การศึกษาผลกระทบของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง ที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่ใกล้เคียง

STUDY LADKRABANG INLAND CONTAINER DEPOT'S EFFECTS WHICH OCCUR WITH KING MONGKUT'S INSTITUE TECHNOLOGY OF L ADKRABANG AND SURROUDING

โดย

นายภัทรพล มงคลศรีชัยชนะ

นายวรวิทย์ ปัณฑิตานนท์

นายคำปุน บุญไตร

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2537

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

STUDY LADKRABANG INLAND CONTAINER DEPOT'S EFFECTS WHICH OCCUR WITH KING MONGKUT'S INSTITUE TECHNOLOGY OF LADKRABANG AND SURROUDING

MR. PATHRAPON MONGCONSRICHAICHANA
MR. WORAWIT PANTITANON
MR. KUMPOON BOONTRAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE BECHELORE OF CONSTRUCTION ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

.....

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาผลกระทบของโครงการบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง (LICD.) ที่มีต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง และพื้นที่ใกล้เคียง

นักศึกษา
1. นายภัทรพล มงคลศรีชัยชนะ รหัสประจำตัว 33100394
2. นายคำปุน บุญไตร รหัสประจำตัว 34101048
3. นายวรวิทย์ ปัณฑิตานนท์ รหัสประจำตัว 34106306

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรราการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เกษม อนันตกุล

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ		ลายมือชื่อ
อาจารย์สกุล	ห่อวโนทยาน	.....
อาจารย์เกษม	อนันตกุล	.....
อาจารย์สุวัฒน์	ถิรเศรษฐ	.....
อาจารย์จักรพงษ์	พงษ์เพ็ง	.....

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายอำนวย พานิชกุลพงศ์)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ เดือน พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลกระทบของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง ที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่ใกล้เคียง

STUDY LADKRABANG INLAND CONTAINER DEPOT'S EFFECTS WHICH OCCUR WITH KING MONGKUT'S INSTITUE TECHNOLOGY OF L ADKRABANG AND SURROUDING

โดย นายภัทรพล มงคลศรีชัยชนะ
นายวรวิทย์ ปัณฑิตานนท์
นายคำปุ่น บุญไตร
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เกษม อนันตกุล

บทคัดย่อ

สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบังตั้งอยู่ใกล้กับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งโครงงานพิเศษนี้จะทำการศึกษาผลกระทบในด้านต่างๆดังนี้ คือ ด้านเสียง ด้านน้ำ,ด้านสั่นสะเทือน,และด้านจราจรแล้วจะนำเสนอมาตราการป้องกันและแก้ไขผลกระทบเบื้องต้น

ABSTRACT

LATKRABANG INLAND CONTAINER DEPOT IS NEAR KING MUNGKUT INSTITUTE TECHNOLOGY OF LATKRABANG. THIS SPECIAL PROJECT STUDY THE EFFECTS WHICH ARE ABOUT VOICE ' WATER 'VIBRATION AND TRAFFIC. AND PROPOSE THEIR PROTECTIONS AND SOLUTIONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตามวัตถุประสงค์ เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์เกษม อนันตกุล และอาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์ ที่กรุณาออกหนังสือติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ อาจารย์จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง ที่ให้คำปรึกษาด้านการสั่นสะเทือน อาจารย์สกุล ห่อวโนทยาน และอาจารย์พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษาในเรื่อง ผลกระทบด้านน้ำเสียของโครงการLICD. อาจารย์สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ และอาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์ ที่ให้คำปรึกษาด้านจราจร อาจารย์ศิริวัฒน์ ไชยชนะ ที่ให้คำปรึกษาทั่วไป ,การรถไฟแห่งประเทศไทย ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลของโครงการ LICD.และคุณมุกดาวรรณ ตลอดจนเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด และที่ขาดเสียมิได้ คือ บุพพการี ผู้ให้กำลังใจ และทุนทรัพย์ในการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้

ผู้จัดทำ

นายภัทรพล มงคลศรีชัยชนะ

นายคำปุน บุญไตร

นายวรวิทย์ ปัณฑิตานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ทฤษฎีการคำนวณค่าระดับเสียง 17
3.8 ทฤษฎีเรื่องเสียง 42
3.9 วิธีการหาค่าระดับเสียง 47
3.10 การหาค่าระดับเสียงและการวิเคราะห์ผลกระทบด้านเสียง 49
3.11 สรุป 59
3.12 มาตราการลดผลกระทบด้านเสียง 59
บทที่ 4 การศึกษาผลกระทบด้านน้ำของของโครงการสถานีสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบังที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 61
4.1 จุดประสงค์ 61
4.2 ขอบเขตการศึกษา 61
4.3 สมมุติฐาน 61
4.4 แนวคิด 61
4.5 ข้อมูล 62
4.6 ทฤษฎี 62
4.7 วิธีการศึกษา 62
4.8 ทฤษฎีและหลักการ 62
4.9 ลักษณะน้ำเสีย 76
4.10 การกำจัดน้ำทิ้ง 80
4.11 ระบบ Activated Sludge 85
4.12 การตรวจสอบประสิทธิภาพของโรงบำบัดน้ำของโครงการ LICD 97
บทที่ 5 การศึกษาผลกระทบด้านการสั่นสะเทือนของโครงการสถานีสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบังที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 104
5.1 คำนำ 104
5.2 ทฤษฎี 104
5.3 วิธีการศึกษา และ ขอบเขต 106
5.4 ผลการเก็บข้อมูล 107
5.5 สรุปผลการเก็บข้อมูล 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	XI
บทที่ 1 การศึกษาผลกระทบของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่ใกล้เคียง	1
1.1 จุดประสงค์	1
1.2 ขอบเขต	1
1.3 ความเป็นมา	1
บทที่ 2 รายละเอียดของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง	2
2.1 สถานการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศไทย	2
2.2 สถานการณ์ปัจจุบันของท่าเรือ	2
2.3 โครงการ Eastern Seaboard	5
2.4 การขนส่งคอนเทนเนอร์	5
2.5 Inland Container Depot	8
2.6 การดำเนินงานที่ผ่านมาของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง	8
บทที่ 3 การศึกษาผลกระทบด้านเสียงของโครงการสถานีสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบังที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	15
3.1 จุดประสงค์	15
3.2 ขอบเขต	15
3.3 สมมุติฐาน	15
3.4 แนวคิด	16
3.5 อุปกรณ์	17
3.6 ข้อมูล	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การวิเคราะห์ 116
บทที่ 6 การศึกษาผลกระทบด้านจราจรของโครงการสถานีสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง 122
ที่ลาดกระบังที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
6.1 คำนำ 122
6.2 วัตถุประสงค์ 122
6.3 วิธีการศึกษา และขอบเขต 122
6.4 ผลการศึกษา 123
6.5 สรุปผลการศึกษา 137
6.6 การวิเคราะห์ 143
6.7 แนวทางในการลดผลกระทบ 143
บรรณานุกรม 144
ภาคผนวก ก. 145
ภาคผนวก ข. 173
ภาคผนวก ค. 188
ภาคผนวก ง. 192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.7.1	ค่าcorrectionสำหรับเพิ่มเพื่อหาค่าระดับเสียงที่ต้องการ	19
ตารางที่ 3.7.2	พื้นที่ที่ไวต่อการรับเสียง	22
ตารางที่ 3.7.3	การประมาณค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน(Ldn)ในบริเวณพื้นที่ย่านพักอาศัย	22
ตารางที่ 3.7.4	ผลกระทบของระดับเสียงที่มีต่อชุมชน	24
ตารางที่ 3.7.5	ค่าcorrectionสำหรับเพิ่มสำหรับค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน(Ldn)เพื่อทำนายผลกระทบที่มีต่อชุมชน	24
ตารางที่ 3.7.6	ค่าระดับเสียงที่ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย WHO	27
ตารางที่ 3.7.7	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย World Bank Environmental Guideline	27
ตารางที่ 3.7.8	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย US.EPA	28
ตารางที่ 3.7.9	ค่าcorrectionและค่าระดับเสียงรบกวนในชุมชนที่ยอมให้มีได้ในบริเวณย่านการใช้ที่ดินต่างๆ	29
ตารางที่ 3.7.10	ระดับเสียงที่ยอมให้คนงานได้รับ	30
ตารางที่ 3.10.1	ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน	50
ตารางที่ 4.1	แสดงปริมาณน้ำทิ้งต่อหน่วยจากอาคารประเภทต่างๆในประเทศไทย	66
ตารางที่ 4.2	ปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท	67
ตารางที่ 4.3	ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารสาธารณะบางประเภท	68
ตารางที่ 4.4	ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท	69
ตารางที่ 4.5	แสดงลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท	70
ตารางที่ 4.6	การจัดประเภทคุณภาพน้ำทางชีภาพบริเวณลำคลองสี่	70
ตารางที่ 4.7	การจัดประเภทคุณภาพน้ำทางชีวภาพบริเวณคลองสี่	70
ตารางที่ 4.8	คุณสมบัติของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศและอายุ	72
ตารางที่ 4.9	การตั้งบ้านเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามในบริเวณคลอง	72
ตารางที่ 4.10	การใช้ลำคลองเพื่อการบริโภคละ 36.5 เพื่อการอุตสาหกรรมร้อยละ 2.5	72
ตารางที่ 4.11	ลักษณะการใช้คลองในปัจจุบัน	73
ตารางที่ 4.12	ลักษณะน้ำในคลองที่ใช้	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13	ช่วงเวลาที่ใช้น้ำคลองได้และไม่ได้	74
ตารางที่ 4.14	วันที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุด	75
ตารางที่ 4.15	ช่วงเวลาที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุด	75
ตารางที่ 4.16	ฤดูที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุด	75
ตารางที่ 4.17	ช่วงฤดูกาลที่มีปัญหาในการใช้น้ำคลองมากที่สุด	76
ตารางที่ 4.18	วิธีการกำจัดน้ำที่ใช้แล้วของชุมชน	76
ตารางที่ 4.19	แสดงปริมาณน้ำทิ้งที่ต้องผ่านการบำบัด, ปริมาณ BOD ต่อวัน และปริมาณ COD ต่อวัน	98
ตารางที่ 5.1	แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือน ความเร็ว และระยะที่ทำการบันทึกผล ของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้า	115
ตารางที่ 5.2	แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ได้จากการวัดและการคำนวณ	116
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนจากขบวนรถไฟโดยสาร ที่ระยะต่างๆ	117
ตารางที่ 5.4	แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนจากขบวนรถไฟโดยสาร เปรียบเทียบกับ รถไฟขนส่งตู้สินค้า ที่ระยะต่างๆ	118
ตารางที่ 5.5	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าระหว่าง โครงการ ICD กับการขนส่งจากท่าเรือแหลมฉบัง - สถานีบางซื่อ(ในปัจจุบัน)	119
ตารางที่ 5.6	แสดงผลกระทบที่ได้รับจากขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าในปัจจุบัน	120
ตารางที่ 5.7	แสดงผลการรวมค่าระดับการสั่นสะเทือน	121
ตารางที่ 6.1	แสดงการเปลี่ยนปริมาณจราจรเป็นหน่วย PCU	128
ตารางที่ 6.2	แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยในแต่ละกรณี ในหน่วย PCU	128
ตารางที่ 6.3.1	แสดงปริมาณการจราจรของ container ระหว่าง ICD กับ แหลมฉบัง ของ JICA ในปี 1996	129
ตารางที่ 6.3.2	แสดงปริมาณการจราจรของ container ระหว่าง ICD กับ แหลมฉบัง ของ JICA ในปี 2001	129
ตารางที่ 6.4	แสดงปริมาณตู้สินค้าที่บริษัทอเมริกัน เพรสสิเดนท์ฟลายส์ จำกัด ประกอบการ	130
ตารางที่ 6.5	แสดงปริมาณตู้สินค้าที่บริษัทสตีเวอร์ดอริง เซอร์วิสเซส อเมริกา (ประเทศไทย) ประกอบการ	131
ตารางที่ 6.6	แสดงระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟในกรณีที่ 1	135
ตารางที่ 6.7	แสดงระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟในกรณีที่ 2	136
ตารางที่ 6.8	แสดงระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟใน กรณีที่ 3	136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.9 แสดงระยะความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟเพื่อรอรถไฟแล่นผ่าน 138
ตารางที่ 6.10 แสดงระยะความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟเพื่อรอรถไฟแล่นผ่าน 138
ตารางที่ 6.11 แสดงสัดส่วนของเที่ยวรถไฟที่ขนส่งตู้สินค้า 139
ตารางที่ 6.12 แสดงสัดส่วนของเที่ยวรถไฟที่ขนส่งผู้โดยสาร 139
ตารางที่ 6.13 แสดงปริมาณจราจรที่คาดการณ์ในอนาคตของถนนฉลองกรุง 143
ตารางภาคผนวก ก ที่ 1 ค่าระดับเสียงจากการวัดของรถไฟบรรทุตู้คอนเทนเนอร์ที่ระยะทางต่างๆ 145
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.1 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 146
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.2 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 146
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.3 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 147
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.4 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 147
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.5 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 148
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.6 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 148
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.7 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 149
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.8 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 149
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.9 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 150
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.10 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 150
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.11 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 151
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.12 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 151
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.13 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 152
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.14 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 152
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.15 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 153
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.16 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 153
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.17 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 154
ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.18 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร 154
ตารางภาคผนวก ก ที่ 3 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน 155
ตารางภาคผนวก ก ที่ 4 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆ ในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน 158
ตารางภาคผนวก ก ที่ 5 เปรียบเทียบค่าระดับเสียงจากการวัดและการคำนวณ 160
ตารางภาคผนวก ก ที่ 6 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ 161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	
ตารางภาคผนวก ก ที่ 7	ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆ	166
	ในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	
ตารางภาคผนวก ก ที่ 8	เปรียบเทียบค่าระดับเสียงตามระยะทางต่างๆ	168
	ในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและ กรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	
ตารางภาคผนวก ก ที่ 9	เปรียบเทียบค่าระดับเสียงของอาคารต่างๆในกรณีมีรถไฟ1ขบวน	171
	และในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	
ตารางภาคผนวก ข ที่ 1	แสดงลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารประเภทต่างๆ	173
	ของชุมชนในประเทศไทย	
ตารางภาคผนวก ข ที่ 2	แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีและชีวภาพในคลองสี่	174
	ของเดือนสิงหาคม ถึง เดือนกรฎฎาคม 2537 ระหว่างเวลา 6.00-8.00 น.	
ตารางภาคผนวก ข ที่ 3	แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีและชีวภาพในคลองสี่	175
	ของเดือนสิงหาคม ถึง เดือนกรฎฎาคม 2537 ระหว่างเวลา 15.00-17.00 น.	
ตารางภาคผนวก ข ที่ 4	ลักษณะที่สำคัญของระบบ Activated Sludge แบบต่างๆ	176
ตารางภาคผนวก ข ที่ 5	แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล	177
ตารางภาคผนวก ข ที่ 6	แสดงประเภทมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร	180
ตารางภาคผนวก ค.ที่ 1	แสดงค่ามาตราฐานระดับการสั่นสะเทือนของ DUTCH CUR - 57	188
ตารางภาคผนวก ค.ที่ 2	แสดงค่ามาตราฐานระดับการสั่นสะเทือนของ WHIFFIN	189
	and LEONARD, 1971	
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 1	แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมง (ขาเข้า)	192
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 2	แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมง (ขาออก)	193
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 3	แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ย ขาเข้า และ ขาออก ในแต่ละ กรณี	194
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.1	แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท	195
	(กรณีที่ 1) ขาเข้า	
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.2	แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท	196
	(กรณีที่ 1) ขาออก	
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.3	แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท	197
	(กรณีที่ 2) ขาเข้า	
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.4	แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท	198
	(กรณีที่ 2) ขาออก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.5	แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 3) ขาเข้า	199
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.6	แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 3) ขาออก	200
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 5	แสดงการเปรียบเทียบการนับกับการคำนวณ	201
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 6.1	แสดงตารางเวลาการเดินรถไฟบรรทุกสินค้าที่ผ่าน สจล.	202
ตารางภาคผนวก ง.ที่ 6.2	แสดงตารางรถไฟโดยสารที่ผ่าน สจล.	203

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	ท่าเรือกรุงเทพฯ	3
รูปที่ 2.2	แสดงตำแหน่งที่ตั้งของท่าเรือ	4
รูปที่ 2.3	แสดงโครงการท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง	6
รูปที่ 2.4	แสดงส่วนต่างๆของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง	10
รูปที่ 2.5	แบบสร้างจริงของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง	11
รูปที่ 2.6	แสดงสถานที่ตั้งของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง	12
รูปที่ 2.7	แสดงโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง	13
รูปที่ 3.10.1	กราฟเส้นแสดงค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ ในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน	49
รูปที่ 3.10.2	กราฟเส้นแสดงค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ ในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน	52
รูปที่ 3.10.3	กราฟเส้นเปรียบเทียบค่าระดับเสียงจากการวัดและการคำนวณ	53
รูปที่ 3.10.4	กราฟเส้นแสดงค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ ในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	54
รูปที่ 3.10.5	กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบค่าระดับเสียงตามระยะทางต่างๆ ในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน และในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	55
รูปที่ 3.10.6	กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าระดับเสียงในอาคารต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน และในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน	56
รูปที่ 4.1	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	71
รูปที่ 4.2	แสดงขั้นตอนการกำจัดน้ำทิ้ง	81
รูปที่ 4.3	แสดงพื้นที่ดินที่ต้องการใช้สำหรับระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบต่างๆ	82
รูปที่ 4.4	แสดงค่าก่อสร้างระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบต่างๆ	83
รูปที่ 4.5	แสดงแผนผังการกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนที่สมบูรณ์แบบ	84
รูปที่ 4.6	แสดงแผนผังหลักการของระบบ Activated Sludge	86
รูปที่ 4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการลดค่า BOD กับ Sludge Loading	87
รูปที่ 4.8	แสดงแผนผังระบบ Activated Sludge แบบต่าง ๆ	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9	การเปลี่ยนแปลงของ BOD ไปตามเวลาในระบบ Activated Sludge	91
รูปที่ 4.10	แสดงแผนผังระบบ Activated-Sludge แบบ Contact Stabilization หรือBiosorption	93
รูปที่ 4.11	แสดงระบบกำจัดแบบ Oxidation Ditch	93
รูปที่ 4.12	แสดงแผนผังการหมุนเวียนของตะกอนแบคทีเรียในระบบ Activated Sludge	94
รูปที่ 4.13	แสดงความสำพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัด BOD และค่า BOD ของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว	97
รูปที่ 5.1	แสดงคลื่นที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระทำ	105
รูปที่ 5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่วัดกับระดับการสั่นสะเทือน	117
รูปที่ 5.3	แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ระยะต่างๆของ ขบวนรถไฟโดยสาร	118
รูปที่ 5.4	แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับการสั่นสะเทือนระหว่างรถไฟขนส่งตู้สินค้ากับรถไฟโดยสาร	119
รูปที่ 6.1	แสดงอัตราการไหลของรถยนต์เทียบกับเวลาในช่วงไฟเขียวที่มีการไหลอิ่มตัว	132
รูปที่ 6.2	แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของรถยนต์ที่มีการไหลในช่วงไฟเขียว	133
รูปที่ 6.3	แสดงระยะทางรวมที่ขบวนรถยนต์ติดค้างจากการปิดสัญญาณโดยคิดระยะเวลาถึงจนกว่ารถยนต์คันสุดท้ายจะเคลื่อนตัวในกรณีที่ 1	140
รูปที่ 6.4	แสดงระยะทางรวมที่ขบวนรถยนต์ติดค้างจากการปิดสัญญาณโดยคิดระยะเวลาถึงจนกว่ารถยนต์คันสุดท้ายจะเคลื่อนตัวในกรณีที่ 2	141
รูปที่ 6.5	แสดงระยะทางรวมที่ขบวนรถยนต์ติดค้างจากการปิดสัญญาณโดยคิดระยะเวลาถึงจนกว่ารถยนต์คันสุดท้ายจะเคลื่อนตัวในกรณีที่ 3	142
รูปภาคผนวก ข.ที่ 1	แสดงแปลนการระบายน้ำภายในโครงการ LICD.	183
รูปภาคผนวก ข.ที่ 2	แสดงแปลนระบบบำบัดน้ำเสียภายในโครงการ LICD.	184
รูปภาคผนวก ข.ที่ 3	แสดงแปลน Septic tank	185
รูปภาคผนวก ข.ที่ 4	แสดงแปลนถังเติมอากาศ	186
รูปภาคผนวก ข.ที่ 5	แสดงแปลนถังตกตะกอน	187
รูปภาคผนวก ค.ที่ 1	แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนรวม	190
รูปภาคผนวก ค.ที่ 2	แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนรวมที่ระยะต่างๆ	191
รูปภาคผนวก ง.ที่ 1	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณจราจรในแต่ละกรณี	204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

การศึกษาผลกระทบของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง ที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่ใกล้เคียง

1.1 จุดประสงค์

1.1.1 ศึกษาผลกระทบของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง ที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.1.2 เสนอมาตราการป้องกันและแก้ไขผลกระทบเบื้องต้น

1.2 ขอบเขต

1.2.1 ศึกษาผลกระทบจากโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องในด้านต่างๆดังนี้

1.2.1.1 ด้านเสียง

1.2.1.2 ด้านน้ำ

1.2.1.3 ด้านสั่นสะเทือน

1.2.1.4 ด้านจราจร

1.2.2 ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่ใกล้เคียง

1.3 ความเป็นมา

ในปัจจุบันรอบๆบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังได้มีโครงการต่างๆเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมมากขึ้น รวมถึงคตรงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง(Latkrabang Inland Container Depot)ซึ่งเป็นโครงการของรัฐมีจุดประสงค์เพื่อรองรับสินค้ากล่องจากท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง โดยรัฐกำหนดให้ JICA เป็นผู้ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและJICAได้เลือกพื้นที่ในเขตลาดกระบังเป็นที่ตั้งของโครงการ ซึ่งโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบังนี้จะเสร็จสมบรูณ์ในปี 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
รายละเอียดของโครงการสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง
(LATKRABANG INLAND CONTAINER DEPOT)

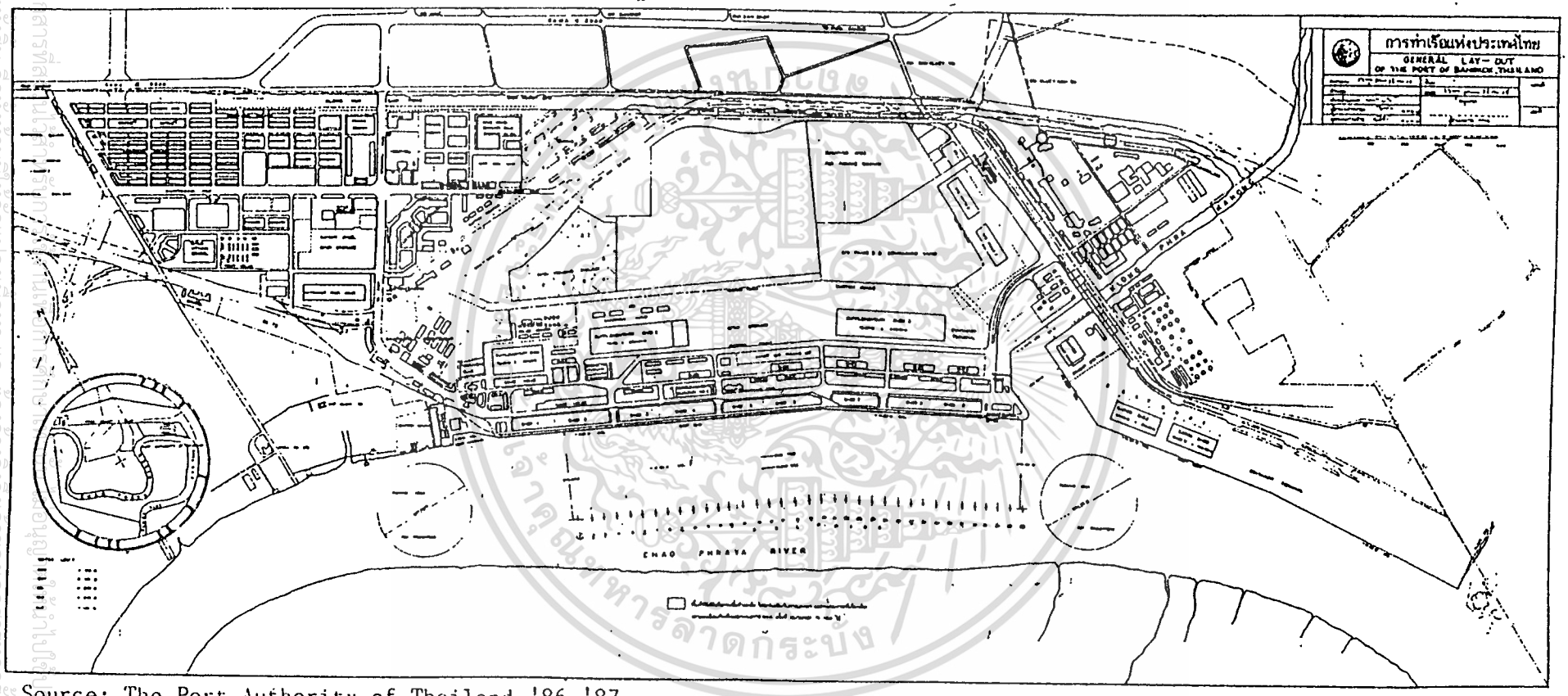
2.1 สถานการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับการค้าระหว่างประเทศ กล่าวคืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตประชาชาติได้เพิ่มจาก 7.0% ในปี 2527 เป็น 12.7% ในปี 2530 ปรากฏว่าปริมาณสินค้านำเข้าและส่งออกได้เพิ่มจาก 37.52 ล้านตัน ในปี 2527 มาเป็น 43.86 ล้านตันในปี 2530 เป็นที่น่าสังเกตว่าในการส่งสินค้าออกนั้นรูปแบบการขนส่งได้เปลี่ยนแปลงไป นั่นก็คือการขนส่งโดยระบบตู้คอนเทนเนอร์ได้มีปริมาณมากขึ้น ในขณะที่สินค้าขนส่งแบบเทกองมีปริมาณลดลง และในขณะที่การค้าของประเทศไทยเพิ่มขึ้น ย่อมก่อให้เกิดปัญหาตามมา เช่น สภาพความแออัดของท่าเรือก่อให้เกิดความไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน และทำให้ต้นทุนของสินค้าออกสูงกว่าประเทศคู่แข่งขัน ปัญหาการสูญเสียเงินตราต่างประเทศจากการใช้บริการขนส่งจากเรือต่างประเทศฯลฯ ปัญหาต่างๆเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยตรง เมื่อพิจารณาประเทศไทยจะเห็นว่าการขนส่งทางทะเลเพิ่มขึ้นมาก โดยประมาณได้ว่าปีหนึ่งๆ มีตู้คอนเทนเนอร์ผ่านเข้าออกประเทศประมาณ 1 ล้านตู้ ซึ่งก่อปัญหาให้กับท่าเรือเป็นอย่างมาก การที่สินค้าอุตสาหกรรมขยายตัวความต้องการในสินค้าอื่นๆ จะเพิ่มตามมาไม่ว่าจะเป็นด้านวัตถุดิบหรือน้ำมัน

2.2 สถานการณ์ปัจจุบันของท่าเรือ

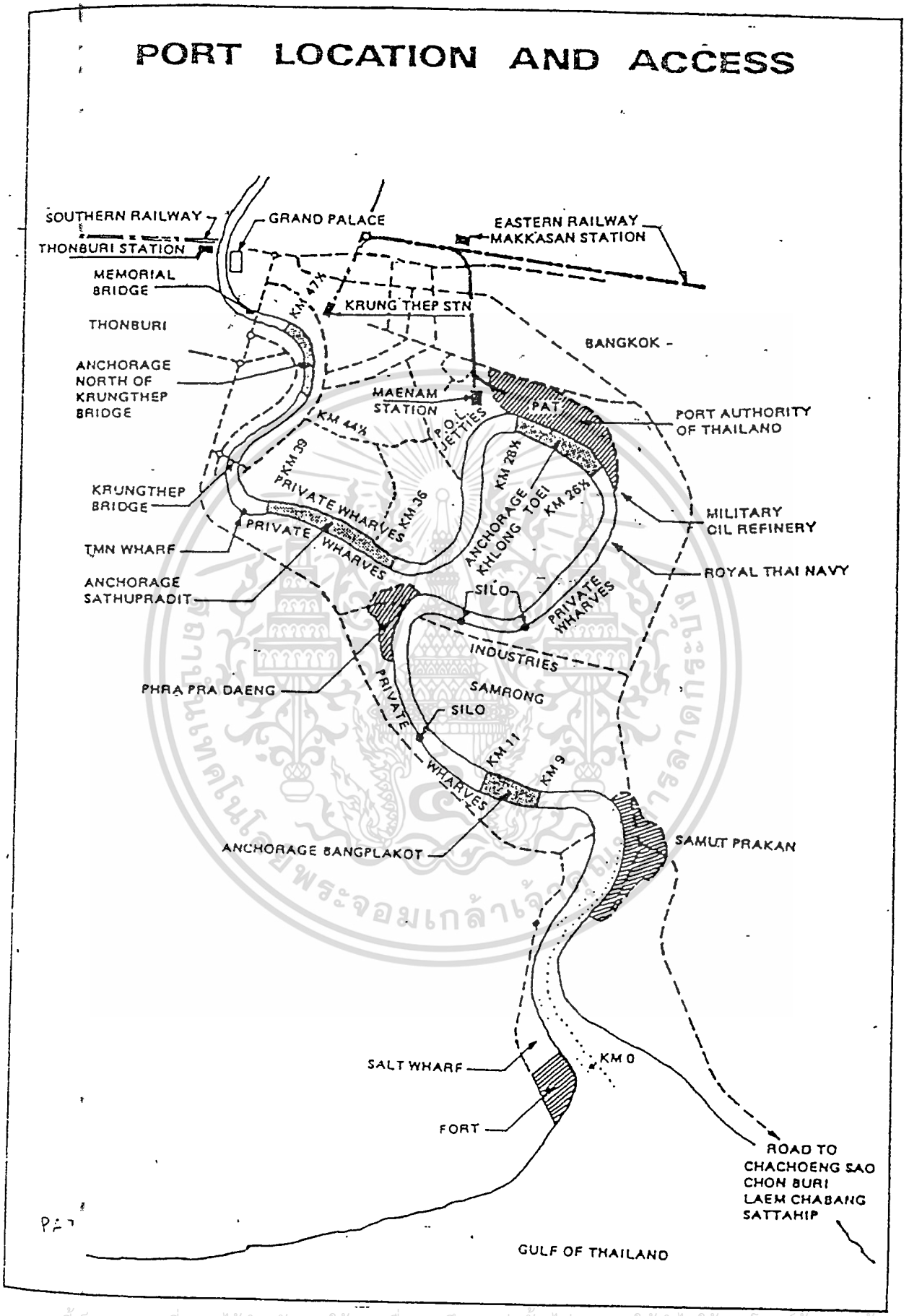
เส้นทางการค้าหลักที่ใช้ในการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์จะต้องใช้เรือบรรทุกคอนเทนเนอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติ เรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์มีขนาดเล็กสุด 736 TEU (twenty foote quivalentunit) และใหญ่ที่สุด 3,147 TEU ในปัจจุบันเรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ทั่วๆไปมีขนาด 2,500-3,000 TEU ซึ่งท่าเรือกรุงเทพฯมีความลึกไม่เพียงพอและท่าเทียบเรือคลองเตยก็จำกัดขนาดของเรือ เป็นเหตุผลหนึ่งทำให้การขนส่งทางเรือของไทยถูกจำกัด ท่าเรือกรุงเทพฯเป็นท่าเรือที่สำคัญเปรียบเป็นประตูสู่การค้าระหว่างประเทศของไทยซึ่งแสดงในรูปที่2.1ท่าเรือกรุงเทพฯประกอบด้วยท่าเทียบเรือส่วนบุคคลและท่าเทียบเรือสาธารณะแสดงดังรูปที่2.2โดยมีความกว้างตามยาวของแม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 40 กิโลเมตร มีระยะห่างจากปากแม่น้ำ 26-29 กิโลเมตร ความลึกของแม่น้ำ 8.5-11 เมตร เรือถูกจำกัดขนาดที่ 172 เมตร และกินน้ำลึกไม่เกิน 8.2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Source: The Port Authority of Thailand '86-'87

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของท่าเรือกรุงเทพฯ



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของท่าเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โครงการ Eastern Seaboard

2.3.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ Eastern Seaboard

จากปัญหาท่าเรือที่ผ่านมาส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจทั้งระบบ รัฐบาลได้แก้ไขปัญหาต่างๆของท่าเรือโดยตั้งโครงการ Eastern Seaboard ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของโครงการดังนี้

2.3.1.1 เพื่อรองรับการเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมของประเทศ

2.3.1.2 เพื่อให้อุตสาหกรรมกระจายออกจากกรุงเทพฯและสนับสนุนให้เกิดความเจริญในท้องถิ่นชนบท

