สถาบันจุลสาหร่าย

ALGAETECH

ภูรี ศรีสุข

PUREE SRISUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผศ.พงศ์สันต์ สุวรรณะชฎ	ประธานคณะกรรมการ
ผศ.โอชกร ภาคสุวรรณ	กรรมการ
ผศ.รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ	กรรมการ
อาจารย์ธีรชัย ลี้สุพลานนท์	กรรมการ
ดร.มนสินี อรรถวานิช	กรรมการและเลขานุการ

.....

ดร.รวิช ควรประเสริฐ

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ ดร.รวิช ควรประเสริฐ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะ ช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีต่อข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ อาจารย์วีนา ชูโชติ อาจารย์ประจำสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา ในความอนุเคราะห์ข้อมูล การใช้งานและการทำงานของนักวิจัย

ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการสนับสนุนงานของข้าพเจ้า

ขอขอบคุณผศ. ดร. ธนวรรณ พิณรัตน์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่ในความอนุเคราะห์ข้อมูลด้านงานระบบการเลี้ยงสาหร่าย

ขอขอบคุณโครงการสาหร่ายน้ำมันบางจาก ในความอนุเคราะห์ให้เข้าชมสถานีวิจัย และข้อมูลกระบวนการการทำวิจัย

ขอขอบคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ 2561 ทุกท่านที่ให้คำแนะนำติชมผลงาน เพื่อนำไปปรับปรุงตนเองในการประกอบวิชาชีพสถาปนิกในอนาคต

ขอขอบคุณสายรหัส 33,64 และเพื่อนร่วมรุ่น ที่คอยเป็นกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมและอาจารย์ทุกท่านที่สั่งสอนข้าพเจ้า และมอบประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งแก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจะนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ประกอบวิชาชีพเพื่อเป็นสถาปนิกที่ดีในอนาคต ขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง

นายภูรี ศรีสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**สถาบันจุลสาหร่าย (Algaetech)**
นักศึกษา	นายภูรี ศรีสุข
รหัสประจำตัว	56020064
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมและการวางแผน
ปีการศึกษา	2560-2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.รวิช ควรประเสริฐ

บทคัดย่อ

ในอนาคตปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จุลสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และทุกที่บนโลก ใช้แหล่งน้ำเสีย และอากาศเสียเป็นอาหาร ปัจจุบันมีการวิจัยประโยชน์ของจุลสาหร่ายมากมายทั้งเป็นอาหาร พลังงาน เครื่องแต่งกาย บรรจุภัณฑ์และยารักษาโรค

โครงการสถาบันจุลสาหร่ายเป็นอาคารที่มีแนวคิดในการลอกเลียนแบบสิ่งมีชีวิต โดยการนำความสามารถ โครงสร้างและพฤติกรรมของจุลสาหร่ายมาผนวกกับการใช้พื้นที่ตั้งโครงการที่มีสภาพแวดล้อมที่เป็นมลพิษและใช้พื้นที่สูญเปล่าเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

โครงการมีพื้นที่รวม 5,500 ตารางเมตร มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ส่วนการทำวิจัย ส่วนอาคารงานระบบ ส่วนพื้นที่ทำงาน และพื้นที่จัดแสดง โดยออกแบบเน้นความปลอดภัยทางชีวภาพของผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อมรอบโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	**นายภูรี ศรีสุข**
วันเดือน ปี เกิด	12 กรกฎาคม 2537
ที่อยู่	171/391 ถ.สมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	2550 โรงเรียนราชวินิต 2556 โรงเรียนเทพศิรินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ i
บทคัดย่อ ii
ประวัติผู้เขียน iii
สารบัญ iv
สารบัญตาราง ix
สารบัญรูปภาพ x
สารบัญรูปภาพ(ต่อ) xi
สารบัญรูปภาพ(ต่อ) xii
สารบัญรูปภาพ(ต่อ) xiii
บทที่ 1 1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 3
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ 3
1.4 ขอบเขตและวิธีการศึกษาโครงการ 4
1.5 ประโยชน์ของการศึกษาโครงการ 4
บทที่ 2 5
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจุลสาหร่าย 5
2.2 ประโยชน์ของจุลสาหร่าย 5
2.2.1 ด้านอุตสาหกรรม 5
2.2.2 ด้านเกษตรกรรม 6
2.2.3 ด้านการบริโภคและสุขภาพ 6
2.2.4 ด้านสิ่งแวดล้อม 7
2.3 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงและวิจัยจุลสาหร่าย 11
2.3.1 การเตรียมหัวเชื้อในห้องวิจัย 12
2.3.2 ทำการเพิ่มปริมาณเพาะเลี้ยง 12
2.3.3 การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย 13
2.4 การออกแบบห้องปฏิบัติการ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4.1 ประเภทของห้องปฏิบัติการ 20
2.4.2 ห้องปฏิบัติการชีววิทยา 20
2.4.4 การกำหนดลักษณะภายในห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยจุลสาหร่าย 23
2.4.5 ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL) 24
2.5 การออกแบบส่วนนิทรรศการ 26
2.5.1 การออกแบบพื้นที่ส่วนนิทรรศการ 26
2.5.2 โครงสร้างที่ใช้แบ่งพื้นที่มีอยู่ 2 แบบ 26
2.5.3 การศึกษาข้อมูลส่วนนิทรรศการจุลสาหร่าย 27

บทที่ 3 28
3.1 การวิเคราะห์ผู้ใช้โครงการ 28
3.1.1 ประเภทผู้ใช้โครงการ 28
3.1.2 อัตรากำลังและหน้าที่ของบุคลากร 29
3.1.3 จำนวนผู้ที่เข้าเยี่ยมชมสถาบันโดยอ้างอิงจากผู้เข้าชมศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ปี 2558 35
3.2 การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ 35
3.2.1 พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ 35
3.2.2 การศึกษาพฤติกรรมโดยใช้ตารางแสดง 36
3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ 37
3.4 ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่การใช้สอยอาคาร 40
3.4.1 การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยอาคาร 40
3.5 สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ 57

บทที่ 4 67
4.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งโครงการ 68
4.2 การพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ 69
4.3 สรุปพื้นที่ตั้งโครการ 75
4.4 การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโครงการ 76
4.4.1 การวิเคราะห์ภูมิอากาศ (Climate Analysis) 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.2 การวิเคราะห์การเข้าถึงที่ตั้งโครงการ (Accessibility Analysis) 84

บทที่ 5 86
5.1 อาคารตัวอย่างในต่างประเทศ 86
5.1.1 The BIQ algae-powered building, Hamburg Germany 86
5.1.2 ACTEW Corporation Laboratories, Fyshwick, Act 90
5.2 อาคารตัวอย่างในประเทศ 93
5.2.1 ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ 93
5.3 สรุปการศึกษาอาคารตัวอย่าง 96
5.3.1 ด้านการนำจุลสาหร่านมาใช้ในอาคาร 96
5.3.2 ด้านการจัดพื้นที่ใช้สอย 96
บทที่ 6 97
6.1 ระบบโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง 97
6.1.1 ระบบโครงสร้างใต้ดิน 97
6.1.2 ระบบโครงสร้างเหนือดิน 97
6.1.2 โครงสร้างพื้น 99
6.1.3 โครงสร้างผนัง 99
6.1.4 โครงสร้างหลังคา 99
6.2 งานระบบประกอบอาคาร 99
6.2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าแสงสว่าง 99
6.3 ระบบสุขาภิบาล และบำบัดน้ำเสีย 104
6.3.1 ระบบน้ำใช้ 104
6.3.2 ระบบท่อน้ำร้อน 104
6.3.3 ระบบทำน้ำให้บริสุทธิ์ 104
6.3.4 ระบบท่อน้ำทิ้ง 104
6.3.5 ระบบท่อระบายอากาศ 105
6.3.6 ระบบระบายน้ำฝน 105
6.3.7 ระบบบำบัดน้ำเสีย 106
6.4 ระบบปรับอากาศ 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

6.4.1 การเลือกใช้ระบบปรับอากาศ 108
6.4.2 ระบบดูดอากาศและระบบหมุนเวียนอากาศ 108
6.4.3 ระบบระบายอากาศภายในอาคาร 108
6.5 ระบบป้องกันอัคคีภัย และดับเพลิง 109
6.5.1 ระบบป้องกันอัคคีภัย 109
6.5.2 ระบบการดับเพลิง 110
6.6 ระบบรักษาความปลอดภัย 110
6.6.1 ระบบควบคุมการเข้าออก 110
6.6.2 ระบบกล้องวงจรปิด 111
6.6.3 ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุก 111
6.7 ระบบกำจัดขยะมูลฝอย 111
6.7.1 ขยะมูลฝอยทั่วไป 111
6.7.2 ขยะอันตราย 111
6.8 ระบบสัญจรในอาคาร 112
6.9 ระบบพิเศษอื่น ๆ 113
6.9.1 ระบบห้องสะอาด (clean room) 113
6.9.2 ระบบ Negative pressure และ Positive pressure 113
6.9.3 ระบบท่อแก๊สและระบบสุญญากาศ 114
6.9.4 อุปกรณ์ล้างชำระเคมี 114
6.9.5 การจัดเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 115

บทที่ 7 117
7.1 แนวคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรม 117
7.2 ผลงานการออกแบบสถาปัตยกรรม 120
7.2.1 ผังพื้น 120
7.2.3 รูปด้าน 122
7.2.4 รูปตัด 123
7.3 ทัศนียภาพของโครงการ 125
7.4 แบบแสดงการนำเสนอ 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

7.5 รูปภาพหุ่นจำรอง..... 126
บรรณานุกรม 127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2 - 1 Tubular Photobioreactors Specification 15
ตารางที่ 2 - 2 Plate Photobioreactors Specification..... 16
ตารางที่ 2 - 3 Stir Tank Photobioreactors Specification..... 16
ตารางที่ 2 - 4 Airlift and Bubble Photobioreactors Specification..... 18
ตารางที่ 2 - 5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องปฏิกรณ์ระบบปิดแต่ละชนิด 18
ตารางที่ 3 - 1 แสดงหน้าที่และจำนวนบุคลากร 29
ตารางที่ 3 - 2 สรุปจำนวนบุคลากร..... 34
ตารางที่ 3 - 3 แสดงจำนวนผู้เข้าชมใช้บริการศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ปี 2558..... 35
ตารางที่ 3 - 4 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร 36
ตารางที่ 3 - 5 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทั่วไป (นักวิจัย)..... 37
ตารางที่ 3 - 6 ตารางสรุปพื้นที่โครงการ 57
ตารางที่ 4 - 1 ตารางสรุปวิเคราะห์การเลือกที่ตั้งโครงการ 75
ตารางที่ 5 - 1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของผนังอาคาร (Bioreactor Facade)..... 89
ตารางที่ 5 - 2 ข้อดี และข้อเสียของอาคาร ACTEW Corporation Laboratories 93
ตารางที่ 6 - 1 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบการปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2 - 1 จุลสาหร่ายน้ำมัน Botryococcus braunii 6
รูปที่ 2 - 2 จุลสาหร่าย Anabaena sp. 6
รูปที่ 2 - 3 จุลสาหร่าย Spirulina 7
รูปที่ 2 - 4 จุลสาหร่าย Haematococcus pluvialis 7
รูปที่ 2 - 5 รูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบระบบเปิดแบบร่องน้ำ 8
รูปที่ 2 - 6 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาใช้ร่วมกับระบบเปิดแบบร่องน้ำ 9
รูปที่ 2 - 7 Algae farm บนถนนทางหลวง เมืองเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ 10
รูปที่ 2 - 8 Algae farm บนถนนทางหลวง เมืองเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์(2) 10
รูปที่ 2 - 9 แผนผังขั้นตอนการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย 11
รูปที่ 2 - 10 เลี้ยงในขวดฟลาสก์ 12
รูปที่ 2 - 11 เลี้ยงในภาชนะปลอดเชื้อ ปริมาณ 2-20L 12
รูปที่ 2 - 12 เลี้ยงในภาชนะปลอดเชื้อ ปริมาณ 20-500L 13
รูปที่ 2 - 13 บ่อเพาะเลี้ยงระบบเปิด 14
รูปที่ 2 - 14 ระบบปิดแบบท่อ (Tubular Photobioreactors) 14
รูปที่ 2 - 15 Plate Photobioreactors 15
รูปที่ 2 - 16 Stir Tank Photobioreactors 16
รูปที่ 2 - 17 Bubble Column Photobioreactors 17
รูปที่ 2 - 18 Airlift Photobioreactors 17
รูปที่ 2 - 19 Airlift and Bubble Photobioreactors 18
รูปที่ 2 - 20 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้งาน 19
รูปที่ 2 - 21 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet) 21
รูปที่ 2 - 22 หน่วยย่อย (Modular) ตั้งแต่ขนาด1หน่วยถึง4หน่วย 22
รูปที่ 2 - 23 การจัดพื้นที่ส่วนจดบันทึกข้อมูลตั้งอยู่ขนานไปกับส่วนทางสัญจร 23
รูปที่ 2 - 24 การจัดพื้นที่แบบเปิดและแบบปิดผสมผสานกัน 24
รูปที่ 2 - 25 Biosafety Level, BSL 25
รูปที่ 2 - 26 รูปแบบการออกแบบพื้นที่จัดแสดง 26
รูปที่ 2 - 27 Tree of Life 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3 - 1แผนผังองค์กร 28
รูปที่ 3 - 2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ 39
รูปที่ 3 - 3 ความสัมพันธ์ของสำนักงานผู้อำนวยการ 39
รูปที่ 3 - 4 แสดงความสัมพันธ์ฝ่ายวิจัยและพัฒนา 40
รูปที่ 3 - 5 แสดงขนาดห้องผู้อำนวยการ 41
รูปที่ 3 - 6 แสดงขนาดพื้นที่ห้องทำงานรองผู้อำนวยการ 42
รูปที่ 3 - 7 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนทำงานของเจ้าหน้าที่ 42
รูปที่ 3 - 8 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนทำงานของนักวิจัย 43
รูปที่ 3 - 9 แสดงขนาดพื้นที่ห้องประชุม 43
รูปที่ 3 - 10 แสดงขนาดพื้นที่ห้องเก็บเอกสาร 44
รูปที่ 3 - 11 แสดงขนาดพื้นที่ห้องเตรียมอาหาร 44
รูปที่ 3 - 12 แสดงขนาดพื้นที่ห้องวิจัย 1 และ 2 หน่วย 45
รูปที่ 3 - 13 แสดงขนาดพื้นที่ห้องสะอาด 47
รูปที่ 3 - 14 แสดงพื้นที่ห้องกล่องจุลทรรศน์ 48
รูปที่ 3 - 15 ห้องเพาะเชื้อ 49
รูปที่ 3 - 16 พื้นที่นิทรรศการประเภท Wall board 50
รูปที่ 3 - 17 พื้นที่นิทรรศการประเภทวัตถุ 3 มิติ 50
รูปที่ 3 - 18 พื้นที่ทานอาหาร 53
รูปที่ 3 - 19 แสดงขนาดอ่างล้างหน้า 56
รูปที่ 3 - 20 แสดงขนาดส้วมสำเร็จรูป 56
รูปที่ 3 - 21 แสดงขนาดโถปัสสาวะ 57
รูปที่ 4 - 1 การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายบนดาดฟ้าอาคาร 67
รูปที่ 4 - 2 การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายบนทางหลวง 67
รูปที่ 4 - 3 ภาพถ่ายทางอากาศและขอบเขตของที่ตั้งโครงการ A 70
รูปที่ 4 - 4 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ ส.-44 70
รูปที่ 4 - 5 ภาพถ่ายทางอากาศและขอบเขตของที่ตั้งโครงการ B 71
รูปที่ 4 - 6 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ พ.4-2 71
รูปที่ 4 - 7 ภาพถ่ายทางอากาศและขอบเขตของที่ตั้งโครงการ C 73
รูปที่ 4 - 8 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ ย.7-20 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4 - 9 สวนราชเทวีภิรมย์ 76
รูปที่ 4 - 10 พื้นที่โครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 76
รูปที่ 4 - 11 บริเวณโดยรอบพื้นที่ตั้งโครงการ 77
รูปที่ 4 - 12 มุมมองภายในโครงการ 1 78
รูปที่ 4 - 13 มุมมองภายในโครงการ 2 78
รูปที่ 4 - 14 มุมมองภายในโครงการ 3 79
รูปที่ 4 - 15 มุมมองภายในโครงการ 4 79
รูปที่ 4 - 16 พื้นที่โครงการ 80
รูปที่ 4 - 17 แสดงที่ตั้งและทิศของที่ตั้งโครงการ 84
รูปที่ 4 - 18 แสดงกรเข้าถึงพื้นที่ตั้งโครงการ 84
รูปที่ 4 - 19 ถนนด้านหน้าโครงการ 85
รูปที่ 5 - 1 The BIQ algae-powered building, Hamburg Germany 86
รูปที่ 5 - 2 แผนผังแสดงระบบพลังงานจากจุลสาหร่าย 87
รูปที่ 5 - 3 Bioreactor Façade 88
รูปที่ 5 - 4 ผังพื้น BIQ House 88
รูปที่ 5 - 5 รูปตัด BIQ House 89
รูปที่ 5 - 6 รูปด้าน BIQ House 89
รูปที่ 5 - 7 ACTEW Corporation Laboratories, Fyshwick, Act 90
รูปที่ 5 - 8 ผังพื้น ACTEW Corporation Laboratories 91
รูปที่ 5 - 9 การจัดองค์ประกอบ 92
รูปที่ 5 - 10 ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 93
รูปที่ 5 - 11 โถงนิทรรศการด้านหน้า และ โถงกลางอาคาร(ชั้น1)สำหรับจัดนิทรรศการหมุนเวียน 94
รูปที่ 5 - 12 แบบการจัดแบ่งพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 1ชั้น แบ่งเป็น 4 Module 94
รูปที่ 5 - 13 ห้องพักนักวิจัย และผู้ช่วยนักวิจัย 94
รูปที่ 6 - 1 ระบบบำบัดน้ำเสียตะกอนเร่ง 106
รูปที่ 6 - 2 การทำให้เป็นกลางโดยการใช้กรดหรือด่าง 107
รูปที่ 6 - 3 ฝักบัวติดตั้งกับเครื่องล้างตา 115
รูปที่ 6 - 4 การทำงานของเครื่องกักคาร์บอนไดออกไซด์ 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 7 - 1 แนวคดในการออกแบบ 1 117
รูปที่ 7 - 2 แนวคดในการออกแบบ 2 118
รูปที่ 7 - 3 แนวคิดในการออกแบบ 3 119
รูปที่ 7 - 4 ผังโครงการ 120
รูปที่ 7 - 5 ผังพื้นชั้น 1 121
รูปที่ 7 - 6 ผังพื้นชั้น 2 121
รูปที่ 7 - 7 ผังพื้นชั้น 3 121
รูปที่ 7 - 8 รูปด้าน 1 122
รูปที่ 7 - 9 รูปด้าน 2 122
รูปที่ 7 - 10 รูปด้าน 3 122
รูปที่ 7 - 11 รูปตัด 1 123
รูปที่ 7 - 12 รูปตัด 2 123
รูปที่ 7 - 13 รูปตัด 3 123
รูปที่ 7 - 14 รูปตัด 4 124
รูปที่ 7 - 15 รูปตัด 5 124
รูปที่ 7 - 16 รูปตัด 6 124
รูปที่ 7 - 17 ทัศนียภาพของโครงการ 125
รูปที่ 7 - 18 แบบการนำเสนอ 126
รูปที่ 7 - 19 หุ่นจำลอง 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันการเพิ่มจำนวนประชากรมนุษย์ และการใช้เทคโนโลยี ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่วนมากเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและวิกฤตการณ์การขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ ส่งผลเสียโดยตรงในด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสภาพสังคม หากปัญหานี้ยังไม่รับการแก้ไขในอนาคตมีแนวโน้มที่จะเกิดวิกฤตการณ์ขาดแคลนอาหาร และพลังงาน หลายประเทศในโลกเริ่มตื่นตัวต่อปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้

ประเทศไทยเองก็ได้รับผลกระทบจากปัญหานี้เช่นเดียวกัน จากอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบ 63 ปี(พ.ศ. 2494 - 2556)มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สภาพอากาศมีความแปรปรวน จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คุณภาพอากาศต่ำกว่ามาตรฐาน ส่งผลให้ผลผลิตทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมผลิตได้น้อยลง จนต้องนำเข้าสารอันตรายเพื่อใช้ในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และการดำเนินชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครที่มีจำนวนประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมากที่สุดของประเทศไทย

จากปัญหาที่กล่าวมาหลายประเทศทั่วโลกรวมถึงประเทศไทยกำลังให้ความสนใจกับการใช้พืชที่ให้พลังงานมาทดแทนทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด โดยพืชเหล่านี้ผ่านการคิดค้นวิจัยออกมาเป็นพลังงานทดแทนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายแล้ว "จุลสาหร่าย"1 เป็นพืชอีกชนิดนึงที่มีศักยภาพสูงในการใช้เป็นอาหาร พลังงานแห่งอนาคต เนื่องจากจุลสาหร่ายสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว สามารถเจริญได้ในทุกที่ทั่วโลก สาหร่ายบางชนิดสามารถเจริญได้ในทะเลทรายหรือหิมะ และอุดมไปด้วยคุณค่าทางสารอาหาร บางชนิดสามารถผลิตน้ำมันที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมันปิโตรเลียม และมีคุณสมบัติการสังเคราะห์แสงที่มีส่วนช่วยในการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งอาจเป็นทางออกในการแก้ไขวิกฤตการณ์การขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ

---

1 จุลสาหร่าย(microalgae) คือ สาหร่ายขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศไทยมีหลากหลายหน่วยงานที่เห็นถึงความสำคัญในการคิดค้นวิจัยจุลสาหร่าย เพื่อใช้เป็นทรัพยากรทางเลือกในอนาคต ทางสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทย(วว.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้น เพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษ ของรัฐในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(วท.) ก็เป็นอีกองค์กรที่กำลังศึกษาวิจัย และพัฒนาจุลสาหร่าย เพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร อาหาร ผลิตภัณฑ์ เพื่อสุขภาพ อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันมีทั้งหน่วยงานภาคเอกชนและภาครัฐ ที่กำลังศึกษาวิจัยประโยชน์ของจุลสาหร่าย เช่น ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ (Applied Algal Research Laboratory) สาขาวิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โครงการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากสาหร่าย ,บางจาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ศูนย์จุลชีพ ฯลฯ

จากการศึกษาพบว่ายังไม่มีศูนย์วิจัยขนาดใหญ่ที่วิจัยจุลสาหร่ายโดยเฉพาะ และการให้ความรู้แก่ประชาชนทั่วไปที่สนใจยังไม่ทั่วถึง โครงการสถาบันวิจัยจุลสาหร่ายจึงจัดตั้งขึ้นเป็นโครงการในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(วท.)ตามพันธกิจ[2]ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี3 มีจุดประสงค์จุดประสงค์ เพื่อเป็นจุดศูนย์กลางทางวิชาการในการสร้างและพัฒนาโครงการวิจัย เพื่อพัฒนาศักยภาพสาหร่ายและนำไปใช้แก้ไขปัญหาการขาดแคลน

---

[2] พันธกิจของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(วท.)

1. เสนอแนะนโยบาย จัดทำยุทธศาสตร์และแผนด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม

2. ริเริ่ม เร่งรัด ผลักดันและดำเนินการวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างองค์ความรู้ และสร้างผลกระทบเชิงเศรษฐกิจและสังคม

รวมทั้ง พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม

3. ร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ สร้างคนดีและเก่งในทุกระดับ รวมทั้งสร้างความตระหนักด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

และ นวัตกรรม ให้แพร่หลายและเป็นที่ยอมรับ

4. สร้างระบบสนับสนุนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถสร้างปัญญา เข้าถึงความ

รู้ใหม่ๆ และนำภูมิปัญญาไทยมาใช้ผสมผสานกันได้

5. สนับสนุนให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี และสร้างนวัตกรรมให้แก่ภาคการผลิตและบริการ รวมทั้งบริการสังคมด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มผลิตภาพทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตของประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรัพยากร รวมทั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมในลักษณะของการบูรณาการความรู้ ความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังรวมถึงการพัฒนา และสนับสนุนการเรียนการสอน การฝึกอบรม และการบริการทางด้านวิชาการไปยังหน่วยงานต่างประเทศ เพื่อศึกษาและทำวิจัยร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนา ความรู้เกี่ยวกับจุลสาหร่าย สู่การแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อเป็นสถานที่ศึกษา วิจัย และพัฒนา ศักยภาพจุลสาหร่าย เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นสถานที่เผยแพร่ความรู้ ข้อมูลเกี่ยวกับ ศักยภาพของจุลสาหร่าย ในการใช้ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม และประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

1.2.1 เพื่อเป็นสถานที่ที่ทำให้ประชาชน และผู้ที่สนใจ ตระหนัก และเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรทางเลือกในอนาคต

1.2.2 เพื่อเป็นสถานที่ให้คำแนะนำปรึกษาแก่ประชาชน หรือหน่วยงานต่าง ๆในการใช้ประโยชน์จากจุลสาหร่าย

1.2.3 เพื่อเป็นอาคารต้นแบบ ของการใช้ศักยภาพของธรรมชาติ เข้ามามีส่วนร่วมกับงานสถาปัตยกรรม

1.2.4 เพื่อเพิ่มศักยภาพของนักวิจัย และเครือข่ายให้พัฒนางานวิจัยได้อย่างต่อเนื่อง และกว้างขวาง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาความขาดแคลน และปัญหาสิ่งแวดล้อม

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ

1.3.1 ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ และใช้ในการออกแบบ

1.3.2 ได้ศึกษารายละเอียด และองค์ประกอบของศูนย์วิจัย ที่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของโครงการ

1.3.3 ได้ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการเพื่อนำมาออกแบบ

1.3.4 ได้ศึกษาศักยภาพ และพฤติกรรมของจุลสาหร่ายเพื่อนำมาใช้พิจารณาในการออกแบบ

1.3.5 ได้ศึกษาเทคนิคการออกแบบ เพื่อให้งานสถาปัตยกรรมตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตและวิธีการศึกษาโครงการ

1.4.1 ศึกษาและออกแบบสถาบันวิจัย และพัฒนาศักยภาพจุลสาหร่าย เพื่อเป็นสถานที่สำหรับศึกษาวิจัย และพัฒนาความรู้เกี่ยวกับจุลสาหร่าย เพื่อใช้เป็นทรัพยากรทางเลือกในอนาคต

1.4.2 ศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย

1.4.3 ศึกษาเทคโนโลยีในการนำสาหร่ายมาใช้ผลิตพลังงานให้แก่อาคาร และงานสถาปัตยกรรม

1.4.4 ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโครงการที่มีแหล่งน้ำเสีย และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเพื่อนำมาเป็นอาหารให้แก่ จุลสาหร่าย โดยใช้สถิติข้อมูลมลพิษของกรุงเทพมหานคร

1.4.5วิเคราะห์องค์ประกอบโครงการ องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง และองค์ประกอบเสริม

1.4.6 ศึกษาอาคารตัวอย่างทั้งใน และต่างประเทศ วิเคราะห์ถึงข้อดีและข้อเสีย และการนำมาประยุกต์ใช้

1.4.7 ศึกษาข้อกำหนด เทศบัญญัติและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1.4.8 วิเคราะห์รายละเอียดของที่ตั้งโครงการทั้งทางด้านกายภาพ การเข้าถึง โครงการ สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ และการจดัวางตา แหน่งของกลุ่ม อาคารให้เหมาะสมกับสภาพที่ตั้ง

1.4.9 ศึกษาเทคนิคและงานระบบที่เหมาะสมกับโครงการ

1.5 ประโยชน์ของการศึกษาโครงการ

1.5.1 ได้เรียนรู้การออกแบบอาคารประเภทศูนย์วิจัย และการออกแบบห้องปฏิบัติการ

1.5.2 ศึกษาการนำจุลสาหร่ายมาใช้ในโครงการเพื่อสร้างพลังงานทางเลือก

1.5.3 ศึกษางานระบบเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การนำชีวมวล(Biomass) มาใช้ผลิตไฟฟ้า

1.5.4 ศึกษาประโยชน์ วิธีการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย

1.5.5 ศึกษาความเป็นไปได้ของงานสถาปัตยกรรมในอีกรูปแบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์สาหร่ายและการวิจัยจุลสาหร่ายเพื่อผลิตพลังงาน อาหาร เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสถานที่วิจัยและแหล่งผลิตขนาดใหญ่ส่วนมากอยู่ในต่างประเทศ ดังนั้นโครงการสถาบันจุลสาหร่ายจึงเป็นสิ่งสำคัญในการรวบรวมและสร้างนวัตกรรมใหม่ๆและความเป็นไปได้ในการนำจุลสาหร่ายมาใช้ในอนาคต

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจุลสาหร่าย

จุลสาหร่าย(Algae หรือ microscopic algae: microalgae)หมายถึง สาหร่ายที่มีขนาดเล็กจนตาเปล่าไม่สามารถมองเห็นมีขนาดโดยประมาณ 2 ไมครอนสืบพันธุ์ได้ด้วยการแบ่ง และเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของจุลสาหร่ายคือ แสง น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารอาหารอื่น ๆ

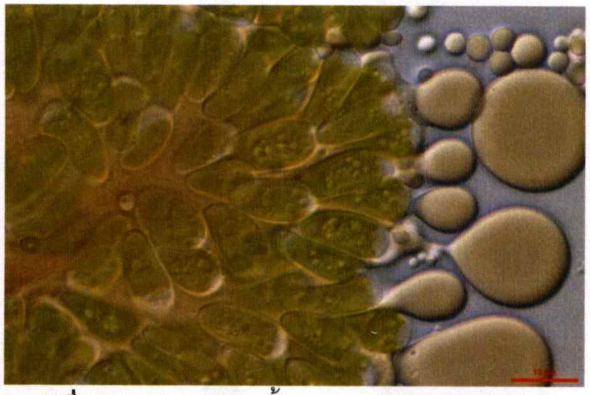
2.2 ประโยชน์ของจุลสาหร่าย

โดยปัจจุบันจุลสาหร่ายนิยมในงานวิจัยและการอุปโภค บริโภค เนื่องจากสามารถสะสมพลังงานภายในเซลล์ในรูปของสารอินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว เพาะเลี้ยงได้ไม่ยากนอกจากนี้ยังคุณประโยชน์อีกหลากหลายด้านเช่น ด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ด้านการบริโภคและสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม ดังต่อไปนี้

2.2.1 ด้านอุตสาหกรรม

จุลสาหร่ายบางชนิดมีองค์ประกอบของน้ำมันอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น จุลสาหร่ายสายพันธุ์ Botryococcus braunii เมื่อผ่านกระบวนการสกัดจะได้ผลิตภัณฑ์ตั้งต้นในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งจุลสาหร่ายสามารถผลิตน้ำมันได้มากกว่าน้ำมันปาล์มถึง 27 เท่าและใช้พื้นที่ปลูกน้อยกว่า 500 เท่านอกจากนั้นยังมีการวิจัยจุลสาหร่ายในการตรึงก๊าซ และนำก๊าซไฮโดรเจนมาสร้างพลังงาน อีกทั้งยังเป็นพลังงานสะอาด มีวัฏจักรชีวิตที่สั้นเพียง 1-2 สัปดาห์ก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งยังช่วยลดปัญหาสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงและปัญหาทรัพยากรขาดแคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 - 1 จุลสาหร่ายน้ำมัน Botryococcus braunii

ที่มา http://cfb.unh.edu (วันที่สืบค้น 8 พฤษภาคม 2560)

2.2.2 ด้านเกษตรกรรม

จุลสาหร่ายที่เหลือจากกระบวนการผลิตอื่นสามารถนำมาทำปุ๋ยชีวภาพสำหรับเพาะปลูกอาหารสำหรับสัตว์ในส่วนของการปศุสัตว์ อีกทั้งยังเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการเพาะเห็ด และเป็นปุ๋ยในการปลูกข้าว เช่น จุลสาหร่ายสายพันธุ์ Anabaena sp. นอกจากนั้นปัจจุบันยังมีการนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น เพื่อเป็นอาหารให้แก่กุ้งกุลาดำ ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันของกุ้ง การนำมาเลี้ยงปลานิลแดงพบว่าอัตราการฟักออกเป็นตัวและอัตราการรอดของลูกปลาสูงขึ้นและโปรตีนยังมีโปรตีนสูงสีสันสวยงาม

รูปที่ 2 - 2 จุลสาหร่าย Anabaena sp.

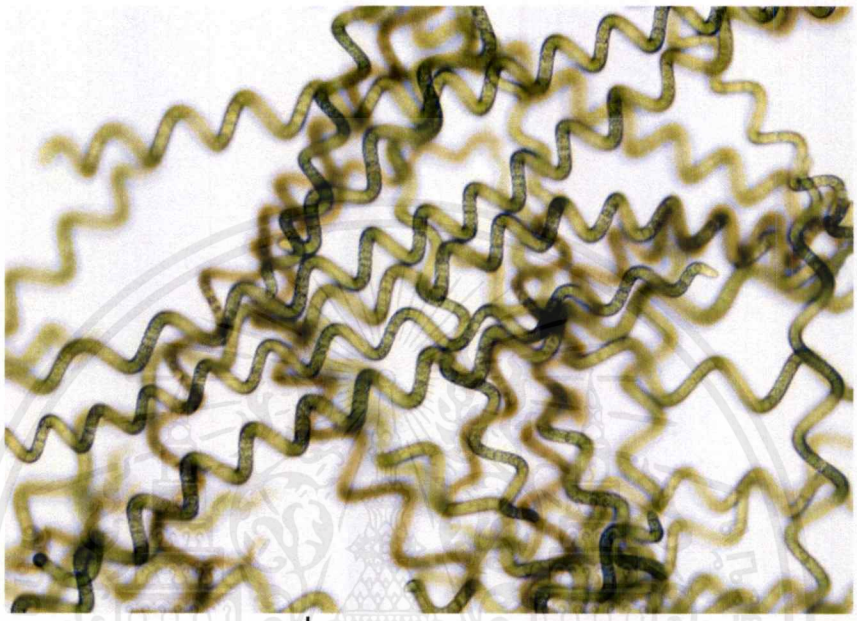
ที่มาhttp://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Prokaryotes/Nostocaceae/Anabaena/sp_17.html (วันที่สืบค้น 8 พฤษภาคม 2560)

2.2.3 ด้านการบริโภคและสุขภาพ

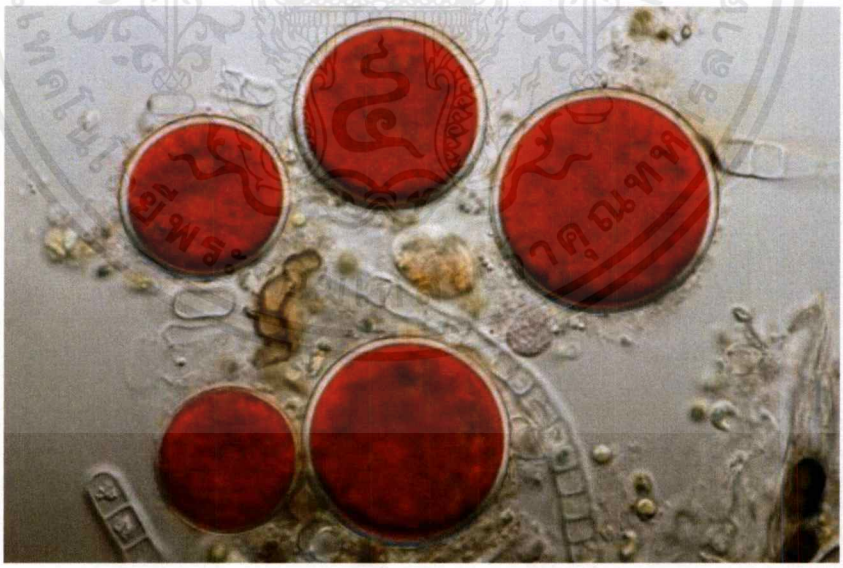
ปัจจุบันอาหารเสริมมีความนิยมมาก เช่น สาหร่าย Spirulina และ Haematococcus pluvialisเป็นต้นซึ่งส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบของจุลสาหร่าย เนื่องจากมีปริมาณวิตามิน เกลือแร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะโปรตีนที่มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 70 ของน้ำหนักแห้ง และยังมีกรดไขมันที่กำลังเป็นที่สนใจทางการแพทย์ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการยับยั้งการแข็งตัวของเลือด ลดระดับความดันโลหิต ลดปริมาณคลอเลสเตอรอล และช่วยรักษาโรคหัวใจและโรคภูมิแพ้ต่าง ๆ นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาจุลสาหร่ายเป็นส่วนประกอบหลักในการทำเครื่องสำอาง



รูปที่ 2 - 3 จุลสาหร่าย Spirulina



รูปที่ 2 - 4 จุลสาหร่าย Haematococcus pluvialis

2.2.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

จุลสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตแรก ๆ เกิดขึ้นบนโลกทั้งยังเปรียบเสมือนตัวชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นอาหารที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร ช่วยสร้างออกซิเจน และมีความสำคัญต่อระบบ

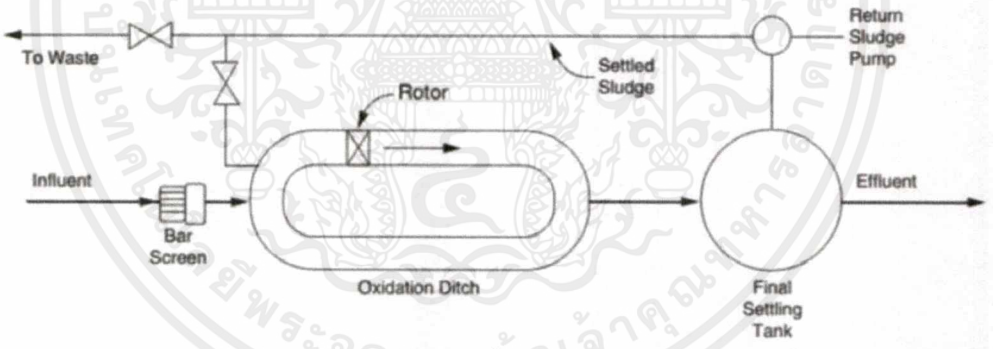
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิเวศเป็นอย่างมาก ปัจจุบันมีการศึกษาถึงประโยชน์ของจุลสาหร่ายที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ

1.คุณภาพน้ำ (Water Quality)

ในกระบวนการเลี้ยงจุลสาหร่ายสามารถนำน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตร หรือ น้ำเสียจากครัวเรือนมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายทั้งในระบบเปิดและระบบปิด จุลสาหร่ายถูกใช้ในการบำบัดน้ำมาอย่างยาวนาน โดยการบำบัดน้ำด้วยจุลสาหร่ายจะทำงานร่วมกับการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ(Anaerobic Digestion) การบำบัดระบบนี้ทำให้เกิดก๊าซซึ่งนำไปผลิตเป็นพลังงาน ในขณะเดียวกันส่วนที่เหลือการกระบวนการหมักก็จะเป็นสารอาหารอย่างดีให้กับจุลสาหร่าย และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขากการเผาไหม้เชื้อเพลิงก็นำกลับมาใช้เพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายได้เช่นเดียวกัน

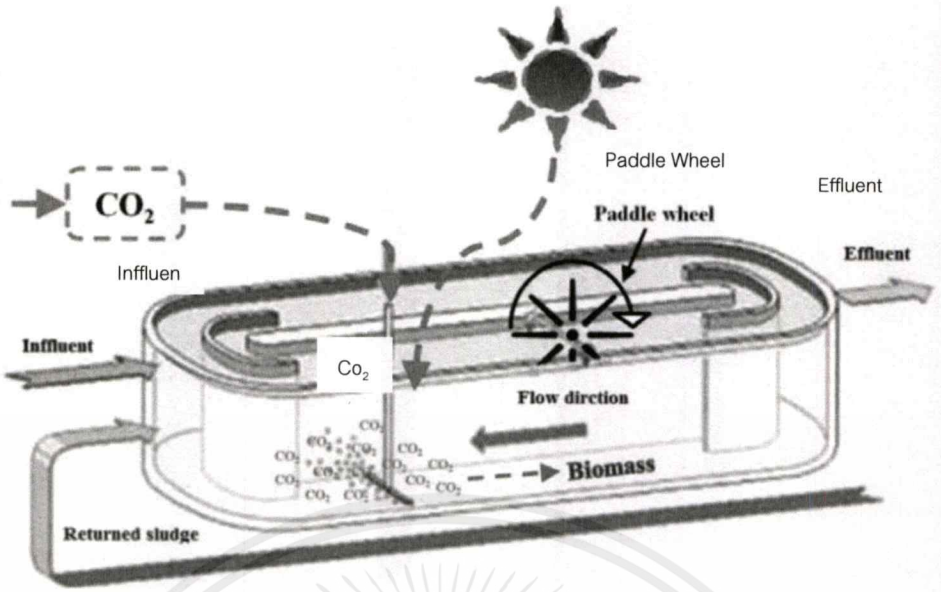
ในการบำบัดด้วยการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ(Anaerobic Digestion) โดยใช้แบคทีเรียเป็นการกำจัดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ ส่วนการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลสาหร่ายจะเป็นการกำจัดสารอนินทรีย์ เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส



รูปที่ 2 - 5 รูปแบบการบำบัดน้ำเสียแบบระบบเปิดแบบร่องน้ำ

ที่มา : Wang et al.2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 - 6 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาใช้ร่วมกับระบบเปิดแบบร่องน้ำ

2.การใช้ที่ดิน (Land-use)

