั้น กว้างไม่ต่ำกว่า 2 เมตร เพื่อใช้ในกรณีเกิดอัคคีภัย เป็นทางหนีไฟและสะดวกในการดับไฟของเจ้าหน้าที่ดับเพลิงด้วย

6.)ต้องมีประตูอย่างน้อย 2 ทาง ขนาดควรกว้างไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตร

2.พื้นห้อง

1.) ควรเป็นพื้นคอนกรีต เรียบและผสมวัสดุกันซึม

2.)พื้นอาคารในบางจุดควรทำการเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษ สำหรับวางเครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก

3.)วัสดุปูพื้นควรมีความคงทนต่อการรับน้ำหนัก ป้องกันการขัดข่วน ล้างทำความสะอาดได้ รอยต่อต้องเชื่อมให้สนิท

3.ผนังและเพดาน

1.) ควรเป็นผนังเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ทำความสะอาดได้ง่าย ทนต่อกรดด่างและสาทำละลาย สามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้ และติดไฟได้ยาก โดยทั่วไปเป็นคอนกรีตทาทับด้วยสี

2.) สีทาผนังเพดาน ควรมีความคงทนต่อสารเคมี ล้างทำความสะอาดได้ง่าย และไม่ติดไฟ

3.) ส่วนที่เป็นกระจกที่แดดส่อง ควรใช้กระจกตัดแสง ฉากหรือม่านป้องกันแสงแดด

4.) ผนังกระจกควรใช้กระจกนิรภัย

5.) ประตูเปิดออกด้านนอก ทำด้วยเหล็กหนา 0.6 เซนติเมตร หรือวัสดุที่ทนสารเคมี

6.) หลอดไฟเป็นชนิดที่ป้องกนไฟได้ และสวิทช์เปิด- ปิดควรอยู่นอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการ (Working Surface)

1.) ต้องแข็งแรง มีความคงทนต่อการขีดข่วน

2.) มีรูพรุนน้อย ทำความสะอาดได้ง่าย ไม่เป็นรอยด่างหรือเปื้อนง่าย

3.) ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี

4.) เป็นแผ่นใหญ่ หรือแผ่นติดต่อกันตลอด และเรียบ

สภาพแวดล้อมการทำงาน

1.) อุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิห้องมีผลต่อการทำงานและผลการวิเคราะห์ โดยทั่วไปอุณหภูมิห้องไม่ควรเกิน 35 องศาเซลเซียส สำหรับหาวทดลอง บางเรื่องที่ต้องทำการควบคุมอุณหภูมิห้องให้คงที่ตลอดเวลา ต้องออกแบบห้องพิเศษ

2.) สีและวัสดุสำหรับห้องปฏิบัติการ

- ชนิดของสีทาผนังและฝ้าเพดาน

คุณสมบัติของสีทาผนังจะแตกต่างกันตามองค์ประกอบของสารเคมี สีที่ทาแล้วทำความสะอาดได้ง่ายได้แก่ สีที่มีความเงา (Gloss Finishes) เพราะมีสัดส่วนของเม็ดสี (Pigment) น้อยและมีผิวเรียบ ไม่เป็นรู สีที่มีความคงทนต่อสารเคมีและใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

- *Chlorinated-rubber-based Paints* เป็นส่วนผสมของ *Chlorinated rubber* และ *Plasticiring Resins* สารที่ใช้เป็น *Plasticisers* ต้องเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ทำให้คงทนต่อสารเคมี สีดังกล่าวมีความคงทนต่อสารละลายส่วนใหญ่ได้ดี แต่มักจะละลายหรืออ่อนตัวในสารละลายเหลวบางชนิด

- *Exoxy-resin-based Paints* ที่มีความคงทนต่อด่างและสารละลายอินทรีย์หลายชนิด แต่จะทำให้พื้นผิวไม่เรียบ(Blister)เข้มข้น นอกจากนี้ดังกล่าวมี ความคงทนต่อการถลอก และอุณหภูมิสูงสุดในสภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง เท่ากับ 90 องศาเซลเซียส

- *Polyrethane Paints* มีส่วนผสมมากมายหลายชนิด ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติที่มีความแตกต่างกันไป แต่โดยส่วนรวมแล้วมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับ *Exoxy-resin-based Paints*

-ชนิดของวัสดุสำหรับพื้น

วัสดุที่นิยมใช้สำหรับพื้นในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไป ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แผ่นไวนิล(Vinyl Sheet) ควรใช้ชนิดแผ่น ไม่ควรใช้ชนิดกระเบื้องยาง เนื่องจากมีรอยต่อมาก แผ่นไวนิลมีคุณสมบัติในการลดการปนเปื้อนได้ดีเมื่อ มีโพลีไวนิลร้อยละ 50 หรือไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้จะพบว่ามีคุณสมบัติที่โค้งงอ เมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่างผนังและพื้น และสามารถเชื่อมรอยต่อผนังหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ยึดติดกับพื้นได้ดี โดยวิธีการพ่นอากาศร้อน (Hot-air process) แต่ไม่ควรใช้รองอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากหรือถลอกง่าย และจะอ่อนตัวเมื่อสัมผัสกับสารอินทรีย์เหลว เป็นเวลานานๆ