2.3.1.3 เพื่อส่งเสริมการแข่งขันทางการค้า ส่งเสริมอุตสาหกรรมใหม่ และดึงดูดนักลงทุนต่าง ชาติ

2.3.1.4 เพื่อจัดหางานและพัฒนาท้องถิ่นที่ห่างไกลจากกรุงเทพฯ

2.3.2 พื้นที่ของโครงการ Eastern Seaboard

โครงการEastern Seaboard มีพื้นที่ตั้งอยู่ใน 3 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ระยองและชลบุรี มีพื้นที่รวมทั้งหมด13,215 ไร่ และมีประชากร 2 ล้านคน ในขั้นต้นจะมีการสร้างท่าเรือ 2 ที่เพื่อรองรับอุตสาหกรรม

2.3.2.1ท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง(ชลบุรี)แสดงดังรูปที่ 2.3 ห่างจากกรุงเทพฯ 130 km รองรับอุตสาหกรรมเบาและกึ่งหนัก เป็นท่าเรือน้ำลึก (รับเฉพาะสินค้าตู้คอนเทนเนอร์) สามารถรับเรือบรรทุกคอนเทนเนอร์ 3,000 TEU

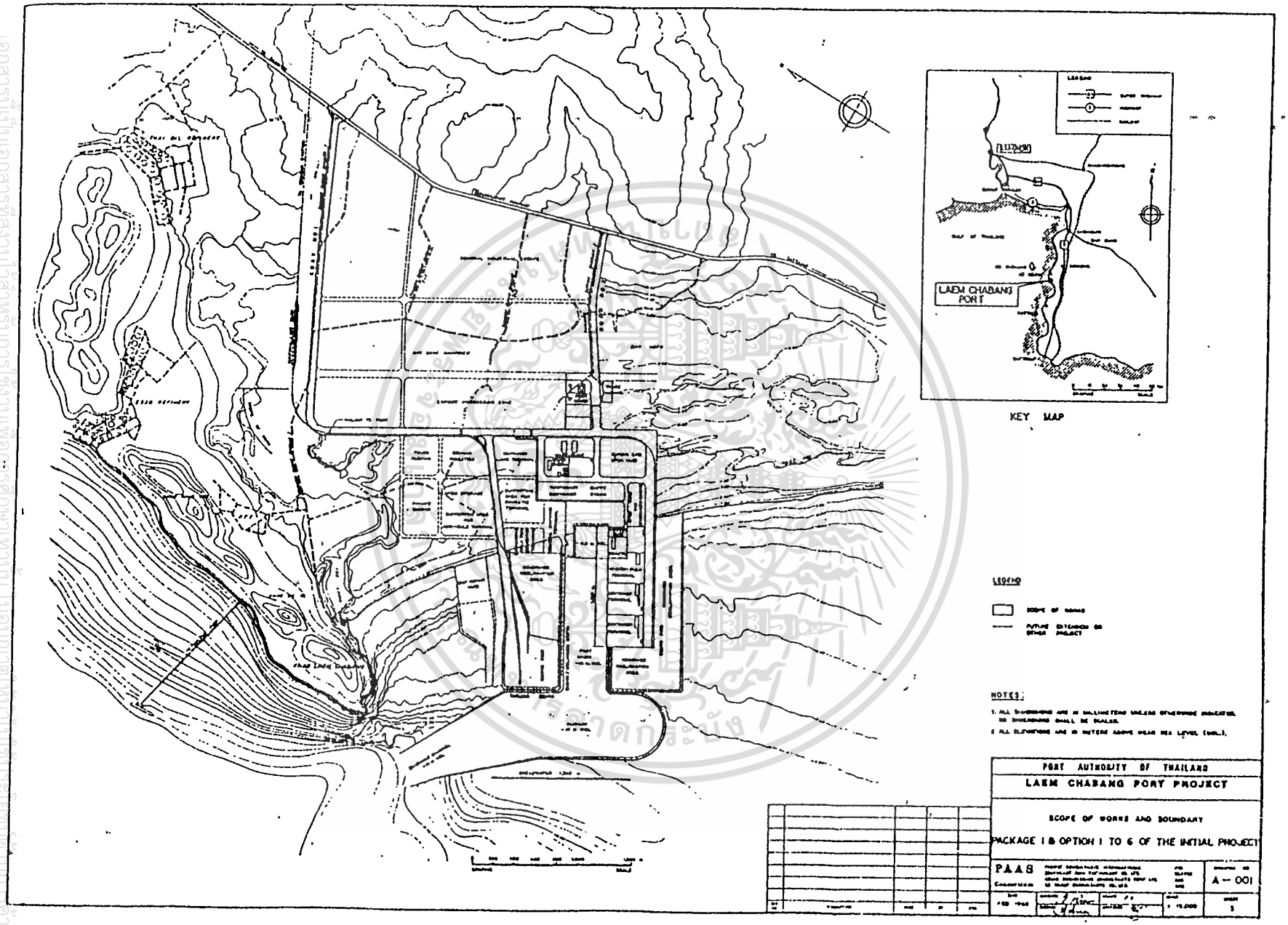
2.3.2.2ท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด(ระยอง) รองรับอุตสาหกรรมหนัก

2.4 การขนส่งคอนเทนเนอร์

2.4.1 ประวัติสั้นๆของการขนส่งคอนเทนเนอร์

การขนส่งคอนเทนเนอร์ถูกเริ่มโดยบริษัทรถไฟ(ไม่ใช่บริษัทเดินเรือ). บริษัทรถไฟนิวยอร์กได้พัฒนาตู้คอนเทนเนอร์ให้มีลักษณะสามารถแลกเปลี่ยนกันได้ และสามารถปรับให้ใช้กับสินค้าทุกชนิดได้ ในเดือนมีนาคม 1921 ได้มีการสร้างตู้คอนเทนเนอร์กว้าง 6 ฟุต สูง 7.5 ฟุต และให้บริการส่งระหว่างเมือง Cleveland และเมือง Chicago โดยมีรถเทลเลอร์รับตู้คอนเทนเนอร์จากรถไฟ ซึ่งเรียกระบบนี้ว่า piggy-back ต่อมาได้พัฒนาเป็นการส่งแบบ door to door ในสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้ใช้ตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งสินค้าทางทหาร หลังจากนั้นการค้าระหว่างประเทศเริ่มขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ทางเรือ ในเดือนเมษายน 1966 เรือเริ่มบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์เต็มลำ โดยบรรทุกตู้คอนเทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงโครงการท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง

เนอร์ขนาด 35 ฟุต จำนวน 226 ตู้ ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์เป็นที่นิยมในการขนส่งสินค้า

2.4.2 ลักษณะของตู้คอนเทนเนอร์

2.4.2.1 มีรูปร่างเป็นกล่อง

2.4.2.2 มีขนาดมาตราฐาน

2.4.2.3 ขนย้ายเป็น unit

2.4.3 ข้อดีของการขนส่งระบบตู้คอนเทนเนอร์

2.4.3.1 ประหยัดราคาค่าบรรจุ

2.4.3.2 เสียค่า FOB ต่ำ

2.4.3.3 เสียเวลาในการขนส่งน้อย

2.4.3.4 เสียค่าประกันในการขนส่งทางทะเลน้อย

2.4.3.5 ลดการเสียหายของสินค้าในการขนส่ง

2.4.3.6 ป้องกันการเน่าเสียของสินค้า

2.4.3.7 ลดการขาดแคลนสินค้าและป้องกันการขโมย

2.4.3.8 ลดการทำบัญชีสินค้า

2.4.3.9 ประหยัดแรงงาน

2.4.3.10 สะดวกในการขนย้าย

2.4.4 ขนาดของคอนเทนเนอร์

ในปี1963 ขนาดมาตราฐานของคอนเทนเนอร์โดยข้อจำกัดทางเครื่องกล คือ กว้าง 8 ฟุต สูง 8 ฟุต และมีความยาว 40,30,20,10,6/2/3,5 ฟุต แต่อย่างไรก็ตาม Sea-Land ใช้ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความยาว 35 ฟุต และ Maston ก็ใช้ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความยาว 24 ฟุต ในปัจจุบัน จะนิยมใช้ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาด กว้าง 8 ฟุต สูง 9 ฟุต 6/2/3 นิ้ว มีความยาว 40,20 ฟุต และเรียกหน่วยของคอนเทนเนอร์เป็น TEU (twenty foot equivalent ซึ่งหมายความว่า 1 TEU = ตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความยาว 20 ฟุต)

2.4.5 ประเภทของตู้คอนเทนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.1 แบ่งตามวัตถุประสงค์ของสินค้า

2.4.5.2 แบ่งตามเจ้าของผู้เช่าคอนเทนเนอร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) FCL (Full Container Loaded) มีเจ้าของเดียวในหนึ่งตู้

2) LCL (Less Container Loaded) ในตู้หนึ่งมีหลายเจ้ารวมกันมาในตู้เดียว

2.4.5.3 แบ่งตามพื้นที่ภายใน/ภายนอก

2.4.5.4 แบ่งตามภาษีท้องถิ่น

2.5 Inland Container Depot

สถานที่ใช้วางสินค้าตู้คอนเทรนเนอร์จากเรือนิยมเรียกกันว่าInland Container Depot (ICDs) ถึงแม้ว่าความหมายที่ถูกต้องคือ Inland Empty Container Depot หรือ Inland Clearance Depot แต่ละ ICD ต้องเป็นของเจ้าของและ/หรือ จัดการโดยการขนส่งทางเรือ ICD มี 2 ประเภท แบ่งตามที่ตั้ง อันแรกคือ Off-Dock Container Depot ซึ่งตั้งอยู่ใกล้ Container Marine Terminal ส่วนอีกอันหนึ่งก็คือ Inland Container Depot ซึ่งตั้งอยู่พื้นที่หลังชายฝั่งไกลจากท่าเรือ หน้าที่ของ ICD คล้ายกับหน้าที่ของ CFS และสถานที่ตั้งของ ICD จะต้องไกลจากท่าเรือ หน้าที่ของ ICD สำหรับท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง ก็คือ ICD ทำหน้าที่ รับ/บรรจุ/แยก/คัดเลือก ตู้คอนเทนเนอร์แทนท่าเรือซึ่งท่าเรือจะมีหน้าที่เพียงรับสินค้า และส่งผ่านไปยัง ICD ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กรุงเทพฯ จะทำให้เกิดความสะดวกต่อผู้รับส่งสินค้า และช่วยลดปริมาณจราจร ระหว่าง กรุงเทพฯ และแหลมฉบัง

2.6 การดำเนินงานที่ผ่านมาของโครงการ LICD

2.6.1. ดำเนินการกรรมสิทธิ์และเวนคืนที่ดิน

2.6.1.1 ประกาศพระราชกฤษฎีกากำหนดเขตที่ดิน ในบริเวณที่เวนคืนในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2534

2.6.1.2 เจ้าของที่ดินถูกเวนคือทั้งแปลง มาติดต่อแล้วจำนวน 108 แปลง

2.6.1.3 ทำการยื่นคำร้องรังวัดแบ่งแยกจำนวน 138 แปลง

2.6.1.4 ช่างรังวัดจากกรมที่ดิน ได้ทำการรังวัดได้จำนวน 145 แปลง

2.6.1.5 กระทรวงคมนาคม ออกคำสั่ง กระทรวงคมนาคมที่ 49/2535 แต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดราคาเบื้องต้น อสังหาริมทรัพย์ที่จะเวนคืน และมีมติเห็นชอบจำนวน 267 แปลง แล้วจัดทำกำหนดราคาและประเมินจำนวนเงินค่าทดแทน 267 แปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.6 จัดทำสัญญาและใบจ่ายเงินค่าทดแทน 267 แปลง โดยมีที่ดินที่ถูกเวนคืนทั้งแปลงจำนวน122แปลง และที่ดินถูกเวนคืนบางส่วนจำนวน 145 แปลง รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 938,043,601 บาท

2.6.1.7 แจ้งเจ้าของทรัพย์สินที่ได้จัดทำสัญญาไปแล้ว ให้มารับจากการรถไฟ ฯ

2.6.2 การว่าจ้างบริษัทวิศวกร ที่ปรึกษาออกแบบควบคุมงาน

2.6.2.1 จากการที่การรถไฟ ฯ เจรจากับทางบริษัท TPEC/CANAC/SANDWELL การรถไฟไม่สามารถรับเงื่อนไขของทางบริษัทฯได้ การรถไฟจึงบอกเลิกกับทางบริษัทฯ จึงได้ดำเนินการจัดหาบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาใหม่โดยวิธี Short List และได้มีหนังสือเชิญชวนไปยังบริษัท 3 บริษัท ได้แก่

1)บริษัท PARSONS BRINCKERHOFF INTERNATIONAL

2)บริษัท FREEMAN FOX CONSULTANTS LIMITED

3)บริษัท TRANSMARK ร่วมกับบริษัท ASIAN ENGINEERING CONSULTANTS COPERATION LIMITED

2.6.2.2 คณะกรรมการคัดเลือกบริษัท TRANSMARK J/V AEC เป็นผู้ได้รับคัดเลือกอันดับที่ 1 และอนุมัติให้ว่าจ้าง บริษัท TRANSMARK J/V AEC เป็นบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาในวงเงิน 37,437,814 บาท และบริษัทจะเริ่มปฏิบัติงานในวันที่ 1 กรกฎาคม 2537

2.6.2.3 บริษัทได้ทำการศึกษาทบทวนรายงาน การศึกษาของ JICA และเสนอรูปแบบเบื้องต้นของสถานี LICD ดังรูปที่ 2.4 รวมทั้งรายละเอียดด้านวิศวกรรม ซึ่งแสดงดังรูป 2.5 และที่ตั้งของโครงการแสดงดังรูปที่ 2.6 และ 2.7 สำหรับงานที่จะก่อสร้างในระยะที่ 1 และจัดทำเอกสารประกวดราคาแล้วเสร็จเมื่อเดือนกันยายน 2536 สำหรับงานก่อสร้างในระยะที่ 2 ออกแบบรายละเอียดและจัดทำเอกสารประกวดราคา แล้วเสร็จเมื่อเดือน
มีนาคม 2537

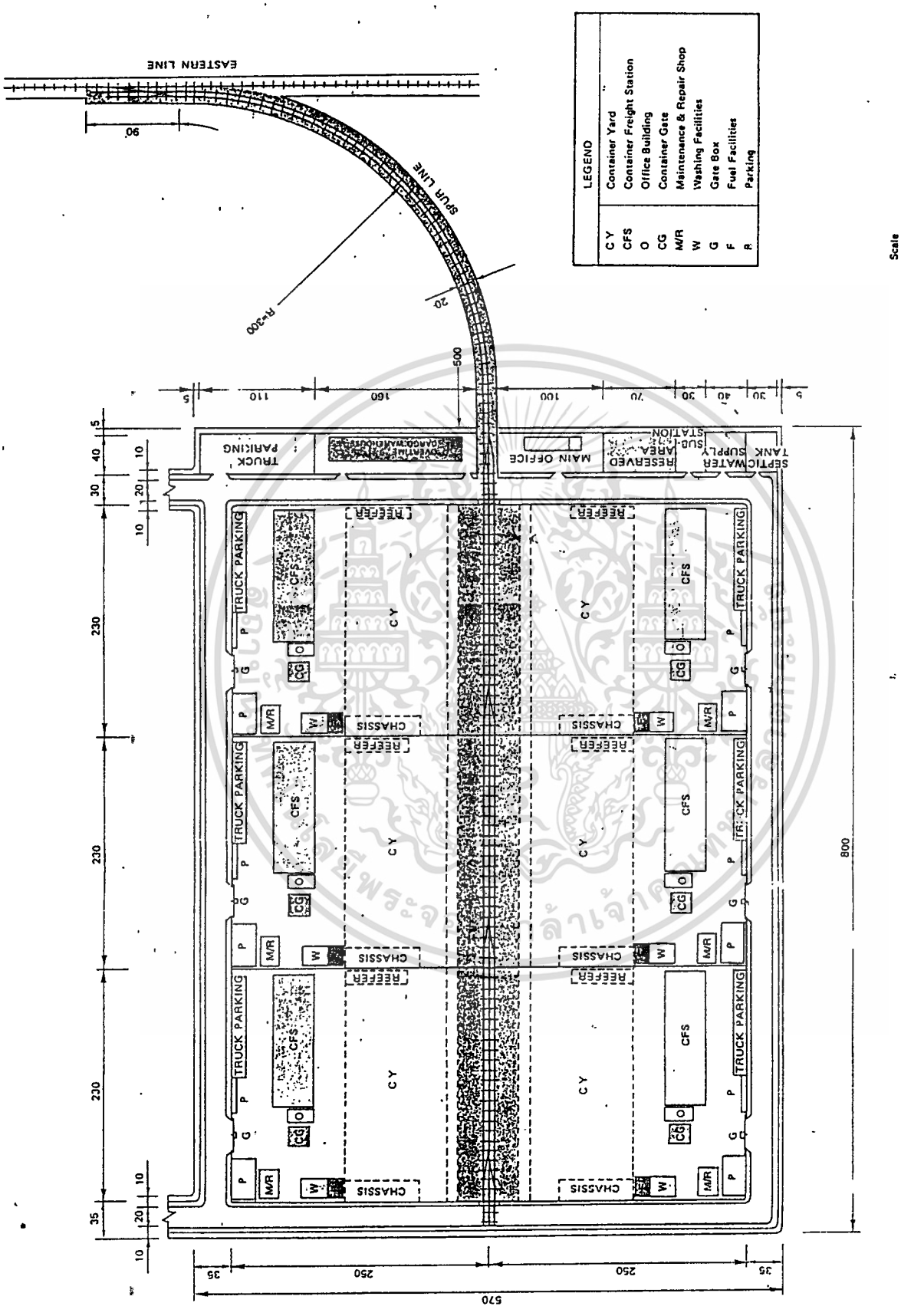
2.6.3. การก่อสร้าง

2.6.3.1 งานถมดิน

เริ่มถมดินในเขตที่ดินของการรถไฟ ฯ เป็นคันทางแยกออกจากทางรถไฟสายตะวันออก ที่สถานีหัวตะเข้เข้าสู่ย่านสถานี ICD เป็นลำดับแรกเมื่อเดือนธันวาคม 2535 และเริ่มงานถมดินในเขตพื้นที่ ICD ซึ่งแบ่งเป็นปริมาณงานออกเป็น 6 แปลง เมื่อเดือนพฤษภาคม 2536 งานแล้วเสร็จ

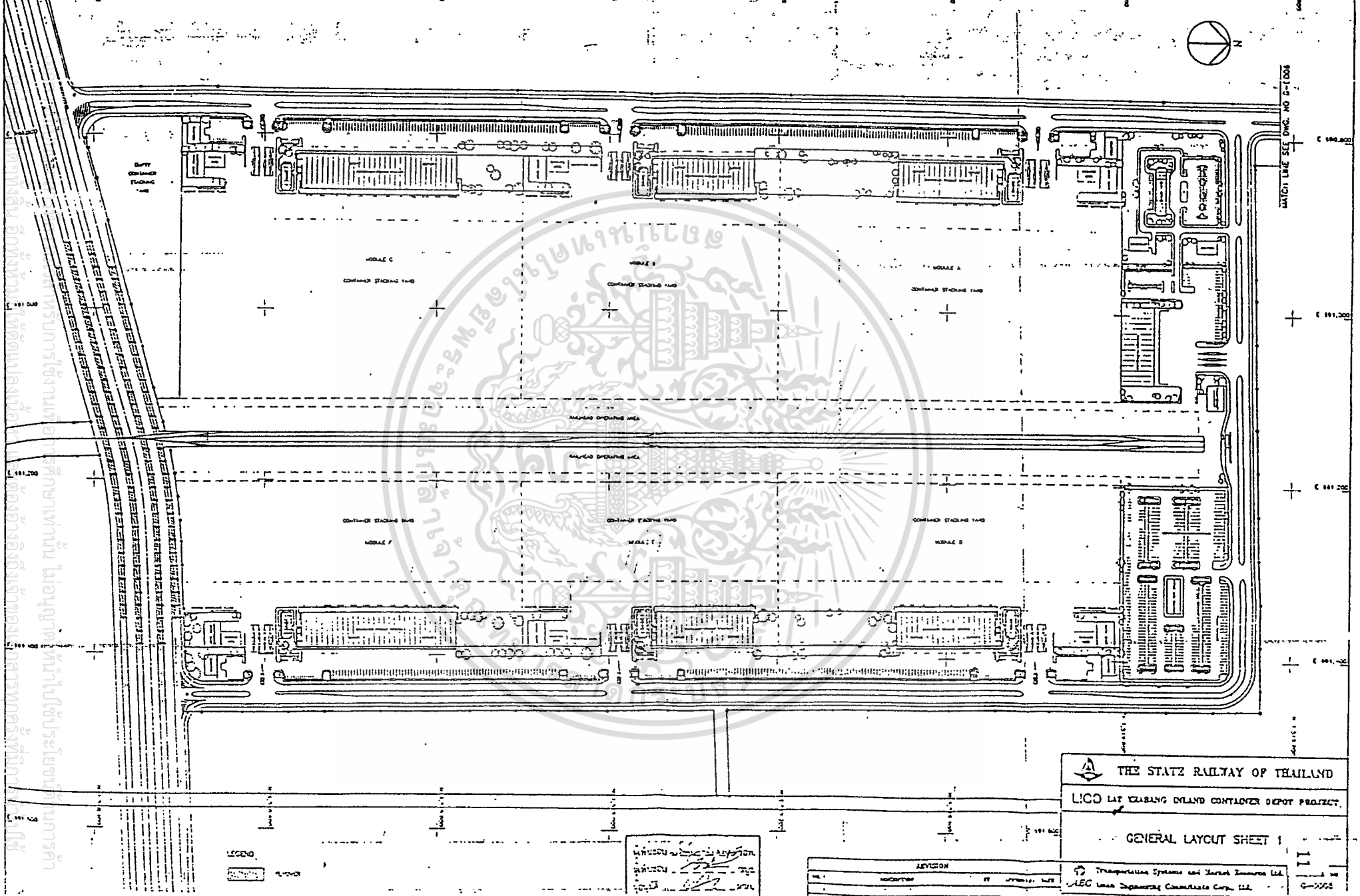
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034741

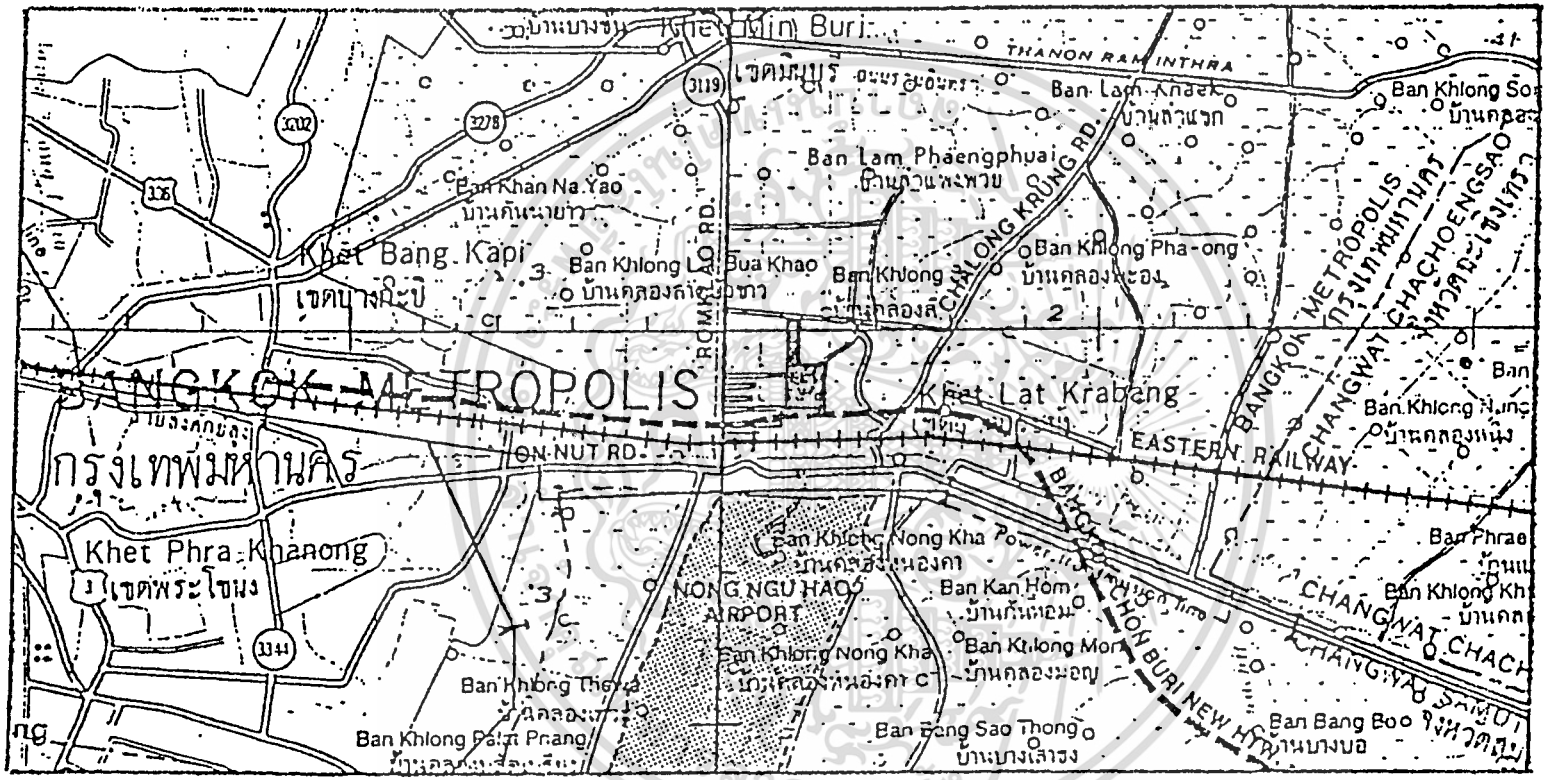


รูปที่ 2.4 แสดงส่วนต่างๆของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง

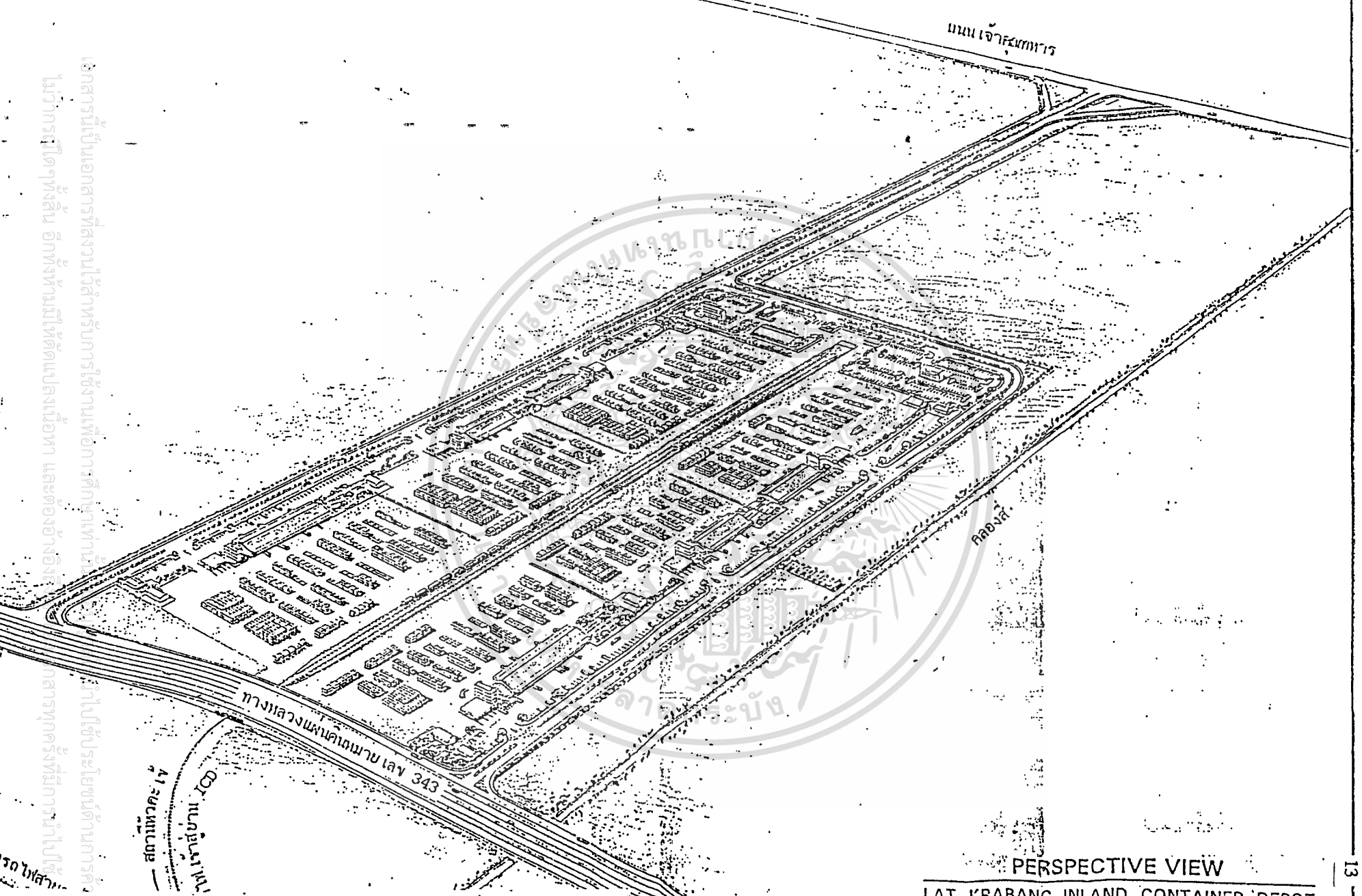
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แบบสร้างจริงของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง



รูปที่ 2.6 แสดงสถานที่ตั้งของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง



รูปที่ 2.7 แสดงโครงการก่อสร้างสถานีบรรจุและแยกสินค้าตู้คอนเทนเนอร์ที่ลาดกระบัง

สมบูรณ์ตามแผนงานที่กำหนดไว้ เมื่อต้นเดือนเมษายน 2537 โดยมีปริมาณดินถมรวมทั้งสิ้น 1,300,000 ลูกบาศก์เมตร

2.6.3.2 การก่อสร้าง

1) การรถไฟฯ ได้ออกประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้างระยะที่ 1 เมื่อเดือนตุลาคม 2536 และได้ว่าจ้างบริษัทนามประเสริฐก่อสร้าง จำกัด เป็นผู้รับเหมาก่อสร้างสถานี ICD ระยะที่ 1 เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2537 ในวงเงิน 317,700,000 บาท ระยะเวลาก่อสร้าง 210 วัน โดยเริ่มงานตั้งแต่วันที่ 10 กุมพาพันธ์ 2537 กำหนดแล้วเสร็จในวันที่ 7 กันยายน 2537

2) การรถไฟฯ ได้ออกประกาศประกวดราคาจ้างเหมาก่อสร้างระยะที่ 2 เมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2537 และได้ว่าจ้าง บริษัทอิตาเลียนไทย ดีวีลอปเมนต์ จำกัด (มหาชน) ในวงเงิน 1,325,426,120 บาท

2.6.3.3 การจัดวางระบบบริหารสถานี ICD

กระทรวงคมนาคมได้รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดวางระบบบริหารสถานี ICD เสนอคณะรัฐมนตรี เพื่อรับความเห็นชอบในหลักการวางระบบบริหาร ICD และได้รับความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2537 ตามแนวทางสรุปดังนี้

1)ให้การรถไฟ ฯ เป็นหน่วยงานรับผิดชอบการบริหาร และจัดการพื้นที่สำนักงานกลางรวมทั้งข้อมูลให้ผู้ประกอบการปฏิบัติตามเงื่อนไขในสัญญาที่จัดทำขึ้น ระหว่างภาครัฐบาลและเอกชน

2) การประกอบการของสถานี ICD ให้มี 1 สถานี ดำเนินการในลักษณะ Public User โดยการรถไฟอาจเป็นผู้ประกอบการเอง เพื่อให้ผู้ส่งออกรายย่อยมีโอกาศเลือกใช้บริการ ส่วนอีก 5 สถานีให้เอกชนเป็นผู้ประกอบการ และไม่ควรให้เอกชนรายหนึ่งรายใดผูกขาดการประกอบการหลายสถานี

3)การยกตู้สินค้าขึ้นลงจากขบวนรถไฟหรือรถบรรทุก ควรเป็นหน้าที่ของผู้ประกอบการอิสระไม่ขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการรายหนึ่งรายใด ซึ่งการรถไฟอาจเป็นผู้ประกอบการเองก็ได้ เพราะมีหน้าที่ลากจูงตู้สินค้าเชื่อมโยงระหว่างท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง และสถานี ICD ลาดกระบังอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาผลกระทบด้านเสียงในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องจากโครงการ LICD

3.1 จุดประสงค์

เพื่อต้องการหาค่าระดับเสียงในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่เกิดจากรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ของโครงการ LICD ผ่านสถาบันฯ แล้วทำการเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงมาตราฐาน ว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นจะเกิดผล กระทบต่อสถาบันฯ หรือไม่ และถ้าระดับเสียงที่เกิดขึ้นเกิดผลกระทบต่อสถาบันฯ จะต้องนำเสนอมาตราแก้ไขและลดผลกระทบ