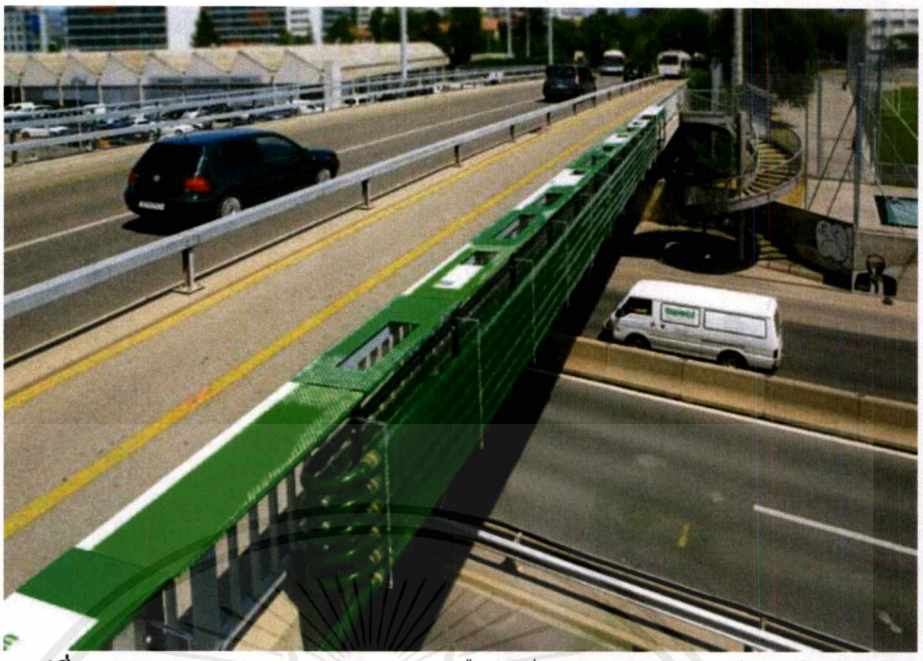
เนื่องจากในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายสามารถเพาะเลี้ยงได้ทุกที่และต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง จนเกิดเป็นแนวคิดในการนำพื้นที่ที่ไม่ได้ถูกใช้งานมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายทำให้เกิดการใช้งานพื้นที่ให้มีประโยชน์มากขึ้น เช่น พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม ทะเลทราย พื้นที่นอกฝั่งทะเล พื้นที่ดาดฟ้าของอาคาร เป็นต้น

3.การลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

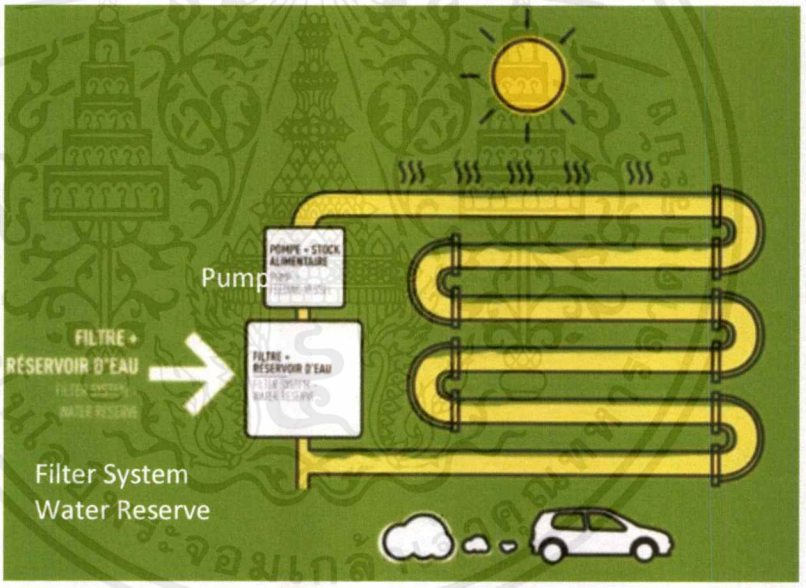
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก (GHG: Green House-Gas) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง จุลสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงที่สูงมาก ทำให้มีประสิทธิภาพในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เช่นเดียวกัน

ในปัจจุบันมีการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากโรงงานมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย เช่น โครงการสาหร่ายน้ำมัน ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างบริษัท บางจาก Loxley และโรงไฟฟ้าราชบุรี ที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหลือจากกระบวนการผลิตมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย หรือ โครงการ Algae farm ณ เมืองเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ที่นำพื้นที่บนถนนทางหลวงมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 - 7 Algae farm บนถนนทางหลวง เมืองเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์



รูปที่ 2 - 8 Algae farm บนถนนทางหลวง เมืองเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์(2)

ที่มา : http://www.zmescience.com/(วันที่สืบค้น 26 กันยายน 2560)

จากชนิดของจุลสาหร่ายที่มีจำนวนมากมายปัจจุบันมีการศึกษาเพียงไม่กี่ร้อยชนิดเท่านั้น คาดว่าในอนาคตอาจจะมีการค้นพบคุณสมบัติอื่น ๆของจุลสาหร่าย และนำไปสู่เทคโนโลยีที่อยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

จากข้อมูลที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์จากการเลี้ยงจุลสาหร่ายมีปัจจัยต่าง ๆที่เชื่อมโยงกัน เช่น สภาพอากาศ น้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกพื้นที่ตั้งโครงการในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงและวิจัยจุลสาหร่าย

รูปที่ 2 - 9 แผนผังขั้นตอนการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การเตรียมหัวเชื้อในห้องวิจัย

การเตรียมเชื้อจุลสาหร่าย ต้องอยู่ในพื้นที่ควบคุมการปนเปื้อน ซึ่งควบคุมได้ง่ายในขวดขนาดเล็กที่ผ่านการฆ่าเชื้อ มีการควบคุมแสงที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสก่อนนำจุลสาหร่ายและอาหารมาผสมกันปิดจุกด้วยผ้าก๊อซ ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นแสงเทียมในการช่วยให้จุลสาหร่ายเจริญเติบโตมีที่เขย่าเช้า-เย็นเพื่อไม่ให้จุลสาหร่ายตกตะกอนโดยใช้เวลาในการเพาะเลี้ยงประมาณ 4-7 วัน

2.3.2 ทำการเพิ่มปริมาณเพาะเลี้ยง

หลังจากที่ได้เตรียมหัวเชื้อขั้นต้นแล้วนำไปเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ต้องใช้ป้อนอากาศอากาศเพื่อให้จุลสาหร่ายได้มีการเจริญเติบโตเต็มที่ใช้เวลาการเพาะเลี้ยงประมาณ 7-10 วัน โดยเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงหัวเชื้อควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ชั้นวางขนาด60 x 125 x 200 เซนติเมตร จำนวน 5 ชั้น แต่ละชั้นห่างกัน 30 เซนติเมตร ใช้หลอดไฟ Grulux เพื่อให้แสงสีแดงซึ่งเหมาะกับการเลี้ยงพืช อยู่ห่างจากชั้นวางประมาณ 20 เซนติเมตรแต่ละหลอดวางห่างกัน 30 เซนติเมตร ให้ความเข้มแสงอยู่ที่ 2,000 – 3,000 ลักซ์โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 เลี้ยงในขวดฟลาสก์ ปริมาณ 15-100 ml

รูปที่ 2 - 10 เลี้ยงในขวดฟลาสก์

ขั้นที่ 2 เลี้ยงในภาชนะปลอดเชื้อ ปริมาณ 2-20L

รูปที่ 2 - 11 เลี้ยงในภาชนะปลอดเชื้อ ปริมาณ 2-20L

ขั้นที่ 3 เลี้ยงในภาชนะปลอดเชื้อ ปริมาณ 20-500L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 - 12 เลี้ยงในภาชนะปลอดเชื้อ ปริมาณ 20-500L

2.3.3 การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย

ระบบเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 ระบบ

1.ระบบเปิด (Open Ponds)

2.ระบบปิด (Closed Photobioreactors)

1.ระบบเปิด (Open Ponds)

คือ ระบบที่ซับซ้อนเป็นระบบที่จุลสาหร่ายสัมผัสกับบรรยากาศโดยตรงสามารถแบ่งได้อีก 3 ประเภทคือ

-ระบบเปิดแบบร่องน้ำ (Raceway Ponds)

สามารถสร้างเป็นบ่อเดียวหรือหลายๆบ่อต่อกันได้ โดยการต่อร่องน้ำของแต่ละบ่อเข้าด้วยกัน บ่ออาจสร้างด้วยจากคอนกรีตหรือพลาสติกก็ได้ ความลึกของร่องน้ำอยู่ที่ประมาณ 15 – 30 เซนติเมตรและมีใบกวนในการขับเคลื่อนน้ำให้หมุนวน อุปสรรคของระบบเปิดแบบร่องคือสภาพอากาศและการปนเปื้อนของระบบ

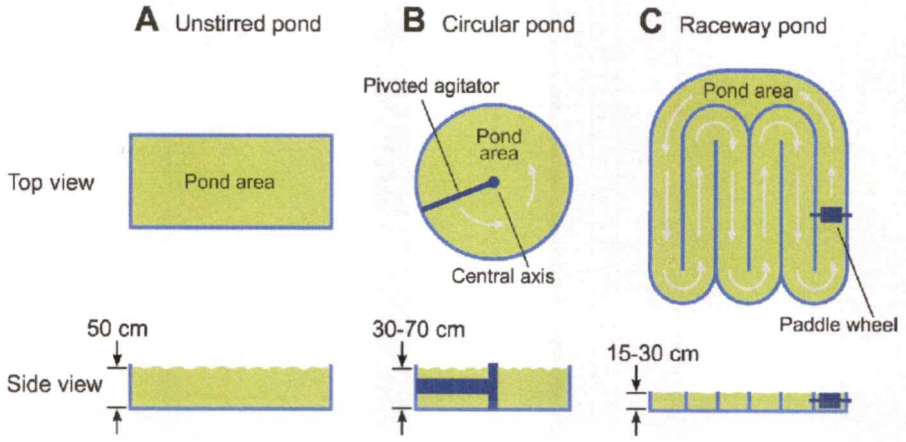
-ระบบเปิดแบบบ่อกลม (Circular Ponds)

มีลักษณะการออกแบบเหมือนกันกับระบบเปิดแบบร่องน้ำแต่มีลักษณะเป็นบ่อเปิดแบบกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางบ่อเท่ากับ 30, 45 และ 75 เมตร ขึ้นอยู่กับความลึกของบ่อ

-ระบบเปิดแบบไม่กวน (Unstirred Ponds)

เป็นระบบที่ไม่มีการกวนน้ำ มีความประหยัดและใช้เทคโนโลยีน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 - 13 บ่อเพาะเลี้ยงระบบเปิด

ที่มา : https://www.researchgate.net (วันที่สืบค้น 1 กันยายน 2560)

2.ระบบปิด (Close Photo Photobioreactors)

คือระบบที่จุลสาหร่ายไม่สัมผัสกับบรรยากาศโดยมีวัสดุโปร่งใสหรือท่อใสคลุม โดยท่อมีรูปแบบลักษณะหลากหลายแบบอาจเป็นท่อพลาสติกหรือแก้ว สามารถแบ่งได้ 5 ระบบ

1. ระบบปิดแบบท่อ (Tubular Photobioreactors)

เป็นระบบที่มีการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์เพราะง่ายต่อการก่อสร้าง การปรับปรุงและการควบคุม และมีปริมาณพื้นที่ต่อปริมาตรมาก ให้ผลผลิตจำนวนมาก ท่อสามารถสร้างได้หลายลักษณะ เช่น ท่อแนวตรง ท่อแนวนอน ท่อแนวราบ หรือท่อแนวเอียง

รูปที่ 2 - 14 ระบบปิดแบบท่อ (Tubular Photobioreactors)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item No.	Joint Outside Diameter	Joint Wall Thickness	Tube Length	Volume per tube	Package Type*	Package Content	
	mm in	mm in	m ft	l gal		Number of Tubes	Weight approx. kg approx. lb
1535285			1.4 4.6	2.79 0.74	carton	9	8.3 18.3
					pallet	180	166 366
1522883	54 ± 1.0 2.13 ± 0.04	1.8 ± 0.3 0.07 ± 0.01	2.5 8.2	4.99 1.32	carton	12	19.7 43.5
					pallet	144	236.4 522
1523124			5.5 18	10.97 2.90	wooden box	56	202.6 430.8
1534297					pallet	238	861.2 1898.6
1500383			1.4 4.6	4.04 1.07	carton	9	12.2 26.9
					pallet	180	244 538
1511901	65 ± 1.0 2.56 ± 0.04	2.2 ± 0.3 0.09 ± 0.01	2.5 8.2	7.21 1.90	carton	9	21.8 48.0
					pallet	108	261.6 576
1459938			5.5 18	15.86 4.19	wooden box	36	191.6 422.3
1534302					pallet	165	877.9 1935.5
1535280	300 ± 3.8 11.81 ± 0.15	5.0 ± 0.8 0.20 ± 0.03	1.3 4.3	85.87 22.68	carton	1	13.4 29.6
					pallet	6	80.6 177.6
1534764			4.0 13.1	264.21 69.80	pallet	6	247.9 546.5

Other dimensions upon request.

* for explanation regarding package type please see page 15

ตารางที่ 2 - 1 Tubular Photobioreactors Specification

ที่มา : Schott glass made of ideas. Tubular Photobioreactors

2. ระบบปิดแบบแผ่น (Plate Photobioreactors)

เป็นระบบที่สร้างขึ้นจากแผ่นโปร่งใสลักษณะสี่เหลี่ยมมีขนาดตั้งแต่ 30– 250 เซนติเมตร การสร้างแผ่นใสสามารถสร้างได้ทั้งแนวตั้งและแนวเอียง ระบบการเลี้ยงจุลสาหร่ายระบบนี้สามารถผลิตได้มากกว่า 30 กรัมต่อตารางเมตรใน1วัน

รูปที่ 2 – 15 Plate Photobioreactors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 - 2 Plate Photobioreactors Specification

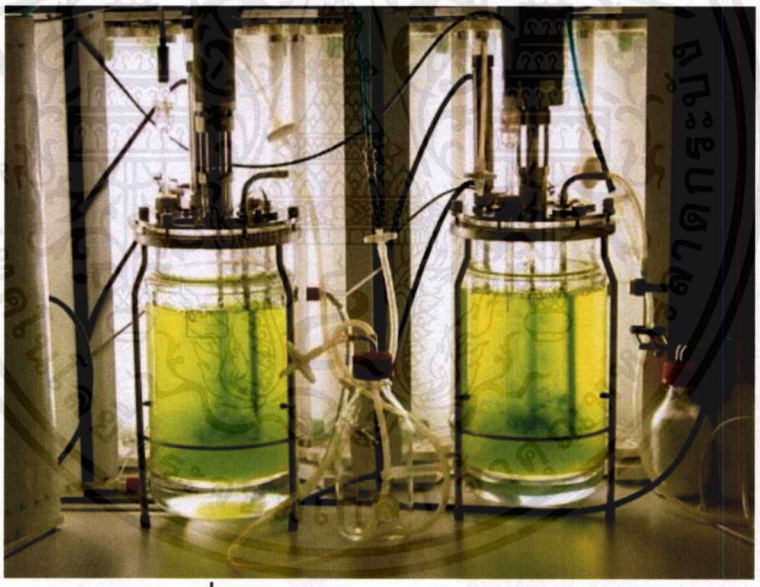
	Type 1	Type 2	Type 3
Hight (cm)	250	150	250
Length (cm)	70	250	250
Wide (cm)	7-9	7-9	7-9

ที่มา : Characterization of a flat plate Photobioreactor for the production of microalgae. 2551

Design of a Novel Flat-plate Photobioreactor System for Green Algal Hydrogen Production. 2553

3. ระบบปิดแบบถังกวน (Stir Tank Photobioreactors)

มีลักษณะเป็นทั้งถังทรงกลมหรือกระบอกขนาดใหญ่ มีการติดตั้งใบพัดให้การหมุนเวียนของเหลวและก๊าซในระบบสามารถเกิดขึ้น อาจมีการเติมก๊าซบริเวณส่วนล่างของถัง และด้วยลักษณะเครื่องที่มีขนาดใหญ่อาจต้องเพิ่มระบบแสงเทียมเพื่อช่วยในการสังเคราะห์แสง ใช้พลังงานข่อนข้างมาก



รูปที่ 2 – 16 Stir Tank Photobioreactors

ที่มา : http://www.bioreactors.eu (วันที่สืบค้น 27 กันยายน 2560)

ตารางที่ 2 - 3 Stir Tank Photobioreactors Specification

Volume (L)	0.4	0.45	1.7	3	6
Hight (cm)	22	34	34	37	50
Diameter(cm)	22	23	25	30	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบบปิดชนิดพ่นฟอง (Bubble Column Photobioreactors)

มีการใช้งานที่หลากหลายในระบบอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่เว้นแม้แต่การเพาะเลี้ยงสาหร่าย ระบบนี้มีลักษณะเครื่องปฏิกรณ์เป็นทรงกระบอกสูงในแนวตั้ง มีการป้อนก๊าซผ่านหัวกระจายก๊าซในบริเวณด้านล่างเครื่องปฏิกรณ์ ก๊าซจะเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นสูงด้านบนของเครื่องและมีการแยกตัวออกของก๊าซออกจากของเหลวที่บริเวณด้านบนของเครื่อง

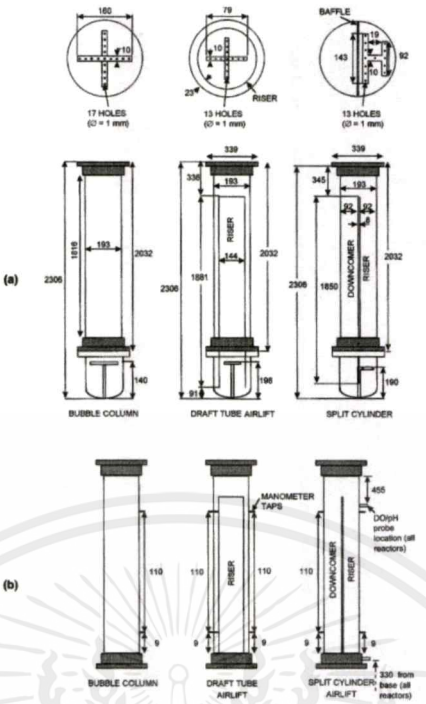
รูปที่ 2 – 17 Bubble Column Photobioreactors

5. ระบบปิดชนิดหมุนวน (Airlift Photobioreactors)

ระบบชนิดหมุนวนมีลักษณะคล้ายระบบชนิดพ่นฟอง แต่มีการเพิ่มท่อที่เรียกว่า daft tube เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการไหลเวียนของของเหลวและก๊าซภายในเครื่องปฏิกรณ์อีกทั้งความร้อนสามารถถ่ายเทได้ง่าย เครื่องปฏิกรณ์ชนิดหมุนวนจะมีการปล่อยก๊าซจากด้านล่างของถังโดยก๊าซจะเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนของถังเช่นเดียวกับระบบพ่นฟอง แต่จะมีการแยกของก๊าซออกด้านบนเพียงบางส่วนและมีบางส่วนไหลวนกลับมาในส่วนล่างของระบบระบบนี้มีการถ่ายเทมวล และการถ่ายเทความร้อนที่ดี

รูปที่ 2 – 18 Airlift Photobioreactors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 – 19 Airlift and Bubble Photobioreactors

ตารางที่ 2 - 4 Airlift and Bubble Photobioreactors Specification

	Bubble Column Photobioreactors	Airlift Photobioreactors
Column inner diameter (cm)	9.4-19	9.4-19
Column Hight (cm)	60-230	60-230
Work volume (L)	3-12	3-12

ตารางที่ 2 - 5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องปฏิกรณ์ระบบปิดแต่ละชนิด

ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์	ประสิทธิภาพการเพาะปลูก	การควบคุมการปนเปื้อน	ขนาดพื้นที่ที่ต้องการ	การขยายขนาด
ระบบปิดแบบท่อ (Tubular Reactor)	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ง่าย
ระบบปิดแบบแผ่น (Plate Reactor)	ดีมาก	ยาก	น้อย	ยาก

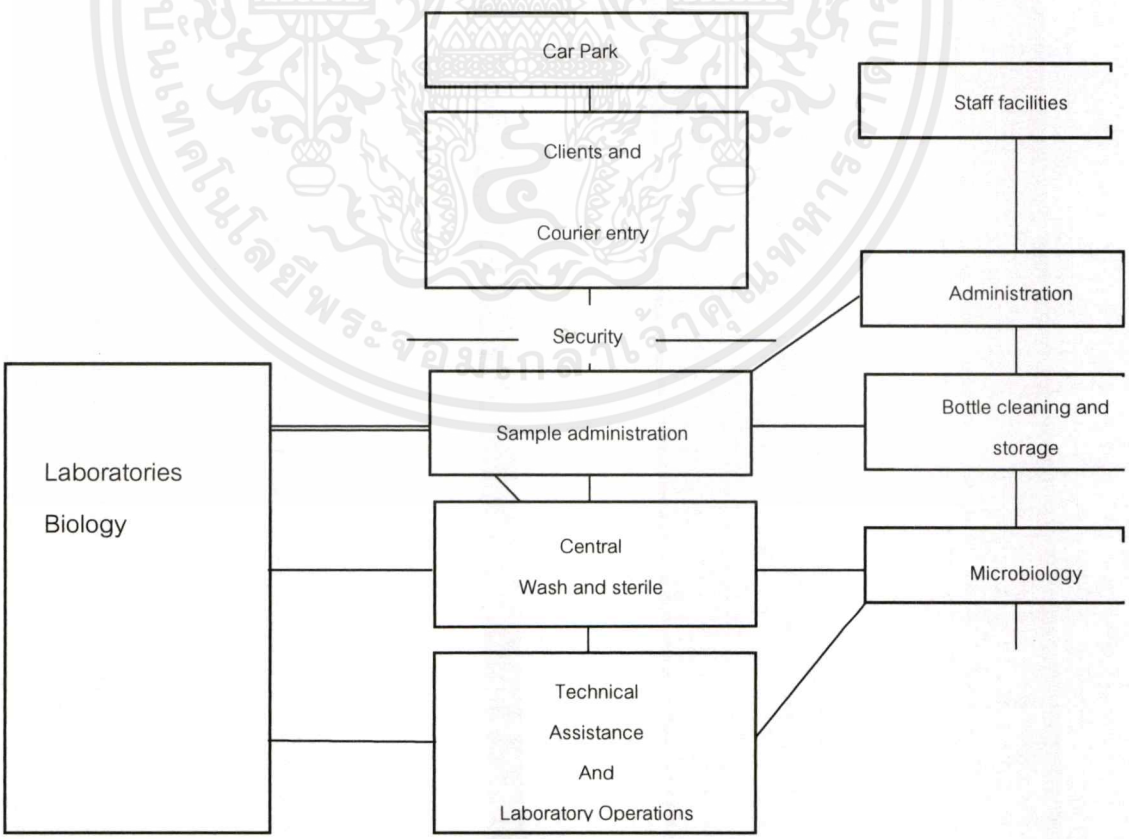
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปิดแบบถังกวน (Stir Tank Reactor)	ดี	ยาก	มาก	ยาก
ระบบปิดชนิดพ่นฟอง (Bubble Column Reactor)	พอใช้	ดี	ปานกลาง	ง่าย
ระบบปิดชนิดหมุนวน (Airlift Reactor)	ดี	ดีมาก	ปานกลาง	ง่าย

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเครื่องปฏิกรณ์เพาะเลี้ยงสาหร่ายมาใช้จริงในระดับอุตสาหกรรม เห็นได้ว่าเครื่องปฏิกรณ์ระบบหมุนวน พ่นฟอง และแบบท่อ มีความเป็นไปได้สูง และถูกใช้งานมากที่สุดในระบบอุตสาหกรรม การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายต้องคำนึงถึงความสามารถในการถ่ายเทมวล(Mass Transfer)

2.4 การออกแบบห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ หรือตรวจวิเคราะห์วิจัย ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า ไม่ว่าจะเป็นสินค้าใดก็ตาม



รูปที่ 2 - 20 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : Brian Greiffin.Laboratory design guide

2.4.1 ประเภทของห้องปฏิบัติการ

สามารถแบ่งได้หลายวิธีตามหน่วยงาน หรือแบ่งตามการปฏิบัติของการวิจัยซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
2. ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

โดยสถาบันวิจัยจุลสาหร่ายจัดอยู่ในห้องปฏิบัติติการวิทยาศาสตร์ ด้านปฏิบัติการชีววิทยา (Biology lab)

2.4.2 ห้องปฏิบัติการชีววิทยา

มีลักษณะเป็นห้องปฏิบัติการแบบเปียกที่มีความจำเป็นในการใช้โต๊ะปฏิบัติการจำนวนมาก มีความต้องการดังนี้

1. มีตู้ดูดควัน(fume hood)และตู้นิรภัยชีวภาพ(biosafety cabinet) ตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติติการ
2. มีพื้นที่สำหรับวางตู้อบ (incubator) ตู้เย็น(refrigerator) ตู้แช่ (freezer)
3. มีโต๊ะปฏิบัติติการ(bench) และพื้นที่เก็บของ(storage) สำหรับวางอุปกรณ์
4. มีอ่างล้างอุปกรณ์(sink)พร้อมระบบประปา ระบบน้ำทิ้ง และระบบบำบัดน้ำ

นอกจากนี้อาจประกอบด้วยส่วนสนับสนุนอื่น ๆได้แก่

1. ส่วนเพาะเขี่ยเชื้อ

เป็นส่วนที่ใช้ในการคัดแยกเซลล์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ : ตู้ปลอดเชื้อ(Biological Safety Cabinet) ระดับชั้นที่ 1 ใช้สำหรับประเภทความเสี่ยงน้อยหรือปานกลาง ขนาด (cm) 196 x 171.5 x 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 - 21 ตู้ปลอดเชื้อ (Biological Safety Cabinet)

ที่มา : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ห้องควบคุมสภาพแวดล้อม

เป็นห้องที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้อยู่ในภาวะที่ต้องการได้แก่ห้องร้อนและห้องเย็น

1.ห้องเย็น(Cold Room)

เป็นห้องที่ควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ระดับเหนือระดับจุดเยือกแข็ง (0 องศาเซลเซียส) ควรมีพื้นที่ว่างด้านหน้าก่อนจะเข้าสู่ห้องส่วนพื้นที่ภายในเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

2.ห้องร้อน(Warm Room)

เป็นห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส

3. ห้องเตรียมการทดลอง (Ante Room)

เป็นห้องที่ใช้เตรียมอุปกรณ์รวมถึงสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

4. ห้องล้างและเก็บอุปกรณ์เครื่องแก้ว

การทำความสะอาดอุปกรณ์แยกเป็น 2 ระบบ

1.แบบที่ใช้ในกรณีที่มีจำนวนอุปกรณ์ไม่มากจะใช้ระบบล้างแยกแต่ละห้องปฏิบัติการ

2.แบบล้างรวม เหมาะสำหรับกรณีที่มีอุปกรณ์มาก ต้องมีอ่างล้างขนาดใหญ่ และมีความลึกที่เหมาะสม

5. ห้องเก็บอุปกรณ์เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

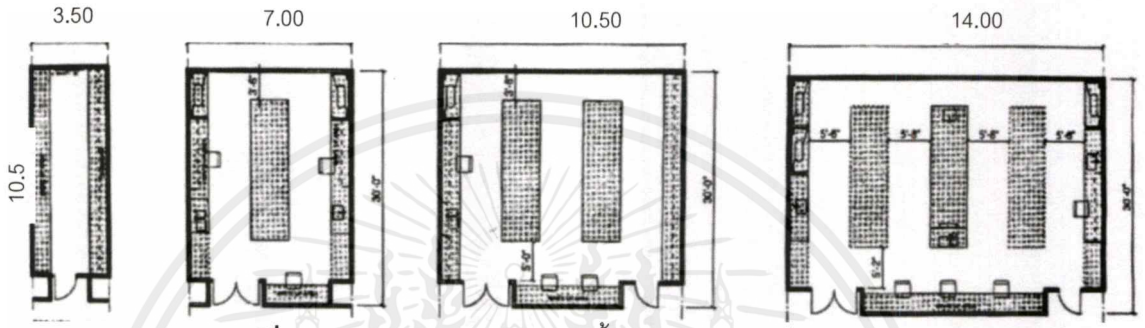
ระบบของห้องเก็บของแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1.ห้องเก็บส่วนกลาง (Central Storage)

เป็นห้องเก็บขนาดใหญ่ มักใช้ในหน่วยงานขนาดใหญ่

2.ห้องเก็บของประจำแผนก (Main Storage)

3.ห้องเก็บประจำหน่วย (Dispensing Storage)



รูปที่ 2 - 22 หน่วยย่อย (Modular) ตั้งแต่ขนาด1หน่วยถึง4หน่วย

2.4.3 การออกแบบส่วนห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติติการสามารถแบ่งส่วนพื้นที่ใช้สอย(zone)ออกเป็น3ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนพื้นที่สำหรับวางชุดอุปกรณ์ (casework)

คือ ชุดโต๊ะปฏิบัติการ(case work)และชั้นวางอุปกรณ์ต่าง ๆซึ่งมีลักษณะตายตัว หรือสามารถเคลื่อนที่ได้ ในการกำหนดพื้นที่ปฏิบัติการจำเป็นต้องออกแบบโดยคำนึงถึงรูปแบบและการวางตำแหน่งของโต๊ะปฏิบัติการ

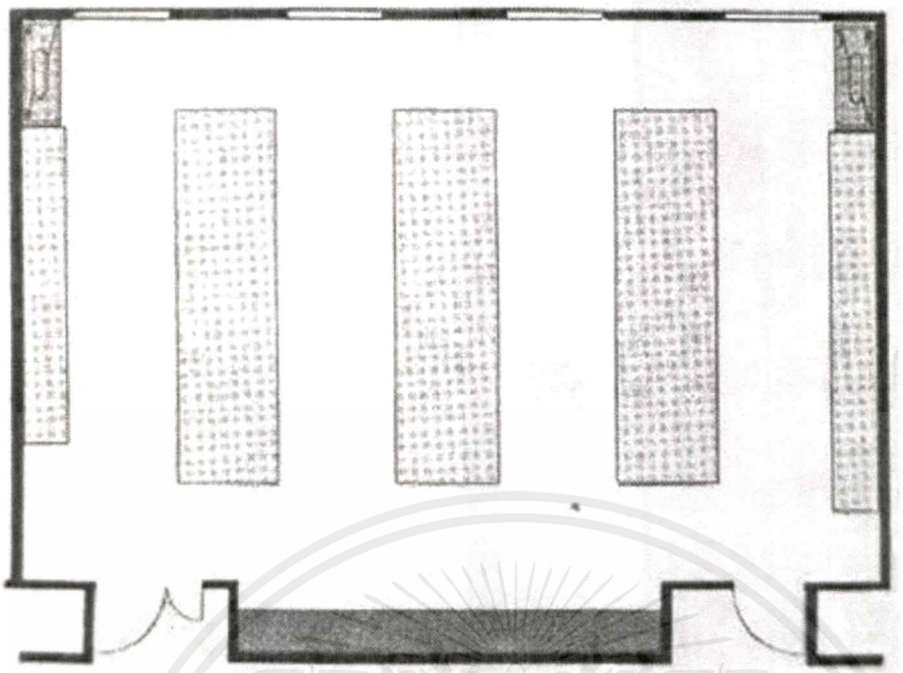
2. ส่วนพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (write-up area)

คือ ภายในพื้นที่ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีพื้นที่ในการเขียนผลวิจัยหรือจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆในการทดลอง พื้นที่ดังกล่าวมักตั้งอยู่ติดกับส่วนปฏิบัติการทดลอง

3. ส่วนพื้นที่สำหรับวางชุดอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

คือ พื้นที่บริเวณผนังอาคารที่เป็นผนังทึบและบริเวณบนโต๊ะปฏิบัติการบางส่วน โดยขึ้นอยู่กับวิธีการวิจัยและการปฏิบัติการที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 - 23 การจัดพื้นที่ส่วนจดบันทึกข้อมูลตั้งอยู่ขนานไปกับส่วนทางสัญจร

2.4.4 การกำหนดลักษณะภายในห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยจุลสาหร่าย

การกำหนดลักษณะภายในห้องปฏิบัติการคำนึงจากปัจจัยต่าง ๆที่มีผลต่อการทดลอง กิจกรรม แต่ละประเภทของการทดลอง

1. การกำหนดพื้นที่ปฏิบัติการส่วนการปฏิบัติติการ เป็นแบบเปียก(Wet Lab) และส่วนแห้ง (Dry Lab)

-ส่วนพื้นที่เปียก (Wet Lab) เป็นบริเวณที่มีการทำงานที่มีน้ำและของเหลว มีอุปกรณ์และงานระบบที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อ่างล้างอุปกรณ์ (Sink) งานระบบสุขาภิบาล โดยจำเป็นต้องมีพื้นผิวที่ทนต่อความชื้น ทนทานต่อสารเคมี ตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถถ่ายเทอากาศได้สะดวก

-ส่วนพื้นที่แห้ง (Dry Lab) เป็นบริเวณการทำงานที่ไม่มีของเหลวเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีอุปกรณ์และงานระบบที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เครื่องมืออุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และระบบคอมพิวเตอร์ รวมถึงงานระบบไฟฟ้ากำลังและส่วนที่เป็นการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจัดพื้นที่ห้องปฏิบัติการ

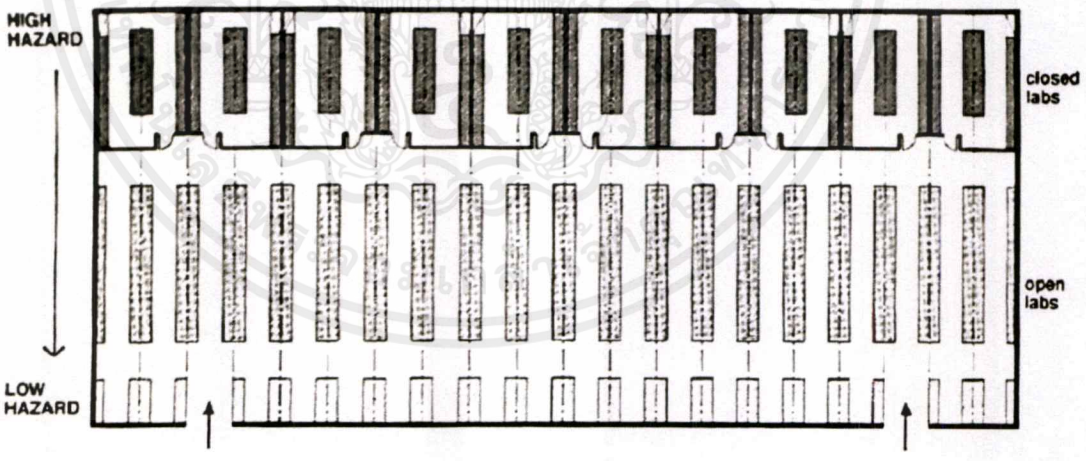
- แบบปิด (Close Lab)

เป็นการแบ่งพื้นที่ใช้สอยออกเป็นพื้นที่หลายขนาดตามลักษณะและรูปแบบของการวิจัย โดยมีการกั้นห้องแยกออกจากกันเป็นสัดส่วนอย่างชัดเจน เหมาะสำหรับการใช้ทำงานวิจัยเฉพาะบุคคลหรือกลุ่มย่อยสามารถควบคุมความปลอดภัยและควบคุมการปนเปื้อนในห้องปฏิบัติการได้ดีกว่าแบบเปิด(Open Lab)

- แบบเปิด (Open Lab)

เป็นการนำพื้นที่ใช้สอย ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์ต่าง ๆมาจัดความสัมพันธ์ลงบนพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีความต่อเนื่อง ปราศจากการแบ่งพื้นที่ใช้สอย ทำให้ประหยัดในการก่อสร้าง สามารถปรับเปลี่ยนและใช้งานอุปกรณ์และเครื่องมือได้ตามต้องการ

ในปัจจุบันแนวคิดในการจัดรูปแบบของห้องปฏิบัติการได้เปลี่ยนไปมาก มีการผสานรูปแบบห้องปฏิบัติการแบบเปิดและแบบปิดเข้าด้วยกันเรียกว่ารูปแบบผสม ซึ่งเกิดขึ้นจากความต้องการและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป



รูปที่ 2 - 24 การจัดพื้นที่แบบเปิดและแบบปิดผสมผสานกัน

ที่มา : Watch, 2544: P.11

2.4.5 ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level, BSL)

หน่วยงาน CDC ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้แบ่งระดับความปลอดภัยทางชีวภาพออกเป็น 4 ระดับ (BLS1-BLS4) ดังนี้

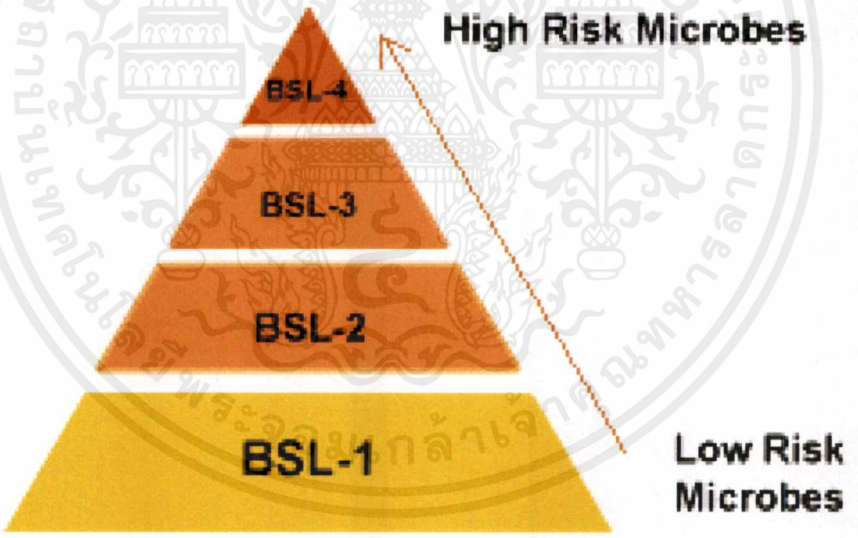
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. BLS1 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอนและฝึกอบพื้นฐาน สามารถทำงานกับเชื้อจุลชีพที่ไม่ก่อโรคได้ โดยเชื้อจุลชีพมีอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมน้อยมาก

2. BLS2 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการที่ทำงานเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพที่มีอันตรายระดับปานกลางต่อคนและสิ่งแวดล้อม มีการเกี่ยวข้องกับสิ่งส่งตรวจ แต่เชื้อจุลชีพกลุ่มนี้จะไม่สามารถแพร่กระจายผ่านทางละอองได้

3. BLS3 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการด้านคลินิก การตรวจวินิจฉัย และด้านการวิจัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลชีพที่สามารถติดต่อได้ทางการหายใจและก่อให้เกิดอาการที่รุนแรงและทำให้เสียชีวิตได้

4. BLS4 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการที่ทำงานเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพที่อันตราย มีความเสี่ยงสูงต่อผู้ปฏิบัติงาน เกิดการติดเชื้อผ่านทางการหายใจและมีอันตรายถึงชีวิต ห้ามบุคคลภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่สุขภาพอ่อนแอเข้ามาในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 2 - 25 Biosafety Level, BSL

การจัดระดับ Biosafety Levelของสถาบันวิจัยจุลสาหร่ายอยู่ที่ระดับ BSL-2เนื่องจากมีสายพันธุ์ของจุลสาหร่ายที่เป็นพิษและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมไม่ให้เชื้อจุลชีพมีการแพร่กระจายออกไปสู่นอกสถาบันวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การออกแบบส่วนนิทรรศการ

ข้อมูลแนวทางการออกแบบส่วนนิทรรศการเบื้องต้น และการศึกษาการจัดแสดงนิทรรศการจุลสาหร่าย

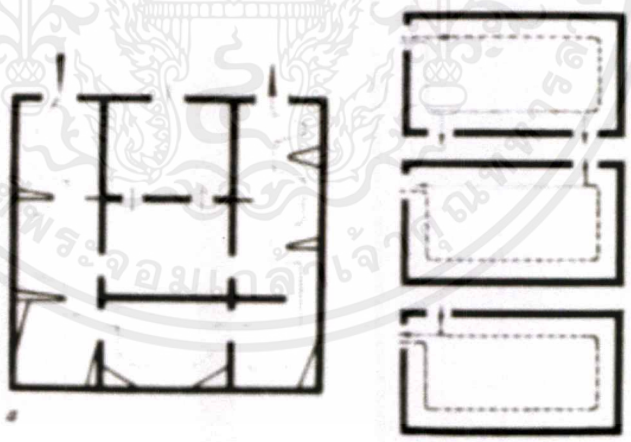
2.5.1 การออกแบบพื้นที่ส่วนนิทรรศการ

การแบ่งส่วนจัดแสดง

ลำดับการเข้าชมในแต่ส่วนคำนึงถึงลำดับเนื้อหาและเรื่องราวของนิทรรศการ เพื่อให้ผู้เข้าชมเข้าใจเนื้อหาและได้รับความรู้อย่างเต็มที่ โดยมรแนวทางการออกแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 แยกทางเข้าและออก การวางผังให้เดินจากอีกห้องสู่อีกห้องทำให้การสัญจรมีระเบียบและทิศทางที่ชัดเจน

แบบที่ 2 ทางเข้าออกในแต่ละห้อง ต้องคำนึงถึงทิศทางการเดินชมงานต้องเดินดูได้รอบ หลีกเลี่ยงการวางทางสัญจรตัดกันทำให้การเดินชมงานได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2 - 26 รูปแบบการออกแบบพื้นที่จัดแสดง
ที่มา Time-saver Standards for Building Types

2.5.2 โครงสร้างที่ใช้แบ่งพื้นที่มีอยู่ 2 แบบ

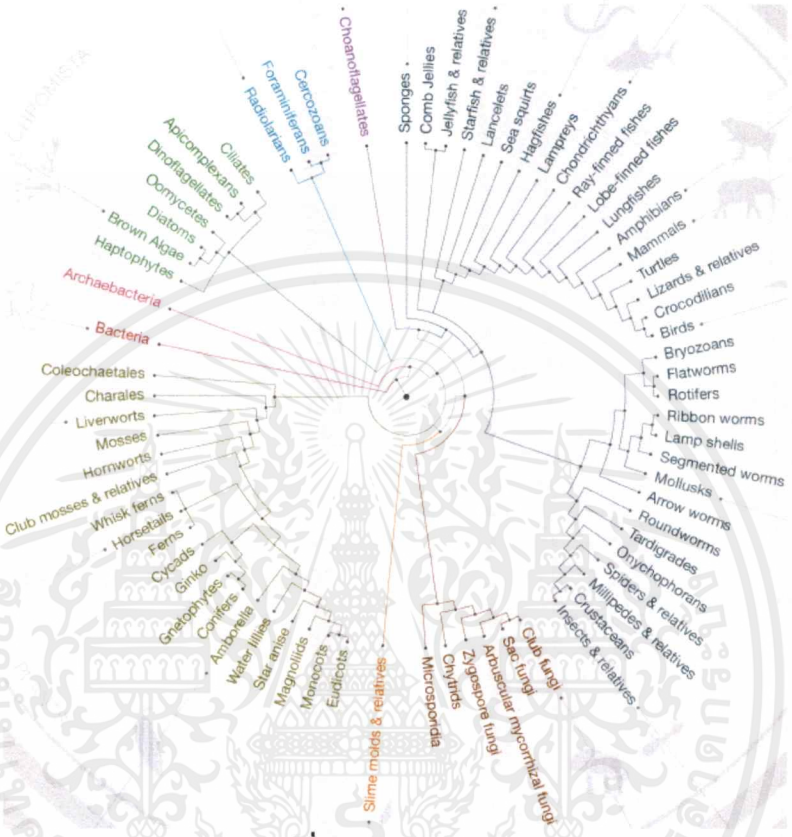
แบบที่1การใช้ผนังก่อสร้างถาวร (permanence wall) ในการแบ่งส่วนที่จัดแสดงออกจากกันสามารถจัดไฟ เสียงและบรรยากาศในแต่ละส่วนได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่2การใช้โครงสร้างที่เคลื่อนที่ได้ (temporary wall) ใช้ในการจัดพื้นที่จัดแสดงที่ไม่ตายตัว สามารถปรับเปลี่ยนได้