- พรมน้ำมันปูพื้น หากเป็นพรมน้ำมันที่ผสมไม้ก๊อกป่นที่มีคุณสมบัติดีอาจนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการได้ ข้อเสีย คือ โค้งงอยาก มีปัญหาในเรื่องของรอยต่อ ไม่แนะนำให้ใช้ในห้องซึ่งล้างทำความสะอาดด้วยสารฆ่าเชื้ออยู่เสมอ

- กระเบื้องเซรามิคแก้ว มักใช้ในห้องสัตว์ทดลอง พื้นผิวที่เคลือบแก้วต้องมีความสม่ำเสมอ เพื่อลดการดูดซับน้ำ คุณสมบัติในการลดการปนเปื้อนไม่ลดลงแม้ผิวจะถลอก

- โพลีโปรไพลีน อาจหลอมและอ่อนตัวที่อุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมี จึงหากาวติดที่เหมาะสมได้ยาก วัสดุนี้ไม่ทนไฟและเมื่อติดไฟจะเผาไหม้ แต่จะทนทานการขีดข่วนและแรงกระแทกได้ดี

- วัสดุผสมประเภทใช้แล้วทิ้ง เหมาะสำหรับใช้ชั่วคราว อาจมีปัญหาอันตรายและปัญหาการกำจัดเมื่อใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด

ข้อคำนึงถึงการออกแบบห้องสมุด

1.) มีความสว่างเพียงพอและสม่ำเสมอ

2.) มีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อรักษาสภาพของหนังสือ โดยระบบการปรับอากาศภายในอย่าสม่ำเสมอตลอดเวลา ซึ่งนอกจากรักษาสภาพหนังสือแล้ว ยังเพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้บริการห้องสมุดอีกด้วย

3.) ตำแหน่งที่ตั้ง ไม่มีเสียงรบกวนจากภายนอก

4.) สามารถขยายได้เมื่อมีหนังสือเพิ่ม

5.) มีการควบคุมดูแลการเข้า-ออกโดยเจ้าหน้าที่ห้องสมุดหรือบรรณารักษ์

ส่วนประกอบที่สำคัญของห้องสมุด

1.) ให้ความควบคุมดูแล เป็นต้นว่า โต๊ะรับจ่ายหนังสือ ทางเดินเข้าออก

2.) ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ หรือเดินไปยังชั้นวางหนังสือต่างๆ เว้นทางเดินระหว่างโต๊ะ เก้าอี้ ชั้นหนังสือ ให้เพียงพอ

3.) จัดที่นั่งอ่านหนังสือให้เพียงพอ

4.) ให้มีระเบียบดูสวยงาม ไม่เบียดเสียดจนแน่น สีและแบบให้กลมกลืนกับอาคารและมาแต่เดิมกับภายในห้อง

5.) คำนึงถึงความเหมาะสมของตำแหน่งเฟอร์นิเจอร์ ว่าชนิดใหนควรอยู่ที่ใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เห็นง่ายที่สุด

ขนาดของชั้นหนังสือทั่วไป

1.) ชั้นหนังสือชนิดไม้สูง 1.55 เมตร

2.) ชั้นหนังสือชนิดโลหะสูง 2.10 -2.15 เมตร

ฐานสูง 0.10 เมตร

ลึก 0.20 – 0.25 เมตร สำหรับชั้นหนังสือทั่วๆไป

ถ้าเป็นชั้นหนังสือที่วางได้ 2 แถว ลึก 0.40 – 0.60 เมตร

ถ้าเป็นชั้นหนังสือที่วางเรียงติดกันกับฝาผนังแต่ละช่องไม่เกิน 1.00 เมตร

ชั้นวางนิตยาสารและหนังสือพิมพ์

มีอยู่ 2 แบบคือ แบบวางติดฝาและอยู่กันแบบลอย คือ วางที่หนึ่งที่ใดของห้องก็ได้ จะเลือกใช้แบบใดก็แล้วแต่เนื้อที่ใส่หนังสือทั้งหมด ถ้าห้องสมุดรับวารสารมากๆ รายชื่อมากๆด้วยกัน แต่ควรวางชั้นให้ขันกันเท่านั้น ชั้นวางมีการเอนลาดลงมา มีคิ้วสำหรับกันนิตยสารไม่ให้ไหลตกลงมา

ความสูง 1.05 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้าง 0.90 –0.92 เมตร