3.2 ขอบเขต

3.2.1 หาค่าระดับเสียงที่เกิดจากรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ของโครงการLICD เท่านั้น

3.2.2 หาค่าระดับเสียงจากการวัดที่เกิดจากรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ของโครงการ LICD เฉพาะในเขตสถาบันฯ

3.2.3 หาค่าระดับเสียงจากการคำนวณที่เกิดจากรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ ที่ระยะต่างๆ ในแนวตั้งฉากกับรางรถไฟ

3.3 สมมุติฐาน

3.3.1 ในปัจจุบันโครงการ LICD อยู่ในระยะก่อสร้างซึ่งยังไม่มีการขนส่งตู้คอนเทน เนอร์ระหว่างท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง กับ LICD แต่มีขบวนรถไฟขนส่งคอนเทนเนอร์ระ หว่างแหลมฉบังและICDที่บางซื่อ ซึ่งประเภทของขบวนรถไฟนี้เป็นประเภทเดียวกับรถไฟที่ จะใช้ขนส่งคอนเทนเนอร์ที่LICD นอกจากนี้ความเร็วในการวิ่งของขบวนรถไฟที่ผ่านสถาบันฯจะมีความเร็วไม่สูงเนื่องข้อจำกัดในเรื่องของสถานีพระจอมเกล้า สถานีหัวตะเข้ และถนนฉลองกรุง ซึ่งขบวนรถไฟขนส่งคอนเทนเนอร์ในLICD จะวิ่งผ่านสถาบันฯด้วย ความเร็วเนื่องจากข้อจำกัดข้างต้นและยังมีโค้งหักศอกตรงทางเข้า LICD ซึ่งจะช่วย จำกัดความเร็วของรถไฟที่จะวิ่งเข้า LICD ดังนั้นในการหาค่าระดับเสียงที่เกิดจากรถ ไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ของโครงการ LICD สามารถหาได้จากวัดค่าระดับเสียงจากรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ของ ICD บางซื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การประเมินระดับเสียงจะเป็นไปตามทฤษฎีการคำนวณของสำนักงานคณะกรรม การสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน

3.3.3 ค่าระดับเสียงที่ได้จากการคำนวณ คือ ค่าระดับเสียงที่ระยะทางต่างๆ โดยสมมุติว่า ไม่มีการสูญเสียพลังงานขณะเสียงเดินทางในอากาศ

3.3.4 ค่าระดับเสียงจากการวัด คือ ค่าระดับเสียงที่ทำการวัดโดยเครื่องมือSound Level meter ณ ที่ตำแหน่งอาคารต่างๆในสถาบันฯ

3.3.5 ณ.ที่ความเร็วเท่ากัน ของหัวรถจักรประเภทเดียว โดยที่บรรทุกน้ำหนักเท่ากัน จะให้ค่าระดับเสียง ณ จุดที่วัดเท่ากัน

3.3.6 ในการวัดค่าระดับเสียงของรถไฟในระยะใกล้ จะวัดในแนวตั้งฉากกับรถไฟ และค่าระดับเสียงที่วัดได้ ถือว่าเป็นค่าระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงที่วัดในแนวตั้งฉากเพราะระยะห่างของแหล่งกำเนิดเสียงในแนวตั้งฉากในขณะที่กำลังทำการวัดค่าระดับเสียงจะมีระยะทางน้อยที่สุดหรือกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่มีผลต่อค่าระดับเสียงมากที่สุด ส่วนแหล่งกำเนิดเสียงแหล่งอื่นๆที่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงในแนวตั้งฉากจะมีผลต่อค่าระดับเสียงน้อย (ค่าเสียงระดับเสียงจะแปรผกผันกับระยะทาง) สรุปว่าการวัดค่าระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงใดๆจะทำการวัดในแนวตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดเสียงนั้น

3.3.7 ในการวัดค่าระดับเสียงของรถไฟในระยะไกลจะวัดในแนวตั้งฉากกับรถไฟ และค่าระดับเสียงที่วัดได้ ถือว่าเป็นค่าระดับเสียงของรถไฟเพราะในการวัดระดับเสียงระยะไกล ระยะทางของแหล่งกำเนิดเสียงในแนวตั้งฉากมีค่าใกล้เคียงกับระยะทางของ แหล่งกำเนิดเสียงอื่นๆค่าระดับเสียงที่วัดได้ถือว่าเป็นค่าระดับเสียงของรถไฟ

3.3.8 เมื่อโครงการ LICD เสร็จจะมีรางรถรถไฟผ่านสถาบันฯจำนวน 2 ราง ซึ่งรางหนึ่งเป็นรางรถไฟโดยสารในปัจจุบัน และอีกรางหนึ่งจะเป็นรางรถไฟที่วิ่งเข้าโครงการ LICD (ในบริเวณสถานีหัวตะเข้จะมีรางรถไฟทั้งหมด 5 ราง ซึ่งเป็นรางสำหรับรถไฟวิ่ง 2 ราง และเป็นรางสำหรับสับหลีกรถไฟ 3 ราง)

3.4 แนวคิด

การศึกษาผลกระทบด้านเสียงของโครงการ LICD จะทำโดยการหาค่าระดับเสียงจากการคำนวณโดยมี 2 กรณี คือ

1) กรณีมีรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ผ่านสถาบันฯใน 1 ราง (1ขบวน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กรณีมีรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ผ่านสถาบันฯใน 2 ราง (2 ขบวน) และค่าระดับเสียงที่ได้จากการวัดของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ แล้วทำการเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงมาตราฐานที่ไม่เกิดการรบกวน

3.4.1 การค่าระดับเสียงจากการคำนวณของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ ทำโดยการวัดค่าระดับเสียงในระยะใกล้เพื่อหาค่าระดับเสียงของรถจักรและรถล้อเลื่อน แล้วคำนวณหา ค่าระดับเสียงที่ระยะต่างๆ ตามทฤษฎีของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน

3.4.2 การหาค่าระดับเสียงจากการวัดของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ ทำโดยใช้เครื่องวัด Sound Level meter วัดค่าระดับเสียง ณ ตำแหน่งต่างๆของสถาบันฯ

3.5 อุปกรณ์

3.5.1 Sound Level Meter

3.5.2 ตลับเมตร

3.5.3 นาฬิกาจับเวลา

3.5.4 แผนที่สถาบันฯ

3.6 ข้อมูล

3.6.1 รายละเอียดของรถจักรและรถล้อเลื่อน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าทุกรุ่นมีระดับเสียงเท่ากัน เนื่องจากมีกำลังเท่ากัน

3.6.2 ตารางเวลาวิ่งของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ที่ผ่านสถาบันฯ

3.6.3 แผนที่สถาบัน (ระยะทางของตึกต่างๆ)

3.7 ทฤษฎีการคำนวณหาค่าระดับเสียง

3.7.1การตรวจวัดระดับเสียงในชุมชนและระดับเสียงในสถานประกอบการ ISO (International organization for Standradization) R 1996 และ JIS (Japanese industrial Standard) Z 8731 ได้เสนอแนะเกี่ยวกับระดับเสียงในชุมชน และระดับเสียงในสถานประกอบการดังนี้

3.7.1.1 ชนิดและแหล่งของเสียง โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เสียงที่ดังสม่ำเสมอ (Steady-state noise) เป็นเสียงที่ต่อเนื่องที่มีลักษณะและความเข้มของเสียงที่ค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงเกินกว่า +5 เดซิเบล ในหนึ่งวินาที เช่น เสียงจากพัดลม เสียงเครื่องจักร เสียงจากเครื่องทอผ้าเป็นต้น

2) เสียงที่เปลี่ยนแปลงระดับเสมอ(Fluctuating noise) เป็นเสียงที่มีความเข้มสูงๆ ต่ำๆ การเปลี่ยนแปลงระดับเกินกว่า 5 เดซิเบลในหนึ่งวินาที เช่น เสียงไซเรน เสียงจากกบไสไม้ไฟฟ้า เสียงเลื่อยวงเดือน เป็นต้น

3) เสียงที่ดังเป็นระยะ(Intermitent noise)เป็นเสียงที่ไม่ต่อเนื่องแตกต่างจากเสียงกระทบ(Impulsive noise)ในแง่ที่มีระยะเวลาที่นานกว่า และมีลักษณะที่ไม่แน่ชัด เช่น เสียงจากการจราจร เสียงจากเครื่องอัดลม เสียงเครื่องบิน เป็นต้น

4) เสียงรบกวน(Impius or impact noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นแล้วค่อยๆหายไปเหมือนเสียงปืน เสียงกระทบนี้มีระยะเวลาที่เกิดน้อยกว่า 0.5 วินาที เสียงกระทบอาจเกิดติดๆกันหรืออาจเกิดขึ้นนาน ๆ ครั้งก็ได้ เช่น เสียงจากการตีหรือทุบโลหะ เสียงระเบิด เสียงจากการตอกเสาเข็ม เป็นต้น

3.7.1.2 เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียง

ควรเป็นเครื่องมือวัดเสียงที่ถูกกำหนดรูปแบบตาม IEC Publication 123, Recommendation for sound meters หรือ IEC publication 179, Precision Sound level meters ต้องประกอบด้วยวงจงอิเลคโทรนิค -A (A-weighting network) และสามารถปรับการโต้ตอบของระดับเสียงเป็นแบบ "เร็ว"(Fast)

3.7.1.3 วิธีตรวจวัดระดับเสียง

1)การตรวจวัดระดับเสียงในชุมชนหรือนอกสถานที่ประกอบการ(Outdoor Measurement) การติดตั้งเครื่องมือวัดเสียงควรห่างจากกำแพง สิ่งปลูกสร้างหรือวัสดุที่ทำให้เกิดการสะท้อนเสียงอย่างน้อย 3.5 เมตร และควรสูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร สำหรับการตรวจวัดเสียงจราจรควรติดตั้งเครื่องวัดเสียงบริเวณริมขอบทางเดินเท้า และหันไมโครโฟนไปในทิศทางของการจราจร และในกรณีที่ไม่มีทางเดินเท้าให้ติดตั้งเครื่องมือวัดเสียงบริเวณขอบของถนน และให้สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร

2) การตรวจวัดเสียงบริเวณภายนอกของสิ่งก่อสร้างหรือที่พักอาศัย ควรทำการติดตั้งเครื่องเสียงห่างจากด้านหน้าสิ่งก่อสร้างหรือที่พักอาศัยอย่างน้อย 1-2 เมตร และห่างจากหน้าต่างที่เปิดอย่างน้อย 1 เมตร โดยให้สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การตรวจวัดเสียงภายในสิ่งก่อสร้างหรือที่พักอาศัยควรทำการติดตั้งเครื่องวัดเสียงห่างจากกำแพงอย่างน้อย 1 เมตร และประมาณ 1.5 เมตร จากหน้าต่าง และให้สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร

4)การตรวจวัดเสียงในสถานประกอบการหรือสถานที่ทำงานตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดเสียงควรเป็นตำแหน่งที่หูของคนงาน แต่ถ้าตำแหน่งดังกล่าวไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน ควรเป็นตำแหน่งที่คนงานทำงานอยู่ประจำ และควรอยู่สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร

3.7.1.4 ผลของระดับเสียงทั่วไป(Background Noise)ต่อระดับเสียงที่ต้องการ(Specific Noise) ในการตรวจวัดเสียงแล้วพบว่า ความแตกต่างของระดับเสียงระหว่างระดับเสียงเมื่อมีและไม่มีระดับเสียงที่ต้องการ (Specific Noise) ไม่น้อยกว่า 10 เดซิเบล แล้วระดับเสียงทั่วไป (Background Noise)จะไม่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องการตรวจวัด แต่ถ้าความแตกต่างอย่างน้อย 10 เดซิเบล เอ แล้วระดับเสียงที่ต้องการ (Specific Noise) สามารถถูกประมาณได้โดยใช้ค่า (Correction value)เพิ่มเข้าไปในตารางที่ 3.7.1

ตารางที่ 3.7.1 ค่าcorrection สำหรับเพิ่มเพื่อหาค่าระดับเสียงที่ต้องการ (Specific Value)

ความแตกต่างระดับเสียงเมื่อมีและไม่มีระดับเสียงที่ต้องการ	4	5	6	7	8	9
corection value		-2			-1	

3.7.1.5 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการตรวจวัดของเสียง

1) อิทธิพลจากลม ถ้าบริเวณที่ทำการตรวจวัดมีลมพัดแรง ระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ส่วน ใหญ่จะเป็นเสียงจากลม ดังนั้นการตรวจวัดเสียงบริเวณดังกล่าวอาจจะไม่แน่นอน แต่อาจแก้ไขได้โดยใช้อุปกรณ์กำบังลม(Wind screen) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีรูพรุนสวมที่ไมโครโฟน อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำบังลมในปัจจุบันมีข้อจำกัดอยู่มาก วิธีที่ดีที่สุดคือ ใช้อุปกรณ์กำบังลมทุกครั้งที่ทำการตรวจวัดเสียงแต่ตรวจวัดเสียงบริเวณที่มีลมพัดแรง

2) อิทธิพลจากลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิอากาศที่มีผลต่อการตรวจวัดเสียงเช่น ฝน ความชื้น อุณหภูมิสูงจัดและเย็นจัด ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงลักษณะภูมิอากาศดังกล่าว

3) ในบริเวณที่ทำการตรวจวัดเสียง ซึ่งอาจจะได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ความสั่นสะเทือน ไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียงที่มีลักษณะเป็นแบบ extension cable จะได้รับผลกระทบจากอิทธิพลดังกล่าว แต่ถ้าจำเป็นต้องตรวจวัดควรเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม และได้รับอิทธิพลดังกล่าวน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1.6 การจดบันทึกเมื่อทำการตรวจวัดเสียง ในการตรวจวัดเสียงควรทำการจดบันทึกข้อมูลบางประการดังนี้

1) ชื่อของผู้ทำการตรวจวัด

2) วันที่ เวลา และช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด

3) ลักษณะภูมิอากาศ เช่น ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ ความดันบรรยากาศเป็นต้น

4) สถานที่ที่ทำการตรวจวัด รวมทั้งตำแหน่งที่ทำการตรวจวัดและความสูงของเครื่องมือ

5) ลักษณะสภาพแวดล้อมโดยรอบสถานที่ที่ทำการตรวจวัด

6) ชนิดและลักษณะของเสียง เช่น เสียงสม่ำเสมอ เสียงกระทบ เป็นต้น

7) เทคนิคในการตรวจวัด

7.1) เครื่องมือ เช่น ชนิด ชื่อ โรงงานที่ผลิต เป็นต้น

7.2) ลักษณะการใช้วงจรอิเลคโทรนิค เช่น A C D เป็นต้น

7.3) ช่วงเวลาตรวจวัด และปริมาณตัวอย่างที่เก็บ

7.4) การตรวจวัดเป็นแบบ Leq (Equivalent continuous sound Pressue level และ Idn (day-night level)

3.7.1.7 การตรวจวัดเสียงแบบ Leq (Equivalent continuous sound Pressure level และ Idn (day-night level)) Leq คือระดับเสียงต่อเนื่องที่มีพลังงานเทียบเท่ากัน หรือเป็นค่าเฉลี่ยของพลังงานของเสียงตามปกติอาจทำการตรวจวัดระดับเสียงดังกล่าวตามเวลาที่ต้องการ เช่น วัดค่า leq เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เรียกว่า Leq (24) เป็นต้น การหาค่า Leq มาจากสูตรคำนวณดังนี้

$$Leq = 10\log(1*10(L/10))$$

โดยที่ L เป็นค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ในขณะนั้น

n เป็นจำนวนการเก็บตัวอย่างระดับเสียง

เครื่องวัดเสียงในปัจจุบันส่วนใหญ่จะสามารถวัดเสียงเป็นค่า Leq ได้ และมาตรฐานระดับเสียงส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นค่า Leq

Ldn คือ ค่าระดับเสียงกลางวัน - กลางคืน กำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ตรวจวัดเสียงในชุมชนได้ดียิ่งขึ้น โดยปรับปรุงมาจาก Leq ด้วยการบวก 10 เดซิเบล สำหรับเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22.00 - 7.00 น.เพื่อชดเชยความรู้สึกรบกวนรำคาญในช่วงดังกล่าว จุดมุ่งหมายก็เพื่อใช้ทำนายผลกระทบที่มีต่อประชากรที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีเสียงรบกวนนาน

การหาค่า Ldn $= 10\log [0.625 * 10^{(Ld/10)} + 0.375 * 10^{[(Ln+10)/10]}]$

เมื่อ Ld = Leq สำหรับเวลากลางวัน (07.00 - 22.00)

Ln = Leq สำหรับเวลากลางคืน (22.00 - 07.00)

จากการทดลองโดยทั่วไปพบว่า Ldn Leq 24ชั่วโมง + 5 เดซิเบล เอ

3.7.2 พื้นที่ที่ไวต่อเสียงรบกวน (Noise Sensitive Land Uses)

ปัญหาที่พบมากในการประเมินผลกระทบเรื่องเสียงรบกวน คือการที่ไม่ทราบว่าคนในพื้นที่ประเภทต่างๆมีความรู้สึกต่อเสียงรบกวนมากน้อยเท่าใด จึงทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกับมาตรฐานระดับเสียงในแต่ละพื้นที่ได้ Vincent E Mestre และ David C Wooten แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอเนียได้เสนอแนะพื้นที่ที่ไวต่อระดับเสียงไว้ในหนังสือ Enviromental impact Analysis Handbook ในหัวข้อ Noise Impact Analysis ดังแสดงในตารางที่ 3.7.2

ตารางที่ 3.7.2 พื้นที่ที่ไวต่อการได้รับเสียง (Mestre and Wooten. 1980)

การแบ่งพื้นที่ (Land Use)	ความไวต่อเสียง (Noise Sensitivity)
สถานศึกษา เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล โรงละคร พื้นที่ห้ามล่าสัตว์ป่า สถาบันศาสนา สถานที่พักพื้นผู้ป่วย คนชรา	พื้นที่ไวต่อการได้รับเสียงมาก (Very Sensitive)
อพาร์ทเมนต์ โรงแรมสำหรับพักตากอากาศ คลีนิครักษาโรค ย่านที่พักอาศัย สวนสาธารณะ สถานที่ที่ทำการทดลองทางวิทย์ศาสตร์	พื้นที่ที่มีความไวต่อการรับเสียง (Sensitive)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7.2 พื้นที่ที่ไวต่อการได้รับเสียง (Mestre and Wooten. 1980)

การแบ่งพื้นที่ (Land Use)	ความไวต่อเสียง (Noise Sensitivity)
สถานที่ราชการ สถานบริการประกอบธุระกิจ ภัตตาคารและบาร์ สำนักงาน บริษัท	พื้นที่ที่ไวต่อการรับเสียงปานกลาง (Moderately Sensitive)
ร้านค้าทั่วไป โรงแรมที่มีจอดรถ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สำหรับทำเหมืองแร่และถลุงแร่ พื้นที่แหล่งน้ำ สถานที่เปิดโล่งตามธรรมชาติ พื้นที่ที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา ถนนหรือเส้นทางที่มีการจราจรคับคั่ง	พื้นที่ไม่ไวต่อการรับเสียง (Insensitive)

นอกจากนี้ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S.EPA or US Enviromential Protection Agency) ได้เสนอแนะค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (Ldn) ในบริเวณพื้นที่ย่านที่พักอาศัย (ทำการวิจัยจากประชากรของสหรัฐอเมริกา 123 ล้านคน ในพื้นที่สำหรับพักอาศัยบริเวณต่างๆดังแสดงในตารางที่ 3.7.3

ตารางที่ 3.7.3 การประมาณค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (Ldn)ในบริเวณพื้นที่ย่านพักอาศัย

ลักษณะของพื้นที่	ช่วงของค่า Ldn (เดซิเบล เอ)	ค่าเฉลี่ย Ldn (เดซิเบล เอ)	ปริมาณประชากร เฉลี่ยที่ทำการสุ่ม ต่อ ไมล์
1.ย่านที่พักอาศัยกึ่งเมือง ที่เงียบสงบ	48 - 52	50	630
2.ย่านที่พักอาศัยกึ่งเมือง	53 - 57	55	2,000
3.ย่านที่พักอาศัยในเขต เมือง	58 - 62	60	6,300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7.3(ต่อ) การประมาณค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (Ldn) ในบริเวณพื้นที่ย่านพักอาศัย

ลักษณะของพื้นที่	ช่วงค่าของ Ldn (เดซิเบล เอ)	ค่าเฉลี่ย Ldn (เดซิเบล เอ)	ปริมาณประชากร เฉลี่ยที่ทำการสุ่ม
4.ย่านที่พักอาศัยในเขตเมืองที่มีเสียงดัง	63 - 67	65	20,000
5.ย่านที่พักอาศัยในเขตเมืองที่มีเสียงดังมาก	68 - 72	70	63,000

3.7.3 มาตรฐานระดับเสียงรบกวนในชุมชนและมาตราฐานระดับเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน มาตรฐานระดับเสียงในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.7.3.1 มาตรฐานเสียงรบกวน

ปัจจุบันการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับเสียงรบกวนในชุมชนมักจะมีปัญหาอยู่เสมอสำหรับการนำมาตราฐานระดับเสียงของต่างประเทศมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย เนื่องจากเสียงรบกวนเป็นเรื่องความรู้สึกของคนต่อระดับเสียงขนาดต่างๆอย่างไรก็ตามISO (Internation organization for Standrardization) และ US,EPA (US Environmental Protection Agency) ได้เสนอแนะว่าการตรวจวัดเสียงรบกวนโดยทั่วไปควรตรวจวัดเป็นแบบ Leq และ Ldn ซึ่งอาจจะเป็นค่าตัวแทนของระดับเสียงโดยทั่วไปได้ดีกว่าการตรวจวัดระดับเสียงแบบอื่น

US Deoartment of Houseing and Uraban Development (HUD) ได้ทำการศึกษาวิธีทำนายระดับเสียงในชุมชนต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกา 55 แห่ง และ US.EPA ได้รับรองผลการศึกษาดังกล่าวแล้ว สรุปผลกระทบของระดับเสียงที่มีต่อชุมชน ดังตารางที่ 3.7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7.4 ผลกระทบของระดับเสียงที่มีต่อชุมชน

ลักษณะการโต้ตอบของชุมชน	ค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน(Ldn) (เดซิเบล เอ)
ไม่มีผลต่อชุมชนหรือการร้องเรียน	50 - 60
เกิดการร้องเรียนมากขึ้น	60 - 70
เกิดการร้องเรียนอย่างรุนแรง	70 - 75
เกิดการโต้ตอบจากชุมชนต่อรัฐบาล	75 - 80

ตารางที่ 3.7.4 นี้ไม่สามารถใช้ได้กับพื้นที่ซึ่งได้รับเสียงจากเครื่องบินเป็นประจำ

สำหรับในการประเมินเสียงเพื่อทราบว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนมากน้อยเท่าใด HUD ได้เสนอแนะวิธีการทำนายระดับเสียงโดยกำหนดค่า Correction ขึ้น เพื่อเพิ่มเข้าไปในค่า Ldn แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงในตารางที่ 4 ซึ่งค่า Correction ได้แสดง2ในตารางที่ 3.7.5

ตารางที่ 3.7.5 ค่าcorrectionสำหรับเพิ่มในค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (Ldn)เพื่อทำนายผลกระทบของระดับเสียงที่มีต่อชุมชน

แบบการเพิ่ม Correction Value	คำอธิบาย	ค่า Correction จะเพิ่มค่าในLdn
1.ฤดูกาล	-ฤดูร้อน	0
	-ฤดูหนาว(หรือปิดหน้าห่าง)	-5
2.ระดับเสียงที่ตรวจวัด ในขณะที่ไม่มีเสียงรบกวน	-ชุมชนกึ่งเมืองที่เงียบสงบ หรือชุมชนบท (ห่างไกลจากเมืองใหญ่ จากการจราจร และจากโรงงานอุตสาหกรรม	+10
	-ชุมชนกึ่งเมืองทั่วไป(ไม่ตั้งอยู่ใกล้กิจการอุตสาหกรรม)	+5
	-ชุมชนที่อาศัยในเมือง(ไม่ใกล้กับการจราจรที่มีรถบรร	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7.5(ต่อ) ค่าcorrectionสำหรับเพิ่มในค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (Ldn)เพื่อทำนายผลกระทบของระดับเสียงที่มีต่อชุมชน

แบบการเพิ่ม Correction Value	คำอธิบาย	ค่า Correction จะเพิ่มในค่าLdn
	ทุกหนัก และพื้นที่เขตอุตสาหกรรม)	
	-ชุมชนที่พักอา4ศัยที่มีเสียงดังรบกวน(ใกล้ถนนที่มีการจราจรหนาแน่นหรือเขตพื้นที่	-5
	-ชุมชนที่พักอาศัยที่มีเสียงดัง	-10
3.ทัศนคติของชุมชนในการได้รับเสียงดังรบกวน	-ชุมชนไม่เคยมีประสบการณ์ได้รับเสียงดังมาก่อน	+5
	-ชุมชนได้รับเสียงรบกวนและประชาชนในชุมชนนั้นมีความตระหนักให้มีการแก้ไขปัญหาเสียงรบกวนอยู่บ้าง	0
	-ผู้ที่ก่อให้เกิดเสียงรบกวนมีความสัมพันธ์กับประชาชนในชุมชนนั้นเป็นอย่างดี	-5
	-ประชาชนในชุมชนมีความเห็นว่าเสียงดังรบกวนที่เกิดเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งค่า Correction นี้สามารถใช้ในกรณีที่มีการจำกัดช่วงเวลาที่ก่อให้เกิดเสียงดังรบกวนหรือในกรณีฉุกเฉิน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7.5(ต่อ) ค่าcorrectionสำหรับเพิ่มในค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน (Ldn)เพื่อทำนายผลกระทบของระดับเสียงที่มีต่อชุมชน

แบบการเพิ่ม Correction Value	คำอธิบาย	ค่า Correction จะเพิ่มในค่าLdn
4.เสียงมีลักษณะ pure tone หรือ Impulse	-ไม่มีเสียงที่เป็นpuretone หรือ Impulse	0
	-เสียงมีลักษณะ Puretone หรือ Impulse	+5

ตัวอย่างการประเมินระดับเสียงเพื่อทราบว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนมากน้อยเท่าใด โดยวิธีของ HUD ดังนี้

ตัวอย่าง ระดับเสียงจากโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งเดินเครื่องจักรตลอดเวลา 247 ชั่วโมงตลอดปี ทำการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณชุมชนที่พักอาศัย นอกโรงงาน พบว่ามีค่า ldn เท่ากับ 64 เดซีเบล เอ ลักษณะของเสียงเป็นแบบสูงต่ำ เปลี่ยนแปลงระดับเสมอ แต่ไม่เป็นจังหวะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงไม่สามารถทำการตรวจวัดระดับเสียงทั่วไปได้ (Background noise) โรงงานแห่งนี้ตั้งขึ้นในพื้นที่เขตที่มีเสียงดังใกล้กับถนนใหญ่ และมีการใช้ที่ดินผสมกันระหว่างโรงงานอุตสาหกรรมและที่พักอาศัย ให้ทำการประเมินระดับเสียงที่เกิดขึ้นว่ามีผลกระทบต่อชุมชนมากน้อยเท่าใด

วิธีการ จากตารางที่ 5 พบว่าค่า Correction สำหรับฤดูกาล = -5

Correction สำหรับที่ตั้งของชุมชน = -5

Correction สำหรับ Puretone = +5

ค่าระดับเสียงกลางวัน - กลางคืน (Ldn) ที่ตรวจวัดได้ =64 เดซิเบล เอ

ดังนั้น ค่าระดับเสียงกลางวัน - กลางคืน (Ldn)

ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชน = 64 -5 -5 +5

=59 เดซิเบล เอ

เมื่อเปรียบเทียบค่า Ldn ที่ได้กับตารางที่ 3.7.4 พบว่าอยู่ในช่วงไม่ผลกระทบต่อชุมชนหรือเกิดจากการเรียกร้องเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ WHO (World Health Organization),Work Bank Enviromental Guideline และ (United States Enviromental Protection Agency) ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนในชุมชน ดังแสดงในตารางที่ 3.7.6 , 3.7.7 และ 3.7.8

ตารางที่ 3.7.6 ระดับเสียงไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย WHO

สภาพแวดล้อม ชุมชนทั่วไปและชุมชนในเขตเมือง	ระดับเสียงสังสุดที่เสนอแนะ Leq (เดซิเบล เอ)	ผลกระทบ
ภายนอกที่พักอาศัย (out door)		
เวลากลางวัน (07:00-22:00 น.)	55	เกิดการรบกวนเพิ่มมากขึ้น
เวลากลางคืน (22:00-07:00 น.)	45	รบกวนต่อการนอนหลับเพิ่มขึ้น
ภายที่พักอาศัยทั่วไป (Indoor)		
เวลากลางวัน (07:00-22:00 น.)	45	รบกวนต่อการพูดคุยหรือการติดต่อสื่อสาร
เวลากลางคืน (22:00-07:00 น.)	35	รบกวนต่อการพักผ่อนนอนหลับ

ตารางที่ 3.7.7 ระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย World Bank Enviromental Guideline

พื้นที่	วิธีการตรวจวัด	ภายในที่พักอาศัยทั่วไป ระดับเสียงรบกวน(dBA)	ชุมชนทั่วไป ระดับเสียงรบกวน
-พื้นที่ที่พักอาศัยนอกเมืองและพื้นที่ที่พักอาศัยประกอบกิจการค้านเกษตรกรรม (Outdoor)	Ldn	45	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7.7(ต่อ) ระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย World Bank Enviromental Guideline

พื้นที่	วิธีการตรวจวัด	ภายในที่พักอาศัยทั่วไป ระดับเสียงรบกวน(dBA)	ชุมชนทั่วไป ระดับเสียงรบกวน
-พื้นที่ที่พักอาศัยทั่วไป	Ldn	45	-
-โรงพยาบาล	Ldn	45	55
-สถานศึกษา	Leq(24)	45	55

ตารางที่ 3.7.8 ระดับเสียงสูงสุดที่จะไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน เสนอแนะโดย US.EPA (United States Enviromental Protection Agency)

สภาพแวดล้อมทั่วไป	ระดับเสียงสูงสุดที่เสนอแนะ(เดซิเบล)	ผลกระทบ
-ชุมชนทั่วไปภายนอกที่ที่พักอาศัย (outdoor)และสถานที่ทั่วไปที่เงียบสงบ	Ldn = 55	ก่อให้เกิดการรบกวนต่อกิจกรรมภายนอกที่พักอาศัย
-พื้นที่ภายนอกซึ่งประชาชนจำกัดเวลาเสียงรบกวนเช่น โรงเรียน,สนามเด็กเล่น, สวนสาธารณะฯลฯ(outdoor)	Leq(24) = 55	
-ภายในที่พักอาศัย(Indoor)	Ldn = 45	ก่อให้เกิดความรบกวนต่อกิจกรรมภายใน
-กิจกรรมภายในสถานที่ต้องการความเงียบสงบ(Indoor) เช่น โรงเรียน สถาบันศาสนา	Leq = 45	ก่อให้เกิดความรบกวนต่อกิจกรรมภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Iso ได้เสนอแนะค่าระดับเสียงรบกวนที่ยอมให้มีได้ในบริเวณย่านการใช้ที่ดินต่างๆโดยกำหนดค่าต่ำสุดคือ 35-45 เดซิเบล เอ สำหรับเสียงในชุมชนทั่วไป และได้กำหนดค่า Corrections ในการเพิ่มเติมจากค่าต่ำสุด สำหรับในบริเวณย่านต่างๆดังนี้

ตารางที่ 3.7.9 ค่า Corrections และค่าระดับเสียงรบกวนในชุมชนที่ยอมให้มีได้ในบริเวณย่านการใช้ที่ดินต่างๆ

ย่านการใช้ที่ดิน	ค่า Correction	ระดับเสียงในชุมชนที่ยอมให้ได้
1.พื้นที่ย่านพักอาศัยในเขตชนบท โรงพยาบาล สถานที่พักผ่อนต่างๆ	0	34 - 45
2.พื้นที่ย่านที่พักอาศัยกึ่งเมือง ถนนที่มีการจราจรเล็กน้อย	+5	40 - 50
3.พื้นที่ย่านที่พักอาศัยในเขตเมือง	+10	45 - 55
4.พื้นที่ย่านที่พักอาศัยในเขตเมือง ซึ่งมีการปะปนด้วยย่านธุระกิจการค้าและถนนสายหลัก	+15	50 - 60
5.เขตเมือง(ย่านธุรกิจการค้า)	+20	55 - 65
6.พื้นที่ย่านอุตสาหกรรม	+25	60 -70

3.7.3.2 มาตราฐานระดับเสียงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อระบบการได้ยิน สามารถแบ่งระดับเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินเป็น 2 ลักษณะคือ

1) ระดับเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินสำหรับบุคคลทั่วไป

WHO (World Health Organization) ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้ ดังนี้

Leq8 ชั่วโมง = 75เดซิเบล เอ ทุกพื้นที่

US.EPA (United States Enviromental Protection Agency) และ World Bank Enviromental Gunidlines ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้ ดังนี้