2.5.3 การศึกษาข้อมูลส่วนนิทรรศการจุลสาหร่าย

ส่วนที่1 Tree of Life



รูปที่ 2 - 27 Tree of Life

ที่มา : http://www.bbc.co.uk (วันที่สืบค้น 7 พฤจิกายน 2560)

อธิบายเกี่ยวกับการกำเนิดสิ่งมีชีวิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ส่วนที่2 บทบาทของจุลสาหร่ายในยุคเริ่มต้น

อธิบายเกี่ยวกับหน้าที่ของจุลสาหร่ายในยุคที่โลกก่อนมีสิ่งมีชีวิตการจัดอาจแสดงด้วยบอร์ดความรู้และวีดีทัศน์

ส่วนที่3 การนำจุลสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน

อธิบายประโยชน์ และกระบวนการใช้สาหร่ายมาใช้ประโยชน์ โดยใช้งานระบบของอาคารมาแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนและระบบการทำงาน

จากผลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลจะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานขององค์ประกอบโครงการ การหาพื้นที่ของโครงการ และการออกแบบการใช้งานในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การศึกษาผู้ใช้โครงการและองค์ประกอบโครงการ

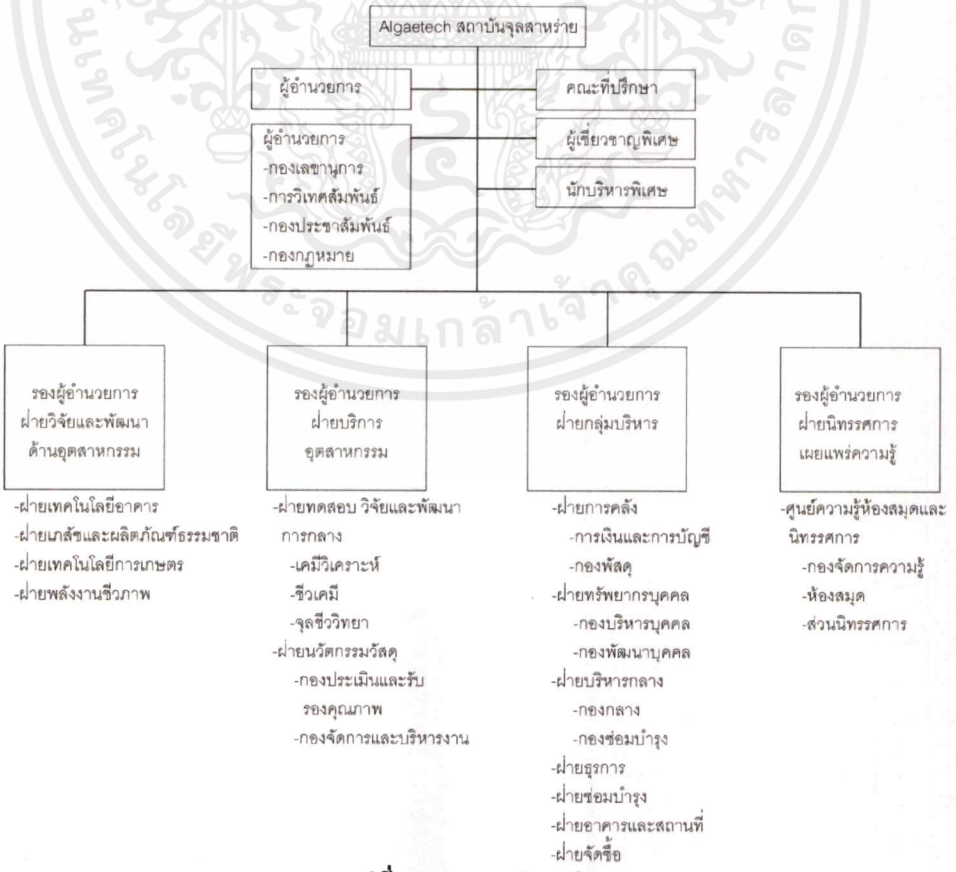
โครงการสถาบันจุลสาหร่าย เป็นโครงการภายใต้การกำกับของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีรูปแบบของผังองกรณ์ และจำนวนบุคลากรดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ผู้ใช้โครงการ

3.1.1 ประเภทผู้ใช้โครงการ

1. ผู้ใช้งานภายในโครงการ

หมายถึง พนักงาน นักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัยและเจ้าหน้าที่ต่าง ๆ เป็นผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการรวมทั้ง เจ้าหน้าที่เทคนิคพิเศษ โดยแบ่งตามโครงสร้างการบริหารงานโครงการ ดังนี้



รูปที่ 3 - 1 แผนผังองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ใช้บริการโครงการ

หมายถึง บุคคลภายนอกที่เข้ามาเยี่ยมชมภายในโครงการ ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามประเภทและจุดประสงค์ได้ดังนี้

1.นักท่องเที่ยว

โดยทั่วไปมักเยี่ยมชมโครงการในวันหยุด เสาร์-อาทิตย์หรือวันหยุดเนื่องใน โอกาสพิเศษต่าง ๆ อาจเดินทางมาด้วยรถยนต์ส่วนตัวหรือรถโดยสาร มีทั้งกลุ่ม ผู้ชมขนาดเล็กและขนาดใหญ่

2. นักวิชาการ นักวิจัยและผู้สนใจ

จัดแสดงงานและใช้พื้นที่ โดยส่วนใหญ่จะเข้ามาชมโครงการในเวลาทำการหรือเวลาราชการ อาจมาเป็น องค์กรเพื่อศึกษาดูงานหรือหาข้อมูลประกอบการวิจัย อาจเดินทางด้วยรถส่วนตัว หรือรถตู้โดยจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในส่วนการเรียนรู้อย่างเช่น ส่วนนิทรรศการถาวร-ชั่วคราว และขอข้อมูลในห้องสมุด

3. นักเรียน-นักศึกษา

โดยส่วนใหญ่จะมาเยี่ยมชมโครงการในวันเวลาราชการ อาจเป็นลักษณะของการทัศนศึกษาจากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ และมาเพื่อศึกษาดูงาน เยี่ยมชมนิทรรศการและค้นคว้าข้อมูลในห้องสมุด เดินทางโดยรถยนต์หรือรถบัสขององค์กร มีทั้งกลุ่มเล็กไปจนถึงกลุ่มใหญ่ ใช้เวลาในโครงการประมาณ 2-3 ชั่วโมง

3.1.2 อัตรากำลังและหน้าที่ของบุคลากร

อัตรากำลังเจ้าหน้าที่ ผังโครงสร้างองค์กรและส่วนบริหาร อ้างอิงจากอัตรากำลังและหน้าที่จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.) ส่วนบริการและส่วนวิจัยนั้นอ้างอิงจากศูนย์จุลินทรีย์ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.)

ตารางที่ 3 - 1 แสดงหน้าที่และจำนวนบุคลากร

ตำแหน่ง	อัตรา	หน้าที่
1.สำนักผู้อำนวยการ -ผู้อำนวยการ	1	-ควบคุมดูแลและรับผิดชอบงานทั้งหมดของโครงการ เป็นผู้รับนโยบายของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม -รองผู้อำนวยการ	1	-รับผิดชอบหน่วยวิจัยฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม
ฝ่ายบริการอุตสาหกรรม - รองผู้อำนวยการ	1	-รับผิดชอบหน่วยวิจัยฝ่ายบริการอุตสาหกรรม
ฝ่ายกลุ่มบริหาร -รองผู้อำนวยการ	1	-รับผิดชอบเรื่องนิทรรศการ และส่วนห้องสมุด
ฝ่ายนิทรรศการ และเผยแพร่ความรู้ -รองผู้อำนวยการ	1	-ที่ปรึกษาพิเศษด้านนโยบายและการดำเนินโครงการ
-คณะกรรมการที่ปรึกษา	4	-รับผิดชอบฝ่ายบริหาร
1.2 กองงานเลขานุการ -เลขานุการ	2	-ติดต่อประสานงาน ร่างเอกสาร จดหมายต่าง ๆของสถาบัน
1.3 กองงานวิเทศสัมพันธ์ -เจ้าหน้าที่กองงานวิเทศสัมพันธ์	1	-ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างประเทศ
1.4 กองประชาสัมพันธ์ -เจ้าหน้าที่กองประชาสัมพันธ์	1	-ให้บริการด้านการติดต่อสอบถาม และประสานงานระหว่างบุคคลภายนอกและภายในสถาบัน
2. ฝ่ายกลุ่มบริหาร - หัวหน้าฝ่ายกลุ่มบริหาร	1	-รับผิดชอบฝ่ายบริหารทั้งหมด
- รองหัวหน้าฝ่าย	1	-ช่วยหัวหน้าฝ่ายดูแลรับผิดชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ฝ่ายการคลัง		
-เจ้าหน้าที่กองการเงินและบัญชี	2	-ทำบัญชีรายรับ รายจ่าย ตรวจสอบ ทำรายงานเกี่ยวกับการเงิน
-เจ้าหน้าที่กองพัสดุ	3	-มีหน้าที่รับผิดชอบรับส่งหนังสือ เก็บรักษาหนังสือและระเบียบข้อบังคับของสถาบัน ทำหน้าที่ติดต่อกับหน่วยงานราชการอื่น
2.2 ฝ่ายทรัพยากรบุคคล		
-เจ้าหน้าที่กองบริหารบุคคล	1	-ดูแลจัดสรรหน้าที่ของคนในองค์กร
2.3 ฝ่ายบริหารกลาง		
-เจ้าหน้าที่กองกลาง	2	-แจกจ่ายอุปกรณ์จากส่วนกลางให้กับหน่วยวิจัยในสถาบัน
2.4 ฝ่ายธุรการ		
-เจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการ	2	-รับผิดชอบดูแลผู้ที่เข้ามาติดต่อ
3. ฝ่ายนิทรรศการและเผยแพร่ความรู้		
3.1 ห้องสมุด		
-บรรณารักษ์	1	-ควบคุมดูแลงานห้องสมุด
-ผู้ช่วยบรรณารักษ์	1	-ควบคุมงานรับส่งหนังสือ และงานสถิติ
-เสมียน	1	-พิมพ์งานและซ่อมแซมหนังสือ
-เจ้าหน้าที่ยืม-คืนหนังสือ	1	-ให้บริการยืมและคืนหนังสือเอกสารงานวิจัย
-เจ้าหน้าที่ยืม-คืนสื่อโสตทัศนูปกรณ์	1	-ให้บริการยืมและคืนโสตทัศนูปกรณ์
3.2 ฝ่ายนิทรรศการ -เจ้าหน้าที่งานนิทรรศการ	4	-รับผิดชอบงานทางด้านการจัดเตรียม เก็บและซ่อมแซมการจัดแสดงนิทรรศการ
4. ฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-หัวหน้าฝ่าย	1	-รับผิดชอบการประสานงานวิจัย
-เจ้าหน้าที่ประสานงานวิจัย	2	-รับผิดชอบประสานงานวิจัย เช่น การจัดเตรียมเครื่องมือ
4.1 ฝ่ายเทคโนโลยีอาคาร		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบด้านเทคโนโลยีอาคาร
-นักวิจัยฝ่ายเทคโนโลยีอาคาร	4	-วิจัยและพัฒนาการนำจุลสาหร่ายมาใช้ในอาคาร
-ผู้ช่วยนักวิจัย	8	-รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย โดยอัตรากำลังของผู้ช่วยคือ 1 ต่อ 2
4.2 ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบงานวิจัยเภสัชและผลิตภัณฑ์
-นักวิจัยฝ่ายเภสัช	2	-วิจัยและพัฒนาการนำจุลสาหร่ายมาใช้ผลิตยาและอาหาร
-นักวิจัยฝ่ายผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	2	-วิจัยและพัฒนาการนำจุลสาหร่ายมาใช้ในผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องสำอาง
-ผู้ช่วยนักวิจัย	8	-รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย โดยอัตรากำลังของผู้ช่วยคือ 1 ต่อ 2
4.3 ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบงานวิจัยด้านการเกษตร
-นักวิจัยฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร	4	-วิจัยและพัฒนาการนำจุลสาหร่ายมาใช้ทำปุ๋ย และอาหารสัตว์
-ผู้ช่วยนักวิจัย	8	-รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย โดยอัตรากำลังของผู้ช่วยคือ 1 ต่อ 2
4.4 ฝ่ายพลังงานชีวภาพ		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบงานวิจัยด้านพลังงาน
-นักวิจัยฝ่ายพลังงานชีวภาพ	4	-วิจัยและพัฒนาการนำจุลสาหร่ายมาสกัดน้ำมัน และก๊าซชีวภาพ
-ผู้ช่วยนักวิจัย	8	-รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย โดยอัตรากำลังของผู้ช่วยคือ 1 ต่อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ฝ่ายบริการอุตสาหกรรม		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบการประสานงานวิจัย
-เจ้าหน้าที่ประสานงานวิจัย	4	-รับผิดชอบประสานงานวิจัย เช่น การจัดเตรียมเครื่องมือ
5.1ฝ่ายทดสอบ วิจัยและพัฒนาการกลาง		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบงานวิจัยด้านมาตรวิทยา
-นักวิจัยฝ่ายเคมีวิเคราะห์	2	-วิจัยสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับจุลสาหร่าย
-นักวิจัยฝ่ายชีวเคมี	2	-วิจัยในกระบวนการผลิต และเจริญเติบโตของจุลสาหร่าย
-นักวิจัยฝ่ายจุลชีววิทยา	2	-วิจัยศึกษาจุลสาหร่ายชนิดต่าง ๆ
-ผู้ช่วยนักวิจัย	12	-รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย โดยอัตรากำลังของผู้ช่วยคือ 1 ต่อ 2
5.2 ฝ่ายรับรองคุณภาพ		
-หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ	1	-รับผิดชอบงานรับรองคุณภาพ
-นักวิจัยฝ่ายประเมินและรับรองคุณภาพ	4	-วิจัยและทดสอบคุณภาพของผลงานวิจัย
-ผู้ช่วยนักวิจัย	8	-รับผิดชอบช่วยการวิจัยของนักวิจัย โดยอัตรากำลังของผู้ช่วยคือ 1 ต่อ 2
6.ฝ่ายซ่อมบำรุง		
-เจ้าหน้าที่ไฟฟ้า	2	-รับผิดชอบและควบคุมงานอุปกรณ์เทคนิคไฟฟ้า
-เจ้าหน้าที่เครื่องกล	2	-ปฏิบัติงานและซ่อมแซมด้านเครื่องกล
-เจ้าหน้าที่ประปา	2	-ดูแลเรื่องน้ำใช้และน้ำทิ้งภายในโครงการ
-เจ้าหน้าที่บำรุงรักษา	2	-ปฏิบัติงานด้านงานช่างเกี่ยวกับอาคารทั่วไป
-เจ้าหน้าที่ควบคุมกลาง	2	-ดูแลระบบความปลอดภัยของโครงการ
-เจ้าหน้าที่เทคนิค	5	-ดูแลตรวจสอบเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.ฝ่ายอาคารสถานที่		
-หัวหน้าฝ่ายอาคารสถานที่	1	-ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานบริหารทั่วไป
-ฝ่ายอาคารและสถานที่	2	-รับผิดชอบดูแลงานอาคารและสถานที่งานเทคนิค งานช่างและงานบริการด้านต่าง ๆ ภายนอกทางสถาบันติดต่อซื้อเข้ามา
-พนักงานทำความสะอาด	9	-ดูแลความสะอาดอาคาร
-พนักงานขับรถ-ส่งของ	2	-ขับรถส่งของและพัสดุต่าง ๆ
-เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	6	-ดูแลรักษาความปลอดภัยมี 3 ผลัด
8.ฝ่ายจัดซื้อ		
-หัวหน้าฝ่ายจัดซื้อ	1	-ควบคุมดูแล และรับผิดชอบงานบริหารทั่วไป
-เจ้าหน้าที่ตรวจรับสิ่งของและจ่ายสิ่งของ	3	-รับผิดชอบและตรวจรับสิ่งของจากภายนอกทางสถาบันติดต่อซื้อเข้ามา
รวม	165	

จากการศึกษาและวิเคราะห์สามารถสรุปจำนวนบุคลากรของโครงการได้ดังนี้

ตารางที่ 3 - 2 สรุปจำนวนบุคลากร

หน่วยงาน	จำนวน
1. สำนักผู้อำนวยการ	13
2.ฝ่ายกลุ่มบริหาร	12
3.ฝ่ายเผยแพร่ความรู้	9
4.ฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม	55
5.ฝ่ายบริการอุตสาหกรรม	37
6.ฝ่ายซ่อมบำรุง	15
7.ฝ่ายอาคารสถานที่	20
8.ฝ่ายจัดซื้อ	4
รวม	165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 จำนวนผู้ที่เข้าเยี่ยมชมสถาบันโดยอ้างอิงจากผู้เข้าชมศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ปี 2558

ตารางที่ 3 - 3 แสดงจำนวนผู้เข้าชมใช้บริการศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ปี 2558

ประเภท	จำนวน คณะ	จำนวน (คน)	เฉลี่ยจำนวน คน/คณะ
การศึกษาดูงานของสถาบันการศึกษา ของหน่วยงานภาครัฐ บุคคลทั่วไป เด็กและเยาวชน	124	10,418	84
การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และการประชุมสัมมนาวิชาการและศึกษาดูงาน	21	8,062	383
รวม	145	18,480	
เฉลี่ย	รวมทั้งหมด 18,480 คน หรือ 70 ต่อวัน		

ที่มา: รายงานประจำปี 2558 ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ

จากตารางสามารถสรุปได้ว่าจำนวนโดยเฉลี่ยของผู้เข้าชม 1 คณะ เท่ากับ 96 คน โดยพิจารณาให้ผู้เข้าชมสูงสุดไม่เกิน 100 คน

3.2 การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

3.2.1 พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

1. ผู้ใช้งานภายในโครงการ

1. เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร

เจ้าหน้าที่รับผิดชอบการดำเนินงานด้านต่าง ๆของโครงการ เวลาทำงานจะอยู่ในช่วงเวลาทำการ : 8.00 – 12.00 น. และ 13.00 -16.00 น.

2.เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั่วไป

เจ้าหน้าที่ นักวิจัย และนักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์

ช่วงเวลาทำการ : 8.00 – 12.00 น. และ 13.00 – 16.00 น.

3.บุคคลสำคัญ เจ้าหน้าที่พิเศษหรือเจ้าหน้าที่ชั่วคราว

ช่วงเวลาทำการ : ไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ใช้บริการโครงการ

นักท่องเที่ยว นักวิชาการและผู้สนใจ และนักเรียน-นักศึกษา

ผู้เข้าชมนิทรรศการใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 1 ชั่วโมง และห้องสมุดใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 2.30 ชั่วโมง

ช่วงเวลาทำการ : 10.00 – 15.30 น.

3.2.2 การศึกษาพฤติกรรมโดยใช้ตารางแสดง

1.ผู้ใช้โครงการกลุ่มผู้ใช้งานภายในโครงการ

ตารางที่ 3 - 4 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
	-เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	-ที่จอดรถ -ทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	-ตอกบัตรเข้าทำงาน -ทำงาน	-โถงส่วนบริหาร -พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ -ห้องน้ำ	-เครื่องตอกบัตร ครุภัณฑ์ต่าง ๆ
12.00 – 13.00	-พักกลางวัน	-ร้านอาหาร -ส่วนพักผ่อน -ห้องเตรียมอาหาร	-โต๊ะอาหาร
13.00 – 17.00	-ทำงาน	-พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ -โถงส่วนบริหาร -ที่จอดรถ	-ครุภัณฑ์ต่าง ๆ -เครื่องตอกบัตร
17.00	-ตอกบัตรเลิกงาน -เดินทางกลับบ้าน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 - 5 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการทั่วไป (นักวิจัย)

เวลา	กิจกรรม	สถานที่	อุปกรณ์
	-เดินทางมายังโครงการด้วยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว	-ที่จอดรถ -ทางเข้าโครงการ	
9.00 – 12.00	-ตอกบัตรเข้าทำงาน -เปลี่ยนเสื้อผ้า -ทำงานตามหน่วยวิจัย	-โถงส่วนบริหาร -ห้องล็อกเกอร์ -ห้องวิจัย -ห้องน้ำ -ห้องเก็บของ	-เครื่องตอกบัตร ครุภัณฑ์ต่าง ๆ -อุปกรณ์ปฏิบัติงานต่าง ๆ
12.00 – 13.00	-พักกลางวัน	-ร้านอาหาร -ส่วนพักผ่อน -ห้องเตรียมอาหาร	-โต๊ะอาหาร
13.00 – 17.00	-ทำงานตามหน่วยวิจัย	-พื้นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่	-อุปกรณ์ปฏิบัติงานต่าง ๆ
17.00	-เปลี่ยนเสื้อผ้า -ตอกบัตรเลิกงาน -เดินทางกลับบ้าน	-โถงส่วนบริหาร -ที่จอดรถ	-เครื่องตอกบัตร

จากตารางแสดงพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการที่แยกเป็นส่วนต่าง ๆของโครงการสามารถนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการต่อไป

3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการส่วนต่าง ๆในโครงการพิจารณาจาก

1.โครงสร้างการบริหาร

2.พฤติกรรมการใช้งาน

3.ลำดับการเข้าถึงของส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ความต้องการของผู้ใช้

5.การศึกษาอาคารตัวอย่าง

6.การวิเคราะห์จากมาตรฐานการออกแบบต่าง ๆ ดังนี้

-Ernst and Peter Neufert.2000 **Neufert Architecture's Data** Third edition

-ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ **Laboratory Design Manual** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2551

โดยแบ่งความสัมพันธ์ของโครงการดังนี้

1.ส่วนบริหาร

-สำนักผู้อำนวยการ

-ฝ่ายกลุ่มบริหาร

2.ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ

-ฝ่ายสนับสนุนการวิจัย

-ฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม

-ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอย่างยั่งยืน

-ฝ่ายบริการอุตสาหกรรม

3.ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

-ศูนย์ความรู้

-ห้องสมุด

-ส่วนแสดงนิทรรศการ

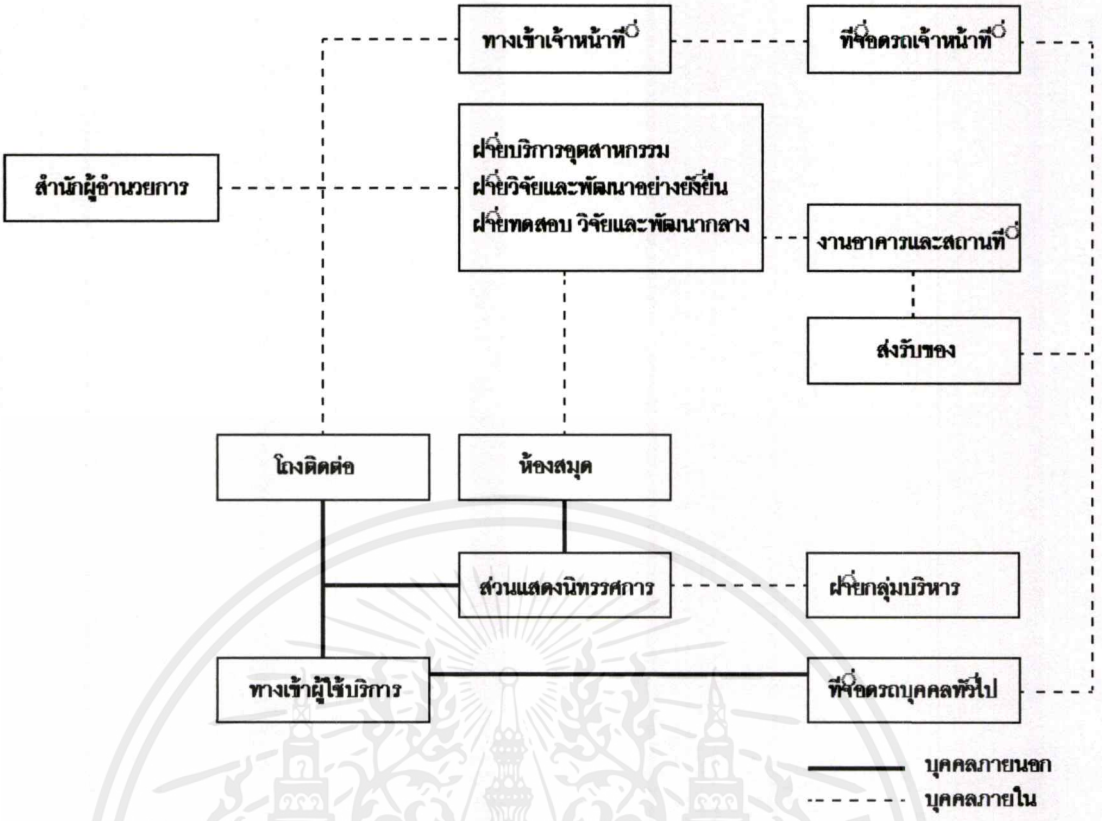
4.ฝ่ายบริการ

-โรงอาหาร

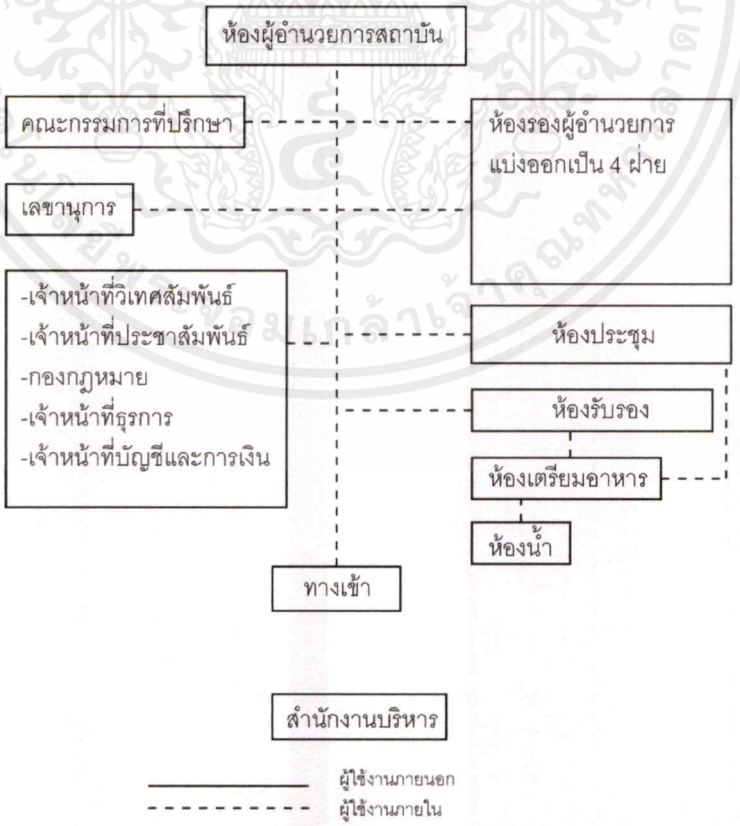
-ฝ่ายซ่อมบำรุง

-ฝ่ายอาคารและสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

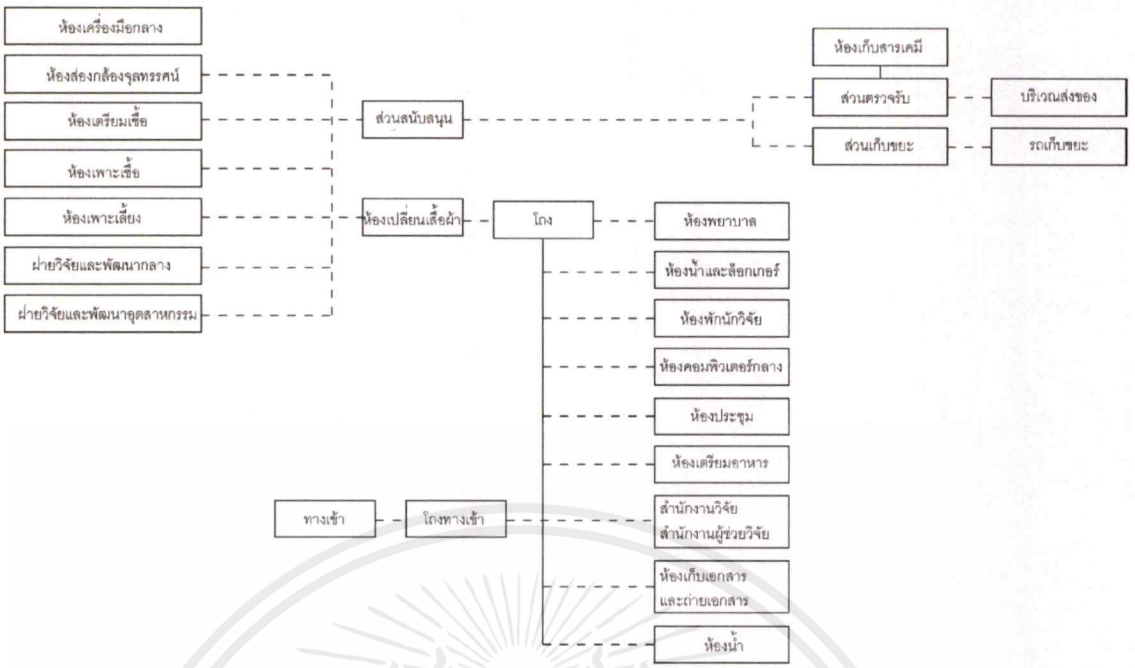


รูปที่ 3 - 2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงการ



รูปที่ 3 - 3 ความสัมพันธ์ของสำนักงานผู้อำนวยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 - 4 แสดงความสัมพันธ์ฝ่ายวิจัยและพัฒนา

3.4 ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่การใช้สอยอาคาร

3.4.1 การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยอาคาร

การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยของส่วนต่าง ๆ ในโครงการพิจารณาจาก

1.ลักษณะการใช้สอยพื้นที่

2.ลักษณะผู้ใช้ จำนวนและพฤติกรรม

3.อุปกรณ์ภายในห้อง

4.ระยะเวลาและโอกาสต่าง ๆ

5.การวิเคราะห์จากมาตรฐาน

- Vincent Jones.1989 **Neufert Architects' Data 2nd Edition**

-Ernst and Peter Neufert.2000 **Neufert Architecture's Data 3rd edition**

-Daniel Watch. 2001.**Research Laboratories**. Singapore, John Wiley and Sons. Inc.

-Hain, Walter. Laboratories/Walter Hain. London : E&FN Spon, 2538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ **Laboratory Design Manual** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2551

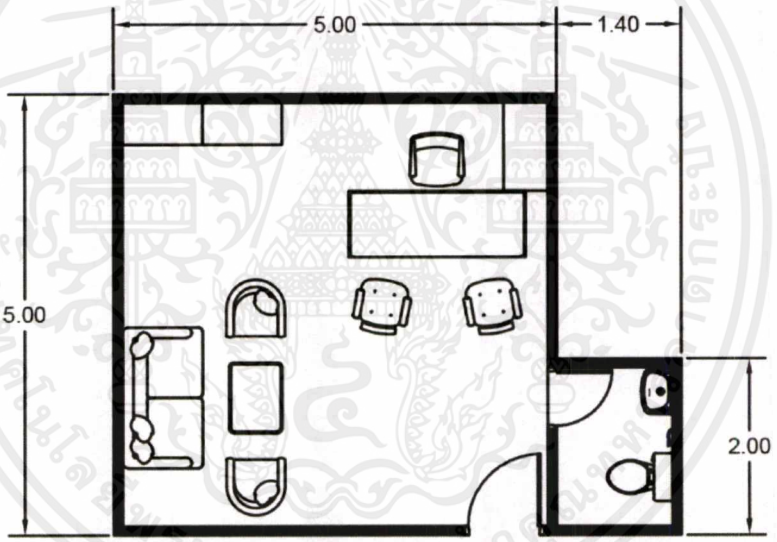
โดยสามารถแบ่งพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.พื้นที่ส่วนที่เป็นสำนักงาน

1.1 ห้องผู้อำนวยการ

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (Architecture's Data 2nd edition หน้า 235)

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



รูปที่ 3 - 5 แสดงขนาดห้องผู้อำนวยการ

ใช้พื้นที่ (5.00 x 5.00) + (2.00 x 1.50) = 28.00 ตารางเมตร

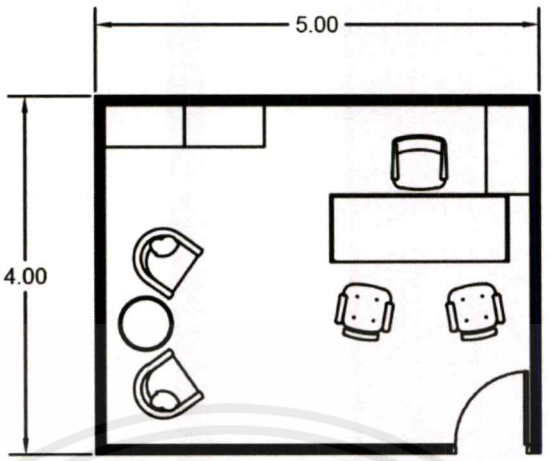
1.2 ห้องรองผู้อำนวยการและหัวหน้าฝ่ายต่าง ๆ

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (Architecture's Data 2nd edition หน้า 235)

-โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
-เก้าอี้สำหรับผู้ติดต่อ	2	ตัว
-โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
-ตู้เอกสาร	2	หลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ชุดรับรองแขก 1 ชุด



รูปที่ 3 - 6 แสดงขนาดพื้นที่ห้องทำงานรองผู้อำนวยการ

ใช้พื้นที่ 4.00 x 5.00 = 20.00 ตารางเมตร

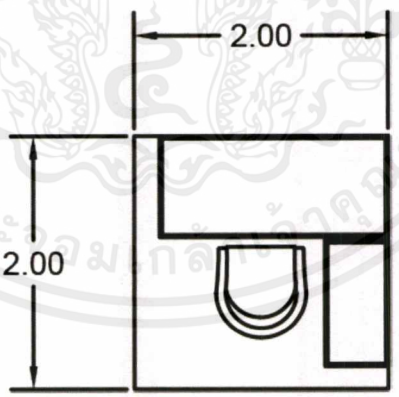
1.3 ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ ,ผู้ช่วยนักวิจัย

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (Architecture's Data 2nd edition หน้า 235)

-โต๊ะทำงานและเก้าอี้ 1 ชุด

-โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ 1 ตัว

-ตู้เอกสาร 2 หลัง



รูปที่ 3 - 7 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนทำงานของเจ้าหน้าที่

ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 = 4.00 ตารางเมตร

1.4 เจ้าหน้าที่ฝ่าย, นักวิจัย

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (Architecture's Data 2nd edition หน้า 235)

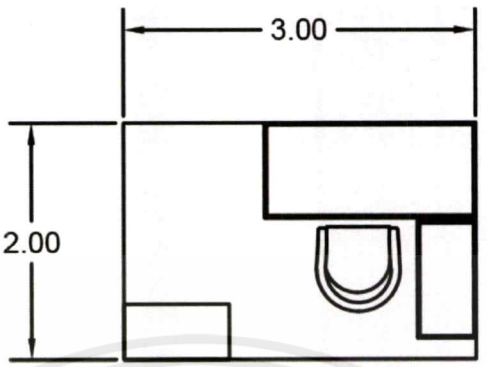
-โต๊ะทำงานและเก้าอี้ 1 ชุด

-เก้าอี้สำหรับผู้ติดต่อ 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-โต๊ะวางคอมพิวเตอร์ 1 ตัว

-ตู้เอกสาร 2 หลัง



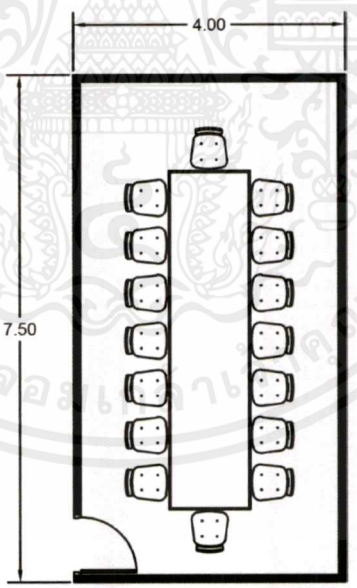
รูปที่ 3 - 8 แสดงขนาดพื้นที่ส่วนทำงานของนักวิจัย

ใช้พื้นที่ 2.00 x 3.00 = 6.00 ตารางเมตร

1.5 ห้องประชุมส่วนผู้อำนวยการ และฝ่ายต่าง ๆ

(Architecture's Data 2nd edition หน้า 238)

ผู้เข้าร่วมประชุมมีผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ หัวหน้าฝ่ายต่าง ๆ รวม 16 คน



รูปที่ 3 - 9 แสดงขนาดพื้นที่ห้องประชุม

ใช้พื้นที่ 4.00 x 7.50 = 30.00 ตารางเมตร

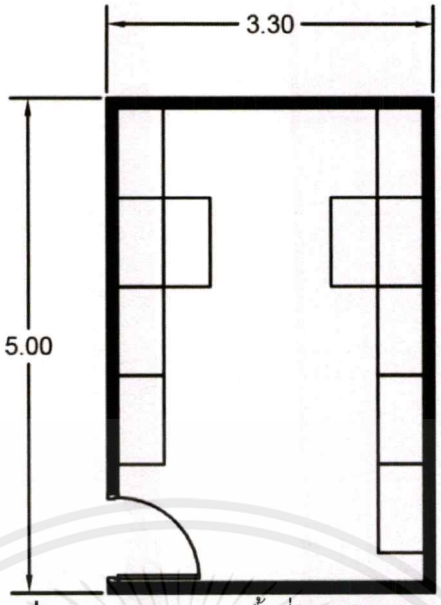
1.6 ห้องเก็บเอกสารและถ่ายเอกสาร

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (Architecture's Data 2nd edition หน้า 241)

-ตู้เอกสาร (0.47 x 0.90 x 1.85) 6 หลัง

-เครื่องถ่ายเอกสาร 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



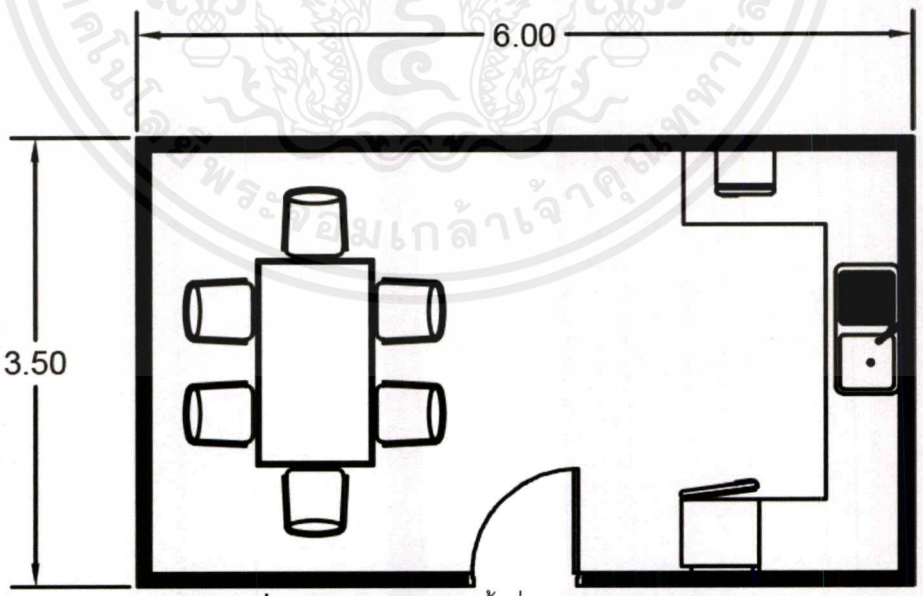
รูปที่ 3 - 10 แสดงขนาดพื้นที่ห้องเก็บเอกสาร

ใช้พื้นที่ 3.30 x 5.00 = 16.50 ตารางเมตร

1.7 ห้องเตรียมอาหาร

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (Architecture's Data 2nd edition หน้า 55)

-เคาน์เตอร์	1	ชุด
-ตู้เย็น	1	หลัง
-อ่างล้างภาชนะ	1	ชุด



รูปที่ 3 - 11 แสดงขนาดพื้นที่ห้องเตรียมอาหาร

ใช้พื้นที่ 6.00 x 3.50 = 21.00 ตารางเมตร

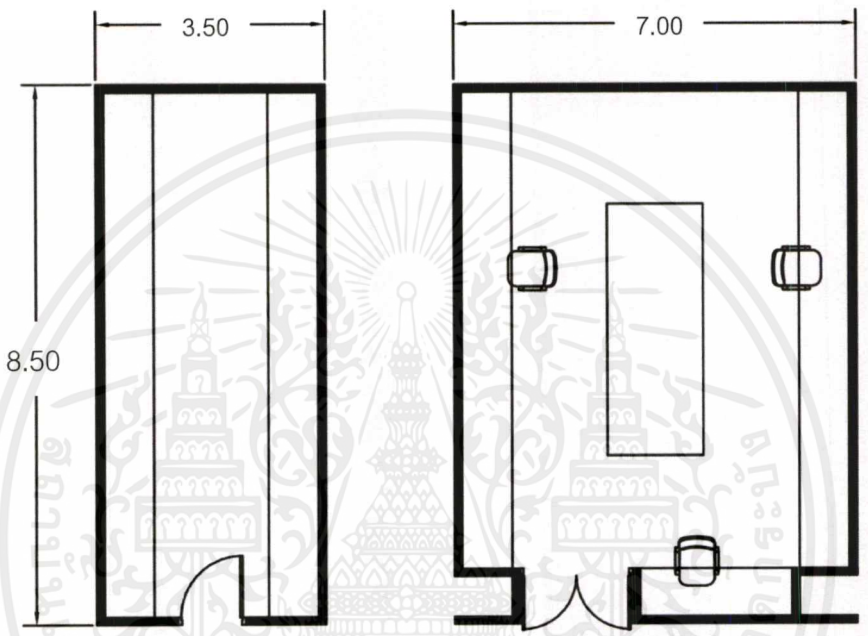
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.พื้นที่ส่วนห้องปฏิบัติการ