ลึก 0.40 –0.45 เมตร

ถ้าไม้ให้นิตยสารงอพับ ควรใส่ในแฟ้มนิตยสารเตี้ย

ที่วางหนังสือพิมพ์แบบลอย

สูง 0.75 เมตร

กว้าง 0.90 –0.92 เมตร

ลึก 0.65 –0.66 เมตร

ไม้หนีบหนังสือพิมพ์มีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันเป็นแบบไม้กลมยาว 0.90 ม. เป็นด้าม 0.15 ม. ผ่าเป็นเสี้ยวตามแนวยาวสำหรับสอดหนังสือเข้าไปรวมตรงปลายและรัดด้วยยาง

โต๊ะอ่านหนังสือ

ข้อควรคำนึง

1.) สัดส่วน ให้มีความสูงพอดีกับที่อ่านได้อย่างสบาย

2.) ต้องมีเนื้อที่สำหรับวางชั้นหนังสือต่างจำนวนกันแล้วแต่บุคคล โดยเฉพาะโต๊ะเดี่ยวเพื่อการค้นคว้า

3.) ขนาดของโต๊ะ ควรให้ได้สัดส่วนกับห้อง ความกว้างมาตรฐานคือ 65 ซม. ส่วนด้านยาวแล้วแต่เนื้อที่ของห้อง

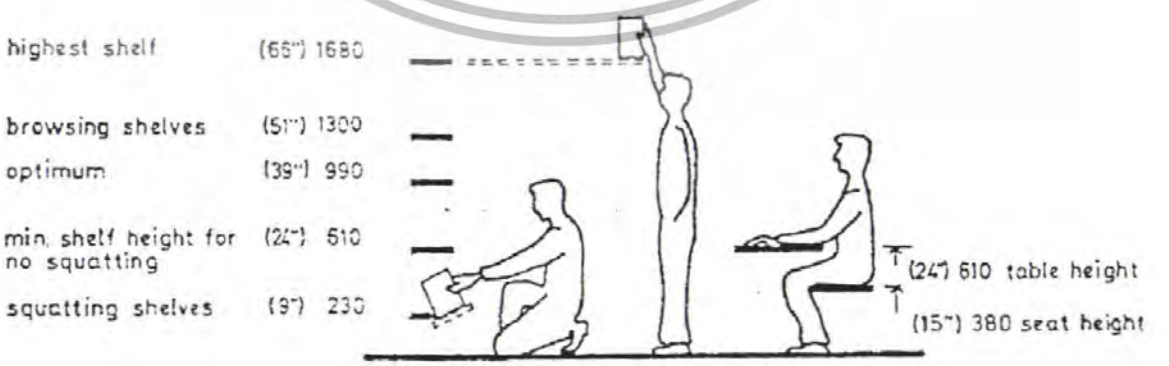
4.) ผิวโต๊ะควรทำความสะอาดได้ง่าย ไม่ใช้วัสดุที่สะท้อนแสงหรือเป็นเงาวับ จะทำให้การอ่านหนังสือไม่สบายตา

ขนาดความสูงโดยทั่วไป 0.75 เมตร

กว้าง 0.90 เมตร

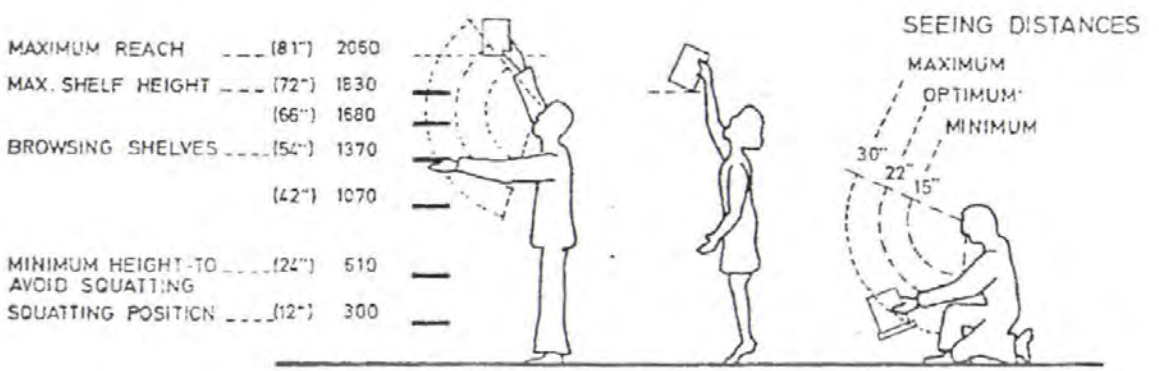
โต๊ะสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1.50 –2.32 เมตร

กว้าง 1.05 เมตร



ระดับของการหยิบหนังสือสำหรับผู้ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระดับของการหยิบหนังสือสำหรับวัยรุ่น

ระดับของการหยิบหนังสือสำหรับเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้