Leq 24 ชั่วโมง = 70 เดซิเบล เอ ทุกพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระดับเสียงที่อาจเป็นอันตรายต่อระบบการได้ยินสำหรับบุคคลที่สัมผัสกับระดับเสียงอยู่เป็นประจำ(ผู้ประกอบอาชีพ)สุขภาพของคนงานในโรงงานต่างๆถือเป็นความรับผิดชอบของนายจ้างที่จะต้องหาทางป้องกันการสูญเสียการได้ยินจากอาชีพนั้นๆ โดยมีหลักเกณฑ์ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพในสหรัฐอเมริกาโดย United States Labour Departments Occupational Safety and Health Act (OSHA)ได้วางหลักเกณฑ์ไว้ว่าจะต้องใช้ความพยายามทุกวิถีทางที่จะป้องกันการสูญเสียการได้ยินให้กับคนงาน ถ้าสภาพที่ทำงานนั้นมีเสียงดังเกิน 90 เดซิเบล เอ และได้แสดงถึงระดับเสียงที่ยอมให้มีได้ในวันหนึ่งเป็นจำนวน ชั่วโมง นาที ใช้สำหรับเสียงดังสม่ำเสมอตลอดเวลา ดังแสดงในตารางที่ 3.7.10

ตารางที่ 3.7.10 ระดับเสียงที่ยอมให้คนงานได้รับ (Occupational Safety and Health Act)

ระดับเสียง (เดซิเบล) Slow Respense	เวลา ชั่วโมง	นาที	ระดับเสียง (เดซิเบล) Slow Respense	เวลา ชั่วโมง	นาที
90	8	00	103	1	15
91	7	00	104	1	7.5
92	6	00	105	1	00
93	5	00	106	-	52
94	4	30	107	-	45
95	4	00	108	-	37
96	3	30	109	-	33
97	3	00	110	-	30
98	2	30	111	-	26
99	2	15	112	-	22
100	2	00	113	-	18
101	1	45	114	-	16
102	1	30	115	-	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่คนงานได้รับเสียงดังในระดับต่างๆ กันให้คำนวณความดังและระยะเวลาที่ได้รับตามสัดส่วน และเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 1 เช่น คนงานคนหนึ่งได้รับเสียง 95 เดซิเบล เอ นาน 1 ชั่วโมง (จากตารางที่ 10 อนุญาติให้ 4 ชั่วโมง) และได้รับเสียงดัง 90 เดซิเบล เอ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (จากตารางที่ 10 อนุญาติให้ 8 ชั่วโมง) และได้รับเสียงดังน้อยกว่า 90 เดซิเบล เอ (ไม่มีข้อห้าม) ดังนั้นเมื่อรวมกันแล้วจะได้รับเสียง = 1/4 + 4/8 = 0.75 ซึ่งไม่เกิน 1 จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนงาน

3.7.3.3 สำหรับมาตราฐานระดับเสียงของคนไทยที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการดังนี้

1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมกำหนดให้ภายในสถานประกอบการที่มีลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงานดังนี้

1.1) ไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล เอ

1.2) เกินกว่าวันละ 7 ชั่วโมงแต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง จะต้องมีระดับที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 90 เดซิเบล เอ

1.3) เกินวันละ 8 ชั่วโมงจะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อไม่เกิน 80 เดซิเบล เอ

1.4) นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่า 140 เดซิเบล เอ ไม่ได้

2) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2524) กำหนดให้เป็นหน้าที่ของผู้ได้รับใบอนุญาติประกอบกิจการโรงงาน ต้องจัดให้ทุกคนซึ่งอยู่ในบริเวณที่ทำงานที่มีเสียงดังเกินกว่า 80 เดซิเบล เอ ซึ่งเป็นเสียงดังอันอาจจะเป็นอันตรายต่อแก้วหู อุดหูดวัยที่อุดหู (Ear plus)ที่มีประสิทธิภาพ

3) พระราชบัญญัติโรงงาน พุทธศักราช 2512 มาตรา 39 (14) เรื่องประกอบกิจการมิให้เกิดเหตุรำคาญตามกฎหมายสาธารณสุข และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 หมวด 4 ข้อ 75 ซึ่งระบุให้โรงงานต้องจำกัดเสียงและความสั่นสะเทือนที่เกิดจากโรงงานมิให้เดือดร้อนหรืออาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพอนามัยของผู้ที่อยู่อาศัยใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การลดกระทบระดับเสียง โดยทั่วไปแล้วการเริ่มต้นที่ดีในการควบคุมเสียงรบกวนตั้งแต่เริ่มของการก่อสร้างโครงการช่วยแก้ไขปัญหาเสียงดังเป็นอย่างดี เช่น พิจรณาสถานที่หรือการติดตั้งในที่หรือการติดตั้งในที่ห่างไกลจากชุมชนโดยเฉพาะที่ที่ต้องการความเงียบสงบ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น หรือพิจรณาเกี่ยวกับโครงการสร้างหรือพิจรณาวัสดุสำหรับลดเสียงโดยทั่วไปแล้ววิธีการในการลดหรือควบคุมระดับเสียงอาจะแบ่งออกเป็น 3 ประการที่สำคัญคือ

4.1) การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิด (Source)

4.2) การลดระดับเสียงในช่วงระยะระหว่างที่แหล่งกำเนิดและผู้ที่ได้รับเสียง

4.3) ผู้ที่ได้รับเสียง(Receiver)

3.7.4 วิธีการลดระดับเสียง

คณะอนุกรรมการวิชาสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้เสนอแนะวิธีการลดระดับเสียงทั้ง 3 ประการไว้ในหนังสือมลพิษทางเสียง (2524) ดังนี้

3.7.4.1การควบคุมที่แหล่งกำเนิด(source)วิธีการเฉพาะบางชนิดที่สามารถนำมาประยุกต์ลดความดังที่แหล่งของเสียงคือ

1) การออกแบบเครื่องจักรใดใดต้องให้ได้มาตราฐานเกี่ยวกับระดับเสียงที่เกิดขึ้น

2) โดยการวางผังหรือออกแบบจัดระยะเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่มีเสียงดังไว้ต่างหากให้ห่างไกลจากสำนักหรือที่พักผ่อน

3) ควบคุมหรือแยกขบวนการที่ทำให้เกิดความสั่นสะเทือนออกต่างหาก

4) บุด้วยวัสดุบริเวณพื้นผิวที่มีการสั่นสะเทือน

5) ใช้วัสดุดูดซับเสียงบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน

6) ออกแบบเพื่อลดเสียงที่เกิดจากหัวฉีดลมหรือแก๊ส

7) ติดเครื่องเก็บเสียงหรือเครื่องกรองเสียงสำหรับรถยนต์หรือมอเตอร์

8) ใช้ระบบครอบปิดแหล่งกำเนิดเสียง

9) อุปกรณ์เครื่องจักรที่หมุนแกว่งหรือเคลื่อนที่ได้ต้องปรับให้ได้ศูนย์หรือสมดุลย์

10) ใช้น้ำมันหล่อลื่นช่วยลดการเสียดสีระหว่างชิ้นส่วนของเครื่องจักร

11) ไม่ใช้เครื่องจักร เครื่องยนต์ ในอัตราที่เร็วเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) เลือกใช้เครื่องจักร เครื่องยนต์ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ชนิดที่มีเสียงดังน้อยกว่าเป็นต้น

3.7.4.2 การควบคุมเสียงที่ทางผ่านของเสียง(Path)การควบคุมเสียงที่ทางผ่านของเสียงจะทำได้ 2 ลักษณะคือ

1)เพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดของเสียงกับผู้ปฏิบัติงานหรือประชาชน ซึ่งระยะยิ่งห่างเท่าไหร่ระดับเสียงดังที่จะถึงผู้รับฟังจะลดลง

2) โดยใช้วัสดุเก็บดูดซับเสียงหรือกั้นเสียง(Acoustic shield or Barrieres) เพิ่มหรือดูดกลืนเสียงหรือเบี่ยงเบนทิศทางการทำงานของเครื่องจักรเครื่องยนต์กับผู้ปฏิบัติงานหรือประชาชนหรือโดยการยกแหล่งกำเนิดเสียงดังออกไป โดยการครอบปิดเครื่องจักรทั้งหมดหรือสร้างเป็นห้องเก็บเสียง หรือปลูกสร้างสิ่งกีดขวาง เช่น กำแพงกันเสียงหรือต้นไม้ เป็นต้น

3.7.4.3 การควบคุมเสียงที่ผู้รับเสียง (Receiver)

1) โดยการบริหารหรือจัดการเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการลดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับเสียงเกินมาตราฐานโดยอาศัยหลักการจำกัดเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในห้องน้อยลง และดำเนินการอย่างเคร่งครัดเช่นจัดตารางการทำงานเพื่อว่าผู้ปฏิบัติงานจะได้ไม่ทำงานในที่มีเสียงดังเกินกว่ามาตราฐานที่กำหนด หรือกำหนดระยะเวลาใช้รถยนต์บางประเภทเพื่อไม่ให้เกิดเสียงดังต่อประชาชนมากเกินไป

2) การใช้เครื่องป้องกันอันตรายต่อหู จุดมุ่งหมายเพื่อลดความเข้มข้นของเสียงที่จะผ่านเข้าไปในช่องหูเครื่องป้องกันหูอาจแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1) เครื่องอุดหู (Ear plugs) ลดระดับเสียงได้ 6-25 เดซิเบล เอ

2.2) เครื่องครอบหู (Ear Muffs) ลดระดับเสียงได้ 30-40 เดซิเบล เอ

3.7.4.4 การประเมินผลกระทบระดับเสียงจากโครงการ

การประเมินผลกระทบระดับเสียงจากโครงการต่างๆควรพิจรณาถึงระดับของเสียง (เดซิเบล)ที่อาจมีผลกระทบต่อการทำลายระบบการได้ยิน ผลกระทบต่อสภาพจิตใจ ผลกระทบต่อการรบกวนของประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง ตลอดจนการตอบสนองของชุมชนที่ไวต่อการได้รับผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Sensitive area) ขั้นตอนในการประเมินผลกระทบระดับเสียงจากโครงการใหม่ ดังนี้

1)พิจารณาระดับเสียงในสภาพเสียงในสภาพปัจจุบัน (Exising Noise)ในบริเวณโดยรอบโครงการ

1.1) อธิบายระดับเสียงที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1) ผลจากการตรวจวัดระดับเสียง

1.1.2) ผลจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.2) พิจรณากฎบังคับข้อต่างๆของท้องถิ่นเกี่ยวกับระดับเสียงในบริเวณดังกล่าว

2) ผลกระทบของเสียง

2.1)พิจรณาถึงแหล่งกำเนิดของเสียงที่อยู่โดยรอบโครงการ

2.1.1) เสียงจากรถยนต์ (Motor Vehicle noise)

2.2.2) เสียงจากรถไฟ (Train noise)

2.2.3) เสียงจากแหล่งที่ไม่ค่อยเคลื่อนที่ (Stationary noise source)

2.2)อธิบายลักษณะของเสียงที่เกิดขึ้นจากโครงการ

2.2.1) พิจรณาโครงการอื่นๆที่เหมือนหรือมีลักษณะคล้ายโครงการนี้

2.2.2) กรณีที่ไม่มีแหล่งกำเนิดเสียงที่เหมือนกัน อาจใช้วิธีสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.3)พิจรณาจัดกลุ่มพื้นที่โดยรอบโครงการ โดยแบ่งเป็นลักษณะพื้นที่ที่ไวต่อการได้รับผลกระทบด้านเสียง เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล ที่พักอาศัย เป็นต้น และลักษณะพื้นที่ที่ไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเสียง เช่น นิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.4)ประเมินผลกระทบที่เกิดจากโครงการต่อการใช้ที่ดินโดยรอบโครงการ

2.5) ประเมินผลกระทบเสียงที่เกิดจากโครงการต่อพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบด้านเสียงที่ตั้งอยู่โดยรอบโครงการ

3) พิจารณาวิธีการในการลดผลกระทบด้านเสียง

4) เสนอมาตราในการติดตามตรวจสอบระดับเสียงในอนาคต

3.7.5 วิธีการประเมินระดับเสียง การทำนายระดับเสียงที่มาจากโครงการต่างๆมักจะมีหลักการในการคำนวณแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับประเภทของโครงการนั้น เช่น เสียงจากโรงงานอุตสาห

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรม เป็นเสียงที่มาจากแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ มักจะมีความดังของเสียงคงที่ เสียงจากโครงการทางด่วน เป็นเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับอยู่เสมอและดังเป็นระยะ โดยมาจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ตลอดเวลา ซึ่งมีลักษณะเป็น Line sources,เสียงจากโครงการสนามบิน เป็นเสียงที่ดังเป็นระยะไม่ต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแปลงระดับตั้งแต่เสียงเบา จนกระทั่งเป็นเสียงดังที่สุด ซึ่งขึ้นกับจำนวนเที่ยวบิน ช่วงเวลากลางคืนหรือกลางวัน ดังนั้นการทำนายระดับเสียงจากโครงการต่างๆจึงมีรูปแบบการคำนวณแตกต่างกันซึ่งสามารถสรุปการทำนายระดับเสียงจากแต่ละโครงการดังนี้

3.7.5.1 การทำนายระดับเสียงจากโครงการอุตสาหกรรมและการก่อสร้าง

1) ก่อนการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารสถานที่ใดๆควรพิจรณาถึงเครื่องจักรกล หรือวัสดุอุปกรณ์ที่คาดว่าจะเป็นแหล่งกำเนิดเสียงหลัก ซึ่งอาจจะมีผลต่อสภาพแวดล้อมมากที่สุด

2) พิจรณาระดับเสียงจากคู่มือหรือทำการตรวจวัดระดับเสียงจากเครื่องจักรกลดังกล่าว โดยการหาค่าระดับเสียงสูงสุดที่เครื่องจักรนั้นปล่อยออกมาหรือพิจรณาถึงกำลังของเสียง (watt)ที่เครื่องจักรดังกล่าวมาสามารถผลิตออกมา

3) คำนวณค่าระดับเสียงจากสูตร

3.1) $Lp = Lw - 20 \log R - 11$

Lp = เป็นระดับเสียงที่ต้องการทราบ (เดซิเบล)

Lp = 10 Log W/Wo โดย W = กำลังงาน (Watt)เสียงของเครื่องจักร

Wo $=10^{-12}$ (Watt) เป็นค่ากำลังงานที่เบาที่สุดก็สามารถทราบได้

r =ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงบริเวณที่ต้องการทราบระดับเสียง (เมตร)

3.2) $Lp^2 = Lp^1 - 20 \log R2/R1$ เดซิเบล

Lp^2 = ระดับเสียงที่ต้องการทราบที่ระยะทาง R^2 (เมตร)

Lp^1 = ระดับเสียงที่ระยะทาง R1 (เมตร)

3.3) ถ้ามีแหล่งกำเนิดระดับเสียงหลายแหล่ง

$Lp^{รวม} = 10 \log 1/n^{10\ Li/10}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $Lp^{รวม}$ = ระดับเสียงเฉลี่ย

n = จำนวนแหล่งกำเนิด

Li = ระดับเสียงแต่ละเสียงกำเนิด

ตัวอย่างการคำนวณ 1 เครื่องจักรของโรงงานแห่งหนึ่งให้กำลังงานเสียง 100 วัตต์ตอ้งการทราบค่าระดับ

เสียงสูงสุด ที่ระยะห่างจากเครื่องจักรดังกล่าว 300 เมตร

จากสูตรคำนวณ $Lp = Lw - 20 \log r - 11$

$= 10 \log w/wo - 20 \log r - 11$

$= 10 \log 100/10^{-12} - 20 \log 300 - 11$

$= 140 - 49.5 - 11$

$= 79.5$ เดซิเบล

ตัวอย่างการคำนวณ 2 เครื่องจักรของโรงงานแห่งหนึ่งให้ค่าระดับเสียง 85 เดซิเบล ที่ระยะทาง 15 เมตร ต้องการทราบค่าระดับเสียงเนื่องจากเครื่องจักรดังกล่าวที่ระยะทาง 100 เมตร

จากสูตรคำนวณ $Lp^2 = Lp^1 - 20 \log r\ 2/r1$

$= 885 - 20 \log (100/15)$

$= 65$ เดซิเบล

ตัวอย่างการคำนวณ 3 เจ้าของโรงงานเลื่อยไม้แห่งหนึ่งต้องการที่จะทำการประเมินระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องจักรของโรงงานเพื่อต้องการทราบว่าโรงงานของเขาจะก่อให้เกิดเสียงรบกวนต่อชุมชนที่พักอาศัยซึ่งตั้งอยู่ห่างจากโรงงานดังกล่าวประมาณ 100 เมตรหรือไม่ โดยกำหนดให้เครื่องจักรหลักของโรงงานปล่อยระดับเสียงที่ระยะ 15 เมตร ดังนี้

- การเลื่อยไม้ = 100เดซิเบล (เอ)
- การเจียวัตถุ = 100เดซิเบล (เอ)
- การตอก = 85 เดซิเบล (เอ)

และระดับเสียงบริเวณชุมชนดังกล่าวในปัจจุบัน = 55 เดซิเบล

การคำนวณ

จากสูตรคำนวณ $Lp^2 = Lp^{1=20} \log r2/r1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า Lp^2 (การเลื่อยไม้) = 100 - 20 log (100/15)

รับเสียงจากการเลื่อยไม้บริเวณชุมชนที่พักอาศัย = 83.5 เดวิเบล (เอ)---(1)

lp^2(การเจียวัตถุ) = 110 - 20 log(100/15)

ระดับเสียงจากการเจียวัตถุบริเวณชุมชนที่อาศัย = 93.5 เดซิเบล เอ ---(2)

Lp^2(การตอก) = 85 - 20log(100/15)

ระดับเสียงจากการตอกบริเวณชุมชนที่พักอาศัย = 68.5 เดซิเบล เอ ---(3)

ระดับเสียงบริเวณชุมชนดังกล่าวในปัจจุบัน = 55.0 เดซิเบล (เอ)

จากสูตรการคำนวณ $Lp^{รวม}$ = 10Log 1/n

แทนค่า = 10 Log 1/4 ($10^{84.5/10}$ + $10^{93.5/10}$

= $+10^{68.5/10}$+$10^{55/10}$

ดังนั้น ชุมชนที่พักอาศัยดังกล่าวจะได้รับเสียง = 88.0 เดซิเบล เอ

3.7.5.2 การทำนายระดับเสียงจากโครงการทางด่วน,ทางหลวง

โดยปรกติแล้วการประเมินผลกระทบของเสียงจากการจราจรบนทางด่วน ทางหลวงจะเป็นกระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อน และอาจต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์รายละเอียดของแบบจำลอง แต่อย่างไรก็ตามก็มีแบบจำลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนนัก เช่น แบบจำลองของที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก เช่น แบบจำลองของ FHWA (federal Highway Adiminstration) จัดทำโดย U.S. Department of Transportation เผยแพร่ในหนังสือ FHWA RD - 77 - 108 FHWA Highway Traffic Noise Prediction Model พ.ศ. 1978 แบบจำลอง FWHA ดังกล่าวเป็นแบบจำลองระดับเสียงบนทางหลวงหรือทางด่วย โดยจะคำณวนค่าระดับเสียงออกมาเป็นค่า Leq ของแต่ละชั่วโมง

สูตรการคำนวณ $Leq(hi) = (lo)^{ei} + 10log (NiDO/Sit) + 10Log (Do/D)^{1+*} -25 + s$

กำหนดให้ Leq (hi) =ระดับเสีย((dB).Leq)ที่เกิดขึ้น ณจุดรับเสียงที่ต้องการทราบผลกระทบในชั่วโมงที่ "h" เนื่องจากยวดยานชนิดที่ "i" (ตัวอย่างเช่น รถยนต์,รถบรรทุก,รถโดยสาร เป็นต้น)และ"h" เป็นชั่วโมงที่มีการคำนวณระดับเสียงที่เกิดขึ้น (ยกตัวอย่างเช่น Leq (07.00) หมายถึง ระดับเสียงที่เกิดจากรถยนต์ในเวลา 1 ชั่วโมงเริ่มจาก 07.00 น. เป็นต้น) (Lo)Ei เป็นค่า Reference mean energy level (dB (A)) สำหรับยวดยานชนิด"i" หรือเป็นระดับเสียงที่ถูกปล่อยออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาจากยานพาหนะแต่ละชนิดที่ระดับความเร็วต่างๆค่าดังกล่าวได้มาจากการตรวจวัดหรือจากเอกสารอ้างอิง

T = ช่วงเวลาที่คำนวณหาระดับเสียง (ช.ม.)ซึ่งต้องสอดคล้องกับ Ni โดยทั่วไปแล้ว Tอาจเท่ากับ 1 ชั่วโมงแต่จะมากกว่าหรือน้อยกว่าก็ได้

Ni = จำนวนยานพาหนะชนิด "i"(คัน)ซึ่งวิ่งผ่านไป-มาบนถนนในช่วงเวลา"T"

D = ระยะทางตั้งฉาก(เมตร)ระหว่างเส้นแบ่งกึ่งกลางถนนกับจุดรับเสียงซึ่งต้องการคำนวณหาผลกระทบ

= เป็นองค์ประกอบ (ไม่มีหน่วย) ที่เกี่ยวกับลักษณะในการดูดซับเสียงของพื้นที่ซึ่งอยู่ระหว่างถนนกับจุดรับเสียง

Do = เป็นระยะทางอ้างอิงซึ่งระดับเสียงถูกปล่อยออกมาจากท่อไอเสียรถยนต์กำหนดให้เป็น 15 เมตร

Si = ความเร็วเฉลี่ย(กม./ชม.) ของยานพาหนะชนิด "i"ขณะที่วิ่งอยู่บนถนน

s = ค่า Shelding Factor (dB(a)) หรือค่าระดับเสียงที่ลดลงเนื่องจากอุปสรรคในการเคลื่อนที่ของเสียงระหว่างจุดกำเนิดเสียงกับจุดรองรับเสียง(เช่น การมีต้นไม้,กำแพงกั้นเสียงเป็นต้น)

จากสูตรคำนวณดังกล่าวจะใช้สำหรับยานพาหนะ 3 ประเภทคือ รถยนต์ขนาดเบา,รถยนต์บรรทุกปานกลาง และรถยนต์บรรทุกชนิดร่วมกันต้องใช้สมการดังนี้

Leq(h)total = $10\text{Log}(10^{\text{Leqa}/10} + 10^{\text{LeqMT}/10} + 10^{\text{LeqHT}/10})$ เมื่อ

Leq(h)total = ระดับเสียง(Db(a),Leq)ที่เกิดขึ้นณจุดรับเสียงที่ต้องการทราบผลกระทบในชั่วโมงที่ "h"เนื่องจากรถยนต์มรถบรรทุกขนาดกลางและรถบรรทุกขนาดหนัก

LeqA = ระดับเสียง(dB(A),leq) ที่เกิดขึ้น ณ จุดรับเสียง โดยมีสาเหตุมาจากรถยนต์

LeqMT = ระดับเสียง(dB(A),Leq)ที่เกิดขึ้น ณ จุดรับเสียง โดยมีสาเหตุมาจากรถบรรทุกขนาดกลาง

LeqHT = ระดับเสียง(dB(A),Leq)ที่เกิดขึ้น ณ จุดรับเสียงโดยมีสาเหตุมาจากรถบรรทุกขนาดหนัก

สำหรับค่า Reference mean energy level (dB(A)) (Lo)Ei ของรถยนต์แต่ละประเภทหาได้จากการทดลอง แสดงดังรูปที่ 1 หรือคำนวณจากสมการดังนี้

(LO)EA = 38.1 Log(s) - 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Lo)EMT = 33.9Log(s) + 16.4

(Lo)EHT = 24.6Log(s) + 38.5

โดยที่ S = ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ในแต่ละประเภท (กม./ชม.)

ระยะทาง D (หน่วยเป็นเมตร) เป็นระยะทางที่ตั้งฉากกันระหว่างผู้สังเกตุและเส้นกึ่งกลางของช่องทางจราจร สมมุติให้เส้นทางจราจรทั้งหมดเป็น 1 ช่องทางจราจรแล้ว เส้นกลางของช่องทางจราจรจะอยู่ที่กึ่งกลางของถนน

ตัวอย่างการคำนวณ จงพิจรณาเวลาที่ตั้งของโรงเรียนแห่งหนึ่งซึ่งอยู่ใกล้กับทางหลวงสายหลัก และคำนวณระดับค่าเฉลี่ย(Leq)สำหรับชั่วโมงที่มีการจราจรมากที่สุด ที่อาจมีผลต่อการเรียนการสอนของโรงเรียน โดยที่ระยะทางจากบ้านพักถึงขอบถนนเท่ากับ 50 เมตร และถนนมีช่องทางจราจรเท่ากับ 4 ช่องทาง กว้าง 20 เมตร ประมาณยานพาหนะเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 40,000 คัน ยานพาหนะประกอบด้วย 3% เป็นรถยนต์บรรทุกขนาดกลาง และ 1% เป็นรถยนต์บรรทุกขนาดหนัก ค่าความเร็วของยานพาหนะเฉลี่ย 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พื้นที่ระหว่างถนนและผู้สังเกตุเป็นพื้นที่สนามหญ้าและไม่มีสิ่งกีดขวางหรือสิ่งก่อสร้างใด สำหรับชั่วโมงที่มีการจราจรมากที่สุดจะมีปริมาณยานพาหนะเป็น 10% ของปริมาณยานพาหนะเฉลี่ยต่อวัน

1) หาค่า (Lo)Ei สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภท ดังรูปที่ 4

(Lo)E.A =69.0 dB(A)

(Lo)E.MT =80.0 dB(A)

(Lo)E.HT =84.6 dB(A)

2) หาค่าปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละชั่วโมงที่มีปริมาณการจราจรมากที่สุด (Ni)

N^{in} = (1%)(10%)(40,000) = (0.01)(0.10)(40,000)
= 40 คัน

N^{MT} = (3%) (10%) (40,000) = (0.03)(0.10)(40,000)
= 120 คัน

N^{A} = (96%)(10%)(40,000) = (0.96)(0.10)(40,000)
= 3,840 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) $S^A = S^{MT} = S^{HT}$ = 75 กม./ชม.

4) ระยะทาง D = 50 + (1/2)(20) = 60 เมตร

5) ใช้ค่า = 0.5 สำหรับสนามหญ้า

6) S = 4.5 dBA

7) ค่าระดับเสียง (Leq) จากสูตรคำนวณ

Leq(hi) = (Lo) Ei + 10Log(NiD0/SiT) = 10Log $(D0/d)^{1+}$ + S - 25

แทนค่า Leq A (1ช.ม.) =69.0 + 10Log(3840*15/75*1) + 10 Log $(15/60)^{1+0.5}$ + 4.5 - 25 = 68.3

LeqMT(1ชั่วโมง) = 80.0 + 10Log (120*15/75*1) + 10Log $(15/60)^{1+0.5}$ + 4.5 - 25 = 64.3

LeqHT(1ชั่วโมง) = 84.6+10Log(40*15/75*1)+10Log(15/60) $^{1+0.5}$+4.5-25 = 64.1

8)ค่าระดับเสียงรวม (Leq(1ชั่วโมง)total)

Leq(total) = 10Log [$10^{LeqA/10}$ +$10^{LeqMT/10}$ +$10^{LeqHT/10}$]

Leq(total) = 10Log [$10^{68.3/10}$ +$10^{64.3/10}$ +$10^{64.3/10}$

ดังนั้นค่าระดับเสียงเฉลี่ย(Leq)บริเวณโรงเรียนสำหรับชั่วโมงที่มีการจราจรมากที่สุด

= 70.8 เดซิเบล(เอ)

3.7.5.3 การทำนายระดับเสียงจากโครงการสนามบิน

การทำนายระดับเสียงจากโครงการสนามบิน ตามปกติแล้วมักนิยมสร้างเส้นระดับเสียง(noise contour) เพื่อแสดงว่าระยะห่างจากโครงการเท่าใดได้รับผลกระทบจากเสียงรบกวนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J.Crocker 1975 ได้เสนอการทำนายระดับเสียงจากโครงการสนามบินว่าควรใช้ค่า NEF (Noise Exposure Forcast)ซึ่งสามารถสร้างเป็นเส้นแสดงระดับเสียง(noise contour)ได้

1) NEF (Noise Exposure Forecast) มักจะใช้สำหรับการคาดการณ์ว่าในพื้นที่โดยรอบโครงการสนามบินได้รับเสียงรบกวนหรือไม่โดยคำนวณจากสมการ

$$NEFij = EPNLij + 10Log^{10}(nd + 16.67Nn) - 88$$

โดย EPNLij (Effective Reference mean Noise Level)

=ระดับเสียงอ้างอิง หรือ Reference mean energy level (dB(A)) สำหรับเครื่องบินชนิด i และเส้นทางบิน j

Nd = จำนวนเที่ยวของเครื่องบินในเวลากลางวัน (ช่วงเวลา 07.00 - 22.00 น.) เป็นเวลา 15 ชั่วโมง

Nn = จำนวนเที่ยวของเครื่องบินในเวลากลางคืน (ช่วงเวลา 22.00 น. ถึง 07.00 น.) เป็นเวลา 9 ชั่วโมง

ตามปกติกำหนดให้การรบกวนของคนต่อระดับเสียงในเวลากลางคืนคิดเป็น 10 เท่าของเวลากลางวัน ดังนั้น

16.67 = 10515/g.