2.1 ห้องวิจัยหน่วยปฏิบัติการกลุ่มวิจัย

ห้องวิจัยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1 หน่วย และ 2 หน่วย

1 หน่วยปฏิบัติการใช้ทำงานร่วมกันได้ 4-6 คน (ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ Laboratory Design Manual สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2551 หน้า 40)



รูปที่ 3 - 12 แสดงขนาดพื้นที่ห้องวิจัย 1 และ 2 หน่วย

ใช้พื้นที่ 1 หน่วย 8.50 x 3.50 = 29.70 ตารางเมตร

2 หน่วย 8.50 x 7.00 = 59.40 ตารางเมตร

ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในโครงการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.ห้องปฏิบัติการชีววิทยา: ลักษณะเป็นห้องปฏิบัติการแบบเปียกมีความจำเป็นในการใช้โต๊ะปฏิบัติการเป็นจำนวนมาก

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ Laboratory Design Manual หน้า 45)

-ตู้ควัน (Fume hood)

-ตู้นิรภัยชีวภาพ (Biosafety Cabinet)

-พื้นที่วางตู้อบ (Incubator)

-ตู้เย็น (Refrigerator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ตู้แช่ (Freezer)

-โต๊ะปฏิบัติการ (Bench)

-พื้นที่เก็บของ (Storage)

-อ่างน้ำ (Sink)

2.ห้องปฏิบัติการเคมี: ลักษณะเป็นห้องปฏิบัติการแบบเปียกมีความจำเป็นในการใช้ตู้ควันเป็นจำนวนมาก

ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้ (คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ Laboratory Design Manual หน้า 47)

-ตู้ควัน (Fume hood)

-ตู้นิรภัยชีวภาพ (Biosafety Cabinet)

-พื้นที่วางตู้อบ (Incubator)

-ตู้เย็น (Refrigerator)

-ตู้แช่ (Freezer)

-โต๊ะปฏิบัติการ (Bench)

-พื้นที่เก็บของ (Storage)

-อ่างน้ำ (Sink)

3.ห้องสะอาด ระดับ 100

กลุ่มห้องปฏิบัติการที่ต้องใช้ห้องสะอาดนั้นจะต้องไม่อนุภาคลงไปบนงานวิจัยซึ่งจะทำให้เสียและมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไป

1.ฝ่ายวิจัยและพัฒนากลาง

-ห้องวิจัยเคมีวิเคราะห์

-ห้องวิจัยชีวเคมี

-ห้องวิจัยจุลชีววิทยา

2.ฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม

-ห้องวิจัยเทคโนโลยีอาคาร

-ห้องวิจัยเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

-ห้องวิจัยเทคโนโลยีทางเกษตร

-ห้องวิจัยพลังงานชีวภาพ

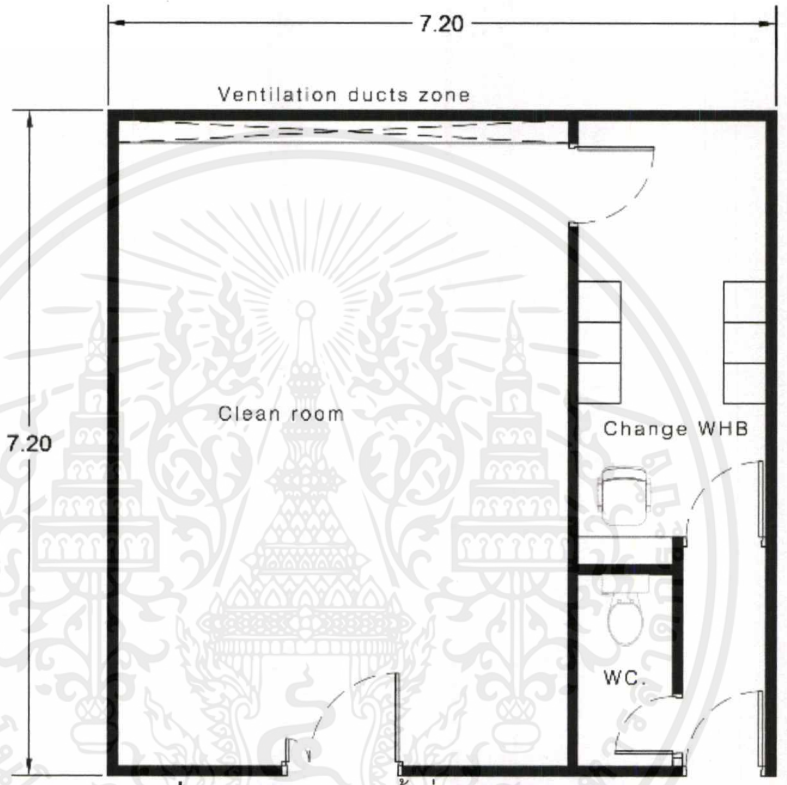
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอย่างยั่งยืน

-ห้องวิจัยเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

-ห้องวิจัยนวัตกรรมวัสดุ

รวม 9 ห้อง โดยใช้มาตรฐานของห้องสะอาด(Standard for Contamination Control Area ของ U.S. Federal Standard 209e,date 11 Sept 2535)



รูปที่ 3 - 13 แสดงขนาดพื้นที่ห้องสะอาด

ใช้พื้นที่ 7.20 x 7.20 = 51.84

ใช้ 9 ห้อง 51.84 x 9 = 467 ตารางเมตร

ใช้พื้นที่งานระบบ เช่น เครื่องปรับอากาศ 10 % คือ 46.7 ตารางเมตร

4.ห้องฝักบัวอากาศ

โดยจะมีอยู่ทุกหน้าห้องสะอาดทุกกลุ่ม(ศึกษาจากอาคารตัวอย่าง)

ดังนั้นมีห้องฝักบัวอากาศ 9 ห้อง

ใช้พื้นที่ 1.75 x 1.00 = 1.75 ตารางเมตร

ใช้ 9 ห้อง 1.75 x 9 = 15.75 ตารางเมตร

5.ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะมีอยู่ทุกหน้าห้องสะอาด

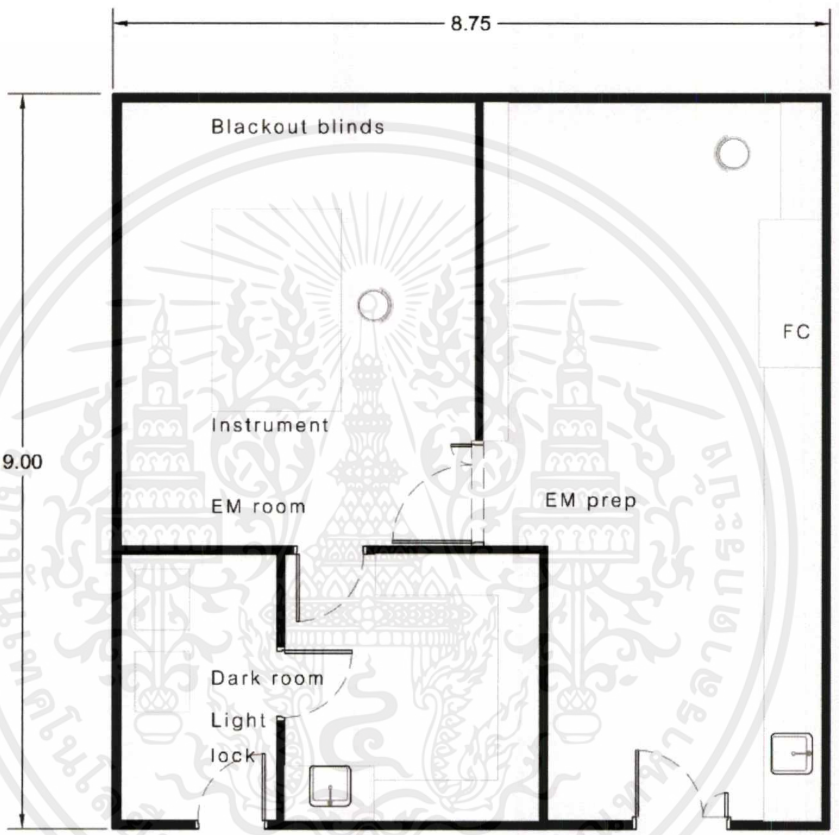
ใช้ครุภัณฑ์ดังนี้(ศึกษาจากอาคารตัวอย่าง)

-ตู้ล๊อกเกอร์ ขนาด 1.20 x 1.80 x 0.40 1ชุด

ใช้พื้นที่ 3.50 x 2.00 = 7.00 ตารางเมตร

ใช้ 9 ห้อง 7.00 x 9.00 = 63.00 ตารางเมตร

6.ห้องส่องกล่องจุลทรรศน์



รูปที่ 3 - 14 แสดงพื้นที่ห้องกล่องจุลทรรศน์

อ้างอิงจาก Hain, Walter. Laboratories/Walter Hain. London: E&FN Spon, 2538.

ใช้พื้นที่ 8.75 x 9.00 = 78.75 ตารางเมตร

7.ห้องพยาบาล

เป็นห้องปฐมพยาบาลเบื้อต้นโดยอุบัติเหตุจากการวิจัย แล้วจึงนำผู้ป่วยส่งไปโรงพยาบาล โดยใช้ครุภัณฑ์ภายในห้อง (**Architect's Data** หน้า 156)

-เตียงพยาบาล	2	ชุด
-ส่วนเก็บยา	1	ชุด

ใช้พื้นที่ 4.50 x 6.80 = 30.60 ตรม.

พื้นที่ทำงานเจ้าหน้าที่พยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

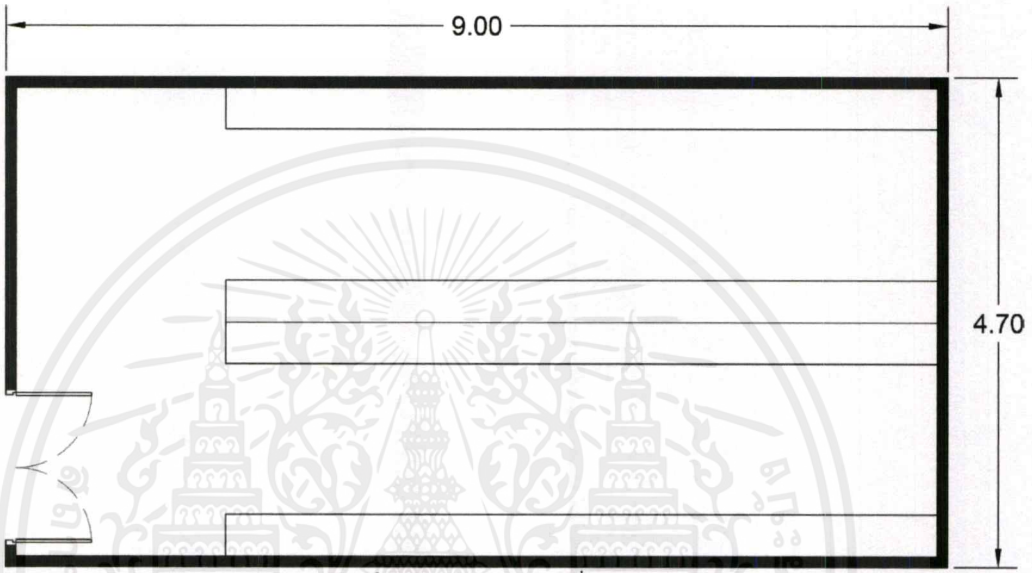
ใช้ครุภัณฑ์ในห้อง ดังนี้

-ห้องเก็บอุปกรณ์และยา (0.60 x 1.80) 2 หลัง

โต๊ะทำงานพยาบาลพร้อมเก้าอี้แขก 3.00 x 2.00= 6.00 ตารางเมตร

ใช้พื้นพี่ 2.16 + 6.00 = 8.16 ตารางเมตร

8.ห้องเพาะเชื่อ



รูปที่ 3 - 15 ห้องเพาะเชื่อ

ใช้พื้นที่ 9.00 x 4.70 = 40.00 ตารางเมตร

3. พื้นที่ส่วนนิทรรศการ

3.1 ส่วนนิทรรศการมีรูปแบบการชม 4 รูปแบบ

1.ประเภท Video wall

A=ระยะยืนชม (3.60)

B=ระยะห่างจอภาพ (0.60)

C=พื้นที่/คน (3.00)

D=พื้นที่/คน (0.60 x 0.80)

พื้นที่จัดแสดง = 15.30 ตร.ม./หน่วย

จำนวนผู้ชม 1 คน/หน่วย(ผู้เข้าชม 11คนต่อชม.)

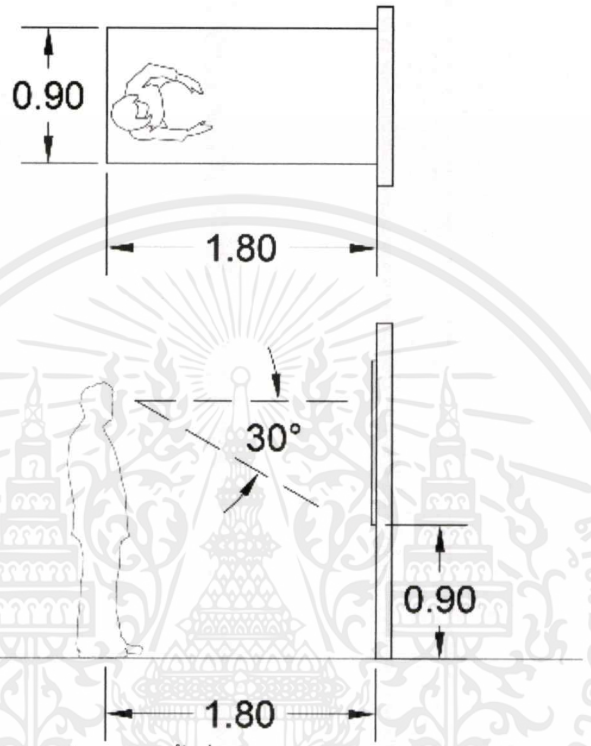
ใช้พื้นที่จัดแสดง 15.30 x 11 = 168 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ประเภท Interactive

ใช้พื้นที่ 9.20 x 6.60 = 60.80 ตารางเมตร

3.ประเภทแผ่น Wall board

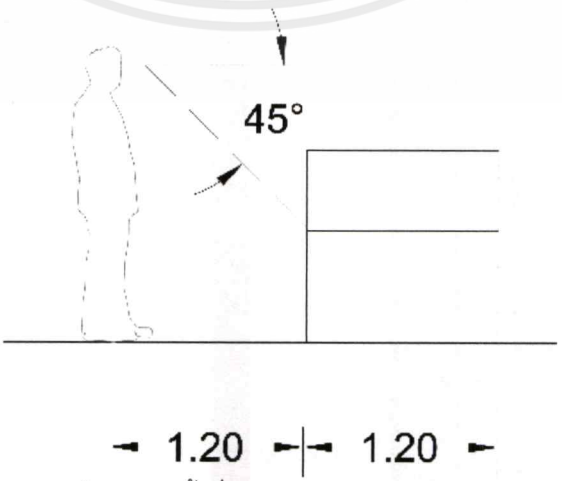


รูปที่ 3 - 16 พื้นที่นิทรรศการประเภท Wall board

มีขนาด 0.90 x 1.80 เมตร ต่อ แผ่น

ใช้พื้นที่ 0.90 x 1.80 = 1.62 ตารางเมตร

4.ประเภทวัตถุ 3 มิติ



รูปที่ 3 - 17 พื้นที่นิทรรศการประเภทวัตถุ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาด 0.90 x 2.40 เมตร ต่อ แผ่น

ใช้พื้นที่ 0.90 x 2.40 = 2.16 ตารางเมตร

3.2 ห้องสมุด

1.พื้นที่อ่านหนังสือ

จากสถิติผู้เข้าชม เฉลี่ยจำนวนผู้ใช้ได้ประมาณ 96 คน/วัน

ใน 1 วันห้องสมุดเปิดทำการ 7 ชม.

ใน 1 วันแบ่งได้ 2 ช่วงเวลา เฉลี่ยช่วงเวลาละ 48 คน

ผู้ใช้ 1 คน ใช้พื้นที่อ่านหนังสือ 3.15 ตารางเมตร

รวมพื้นที่อ่านหนังสือ 151.2 ตารางเมตร

2.โถงทางเข้า

คิดเป็น 10% ของพื้นที่อ่านหนังสือ

ใช้พื้นที่ 135.45 x 10% = 13.545 ตารางเมตร

3.ตู้บัตรรายการ

ใช้ครุภัณฑ์ภายในห้อง ดังนี้

ตู้บัตรรายการ(1.40 x 1.20) 5 หลัง

ใช้พื้นที่ 1.68 x 5 = 8.40 ตารางเมตร

4.ห้องคอมพิวเตอร์

ใช้ครุภัณฑ์ภายในห้อง ดังนี้

พื้นที่ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องสแกนเนอร์ 4 ชุด

ใช้พื้นที่ 0.98 ตารางเมตร/เครื่อง 3.92 ตารางเมตร

เครื่องพิมพ์ 4 สี ระบบดิจิตอลขนาดเอ 4 2 เครื่อง

ใช้พื้นที่ 0.5 ตะรางเมตร/เครื่อง 1.00 ตรม.

ดังนั้นพื้นที่ส่วนห้องคอมพิวเตอร์คิดเป็น 17.60 ตารางเมตร

5.พื้นที่ทำงานเจ้าหน้าที่

ใช้ครุภัณฑ์ในห้อง ดังนี้

เคาน์เตอร์	1	ชุด
โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก้าอี้เจ้าหน้าที่ปะชาสัมพันธ์	2	ตัว

ใช้พื้นที่ 3.00 x 2.00 = 6.00 ตารางเมตร

6.พื้นที่ถ่ายเอกสาร

ใช้ครุภัณฑ์ในห้อง ดังนี้

เครื่องถ่ายเอกสาร(0.57 x 1.00)	2	ตัว

ใช้พื้นที่ 3.00 ตรม.ต่อตัว 6.00 ตารางเมตร

7.บริเวณตรวจและรับฝาก

ใช้ครุภัณฑ์ในห้อง ดังนี้

ล็อกเกอร์	1	หลัง

ใช้พื้นที่ 3.20 x 0.60 = 2.00 ตารางเมตร

8.ส่วนซ่อมหนังสือและพื้นที่เก็บของ

ใช้ครุภัณฑ์ในห้อง ดังนี้

โต๊ะตรวจเช็คทำรายการ(0.80 x 1.20)	1	ตัว
โต๊ะทำรายการหมวดหมู่(0.60 x 1.20)	1	ตัว
หนังสือซ่อมเสร็จแล้ว(0.60 x 0.80)	1	ตัว
หนังสือต้องซ่อม(0.60 x 0.80)	3	ตัว
โต๊ะซ่อมหนังสือ(0.60 x 1.70)	4	ตัว

ใช้พื้นที่ 17.50 ตารางเมตร

4.ส่วนบริการ

1.บริเวณทานอาหาร

จำนวนผู้ใช้งานโรงอาหารมากที่สุด ช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น.

คาดว่ามีผู้ใช้บริการดังนี้

ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ทั้งหมดของโครงการ	178	คน
ผู้เข้าชมโครงการ (วิเคราะห์ใน 1ชั่วโมง)	11	คน
ผู้ใช้บริการห้องสมุด(วิเคราะห์จากเวลาเฉลี่ย)	43	คน
รวม	232	คน

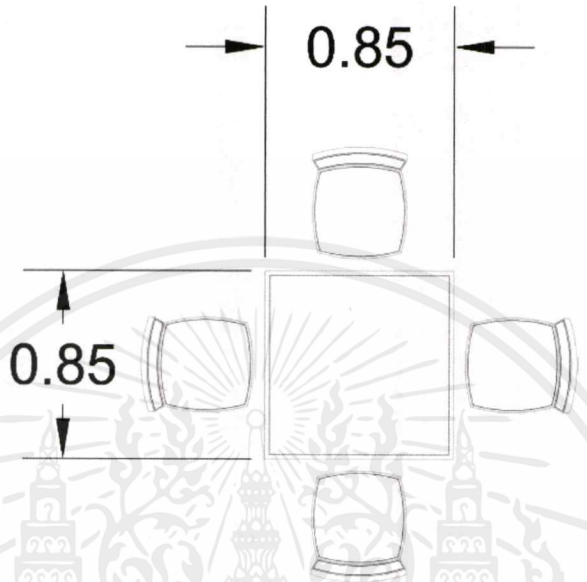
ผู้ใช้บริการศูนย์อาหารจะใช้เวลา 30 นาที สามารถเป็นผลัดรับประทานอาหารได้เป็น 2 ผลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ผลัดมีผู้ใช้บริการโรงอาหาร 120 คน

สามารถจัดโต๊ะแบบ 4 ที่นั่ง 30 ชุด

โดยจากการวิเคราะห์ 1 ชุด (**Architect's Data** หน้า 202)



รูปที่ 3 - 18 พื้นที่ทานอาหาร

ใช้พื้นที่ 2.00 x 1.65 = 3.30 ตารางเมตร

รวมใช้พื้นที่ 3.30 x 30 = 100.00 ตารางเมตร

2.ร้านอาหารให้เช่า

แบ่งเป็นร้านขายอาหารให้เช่า 4 ร้าน และร้านแบบคาเฟทีเรีย 1 ร้าน

ภายในร้าน 1 ร้านประกอบตัวครัว, ที่เก็บอาหาร, และส่วนทำความสะอาด

ใช้พื้นที่ 2.50 x 4.00 ตารางเมตร/ร้าน 10.00 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ร้านให้เช่าคิดเป็น 10.00 x 4 = 40.00 ตารางเมตร

5.ฝ่ายซ่อมบำรุง

1.ห้องไฟฟ้า

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 104.73 ตารางเมตร

2.ห้องเครื่องสำรองไฟฟ้า

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 50.00 ตารางเมตร

3.ห้องเครื่องสูบน้ำ

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่ 50.00 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนผู้ใช้โครงการ	232	คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยอาคารประเภทนี้	200	ลิตร/คน/วัน
ดังนั้นปริมาณใช้น้ำทั้งหมด 232 x 200 =	46,400	ลิตร/วัน
สำรองน้ำดับเพลิง 20 %	9,280	ลิตร/วัน
รวมปริมาณเก็บน้ำสูงสุดของโครงการ	55,680	ลิตร/วัน
ดังนั้นคิดเป็นพื้นที่ถังเก็บน้ำ	16.00	ตารางเมตร

4.บ่อบำบัดน้ำเสีย

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	100.00	ตารางเมตร

5.ห้องควบคุมกลาง

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	30.00	ตารางเมตร

6.ห้องระบบติดต่อสื่อสาร

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	30.00	ตารางเมตร

7.ส่วนเก็บขยะ

ศึกษาจากอาคารประเภทเดียวกันใช้พื้นที่	30.00	ตารางเมตร

8.ห้องซ่อมบำรุงและห้องเก็บอุปกรณ์

ใช้พื้นที่ 20% ของห้องงานระบบประกอบอาคาร	63.21	ตารางเมตร

6.ฝ่ายอาคารและสถานที่

1.ห้องทำงานเจ้าหน้าที่แผนกอาคารและรักษาความปลอดภัย

ใช้ครุภัณฑ์ในห้อง ดังนี้(Architect's Data หน้า 235)

ตู้เก็บของ (0.60 x 2.00)	1 หลัง
พื้นที่ทำงานต่อคน 1.50 x 2.70	4.05 ตารางเมตร/คน
ใช้พื้นที่ทั้งหมด 1.20 + 4.05	5.25 ตารางเมตร/คน

พื้นที่ส่วนพื่พักนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยในโครงการ สามารถรองรับการพักในห้องพักนักวิจัยได้ประมาณร้อยละ 50 ของงานวิจัยทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ส่วนโถงทางเข้าและส่วนพักคอย

จำนวนนักวิจัย 30 คน และผู้ช่วยนักวิจัย 60 คนมีการใช้งานจริง 90 คน
คิดเพียง 50% ของคนใช้งานทั้งหมด ทำงานใช้เวลามากที่สุด 24 ชม.
จากการวิเคราะห์ พื้นที่ 1 คน (Architect's Data หน้า 11)
ใช้พื้นที่ 0.64 ตารางเมตร
รวมพื้นที่ 0.64 x 45 = 28.8 ตารางเมตร

3.ห้องพักพร้อมห้องน้ำในตัว

คิดจากนักวิจัย 50% ของ 26 คน เป็น 13 คน และผู้ช่วยนักวิจัย 52 คน
เป็น 26 คน (เจ้าหน้าที่พนักงานสามารถเข้าพักได้ ในกรณีห้องว่าง)
ดังนั้นห้องพักนักวิจัยมีประมาณ 13 x 50% = 7 ห้อง
และห้องผู้ช่วยนักวิจัย 26 x 50% = 13 ห้อง
ภายในห้องสามารถรับนักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยได้ 2 คน
มีครุภัณฑ์ในห้อง (Architect's Data หน้า 69)

เตียงนอน	2	ชุด
ชุดครัว	1	ชุด
ชุดโต๊ะรับประทานอาหาร	1	ชุด
เครื่องซักผ้าและที่รัดผ้า	1	ชุด
ตู้เสื้อผ้า	2	ชุด
เก้าอี้พักผ่อน	1	ชุด
ห้องน้ำ(อ่างล้างหน้า+โถสุขภัณฑ์+ที่อาบน้ำ)	1	ห้อง

ใช้พื้นที่ 6.00 x 5.00 = 30.00 ตารางเมตร/ห้อง
ดังนั้นห้องพักมีพื้นที่ทั้งหมด 30.00 x 18 = 690.00 ตารางเมตร

4.ห้องน้ำ
พื้นที่ส่วนห้องน้ำ-ส้วม
อ้างอิงจากกฎกระทรวง โดยแบ่งประเภทใช้สอยตามกฎกระทรวงไว้คือ

1.ส่วนสำนักงาน

คำนวณห้องน้ำ-ส้วมในส่วนของสำนักงานต่อพื้นที่ทำงาน
300 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้มีห้องงน้ำห้องส้วมดังนี้

ห้องน้ำชาย 1 ชุด คือ ส้วม 1 ที่

โถปัสสาวะ 2 ที่

อ่างล้างหน้า 1 ที่

ห้องน้ำหญิง 1 ชุ คือ ส้วม 2 ที่

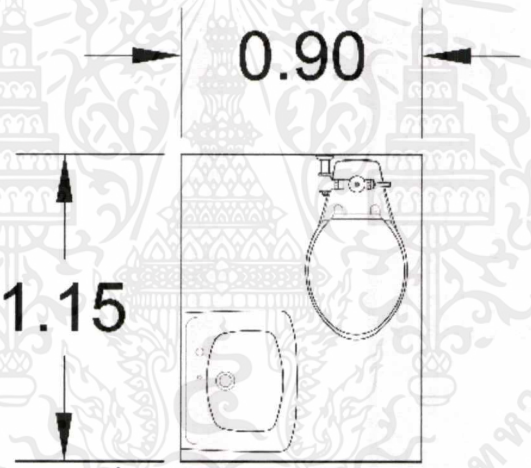
โถปัสสาวะ 1 ที่

2.ส่วนวิจัยและปฏิบัติการเป็นประเภทสำนักงานแต่เพิ่มส่วนห้องอาบน้ำในทุกชุดของห้องน้ำ-ส้วม

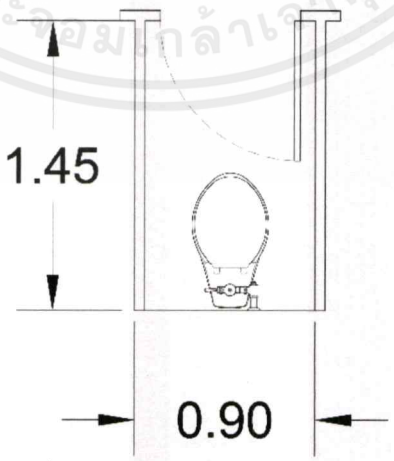
3.ส่วนห้องประชุม และโถง 200 ตารางเมตร หรือ 100 คน

4.โรงอาหาร คำนวณต่อพื้นที่ 200 ตารางเมตร

วิเคราะห์พื้นที่ห้องจาก Architect 's Data หน้า 263

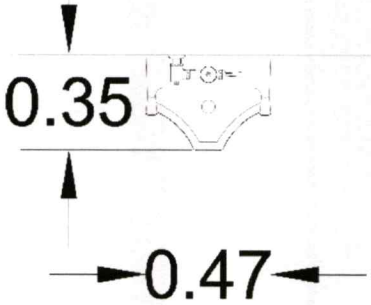


รูปที่ 3 - 19 แสดงขนาดอ่างล้างหน้า



รูปที่ 3 - 20 แสดงขนาดส้วมสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 - 21 แสดงขนาดโถปัสสาวะ

อ่างล้างหน้าใช้พื้นที่ 1.15 x 0.90 =1.04 ตารางเมตร

ห้องส้วมใช้พื้นที่ 1.00 x 1.50 =1.50 ตารางเมตร

โถปัสสาวะใช้พื้นที่ 0.60 x 0.50 = 0.30 ตารางเมตร

สรุป ห้องน้ำชาย 1 ชุด ใช้พื้นที่ 3.14 ตารางเมตร

ห้องน้ำหญิง 1 ชุด ใช้พื้นที่ 4.04 ตารางเมตร

3.5 สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ

การจากศึกษาลักษะอุปกรณ์ และพื้นที่การใช้งานของศูนย์วิจัย เมื่อนำมารวมกับจำนวนบุคลากร และเจ้าหน้าที่ จึงได้พื้นที่ใช้สอยของโครงการดังนี้

ตารางที่ 3 - 6 สรุปพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบ	จำนวน	จำนวนผู้ใช้	พื้นที่หน่วย	พื้นที่รวม	แหล่งอ้างอิง
1.ฝ่ายบริหาร					
-โถงพักคอย	1	-	12.00	12.00	Architect's Data
-ห้องรับรอง	1	1	12.00	12.00	Architect's Data
-ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00	Architect's Data
-ห้องประชุม	1	16	30.00	30.00	Architect's Data
-ห้องเก็บของ	1	-	9.00	9.00	Architect's Data
1.1 สำนักผู้อำนวยการ					
-ห้องผู้อำนวยการ	1	1	28.00	28.00	Architect's Data
-ห้องรองผู้อำนวยการ	4	1	20.00	80.00	Architect's Data
-ห้องเลขานุการ	1	2	15.00	30.00	Architect's Data
-ห้องคณะที่ปรึกษาศูนย์	1	1	17.50	17.50	Architect's Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ห้องเก็บเอกสาร	1	-	16.50	16.50	Architect's Data
1.1.1 กองวิเทศสัมพันธ์					
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่วิเทศสัมพันธ์	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
1.1.2 กองประชาสัมพันธ์					
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
1.2 ฝ่ายกลุ่มบริหาร					
-โถงพักคอย	1	-	12.00	12.00	Architect's Data
-ห้องประชุม	1	16	30.00	30.00	Architect's Data
-ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00	Architect's Data
-ห้องเก็บของ	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
-ห้องเก็บเอกสาร	1	-	16.50	16.50	Architect's Data
1.2.1 ฝ่ายการคลัง					
-ห้องหัวหน้าฝ่ายการคลัง	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่กองการเงินและบัญชี	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่กองพัสดุ	1	3	4.00	12.00	Architect's Data
1.2.2 ฝ่ายทรัพยากรยุคคล					
-ห้องทำงานหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่กองบริหารบุคคล	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
1.2.3 ฝ่ายบริหารกลาง					
-ห้องทำงานหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่กองกลาง	1	2	4.00	8.00	Architect's Data Architect's Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 ฝ่ายธุรการ					
-ห้องทำงานหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่าย	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
รวม				461.50	
รวมทางสัญจร 30% (138.45 ตารางเมตร)				600.00	
ห้องน้ำ-ส้วมผู้ชาย	2	-	3.14	-	
ห้องน้ำ-ส้วมผู้หญิง	2	-	4.04	-	
รวมทางสัญจร 20% (5.74 ตารางเมตร)	4	-	28.72	34.46	
รวมพื้นที่ทั้งหมด				**634.46**	
2.ฝ่ายวิจัยและพัฒนา					
-โถงทางเข้า	1	-	12.00	12.00	Architect's Data
-ห้องเก็บของ	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
-ห้องเก็บเอกสาร	1	-	16.50	16.50	Architect's Data
-สำนักงานวิจัย	1	7	4.00	28.00	Architect's Data
-ห้องเตรียมอาหาร	1	-	21.00	21.00	Architect's Data
-ห้องประชุม	1	1	30.00	30.00	Architect's Data
-ห้องพยาบาล	1	-	38.75	38.75	Architect's Data
-ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	1	-	7.00	7.00	Architect's Data
-ห้องเก็บสารเคมี	1	-	25.00	25.00	Architect's Data
-ส่วนตรวจรับของ	1	-	7.00	7.00	Architect's Data
-ส่วนเก็บขยะ	1	-	30.00	30.00	Architect's Data
-ห้องเครื่องมือกลาง	1	-	40.00	40.00	Architect's Data
-ห้องล้างเครื่องแก้ว	1	-	40.00	40.00	Architect's Data
-ห้องกล่องจุลทรรศน์	1	-	78.75	78.75	อาคารตัวอย่าง
-ห้องเตรียมเชื้อ	1	2	21.50	21.50	Architect's Data
-ห้องเพาะเชื้อ	1	-	40.00	40.00	อาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ฝ่ายบริการอุตสาหกรรม					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายประสานงาน	1	4	4.00	16.00	Architect's Data
-ห้องเก็บเอกสาร	1	-	16.50	16.50	Architect's Data
-ห้องเก็บของ	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
2.1.1 ฝ่ายทดสอบและพัฒนาการกลาง					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องสะอาด	1	-	46.70	46.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยเคมีวิเคราะห์	1	6	29.70	29.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยชีวเคมี	1	6	29.70	29.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยจุลชีววิทยา	1	6	29.70	29.70	Architect's Data
2.1.2 ฝ่ายรับรองคุณภาพ					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องสะอาด	1	-	46.70	46.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยประเมินและรับรองคุณภาพ	1	12	29.70	59.40	Architect's Data
2.2 ฝ่ายวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรม					
-ห้องทำงานหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายประสานงาน	1	4	4.00	16.00	Architect's Data
-ห้องเก็บเอกสาร	1	-	16.50	16.50	Architect's Data
-ห้องเก็บของ	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
2.2.1 ฝ่ายเทคโนโลยีอาคาร					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องสะอาด	1	-	46.70	46.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยเทคโนโลยีอาคาร	2	12	29.70	59.40	Architect's Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ฝ่ายเภสัชและ ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องสะอาด	1	-	46.70	46.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยเภสัชและ ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	2	12	29.70	59.40	Architect's Data
2.2.3 ฝ่าย เทคโนโลยีการเกษตร					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องสะอาด	1	-	46.70	46.70	Architect's Data
-ห้องวิจัย เทคโนโลยีการเกษตร	2	12	29.70	59.40	Architect's Data
2.2.4 ฝ่ายพลังงานชีวภาพ					
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องสะอาด	1	-	46.70	46.70	Architect's Data
-ห้องวิจัยพลังงานชีวภาพ	2	12	29.70	59.40	Architect's Data
รวม				1,312.00	
รวมทางสัญจร 30% (400.00 ตารางเมตร)				1,712.00	
ห้องน้ำ-ส้วมและห้องอาบน้ำ					
ผู้ชาย	5	-	10.18	50.90	
ผู้หญิง	5	-	10.18	50.90	
+ทางสัญจร 20% (20 ตารางเมตร)				122.00	
รวม				**1,835.00**	
3.ฝ่ายเผยแพร่ความรู้					
-ห้องเก็บเอกสาร	1	-	16.50	16.50	Architect's Data
-ห้องเก็บของ	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
3.1 ห้องสมุด					
3.1.1 ห้องสมุด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-โถงทางเข้า	1	-	12.00	12.00	Architect's Data
-ส่วนรับฝากของ	1	-	2.00	2.00	Architect's Data
-ส่วนตรวจเช็คการยืม-คืน	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
-ส่วนทำงานบรรณารักษ์	1	1	4.00	4.00	Architect's Data
-ส่วนผู้ช่วยบรรณารักษ์	1	1	4.00	4.00	Architect's Data
-ส่วนอ่านหนังสือ	1	-	135.50	135.50	Architect's Data
ห้องถ่ายเอกสาร	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
-ห้องซ่อมแซมหนังสือ	1	-	17.50	17.50	Architect's Data
-ส่วนเก็บหนังสือ	1	-	60.00	60.00	Architect's Data
3.1.2 งานเทคโนลยี					
สารสนเทศ	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-ห้องทำงานหัวหน้าฝ่าย	1	4	4.00	16.00	Architect's Data
-ห้องเจ้าหน้าที่วิชาการและ					
การศึกษา	1	3	4.00	12.00	Architect's Data
-ห้องเจ้าหน้าที่เทคโนโลยี					
สารสนเทศ	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
-ห้องเจ้าหน้าที่	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
ประชาสัมพันธ์					
-ห้องเจ้าหน้าที่ธุรการ	1	2	4.00	8.00	Architect's Data
3.2 ส่วนนิทรรศการ					
-ส่วนเจ้าหน้าที่นิทรรศการ					Architect's Data
-ส่วนเจ้าหน้าที่ฝ่ายกิจกรรม	1	4	4.00	16.00	Architect's Data
-โถงทางเข้า	1	4	4.00	16.00	Architect's Data
-บริเวณรับฝากของ	1	-	12.00	12.00	Architect's Data
-เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์	1	-	2.00	2.00	Architect's Data
-ส่วนจำหน่ายบัตร	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
-ส่วนเตรียมจัดแสดง	1	-	6.00	6.00	Architect's Data
-ห้องเก็บวัตถุแสดง	1	-	9.65	9.65	Architect's Data
-ห้องซ่อมแซมวัตถุแสดง	1	-	28.85	28.85	Architect's Data
-ลานกิจกรรม	1	-	15.00	15.00	Architect's Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1	-	155.00	155.00	
รวม				595.00	
รวม ทางสัญจร 30% (178.50 ตารางเมตร)				773.50	
ห้องน้ำ-ส้วมผู้ชาย	2	-	3.14	-	
ห้องน้ำ-ส้วมผู้หญิง	2	-	4.04	-	
รวม ทางสัญจร 20% (5.74 ตารางเมตร)			28.75	34.46	
รวม				**808.00**	
4.ฝ่ายบริการ					
4.1 โรงอาหาร					
-โรงอาหาร	1	30	3.30	100.00	Architect's Data
-ร้านให้เช่าขายอาหาร	4	-	10.00	40.00	อาคารตัวอย่าง
-บริเวณเก็บจาน	1	-	15.00	15.00	อาคารตัวอย่าง
-บริเวณขนส่งอาหาร	1	-	38.60	38.60	อาคารตัวอย่าง
-ห้องพักขยะ	1	-	20.00	20.00	Architect's Data
-ห้องพักคนครัว	1	4	30.00	30.00	Architect's Data
4.2 ฝ่ายซ่อมบำรุง					
-ห้องเครื่องไฟฟ้า	1	-	105.00	105.00	อาคารตัวอย่าง
-พื้นที่วางเครื่องปรับอากาศ	1	-	50.00	50.00	อาคารตัวอย่าง
-ห้องเครื่องสำรอง	1	-	50.00	50.00	อาคารตัวอย่าง
-ห้องเครื่องสูบน้ำ	1	-	21.35	21.35	อาคารตัวอย่าง
-บ่อบำบัดน้ำเสียทั่วไป	1	-	100.00	100.00	อาคารตัวอย่าง
-บ่อบำบัดสารเคมี	1	-	100.00	100.00	อาคารตัวอย่าง
-ห้องควบคุมกลาง	1	-	30.00	30.00	อาคารตัวอย่าง
-อาคารระบบน้ำและหอถังสูง	1	-	300.00	300.00	อาคารตัวอย่าง
-ส่วนเก็บขยะ	1	-	30.00	30.00	อาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ฝ่ายอาคารและสถานที่					
-ห้องหัวหน้าอาคารและสถานที่	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-เจ้าหน้าที่ฝ่าย	1	20	4.00	80.00	Architect's Data
-ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าล๊อกเกอร์	3	-	4.75	14.25	Architect's Data
4.4 ฝ่ายจัดซื้อ					
-ห้องหัวหน้าอาคารและสถานที่	1	1	15.00	15.00	Architect's Data
-เจ้าหน้าที่ฝ่าย	1	3	4.00	12.00	Architect's Data
-บริเวณรับของ	1	1	7.00	7.00	Architect's Data
รวมส่วนของร้านอาหาร				252.60	
รวม ทางสัญจร 30% (75.80 ตารางเมตร)				328.50	
ห้องน้ำ-ส้วม ผู้ชาย	1	-	3.14	-	
ห้องน้ำ-ส้วม ผู้หญิง	1	-	4.04	-	
รวม ทางสัญจร 20% (2.87 ตารางเมตร)			14.36	17.25	
รวม				**345.65**	
รวมส่วนบริการ				929.60	
รวม ทางสัญจร 30% (278.88 ตารางเมตร)				1,208.50	
ห้องน้ำ-ส้วม ผู้ชาย	2	-	3.14	-	
ห้องน้ำ-ส้วม ผู้หญิง	2	-	4.04	-	
รวม ทางสัญจร 20% (2.87 ตารางเมตร)			28.75	34.46	
รวม				**1,242.95**	
4.5 ห้องพักนักวิจัย					
-โถงทางเข้า	1	1	23.00	23.00	กฎกระทรวง
-ห้องพัก	23	2	30.00	690.00	Architect's Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวม				713.00	
รวม ทางสัญจร 30% (213.90 ตารางเมตร)				927.00	
รวม				**927.00**	

สรุปพื้นที่โครงการ

1.ฝ่ายบริหาร	886	ตารางเมตร
2.ฝ่ายวิจัยและพัฒนา	2,620	ตารางเมตร
3.ฝ่ายเผยแพร่ความรู้	755	ตารางเมตร
4. ฝ่ายสนับสนุน	810	ตารางเมตร
5.ห้องพักนักวิจัย	510	ตารางเมตร
รวมพื้นที่ใช้สอยทั้งโครงการ (ไม่รวมที่จอดรถ)	**5,581**	**ตารางเมตร**

การวิเคราะห์พื้นที่จอดรถ

การวิเคราะห์พื้นที่จอดรถแบ่งออกเป็น 2 แบบ จากนั้นเลือกวิธีการคิดที่จอดรถที่มีจำนวนมากที่สุดมาใช้เป็นพื้นที่โครงการ

1.คิดโดยการหาพื้นที่อาคารรวม

ในเขตท้องที่กรุงเทพมหานคร เฉพาะในเขตเทศบาลนครหลวงตามประกาศของคณะปฏิวัติฉบับที่ 25 ลงวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2514 (กฎกระทรวงฉบับที่ 7 พ.ศ.2514)