เมื่อต้องการคำนวณค่า NEF จากเครื่องบินชนิดต่างๆและเส้นทางบินต่างๆ ต้องใช้สมการ

$$NEF = 10Log^{10}\ 1\text{-}1\ 1\text{-}1\ \text{antilog}(NEFij/i0)$$

โดย i = จำนวนทั้งหมดของเส้นทางการบิน เช่น มีเครื่องบินต่างกัน 10 ประเภท และมี 3 เส้นทางบิน เครื่องบินแต่ละประเภทต้องบินขึ้น(take off) และบินลง (approach)

ดังนั้น I*J = 10*2*3 -60

สำหรับค่า EPNL ของเครื่องบินแต่ละประเภท หาได้จากคู่มือของเครื่องบิน - แต่ละประเภทเป็นค่า EPNL สำหรับเครื่องบิน Turbojet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ทฤษฎีเรื่องเสียง

เสียงที่เราได้ยินกันนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของความดันในอากาศ ซึ่งต้นเหตุที่ทำให้เกิดการสั่นอาจเกิดมาจากของแข็งหรือการปั่นป่วนของของเหลวและก๊าซ ส่วนเรื่องความเร็วของเสียงนั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงความดัน แต่จะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของตัวกลางอากาศที่คลื่นเสียงใช้เดินทางเท่านั้น

3.8.1 ความถี่ (Frequency) = จำนวนครั้งของการสั่นหรือความดันที่เปลี่ยนแปลงต่อ วินาที หน่วยเป็น hertz (Hz)

3.8.2 ความยาวคลื่น (wavelength) = ระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางในช่วงคาบเวลาที่เกิดการสั่นอย่างสมบูรณ์ในหนึ่งครั้ง

3.8.3 ความของเสียงในอากาศ (velocity of sound)

ความเร็วเสียง = ความถี่ * ความยาวคลื่น

โดยที่ ความเร็วเสียง หน่วย (m/s)

ความถี่ หน่วย (Hz)

ความยาวคลื่น หน่วย (m)

3.8.4 การแพร่กระจายของคลื่นเสียง (Propagation of sound wave) ทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงจะขึ้นอยู่กับทิศทางการสั่นของโมเลกุลของอากาศ การเปลี่ยนแปลงความดันซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำเกิดการสั่นไหวของอนุภาคอากาศ และทำความดันบริเวณข้างเคียงเกิดการเปลี่ยนแปลงและเกิดการสั่นต่อกันไปเรื่อยๆ แต่จะไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศคือเปรียบเสมือนกับว่าอากาศอยู่กับที่

3.8.5 การสะท้อนของคลื่นเสียง (Reflection of sound) เกิดจากการที่คลื่นเสียงมีการเปลี่ยนตัวกลางในการเคลื่อนที่ ซึ่งจะทำคลื่นเสียงส่วนใหญ่มีการสะท้อนกลับและจะมีคลื่นเสียงบางส่วนเดินทางผ่านเข้าไปในตัวกลางใหม่ กฎของการสะท้อนสำหรับเสียงคล้ายกับของแสง คือ

3.8.5.1 มุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน

3.8.5.2 คลื่นตกกระทบ,คลื่นสะท้อนและเส้นปกติอยู่ในระนาบเดียวกัน

โดยกฎข้อบังคับของข้อ 3.8.5.1 คือพื้นผิวของการสะท้อนจะต้องมีขนาดอย่างน้อยเท่ากับขนาดความยาวคลื่นเสียง จึงจะทำให้เกิดการสะท้อนกลับ แต่ถ้าความยาวคลื่นเสียงใหญ่กว่าพื้นผิวที่สะท้อนจะทำให้เกิดปรากฏการการเบี่ยงเบนแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ว่า SPL (dB) = $10\log (P^1/P^2)^2$

$= 10\log (I^1/I^0)$

โดยที่ I^0 = ค่าความเข้มเสียงที่ระดับต่ำสุด หน่วย W/m^2

=> $I = P^2/c$

เมื่อ p = ความหนาแน่นของตัวกลาง

c = ความเร็วเสียง

c = 410 rayls ในอากาศ

=> $I = P^2/410\ W/m^2$

=> $I^0 = (2*10^{-5})^2/410$

$= 10^{-12}\ W/m2$

และถ้ามีการบอกระดับเสียงเป็นSPL(dB)จากแหล่งกำเนิดเสียงหลายจุดและให้คำนวณหา SPL (dB) รวมทั้งหมด เราอาจจะต้องทำการแปลง SPL เป็น ความดัน(P)หรือ ความเสียง (I) แล้วนำค่า ความดัน หรือความเข้มเสียง แต่ละจุดมารวมกัน แล้วจึงนำค่านั้นมาหาค่า SPL รวม แต่เราอาจใช้วิธีคำนวณจาก สเกลล็อกการิทึม

3.8.9 เครื่องวัดระดับเสียงและสเกลน้ำหนักในการวัด (Sound Level meter and Weigthting scales) โครงสร้างหลักๆของเครื่องวัดระดับเสียงมีดังนี้

3.8.9.1 ไมโครโฟน

3.8.9.2 แอมปลิฟาย์

3.8.9.3 มิเตอร์ในการวัด

โดยไมโครโฟนจะเป็นตัวเปลี่ยนระดับเสียงเป็นค่าโวลต์เตจทางไฟฟ้า และค่าทางไฟฟ้าดังกล่าวจะถูกขยายด้วยแอมปลิฟาย์ ไปสู่มิเตอร์บอกมาเป็นค่าระดับเสียงมาตราฐานสเกลในการวัด ซึ่งโดยทั่วไปนอกจากากรวัดระดับเสียงที่เป็น SPL (dB) แล้วยังมีมาตราฐานสเกลอื่นที่ เครื่องวัดระดับเสียงใช้คือ scale A, scale B,scale C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างความสัมพันธ์ของระดับเสียง SPL(dB) กับค่าที่อ่านเป็น dBA,dBB,dBC เช่น เรา วัดค่า SPL ได้ 70 dB ที่ความถี่ 30 Hz จากกราฟรูปที่ 5 เราจะเปลี่ยนไปเป็น dBA,dBB,dBC ตามลำดับดังนี้ 70-40 = 30 dBA, 70-17 =53 dBB และ 70-3 = 67 dBC ซึ่งการบันทึกผลค่าระดับเสียงนั้นเราได้ใช้มาตราฐานสเกล A (dBA) ซึ่งสเกล A มีผลตอบสนองต่อระดับเสียงใกล้เคียงกับหูของมนุษย์มากที่สุด

3.8.10 กำลังของเสียง (Sound Power)

sound power level, SPL = $10\log W/W^0$ (ระดับของกำลังเสียง)

=> W^0 คือ ค่ากำลังเสียงต่ำสุด (10^{-12} W/m^2)

SPL = $10\log W/10^{-12}$

= $10\log W - 10\log 10^{-12}$

= $10\log W + 120$

และความสัมพันธ์ของความเข้มเสียงกับกำลังของเสียงมีดังนี้

ความเข้มเสียง (I) = กำลังของเสียง/$4r^2$

3.8.11 ความดันและอัตราเดซิเบลของเสียง

$0.00022x10^{-5}$–$2x10^{-4}$	0	=เสียงเบาที่สุดที่สามารถได้ยิน
	10	=ห้องที่มีการบุผนังหนังด้วยวัตถุกันเสียง
$2x10^{-4}$–$2x10^{-3}$	20	=เสียงเดินของนาฬิกา (เสียงเบามาก)
	30	=ในสวนเงียบ (เสียงเบามาก)
$2x10^{-3}$–$2x10^{-2}$	40	=ในห้องนั่งเล่น (เสียงเบา)
	50	=จุดที่ห่างจากการสนทนา 1 เมตร (เสียงเบา)
$2x10^{-2}$–$2x10^{-1}$	60	=ห่างจากรถยนต์ 10 เมตร (รบกวน)
	70	=ในพื้นที่มีการจราจรคับคั่ง (รบกวน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$2x10^{-1}$	–2	80	=ขบวนรถไฟ,เสียงดนตรีที่ดังจากวิทยุ (รบกวน)
		90	=เสียงจากโรงงานระยะ 5 เมตร (รบกวนมาก)
2	20	100	=ที่ระยะห่างจากถนน 5 เมตร (รบกวนมาก)
		110	=เสียงฟ้าผ่า , เสียงปืนใหญ่ (รบกวนมาก)
20	200	120	=เสียงดังที่สุดที่สามารถได้ยิน (รุนแรง)
		130	=ที่ระยะห่างจากเครื่องบิน 5 เมตร (รุนแรง)
200	2000	140	=เสียงที่ทำให้ได้รับความเจ็บปวด (รุนแรง)
		150	=เสียงที่ทำให้หูหนวกทันทีที่ได้ยิน (รุนแรง)
		200	=เสียงที่ระยะห่าง 100 เมตรจากจรวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 วิธีการหาค่าระดับเสียง

3.9.1 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณที่ระยะทางต่างๆและที่ตำแหน่งต่างๆของสถาบันฯ โดยคำนวณหาค่าระดับเสียงที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 กรณี คือ กรณีมีรถไฟวิ่ง 1 ราง (1 ขบวน) และกรณีมีรถไฟวิ่ง 2 ราง (2 ขบวน) โดยทั้ง 2 กรณีดังกล่าวจะใช้วิธีคำนวณหาค่าระดับเสียงดังนี้

3.9.1.1 ใช้ Sound Level Meter หาค่าระดับเสียงของรถจักรและรถล้อเลื่อน โดยวัดจากรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ที่เริ่มวิ่งจากสถานีหัวตะเข้ หรือที่วิ่งจากกรุงเทพฯ และจอดที่สถานีหัวตะเข้ วัดขณะที่กำลังวิ่งผ่านสถานบันฯตาม จุดต่างๆดังนี้ จุด 1 ที่สถานีหัวตะเข้ จุด 2 ที่สถานีพระจอมเกล้า และจุด 3 ที่ตึก 12 ชั้น จากสถานที่จะวัดระดับเสียงดังกล่าว จะทำการวัด ณ จุดที่ห่างจากทางรถไฟ ประมาณ 8-12 เมตร (เครื่องวัดมีความ sensitive สูง จึงต้องวัดให้ห่างจากแรงลม ที่เกิดจากรถไฟ) การวัดค่าระดับเสียงจะทำโดยวัดค่าระดับเสียงของรถจักรและวัดค่าระดับเสียง ของรถล้อเลื่อน ทุกๆตู้ ณ จุดต่างๆข้างต้น แล้วจึงนำระดับเสียงที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยดังนี้

1)ค่าระดับเสียงเฉลี่ยของหัวรถจักร ที่ระยะ 8 เมตร

2)ค่าระดับเสียงเฉลี่ยของรถล้อเลื่อน ที่ระยะ 8 เมตร ใช้สูตรหาค่าระดับเสียงเฉลี่ยของรถจักรและรถล้อเลื่อนที่ระยะห่าง 8 เมตร

$$Leq = 10\log 1/n \left(\sum_{i=1}^{n} 10^{Li/10} \right)$$

โดยที่ Leq = ระดับเสียงเฉลี่ย

Li = ระดับเสียงที่ตรวจวัดได้

n = จำนวนค่าระดับเสียง

3.9.1.2 จากข้อ 3.9.1.1 นำค่าระดับเสียงเฉลี่ยของรถจักรและรถล้อเลื่อนมาหาค่าระดับเสียงที่ระยะต่างๆตามแนวตั้งฉากกับรางรถไฟของรถจักรและรถล้อเลื่อน สูตรค่าหาระดับเสียงของรถจักรและรถล้อเลื่อนที่ระยะต่างๆ

โดยที่ $Leq2 = Leq1 - 20\log R2/R1$

Leq2 = ระดับเสียงที่ต้องการทราบที่ระยะทางต่างๆ

Leq1 = ระดับเสียงเฉลี่ยที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.1.3 หาค่าระดับเสียงของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ โดยนำค่าระดับเสียงของรถจักรและรถล้อเลื่อนมาแทนค่าใน สูตรหาค่าระดับเสียงที่มีแหล่งกำเนิดเสียงหลายแหล่ง

$$\text{โดยที่ } Leq_{รวม} = 10\log \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{Li/10}\right)$$

$Leq_{รวม}$ = ระดับเสียงเฉลี่ย

n = จำนวนแหล่งกำเนิดเสียง

Li = ระดับเสียงแต่ละแหล่งกำเนิด

3.9.1.4 Ldn คือค่าระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน โดยปรับปรุงมาจาก Leq ด้วย การบวก 10 เดซิเบล สำหรับเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 22.00-07.00 น. เพื่อชดเชย ความรู้สึกรบกวนในช่วงเวลาดังกล่าวจากการทดลองพบว่า Ldn จะมีค่าประมาณเท่ากับ Leq+5 เดซิเบล เอ แต่ในกรณีศึกษานี้เราคิดค่า corection = 0

3.9.2 ค่าระดับเสียงจากการวัดของรถไฟบรรทุกคอนเทนเนอร์ หาโดยใช้ Sound Level meter วัดค่าระดับเสียงที่ระยะทางต่างๆและตำแหน่งต่างๆของอาคารในสถาบันฯ

3.9.3 นำค่าระดับเสียงจากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงจากการวัด

3.9.4 การนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาผลกระทบที่เกิดขึ้น นำค่าระดับเสียงที่หาได้มาเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงมาตราฐานที่ยอมให้ แล้วสรุปผลกระทบ ด้านเสียงเนื่องจากโครงการ LICD

3.9.5 มาตราการป้องกันและแก้ไขเบื้องต้น ถ้าโครงการ LICD มีผลกระทบต่อสถาบันฯ จะต้องเสนอมาตราการป้องกันและแก้ไขเบื้องต้นที่เป็นไปได้

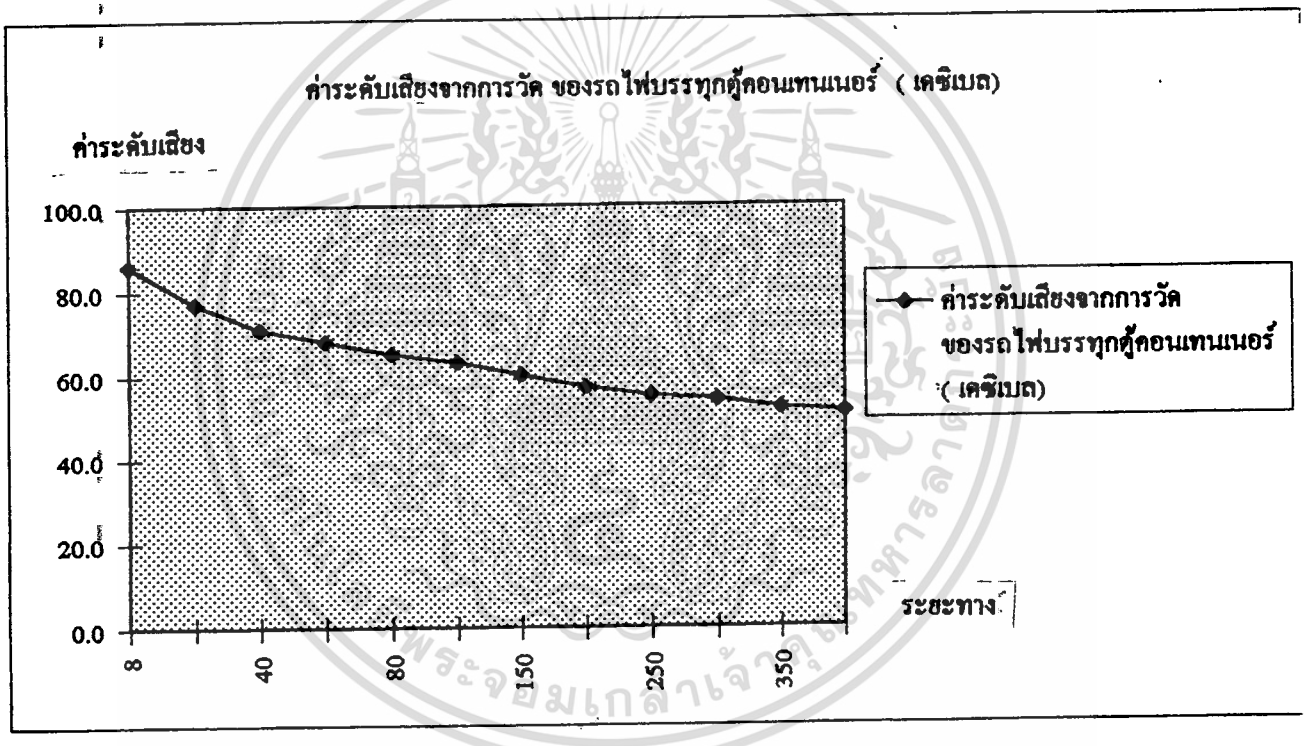
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 การหาระดับเสียง และการวิเคราะห์ผลกระทบด้านเสียง

ในขั้นแรกจะทำการวัดค่าระดับเสียงด้วยเครื่องมือ Sound Level meter หลังจากนั้นจะหาค่าระดับเสียงของรถจักรและรถล้อเลื่อนที่ระยะ 8 เมตร แล้วจึงหาค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟวิ่งผ่านสถาบันฯ 1ขบวน และ 2 ขบวน

3.10.1 ค่าระดับเสียงจากการวัดด้วยเครื่องมือ Sound Level meter

3.10.1.1 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะทางต่างๆ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.10.1 และดังตารางภาคผนวก ก ที่ 1



รูปที่ 3.10.1 กราฟเส้นแสดงค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ กรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

3.10.1.2 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่อาคารต่างๆในสถาบันฯ ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 3.10.1,

3.10.1.3 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะทาง 8 เมตร ซึ่งแสดงดังตารางในภาคผนวก ก ที่ 2.1 ถึง 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10.1 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆใน กรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

สถานที่	ระยะทางของอาคาร (เมตร)		ค่าระดับเสียงปัจจุบันที่ตำแหน่งต่างๆของอาคาร (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
1.หอพักนักศึกษา	40	164	71.0	58.0
2.บรรยายวิศวะ	34.5	54.5	72.0	69.0
3.อาคารไฟฟ้ากำลัง	46	91.5	71.0	63.0
4.โรงประลองไฟฟ้าแรงสูง	91.5	119	64.0	60.0
5.อาคารบรรยายรวม+หอสมุดกลาง	154.5	184.5	59.0	57.0
6.อาคารเรียนรวมพระเทพฯ	206	219	55.0	54.0
7.สำนักงานรองอธิการบดี	46	73	71.0	65.0
8.สำนักงานอธิการบดี	85	119.0	65.0	61.0
9.คณะวิทยาศาสตร์	19.5	165.5	78.0	57.0
10.คณะครุศาสตร์	87	147	65.0	58.0
11.สำนักวิจัยและบริหารคอมพิวเตอร์	253	298	55.0	54.0
12.คณะเทคโนโลยีการเกษตร(เหนือ)	46	133	70.0	59.0
13.บริเวณพักอาศัย บ้านพักคนงาน	74.5	106.5	65.0	61.0
14.บริเวณพักอาศัย แฟลตอาจารย์	163	228	58.0	55.0
15.ตึก 12 ชั้น	50	138	69.0	61.0
16.ยิมเนเซียม	149.5	180	60.0	55.0
17.อาคารเทคโนโลยีการก่อสร้าง	150	196	59.0	56.0
18.อาคารอิเลคทรอนิคและคอมพิวเตอร์	71	118	66.0	62.0
19.อาคารโทรคมนาคม	90	113	64.0	61.0
20.หอประชุม	93	143	63.0	58.0
21 ห้องสมุดวิศวะ	75	100	66.0	62.0
22.อาคารเรียน 6 ชั้น	139	173	58.0	55.0
23.คณะสถาปัตย์กรรม	227	398	55.0	50.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10.1(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆในกรณีที่มีรถไฟ 1 ขบวน

สถานที่	ระยะทางของอาคาร (เมตร)		ค่าระดับเสียงปัจจุบันที่ตำแหน่งต่างๆของอาคาร (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
24.สำนักหอสมุดกลาง	58	126	68.0	61.0

3.10.2 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณ ในกรณีที่มีรถไฟวิ่งผ่านสถาบันฯ 1 ขบวน

3.10.2.1 ค่าเฉลี่ยระดับเสียงของรถจักรและรถล้อเลื่อน ซึ่งทำการคำนวณได้ดังนี้

1) การหาค่าเฉลี่ยพลังงานเสียงของรถจักร จากสูตรการหาค่าระดับเสียงของกระทรวงวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและการพลังงานในทฤษฎีเรื่องเสียง

$$Leq = 10\log[1/n\ 10^{(L/10)}]$$

แทนค่าระดับเสียงของหัวรถจักรที่วัดได้ในระยะ 8 เมตร

$$Leq = 10\log[1/18(10^{9.8} + 10^{9.7} + 10^{9.6} + 2*10^{9.5} + 2*10^{9.4} + 2*10^{9.3} + 10^{9.2} + 10^{9.1} + 10^{9.0} + 10^{8.9} + 10^{8.8} + 2*10^{8.7} + 2*10^{8.6})]$$

$$= 93.14 \text{ dBA}$$

2) การหาค่าเฉลี่ยพลังงานเสียงของรถล้อเลื่อน จากสูตรในข้อ 1) แทนค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนที่วัดได้ในระยะ 8 เมตร

$$Leq = 10\log[1/262(10^{9.2} + 10^{9.1} + 2*10^{9.0} + 15*10^{8.9} + 30*10^{8.8} + 13*10^{8.7} + 31*10^{8.6} + 21*10^{8.5} + 15*10^{8.4} + 5*10^{8.3} + 29*10^{8.2} + 12*10^{8.1} + 3*10^{8.0} + 3*10^{7.9} + 6*10^{7.8} + 24*10^{7.6} + 18*10^{7.5} + 19*10^{7.4} + 5*10^{7.3} + 4*10^{7.2} + 5*10^{7.7})]$$

$$= 84.59 \text{ dBA (ต่อหนึ่งรถล้อเลื่อน)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2.2 ค่าระดับเสียงที่ระยะทางต่างๆ การคำนวณแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

1) คำนวณหาระดับเสียงของรถจักร/รถล้อเลื่อน(ต่อ 1 รถ)ที่ระยะต่างใช้สูตรของกระทรวงวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการพลังงานดังนี้

$$Leq2 = Leq1 - 20\log(R2/R1)$$

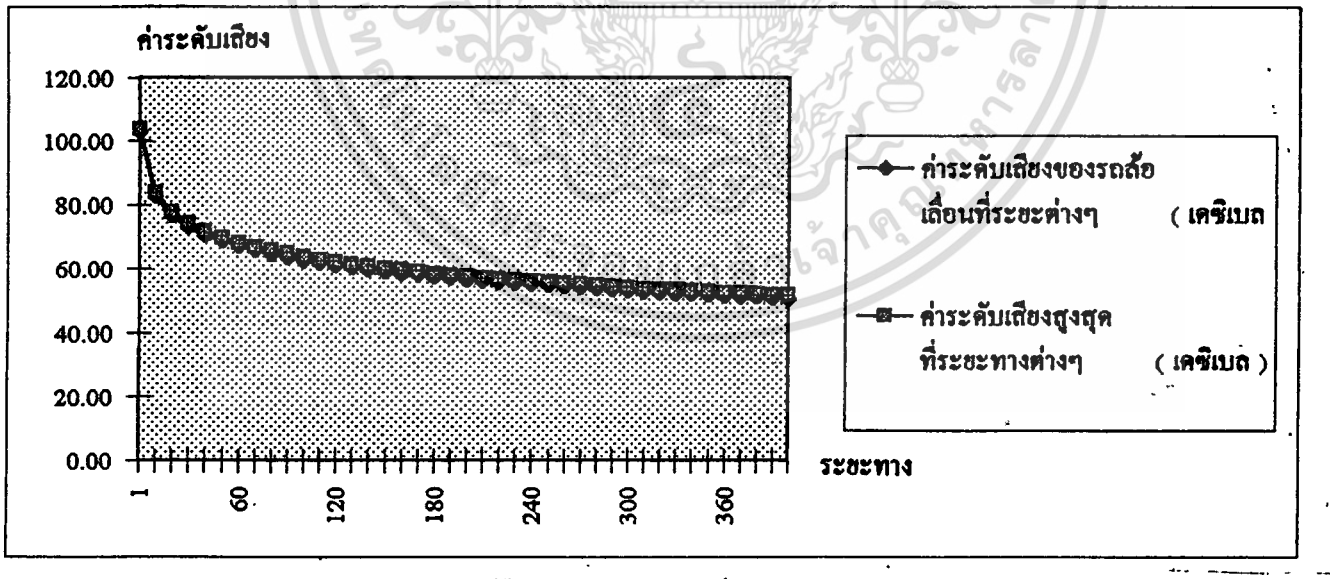
คำว่า ต่อ 1 รถ หมายความว่า ทุกๆรถล้อเลื่อนถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดเสียง ดังนั้นคำว่า 1 รถล้อเลื่อนจึงหมายถึงการหาค่าระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงหนึ่งแหล่งเท่านั้น

2) คำนวณหาระดับเสียงที่ได้ยินเนื่องจากมีแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง จากการศึกษาโครงการ LICD ของ JICA ได้ศึกษาว่า การขนส่ง container จะใช้รถไฟที่มีตู้ขบวนเป็นจำนวน 20 ตู้ขบวน

$$Leq_{เฉลี่ย} = 10\log[1/n10(L/10)]$$

โดยที่ n =1(หัวรถจักร)+20(ตู้ขบวน) = 21

ซึ่งสามารถแสดงค่าระดับเสียงที่ระยะทางต่างๆ ในกรณีที่มีรถไฟวิ่งผ่านสถาบันฯ 1 ขบวน ดังตารางภาคผนวก ก ที่ 3 และรูปที่ 3.10.2

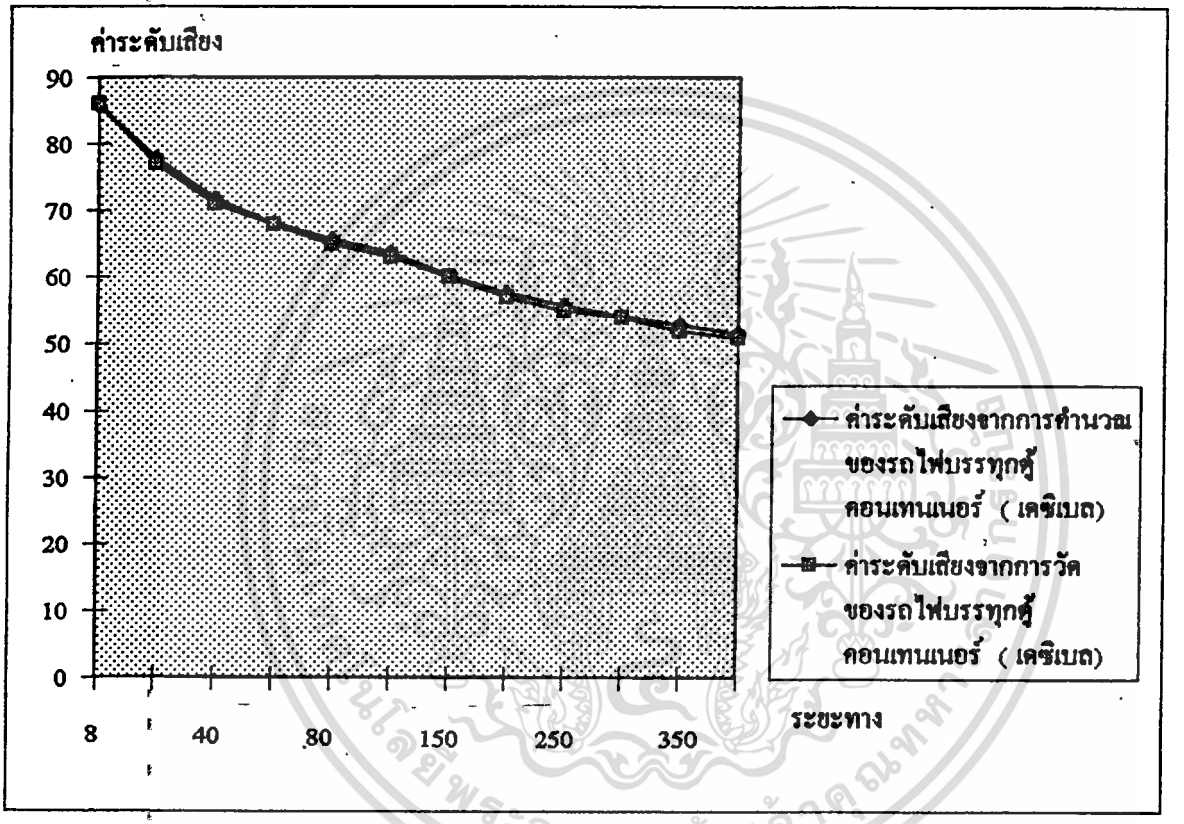


รูปที่ 3.10.2 กราฟเส้นแสดงค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ กรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2.3 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณที่อาคารต่างๆในสถาบันฯ ซึ่งทำการคำนวณตามขั้นตอนต่างๆเหมือนในข้อที่ 3.10.2.2 โดยเปลี่ยนจากระยะทางเป็นค่าระยะทางของอาคารต่างๆในสถาบันฯ ซึ่งแสดงดังตารางภาคผนวก ก ที่ 4

3.10.2.4 เปรียบเทียบค่าระดับเสียงจากการวัดจริงกับค่าระดับเสียงจากการคำนวณดังตารางภาคผนวก ก ที่ 5 และรูปที่ 3.10.3 ซึ่งเห็นชัดเจนว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

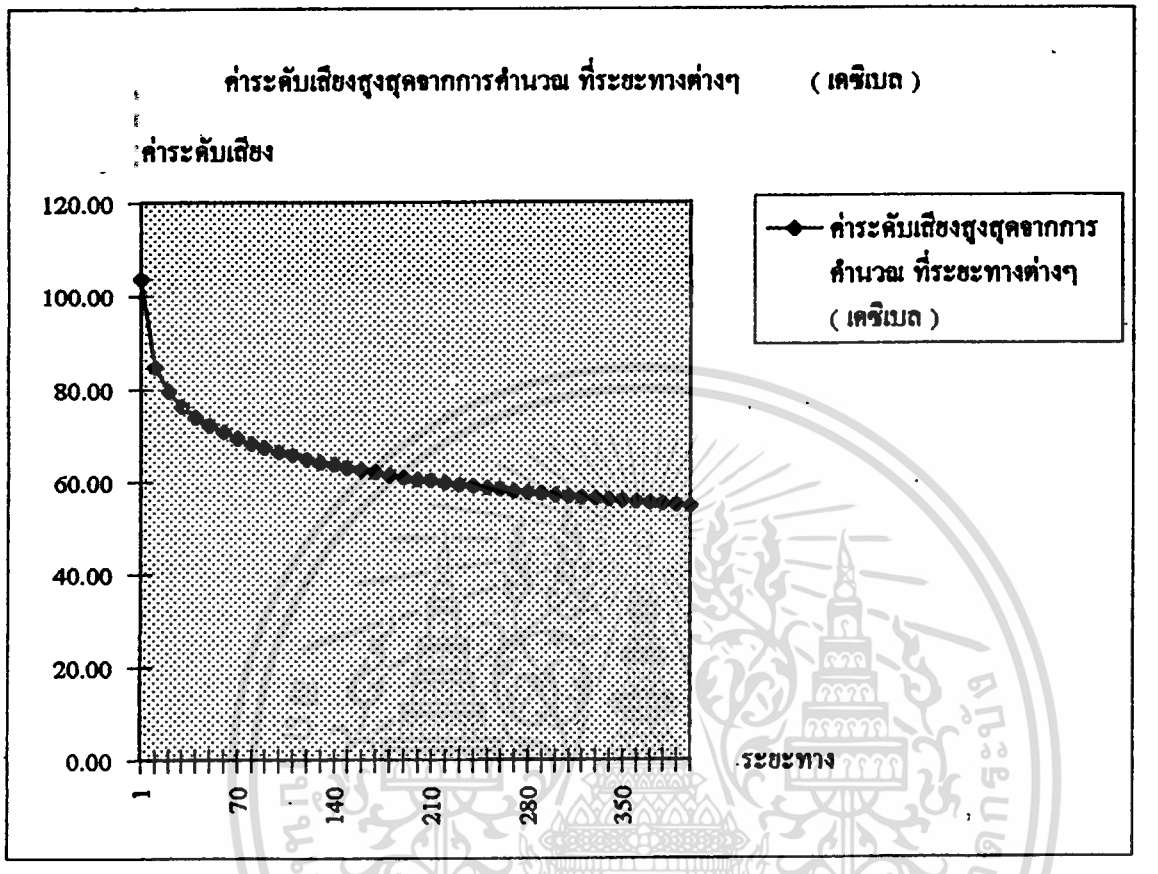


รูปที่ 3.10.3 กราฟเส้นเปรียบเทียบค่าระดับเสียงจากการวัดและการคำนวณ

3.10.3 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณ ในกรณีที่มีรถไฟวิ่งผ่านสถาบันฯ 2 ขบวน

3.10.3.1 ค่าระดับเสียงที่ระยะทางต่างๆ ซึ่งทำการคำนวณโดยใช้วิธีและขั้นตอนการคำนวณตามข้อ 3.10.2.2 ซึ่งจะได้ค่าระดับเสียงแสดงดังตารางภาคผนวก ก ที่ 6 และรูปที่ 3.10.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

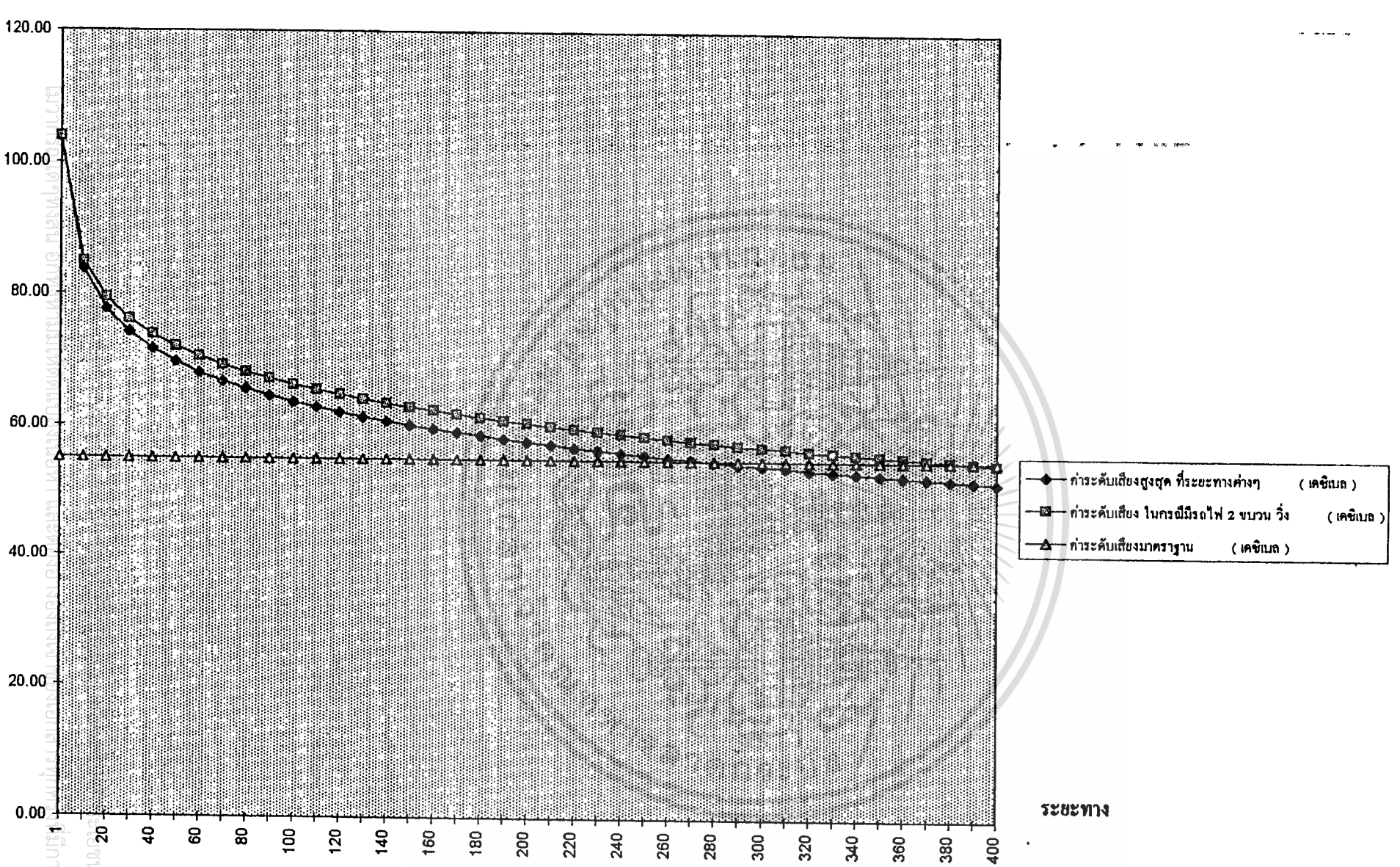


<u>รูปที่ 3.10.4</u> กราฟเส้นแสดงค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆ กรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

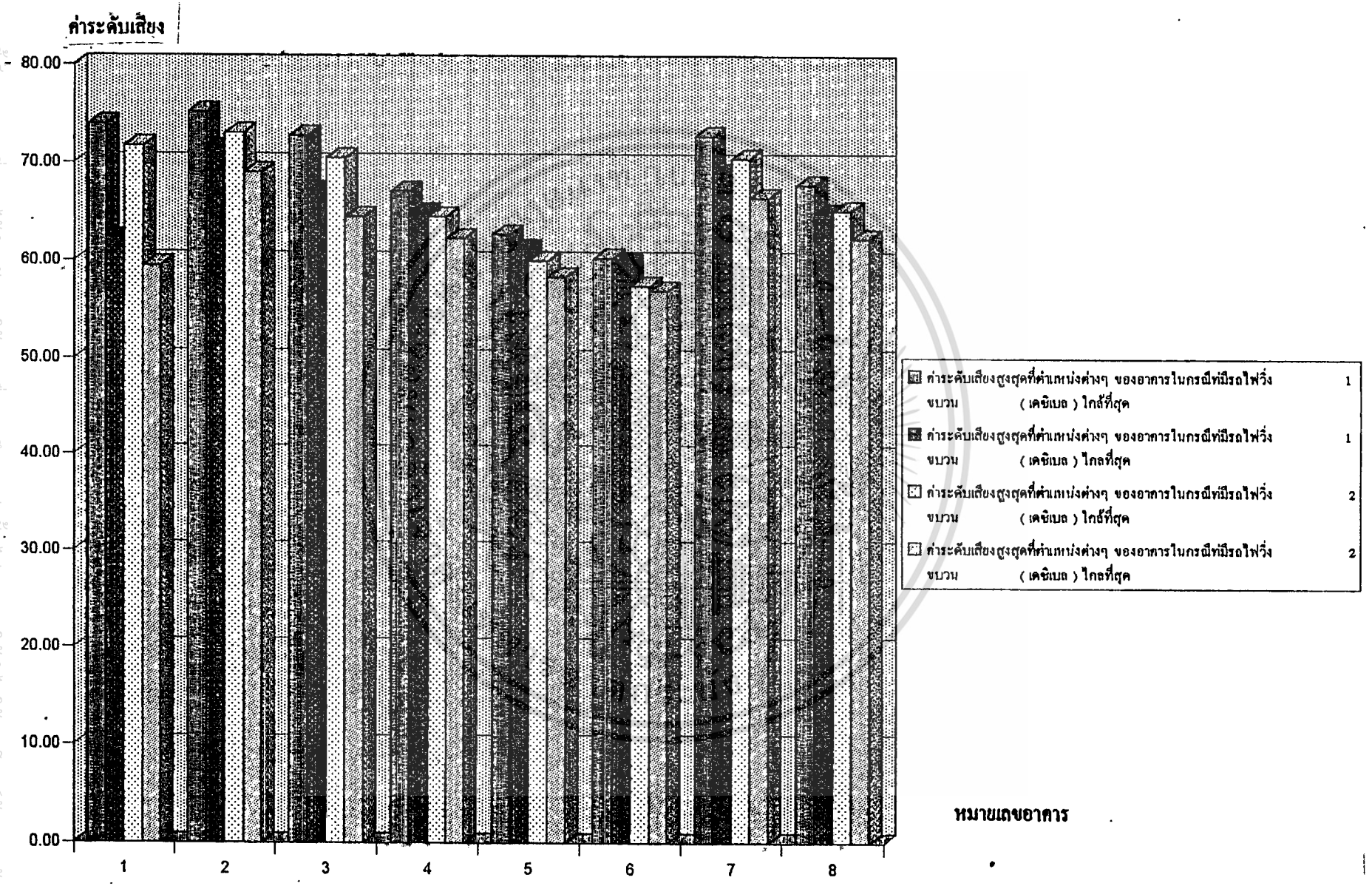
3.10.3.2 ค่าระดับเสียงที่อาคารต่างๆในสถาบันฯ ซึ่งทำการคำนวณโดยใช้วิธีและขั้นตอนการ คำนวณตามข้อ 3.10.2.2 ซึ่งจะได้ค่าระดับเสียงแสดงดังตารางภาคผนวก ก ที่ 7

3.10.4 การวิเคราะห์ผลกระทบด้านเสียง ทำโดยนำค่าระดับเสียงในทั้ง 2 กรณี คือ ในกรณีที่มีรถไฟวิ่งผ่านสถาบันฯ 1 ขบวน และ 2 ขบวนแสดงดังตารางภาคผนวกที่ 8 และ 9 มาเปรียบเทียบกับค่าระดับเสียงมาตราฐานในตารางที่ 3.7.6 , 3.7.7 และ 3.7.8 ซึ่งแสดงผลดังรูปที่ 3.10.5 และ 3.10.6 ซึ่งจะเห็นว่าค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นมีค่าเกินกว่าค่าระดับเสียงมาตราฐานกำหนดไว้ที่ 55 เดซิเบล

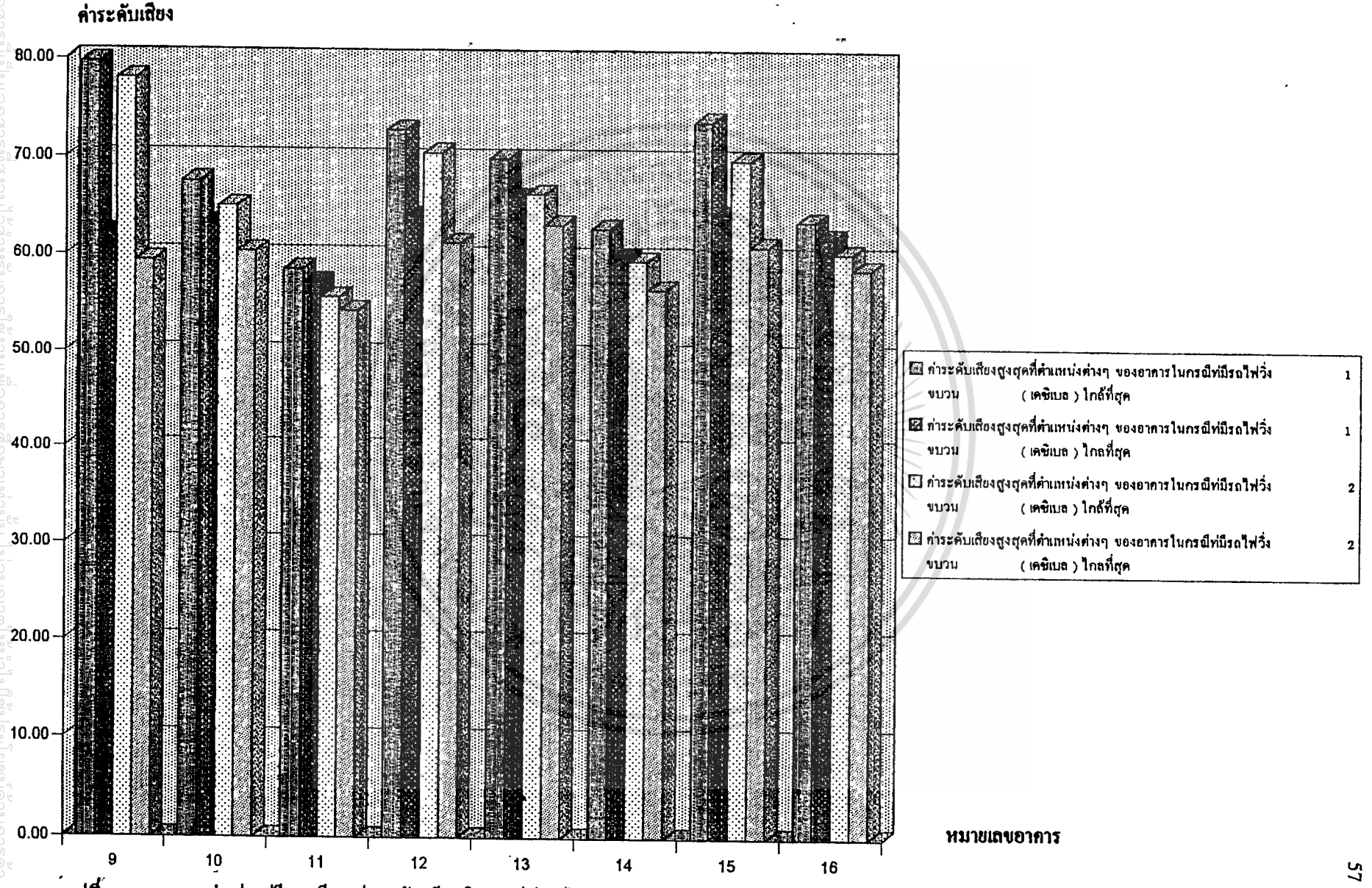
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



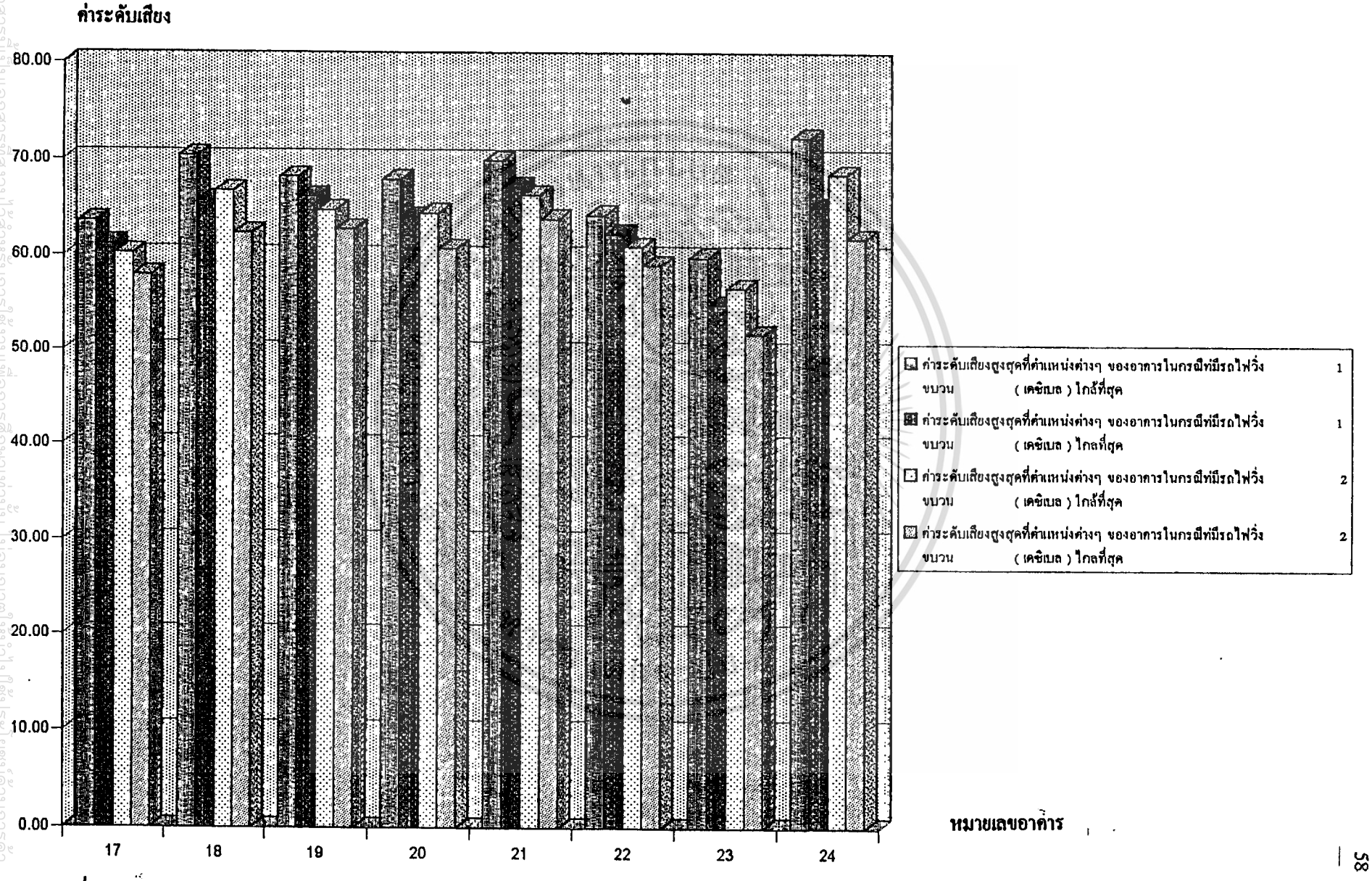
รูปที่ 3.10.5 กราฟเส้นเปรียบเทียบค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและ กรณีมีรถไฟ 2 ขบวน กับค่าระดับเสียงมาตราฐานจากตารางที่ 3.7.6 ,3.7.7 และ3.7.8



รูปที่ 3.10.6(ต่อ) กราฟแท่งเปรียบเทียบค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน



รูปที่ 3.10.6 กราฟแท่งเปรียบเทียบค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและ กรณีมีรถไฟ 2 ขบวน



รูปที่ 3.10.6(ต่อ) กราฟแท่งเปรียบเทียบค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน

หมายเลขแสดงอาคารต่างๆในรูปที่ 3.10.6

1.หอพักนักศึกษา	13.บริเวณพักอาศัย บ้านพักคนงาน
2.บรรยายวิศวะ	14.บริเวณพักอาศัย แฟลตอาจารย์
3.อาคารไฟฟ้ากำลัง	15.ตึก 12 ชั้น
4.โรงประลองไฟฟ้าแรงสูง	16.ยิมเนเซียม
5.อาคารบรรยายรวม+หอสมุดกลาง	17.อาคารเทคโนโลยีการก่อสร้าง
6.อาคารเรียนรวมพระเทพฯ	18.อาคารอิเลคทรอนิคและคอมพิวเตอร์
7.สำนักงานรองอธิการบดี	19.อาคารโทรคมนาคม
8.สำนักงานอธิการบดี	20.หอประชุม
9.คณะวิทยาศาสตร์	21.ห้องสมุดวิศวะ
10.คณะครุศาสตร์	22.อาคารเรียน 6 ชั้น
11.สำนักวิจัยและบริหารคอมพิวเตอร์	23.คณะสถาปัตย์กรรม
12.คณะเทคโนโลยีการเกษตร(เหนือ)	24.สำนักหอสมุดกลาง

3.11 สรุป เสียงที่เกิดจากรถไฟขนตู้คอนเทนเนอร์เข้า/ออก LICD มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง หรือในระยะ 274.5 m. (วัดตั้งฉากออกจากทางรถไฟ) เพราะค่าระดับเสียงในระยะดังกล่าว มีค่าเกินค่าระดับเสียงสูงสุดในสถานศึกษาซึ่งได้กำหนดไว้ 55 เดซิเบล ตามมาตราฐานกำหนดข4องWHO ,World Bank Enviromental Guideline และ United States Environmental Protection Agency เพราะฉะนั้นจะต้องมีมาตราการลดผลกระทบในด้านเสียงที่เกิดจากรถไฟเข้า/ออก LICD ที่แน่นอน ดังนั้นจึงขอเสนอมาตราการลดผลกระทบในเบื้องต้นดังนี้

3.12 มาตราการลดผลกระทบเบื้องต้นจากเสียงรถไฟของโครงการ LICD

การลดผลกระทบจากเสียงโดยทั่วไปแล้ววิธีการลดหรือการควบคุมระดับเสียงแบ่งออกเป็น 3 ประการ คือ

ประการที่ 1 การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิด (source)

ประการที่ 2 การลดระดับเสียงในช่วงระยะระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ได้รับเสียง (path)

ประการที่ 3 ผู้ที่ได้รับเสียง (receiver)

ซึ่งจากหลักวิธีในการลดหรือควบคุมระดับเสียงเบื้องต้นดังกล่าวในข้างต้นนั้นจะขอเสนอมาตราการลดระดับเสียงเบื้องต้นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การศึกษาผลกระทบด้านน้ำของโครงการ LICD.

4.1 จุดประสงค์

4.1.1 ศึกษาคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดจาก โครงการ LICD. เพื่อเปรียบเทียบกับมาฐานคุณ

4.2.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำในคลองสี่ เพื่อกำหนดประเภทของคลองว่าจัดอยู่ในประเภทใด มีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์อย่างไร

4.2 ขอบเขตการศึกษา

4.2.1 พิจารณาคลองสี่ เป็นหลัก

4.2.2 คุณภาพของน้ำในคลองสี่ ปัจจุบันยึดตามผลการวิจัยคุณภาพของน้ำในคลองสี่ของอาจารย์พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย

4.2.3 พิจารณาคุณภาพของโดยยึดค่า BOD. เป็นหลัก

4.2.4 การประเมินคุณภาพของน้ำจะยึดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของโรงบำบัดน้ำ

4.2.5 ไม่พิจารณาน้ำทิ้งในอนาคตของโครงการ LICD.

4.3 สมมุติฐาน

4.3.1 คุณภาพของน้ำในคลองสี่ ปัจจุบัน เป็นไปตามผลการวิจัยคณภาพของน้ำในคลองสี่จากผลการวิจัย ของอาจารย์พิสมัย

4.3.2 อัตราการไหลของน้

4.3.3 น้ำที่ระบายจากส่วนของลานกองคอนเทนเนอร์ เป็นน้ำฝนและน้ำที่มาจากการล้างตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อล้างสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น ไม่คิดว่าเป็นน้ำเสีย จึงไม่นำมาคิดค่า BOD. สามารถระบายลงท่อภายในโครงการและปล่อยลงคูคลองรอบโครงการอีกที จากนั้นก็จะปล่อยลงคลอง สี่

4.4 แนวคิด

การศึกษาผลกระทบด้านน้ำของโครงการ LICD. โดยจะทำการศึกษาคุณภาพของน้ำทิ้งจาก โครงการ LICD. ที่ผ่านการบำบัด แล้ว ก่อนที่จะปล่อยลงคลองสี่ มีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารหรือไม่ ถ้าไม่เกินแสดงว่าน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำทิ้งจาก โครงการ LICD. มร่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ข้อมูล

4.5.1 แบบแปลนของ โครงการ LICD.

4.5.2 คุณภาพของน้ำในคลองสี่

4.5.3 ปริมาณน้ำเสียที่ต้องผ่านการบำบัด

4.5.4 ระบบการบำบัดน้ำใน โครงการ LICD.

4.5.5 กรรมวิธีในการบำบัดน้ำเสียแบบ ACTIVATED SLUDGE

4.5.6 มาตราฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารของ " ประกาศสำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร (30 ตุลาคม 2532) ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาเล่ม 107 ตอนที่ 18 ลงวันที่ 20 มกราคม 2533 ."

4.5.7 มาตราฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งไม่ใช่ทะเล จาก " ประกาศกระทรวงวิทยาศาตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน เรื่องกำหนดมาตราฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งไม่ใช่ทะเล

4.6 ทฤษฎี

4.6.1 ระบบการบำบัดน้ำเสีย

4.6.2 ประสิทะภาพและข้อกำหนดของระบบบำบัดน้ำแบบ ACTIVATED SLUDGE ชนิด COMPLETE-MIX

4.7 วิธีการศึกษา

4.7.1 พิจารณาคุณภาพของน้ำในคลองสี่ โดยยึดตามผลการวิจัยของอาจารย์พิสมัย

4.7.2 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสีย ลักษณะการบำบัด เพื่อพิจารณาค่า BOD เปรียบเทียบกับค่ามาตราฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร

4.7.3 การประเมินผลการศึกษา ทำโดยการเปรียบเทียบความสามารถในการรองรับปริมาณ BOD ของระบบบำบัดภายในโครงการ LICD. กับปริมาณ BOD จากกรณีศึกษา ถ้ามากกว่าแสดงว่าระบบบำบัดมีประสิทธิภาพที่เพียงพอ ถ้าน้อยกว่าก็เสนอแนวทางแก้ไข

4.8 ทฤษฎีและหลักการ

4.8.1 น้ำทิ้ง

น้ำทิ้ง(waswater) หมายถึง น้ำที่ผ่างการใช้ประโยชน์ต่างๆมาแล้ว เช่น ชำระร่างกาย ประกอบอาร ขับของเสีย การล้างเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งทำให้ลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่างๆทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ มาเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งเมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำและทำให้แหล่งน้ำใช้งานไม่ได้ดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 ประเภทของน้ำทิ้ง

แบ่งประเภทตามแหล่งกำเนิดได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) น้ำทิ้งจากชุมชน (SEWAGE) ได้แก่น้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัย, อาคารร้านค้า, ตลาด, โรงแรม ฯลฯ น้ำทิ้งเหล่านี้ได้มาจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย, การซักผ้า, การประกอบอาหาร ขับถ่าย สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งเหล่านี้ส่วนมาเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร, ผงซักฟอก, อุจจาระ, ปัสสาวะ ฯลฯ

2) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (INDUSTRIAL WASTEWATERS) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจาก กระบวนการต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ, การล้างเครื่องจักร, การระบายความร้อน สิ่งสกปรกในน้ำประเภทนี้มีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำและชนิดของโรงงาน

แบ่งตามลักษณะของสิ่งสกปรกส่วนใหญ่ในน้ำทิ้งได้ 2 ประเภทคือ

1) น้ำทิ้งอินทรีย์ (ORGANIC WASTEWATERS) ได้แก่น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ น้ำทิ้งประเภทนี้ ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานประกอบอาหาร โรงฆ่าสัตว์ ฯลฯ ลักษณะเด่นของน้ำทิ้งประเภทนี้ คือ จะเน่าเหม็นได้หากปล่อยทิ้งไว้นาน

2) น้ำทิ้งอนินทรีย์ (INORGANIC WASTEWATERS) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานชุบโลหะ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานผลิตกรดกำมะถัน โรงงานผลิตปุ๋ย ฯลฯ

อย่างไรก็ตาม น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสหกรรมบางประเภท อาจมีลักษณะเด่นได้ทั้งเป็นน้ำทิ้งอินทรีย์และน้ำทิ้งอนินทรีย์

4.8.3 สิ่งสกปรกในน้ำทิ้ง

สิ่งสกปรกในน้ำทิ้ง ที่ต้องการกำจัดออกมีดังต่อไปนี้คือ

1) จุลินทรีย์ (MICROORGANISMS) มีอยู่มากในน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ เช่น แบคทีเรีย และเชื้อโรคต่าง ๆ

2) สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ (BIODEGRADABLE ORGANICS) ได้แก่สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้ เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน เป็นต้น

3) ตะกอนแขวนลอย (SUSPENDED SOLID) ได้แก่สิ่งสกปรกประเภทต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ และและอยู่ในรูปของตะกอนแขวนลอย เช่นเศษเยื่อกระดาษ ตะกอนแป้ง ตะกอนดินทราย ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สารอินทรีย์บางชนิดที่มีปริมาณน้อยมาก (TRACE ORGANICS) สารอินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม แม้นจะมีปริมาณน้อยมาก แต่จะทำให้เกิดกลิ่นและรสในแหล่งน้ำได้เช่น ฟีนอล (PHENOL)

5) สารพิษ (TOXIC SUBSTANCES) ได้แก่ โลหะหนัก เช่น ปรอท แคดเมียม และสารอินทรีย์บางชนิด เช่น ไซยาไนด์ ยาฆ่าแมลง

6) สีและความขุ่น สีในน้ำทิ้งส่วนมากมักจะไม่เป็นพิษ แต่จะทำให้แหล่งน้ำมีสีน่ารังเกียจ ความขุ่นก็เช่นกัน

7) สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นปุ๋ยของพืชน้ำ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียว ที่เรียกว่า อัลจี (ALGAE) น้ำทิ้งที่มีสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป อาจทำให้น้ำมีสีเขียวขุ่นได้

8) สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยาก(NONBIODEGRADABLE - ORGANIC) เช่น ผงซักฟอก (ALKYLBENZEN SULPHONATE) อาจทำให้เกิดฟองในลำน้ำได้

9) น้ำทิ้งและสิ่งสกปรกลอยน้ำ (OIL AND FLOATING) น้ำทิ้งและสิ่งสกปรกเช่น ขยะมูลฝอย ทำให้แหล่งน้ำมีสภาพน่ารังเกียจ และน้ำมันยังเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย

10) สารที่ระเหยได้ (VOLATILE MATETIRIALS) เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารระเหยต่าง ๆ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น

4.8.4 สภาวะน้ำเสีย

สภาวะน้ำเสีย คือ สภาวะที่น้ำหรือแหล่งน้ำได้รับสิ่งสกปรกต่าง ๆ จากแหล่งน้ำทิ้งชุมชน, น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม, ของเสียจากการเกษตร, ขยะมูลฝอย ฯลฯ สิ่งสกปรกเหล่านี้จะละลายและปะปนมากับน้ำ หารมีมากเกินไป จะทำให้คุณภาพของน้ำเลวลงจนใช้ประโยชน์ได้

4.8.5 ประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสียที่พบโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ น้ำเสียเนื่องจากมีออกซิเจนน้อยเกินไป และน้ำเสียเนื่องจากมีสารเคมีละลายปะปนอยู่จนทำให้น้ำน้ำเป็นพิษหรือสกปรกจนไม่สามารถนำไปใช้ได้ น้ำเสียทั้ง 2 ชนิดอาจเกิดขึ้นพร้อมกันได้

1) น้ำเสียเนื่องจากมีออกซิเจนน้อยเกินไป ออกซิเจนจะเป็นดัชนีคุณภาพของน้ำที่สำคัญที่สุด เพราะออกซิเจนจำเป็นต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ และช่วยไม่ให้น้ำเน่าเหม็นเนื่องจากปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถ้าน้ำมีสารอินทรีย์ละลายปนอยู่ในน้ำ แบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนในน้ำในการเผาผลาญสารอินทรีย์ ทำให้ออกซิเจนลดน้อยลง ถ้าออกซิเจนหมดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาแบบ ชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็จะเกิดขึ้น ทำให้น้ำเน่าเหม็นและสีดำ น้ำเสียชนิดนี้พบมากที่สุด และเห็นได้ชัด คือ น้ำในคลองต่าง ๆ ในกรุงเทพฯ ซึ่งเน่าเหม็นตลอดเวลา แม่น้ำเจ้าพระยา ฯลฯ

2) น้ำเสียเนื่องจากมีสารเคมีละลายปนอยู่ สารเคมีบางชนิดที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำอาจจะทำให้น้ำเป็นพิษ ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยน์ สิ่งสกปรกเหล่านี้โดยมากมาจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและของเสียจากการเกษตร สารที่เป็นพิษที่สำคัญที่สุด ได้แก่ โลหะหนักต่างๆเช่น ปรอท แคดเมี่ยม ตะกั่ว ฯลฯ และยาฆ่าแมลง สารพิษเหล่านี้ตรวจวิเคราะห์ได้ยากและสามารถสะสมอยู่ในน้ำ เช่น ปู ปลา กุ้ง ได้ เมื่อคนกินซึ่งมีสารพิษเข้าไป สารพิษก็จะสะสมอยู่ในร่างกายของคน จนในที่สุดจนในที่สุดจะเป็นอันตรายต่อชีวิตได้

นอกจากนี้การระบายน้ำทิ้งที่มีสารประกอบไนเตรทและฟอสเฟตสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก ลงไปในแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำมีไนเตรทและฟอสเฟตสะสมอยู่มาก ซึ่งไนเตรทและฟอสเฟตนี้เป็นปุ๋ยของพืชน้ำ จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ EUTROPHICAION ขึ้น คือ จะทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะอัลจีได้รับปุ๋ยและเพิ่มจำนวนอย่างรงดเร็ว จนทำให้น้ำมีสีเขียวแขียวเข้มขุ่นและมีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะแก่การอุปโภคบริโภคจัดว่าเป็นน้ำเสียประเภทหนึ่งที่พบได้ในแหล่งน้ำทิ้งทั่วไป เช่น หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เนื่องจากอัลจีจะทำการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน และหายใจใช้ออกซิเจนในเวลากลางคืน จึงทำให้ความเข้มข้นของออหซิเจนในเวลากลางและกลางคืนแตกต่างกันมาก จนอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ น้ำส้วม ซึ่งมีสิ่งขับถ่ายจากร่างกายปะปนอยู่และน้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่นๆเช่น น้ำทิ้งจากการชำระร่างกาย การประกอบอาหาร เป็นต้น

ปริมาณน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ปริมาณน้ำทิ้งอันเกิดจากการอุปโภคบริโภคของประชาชา จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำที่ประชากรกลุ่มนั้นใช้ไปในการดำรงชีวิตประวัน ค่าเฉลี่ยประจำวันของปริมาตรน้ำทิ้งเรียกว่า DRY WEATHER FLOW (DWF) ซึ่งปรกติจะน้อยกว่าปริมาณน้ำน้ำใช้เล็กน้อย โดยปรกติค่า DWF นี้จะอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 60-80 ของน้ำใช้ ในขตแห้งแล้งบางแห่งที่น้ำมีความสำคัญการใช้น้ำจะเป็นไปอย่างระมัดระวัง ค่านี้จะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 40 ในขระที่ในเมืองที่มีความเจริญสูง และมีการผลิตน้ำประปาใช้เอง ปริมาณน้ำทิ้งในเส้นท่อเมื่อเปรียบเทียบเป็นจำนวนลิตรต่อวัน อาจมากกว่าน้ำใช้ที่ผลิตส่งออกจากโรงประปาก็ได้

การออกแบบระบบท่อและระบบบำบัดน้ำได้รับผลกระทบดดยตรงจากน้ำทิ้งทั้งระยะต้นและระยะสุดท้ายนของโครงการ ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับคาดคะเนปริมาณน้ำทิ้งจากชุมชน คือ ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตออกบริการแก่ประชาชน ในกรณีที่เป็นชนบทเล็กๆที่อยู่ห่างไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำทิ้งจะน้อยมาก และจะเพิ่มขึ้นถ้าชุมชนมีขนาดใหญ่ขึ้น สาเหตุก็คงเนื่องมาจากมาตรฐานการครองชีพที่ดีขึ้นนั่นเอง อัตราการใช้น้ำของประเทศอุตสาหกรรมจะอยู่ในช่วง 300-400 ลิตรต่อคนต่อวัน และประมาณ 100-200 ลิตรต่อคนต่อวัน สำหรับชุมชนขนาดเล็กหรือในประเทศที่กำลังพัฒนา ส่วนในประเทศไทยใช้น้ำในอัตราประมาณ 60-250 ลิตรต่อคนต่อวัน ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มประชากร

สำหรับชุมชนขนาดเล็ก การคำนวปริมาณน้ำทิ้ง มักคำนวณจากความหนาแน่นของประชากร และข้อมูลน้ำทิ้งต่อคน(หรือต่อหน่วย)ต่อวันเป็นหลัก สำหรับชุมชนขนาดใหญ่ การคำนวณปริมาณน้ำทิ้งควรคิดจากเกณฑ์การใช้ที่ดินและการทำนายความหนาแน่นประชากรในพื้นที่ดินนั้นๆเป็นหลัก และถ้าเป็นไปได้ ควรทดลองหาปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจริงต่อลักษณะการใช้ที่ดินหนึ่งๆเป็นรากฐานการคำนวณ

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำทิ้งต่อหน่วยจากอาคารประเภทต่างๆในประเทศไทย

ประเภทอาคาร	หน่วย	กทม.	พัทยา	บางแสน-ชลบุรี	เทศบาลเมืองพรรณบุรี	เทศบาลเมืองสมุทรสาคร	ค่าเฉลี่ย
สถานที่ราชการ	ล/ตรม./วัน	0.98-3.4	--	--	5.4	2.1	2.54
อาคารชุด	ล/ตรม./วัน	245-674	505	650	--	736	520
โรงแรม	ล/ตรม./วัน	830	915	1210	1300	398(1)	1061(2)
โรงพยาบาล	ล/เตียง/วัน	270-1450	--	--	77.5	1400	800
อาบอบนวด	ล/ห้อง/วัน	410	--	--	--	--	410
ตลาด	ล/ตรม	40-93	--	--	75	67	69
บ้านจัดสรร	ล/คน/วัน	249	--	200	103	163	179
ร้านอาหาร	ล/ตรม.	9-58	--	--	5.4	1.7	25
ศูนย์การค้า	ล/ตรม	4.3-4.8	--	--	--	--	4.6
โรงเรียน	ล/คน/วัน	--	--	25	12.3	21	19
หอพัก	ล/ห้อง/วัน	78	--	--	--	--	78
สะพานปลา	ล/ตรม	--	--	--	--	8.8	8.8

หมายเหตุ (1) โรงแรมมีเฉพาะห้องพัก ไม่มีกิจกรรมอื่นๆ

(2)ค่าเฉลี่ยไม่รวม(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท

อาคาร	หน่วยวัด	ปริมาณน้ำเสียต่อหน่วยวัด ลิตร/วัน
1.ห้างสรรพสินค้า	พื้นที่บริการ ตรม.	8.15
	พนักงานขาย	108.08
2.โรงพยาบาล	เตียง	574
	ผู้ป่วย	847
3.ภัตตาคาร	ที่นั่ง	12.2
	ผู้ใช้บริการ	35.4
	พื้นที่บริการ (ตรม.)	11.4
4.มหาวิทยาลัย	นิสิต	22.4
	พื้นที่ห้องเรียน	6.3
5.สถานีขนส่ง	ผู้โดยสาร	1.11
6.สำนักงาน	พื้นที่ทำงาน (ตรม.)	7.7
	พนักงาน	89
7.โรงเรียน	นักเรียน	26.2
	พื้นที่ห้องเรียน (ตรม.)	19.62