อาคารขนาดใหญ่ต้องมีที่จอกรถ 1 คัน ต่อ 120 ตารางเมตร

พื้นที่อาคาร	5,447.41 ตารางเมตร
รวมพื้นที่จอดรถ	**46 คัน**

2.คิดโดยแบ่งตามประเภทพื้นที่ใช้งาน

แบ่งประเภทพื้นที่ใช้งานออกเป็น

1.พื้นที่สำนักงาน	ที่จอดรถ 1 คัน ต่อพื้นที่	60	ตารางเมตร
พื้นที่สำนักงาน และ ส่วนวิจัย		4,000	ตารางเมตร
จำนวนที่จอดรถ		66 คัน	
2.พื้นที่ภัตตาคาร	ที่จอดรถ 1 คัน ต่อพื้นที่	15	ตารางเมตร
พื้นที่ภัตตาคาร		252.60	ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนที่จอดรถ		17 คัน
3.พื้นที่ทั่วไป	ที่จอดรถ 1 คัน ต่อพื้นที่	120 ตารางเมตร
พื้นที่อาคาร		1,196.00 ตารางเมตร
จำนวนที่จอดรถ		10 คัน
รวมจำนวนที่จอดรถ		**93 คัน**

สรุปจำนวนที่จอดรถ 93 คัน

ใช้พื้นที่ 5.00 x 2.50 =	12.50 ตรม./คัน
รวมใช้พื้นที่ 93 x 12.50 =	1,162.50 ตารางเมตร

3.ที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือทุกพลภาพ และคนชรา

ตามกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการ คือ โครงการที่มีจำนวนที่จอดรถตั้งแต่ 51 คัน แต่ไม่เกิน 100 คันจะต้องที่จอดรถสำหรับคนพิการหรือทุกพลภาพและคนชราอย่างน้อย 2 คัน

ใช้พื้นที่ 6.00 x 3.50 =	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/คัน

4.รถขนส่ง

จำนวน	2 คัน
ใช้พื้นที่(Architect's Data หน้า 249)	23.00 ตารางเมตร
รวมพื้นที่ 23.00 x 2 =	46.00 ตารางเมตร

5.ที่จอดรถจักยานยนต์และจักรยาน

คิดเป็น 20% ของจำนวนรถยนต์ ประมาณ	20 คัน
ใช้พื้นที่(Architect's Data หน้า 249)	1.32 ตรม./คัน
รวมใช้พื้นที่ 1.32 x 20 =	26.50 ตารางเมตร
รวมพื้นที่จอดรถทั้งหมด	1,300 ตารางเมตร
รวมทางสัญจร 100%	2,600.00 ตารางเมตร
สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ	**8,181 ตารางเมตร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์และพิจารณาที่ตั้งโครงการ

จุลสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ทุกที่ ทุกสภาพอากาศและสามารถเพาะเลี้ยงได้ในพื้นที่ที่จำกัด จึงเกิดเป็นแนวคิดในการนำพื้นที่ที่ไม่ได้ถูกใช้งานมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย (จากบทความ 5 Environmental Effects) ปัจจุบันมีการนำแนวคิดนี้ไปใช้กับพื้นที่ต่าง ๆ ของเมือง เช่น

- การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายบนดาดฟ้าอาคาร ของบริษัท EnerGaia

รูปที่ 4 - 1 การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายบนดาดฟ้าอาคาร

ที่มา : http://popupcity.net/algae-farming-on-bangkok-rooftops/ (วันที่สืบค้น 6 มกราคม 2561)

- การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายบนทางหลวงในประเทศสวิตเซอร์แลนด์

รูปที่ 4 - 2 การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายบนทางหลวง

ที่มา : /www.zmescience.com/ecology/urban-algae-farm-pollution-05112014/ (วันที่สืบค้น 6 มกราคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูล และงานตัวอย่างทั้งในและต่างประเทศทำให้เกิดแนวคิดในการใช้พื้นที่สูญเปล่ามาใช้เป็นพื้นที่ของโครงการ โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณทางหลวงเนื่องจากสามารถนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากรถยนต์มาใช้เป็นอาหารแก่จุลสาหร่ายได้

พื้นที่สูญเปล่าจากทางด่วน หมายถึง พื้นที่ข้างและใต้ทางด่วนซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ที่มีราคาแพง หลังสร้างทางด่วนเสร็จไม่ได้ใช้งาน หรือถูกปล่อยละเลย (กล่าวโดย Roger Trancik จากหนังสือ finding lost space พ.ศ. 2529) ซึ่งพื้นที่เหล่านี้นับวันยิ่งมีมากขึ้นในพื้นที่เมืองใหญ่ทั่วโลกและกรุงเทพมหาคร พื้นที่เหล่านี้มีราคาและความต้องการสูงขึ้น สมควรให้มีการพัฒนาและเพิ่มคุณค่ามากกว่าเป็นพื้นที่ไร้ประโยชน์ เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2555 รัฐบาลเห็นชอบในการพัฒนาพื้นที่ใต้เขตทางพิเศษ โดยนำพื้นที่บริเวณใต้ทางด่วนไปพัฒนาเพื่อสาธารณะประโยชน์

โดยโครงการสถาบันจุลสาหร่ายเป็นโครงการที่สามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ และเติมเต็มพื้นที่สูญเปล่าเหล่านี้ได้อย่างลงตัว และเป็นไปตามแผนพัฒนาที่ดินของรัฐบาล

4.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งโครงการ

1.พื้นที่สูญเปล่าจากทางด่วน (Lost space)

พื้นที่ข้าง และใต้ทางด่วนซึ่งเดิมทีเป็นพื้นที่ราคาแพง หลังสร้างทางด่วนเสร็จไม่ได้ถูกใช้งาน

2.แหล่งสนับสนุนโครงการ (Supporting)

บริเวณที่ตั้งอยู่ใกล้กับสถาบันหรือโครงการที่มีความเกี่ยวข้องกันด้วยลักษณะของกิจกรรม และหัวข้อในการวิจัย

3.การเข้าถึง (Accessibility)

พิจารณาสถานที่ที่สามารถเข้าออกถึงได้ง่าย สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน อยู่ใกล้กับ ถนนหลัก มีการเชื่อมต่อกับขนส่งมวลชน

4.พื้นที่ของที่ตั้งโครงการ ทำเล และสภาพแวดล้อม (Land Plot)

พิจารณาขนาดพื้นที่ที่เพียงพอกับขนาดโครงการ มีอาณาเขต ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพของพื้นที่เหมาะสมแก่การก่อสร้าง

5.มุมมอง (Visibility)

ทัศนียภาพทั้งจากภายใน และภายนอกโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ (Utility and Facility)

พิจารณาบริเวณหรือย่านที่มีระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเพียงพอ เช่น การระบายน้ำ สภาพที่ดิน ไฟฟ้า ระดับถนน สัญญาณเครื่องหมายต่าง ๆ บอกแหล่งที่ตั้งและการเข้าสู่โครงการ

7.แนวโน้มในอนาคต (Future Expansions)

ศักยภาพของพื้นที่ในอนาคตควรเป็นบริเวณที่สามารถรองรับกิจกรรมต่าง ๆ และการขยายตัวของโครงการในอนาคต

8.กฎหมายอาคาร (Laws)

กฎหมายควบคุมอาคาร และกฎหมายผังเมือง

4.2 การพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ

ในการเลือกที่ตั้งโครงการ ได้มีการคำนึงถึงความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างรูปแบบอาคารของโครงการ และขนาดของโครงการ ซึ่งความสอดคล้องระหว่างรูปแบบอาคารของโครงการ โดยมีการคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ที่ตั้งโครงการเป็นสำคัญ ซึ่งมีหลักเกณฑ์พิจารณาการนำมลภาวะจากบริเวณที่ตั้งมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย เช่น พื้นที่ที่มีปัญหาด้านน้ำ[4] บริเวณโรงงานไฟฟ้า ถนน เพื่อนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงงานหรือควันเสียจากรถยนต์มาใช้

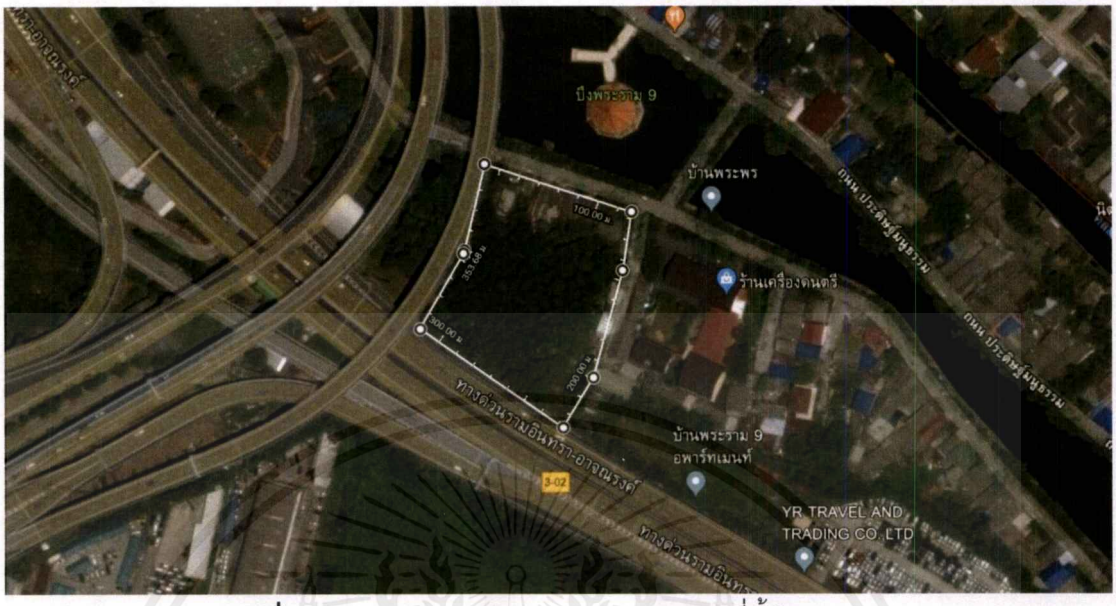
โดยได้พิจารณาพื้นที่ตั้งโครงการที่มีคุณสมบัติดั่งกล่าวมาเป็นจำนวน 3 พื้นที่ ดังนี้

---

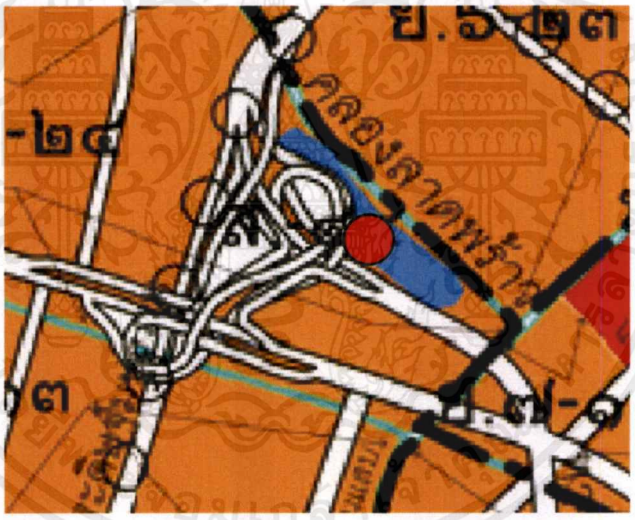
[4] ในการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายนิยมใช้น้ำเสียมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเพราะจุลสาหร่ายสามารถนำสารอนินทรีย์ในน้ำเสียมาใช้และยังเป็นการบำบัดน้ำเสียในอีกทางหนึ่งด้วย อ้างอิงจากบทที่ 2 หัวข้อ2.2 ประโยชน์ของจุลสาหร่าย หัวข้อ 2.2.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ที่ตั้งโครงการ A



รูปที่ 4 - 3 ภาพถ่ายทางอากาศและขอบเขตของที่ตั้งโครงการ A



รูปที่ 4 - 4 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ ส.-44

ที่ตั้งและอาณาเขต

บึงพระราม 9 แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310

พื้นที่ประเภทสถาบันราชการ จังหวัด ปัจจุบันเป็นพื้นที่รกร้าง บริเวณบึงพระราม 9 ติดกับทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์

<u>อาณาเขต</u>

ทิศเหนือ : ติดกับบึงพระราม 9

ทิศตะวันออก : ติดกับที่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศตะวันตก : ติดกับทางด่วนรามอินทรา - อาจณรงค์

ทิศใต้ : ติดกับทางด่วนรามอินทรา - อาจณรงค์

เจ้าของที่ดิน : การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.)

ขนาดพื้นที่ : 7,700 ตร.ม (4ไร่ 8 งาน)

สภาพทางภูมิศาสตร์ : ติดกับที่ดินที่ไม่ถูกใช้งานบริเวณบึงพระราม 9

การเข้าถึงโครงการ : ทางรถยนต์จากถนนประดิษฐ์มนูธรรม

สาธารณูปโภค : สาธารณูปการเพียงพอ

กฎหมาย : ส.-44 เขตพื้นที่สีน้ำเงิน ประเภทที่สถาบันราชการ

2.ที่ตั้งโครงการ B

รูปที่ 4 - 5 ภาพถ่ายทางอากาศและขอบเขตของที่ตั้งโครงการ B

รูปที่ 4 - 6 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ พ.4-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตั้งและอาณาเขต

ถนน จตุรทิศ แขวง มักกะสัน เขต ราชเทวี กรุงเทพมหานคร

เป็นพื้นที่ของโครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นโครงการบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชน้ำในการบำบัด เพื่อเป็นการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตชองประประชาชนในพื้นที่

<u>อาณาเขต</u>

ทิศเหนือ : ทางพิเศษศรีรัช อาคารพักอาศัย

ทิศตะวันออก : ทางพิเศษศรีรัช อาคารพักอาศัย

ทิศตะวันตก : ทางพิเศษศรีรัช อาคารพักอาศัย

ทิศใต้ : ทางพิเศษศรีรัช บึงมักกะสัน และโครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เจ้าของที่ดิน : การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

ขนาดพื้นที่ : 9,150 ตร.ม (5ไร่ 7งาน)

สภาพทางภูมิศาสตร์ : ที่ดินเปล่ากำลังใช้เป็นพื้นที่โครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสัน

การเข้าถึงโครงการ : ทางรถยนต์ถนนจตุรทิศ

สาธารณูปโภค : สาธารณูปการเพียงพอ

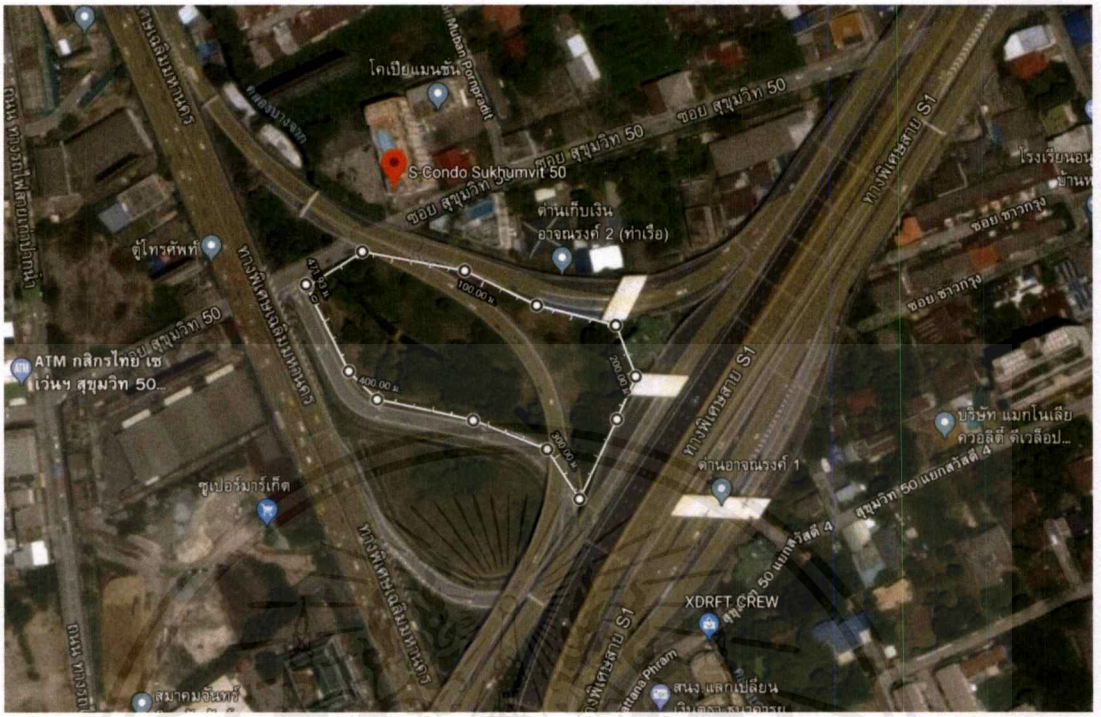
กฎหมาย : พ.4-2 เขตพื้นที่สีแดง ประเภทพาณิชยกรรม

FAR : 6

OSR : 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ที่ตั้งโครงการ C



รูปที่ 4 - 7 ภาพถ่ายทางอากาศและขอบเขตของที่ตั้งโครงการ C

รูปที่ 4 - 8 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พื้นที่ ย.7-20

ที่ตั้งและอาณาเขต

แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110

ที่ตั้งบริเวณซอยสุขุมวิท 50 และทางพิเศษเฉลิมพระเกียรติ เป็นพื้นที่ว่างเปล่าที่เกิดจากการสร้างทางด่วน ปัจจุบันพัฒนาเป็นสวนไทรเฉลิมพระเกียรติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาณาเขต

ทิศเหนือ : ทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์

ทิศตะวันออก : ทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์

ทิศตะวันตก : ทางพิเศษเฉลิมมหานคร

ทิศใต้ : ที่ดินว่างเปล่า

เจ้าของที่ดิน : การทางพิเศษแห่งประเทศไทย(กทพ.)

ขนาดพื้นที่ :10,000 ตร.ม (6ไร่)

สภาพทางภูมิศาสตร์ : สวนไทรเฉลิมพระเกียรติ

การเข้าถึงโครงการ : ทางรถยนต์ถนนภายในโครงการ

สาธารณูปโภค : สาธารณูปการเพียงพอ

กฎหมาย : ย.6-11 เขตพื้นที่สีส้ม ประเภทที่พักอาศัยปานกลาง

FAR: 5

OSR: 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปพื้นที่ตั้งโครการ

จากเกณฑ์การพิจารณาที่ตั้งโครงการจากที่กล่าวมาสรุปที่ตั้งโครงการได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

เกณฑ์การพิจารณา 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง ลักษณะที่ตั้งทั่วไป

1 หมายถึง สามารถใช้ได้ในกรณีจำเป็น

0 หมายถึง ไม่เหมาะสมเป็นที่ตั้ง

ตารางที่ 4 - 1 ตารางสรุปวิเคราะห์การเลือกที่ตั้งโครงการ

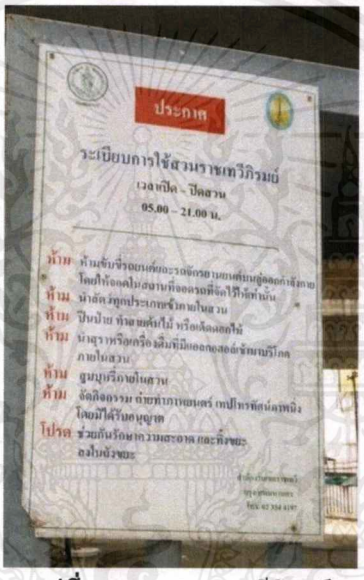
เกณฑ์พิจารณา	ค่าน้ำหนักการพิจารณา	ตัวเลือกที่ตั้ง		
		A	B	C
1.พื้นที่สูญเปล่าจากทางด่วน	4x	4	4	4
2.ความเชื่อมโยงกับแหล่งสนับสนุนโครงการ	3x	3	4	2
3.การคมนาคม - รถยนต์ - ขนส่งมวลชน	3x	3	4	3
4.ทัศนียภาพบริเวณโครงการ	1x	2	3	2
5.สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	3x	4	4	3
6.การขยายตัวในอนาคต	1x	2	3	2
7.เจ้าของที่ดิน	2x	4	4	4
8.กฎหมาย	1x	4	4	4
สรุป		62	70	56

จึงสามารถสรุปได้ว่าที่ตั้ง B นั้นมีความเหมาะสมที่สุดในการเลือกเป็นที่ตั้งโครงการสถาบันจุลสาหร่าย ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับโครงการในพระราชดำริคลองมักกะสัน เป็นการนำน้ำเสียมาใช้ในโครงการในการวิจัยจุลสาหร่าย และโครงการพระราชดำริบำบัดน้ำเสียมักกะสันสนับสนุน

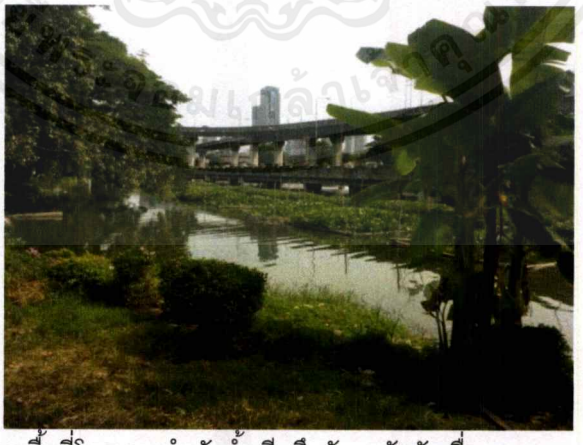
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโครงการ

โครงการตั้งอยู่บนพื้นที่ของสวนราชเทวีภิรมย์โดยมีพื้นที่บางส่วนเป็นพื้นที่ของโครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อช่วยระบายน้ำและบรรเทาสภาพน้ำเสียในคลองสามเสน โดยใช้รูปแบบ “เครื่องกรองน้ำธรรมชาติ”เป็นการใช้พืชน้ำในการช่วยกรองและบำบัดน้ำเสีย เช่น ผักตบชวา จุลสาหร่ายและแบคทีเรีย จากโครงการพระราชดำริในพื้นที่บึงมักกะสันทำให้พื้นที่นี้มีความเหมาะสมในการตั้งเป็นพื้นที่ของสถาบันวิจัยจุลสาหร่าย เนื่องจากมีแหล่งสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การวิจัยจุลสาหร่าย และสามารถเข้าถึงได้สะดวกทั้งจากทางรถยนต์และรถสาธารณะ

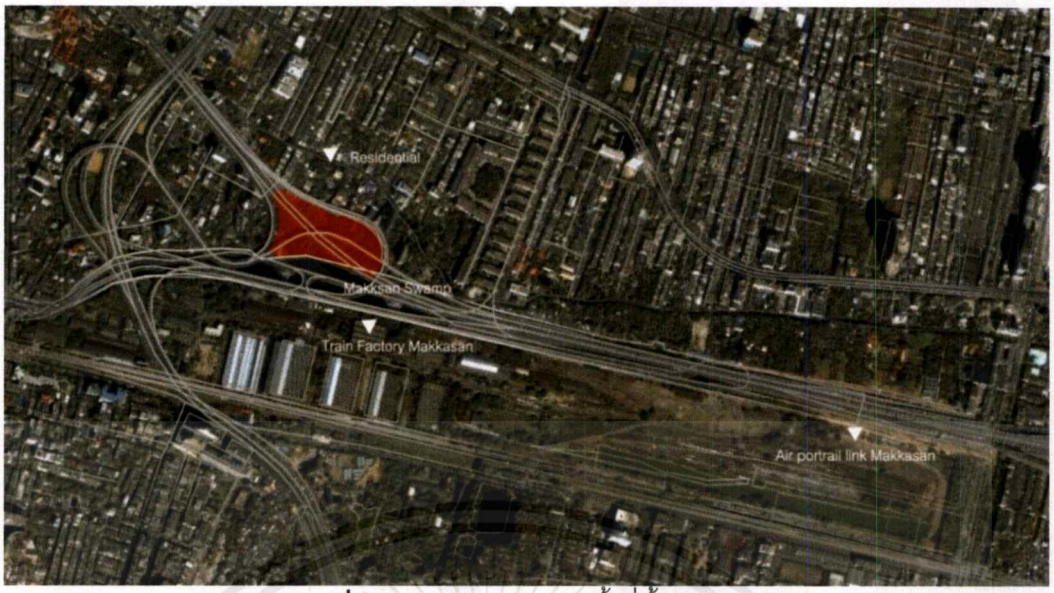


รูปที่ 4 - 9 สวนราชเทวีภิรมย์



รูปที่ 4 - 10 พื้นที่โครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 - 11 บริเวณโดยรอบพื้นที่ตั้งโครงการ

ทิศเหนือ : ทางพิเศษศรีรัช อาคารพักอาศัย

ทิศตะวันออก : ทางพิเศษศรีรัช อาคารพักอาศัย

ทิศตะวันตก : ทางพิเศษศรีรัช อาคารพักอาศัย

ทิศใต้ : ทางพิเศษศรีรัช บึงมักกะสัน และโครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เจ้าของที่ดิน : กรมทางหลวง

ขนาดพื้นที่ : 9,150 ตร.ม (5ไร่ 7งาน)

สภาพทางภูมิศาสตร์ : พื้นที่สวนสาธารณะ

การเข้าถึงโครงการ : ทางรถยนต์ถนนจตุรทิศ

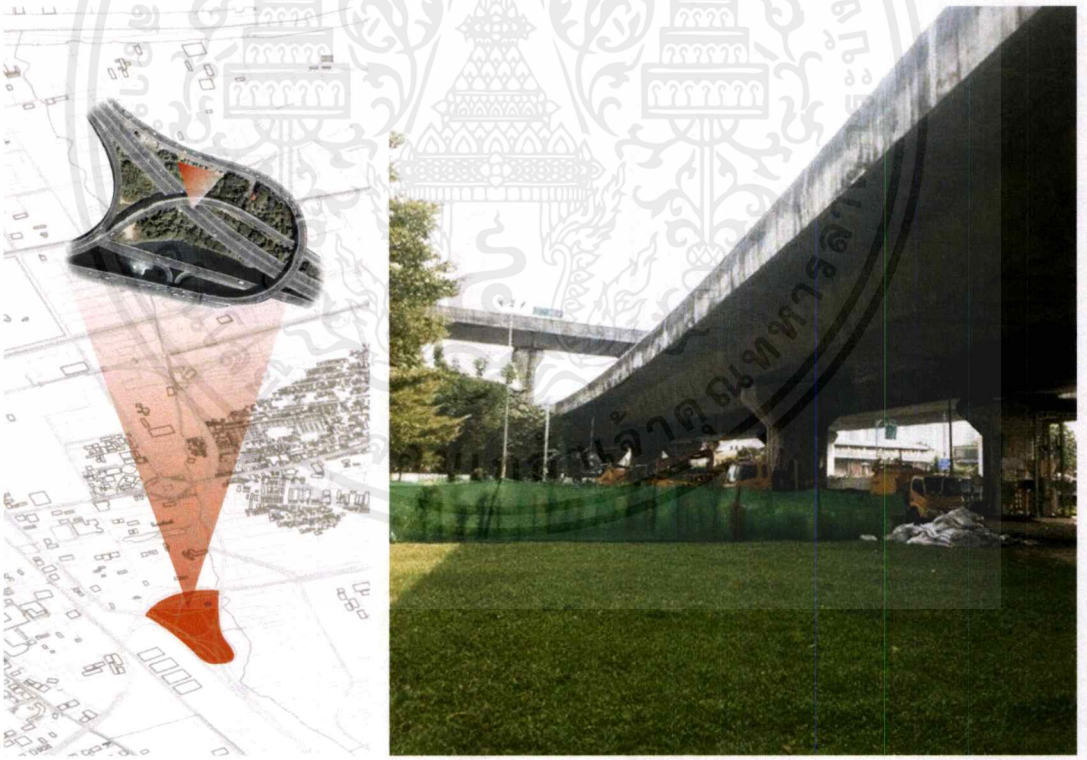
สาธารณูปโภค : สาธารณูปการเพียงพอ

กฎหมาย : พ.4-2 เขตพื้นที่สีแดง ประเภทพาณิชยกรรม FAR : 6 OSR : 5

ทัศนียภาพภายในของพื้นที่โครงการ ซึ่งปัจจุบันได้พัฒนาเป็นสวนสาธารณะและมีโครงสร้างทางพิเศษศรีรัชผ่าน

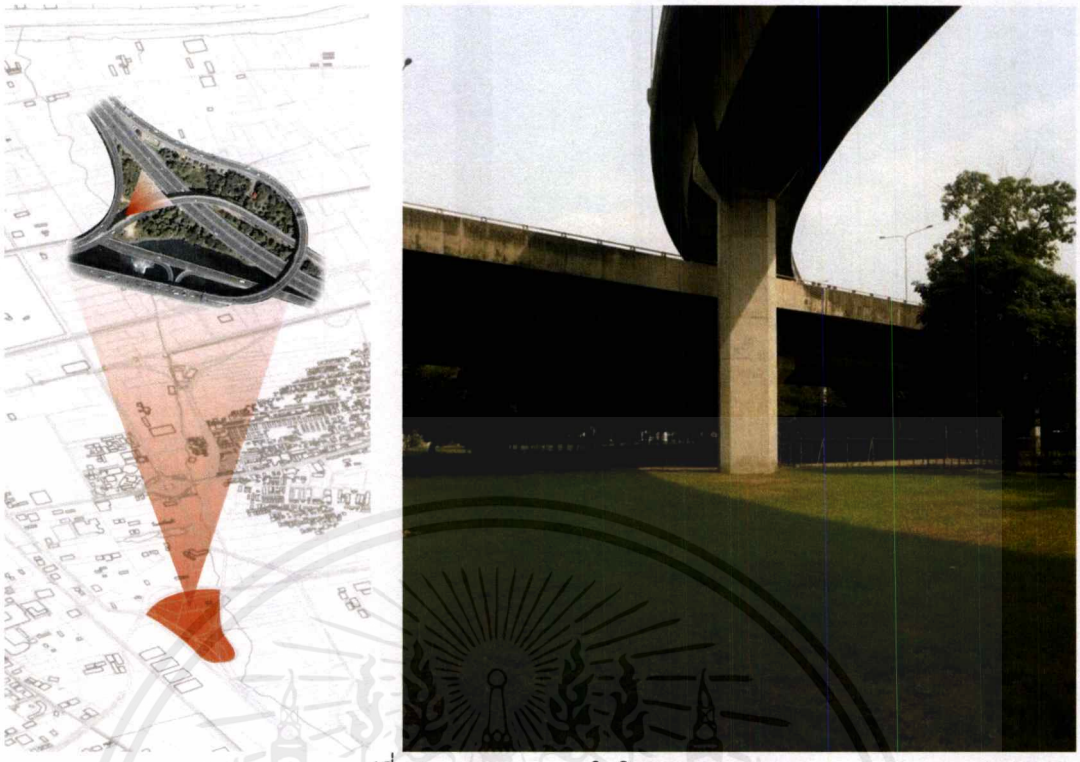
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 - 12 มุมมองภายในโครงการ 1



รูปที่ 4 - 13 มุมมองภายในโครงการ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 - 14 มุมมองภายในโครงการ 3

รูปที่ 4 - 15 มุมมองภายในโครงการ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์พื้นที่ได้เลือกพื้นที่โครงการบริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ส่วนนี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ว่าง เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด มีทางพิเศษผ่านรอบพื้นที่ทำให้เกิดพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบโครงการได้อย่างเหมาะสม ติดกับบึงมักกะสัน และโรงบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอีกด้วย โดยเริ่มจากแนวเสาของสะพาน

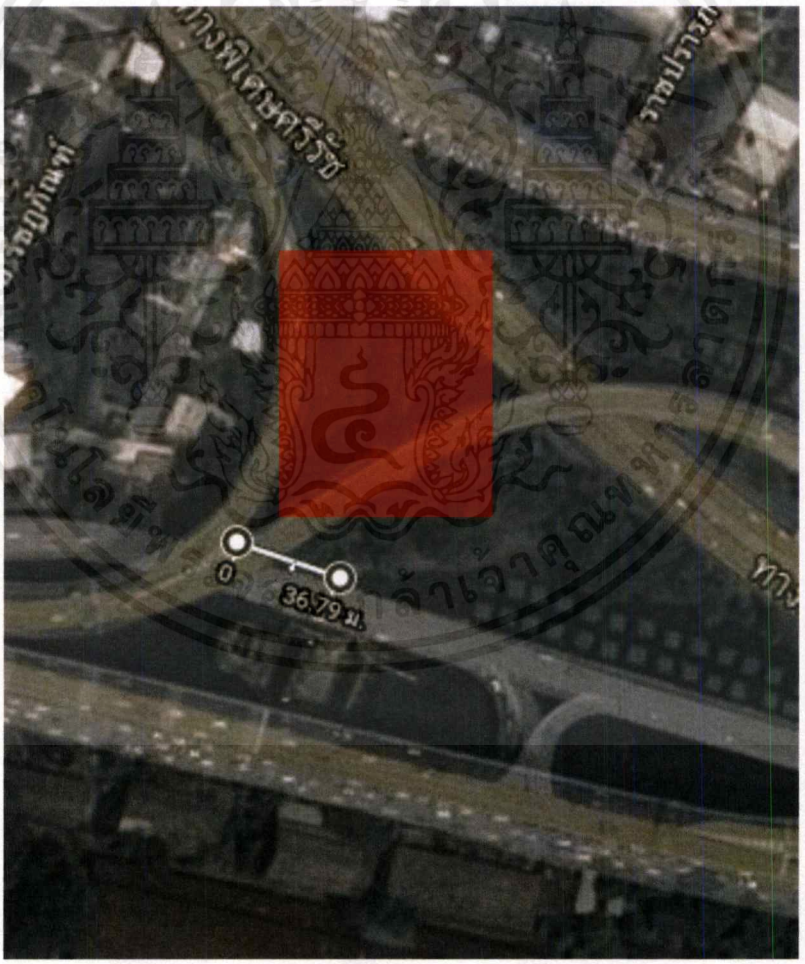
MAINLINE EB ที่ PE/46 ถึง PE/50

MAINLINE EW ที่ PW/46 ถึง PW/50

RAMP 464 ที่ P464/24 ถึง P646/20

RAMP 463 ที่ P463/5 ถึง P463/1

รวมพื้นที่ทั้งหมด 5 ไร่ 368 ตารางวา หรือ 9,472 ตารางเมตร



รูปที่ 4 - 16 พื้นที่โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจพื้นที่ดินของโครงการ ได้แบ่งประเภทของที่ดินออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.ที่ดินเปล่าใกล้ทางด่วน พื้นที่นี้สามารถออกแบบอาคารได้ตามปกติโดยอ้างอิงข้อกฎหมายจากกฎหมายควบคุมอาคาร

2.ที่ดินบริเวณใต้ทางด่วน พื้นที่นี้เป็นกรรมสิทธิ์ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย จากนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมให้มีการเข้ามาพัฒนาพื้นที่ใต้ทางด่วนเหล่านี้ การทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้มีข้อกำหนดในการสร้างอาคารใต้ทางด่วนไว้ดังนี้

ข้อปฏิบัติในการออกแบบอาคารบริเวณใต้พื้นที่ทางพิเศษ

เนื่องจาดยังไม่มีการตั้งข้อกำหนดที่เป็นทางการในการออกแบบอาคารบริเวณใต้ทางด่วนจึงได้สอบถามและสัมภาษณ์วิศวกรของการทางพิเศษของประเทศไทยวันที่ 6 มกราคม 2561 สามารถสร้างอาคารได้ตามกฎหมายอาคารทั่วไป โดยต้องคำนึงถึงข้อปฏิบัติดังนี้

1. การตอกเสาเข็มต้องมีระยะห่างจากเสาเข็มของสะพาน 3 x ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มสะพาน

2. โครงสร้างของอาคารต้องไม่รบกวนหรือสร้างความเสียหายต่อโครงสร้างสะพาน

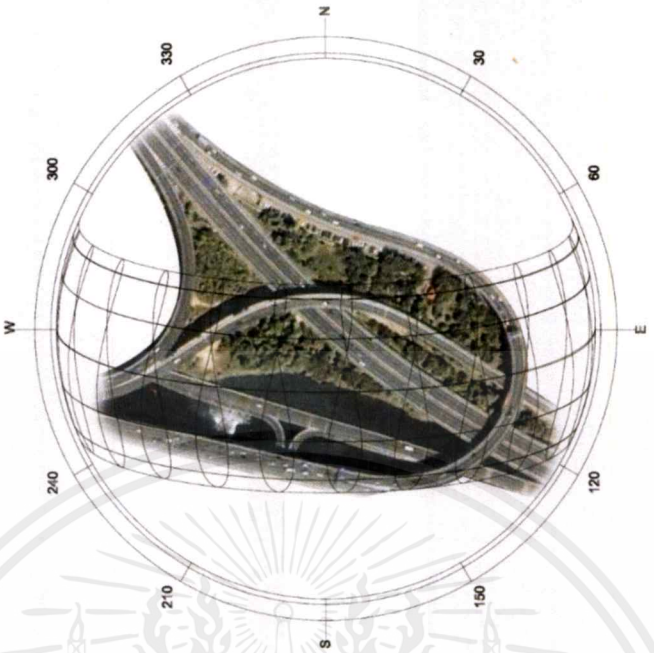
3. ต้องมีระบบ หรือวัสดุที่ป้องกันไฟลามไปถึงโครงสร้างสะพาน ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้

4. มีพื้นที่ที่สามารถให้พนักงานของการทางพิเศษสามารถเข้าไปตรวจสอบโครงสร้างสะพาน

5. มีระยะระหว่างสะพานและโครงสร้างอาคารป้องกันการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

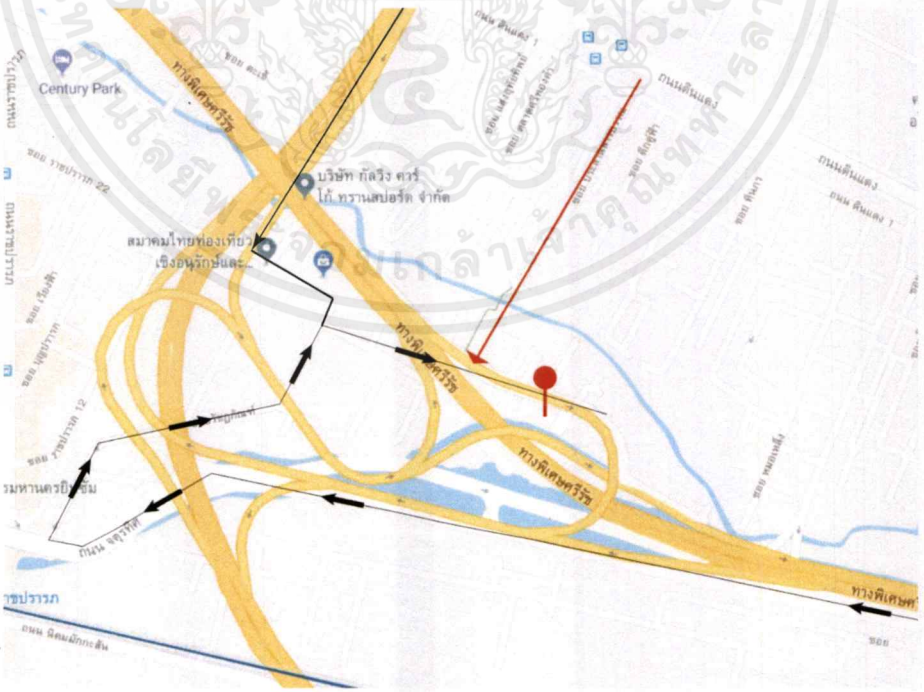
4.4.1 การวิเคราะห์ภูมิอากาศ (Climate Analysis)



รูปที่ 4 - 17 แสดงที่ตั้งและทิศของที่ตั้งโครงการ

ที่ตั้งโครงการอยู่ในแนวแกนตะวันออกและตะวันตกมีโครงสร้างถนน และทางด่วนผ่านบนพื้นที่ของที่ตั้งทำให้เกิดแสงและเงาบนพื้นที่

4.4.2 การวิเคราะห์การเข้าถึงที่ตั้งโครงการ (Accessibility Analysis)



รูปที่ 4 - 18 แสดงกรเข้าถึงพื้นที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4 – 16 ลูกศรสีดำแสดงการเข้าถึงโครงการจากทางรถยนต์โดยผ่านทางถนนจตุรทิศ โดยด้านหน้าของที่ตั้งโครงการมีถนนที่เชื่อมต่อกับซอยรัชฎภัณฑ์ เส้นสีแดงแสดงการเข้าถึงโครงการโดยทางเท้าโดย จากถนนดินแดง

รูปที่ 4 - 19 ถนนด้านหน้าโครงการ

สามารถสรุปได้ว่าที่ตั้งโครงการนี้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นที่ตั้งโครงการสถาบันจุลสาหร่าย เพราะที่ตั้งอยู่ในพื้นที่บึงมักกะสัน ซึ่งมีคุณภาพน้ำอยู่ในขั้นที่ต่ำมาก มีปริมาณธาตุอาหารของพืชน้ำในปริมาณสูง และพบสิ่งมีชีวิต เช่น จุลสาหร่าย และสัตว์เซลล์เดียวขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก[5] โดยมีโครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นโครงการสนับสนุน

---

5 อ้างอิงจาก เกษม จันทร์แก้ว และคณะ การศึกษาวิจัยโครงการปรับปรุงบึงมักกะสัน โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การศึกษาอาคารตัวอย่าง

เนื่องจากโครงการสถาบันวิจัยจุลสาหร่าย เป็นโครงการใหม่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาจากอาคารตัวอย่าง เพื่อนำมาเปรียบเทียบและสรุปข้อมูลในด้านต่าง ๆ โดยจะศึกษาอาคารที่มีลักษณะประเภทอาคารที่ใกล้เคียง และอาคารที่ใช้จุลสาหร่ายมาใช้ในอาคาร วิเคราะข้อดีและข้อเสียของอาคาร ซึ่งทั้งหมดสามารถนำไปเป็นข้อมูลที่ช่วยกำหนดองค์ประกอบงานระบบของอาคารและลักษณะของกิจกรรมต่าง ๆที่เกิดขึ้นในอาคาร