หมายเหตุ อาคารที่ 1, 4, 5, 6, 7 เป็นปริมาณน้ำเสียรวมจากน้ำโสโครกจากส้วมและน้ำเสียจากกิจกรรมอื่นๆ

อาคารที่ 2, 3 ปริมาณน้ำเสียรวมจากจากน้ำโสโครกจากส้วม, น้ำเสียจากห้องครัวและน้ำเสียจากกิจกรรมอื่นๆ

4.8.6 ลักษณะของน้ำทิ้งเฉลี่ยจากชุมชน

น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนมีลักษณะเป็นกลาง คือมี pH ไม่ต่างจาก 7 มากนัก สิ่ง-สกปรกในน้ำทิ้งมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีเชื้อโรคต่างๆปนอยู่ด้วย แต่สิ่งสกปรกที่สำคัญที่สุดได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ นิยมวัดรวมเป็นค่า BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD) ซึ่งเป็นสิ่งสกปรกที่สำคัญและต้องกำจัดออก เนื่องจากเป็นสาเหตุให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสีย ดังนั้นปริมาณ ค่า BOD จึงเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุด อย่างหนึ่งในการออกแบบระบบกำจัดน้ำทิ้ง เช่นเดียวกับปริมาณน้ำทิ้งที่จะต้องกำจัด ปริมาณ ค่า BOD จะขึ้นอยู่กับมาตรฐานการครองชีพ ในตารางที่ 4.3 และ ตารางภาคผนวก ข.ที่ 1 ได้แสดง ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารสาธารณะบางประเภทมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารสาธารณะบางประเภท

สถานที่ประเภทต่างๆ	พีเอช	อุณหภูมิ (ซ)	เอสเอส (มก./ลิตร)	ซีโอดี (มก./ลิตร)	บีโอดี (มก/ลิตร)	ทีเคเอ็น (มก./ลิตร)	ฟอสฟอรัส (มก./ลิตร)
ห้างสรรพ	7.5-7.8	21-22	18-27	410-785	146-305	3.5-12.4	7.1-12.7
สินค้า	(7.6)	(22)	(22)	(627)	(238)	(8.5)	(9.6)
โรงพยาบาล	7.1-7.2	29-34	5-139	380-1640	167-830	10.0-18.4	2.1-4.7
	(7.1)	(31)	(70)	(1149)	(498)	(14.7)	(3.5)
ภัตตาคาร	5.3-6.2		79-110	390-470	276-310	21.1-39.2	2.7-3.7
	(5.8)	(28)	(97)	(429)	(292)	(28.6)	(3.0)
มหาวิทยาลัย	7.5-8.0	21-23	18-27	43-85	21-45	2.9-7.1	1.9-43
	(7.7)	(22)	(22)	(54)	(28)	(4.9)	(2.7)
สถานีขนส่ง	7.5-7.6	25-27	438-607	10700-12100	4800-7800	86-96	3.5-4.7
	(7.5)	(26)	(526)	(11400)	(6300)	(91)	(4.0)
สำนักงาน	7.3-7.5	20-22	9-22	148-312	55-124	3.7-11.4	0.7-1.1
	(7.4)	(21)	(16)	(234)	(94)	(6.5)	(0.8)
โรงเรียน	6.8-7.0		24-43	253-335	72-120	15.1-22.5	1.6-1.9
	(6.9)	(26)	(31)	(308)	(95)	(18.4)	(1.8)

ที่มา : วิทยานิพนธ์"ลักษณะและปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท"
ธานี ประดับหยิ่ว ,วิศวกรรมสุขาภิบาล, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

หมายเหตุ: ( )=ค่าเฉลี่ย

4.8.7 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งออกตามขบวนการทำทำให้เกิดน้ำทิ้งได้ 4 ประเภทคือ

1) น้ำหล่อเย็น (COOLING WATER) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ โดยปรกติไม่สกปรกมากนัก แต่มักมีอุณหภูมิสูง ซึ่งความร้อนนี้ก็เป็นสิ่งที่ต้องถูกกำจัดออกจากน้ำทิ้งอีกอย่างหนึ่ง

2) น้ำล้าง (WAST WATER) ได้แก่น้ำที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ,ล้างเครื่องจักรกล, พื้นโรงงาน ฯลฯ น้ำทิ้งประเภทนี้มักมีสารเคมีต่างๆที่ใช้ในการทำความสะอาดละลายอยู่มาก

3) น้ำจากขบวนการผลิต (PROCESS WASTEWATER) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากขบวนการผลิต มักเป็นน้ำที่มีความสกปรกมาก

4) น้ำทิ้งอย่างอื่น (MISCELLANEOUS WASTEWATER) น้ำคอนเดนเซอร์, น้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.8 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรม, ขบวนการผลิต, การควบคุมการผลิต ฯลฯ ในทางปฏิบัติหากเป็นไปได้ควรจะสำรวจและหาปริมาณน้ำทิ้งที่แท้จริง หากไม่สามารถทำได้อาจใช้การประมาณจากปริมาณน้ำใช้ก็ได้ โดยตั้งสมมุติฐานว่า ปริมาณน้ำทิ้งจะมีปรมาณร้อยละ 85-95 ของปริมาณน้ำใช้

4.8.9 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกร่รม

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบ่างประเภท

อุตสาหกรรม	ปริมาณที่ใช้	หน่วย
กระป๋อง		
ถั่วเขียว	20000	แกลลอน/ตัน
พืชผลไม้อื่นๆ	2000-10000	แกลลอน/ตัน
เคมี		
แอมโมเนีย	37500	แกลลอน/ตัน
แกสโซลีน	7000-34000	แกลลอน/แกลลอน
แลคโตส	235000	แกลลอน/ตัน
ซัลเฟอร์	3000	แกลลอน/ตัน
อาหารและเครื่องดื่ม		
เบียร์	15000	แกลลอน/แกลลอน
ขนมปัง	600-1200	แกลลอน/ตัน
บรรจุหีบห่อเนื้อสัตว์	5000	แกลลอน/ตัน(สัตว์เป็น)
พัลพ์และกระดาษ		
พัลพ์	82000-230000	แกลลอน/ตัน
กระดาษ	47000	แกลลอน/ตัน
สิ่งทอ(ฝ้าย)		
ฟอก	72000-96000	แกลลอน/ตันฝ้าย
ย้อม	9500-19000	แกลลอน/ตันฝ้าย

ในตารางที่ 4.4 ได้แสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ส่วนตารางที่ 4.5 จะแสดงลักษณะน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

ประเภทของโรงงาน	pH	SS (mg/l)	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	Total-N (mg/l)	Total PO4(mg/l)
โรงงานน้ำอัดลม	2.4	-	71200	-	-	-
โรงงานแป้งมันสำปะหลัง	3.8	-	6550	10919	-	-
โรงงานสุรา	2.3-2.5	5240-23833	17500-45000	56971-193600	398-2161	26.6-375
โรงงานทอผ้า,ย้อมผ้า	714	356	5700	16569	-	-
โรงงากระดาษ	9.4	900	752	2267	1.5	-
โรงงนไอศกรีม	7.3-7.6	28	2988	4769	-	13.1
โรงงานสับประรดกระป๋อง	-	300	1685-3453	-	-	-
โรงงานบะหมี่สำเร็จรูป	6.75	1188	2775	6425	-	45
โรงงานประกอบรถยนต์	7.5	463	26	337	-	15.25
โรงงานเนย	7.2-8.9	172-183	214-321	596-650	-	1.075

4.8.10 ผลการสำรวจจากแบบสอบถามการใช้ประโยชน์ทางน้ำของชุมชนบริเวณคลองสี่ ลาดกระบัง คลองลำปลาทิว คลองลำพุดทรา คลองลำชวดเตย คลองกอไผ่ คลองลำบึงบัว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 - 4.18 และในตารางภาคผนวก ข.ที่ 2 และ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีและชีวภาพ

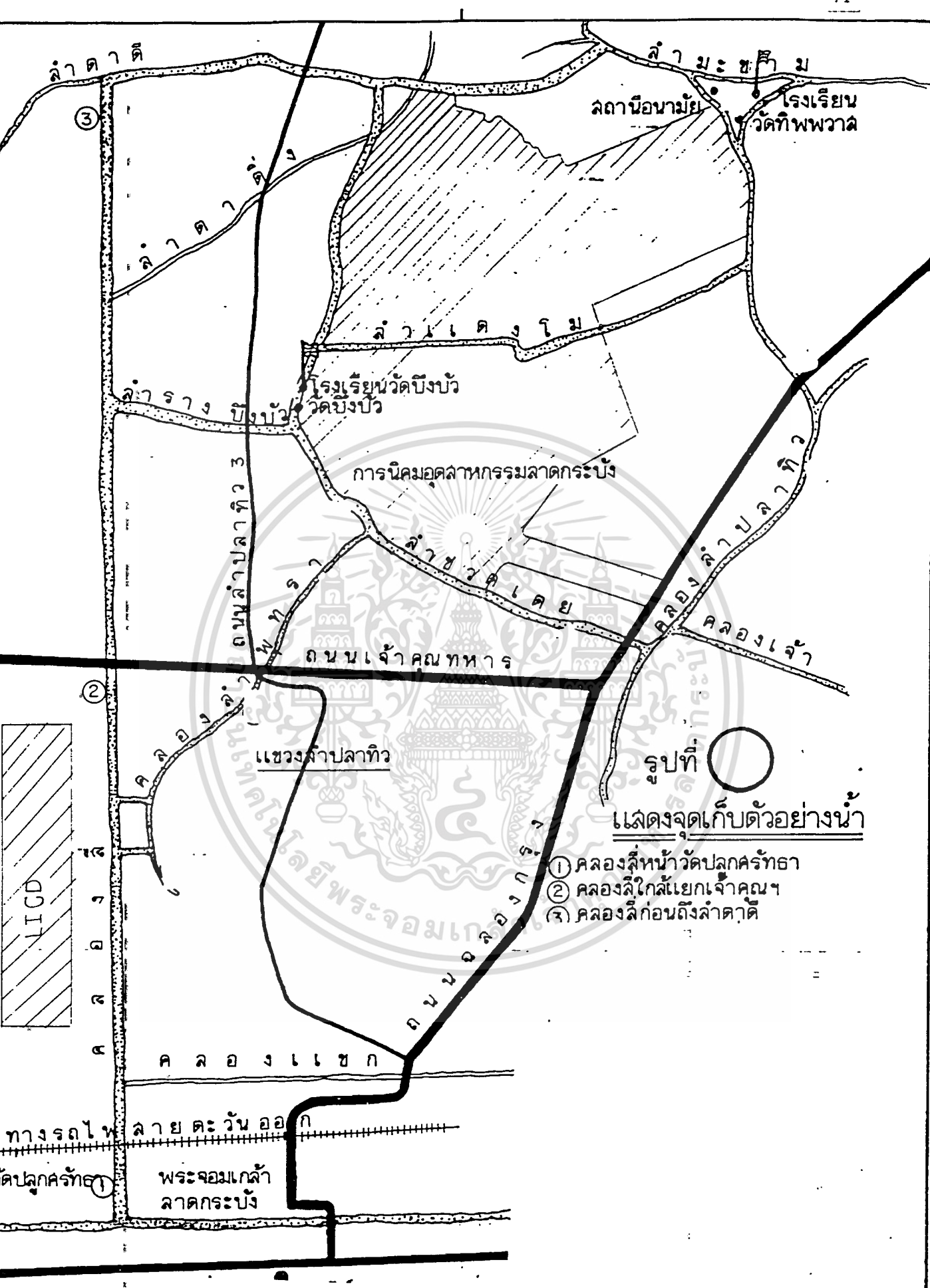
ตารางที่ 4.6 การจัดประเภทคุณภาพน้ำทางชีภาพบริเวณลำคลองสี่

บริเวณศึกษา	คุณภาพประเภท	พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์
คลองสี่	4	โคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม	15,629 5,152	-การอุปโภคบริโภคต้องผ่านกระบวนการปรบปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษ และผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปรกติ -การอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4.7 การจัดประเภทคุณภาพน้ำทางชีวภาพบริเวณคลองสี่

บริเวณศึกษา	คุณภาพประเภท	พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์
คลองสี่	4	pH	6.8	-การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อตามปรกติและปรับปรุงคุณภาพเป็นพิเศษ
		DO	0.85	
		BOD	2.7	
		NH3-N	1.91	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

เขตลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 คุณสมบัติของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศและอายุ

1.1 เพศ

เพศ	ชาย	หญิง
ร้อยละ	70	30

1.2 อายุ (อายุเฉลี่ย 50 ปี)

อายุ(ปี)	21-30	31-35	51-78	ไม่ตอบ
อัตราร้อยละ	4.0	42.0	52.5	1.5

จากการออกแบบสอบถามจำนวนข้อมูลที่เป็นเพศ ชายเป็น 70 % ส่วนเพศหญิงเป็น 30 % โดยมีอายุเฉลี่ยเป็น 50 ปี

ตารางที่ 4.9 การตั้งบ้านเรือนของผู้ตอบแบบสอบถามในบริเวณคลอง

ลำคลอง	ลำพุดทรา	ลำชวดเตย	ลำกอไผ่	ลำบึงบัว	คลองสี่	ลำปลาทิว
จำนวนครัวเรือน	22	30	26	41	47	34
ร้อยละ	11.0	15.0	13.0	20.5	23.5	17.0

ตารางที่ 4.10 การใช้ลำคลองเพื่อการบริโภค

ประเภทการใช้น้ำคลอง	จำนวนผู้ตอบ	ร้อยละ
อาบ	102	51
ซักล้าง	104	52
รดต้นไม้	108	54
ทำความสะอาด	104	52
เกษตรกรรม	73	36.5
อุตสาหกรรม	5	2.5
อื่นๆ	4	2.0
ไม่ตอบ	13	6.5

ประชากรมีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคเรียงตามลำดับดังนี้ ใช้รดต้นไม้ร้อยละ 54.0 ใช้ซักล้าง และทำความสะอาดร้อยละ 52.0 ใช้อาบร้อยละ 51.0 ใช้เพื่อการเกษตรกรรม ร้อยละ 36.5 เพื่อการอุตสาหกรรมร้อยละ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ลักษณะการใช้คลองในปัจจุบัน

ลักษณะการใช้	จำนวนผู้ตอบ(คน)	ร้อยละ
การใช้น้ำ		
-ใช้	90	45.0
-ไม่ใช้	110	55.0
การทำน้ำคลองให้สะอาด		
มี	90	45.0
-ไม่มี	110	55.0
วิธีการทำความสะอาด		
-แกว่งสารส้ม		
น้ำใช้	68	75.6
น้ำดื่ม	0	0
-ตักใส่ภาชนะตั้งทิ้งไว้รอให้ใส		
น้ำใช้	47	52.2
น้ำดื่ม	0	0
-ผ่านเครื่องกรอง		
น้ำใช้	0	0
น้ำดื่ม	0	0
-ต้ม		
น้ำใช้	2	2.2
น้ำดื่ม	0	0
-อื่นๆ		
น้ำใช้	2	2.2
น้ำดื่ม	0	0

ปัจจุบันมีประชากรใช้น้ำร้อยละ 45 ไม่ใช้ร้อยละ 55 และในการใช้น้ำคลอง มีการทำให้น้ำสะอาดก่อนร้อยละ 45 ไม่มีการทำให้น้ำสะอาดก่อนร้อยละ 55 วิธีในการทำให้น้ำสะอาดก่อนใช้ คือ การแกว่งด้วยสารส้มร้อยละ 75.6 ตักใส่ภาชนะตั้งทิ้งไว้รอให้ใสร้อยละ 52.2 ใช้วิธีต้มร้อยละ-2.2 ส่วนการทำน้ำคลองให้สะอาดเพื่อใช้ดื่มไม่มีผู้ตอบหรือคิดเป็นร้อยละ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ลักษณะน้ำในคลองที่ใช้

ลักษณะน้ำในคลองที่ใช้อยู่	จำนวนผู้ตอบ(คน)	ร้อยละ
-ขุ่นบ้างแต่สามารถใช้ได้ทั้งปี	82	4.0
-ขุ่นบ้างแต่สามารถใช้ได้บางฤดูกาล	36	18.0
-น่าเน่าเหม็นจนไม่อาจใช้ได้	70	35.0
-อื่นๆ	10	5.0
-ไม่ตอบ	2	1.0

ตารางที่ 4.13 ช่วงเวลาที่ใช้น้ำคลองได้และไม่ได้

เดือน	ใช้ได้		ใช้ไม่ได้		ไม่ตอบ	
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
มีนาคม	75	37.5	112	56.0	13	6.3
เมษายน	75	37.5	112	56.0	13	6.3
พฤษภาคม	102	51.0	85	42.5	13	6.3
มิถุนาคม	106	53.0	81	40.5	13	6.3
กรกฎษคม	110	55.0	77	38.5	13	6.3
สิงหาคม	110	55.0	77	38.5	13	6.3
กันยายน	110	55.0	77	38.5	13	6.3
ตุลาคม	111	55.5	76	38	13	6.3
พฤศจิกายน	109	54.5	78	39	13	6.3
ธันวาคม	108	54.0	79	38.5	13	6.3
มกราคม	99	49.5	87	43.5	14	7.0
กุมภาพันธ์	88	44	98	49.0	14	7.0

ลักษณะน้ำในคลองที่ใช้อยู่ มีผู้ตอบว่ามีลักษณะขุ่นบ้าง แต่สามารถใช้ได้ทั้งปีร้อยละ 41.0 น้ำเน่าเหม็นจนไม่สามารถใช้ได้ร้อยละ 35.0 และมีลักษณะขุ่นบ้างแต่สามารถใช้ได้บางฤดูกาลร้อยละ 18.0 ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าช่วงเวลาที่สามารถใช้น้ำในคลองได้เกินร้อยละ 50 ในช่วงเดือนพฤษภาคม-ธันวาคม และช่วงเวลาที่สามรถใช้ได้ต่ำกว่าร้อยละ 50 คือช่วงเดือนมกราคม-เมษายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 วันที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุด

วัน	จำนวนผู้ตอบอันดับหนึ่ง	อัตราร้อยละ
จันทร์	60	30.0
อังคาร	44	22.0
พุธ	44	22.0
พฤหัสฯ	44	22.0
ศุกร์	51	25.5
เสาร์	111	55.5
อาทิตย์	109	54.5

ตารางที่ 4.15 ช่วงเวลาที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุด

ช่วงเวลา	จำนวนผู้ตอบอันดับหนึ่ง	อัตราร้อยละ
6.00-12.00 น.	86	43.0
12.00-18.00 น.	84	42.0
18.00-24.00 น.	74	37.0
24.00-6.00 น.	114	57.0

ตารางที่ 4.16 ฤดูที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุด

ช่วงเวลา	จำนวนผู้ตอบอันดับหนึ่ง	อัตราร้อยละ
ฤดูร้อน (มี.ค.-มิ.ย.)	108	54.0
ฤดูฝน (ก.ค.-ต.ค.)	93	46.5
ฤดูหนาว (พ.ย.-ก.พ.)	33	16.5

วันที่น้ำในคลองส่งกลิ่นเห็นมากที่สุดคือ วันเสาร์ร้อยละ 55.5 รองลงมาคือ วันอาทิตย์ วันจันทร์ วันศุกร์ คิดเป็นร้อยละ 54.5, 30.0 และ 25.5 ตามลำดับ ช่วงเวลาที่ส่งกลิ่นเห็นมากที่สุด คือเวลา 24.00-06.00 น.คิดเป็นร้อยละ 57.0 รองลงมาคือเวลา 06.00-12.00 น. คิดเป็นร้อยละ 43 เวลา 12.00-18.00 น. คิดเป็นร้อยละ 42 และเวลา 18.00-24.00 น. คิดเป็นร้อยละ 37.0 ของผู้ตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ช่วงฤดูกาลที่มีปัญหาในการใช้น้ำคลองมากที่สุด

ช่วงเวลา	จำนวนผู้ตอบอันดับหนึ่ง	อัตราร้อยละ
ฤดูร้อน (มี.ค.-มิ.ย.)	113	56.5
ฤดูฝน (ก.ค.-ต.ค.)	87	43.3
ฤดูหนาว (พ.ย.-ก.พ.)	33	16.5

ตารางที่ 4.18 วิธีการกำจัดน้ำที่ใช้แล้วของชุมชน

วิธีการกำจัดน้ำเสีย	จำนวนผู้ตอบ	ร้อยละ
ปล่อยลงคลอง	47	23.5
ปล่อยให้ซึมลงดิน	154	77.0
ใช้บ่อเกรอะ	2	1.0
ใช้ท่อระบายน้ำปล่อยลงที่สาธารณะ	4	2.0
อื่นๆ	1	0.5
ไม่ตอบ	2	1.0

ประชาชนมีปัญหาในการใช้น้ำคลองในช่วงฤดูร้อนมากที่สุด ระหว่างเดือนมีนาคม-มิถุนายน คิดเป็นร้อยละ 56.5 รองลงมาคือ ฤดูฝน(กรกฎาคม-ตุลาคม) ร้อยละ 43.3 และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ร้อยละ 16.5 จากตารางที่ 4.18 ประชาชนผู้ตอบแบบสอบถามมีวิธีการกำจัดน้ำเสียโดยปล่อยให้ซึมลงดินมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 77.0 รองลงมาคือ การปล่อยลงคลอง คิดเป็นร้อยละ 23.5 ประชาชนมีวิธีการกำจัดน้ำที่ใช้แล้ว โดยวิธีการใช้ท่อระบายน้ำปล่อยลงที่สาธารณะ ใช้บ่อเกรอะ อื่นๆ และไม่ตอบ คิดเป็นร้อยละ 2.0, 1.0, 0.5 และ1.0 ตามลำดับของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการสำรวจการใช้ประโยชน์ทางน้ำของชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณลำคลองโดยรอบการนิคมอุตสาหกรรมลากระบัง ปรากฏว่า ประชาชนยังใช้ประโยชน์จากลำคลองทั้งหก เพื่อประกอบภาระกิจประจำวันในการเดินทางและการขนส่งร้อยละ 77.5 และ 61.5 เพื่อการอุปโภคร้อยละ 56.5 ใช้เพื่อการเกษตรกรรม ร้อยละ 36.5 ไม่มีประชาชนใช้น้ำคลองเพื่อการบริโภค ประชากร้อยละ 90.0จะใช้น้ำคลองเป็นประจำทุกฤดูกาล

4.9 ลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเสียเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบระบบบำบัด ลักษณะน้ำเสียที่ควรพิจารณามีดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.1 ค่า pH

ค่า pH เป็นค่าแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน (H+)ในน้ำเสีย โดยคำนวณได้จากสูตร pH=-log[H+] เมื่อ [H+] = ความเข้มข้นของ H+ (โมล/ลิตร) ในทางปฏิบัติ ค่า pH แสดงถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย น้ำเสียจะมีคุณสมบัติเป็นกรด เมื่อ ค่า pH น้อยกว่า 7 เป็นด่างเมื่อค่า pH มากกว่า 7 และเป็นกลางเมื่อค่า pH เท่ากับ 7 ค่า pH ของน้ำเสียมีความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นจะต้องควบคุมค่า pH ของน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม การวัดค่า pH ที่ต้องการค่าละเอียดต้องใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า pH METER

4.9.2 สารละลายออกซิเจนในน้ำ (DISSOLVED OXIGEN)

สารละลายออกซิเจนในน้ำเป็นดัชนีที่บอกคุณภาพของน้ำที่สำคัญเพราะออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและป้องกันไม่ให้น้ำเน่าเหม็น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างคือ

1.) แปรผันโดยตรงกับความดันของบรรยากาศ ถ้าความดันสูงออกซิเจนจะละลายน้ำได้มาก

2.) แปรผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณภูมิของน้ำสูง ออกซิเจนจะละลายได้น้อยลง

3.) แปรผกผันกับความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำ ถ้าความเข้มข้นของเกลือแร่สูงออกซิเจนจะละลายได้น้อย

4.9.3 ความต้องการออกซิเจน (OXIGEN DEMAND)

ในน้ำเสียส่วนใหญ่มีสิ่งสกปรกหลายชนิดที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายออกซิเจนได้ และเป็นสาเหตุให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง สิ่งสกปรกเหล่านี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1.) สารอินทรีย์ที่ไม่มีไนโตรเจน ได้แก่สารอินทรย์ที่มีแต่คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น แป้ง น้ำตาล ฯลฯ สารอินทรีย์เหล่านี้จุลินทรน์ใช้เป็นอาหารได้โดยใช้ออกซเจนไปทำปฏิกิริยาชีวเมีกับสารอินทรีย์ให้ได้พลังงานในการดำรงชีวิต

2.) สารประกอบไนโตรเจน ได้แก่สารอินทรย์ที่มีไนโครเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีน และสารประกอบอนินทรีย์พวกไนโตรไตท์(NO2-) และแอมโมเนีย (NH4+)สารเหล่านี้เป็นอาหารของแบคทีเรียบางพวก โดยใช้ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับสารพวกนี้ แล้วได้สารประกอบไนเตรทและพลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) สารอินทรีย์ สารประกอบอนินทรีย์บางชนิด เช่น เฟอรัส ซัลไฟด์ สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำโดยตรง

การหาความต้องการออกซิเจนของน้ำทำได้หลายวิธี ที่ใช้มากได้แก่ BOD, COD,TOD, ThOD และ TOC

1) BOD (BIOCHMECAL OXIGEN DEMAND)

ได้แก่ความต้องการออกซิเจนของน้ำดสียหาได้โดยใช้ขบวนการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้คือ ปริมาณ BOD เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำจะเกิดขึ้นอช่างช้าๆกว่าสารอินทรีย์จะถูกทำลายหมดจะใช้เวลาหลายสิบวัน ตามมาตรฐานสากลจึงวัดค่า BOD ภายในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส BOD ในระยะ 5 วัน (BOD5) จะมีค่า ประมาณ 70-80 % ของ ทั้งปริมาณ BOD ทั้งหมด ค่า BOD เป็นลักษณะของน้ำเสียที่สำคัญที่สุดในการกำจัดน้ำเสียประเภทอินทรย์และในการควบคุมปัญหาน้ำเสีย ปริมาณที่ต้องการใช้ระบบกำจัดแบบชีวเคมี จะขึ้นอยู่กับปริมาณ BOD ที่เข้าสู่ระบบ

2) COD (CHEMICAL OXIGEN DEMAND)

คือค่าความต้องการอออกซิเจนของน้ำเสียที่หาโดวิธีทางเคมี ดังนั้น COD จึงแสดงถึงปริมาณสารอินทรียีทั้งหมดในน้ำเสียทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ปกติค่า COD สูงกว่าค่า BOD เสมอ การหาค่า COD จะรู้ผลภายใน 3 ชั่วโมง ดังนั้นการหาค่า COD จึงเหมาะสมในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีข้อผิดพลาดจะได้สามารถแก้ไขได้ทันท่วงที และใช้ในการประเมินค่า BOD อย่างคร่าวๆได้ ข้อเสียของค่า COD คือไม่สามารถบอกได้ว่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลายตัวได้ยากง่ายเพียงใด และค่า COD มีความสัมพันธ์กับค่า BOD ในน้ำเสียหนึ่งๆไม่มีความสัมพันธ์กันที่แน่นอน

3) TOD (TOTAL OXIGEN DEMAND)

คือปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการเผาผลาญสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำ สาร-อนินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่คงตัว โดยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในห้องสันดาปที่มีพลาตินั่มเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ค่า BOD หาได้จากปริมาณออกซิเจนที่ใช้ไปทั้งหมด การหาค่า TOD ทำได้รวดเร็วมาก และค่า TOD มีความสัมพันธ์กับค่า COD จึงเหมาะสมที่จะใช้ในงานวิจัยที่การวิเคราะตัวอย่างน้ำเสียเป็นจำนวนมากๆ

4) ThOD (THEORETICAL OXIGEN DEMAND)

คือ ปริมาณออกซิเจนที่คำนาณจากสมการเคมีระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่รู้สูตรแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) TOC (TOTAL ORGANIC CARBON)

คือ ปริมาณคาร์บอนในสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ค่าที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับค่า BOD และสามารถหาได้รวดเร็ว

4.9.4 ของแข็ง (SOLIDS)

หมายถึงสิ่งเจือปนในน้ำเสียที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น พวกกรดอินทรีย์ และกรดอื่นๆที่ละลายในน้ำ

TOTAL SOLID (TS) คือสิ่งที่เหลืออยู่ภายหลังจากการระเหยน้ำออกจนหมดและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจจะแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1.) DISSOVLED SOLIDS หมายถึง ส่วนที่ละลายได้ในน้ำส่วนมากได้แก่ เกลืออินทรีย์ และสารอินทรีย์บางอย่างเช่น น้ำตาล

2.) INSOLUBLE SOLIDS หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามขนาดของชิ้นส่วนที่ไม่ละลายคือ

2.1) SUSPENDED SOLIDS หมายถึงส่วนที่ไม่ละลายน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอย(Suspend) อยู่ในน้ำได้

2.2) SETTLEABLE SOLIDS หมายถึงตะกอนขนาดใหญ่และหนักสามารถตกมารวมกันยังส่วนล่างได้

การวิเคราะห์หาค่า SOLIDS มีความสำคัญดังนี้คือ

1.) ปริมาณ TOTAL SOLIDS หมายถึง ปริมาณส่งเจือปนมฃทั้งหมดในน้ำมากน้อยเพียงไร

2.) ปริมาณ SUSPENDED SOLIDS มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากสารแขวนลอยนี้จะกั้นแสงแดดที่ส่องลงมาในน้ำ ยังผลให้การสังเคราะห์แสงในน้ำลดลง เป็นการลดปริมาณออกซิเจรในน้ำได้ทางหนึ่ง

3.) ปริมาณ VOLATILE SOLIDS บอกให้ทราบถึงปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำอย่างคร่าวๆ

4.) ค่า SETTLEABLE SOLIDS มีความสำคัญต่อการออกแบบว่าจำเป็นต้องใช้ถังตกตะกอนหรือไม่ และเพื่อหาขนาดของเครื่องสูบน้ำ

4.9.5 ไนโตรเจน (NITROGEN)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่ความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิติ ดังนั้นการกำจัดน้ำโสโครก โดยวิธีชีววิทยา ซึ่งใช้แบคทีเรียในการย่อยสลาย จึงจำ เป็นที่จะต้องมีปริมาณไนโตรเจนที่มากพอสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.6 ฟอสฟอรัส (PHOSPHORUS)

ปกติตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมาก สาวนใหญ่มาจากผงซักฟอกในน้ำทิ้ง ซึ่งอยู่ในรูปของ POLY PHOSPHATE ถ้ามีฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำมากเกินไป จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ ALGAL BLOOM และเมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตายไปจะเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและทำให้แหล่งน้ำนั้นเน่าเสียได้

ในขบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน จำเป็นต้องใช้ฟอสฟอรัสช่วยเพื่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยทั่วไปอัตราส่วน BOD:N:P =100:5:1

4.10 การกำจัดน้ำทิ้ง

4.10.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง(Effuent Quality Standards)

การกำจัดน้ำทิ้ง (wastewater treatment) คือ การแยกหรือทำลายสิ่งสกปรกต่างๆที่มีอยู่ในน้ำให้มีปริมาณลดลงจนอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียขึ้นในแหล่งน้ำที่ได้รับนั้น

4.10.2 ขวนการกำจัดน้ำทิ้ง

ขบวนการกำจัดน้ำทิ้งโดยทั่วไปประกอบด้วยขบวนการย่อย(unit process)หลายขบวนการมารวมกัน ขบวนการย่อยจัดแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆคือ

1.) ขบวนการทางฟิสิกซ์ (phisical process) ใช้ในการกำจัดของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่การดักด้วยตระแกรง (screening) การกวาด (skimming) การทำให้ลอย (flotation) การตกตะกอน(sedimentaion) การแยกด้วยแรงเหวี่ยง(cetrifugation) การกรอง(filtration)

2.) ขบวนการทางเคมี (chemical process) ใช้ในการกำจัดสารประกอบต่างๆซึ่งส่วนมากเป็นสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง ได้แก่ การทำให้เป็นกลาง(neutralization) การทำให้เกิดตะกอน (sedimetion)การเติมและลดออกซิเจน (oxidation-reduction)นอกจากนี้ยังใช้ในการช่วยการตกตะกอน (chemical coagulation)

3.) ขบวนการทางชีววิทยา (biological process) ใช้ในการกำจัดสารประกอบต่างๆซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ขบวนการกำจัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic process) ได้แก่ oxidationpond, activated-sludge, aerated lagoon, trickling filter, biological disc filter, และขบวนการกำจะดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic process)ได้แก่ anaerobic lagoon, amaerbic digestion, anaerobic contact, anaerobic filterrs.