5.1 อาคารตัวอย่างในต่างประเทศ

5.1.1 The BIQ algae-powered building, Hamburg Germany

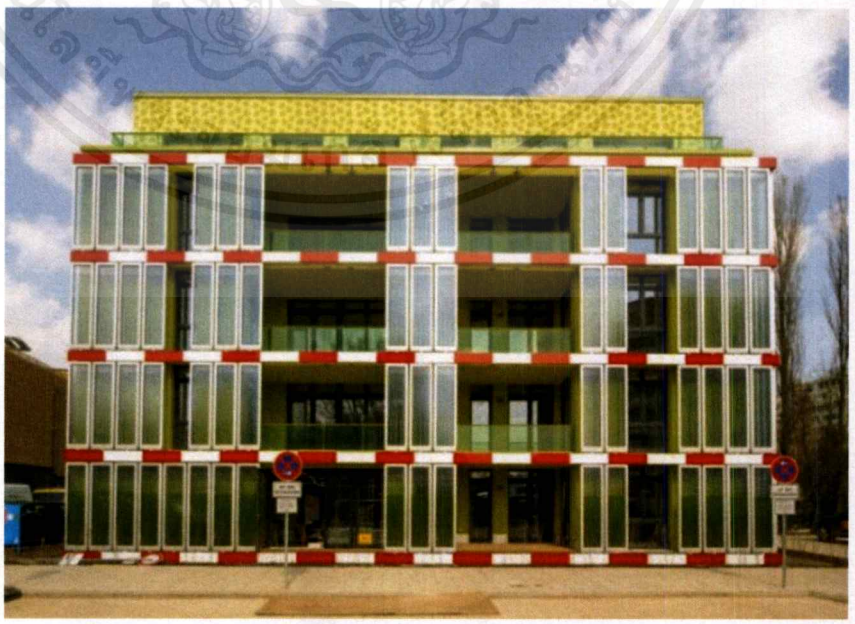
ความเป็นมาและลักษณะทั่วไปของอาคาร

เจ้าของโครงการ : IBA Hamburg GmbH (Christian Roedel)

ที่ตั้ง : Hamburg, Germany (Am Inselpark, 17)

พื้นที่อาคาร : 1,600 ตารางเมตร 4 ชั้น

ประเภทอาคาร : อาคารพักอาศัย

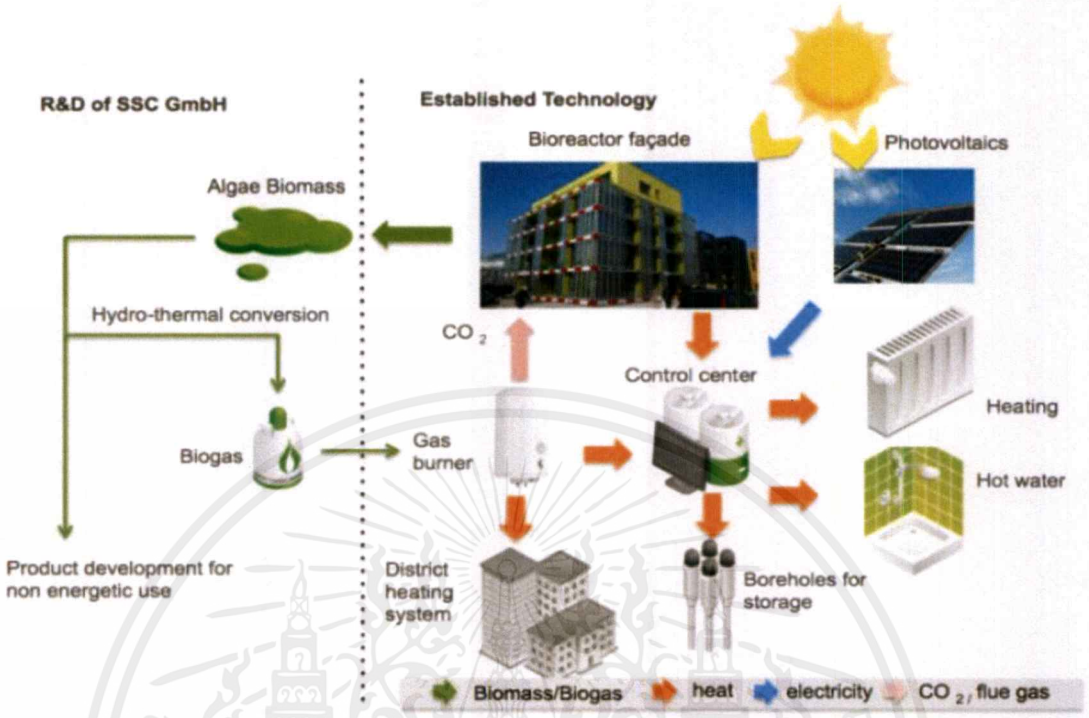


รูปที่ 5 - 1 The BIQ algae-powered building, Hamburg Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : http://inhabitat.com/ (วันที่สืบค้น 8 กันยายน 2560)

1. การนำจุลสาหร่ายมาใช้ในงานสถาปัตยกรรม



รูปที่ 5 - 2 แผนผังแสดงระบบพลังงานจากจุลสาหร่าย

ที่มา : http://www.ongreening.com/en (วันที่สืบค้น 8 กันยายน 2560)

ลักษณะโครงการ

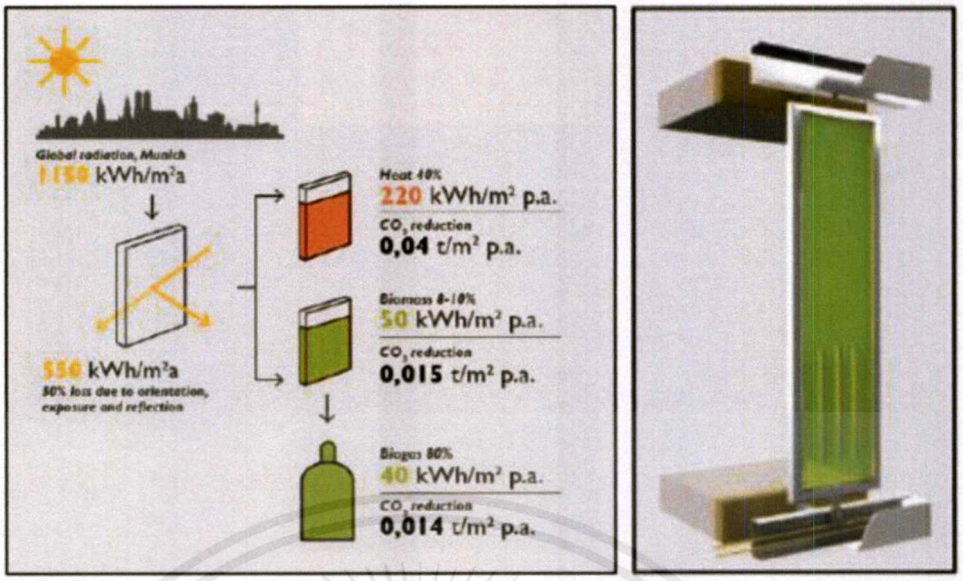
อาคาร BIQ houseเป็นอาคารที่พักอาศัยรูปทรงกล่องตัน สร้างด้วยคอนกรีตและเป็นอาคารแห่งแรกที่ใช้จุลสาหร่ายผลิตผลังงานให้กับอาคารโดยการเลี้ยงจุลสาหร่ายไว้ที่ผนังอาคาร (bioreactor facade) โดยเลี้ยงในระบบปิดแบบแผ่น (Plate PhotobioReactors)[6]ขนาด 250x 70 x 9 เซนติเมตร จำนวน 120 แผ่น สามารถผลิตพลังงานได้ 220 kWh/m^2 p.a. จากพลังงานความร้อน และ 50 kWh/m^2 p.a. จากชีวมวล.อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ของอาคาร มีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์(Solar Cells) เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ[7] น้ำร้อน และไฟฟ้าเพื่อเป็นพลังงานให้แก่อาคารใช้ในอาคาร ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล(Biomass)จุลสาหร่ายจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้โดยก๊าซเหล่านั้นจะนำมาจากกระบวนการเผาไหม้ของโรงงาน และบริเวณรอบ ๆอาคารเป็นการหมุนเวียนพลังงานมาใช้อย่างยั่งยืน

---

[6]อ้างอิงจากบทที่ 2 หัวข้อ การเพาะเลี้ยงจุลสาหร่าย

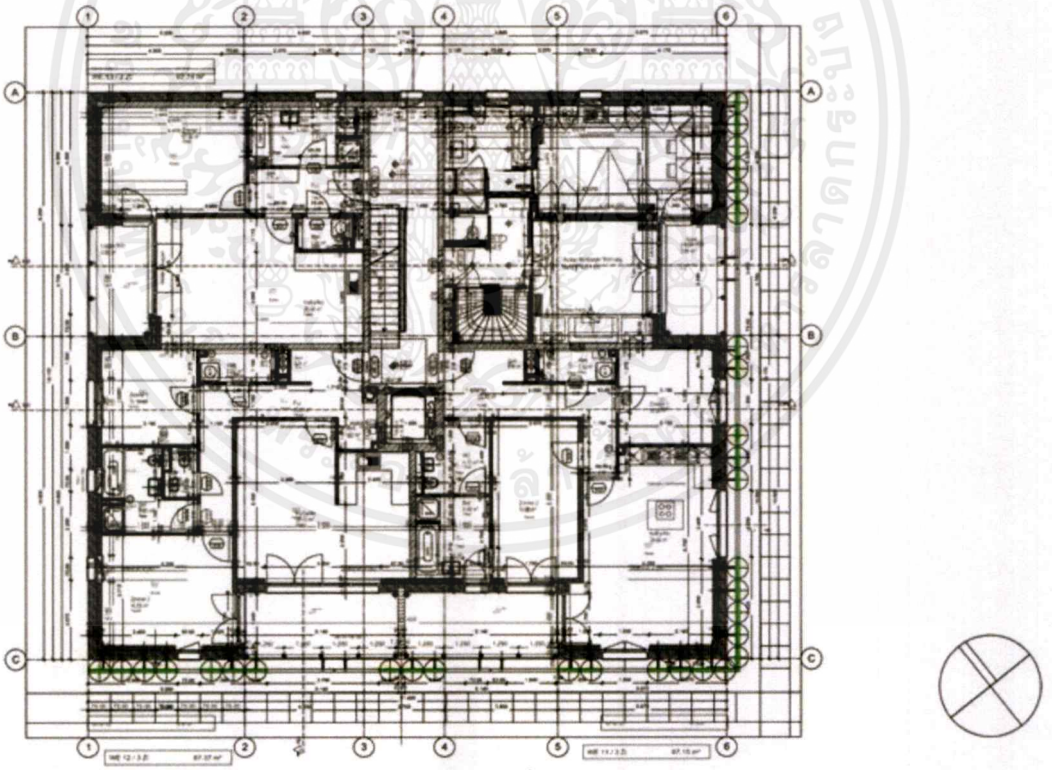
[7]ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ประกอบด้วยก๊าซมีเทน(CH_4) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซร์(CO_2) ก๊าซไฮโรเจนซัลไฟด์(H_2S) และก๊าซไนโตรเจน(N_2) ซึ่งสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



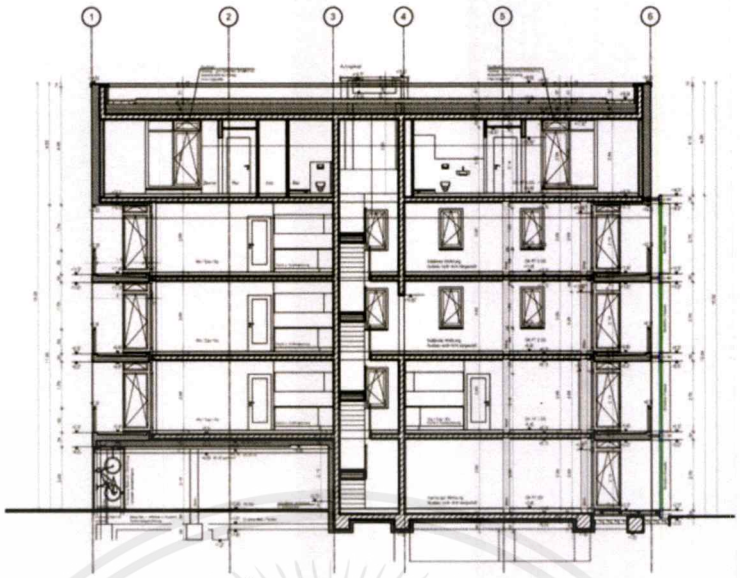
รูปที่ 5 - 3 Bioreactor Façade

ที่มา : Feasibility of Algae Building Technology in Sydney

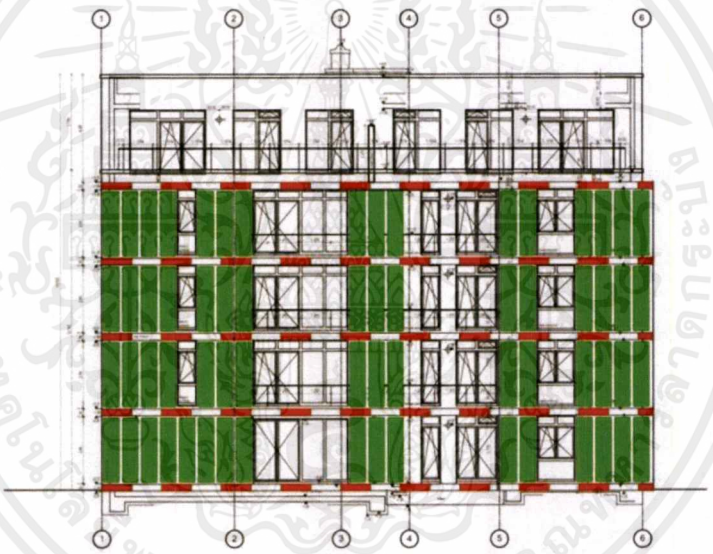


รูปที่ 5 - 4 ผังพื้น BIQ House

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 - 5 รูปตัด BIQ House



รูปที่ 5 - 6 รูปด้าน BIQ House

ที่มา : http://www.ongreening.com (7 กันยายน 2560)

ข้อดี	ข้อเสีย
ใช้พื้นที่ของผนังอาคารได้อย่างน่าสนใจ	การบำรุงรักษาผนังอาคาร (Bioreactor Facade)
อาคารสามารถสร้างพลังงานได้เอง ช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากภาครัฐ	พื้นที่บางส่วนของอาคารอาจจะไม่ได้รับแสงเต็มที่
สามารถนำมลพิษมาสร้างประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน	การเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวะภาพมาเป็นพลังงานมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก

ตารางที่ 5 - 1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของผนังอาคาร (Bioreactor Facade)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

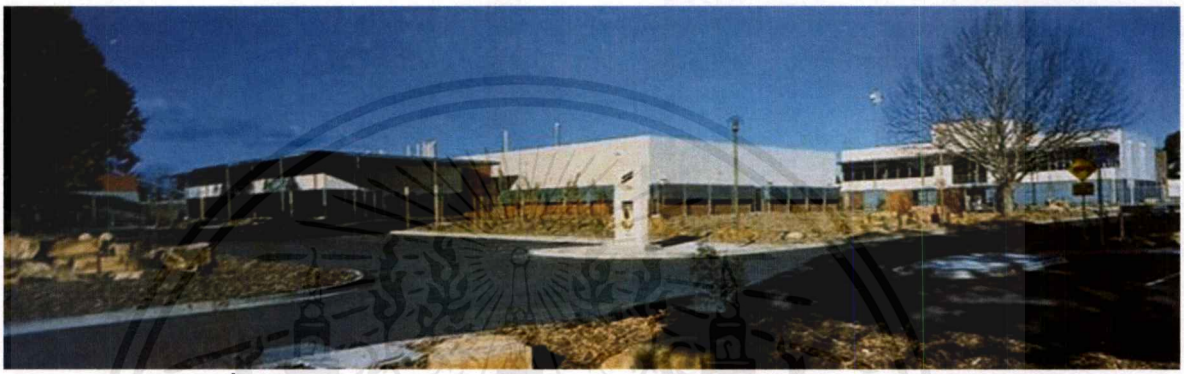
5.1.2 ACTEW Corporation Laboratories, Fyshwick, Act

เจ้าของโครงการ : ACTEW Corporation Laboratories

ที่ตั้ง : Fyshwick Canberra Australia

พื้นที่อาคาร : 1,570 ตารางเมตร

ประเภทอาคาร : อาคารวิจัย



รูปที่ 5 - 7 ACTEW Corporation Laboratories, Fyshwick, Act

ลักษณะโครงการ

อาคารปฏิบัติการ ACTEW Corporation เป็นศูนย์ปฏิบัติการด้านชีววิทยา(Biology Laboratory) มีส่วนวิจัยทั้ง7ส่วนโดยแต่ละส่วนมีทางเดินเชื่อมต่อถึงกัน และสามารถขยายห้องให้เชื่อมถึงกันได้ตามการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ลักษณะของห้องวิจัยมีลักษณะเป็นมอดูล 3 เมตร ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐาน เฟอร์นิเจอร์ถูกออกแบบให้รองรับกับเทคนิค และการใช้งาน การจัดพื้นที่เป็นรูปแบบผสมแบบเปิด(Open Lab)และแบบปิด(Close Lab) ทางเดินตรงกลางของอาคารที่เป็นทางยาวเชื่อมส่วนห้องวิจัยและส่วนสนับสนุนเข้าด้วยกัน มีการจัดเส้นทางสะอาด และเส้นทางสกปรกในส่วนปฏิบัติการจุลชีพ(Microbiology) มีห้องเก็บและล้างอุปกรณ์เพียงจุดเดียว**ห้อง** (Central Storage) ตัวอาคารมีชั้นย่อยที่อยู่ด้านล่างเป็นที่วางงานระบบ เช่น ระบบก๊าซ น้ำเสีย สามารถเข้าไปซ่อมบำรุงได้ง่าย พื้นที่ใต้หลังคาใช้เป็นพื้นที่งานระบบเครื่องปรับอากาศ และเครื่องดูดควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 - 8 ผังพื้น ACTEW Corporation Laboratories

องค์ประกอบ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1.ส่วนสำนักงาน

1.1 ส่วนสำนักงาน

1.2 ส่วนทานอาหาร

1.3 ส่วนห้องสมุด

2.ส่วนวิจัย

2.1 ห้องปฏิบัติการ

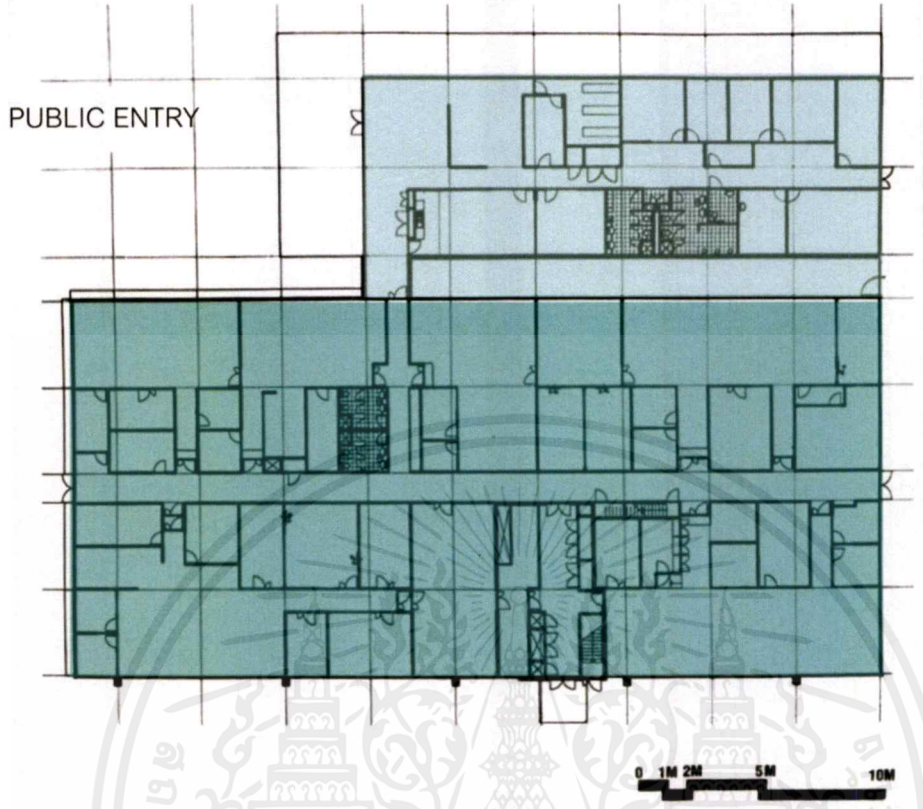
2.2 ส่วนสำนักงาน

2.3 ห้องเก็บอุปกรณ์

2.4 ห้องล้างอุปกรณ์

2.5 ห้องเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 - 9 การจัดองค์ประกอบ

การวิเคราะห์อาคารตัวอย่าง

เส้นทางเดินของอาคารเป็นเส้นตรงโดยจัดฟังก์ชันการใช้งานแบ่งอยู่ทางซ้ายและขวาของอาคารทำให้ห้องปฏิบัติการได้รับแสงธรรมชาติ และมีการแบ่งสัดส่วนการใช้งานแยกอย่างเป็นสัดส่วนแต่สามารถเดินเชื่อมถึงกันได้ทำให้เกิดความสัมพันธ์ของการใช้งานพื้นที่ และกิจกรรมของนักวิจัย

การใช้ระบบห้องเก็บอุปกรณ์ส่วนกลาง (Central Storage) ทำให้ประหยัดพื้นที่ และมีห้องเก็บอุปกรณ์ขนาดเล็กกระจายอยู่ในแต่ละห้องปฏิบัติการ

การแยกส่วนงานระบบไว้ที่ชั้นล่างและแยกเส้นทางการเข้าถึงทำให้สามารถควบคุมการปนเปื้อนจากภายนอกได้ เมื่อมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์

ข้อดี	ข้อเสีย
การจัดผังง่ายและไม่ซับซ้อน	อาจมีการปนเปื้อนระหว่างห้องปฏิบัติการได้ง่าย
มีการเชื่อมโยงของฟังก์ชันในแต่ละส่วน	อุปกรณ์อาจมีการปนเปื้อนระหว่างขนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการเข้าถึงจัดห้องงานระบบแยกจากส่วนห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันการปนเปื้อน	
การวางฟังก์ชันไว้ติดกับผนังภายนอกเพื่อรับแสงธรรมชาติและการระบายอากาศที่ดี	

ตารางที่ 5 - 2 ข้อดี และข้อเสียของอาคาร ACTEW Corporation Laboratories

5.2 อาคารตัวอย่างในประเทศ

5.2.1 ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ

ความเป็นมาและลักษณะทั่วไปของอาคาร

เจ้าของโครงการ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ที่ตั้ง : เลขที่113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบล คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

พื้นที่อาคาร : รวมพื้นที่ใช้สอย ชั้นใต้ดิน ถึง ชั้นดาดฟ้า 17,553 ตารางเมตร

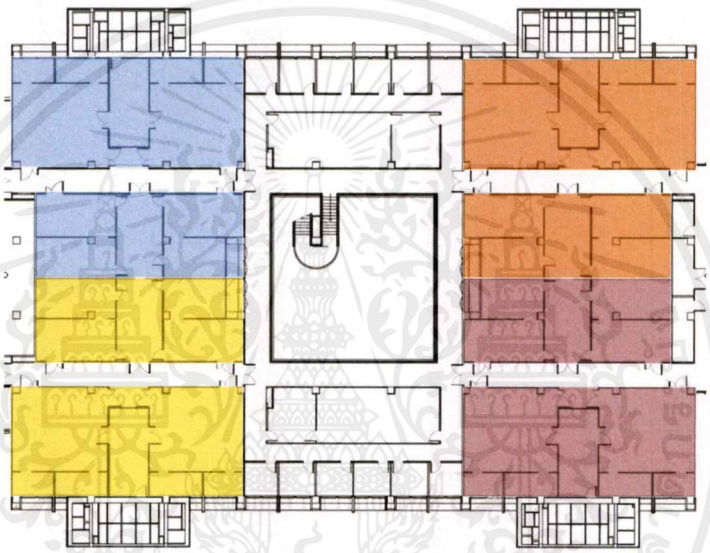
ประเภทอาคาร : อาคารสำนักงาน และอาคารวิจัย

รูปที่ 5 - 10 ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

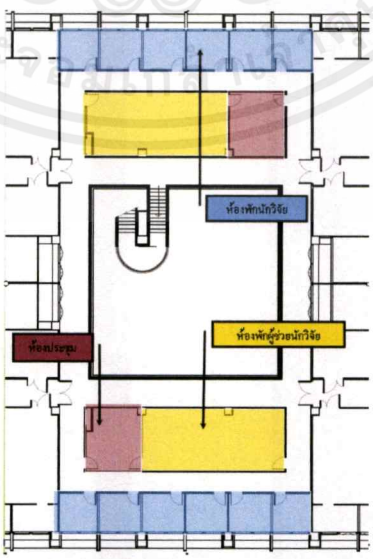
ที่มา : คู่มืออาคารศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติปีงบประมาณ 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 - 11 โถงนิทรรศการด้านหน้า และ โถงกลางอาคาร(ชั้น1)สำหรับจัดนิทรรศการหมุนเวียนได้



รูปที่ 5 - 12 แบบการจัดแบ่งพื้นที่ห้องปฏิบัติการ 1ชั้น แบ่งเป็น 4 Module



รูปที่ 5 - 13 ห้องพักนักวิจัย และผู้ช่วยนักวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.รายละเอียดภายในห้อง LAB 1 MODULE

1.1 ห้องปฏิบัติการวิจัย ขนาดพื้นที่ 59 ตร.ม. จำนวน 1 ห้อง

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่างรับไฟจากตู้ EDB ซึ่งจะมีไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาจ่ายเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขัดข้อง

- เต้ารับไฟฟ้า (Receptacle) เป็นชนิด 2P +G ติดตั้งบนราง Wall Trunk สูงจากพื้นประมาณ 90 ซม.

- มีระบบน้ำประปา และท่อระบายน้ำเตรียมไว้สำหรับเฟอร์นิเจอร์ห้องปฏิบัติการ

- LOAD CENTER "DB" Main Circuit Breaker 3 P ขนาด 100A จำนวน 2 ตู้

- LOAD CENTER "EDB" Main Circuit Breaker 3P ขนาด 125 A จำนวน 1 ตู้

- HUB ETHERNET 10 /100 1 ตัว / ตู้

1.2 ห้องอุปกรณ์วิจัย และห้องปฏิบัติการสนับสนุน จำนวนอย่างละ 1 ห้อง (พื้นที่ 24.5 ตรม./ห้อง)

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่างรับไฟจากตู้ EDB ซึ่งจะมีไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาจ่ายเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขัดข้อง

- เต้ารับไฟฟ้า (Receptacle) เป็นชนิด 2P +G ติดตั้งบนราง Wall Trunk สูงจากพื้นประมาณ 90 ซม.

- มีระบบน้ำประปา และท่อระบายน้ำเตรียมไว้สำหรับเฟอร์นิเจอร์ห้องปฏิบัติการ

- เฉลียงห้องอุปกรณ์วิจัยขนาด 30 ตร.ม. ใช้ร่วมกับ Module อื่น

- ติดตั้ง Emergency Shower และ eye wash

- ใช้ระบบปรับอากาศร่วมกับ Corridor

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่างรับไฟจากตู้ EDB ซึ่งจะมีไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาจ่ายเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขัดข้อง

- เต้ารับไฟฟ้า (Receptacle) เป็นชนิด 2P +G ติดตั้งบนราง Wall Trunk สูงจากพื้นประมาณ 90 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์อาคารตัวอย่าง

ลักษณะผังของอาคารศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติคล้ายกันทุกชั้น ผังของห้องวิจัยตรงกันเพื่อให้ท่องานระบบสามารถติดตั้งได้ง่าย เปิดช่องแสงตรงกลางอาคารทำให้พื้นที่ใช้งานได้รับแสงธรรมชาติ การออกแบบ และจัดการพื้นที่ห้องปฏิบัติการแบ่งออกเป็น Module พื้นที่ห้องปฏิบัติการแยกออกจากกันเพื่อให้สามารถควบคุม ระบบจ่ายไฟฟ้า น้ำประปา น้ำทิ้ง รวมถึงป้องกันการแพร่กระจายของกลิ่นหรือสารเคมีในกรณีที่เกิดอุยัติเหตุ

ศึกษาเครื่องมือและอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการระยะการติดตั้งอุปกรณ์ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลัก เช่น ระยะของเต้าเสียบ การติดตั้งอุปกรณ์ล้างตัวเมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมี

5.3 สรุปการศึกษาอาคารตัวอย่าง

5.3.1 ด้านการนำจุลสาหร่านมาใช้ในอาคาร

จากอาคารตัวอย่าง BIQ house ที่ได้นำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาใช้กับอาคาร เป็นการนำมลพิษ หรือพลังงานแวดล้อม (Ambient Energy)มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยแนวคิดนี้ถูกพัฒนาและนำไปใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่นการใช้พื้นที่ที่ไม่ได้ประโยชน์มาใช้เลี้ยงจุลสาหร่ายเพื่อผลิตอาหาร หรืออาคารที่มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือคุณสมบัติของวัตถุ ทำให้อาคารสามารถลดการใช้พลังงาน และใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมของที่ตั้งอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3.2 ด้านการจัดพื้นที่ใช้สอย

ส่วนของการออกแบบห้องปฏิบัติการจะออกแบบเป็น Module โดยมีขนาดที่แน่นอนการจัดวางทางสัญจรเป็นแบบทางสัญจรเดี่ยว(Single Corridor) ทำให้ประหยัดพื้นที่และง่ายต่อการเดินระหว่างห้องปฏิบัติการ - ห้องปฏิบัติการ หรือ ห้องสนับสนุน – ห้องปฏิบัติการ

การจัดให้ห้องปฏิบัติการติดกับกำแพงภายนอก เพื่อให้แสงธรรมชาติเข้ามายังภายในห้องปฏิบัติการแล้ว ยังคำนึงถึงความปลอดภัยในกรณีที่ใช้สารเคมีในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

งานระบบที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

6.1 ระบบโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง

ระบบโครงสร้างที่ใช้ในโครงการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1.1 ระบบโครงสร้างใต้ดิน

เนื่องจากโครงการตั้งอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จึงต้องคำนึงถึงสภาพดินซึ่งส่วนมากเป็นดินเหนียวอ่อน เพื่อให้อาคารสามารถตั้งอยู่ได้ต้องใช้ระบบฐานราก และเสาเข็มต่อไปนี้

1.ฐานราก ฐานรากวางบนเสาเข็ม(Pile foundation) โครงการเป็นอาคารขนาดใหญ่ซึ่งเป็นฐานรากที่วางบนเสาเข็มที่อยู่ใต้ดินเพื่อรองรับน้ำหนักอาคาร โดยลักษณะฐานรากที่เหมาะสมคือ ฐานรากแพ(Ralf or Mat foundation)

2.เสาเข็ม ชั้นดินทรายมีความลึกตั้งแต่ 19-27 เมตรจากการศึกษาที่ตั้งโครงการมีโครงาร้างขนาดใหญ่ ชุมชนและอาคารโดยรอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่ออาคารข้างเคียง จึงเลือกใช้เสาเข็มเจาะ(Bored Pile) โดยเลือกใช้ระบบเสาเข็มเจาะแบบเปียก(wet process)เป็นเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ รูปหน้าตัดทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 – 1.50 เมตร รับน้ำหนักได้ 150-900 ตัน/ต้น ต้องเจาะลึกกว่า 20-70 เมตร โดยใช้สารละลาย bentonite ใส่ลงไปในหลุมเพื่อผลักน้ำออกไปจากชั้นดินเพื่อให้สามารถเทคอนกรีตลงไปได้ ซึ่งเหมาะกับอาคารขนาดใหญ่ เช่น คอนโดมิเนียม ศูนย์การค้า เป็นต้น

6.1.2 ระบบโครงสร้างเหนือดิน

การเลือกใช้โครงสร้างอาคารนั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของโครงการซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความต้องการแตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งแบบเป็น 3 ส่วนได้ดังนี้

1.โครงสร้างพาดช่วงสั้น

2.โครงสร้างพาดช่วงยาว

3.โครงสร้างพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.โครงสร้างพาดช่วงสั้น

การคลุมพื้นที่ขนาดเล็ก ที่จุดรับน้ำหนักไม่มาก เช่น ส่วนห้องวิจัย สำนักงาน ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่ ห้องสมุด เป็นต้น

ประเภทที่ 1 ห้องปฏิบัติการวิจัยเป็นองค์ประกอบหลักของโครงการ ได้มีเกณฑ์กำหนดโดย กฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนักตามความต้านทาน ความคงทน และพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านแผ่นดินไหว พ.ศ.2550 และ มาตรฐานประกอบอาคารออกแบบเพื่อต้านการสั่นสะเทือนแผ่นดินไหว

ส่วนที่ 1 เป็นพื้นที่หรือบริเวณดินอ่อนมากซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวระยะไกล ได้แก่ กทม. จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร

ประเภทที่ 2 อาคารเก็บวัตถุอันตราย เช่น วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุมีพิษ วัตถุกัมมันตรังสี หรือวัตถุที่ระเบิดได้ กำหนดการออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้โครงสร้างเหนือดินในระบบเสาและคาน ร่วมถึงส่วนสำนักงาน

ส่วนที่ 2 ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่ ส่วนห้องสมุด เลือกใช้ระบบเสาและคานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นคอนกรีตอัดแรงโดยมีระยะที่เหมาะสมของเสา อยู่ประมาณ 5 - 12 เมตร

2.โครงสร้างพาดช่วงยาว การคลุมพื้นที่ที่ต้องการเปิดโล่ง ไม่มีส่วนโครงสร้างมาขวางเพื่อประโยชน์ใช้สอย เช่น ส่วนห้องประชุม และนิทรรศการ เป็นต้น

ส่วนที่ 1 ส่วนของห้องประชุม ต้องการพื้นที่กว้างประมาณ 16 เมตร

ส่วนที่ 2 ส่วนนิทรรศการ ต้องการความคล่องตัวในการเปลี่ยนแปลงและการขนส่งวัตถุแสดงกว้างประมาณ 6 -10 เมตร

3.โครงสร้างพิเศษ โครงสร้างส่วนพิเศษเฉพาะสำหรับโครงการนั้นประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 โครงสร้างผนังบางส่วน จะต้องเป็นผนังกันเสียง เช่น ห้องประชุม ห้องสำนักงาน ห้องวิจัย เป็นต้น

ส่วนที่ 2 โครงสร้างหลังคา สามารถที่จะระบายน้ำฝน และสามารถเจาะช่องแสงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.2 โครงสร้างพื้น

พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก แบ่งตามลักษณะของการเสริมเหล็กได้ 2 แบบ คือ พื้นวางบนดิน(Slab on ground) ใช้กับส่วนพื้นที่จอดรถ และพื้นวางบนคาน(Slab on Beam)

6.1.3 โครงสร้างผนัง

ส่วนภายนอกใช้ป้องกันสภาพอากาศภายนอก ส่วนภายในทำหน้าที่แบ่งพื้นที่ใช้สอยอาคาร ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

1.ผนังคอนกรีตฉาบปูน เป็นผนังที่ก่อด้วยวัสดุก่อ เช่น อิฐมวลเบา อิฐมอญ ยึดด้วยวัสดุประสาน ใช้ในส่วน ห้องวิจัย ห้องสนับสนุน และงานระบบ เป็นหลัก

2.ผนังยิปซั่มหรือผนังเบาเป็นผนังที่มีน้ำหนักเบา ประหยัดติดตั้งได้รวดเร็ว ใช้ในส่วนสำนักงานหรือไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทดลอง

6.1.4 โครงสร้างหลังคา

การเลือกใช้หลังคามีหลักการและปัจจัยที่ต้องคำนึก ดังต่อไปนี้

1. การป้องกันความร้อน โดยใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี
2. การระบาย ความร้อนใต้หลังคา ควรมีการเจาะช่องและให้ลมพัดและระบายความร้อนได้
3. เรื่องฝน ต้องคำนึงถึงการป้องกันน้ำฝน รอยต่ออาคารที่อาจทำให้น้ำฝนซึมหรือย้อนเข้าสู่อาคารได้

6.2 งานระบบประกอบอาคาร

จากการศึกษางานระบบประกอบอาคารที่สามารถแบ่งได้ ดังนี้

6.2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าแสงสว่าง

จากการศึกษาต้องทราบปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร ต้องคำนึงจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ในอาคาร จึงสามารถเลือกหม้อแปลงที่มีขนาดเหมาะสม และเพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งแบ่งแยกได้ดังนี้

1. ไฟฟ้าแรงสูง

สายไฟฟ้าแรงสูงต้องต่อสายจากการไฟฟ้านครหลวง กำหนดให้แนวการเดินของสายไฟตามแนวถนนหน้าโครงการเป็นไฟฟ้าแรงสูงกำลัง 12 kvเข้าสู่ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร ใช้สายเคเบิ้ล ร้อยท่อ(Rigid Steel Conduct)ฝังในดิน ต้อเข้าไปยังห้อง Hight Voltage Transformer ซึ่งอยู่ใกล้ห้องเครื่องปรับอากาศ โดยมีtransformer 2 ตัวทำหน้าที่แปลงกำลังไฟฟ้าจากกำลังสูงเป็นกำลังต่ำ

1.หม้อแปลงตัวที่ 1 ต่อใช้กับระบบปรับอากาศ และระบบสุขาภิบาล

2.หม้อแปลงตัวที่ 2 ต่อใช้กับไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่างภายในโครงการ

หม้อแปลงทั้ง 2 ตัวสามารถต่อเข้าพร้อมกันกับระบบไฟฟ้าทั้งหมดของโครงการ เพื่อสำรองในกรณีที่หม้อแปลงตัวแรกไม่ทำงาน หรือซ่อมบำรุง

โดยหม้อแปลงไฟฟ้าจะต่อเข้ากับแผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่(MDB) 5 ตัว แบ่งได้ดังนี้

1.แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่(MDB) 1 จ่ายให้ส่วนวิจัย

2.แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่(MDB) 1 ตัวจ่ายให้ส่วนสำนักงาน

3.แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่(MDB) 1 ตัวจ่ายให้ส่วนจัดแสดง

4.แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่(MDB) 2 ตัว จ่ายให้ระบบปรับอากาศ

5.แผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่(MDB) 2 ตัวจ่ายให้ระบบสุขาภิบาล

-ระบบสำรองไฟฟ้าแผงสวิตซ์บอร์ดใหญ่ฉุกเฉิน (EMDB) ตามกฎหมายต่อเข้ากับระบบต่อไปนี้

1.ระบบจ่ายไฟฉุกเฉิน

2.ระบบกำเนิดไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

3.ป้ายทางออกฉุกฉิน และระบบสัญญาณเตือนไฟไหม้

4.ระบบปรับอากาศ

5.ระบบลิฟต์ผจญเพลิง

6.ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

7.ระบบบำบัดน้ำเสีย

1.ระบบ 1 เฟส 3 สายแรงดัน 220 โวลต์ สำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง เต้าเสียบ พัดลมดูดอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

2.ระบบ 3 เฟส 4 สาย แรงดัน 380 โวลต์ สำหรับใช้กับเครื่องระบบอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ระบบไฟฟ้ากำลัง

สำหรับใช้เดินเครื่องและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศระบบไฟรวมทั้งระบบโดยมีระบบที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.ระบบ 1 เฟส 3 สายแรงดัน 220 โวลต์สำหรับใช้กับไฟฟ้าแสงสว่าง

การคิดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารแต่ละส่วนมีเกณฑ์ดังนี้(คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ หน้า 266)

-ภายในห้องปฏิบัติการ = 1.5-2.0 วัตต์/ตร.ฟุต

-ภายในส่วนสำนักงาน = 1.3 วัตต์/ตร.ฟุต

-สำหรับส่วนทางเดิน = 0.8 วัตต์/ตร.ฟุต

2.ระบบ 3 เฟส 4 สายแรงดัน 380 โวลต์ สำหรับใช้กับไฟฟ้ากำลัง

1.อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

2.ระบบปรับอากาศ

3.ระบบสุขาภิบาล

4.ระบบโทรทัศน์

5.ระบบโทรศัพท์

6.ระบบป้องกันฟ้าผ่า

7.ระบบลิฟต์

3.ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

โดยพิจารณาถึงความสำคัญในแต่ละกิจกรรม แบ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินออกเป็น 2 แบบ คือ

1.เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากลาง(Generator Set)จะจ่ายไฟฟ้าไปยังส่วนกิจกรรมที่มีผู้ใช้มาก และจำเป็นต้องดำเนินกิจกรรมโดยไม่ขาดตอน

2.เครื่องกำเนิดแสงสว่างฉุกเฉิน(Emergency Lighting)เป็นเครื่องให้แสงสว่างเป็นจุด

4.การป้องกันการเกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการ

เพื่อความปลอดภัยของอาคารและผู้ใช้อาคารในส่วนของห้องปฏิบัติการวิจัยมีการใช้เครื่องมือ และสารเคมีซึ่งสามารถติดไฟได้ง่าย หรือสารเคมีที่มีแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง ซึ่งอาจก่อให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ การเดินไฟฟ้าในโครงการจึงควรพิจารณาให้ได้มาตรฐานดังนี้

1.การเดินสายไฟ ควรใช้สายไฟในกล่องรางเหล็ก มีความเรียบร้อยและสามารถขยายตัวได้ง่าย นิยมติดอยู่กับฝ้าเพดานหรือโครงสร้างด้านบน

2.การกำหนดตำแหน่งของปลั๊กและเต้าเสียบ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของอุปกรณ์และรูปแบบชุดโต๊ะปฏิบัติการ โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดภายในห้องวิจัยเป็นชนิดป้องกันประกายไฟ ต้องต่อสายไฟต่อลงดิน ส่วนปลั๊กไฟใช้ชนิดสามขาสำหรับต่อลงดิน เชื่อมเข้ากับวงจรตัดไฟฟ้าตามตำแหน่งที่เหมาะสม นิยมกำหนดความสูงอยู่ที่ 0.10 – 0.30 เมตร

3.ระบบไฟฟ้าห้องวิจัย มีระบบตัดไฟฟ้าอัตโนมัติ และข้างเครื่องมือวิจัยหลักทุกเครื่องมีเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าประจำทุกเครื่อง

4.ห้องวิจัย ที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีกำลังแรงสูง ต้องปูพื้นวัสดุฉนวนไฟฟ้า

4.ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การออกแบบแสงสว่างภายในโครงการต้องพิจารณาดังนี้

1. **ความส่องสว่างที่เหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบ**

   ลักษณะการให้แสงห้องปฏิบัติการวิจัยนั้นประกอบด้วย 2 ปัจจัยที่ความสำคัญในการออกแบบคือ

   - แสงประดิษฐ์
   - แสงธรรมชาติ

   การออกแบบควรออกแบบให้แสงประดิษฐ์อยู่คู่กับแสงธรรมชาติ โดยออกแบบให้ใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติให้มากที่สุด

2. **ระดับค่าความเข้มของแสงแต่ละพื้นที่**

   1.กฎกระทรวงแรงงานฯกำหนดมาตรฐานความเข้มแสงในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2549 อย่างน้อยดังนี้

- ประตูทางเข้า ไม่ต่ำกว่า	50	ลักซ์
- บันได ไม่ต่ำกว่า	50	ลักซ์
- ห้องประชุม ไม่ต่ำกว่า	300	ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- งานธุรการ เขียน เอกสาร ไม่ต่ำกว่า 400 ลักซ์
- ห้องคอมพิวเตอร์ ไม่ต่ำกว่า 600 ลักซ์

2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 จัดให้มีแสงสว่างพียงพอแก่การทำงาน และมองเห็นสิ่งกีดขวาง ดังนี้

- ลานถนน ทางเดินนอกอาคาร ไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์
- ทางเดินในอาคาร ไม่ต่ำกว่า 50 ลักซ์
- งานประจำวนสำนักงาน ไม่ต่ำกว่า 400 ลักซ์
- บริเวณที่ตรวจสอบงานละเอียดที่มีขนาดชิ้นงานตั้งแต่ 25 ไมโครเมตร (0.025 mm) ไม่ต่ำกว่า 1200 ลักซ์

บริเวณห้องปฏิบัติการต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 90 เดซิเบล

5.ระบบไฟฟ้าสื่อสารในโครงการ

1.ระบบเสียงประกาศ

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการแจ้งข่าวสาร ทั้งภายในและภายนอก ติดตั้งลำโพงขยายเสียงใน intercom ติดต่อกับห้องควบคุม

2.ระบบโทรศัพท์

1. Private Automatic Branch Exchange (PABX หรือ PBX) เป็นการติดต่อระหว่าง ภายนอกกับภายใน หรือภายในกับภายใน

2. Intercom or Direct Speech System เป็นระบบการติดต่อโดยตรงระหว่างคู่สายภายใน

6.ระบบป้องกันฟ้าผ่า

ระบบป้องกันฟ้าฝ่ามีส่วนประกอบที่สำคัญสามารถแบ่งได้ 3 ส่วน ดังนี้

1.หัวล่อฟ้า ในกรณีที่เกิดฟ้าผ่าขึ้นหัวล่อฟ้าจะเป็นตำแหน่งที่ให้ฟ้าผ่าลงมา ดังนั้นจึงควรติดตั้งให้อยู่สูงที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

2.ตัวนำลงดิน ควรใช้สายที่มีคุณสมบัติในการไฟฟ้าได้ดี ทนต่อการหลอมละลาย เช่นสายไฟ THW, สายทองแดงเปลือย, สายเหล็ก ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.แท่งกราวนด์ฟ้าผ่า ใช้แท่งโลหะหรือแผ่นที่ไม่ผุกร่อนฝังลึกลงไปจนถึงชั้นดินที่มีความชื้นเพื่อให้กระจายประจุลงดินได้อย่างรวดเร็ว

เลือกใช้ระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบ Faraday เป็นหัวล่อฟ้าแบบที่ใช้งานได้ดี ราคาไม่แพง และเป็นที่นิยม มีมุมในการห้องกันฟ้าผ่าโดยเฉลี่ย 45 องศา

6.3 ระบบสุขาภิบาล และบำบัดน้ำเสีย

6.3.1 ระบบน้ำใช้

สำหรับโครงการสถาบันจุลสาหร่าย รับน้ำประปามาจากการประปาโดยใช้**ระบบจ่ายขึ้น**(Up-Feed System)ไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

น้ำที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่เป็นน้ำเย็นที่จ่ายโดยระบบประปาภายในโครงการ กำหนดให้มีตำแหน่งที่เพียงพอต่อการใช้งาน

6.3.2 ระบบท่อน้ำร้อน

ระบบท่อน้ำร้อนที่ใช้ในโครงการมี 2 ระบบคือ

1.น้ำร้อนอุณหภูมิสูง ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้กับเครื่องซักผ้า ล้างอุปกรณ์ ฆ่าเชื้อโรคและการประกอบอาหาร

2.น้ำร้อนอุณหภูมิปานกลาง 35-40 องศาเซลเซียส ใช้กับฝักบัวอาบน้ำหรืออ่างล่างมือ

6.3.3 ระบบทำน้ำให้บริสุทธิ์

น้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์เพื่อคุณภาพของงานและการวิเคราะห์ โดยเลือกใช้ระบบติดตั้งเครื่องกลั่นน้ำนิยมติดตั้งเครื่องกลั่นน้ำขนาดเล็กภายในห้องปฏิบัติการ

6.3.4 ระบบท่อน้ำทิ้ง

จากการศึกษาระบบท่อน้ำทิ้ง ได้แบ่งท่อน้ำเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.ท่อน้ำทิ้งทั่วไป

- ระบบท่อน้ำโสโครก (Soil Piping System) ท่อน้ำที่ระบายน้ำจากเครื่องสุขภัณฑ์ประเภทโถส้วม โถปัสสาวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบท่อน้ำทิ้ง (Waste Water Piping System) ระบบท่อที่ทำหน้าที่ระบายน้ำจากสุขภัณฑ์อื่น ๆ เช่น อ่างล้างจาน เครื่องซักผ้า ท่อระบายน้ำจากพื้น และหลังคา เป็นต้น

2.ท่อน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ

ระบบท่อน้ำเสียจากภายในห้องปฏิบัติการท่อน้ำทิ้งจะแยกออกจากระบบท่อน้ำทิ้งทั่วไป เพราะน้ำมีการปนเปื้อนสารเคมี จึงต้องต่อท่อไปยังบ่อกักน้ำเพื่อรอการบำบัดต่อไป

6.3.5 ระบบท่อระบายอากาศ

ท่ออากาศและท่อดักกลิ่น เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ วัตถุประสงค์ของการติดตั้งระบบท่อระบายอากาศสรุปได้ดังนี้

1.เพื่อป้องกันไม่ให้รอยต่อของท่อถูกละลายโดย Siphonage และ Black pressure

2.เพื่อทำให้น้ำไหลในท่อเป็นไปได้สะดวก

3.เพื่อให้มีการระบายอากาศในท่อ

6.3.6 ระบบระบายน้ำฝน

สำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร ปริมาณฝนตกในพื้นที่ ตั้งแต่วันที่พฤศจิกายน 2559 เวลา 07.00น.-วันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 เฉลี่ยปริมาณ 0.00 - 41.50 มิลิลิตร

ระบบการระบายน้ำฝนส่วนใหญ่เป็นการระบายน้ำฝนจากหลังคา อุปกรณ์สำคัญมีดังนี้

1.รางระบายน้ำฝน ขนาดถูกกำหนดโดยลักษณะของหลังคาและความลึกของรางที่ต้องเผื่อไว้ในกรณีรางอุดตัน

ข้อควรคำนึงรางระบายน้ำฝนคือ

- รางระบายน้ำแนวนอนขนานกับหลังคา ความกว้างของก้นรางไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว และขอบรางน้ำ ควรสูงประมาณ 3 นิ้ว

-ท่อระบายน้ำแนวดิ่ง ขนาดของท่อระบายน้ำต้องไม่เล็กกว่า 6 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

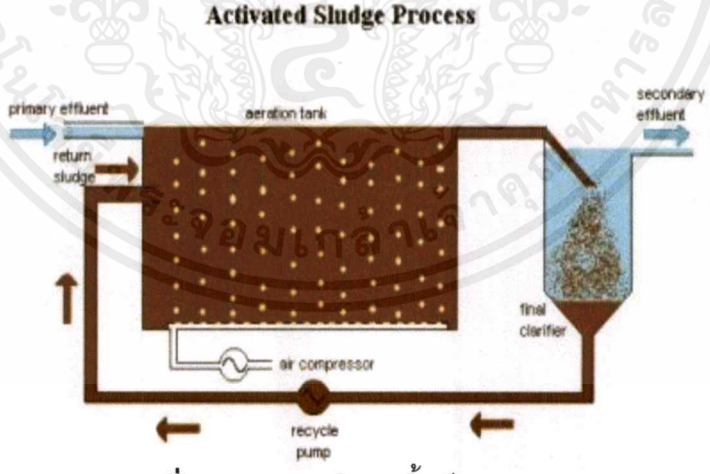
2.ช่องระบายน้ำฝน มีหลายแบบตามลักษณะตามการใช้งาน ช่องระบายน้ำต้องมีที่กรองผงติดอยู่และมีช่องให้น้ำไหลเข้า ไม่น้อยกว่าหนึ่งเท่าครึ่งของพื้นที่หน้าตัดของท่อน้ำฝน

3.ท่อระบายน้ำฝน ท่อระบายน้ำฝนสำหรับอาคาร แบ่งออกเป็น 2 ส่วนในส่วนของอาคารและ บริเวณโดยรอบอาคาร พื้นที่ที่มีหลังคาเกิน 1,000 ตารางเมตร กำหนดให้มีท่อระบายน้ำอย่างน้อย 2 จุด

6.3.7 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ก่อนปล่อยน้ำเสียออกสู่สาธารณะต้องทำการบำบัดน้ำเสียในโครงการจากส่วนต่าง ๆ โดยโครงการได้แบ่งน้ำเสียออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.การบำบัดน้ำเสียทั่วไป เลือกใช้ระบบบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment)เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ โดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัจด์ (Activated Sludge Process)เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้มาตรฐานที่สุด ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย ใช้เวลาในการบำบัดเร็วกว่าระบบอื่น ๆ



รูปที่ 6 - 1 ระบบบำบัดน้ำเสียตะกอนเร่ง

ที่มา: แนวปฏิบัติด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย (Environmental Health and safety Guideline) ,หน้าที่ 70

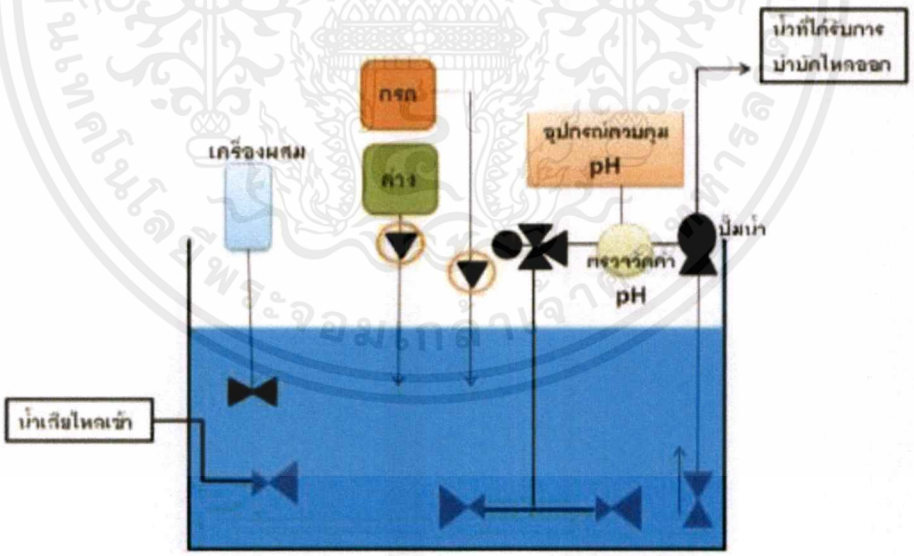
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ระบบบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ จากแนวทางปฏิบัติด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย (Environmental Health and safety Guideline, หน้าที่ 59)

น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเป็นน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารเคมีต่าง ๆ เช่น สารละลายกรดหรือสารละลายด่าง สารโลหะ สารประกอบสารอินทรีย์และอนินทรีย์ และน้ำเสียที่ปนเปื้อนเชื้อโรคต่าง ๆ แยกท่อน้ำทิ้งจากส่วนห้องวิจัยออกจากน้ำทิ้งทั่วไปต่อไปยังห้องเก็บน้ำเสียหรือบ่อพักน้ำ สำหรับเตรียมไปบำบัด

วิธีการบำบัดเบื้องต้น (Preliminary Wastewater treatment) เป็นขั้นตอนปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ หรือทางเคมี ก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม มีแนวทางดังนี้

1. ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็นกลาง
2. การเติมปูนขาวที่เป็นของเหลวข้นในน้ำเสียที่เป็นกรด
3. การเติมโซดาไฟ หรือโซดาแอชในน้ำเสียที่เป็นกรด
4. การเติมคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเสียที่เป็นด่าง
5. การเติมกรดซัลฟูริกให้น้ำเสียที่เป็นด่าง



รูปที่ 6 - 2 การทำให้เป็นกลางโดยการใช้กรดหรือด่าง

ที่มา: แนวปฏิบัติด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย (Environmental Health and safety Guideline) ,หน้าที่ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น เพื่อให้เกิดความสะดวกง่ายต่อการควบคุมดูแลและลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากการบำบัดช่วยลดความสกปรกและความเป็นพิษลงหรือไม่เหลือ ทำให้คุณภาพน้ำมีความเหมาะสมก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม

6.4 ระบบปรับอากาศ

6.4.1 การเลือกใช้ระบบปรับอากาศ

ได้แบ่งระบบปรับอากาศที่ใช้เป็น 2 ระบบดังนี้

2.ระบบปรับอากาศส่วนกลาง (Central Air Conditioner) ใช้งานส่วนพื้นที่ สำนักงาน และส่วนปฏิบัติการวิจัย ที่มีการใช้งานตลอดเวลา ในส่วนของห้องวิจัยที่เกี่ยวกับเชื้อที่เป็นอันตรายจำเป็นต้องติดเครื่องกรองอากาศที่มีตัวกรองถอดเปลี่ยนได้(Disposable air Filter) สามารถกรองละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม.ขึ้นไป โดยใช้ระบบระบายความร้อนด้วยสระแทนการใช้หอผึ่งน้ำ(cooling tower) โครงการตั้งอยู่ติดกับบึงมักกะสัน โดยการดูดน้ำในสระส่งไปผ่านคอยล์ร้อนในระบบทำน้ำเย็น น้ำในบึงมีปริมาณมากทำให้มีอุณหภูมิที่ต่ำและต่อนข้างคงที่ เมื่อไหลผ่านคอล์ยร้อนของระบบที่มีค่าความต่างระหว่างอุณหภูมิของคอล์ยร้อนและน้ำมาก จึงทำให้มีการระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพ

6.4.2 ระบบดูดอากาศและระบบหมุนเวียนอากาศ

การหมุนเวียนอากาศโดยการดูดอากาศภายนอกเพื่อนำออกซิเจนเข้ามาแทนที่อากาศที่หมุนเวียนภายใน

6.4.3 ระบบระบายอากาศภายในอาคาร

กฎกระทรวงฉบับที่ 50 (พ.ศ. 2540)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 พื้นที่ส่วนอื่น ๆ ต้องมีการระบายอากาศโดยวิธีกลโดยการใช้พัดลม Blower หรือ Axial fan ระบายอากาศเข้าช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	สถานที่	อัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง
2	ห้องน้ำ ห้องส้วม ของอาคารสาธารณะ	4
3	สำนักงาน	2
6	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม	7
7	ห้องปฏิบัติการ	2
10	ห้องครัวของสถานที่จำหน่ายอาหารและ เครื่องดื่ม	24
11	ลิฟต์โดยสารและลิฟต์ดับเพลิง	30
14	ห้องประชุม	6
15	ห้องน้ำห้องส้วม	10
16	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม	10
18	ห้องครัว	10

ตารางที่ 6 - 1 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบการปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง

6.5 ระบบป้องกันอัคคีภัย และดับเพลิง

6.5.1 ระบบป้องกันอัคคีภัย

จาการศึกษาระบบป้องกันอัคคีภัย ได้กำหนดระบบต่าง ๆ ไว้ ดังนี้

1.การป้องกันอัคคีภัย โดยติดตั้งระบบเตือนภัยแบบระบบเตือนควัน (Smoke Detector)และระบบตรวจจับความร้อน(Heat Detector) ภายในห้องที่มีความจำเป็น โดยเฉพาะ ส่วนห้องวิจัย ส่วนห้องนิทรรศการถาวรซึ่งมีเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้า และห้องที่มีสารไวไฟ ระบบจะมีสัญญาณเตือนไปที่ Central Board ว่าเกิดไฟไหม้ที่จุดใด

2.ระบบการหนีไฟ ในโครงการควรมีระบบการหนีไฟด้วยบันไดหนีไฟเท่านั้นเพราะลิฟต์มีความจุน้อยไม่สามารถจุคนได้จำนวนมาก ในช่องบันไดต้องมีช่องหน้าต่างเพื่อระบายควันหรือระบบอัดอากาศเพื่อป้องกันควันไม่ให้เข้าไปในช่องบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.2 ระบบการดับเพลิง

มี 3 ระบบ ดังนี้

- ระบบก๊าซ FM 200
- ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
-ระบบน้ำ

ระบบก๊าซ FM 200 โดยธรรมชาติเป็นก๊าซไม่เป็นพิษ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่เป็นอันตรายกับคน ระบบนี้ใช้ในบริเวณห้องระบบไฟฟ้า

ระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO2 System) ระบบนี้ใช้ในส่วนห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้า ห้องคอมพิวเตอร์ และห้องเก็บสารเคมี ก๊าซจะไม่ทำความเสียหายให้กับโครงสร้างอาคาร อุปกรณ์ไฟฟ้า

ระบบน้ำ ระบบดับเพลิงโดยระบบหัวฉีดอัตโนมัติ(Sprinkle)ผนวกกับสายดับเพลิงโดยตู้อุปกรณ์(Fire Hose Cabinet)ซึ่งติดตั้งอยู่ทั่วอาคาร แต่ละตู้จะมีสายฉีดซึ่งมีความยาว 30 เมตรและสามารถต่อเชื่อมกันได้ทุกสาย

6.6 ระบบรักษาความปลอดภัย

การป้องกันความปลอดภัยในระดับปฐมภูมิของโครงการ แบ่งเป็น 2 ส่วน

1.Passive Control พนังงานรักษาความปลอดภัยประจำแต่ละจุดเพื่อสอบถามเบื้องต้น

2.Active Control เป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีในการตรวจสอบ โดยแบ่งได้ 3 ระบบ ดังนี้

- ระบบควบคุมการเข้าออก
- ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด
- ระบบแจ้งเตือนการบุกรุก

6.6.1 ระบบควบคุมการเข้าออก

แบ่งเป็น 2 ส่วน

1.รถยนต์ ควบคุมการเข้าออกของรถยนต์ด้วยไม้กั้นบริเวณป้อมยาม

2.การเข้าออกของพนักงานและการเข้าออกผู้ใช้บริการ พนักงานใช้ระบบคีย์การ์ด เป็นอุปกรณ์แทนบุคคลในการใช้ลิฟต์และลงทะเบียนเข้าทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6.2 ระบบกล้องวงจรปิด

ระบบสามารถแสดงภาพเหตุการณ์ย้อนหลัง และบันทึกเหตุการณ์ ระบบทราบถึงวันที่ เวลาและสถานที่ที่เกิดเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

6.6.3 ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุก

ช่วยป้องกันการบุกรุกจากบุคคลภายนอกเข้ามาในสถานที่เฝ้าระวัง ซึ่งระบบทำงานโดยอาศัยการตรวจจับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ ใช้ตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในพื้นที่

6.7 ระบบกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะของโครงการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

6.7.1 ขยะมูลฝอยทั่วไป

จากส่วนต่าง ๆ ของโครงการ เช่น สำนักงาน ส่วนครัว เตรียมอาหาร และร้านค้า แบ่งห้องจัดเก็บเป็น 3 ประเภท

1.ขยะแห้งทั่วไป เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก และโลหะ

2. ขยะเปียก เช่น เศษอาหารจากร้านค้า เก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส

3.ขยะมีพิษ เช่น น้ำมันจากการประกอบอาหารและกระป๋องสารเคมี

6.7.2 ขยะอันตราย

ขยะอันตรายจากการปฏิบัติการมีรายละเอียดดังนี้(แนวปฏิบัติด้านอนามัย สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย Environmental Health and safety Guideline ,หน้า 7)

- ของเสียสารเคมีที่มีความอันตรายสูงไม่สามารถทิ้งในท่อน้ำเสียได้ โดยภาชนะควรเป็นถังหรือขวด มีฝาปิดชนิดหมุนเกลียวปิดได้สนิท จัดเก็บไว้ที่จัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ และย้ายไปเก็บในที่เก็บของเสียส่วนกลาง ลักษณะห้องเก็บที่เหมาะสมมีดังนี้

1. เก็บในที่มีการระบายอากาศดีโดยมีช่องอากาศหรือมีพัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.มีแสงสว่างเพียงพอ

3.ควบคุมอุณหภูมิเย็นและความดันต่ำ

4.ขอบประตูด้านล่างควรมีที่กั้น เพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหล

5.แยกจัดเก็บตามคุณสมบัติของของเสียแต่ละประเภท สัญลักษณ์ความอันตราย

6.มีแผนผังแสดงตำแหน่งการจัดวางของเสียอันตรายภายในห้อง

- ขยะมูลฝอยติดเชื้อ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ต้องเป็นห้องหรืออาคารเฉพาะ มีลักษณะดังนี้

1. ขนาดกว้างเพียงพอเพื่อเก็บกักภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อได้อย่างน้อย 2 วัน
2. พื้นและผนังต้องเรียบเพื่อทำความสะอาดได้ง่าย
3. มีรางหรือท่อระบายน้ำทิ้งเชื่อมต่อกับระบบบำบัดน้ำเสีย
4. มีลักษณะโปร่ง ไม่อับชื้น
5. ป้องกันสัตว์พาหะและแมลง
6. มีประตูกว้างตามขนาดเพื่อสะดวกในการขนย้าย
7. มีป้ายคำเตือน “พื้นที่รวมมูลฝอยติดเชื้อ”
8. มีลานสำหรับล้างรถเข็นใกล้ๆห้อง และต่อรางน้ำเสียเข้ากับระบบบำบัดน้ำเสีย
9. หากกักเก็บขยะมูลฝอยติดเชื้อเกิน 7 วันต้องควบคุมอุณหภูมิห้องอยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

ของเสียและขยะติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ทำการกำจัดโดยการเผาฝังกลบและส่งหน่วยงานที่กำกับดูแลผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายคือ กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม

6.8 ระบบสัญจรในอาคาร

กฎกระทรวงฉบับที่ 33(พ.ศ.2535)ตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522,หมวด 6 ระบบลิฟต์และจากการศึกษาพื้นที่โครงการพื้นที่ใช้สอยโครงการ อาคารที่มีหลายชั้นจึงจำเป็นต้องใช้ลิฟต์ในการขนส่ง ทั้งส่งขนคนและขนส่งเครื่องมือ การแบ่งประเภทของลิฟต์จึงขึ้นอยู่กับประเภทของลักษณะการใช้งาน ความเร็วและชนิดของการขับเคลื่อน ประเภทของลิฟต์ที่ใช้ในโครงการมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **ลิฟต์โดยสาร** (Passenger Elevator)

สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ตั้งแต่ 6-30คน(450 กก.-2,000 กก.)โดยทั่วไปสามารถเปิดได้กว้าง 800-1,100 มม. สูง 2,100 มม. เลือกใช้ลิฟต์แบบไม่มีห้องเครื่อง(Machine room less lift)เพราะประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง

2. **ลิฟต์บรรทุกของ** (Freight Elevator)

ลิฟต์บรรทุกของโดยทั่วไปมีความเร็วต่ำบรรทุกน้ำหนักจำนวนมาก 10 – 15 ตัน ด้านประตูลิฟต์เป็นแบบ 2 – 3 บานขนาดประตู 1,400 – 2,500 มม. สูง 2,100 ม.เลือกใช้ลิฟต์แบบไม่มีห้องเครื่อง (Machine room less lift)เพราะประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง

ระบบควบคุมลิฟต์ เลือกใช้ระบบ Selective Collective Controlเป็นระบบการควบคุมที่มีปุ่มกดเรียกลิฟต์ขึ้นลงในแต่ละชั้น

6.9 ระบบพิเศษอื่น ๆ

6.9.1 ระบบห้องสะอาด (clean room) หมายถึง ห้องที่มีการปิดมิดชิด มีการควบคุมมวลสารในอากาศให้น้อยที่สุด เพื่อให้มีความสะอาดเป็นไปตามระดับมาตรฐานความสะอาด โดยทั่วไปในห้องปฏิบัติการจุลชีพได้กำหนดระดับห้องสะอาดอยู่ที่ ระดับ M 3.5 (Class 100) จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 µm ขึ้นไป ที่นับได้ต้องมีไม่เกิน 3,530 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (100 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

6.9.2 ระบบ Negative pressure และ Positive pressure

- Negative pressure เป็นห้องที่มีความดับต่ำ มีอากาศหนาแน่นน้อยกว่าบรรยากาศภายนอก จากหลักการการเคลื่อนที่ของอากาศจะเคลื่อนที่จากที่ที่มีความหนาแน่นของอากาศมากไปที่ที่มีอากาศหนาแน่นน้อยกว่า ดังนั้น ถ้าห้องเป็นแบบ negative pressure เมื่อเปิดประตูจะทำให้อากาศภายนอกเข้าสู่ภายในห้อง จุดประสงค์เพื่อป้องกันสารหรือสิ่งที่อยู่ภายในห้องออกสู่อากาศภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Positive pressure เป็นห้องที่มีอากาศหนาแน่น ความดันสูงกว่าบรรยากาศภายนอก ดังนั้นถ้าห้องเป็นแบบ positive pressure เมื่อเปิดประตูจะทำให้อากาศภายในห้องเคลื่อนตัวออก ซึ่ง positive pressure จะเป็นหลักการหนึ่งของห้อง clean room เพื่อป้องกันฝุ่น หรือ อากาศเสียภายนอกแพร่เข้าสู่ตัวห้อง

6.9.3 ระบบท่อแก๊สและระบบสุญญากาศ

แก๊สในห้องปฏิบัติการสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่

1.แก๊สหุงต้มหรือแก๊สที่ให้กับอุปกรณ์เผาไหม้

2.แก๊สธรรมชาติ

- ออกซิเจน
- ไนโตรเจน
- ไฮโดรเจน
- คลอรีน

ซึ่งควบคุมการใช้งานด้วยหัวจ่ายแก๊สที่ตั้งอยู่บนโต๊ะปฏิบัติการ หัวจ่ายที่เลือกควรให้เป็นแบบจ่ายออกทางเดียว (non-return) เพื่อป้องกันการระเบิดทำการควบคุมจากภายนอกห้องปฏิบัติการเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้ เลือกวางถังแก๊สไว้ในห้องปฏิบัติการเพราะสามารถเปิดปิดวาล์วได้สะดวก รวมถึงสภาพอากาศในห้องปฏิบัติการวิจัย นั้นมีอากาศถ่ายเทที่ดี มีอุณหภูมิต่ำ และไม่ถูกแสงแดดโดยตรง

6.9.4 อุปกรณ์ล้างชำระเคมี

ระบบป้องกันอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติการ โดยการติดตั้งเครื่องมือป้องกัน เช่น อ่างล้างมือ และฝักบัวอาบน้ำ

1.เครื่องล้างตา

ตั้งอยู่ห่างจากที่ปฏิบัติงานประมาณ 7-15 เมตร (25-50ฟุต) ไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างทาง ติดตั้งวิธีการเปิดน้ำใช้ด้วยระบบเปิดด้วยเท้าหรือใช้มือผลัก

2.ฝักบัวอาบน้ำ ควรติดตั้งบริเวณเดียวกันกับเครื่องล้างตา ฝักบัวควรสูงจากพื้นประมาณ 2.1 – 2.4 เมตร (7-8ฟุต) การติดตั้งวิธีเปิดฝักบัวอาจใช้ตัวผลักหรือใช้การดึงโซ่ โดยฝักบัวฉุกเฉินมี 3 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบยึดติดกับฝาผนัง
- แบบสายยางฉีดตัวร่วมกับฝักบัว
- แบบฝักบัวฉุกเฉินที่ติดตั้งคู่กับเครื่องล้างตา

เลือกใช้ฝักบัวแบบฝักบัวฉุกเฉินที่ติดตั้งคู่กับเครื่องล้างตา เพราะสามารถชำระตา ใบหน้า และลำตัวในเวลาเดียวกัน

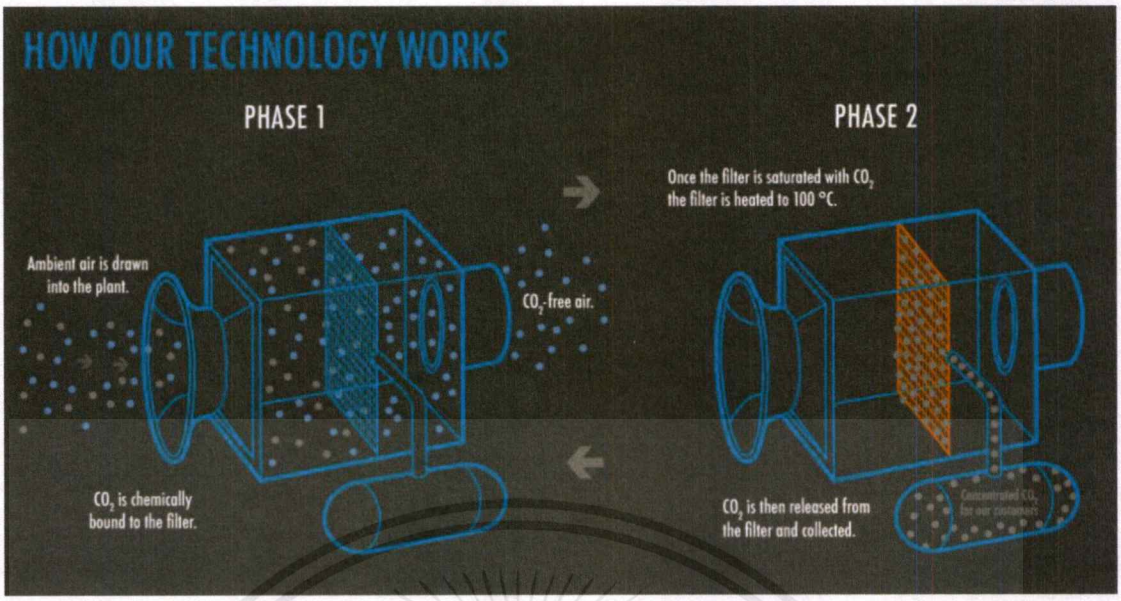
รูปที่ 6 - 3 ฝักบัวติดตั้งกับเครื่องล้างตา

ที่มา : https://sc01.alicdn.com (วันที่สืบค้น 3 ธันวาคม 2560)

6.9.5 การจัดเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

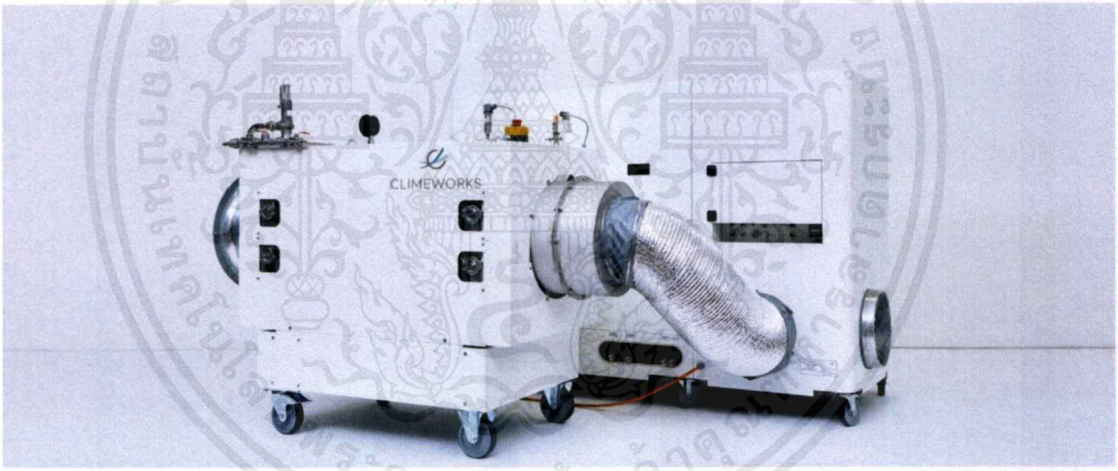
ในกระบวนการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งก็คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสง โดยการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้จากอากาศหรือควันรถยนต์ตามตัวอย่าง งานalgae farmในบทที่ 2 จากการศึกษาพบว่าต้องใช้เครื่องมือในการกักเก็บ ซึ่งปัจจุบันทาง บริษัท climework ได้ทดลองประดิษฐ์เครื่องกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 - 4 การทำงานของเครื่องกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์

ที่มา: www.carbonbrief.org (วันที่สืบค้น 19 ธันวาคม 2560)



รูปที่ 6 - 5 เครื่องกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์

ที่มา: http://www.climeworks.com/our-products/ (วันที่สืบค้น 19 ธันวาคม 2560)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บได้	8 กิโลกรัม ต่อ วัน
พื้นที่ที่ใช้	7 ตารางเมตร

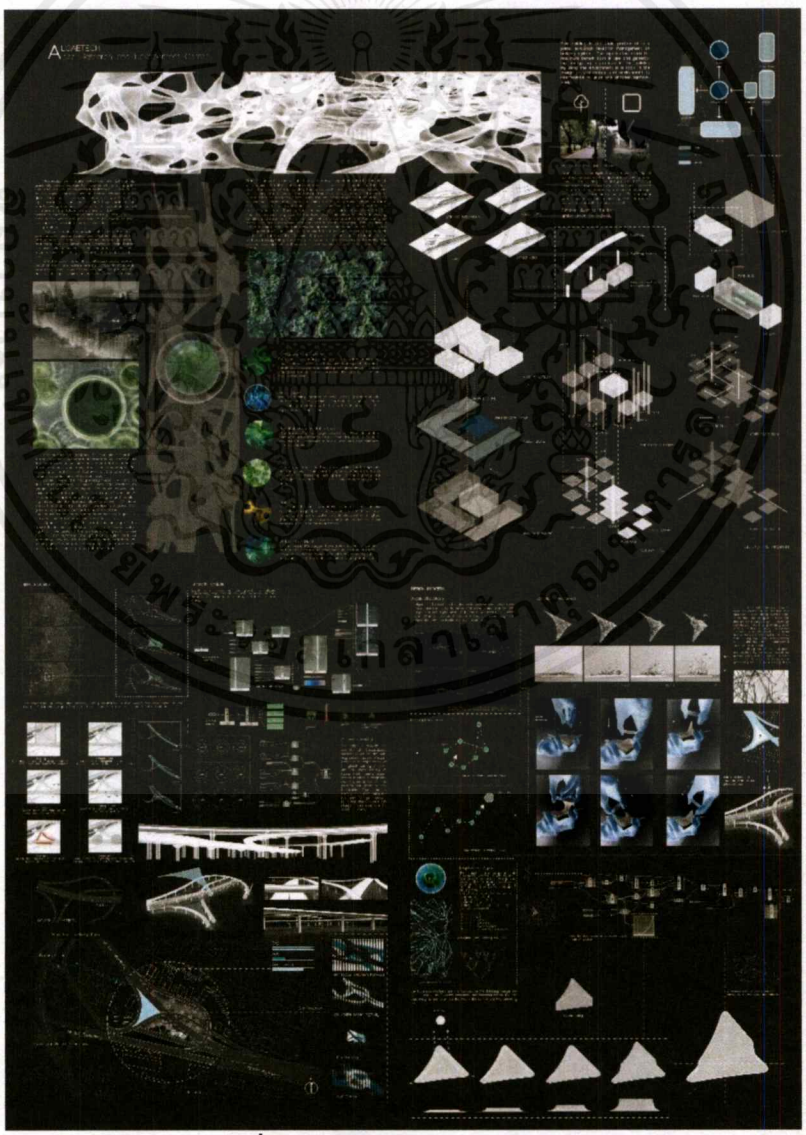
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลงานการออกแบบสถาปัตยกรรม

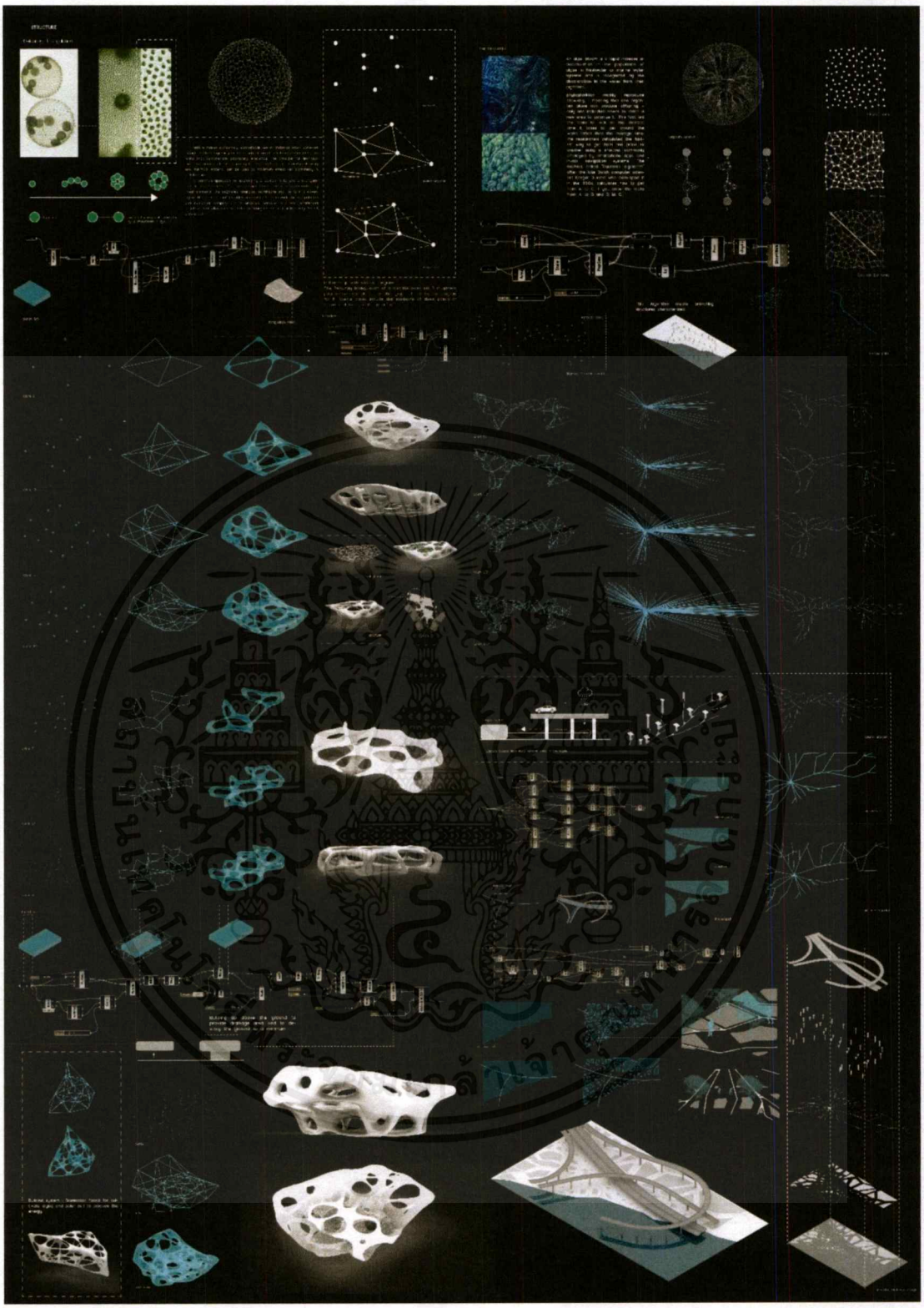
จากการศึกษา วิเคราะห์ และการวางแนวคิดทางสถาปัตยกรรม จึงได้ผลงานการออกแบบสถาปัตยกรรมสรุปได้ดังนี้

7.1 แนวคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรม



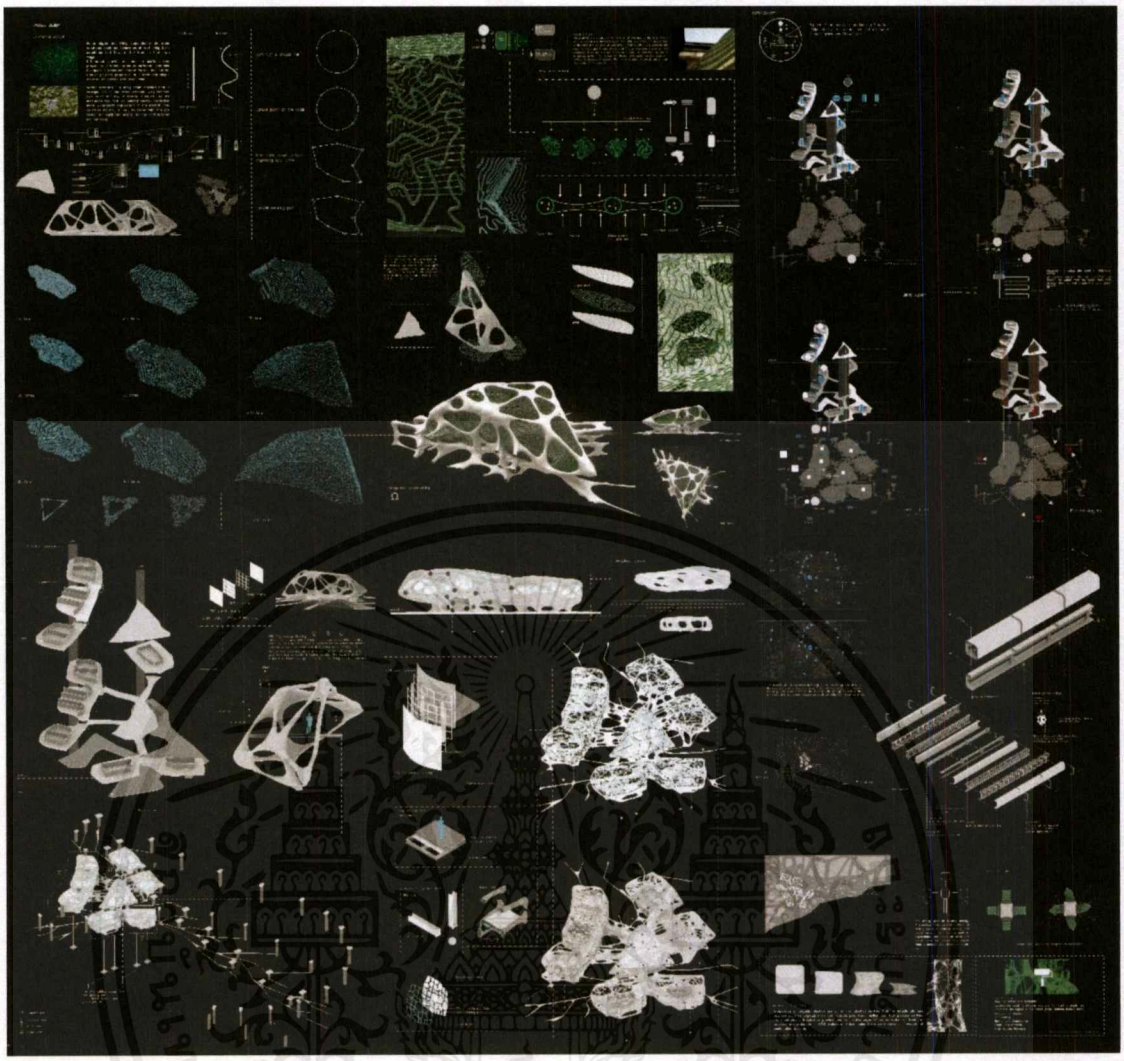
รูปที่ 7 - 1 แนวคดในการออกแบบ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 - 2 แนวคดในการออกแบบ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

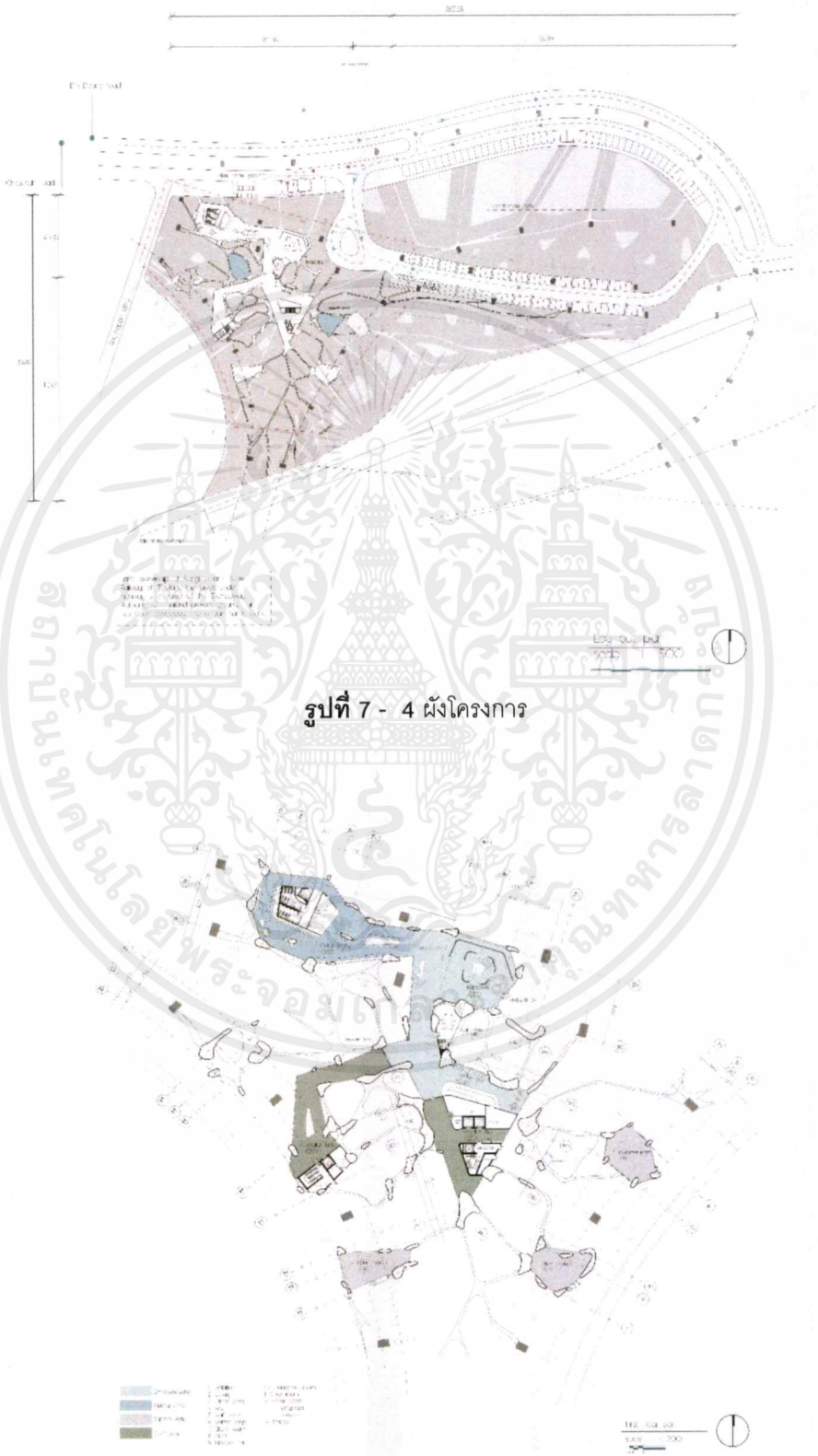


รูปที่ 7 - 3 แนวคิดในการออกแบบ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ผลงานการออกแบบสถาปัตยกรรม

7.2.1 ผังพื้น

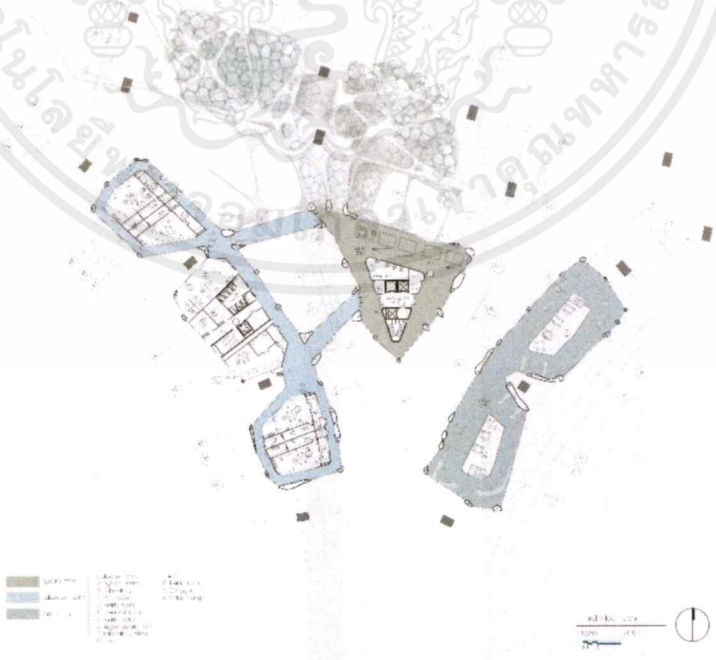


รูปที่ 7 - 4 ผังโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 - 5 ผังพื้นชั้น 1

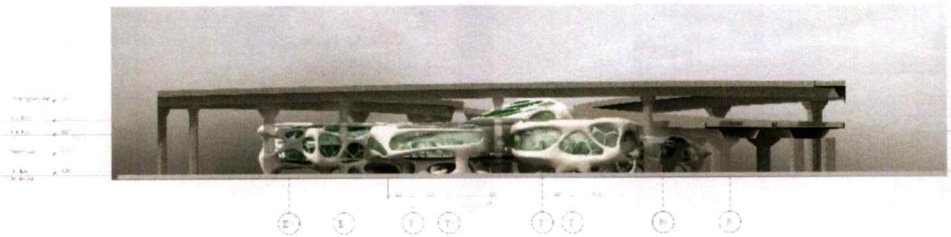
รูปที่ 7 - 6 ผังพื้นชั้น 2



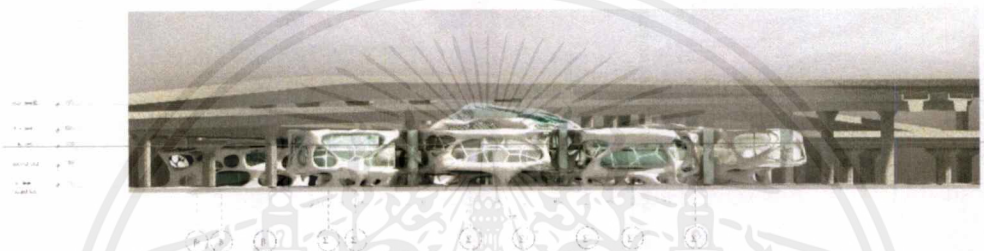
รูปที่ 7 - 7 ผังพื้นชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

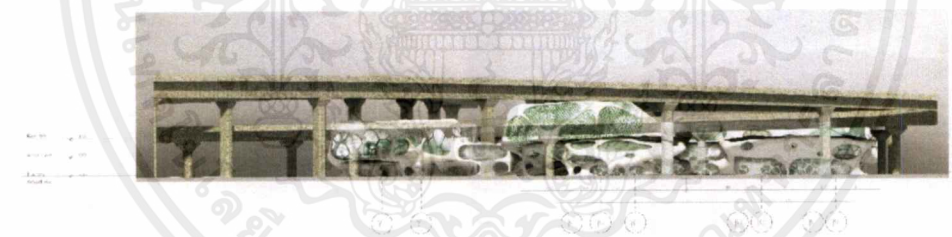
7.2.3 รูปด้าน



รูปที่ 7 - 8 รูปด้าน 1



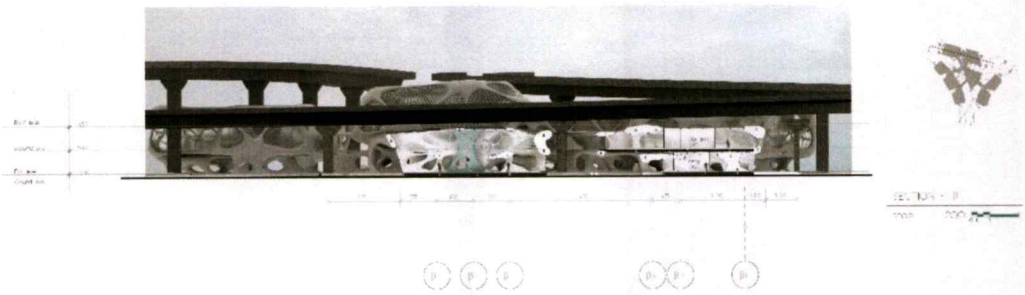
รูปที่ 7 - 9 รูปด้าน 2



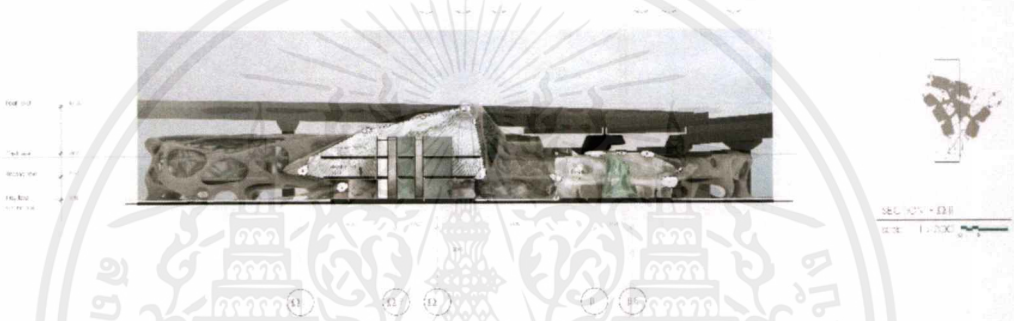
รูปที่ 7 - 10 รูปด้าน 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.4 รูปตัด



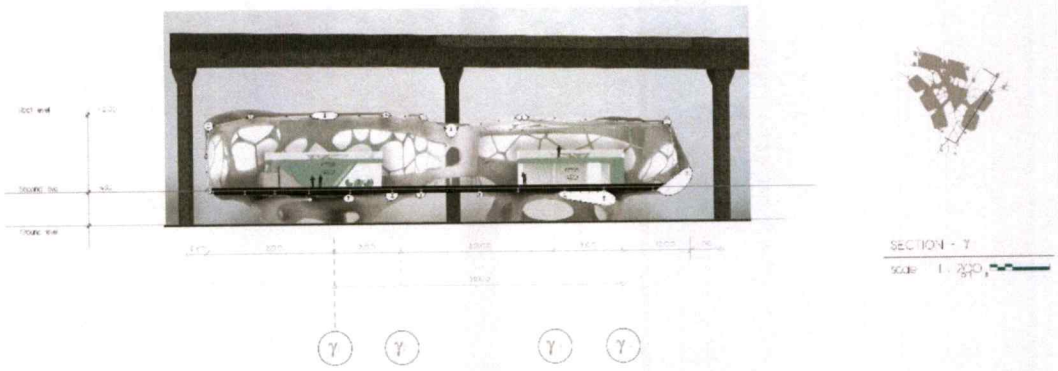
รูปที่ 7 - 11 รูปตัด 1



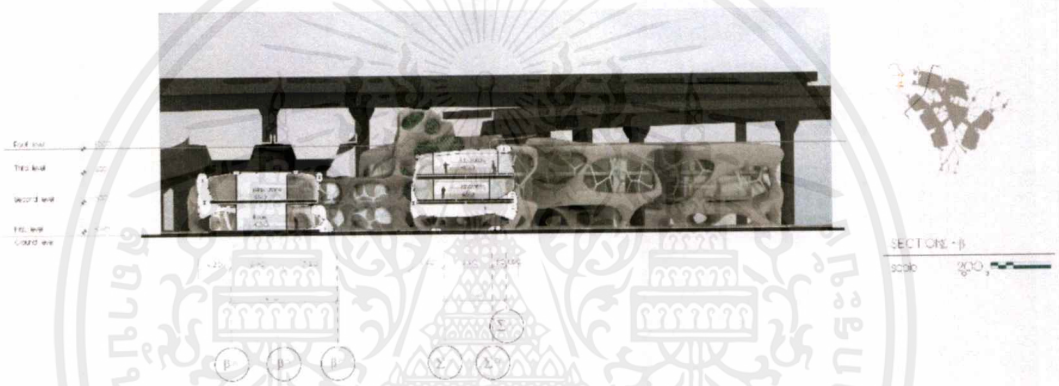
รูปที่ 7 - 12 รูปตัด 2

รูปที่ 7 - 13 รูปตัด 3

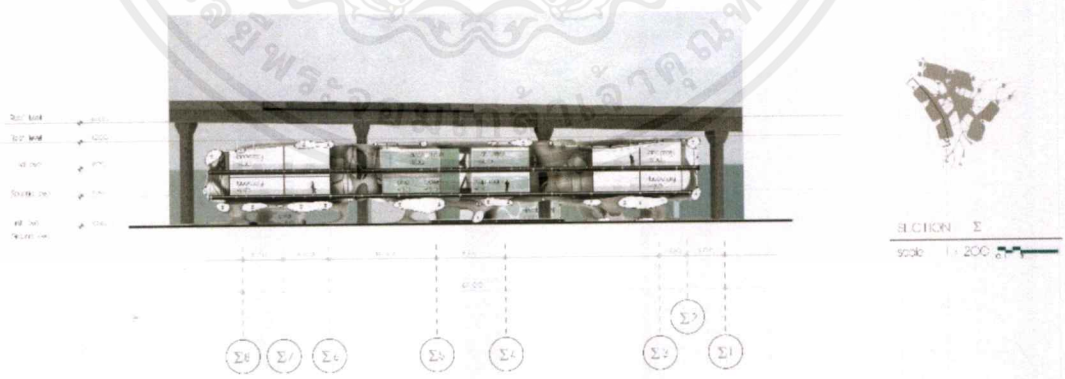
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 - 14 รูปตัด 4



รูปที่ 7 - 15 รูปตัด 5



รูปที่ 7 - 16 รูปตัด 6

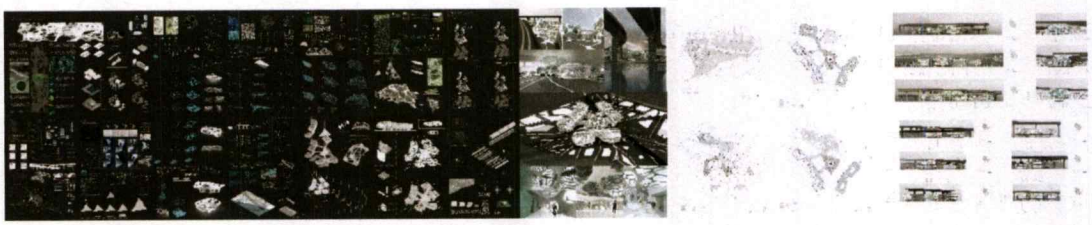
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 ทัศนียภาพของโครงการ

รูปที่ 7 - 17 ทัศนียภาพของโครงการ

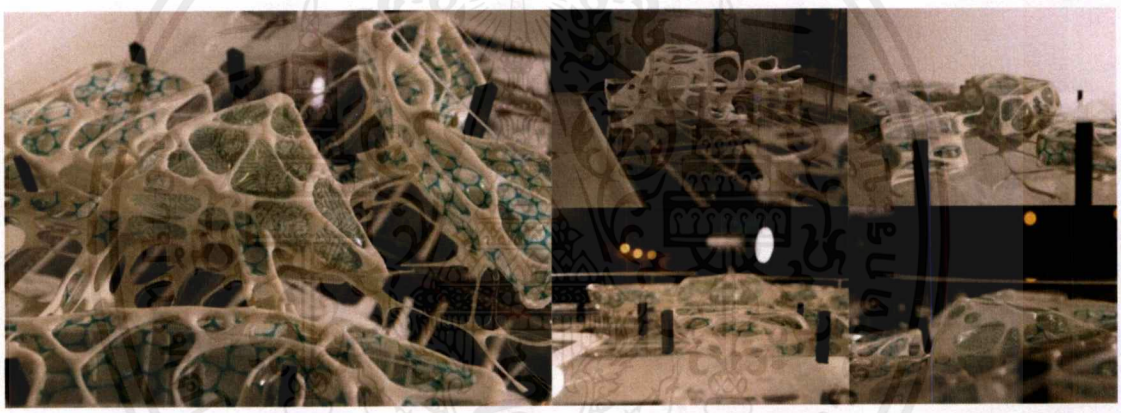
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 แบบแสดงการนำเสนอ



รูปที่ 7 - 18 แบบการนำเสนอ

7.5 รูปภาพหุ่นจำรอง



รูปที่ 7 - 19 หุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1.แหล่งข้อมูลทางวิชาการ

คณะอนุกรรมการสถิติสาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และคณะทางานสถิติด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2557). **แผนพัฒนาสถิติสาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2557 – 2558**

ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล.**คู่มือการออกแบบห้องปฏิบัติการ** Laboratory Design Manual สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2551

ดร.สรวิศ เผ่าทองศุข. **สาหร่าย ศักยภาพและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย** หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2543

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พีรพรพิศาล. **สาหร่ายวิทยา** Phycology. เชียงใหม่ : คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

อ.ดร.วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล. **คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ** (Manual of Laboratory Safety) **ห้องปฏิบัติการกลางสำหรับการเรียนการสอนและวิจัย โครงการจัดตั้งวิทยาเขตอำนาจเจริญ** มหาวิทยาลัยมหิดล 2557

Robert Henrikson, Mark Edwards. **IMAGINE OUR ALGAE FUTURE international Algae Competition**, United States of America, 2555

Brain Griffin. **LABORATORY DESIGN GUIDE second edition** Reed Education and Professional Publishing Ltd 2000

2.งานวิจัย

ดร.ธนวรรณ พิณรัตน์, ดร.ญาณีพร พัชรวรโชติ, "เครื่องปฏิกรณ์ลูกผสมแบบใหม่สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย."**รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวขวัญชนก ปั้นบำรุงสุข, นางสาวน้ำฝน นิยมวงศ์."เครื่องปฏิกรณ์การสังเคราะห์แสงแบบลูกผสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย." **วิทยานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2556

นายฐิติพงศ์ คงเจริญ, นายณัฐวัชร์ จันทรสถาพร, นายธนกฤต เรืองสุนทร. "การศึกษากระบวนการเพาะเลี้ยงจุลสาหร่ายเพื่อผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ." **วิทยานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2556

ชิษณุพงศ์ ประทุม "**ความเป็นไปได้ในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยระบบบาบัดน้ำเสียแบบชีวภาพจาก โรงงานอุตสาหกรรม** FEASIBILITY STUDY OF CARBON DIOXIDE RECYCLING USING A BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEM FOR INDUSTRIAL SOURCE." คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2558

Sara Wlkinson, Paul Stoller, Peter Ralph, Brenton Hamdorf. **Feasibility of Algae Building Technology in Sydney** UTS university of technology Sydney Australia 2559

3.แหล่งข้อมูลออนไลน์

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2554). "**อนาคตเลี้ยงสาหร่ายสกัดไบโอดีเซล**," [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.erdi.cmu.ac.th (วันที่สืบค้น : 16 สิงหาคม 2560)

Trends in Japan. (2556). "**Grow Algae and Change the world**," [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : web-japan.org (วันที่สืบค้น : 16 สิงหาคม 2560)

Rory Jacobson & Noah Deich. (2560). "**Giant Machine Sucks CO2 Directly from Air!!**," [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : **http://www.centerforcarbonremoval.org** (วันที่สืบค้น : 19 ธันวาคม 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

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

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารสาธารณะ" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนได้โดยทั่วไป เพื่อกิจกรรมทางราชการการเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม การนันทนาการ หรือการพาณิชยกรรม เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สนามกีฬาในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อุโมงค์สะพาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ท่าจอดเรือ โป๊ ะจอดเรือ สุสานฌาปนสถาน ศาสนสถาน เป็นต้น

"อาคารขนาดใหญ่" หมายความว่า อาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชันหรือชันหนึ่งชันใดในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตาราง เมตร หรืออาคารที่มีความสูงตังแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกันทุกชันหรือชันหนึ่งชันใดในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับ อาคารทรงจัวหรือปันหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชันสูงสุด "สำนักงาน" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสำนักงานหรือที่ทำการ

หมวด 2 ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 2 พื้นที่ภายในอาคาร

ข้อ 22 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ต้องมีระยะดิ่งไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

- ห้องทีใช้เป็นสำนักงาน ห้องเรียน ห้องอาหาร ห้องโถงภัตตาคาร โรงงาน ต้องมีระยะดิ่งอย่างน้อย 3.00 เมตร

ส่วนที่ 3 บันไดของอาคาร

ข้อ 24 บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคาร พาณิชย์ โรงงาน และอาคารพิเศษ สำหรับที่ใช้กับชันทีมีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันไม่เกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความ กว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่สำหรับบันไดของอาคารดังกล่าวที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันเกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ถ้าความกว้างสุทธิของบันไดน้อยกว่า 1.50 เมตร ต้องมีบันไดอย่าง น้อยสองบันได และแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร บันไดของอาคารที่ใช้เป็นที่ชุมนุมของคนจำนวนมาก เช่น บันไดห้องประชุมหรือห้องบรรยายที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดห้องรับประทานอาหารหรือสถานบริการที่มีพื้นที่รวมกันตังแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป หรือ บันไดของแต่ละชันของอาคารนั้นที่มีพื้นที่รวมกันตังแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร อย่างน้อยสองบันได ถ้ามีบันไดเดียวต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร บันไดที่สูงเกิน 4 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 4 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และระยะดิงจากขั้นบันไดหรือชานพัก บันไดถึงส่วนต่างสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดต้องมีความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างสุทธิของบันได เว้นแต่บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 2 เมตร ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดจะมีความยาวไม่เกิน 2 เมตรก็ได้ กฎหมายอาคาร 6 บันไดตามวรรคหนึ่งและวรรคสองต้องมีลูกตั้งสูงไม่เกิน 18 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลือมกัน ออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร และต้องมีราวบันไดกันตก บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 6 เมตร และช่วง บันไดสูงเกิน 1 เมตร ต้องมีราวบันไดทั้งสองข้าง บริเวณจมูกบันไดต้องมีวัสดุกันลื่น

ข้อ 25 บันไดตามข้อ 24 จะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 40 เมตร จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนัน

ข้อ 26 บันไดตามข้อ 23 และข้อ 24 ที่เป็นแนวโค้งเกิน 90 องศา จะไม่มีชานพักบันไดก็ได้ แต่ต้องมีความกว้าง เฉลี่ยของลูกนอนไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 23 และไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 24

ส่วนที่ 4 บันไดหนีไฟ

ข้อ 27 อาคารที่สูงตั้งแต่สี่ชั้นขึ้นไปและสูงไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่สูงสามชั้นและมีดาดฟ้าเหนือชั้นทีสามที่มีพื้นที่เกิน 16 ตารางเมตร นอกจากมีบันไดของอาคารตามปกติแล้ว ต้องมีบันไดหนีไฟที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งแห่ง และต้องมีทางเดินไปยังบันไดหนีไฟนันได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

ข้อ 28 บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า 60 องศา เว้นแต่ตึกแถวและบ้านแถวที่สูงไม่เกินสี่ชัน ให้มีบันได หนีไฟทีมีความลาดชันเกิน 60 องศาได้ และต้องมีชานพักบันไดทุกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 29 บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และต้องมีผนังส่วนที่บันได หนีไฟพาดผ่านเป็นผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่ง ถ้าทอดไม่ถึงพื้นชั้นล่างของอาคารต้องมีบันไดโลหะทีสามารถเลื่อนหรือยืดหรือหย่อนลง มาจนถึงพื้นชั้นล่างได้

ข้อ 30 บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร มีผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุ ถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟกันโดยรอบ เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ และต้องมีอากาศถ่ายเทจาก ภายนอกอาคารได้โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร กับต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอทั้งกลางวันและกลางคืน

ข้อ 31 ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องทำเป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกเท่านั้น กับต้องติดอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง และต้อง สามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีธรณีหรือขอบกัน

ข้อ 32 พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

หมวด 4 แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ 41 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะที่มีความกว้างน้อยกว่า 6 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจาก กึ่งกลางถนนสาธารณะอย่างน้อย 3 เมตร อาคารที่สูงเกินสองชั้นหรือเกิน 8 เมตร ห้องแถว ตึกแถว บ้านแถว อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารสาธารณะ ป้าย หรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้าย หรือคลังสินค้า ที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้ถนนสาธารณะ

1. ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่างจากกึ่งกลางถนนสาธารณะ อย่างน้อย 6 เมตร

2. ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างตังแต่ 10 เมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 20 เมตร ให้ร่นแนวอาคารห่าง จากเขตถนนสาธารณะอย่างน้อย 1 ใน 10 ของความกว้างของถนนสาธารณะ

3. ถ้าถนนสาธารณะนั้นมีความกว้างเกิน 20 เมตรขึ้นไป ให้ร่นแนวอาคารห่างจากเขตถนนสาธารณะ อย่างน้อย 2 เมตร

ข้อ 42 อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ คู คลอง ลำราง หรือลำกระโดง ถ้าแหล่ง น้ำสาธารณะนั้นมีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 3 เมตร แต่ ถ้าแหล่งน้ำสาธารณะนั้นมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป ต้องร่นแนวอาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนั้นไม่น้อยกว่า 6 เมตร

สำหรับอาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงใกล้แหล่งน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น บึง ทะเลสาบ หรือทะเล ต้องร่นแนว อาคารให้ห่างจากเขตแหล่งน้ำสาธารณะนันไม่น้อยกว่า 12 เมตร ทังนี้ เว้นแต่ สะพาน เขื่อน รั้ว ท่อระบายน้ำ ท่าเรือ ป้าย อู่เรือ คานเรือ หรือที่ว่างทีใช้เป็นที่จอดรถ ไม่ต้องร่นแนว อาคาร

ข้อ 43 ให้อาคารที่สร้างตามข้อ 41 และข้อ 42 ต้องมีส่วนต่ำสุดของกันสาดหรือส่วนยื่นสถาปัตยกรรมสูงจากระดับ ทางเท้าไม่น้อยกว่า 3.25 เมตร ทั้งนี้ ไม่นับส่วนตบแต่งที่ยืนจากผนังไม่เกิน 50 เซนติเมตร และต้องมีท่อรับน้ำจากกันสาดหรือ หลังคาต่อแนบหรือฝังในผนังหรือเสาอาคารลงสู่ท่อสาธารณะหรือบ่อพัก

ข้อ 44 ความสูงของอาคารไม่ว่าจากจุดหนึงจุดใด ต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบ วัดจากจุดนันไปตั้งฉากกับ แนวเขตด้านตรงข้ามของถนนสาธารณะที่อยู่ใกล้อาคารนั้นที่สุด ความสูงของอาคารให้วัดแนวดิ่งจากระดับถนนหรือระดับพื้นดินที่ก่อสร้างขึ้นไปถึงส่วนของอาคารที่สูงที่สุด สำหรับ อาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

ข้อ 45 อาคารหลังเดียวกันซึ่งมีถนนสาธารณะสองสายขนาดไม่เท่ากันขนาบอยู่ เมือระยะระหว่างถนนสาธารณะ สองสายนันไม่เกิน 60 เมตร และส่วนกว้างของอาคารตามแนวถนนสาธารณะที่กว้างกว่าไม่เกิน 60 เมตร ความสูงของอาคาร ณ จุดใดต้องไม่เกินสองเท่าของระยะราบที่ใกล้ที่สุดจากจุดนันไปตังฉากกับแนวเขตถนนสาธารณะด้านตรงข้ามของสายที่กว้างกว่า

กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537)
ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร
พ.ศ. 2522

หมวด 1 แบบและวิธีการเกี่ยวกับการติดตั้งระบบการป้องกันอัคคีภัย

ข้อ 5 อาคารอื่นนอกจากอาคารตามข้อ 3 วรรคหนึ่ง ที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตาราง เมตร ต้องมีระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ทุกชั้นด้วย

หมวด 2 แบบและจำนวนของห้องน้ำและห้องส้วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การคิดจำนวนห้องน้ำห้องส้วมในอาคารสำนักงาน

จำนวนห้องถ่ายอุจจาระ

ผู้ชาย 1 ห้อง

ผู้หญิง 3 ห้อง

จำนวนที่ถ่ายปัสสาวะ

ผู้ชาย 1 หน่วย

จำนวนอ่างล้างมือ

ผู้ชาย 1 หน่วย

ผู้หญิง 1 หน่วย

ต่อพื้นที่อาคารสำนักงาน 300 ตารางเมตร

2.การคิดจำนวนห้องน้ำห้องส้วมในอาคารที่จอดรถ

จำนวนห้องถ่ายอุจจาระ

ผู้ชาย 2 หน่วย

ผู้หญิง 6 หน่วย

จำนวนที่ถ่ายปัสสาวะ

ผู้ชาย 4 หน่วย

จำนวนอ่างล้างมือ

ผู้ชาย 1 หน่วย

ผู้หญิง 1 หน่วย

ต่อพื้นที่จอดรถ 1,000 ตารางเมตร

3.การคิดจำนวนห้องน้ำห้องส้วมในอาคารประเภทอื่น ๆ

จำนวนห้องถ่ายอุจจาระ

ผู้ชาย 3 หน่วย

ผู้หญิง 6 หน่วย

จำนวนที่ถ่ายปัสสาวะ

ผู้ชาย 3 หน่วย

จำนวนห้องน้ำ

ผู้ชาย 3 ห้อง

ผู้หญิง 3 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนอ่างล้างมือ

ผู้ชาย 3 หน่วย

ผู้หญิง 3 หน่วย

ต่อพื้นที่จำนวนผู้ชายและผู้หญิงตั้งแต่ 41 คนแต่ไม่เกิน 80 คน

จำนวนเพิ่มอย่างละ 1 ที่ต่อจำนวนผู้ใช้งาน 50 คน

กฎกระทรวง ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2517)
ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร
พ.ศ. 2479

ข้อ 3 จำนวนที่จอดรถยนต์ต้องจัดให้มีตามกำหนดดังต่อไปนี้

1. ในเขตท้องที่กรุงเทพมหานคร เฉพาะในเขตเทศบาลนครหลวงตามประกาศของคณะปฏิวัติฉบับที่ 25 ลงวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2514

(ฉ) สำนักงาน ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 60 ตารางเมตร เศษของ 60 ตาราง เมตร ให้คิดเป็น 60 ตารางเมตร

(ช) อาคารขนาดใหญ่ ให้มีที่จอดรถยนต์ตามจำนวนที่กำหนดของแต่ละประเภทของอาคารที่ใช้เป็น ที่ประกอบกิจการในอาคารขนาดใหญ่นั้นรวมกัน หรือให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่อาคาร 120 ตารางเมตร เศษ ของ 120 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 120 ตารางเมตร ทั้งนี้ให้ถือที่จอดรถยนต์จำนวนที่มากกว่าเป็นเกณฑ์ อาคารขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นตึกแถวสูงไม่เกินสี่ชั้น ต้องมีที่จอดรถยนต์อยู่ภายนอกอาคารหรืออยู่ในห้องใต้ดิน ของอาคารไม่น้อยกว่า 1 คันต่อ 1 ห้อง

กฎกระทรวง
กำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้
พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา
พ.ศ. 2548

หมวด 1 ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวก

ข้อ 4 อาคารตามข ข้อ 3 ต้องจัดให้ มีป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการหรือ ทุพพลภาพ และคนชรา ตามสมควร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญลักษณ์รูปผู้ พิการ

2. เครื่องหมายแสดงทางไปสู่สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ พิการหรือทุพพลภาพ และ คนชรา

3. สัญลักษณ์ หรือตัวอักษรแสดงประเภทของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ พิการหรือ ทุพพลภาพ และคนชรา

ข้อ 5 สัญลักษณ์รูปผู้ พิการ เครื่องหมายแสดงทางไปสู่สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับ ผู้ พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา และสัญลักษณ์หรือตัวอักษรแสดงประเภทของสิ่งอำนวยความสะดวก สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ตามข้อ 4 ให้เป็นสีขาวโดยพื้นป้ายเป็นสีน้ำเงิน หรือเป็น สีน้ำเงินโดยพื้นป้ายเป็นสีขาว

ข้อ 6 ป้ายแสดงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา ต้องมี ความชัดเจน มองเห็นได้ ง่าย ติดอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ทำให้สับสน และต้องจัดให้ มีแสงส่องสว่าง เป็นพิเศษทั้งกลางวันและกลางคืน

หมวด 2 ทางลาดและลิฟต์

ข้อ 7 อาคารตามข้อ 3 หากระดับพื้นภายในอาคาร หรือระดับพื้นภายในอาคารกับภายนอกอาคาร หรือระดับพื้นทางเดินภายนอกอาคารมีความต่างระดับกันเกิน 20 มิลลิเมตร ให้มีทางลาดหรือลิฟต์ระหว่างพื้นที่ต่างระดับกัน แต่ถ้ามีความต่างระดับกันไม่เกิน 20 มิลลิเมตร ต้องปาดมุมพื้นส่วนที่ต่างระดับกันไม่เกิน 45 องศา

ข้อ 8 ทางลาดให้ มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. พื้นผิวทางลาดต้องเป็นวัสดุที่ไม่ลื่น

2. พื้นผิวของจุดต่อเนื่องระหว่างพื้นกับทางลาดต้องเรียบไม่สะดุด

3. ความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร ในกรณีที่ทางลาดมีความยาวของทุกช่วง รวมกันตั้งแต่ 6,000 มิลลิเมตร ขึ้นไป ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร

4. มีพื้นที่หน้าทางลาดเป็นที่ว่างยาวไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร

5. ทางลาดต้องมีความลาดชันไม่เกิน 1:12 และมีความยาวช่วงละไม่เกิน 6,000 มิลลิเมตร ในกรณีที่ทางลาดยาวเกิน 6,000 มิลลิเมตร ต้องจัดให้ มีชานพักยาวไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร คั่นระหว่างแต่ละช่วงของทางลาด

6. ทางลาดด้านที่ไม่มีผนังกั้นให้ยกขอบสูงจากพื้นผิวของทางลาดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และมีราวกันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทางลาดที่มีความยาวตั้งแต่ 2,500 มิลลิเมตร ขึ้นไป ต้องมีราวจับทั้งสองด้านโดยมี ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ทำด้วยวัสดุเรียบ มีความมั่นคงแข็งแรง ไม่เป็นอันตรายในการจับและไม่ลื่น

2. มีลักษณะกลม โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 40 มิลลิเมตร

3. สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 900 มิลลิเมตร

4. ราวจับด้านที่อยู่ติดผนังให้มีระยะห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร มีความสูง จากจุดยึดไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และผนังบริเวณราวจับต้องเป็นผนังเรียบ

5. ราวจับต้องยาวต่อเนื่อง และส่วนที่ยึดติดกับผนังจะต้องไม่กีดขวางหรือเป็นอุปสรรค ต่อการใช้ของคนพิการทางการมองเห็น

6. ปลายของราวจับให้ยื่นเลยจากจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของทางลาดไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

8. มีป้ายแสดงทิศทาง ตำแหน่ง หรือหมายเลขชั้นของอาคารที่คนพิการทางการมองเห็น และคนชราสามารถทราบความหมายได้ ตั้งอยู่บริเวณทางขึ้นและทางลงของทางลาดที่เชื่อมระหว่างชั้น ของอาคาร

9. ให้มีสัญลักษณ์รูปผู้พิการติดไว้ในบริเวณทางลาดที่จัดไว้ให้ แก่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชรา

ข้อ 9 อาคารตามข้อ 3 ที่มีจำนวนชั้นตั้งแต่สองชั้นขึ้นไปต้องจัดให้ มีลิฟต์หรือทางลาด ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ระหว่างชั้นของอาคาร ลิฟต์ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ ต้องสามารถขึ้นลงได้ทุกชั้น มีระบบควบคุมลิฟต์ ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถควบคุมได้เองใช้งานได้ อย่างปลอดภัย และจัดไว้ในบริเวณ ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราสามารถใช้ได้สะดวก ให้มีสัญลักษณ์รูปผู้พิการติดไว้ที่ช่องประตูด้านนอกของลิฟต์ที่จัดไว้ให้ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้

ข้อ 10 ลิฟต์ที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ที่มีลักษณะเป็นห้องลิฟต์ต้องมี ลักษณะ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ขนาดของห้องลิฟต์ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1,100 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 1,400 มิลลิเมตร

2. ช่องประตูลิฟต์ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และต้องมีระบบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้ประตูลิฟต์หนีบผู้โดยสาร

3. มีพื้นผิวต่างสัมผัสบนพื้นบริเวณหน้าประตูลิฟต์กว้าง 300 มิลลิเมตร และยาว 900 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ห่างจากประตูลิฟต์ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตร

4. ปุ่มกดเรียกลิฟต์ ปุ่มบังคับลิฟต์ และปุ่มสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉินต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ปุ่มล่างสุดอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร ปุ่มบนสุดอยู่สูงจากพื้น ไม่เกินกว่า 1,200 มิลลิเมตร และห่างจากมุมภายในห้องลิฟต์ไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร ในกรณีที่ ห้องลิฟต์มีขนาดกว้างและยาวน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร

2. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร มีอักษรเบรลล์กำกับไว้ทุกปุ่ม เมื่อกดปุ่มจะต้องมีเสียงดังและมีแสง

3. ไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณที่กดปุ่มลิฟต์

5. มีราวจับโดยรอบภายในลิฟต์ โดยราวมีลักษณะตามที่กำหนดในข้อ 8,7,1,2,3 และ 4

6. มีตัวเลขและเสียงบอกตำแหน่งชั้นต่าง ๆ เมื่อลิฟต์หยุด และขึ้นหรือลง

7. มีป้ายแสดงหมายเลขชั้นและแสดงทิศทางบริเวณโถงหน้าประตูลิฟต์และติดอยู่ ในตำแหน่งที่เห็นได้ ชัดเจน

8. ในกรณีที่ลิฟต์ขัดข้องให้ มีทั้งเสียงและแสงไฟเตือนภัยเป็นไฟกะพริบสีแดง เพื่อให้ คนพิการทางการมองเห็นและคนพิการทางการได้ยินทราบ และให้มีไฟกะพริบสีเขียวเป็นสัญญาณ ให้คนพิการทางการได้ยินได้ทราบว่าผู้ที่อยู่ข้างนอกรับทราบแล้วว่าลิฟต์ขัดข้องและกำลัง ให้ความช่วยเหลืออยู่

9. มีโทรศัพท์แจ้งเหตุฉุกเฉินภายในลิฟต์ซึ่งสามารถติดต่อกับภายนอกได้โดยต้องอยู่สูงจาก พื้นไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร

10. มีระบบการทำงานที่ทำให้ลิฟต์เลื่อนมาอยู่ตรงที่จอดชั้นระดับพื้นดินและประตูลิฟต์ต้องเปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 3 บันได

ข้อ 11 อาคารตามข้อ 3 ต้องจัดให้มีบันไดที่ผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ อย่างน้อยชั้นละ 1 แห่ง โดยต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร

2. มีชานพักทุกระยะในแนวดิ่งไม่เกิน 2,000 มิลลิเมตร

3. มีราวบันไดทั้งสองข้าง โดยให้ราวมีลักษณะตามที่กำหนดในข้อ 8

4. ลูกตั้งสูงไม่เกิน 150 มิลลิเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อกันออกแล้ว เหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร และมีขนาดสม่ำเสมอตลอดช่วงบันได ในกรณีที่ ขั้นบันไดเหลื่อมกันหรือมีจมูกบันไดให้มีระยะเหลื่อมกันได้ไม่เกิน 20 มิลลิเมตร

5. พื้นผิวของบันไดต้องใช้วัสดุที่ไม่ลื่น

6. ลูกตั้งบันไดห้ามเปิดเป็นช่องโล่ง

7. มีป้ายแสดงทิศทาง ตำแหน่ง หรือหมายเลขชั้นของอาคารที่คนพิการทางการมองเห็น และคนชราสามารถทราบความหมายได้ตั้งอยู่บริเวณทางขึ้นและทางลงขอบันไดที่เชื่อมระหว่างชั้น ของอาคาร

หมวด 4 ที่จอดรถ

1. ถ้าจำนวนที่จอดรถตั้งแต่ 10 คัน แต่ไม่เกิน 50 คัน ให้ มีที่จอดรถสำหรับผู้พิการหรือ ทุพพลภาพ และคนชราอย่างน้อย 1 คัน

2. ถ้าจำนวนที่จอดรถตั้งแต่ 51 คัน แต่ไม่เกิน 100 คัน ให้มีที่จอดรถสำหรับผู้พิการ หรือทุพพลภาพ และคนชราอย่างน้อย 2 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้