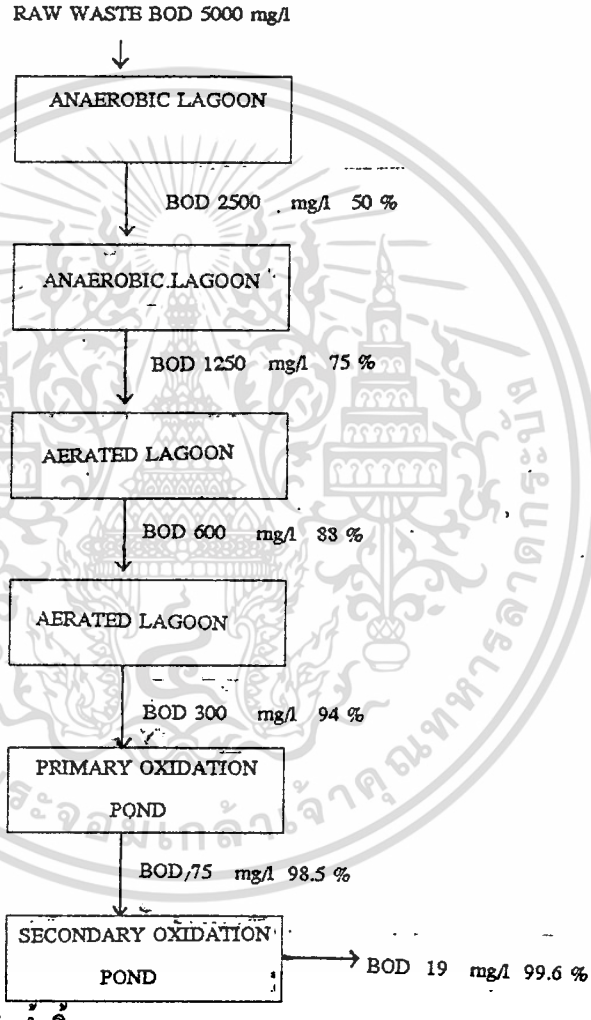
4.) ขบวนการทางฟิสิกัลเคมี (phisical-chemical process) ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินททรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ ได้แก่การดูดซึม (carbon adsorption) การแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange)

4.10.3 การเลือกขบวนการกำจัดน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คราว (bath) หรือต่อเนื่อง (cotinuous) จะต้องทดสอบขบวนการกำจัดใดบ้างในห้องปฏิบัติการ เพื่อหลักเกณฑ์การออกแบบที่เหมาะสม

2.) คุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ เป็นเครื่องกำหนดขั้นตอนหรือความยุ่งยากของขบวนการกำจัด ขบวนการกำจัดจะมีความยากยิ่งขึ้นตามระดับคุณภาพน้ำทิ้ง ตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจะต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มก/ล ขบวนการกำจัดมีหลายขั้นตอน ดังในแผนผังรูปที่ 4.2

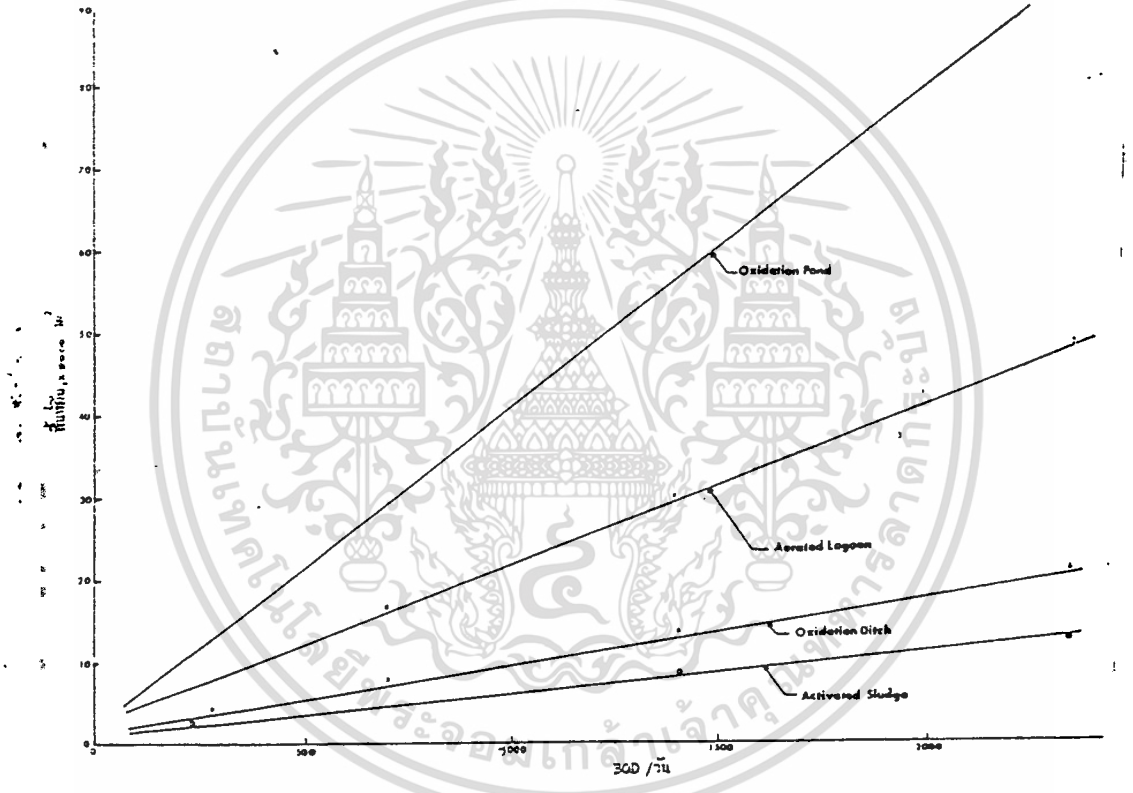


รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการกำจัดน้ำทิ้ง

3.) ราคาที่ดินและพื้นที่ดินที่ต้องการ โดยทั่วไประบบกำจัดที่ใช้ที่ดินมาก จะเป็นระบบที่ใช้เครื่องจักรกลน้อยและดูแลง่าย เช่น oxidation pond และระบบ anaerobic lagoon ในการกำจัดน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมอินทรีย์(organic industries)พื้นที่ดินที่ต้องการและราคาที่ดินมีความสำคัญในการเลือกขบวนการกำจัด รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ดินที่ต้องการสำหรับขบวนการกำจัดด้วยวิธีชีววิทยา (biological process)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ราคาที่ดินและพื้นที่ดินที่ต้องการ โดยทั่วไประบบกำจะดที่ใช้ที่ดินมาก จะเป็นระบบที่ใช้เครื่องจักรกลน้อยและดูแลง่าย เช่น oxidation pond และระบบ anaerobic lagoon ในการกำจัดน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมอินทรีย์(organic industries)พื้นที่ดินที่ต้องการและราคาที่ดินมีความสำคัญในการเลือกขบวนการกำจัด รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ดินที่ต้องการสำหรับขบวนการกำจัดด้วยวิธีชีววิทยา (biological process)



รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ดินที่ต้องการใช้สำหรับระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบต่างๆ

4.) ความยุ่งยากในการควบคุมและบำรุงรักษาระบบกำจัด ระบบกำจัดที่ใช้เครื่องจักรกลมากจะเป็นระบบที่ควบคุมและรักษายาก เช่น ระบบกำจัดแบบ activated sludge ดังนั้นหากทำได้ควรเลือกระบบที่กำจัดที่ง่ายที่สุด

5.) ความยากลำบวกในการจัดหาหรือซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ

6.) ปัญหาเรื่องข้อเดือดร้อนรำคาญต่างๆ ข้อเดือดร้อนรำคาญต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ภายในการกำจัดน้ำทิ้งที่สำคัญได้แก่

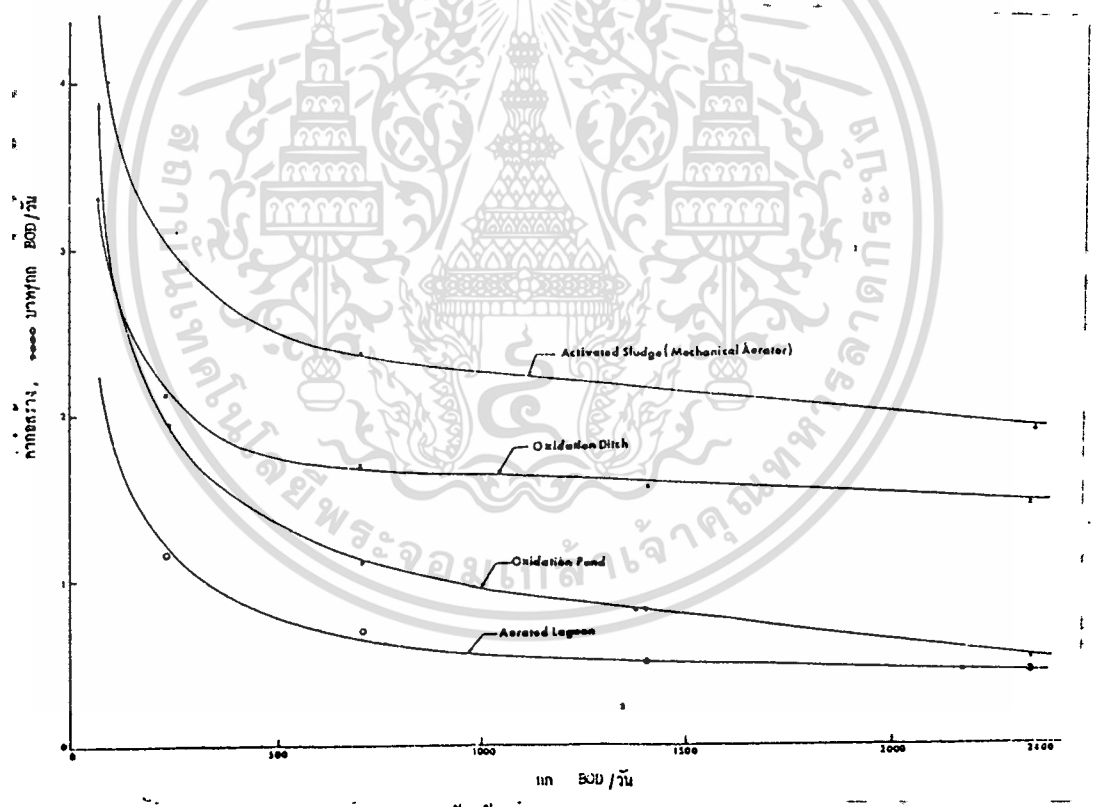
6.1) กลิ่นเหม็น รำบบ anaerobic lagoons จะมีกลิ่นเหม็น จึงควรสร้างให้ห่างไกลจากชุมชน ระบบ trickling filters อาจมีกลิ่นเหม็นได้มากเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2) เสียง เครื่องเป่าอากาศ (air blowers) บางแบบที่ใช้ในระบบ activated sludge มีเสียงดังมาก อาจต้องใช้เครื่องเก็ยเสียง

6.3) แมลงและนก ระบบ trickling filters ส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่องแมลงตอมมาก และมีฝูกนกมากินเศษสิ่งสกปรกในน้ำทิ้งและเมือกแบคทีเรียบนก้อนหินใน trickling filterrs

7.) ต้นทุนในการกำจัด ต้นทุนในการกำจัดได้แก่ค่าใช้จ่ายในการกำจัด (operating cost) รวมกับค่าก่อสร้างระบบกำจัดรวมค่าที่ดิน (capital cost) ค่าก่อสร้างและค่าที่ดินหรือเงินลงทุนนั้นจะต้องคิดเป็นค่าเสื่อมราคาหรือเงินกู้ยืมกำหนดใช้คืนในระยะเวลา 10 ถึง 15 ปี รูปที่ 4.4 แสดงค่าก่อสร้างระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบต่างๆต่อหน่วยน้ำหนัก BOD ซึ่งควรคูณด้วย 2.5-3.0 เป็นราคาปัจจุบัน



รูปที่ 4.4 แสดงค่าก่อสร้างระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบต่างๆ

4.10.4 การกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชน

โดยทั่วไป การกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนแบ่งได้เป็น 4 ขั้นดังนี้คือ(ดูรูปที่ 4.5)

1.) การกำจัดขั้นเตรียมการ (preliminary treatment) ได้แก่การแยกสิ่งสกปรกขนาดใหญ่โดยใช้ตระแกรง (screens) และแยกตะกอนดินทรายที่มีน้ำหนักมากโดยใช้รางตก

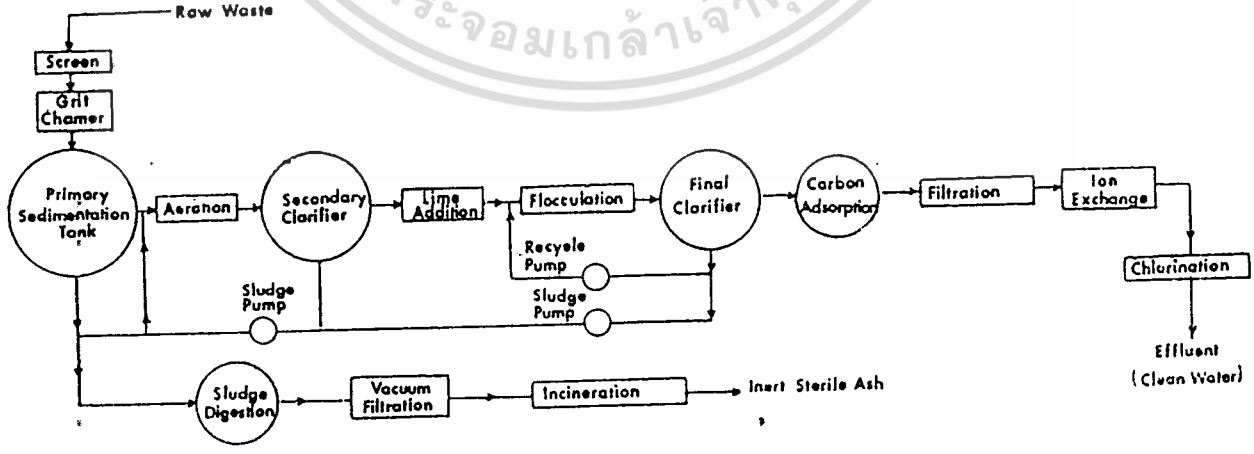
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกอน (grit chamber) เพื่อปรับคุณภาพของน้ำทิ้งให้เหมาะสมแก่การกำจัดขั้นต่อไป การกำจัดในขั้นนี้ลดค่า BOD ได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่ได้เลย

2.) การกำจัดขั้นต้น (primary treatment) ได้แก่การนำน้ำทิ้งมาตกตะกอนเบาซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ออกจากน้ำทิ้ง ตะกอนที่แยกออกจากก้นถังตกตะกอน เรียกว่า primary sludge ต้องนำไปกำจัดต่อไป การกำจัดในขั้นตอนนี้จะลดค่า BOD ได้ประมาณ 25-40 % แล้วแต่คุณลักษณะน้ำทิ้ง และประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

3.) การกำจัดขั้นที่สอง (secondary treatment) ได้แก่การกำจัดสารอินทรีย์หรือBOD ซึ่งอยู่ในรูปคอลลอยด์ การกำจะดใช้ขบวนการทางชีววิทยาแบบต่างๆเช่น activated sludge และ trickling filters ซึ่งใช้แบคทีเรียเป็นตัวทำลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง จะตะกอนแบคทีเรียที่จะต้องกำจัด (secondary filters) รวมกับตะกอนที่เกิดจากการกำจัดขั้นต้น กี่กำจัดขั้นที่สองนั้จะลดค่าBOD ได้ประมาณ 75-95 % ค่า BOD ของน้ำทิ้งจะต่ำกว่า 20 มก/ล

4.)การกำจัดขั้นที่สาม (tertiary treatment) ใช้ในกรณีที่ต้องการน้ำทิ้งที่สะอาดจนสามารถใช้ในการอุปโภคได้ ขบวนการกำจัดที่ใช้เป็นขบวนการเคมีรวมกับขบวนการฟิสิกัลเคมี ในแผนผังรูป 4.5 น้ำทิ้งจากการกำจัดขั้ที่สองจะถูกนำมาตกกะกอนแยกสารประกอบฟอสเฟต ออกด้วยน้ำปูนขาว (line) จากนั้นจึงนำมากำจัดสารเคมีที่เหลืออยู่ด้วยขบวนการซึม (carbon - adsorption) และกำจัดแอมโมเนียและสารประกอบต่างๆออกด้วยขบวนการ ion exchange หลังจากฆ่าเชื้อโรคแล้วจะได้น้ำที่สะอาด



รูปที่ 4.5 แสดงแผนผังการกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนที่สมบูรณ์แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10.5 การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างยุ่งยากกว่าการกำจัดน้ำทิ้งจากชุมชน และต้นทุนการกำจัดสูงกว่ามาก ทั้งนี้เพราะ

1.) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีอุณหภูมิสูงมาก ประมาณ 40-60 องศาเซลเซียส ทำให้ต้องมีหอระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิ

2.) โดยทั่วไปมีกรดหรือด่างเจือปนอยู่มาก ทำให้ pH ต่ำหรือสูงกว่า 7 มากจำเป็นต้องมีการปรับค่า pH

3.) มักจพขาดสารอาหารเสริมสร้างบางอย่างที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จำเป็นต้องเติมสารประกอบที่มีธาตุทั้งสองนี้ลงไปในน้ำทิ้ง หากกำจัดด้วยขบวนการทางชีววิทยา

4.) มักมีค่า BOD สูงมาก การลดค่า BOD จนถึง 20 มก/ล ตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมจะต้องเสียค่ามาก และขบวนการกำจัดยุ่งยากซับซ้อน

5.) มักมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่กำจัดยากปนอยู่ด้วย

การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมไม่มีขบวนการแบบแผนแน่นอน ขบวนการกำจัดขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปน้ำทิ้งอนินทรีย์ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ ต้องใช้ขบวรการทางเคมีกำจัด และไม่มีวิธีอื่นให้เลือกมากนัก ส่วนน้ำทิ้งอินทรีย์ที่ต้องกำจัดด้วยขบวนการชีววิทยานั้น จะมีขบวนการกำจัดที่เลือกได้หลายแบบ

โดยทั่วไปแล้ว น้ำทิ้งอินทรีย์มีค่า BOD สูงเกินกว่า 3,000 มก/ล จะต้องกำจัดขั้นต้นด้วยขบวนชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจนก่อน แล้วจึงกำจัดขั้นต่อไปด้วยขบวรการทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจน

การกำจัดน้ำทิ้งด้วยวิธีเคมี เช่น ตกตะกอนด้วยสารส้มหรือปูนขาว โดยทั่วไปไม่สามารถลดค่า BOD ได้ต่ำกว่า 20 มก/ล เว้นแต่กรณีย์น้ำทิ้งมีค่า BOD ต่ำมาก ดังนั้นการตกตะกอนด้วยสารเคมีจึงกำจัดได้แต่ BOD ที่เป็นตะกอนแขวนลอยและอนุภาคคอลลอยด์เท่านั้น และจะลดค่า BOD ได้ไม่เกิน 50 %

4.11 ระบบ Activated Sludge

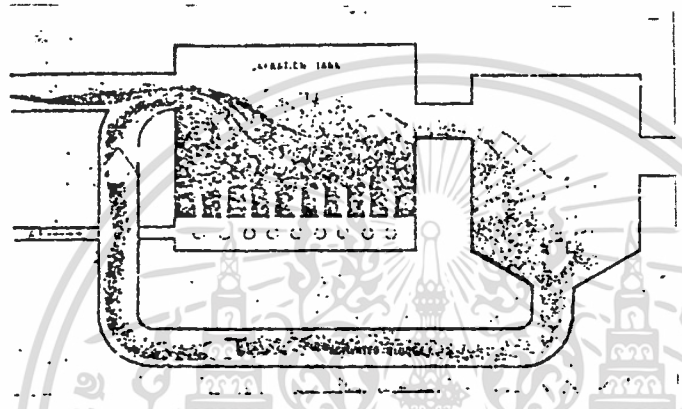
4.11.1 หลักการ ระบบ Activated Sludge(จะเขียนย่อเป็น AS)

เป็นระบบกำจัดที่ใช้เครื่องจักรกลมากที่สุด ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการกำจัดจึงสูงกว่าระบบอื่น แต่ใช้พื้นที่น้อยกว่ามาก ระบบ AS เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายและเหมาะสมในกรณีที่พื้นที่ดินมีจำกัด หรือที่ดินมีราคาแพงมาก และต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง การกำจัดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่งด้วยระบบ AS ระบบ AS มีใช้อยู่ในประเทศไทยหลายแห่ง เช่นที่โรงงานเปปซี่โคล่า โรงงานโฮ้เรไนลอนไทย โรงงานกำจัดน้ำโสโครกที่ห้วยขวาง ฯลฯ

ระบบ AS มีแบบปลีกย่อยหลายแบบ แต่ทุกแบบมีหลักการเหมือนกัน ดังแผนผังในรูปที่ 4.6 กล่าวคือ ระบบจะต้องประกอบด้วยถังปฏิกิริยาซึ่งเป็นถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตะกอน



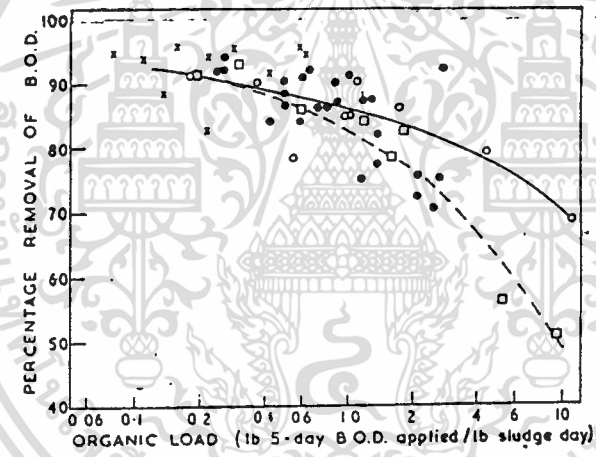
รูปที่ 4.6 แสดงแผนผังหลักการของระบบ Activated Sludge

น้ำทิ้งจะถูกสูบมาเข้าถังเติมอากาศเพื่อทำปฏิกิริยากับแบคทีเรีย อัตราการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะถูกเร่งให้เร็วขึ้นโดยการเพิ่มทั้งปริมาณอ๊อกซิเจนและปริมาณแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจะทำลายBOD ในน้ำทิ้งและเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วปริมาณแบคทีเรียในถังเติมอากาศจะมีมากจนจับกันเป็นตะกอนชิ้นใหญ่ ๆ มีสีน้ำตาลเข้มจึงเรียกว่า Activated - Sludge น้ำผสมระหว่างน้ำทิ้งกับตะกอนแบคทีเรียในถังเติมอากาศเรียกว่า Mixed Liquor ในถังเติมอากาศจะมีระบบเติมอากาศเพื่อทำหน้าที่ให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรียและกวน Mixed-Liquor เพื่อให้ตะกอนแบคทีเรียอยู่ในลักษณะแขวนลอยกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ หลังจากถูกกักอยู่ในถังเติมอากาศเป็นเวลาหลายชั่วโมง Mixed Liquor จะไหลจากถังเติมอากาศมาเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนแบคทีเรียออกจะได้น้ำทิ้งที่ใสสะอาดและมีค่า BOD ต่ำ ส่วนตะกอนแบคทีเรียที่จมอยู่บนก้นถังตกตะกอนส่วนใหญ่จะถูกสูบไปเข้าถังเติมอากาศ เพื่อรักษาปริมารแบคทีเรียในถังเติมอากาศให้คงที่ ตะกอนแบคทีเรียส่วนเกินที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะต้องนำไปกำจัด เนื่องจากมีการหมุนเวียนนำตะกอนแบคทีเรียไปใช้ในระบบกำจัดอีก ค่า SRT จึงสูงกว่าค่า HRT มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตที่สำคัญคือ ในระบบ AS นั้น ปริมาณ BOD เพียงไม่เกิน 50 % ที่ถูกทำลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไป ส่วนที่เหลือนั้นถูกแยกออกจากน้ำทิ้งในรูปของตะกอนแบคทีเรียซึ่งต้องนำไปกำจัดต่อไป

ในทางปฏิบัติ ปริมาณหรือความเข้มข้นของแบคทีเรียในถังเติมอากาศ คิดเป็นปริมาณตะกอนแขวนลอยของ Mixed Liquor (Mixed Liquor Suspended Solids = MLSS) หรือส่วนของ MLSS ที่เป็นสารอินทรีย์ (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids = MLVSS) ส่วน F/M คิดจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณ BOD ที่เข้าสู่ถังเติมอากาศกับปริมาณ MLSS หรือ MLVSS ที่อยู่ในถังเติมอากาศ อัตราส่วนนี้เรียกว่า Sludge Loading ทั้งค่า MLSS และ Sludge Loading เป็นตัวกำหนดในการออกแบบที่สำคัญ เพราะเป็นค่าที่คุมขนาดของถังเติมอากาศและเวลาในการเติมอากาศประสิทธิภาพในการลด BOD จะขึ้นอยู่กับตัวกำหนดในการออกแบบทั้งสองนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการลดค่า BOD กับ Sludge Loading

4.11.2 จุลชีววิทยาของระบบ AS การออกแบบและการควบคุมระบบ AS จำเป็นต้องเข้าใจถึงการเกิดตะกอนแบคทีเรีย และองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบ AS

1)การเกิด Activated Sludge

สมมติถ้าน้ำทิ้งมาปริมาณหนึ่ง เช่น 2 ลิตร เติมเชื้อแบคทีเรียเช่นน้ำทิ้งจากถังส้วมลงไปประมาณ 10 มล. จากนั้นเดินเครื่องเติมอากาศชนิดที่ใช้อ่างเลี้ยงปลา เพื่อเป่าอากาศลงไปในน้ำอยู่ตลอดเวลาเป็นเวลาประมาณ12 - 24ชั่วโมงจึงหยุดเครื่งประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการตกตะกอน รินน้ำใสออกแล้วเติมน้ำทิ้งลงไปอีก ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจะเห็นได้ว่า น้ำทิ้งจะมีตะกอนแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้นทุกที จนในที่สุดได้ตะกอนสีน้ำตาลเข้มจักกันเป็นก้อนเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไปในน้ำทิ้ง ตะกอนนี้คือ Activated-Sludge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิด Activated-Sludge อธิบายได้ดังนี้คือ ในระยะเริ่มแรกปริมาณแบคทีเรียจะน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณอาหารหรือ BOD ในน้ำทิ้ง ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างปริมาณอาหารกับปริมาณแบคทีเรีย (Food to Microorganism Ratio หรือ F/M) จะมีค่าสูงมากเกินกว่า 2.5 เนื่องจากอาหารมีเหลือเฟือ การเจริญเติบโตของแบคทีเรียจึงไม่มีขีดจำกัดและอยู่ใน Log-Growth-Phase แบคทีเรียจะทวีจำนวนอย่างรวดเร็วและอัตราการทำลาย BOD จะมีค่าสูงสุดอัตราการใช้ออกซิเจนจึงมีค่าสูงสุดด้วย แบคทีเรียแต่ละตัวจะมีพลังงานมากเมื่อสัมผัสก็จะผลักจากกันได้ ดังนั้นในระยะนี้จะไม่เกิด Activated Sludge น้ำทิ้งจะขุ่นด้วยแบคทีเรียซึ่งอยู่ในลักษณะของอนุภาคคอลลอยด์

เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณอาหารหรือ BOD จะลดลงเรื่อย ๆ ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียยังคงเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่า F/M ลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดที่การเพิ่มปริมาณแบคทีเรียจะอยู่ใน Declinning Growth Phase และการเจริญเติบโตจะเป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณอาหารที่เหลืออยู่ แบคทีเรียบางตัวจะตายและจับกันเป็นตะกอนเล็ก ๆ(Flocs) แต่แบคทีเรียบางส่วนยังมีพลังพอเพียงที่จะผลักจากกันเมื่อมาสัมผัสกัน แต่บางส่วนก็มีพลังงานลดลงทุกที จึงเริ่มเกิด Activated Sludge ขึ้นในระยะนี้ ในที่สุด เมื่อค่า F/M ลดลงเหลือ 0.006 ค่าของ F/M จะคงที่คือเกิดสภาวะสมดุลย์ระหว่างปริมาณอาหารกับปริมาณแบคทีเรีย

ถ้าเติมอากาศต่อไปโดยไม่เติมน้ำทิ้งใหม่ลงไปเป็นอาหารให้แก่แบคทีเรียอีก อาหารจะลดน้อยลงทุกทีจนขาดแคลน ทำให้การเติบโตของแบคทีเรียอยู่ใน EndogeneousPhaseในระยะนี้แบคทีเรียจะต้องนำเอาอาหารที่สะสมไว้ในเซลล์เช่นไขมัน คาร์โบไฮเดรท ,โปรตีน ออกมาใช้ แบคทีเรียจะไม่มีพลังงานพอที่จะผลักออกจากกันได้ เมื่อชนกัน ทำให้ Activated-Sludge เกิดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จำนวนแบคทีเรียที่อดตายจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตัวที่ตายก็จะสลายตัวให้สารอินทรีย์กลายเป็นอาหารของตัวที่เหลือ แบคทีเรียก็จะตายเพิ่มขึ้น ๆ จนในที่สุดมีชีวิตทุกอย่างจะตายหมด เหลือแต่เพียงซากของเซลล์ซึ่งไม่สามารถจะย่อยสลายได้

การที่จะเติมอากาศจนถึงจุดที่ BOD และแบคทีเรียสลายตัวหมดจะใช้เวลาเป็นเดือน ดังนั้นในทางปฏิบัติเมื่อถึง Endogeneous Phase จึงต้องแยก Activated Sludge ออกเพื่อนำไปผสมกับน้ำทิ้งอีก ดังนั้นจึงสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในถังเติมอากาศ โดยให้ค่า F/M เริ่มต้นด้วยค่าที่ต่ำ ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียเริ่มต้นด้วยค่าที่ต่ำ ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียเริ่มต้นใน Declining Growth Phase ระยะเวลาที่แบคทีเรียอยู่ในถังปฏิกิริยาจะเป็นค่ากำหนดว่าการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะอยู่ใน Endogeneous Phase นานเพียงใด ถึงแม้ว่าอัตราการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะมีค่าสูงสุดใน Log-Growth Phase แต่เนื่องจากไม่สามารถแยกแบคทีเรียออกได้ จึงทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพต่ำ จึงจำเป็นต้องควบคุมให้การเจริญเติบโตอยู่ใน Endogeneous Phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ AS มีหลายแบบ แต่ละแบบแตกต่างกันที่การควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และรายละเอียดปลีกย่อยอื่น ๆ ดังแผนผังรูปที่ 4.8 ตารางภาคผนวก ข.ที่ 4 สรุปลักษณะที่สำคัญประสิทธิภาพและการใช้งานของระบบ AS แบบต่าง ๆ ที่ใช้กันมากได้แก่

1) แบบธรรมดา(Conventional Process) เป็นระบบ AS ที่มักใช้กำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนที่มีปริมาณมาก ๆ ลักษณะทางชลศาสตร์ในถังเติมอากาศจะเป็นแบบ Plug Flow น้ำทิ้งและ Activated Sludge ที่หมุนเวียนกลับมาใช้จะไหลเข้าทางตอนหัวของถังเติมอากาศ ใช้เวลาในการเติมอากาศประมาณ 6 ชั่วโมง ปริมาณตะกอนหมุนเวียนประมาณ 25 % - 50 % ของปริมาณน้ำทิ้ง เนื่องจากการไหลเป็นแบบ Plug Flow ค่า BOD จึงสูงสุดตรงหัวถังเติมอากาศและค่อย ๆ ลดลงตามความยาวของถัง ทำให้ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียมีค่าสูงสุดที่ตรงหัวถัง และค่อย ๆ ลดลงตามความยาวของถังเช่นกันส่วนอัตราการเติมออกซิเจนนั้น จะมีค่าคงที่ตลอดความยาวของถังเติมอากาศดังในรูปที่

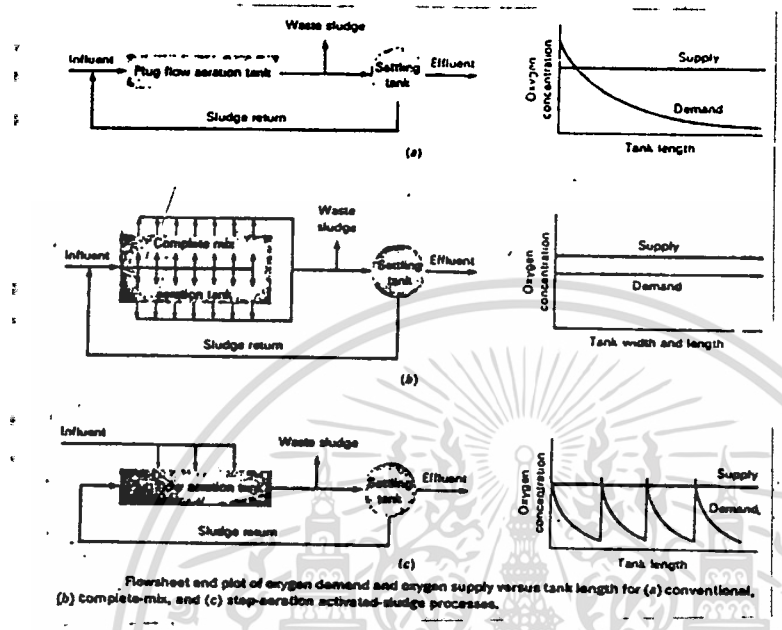
เพื่อให้การใช้ออกซิเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปจึงออกแบบให้อัตราการเติมออกซิเจนสอดคล้องกับความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรีย(Tapered Aeration)

2) แบบ Step-Aeration เพื่อไม่ให้ความต้องการออกซิเจนที่หัวถังเติมอากาศมากจนเกินไป ในระบบ AS แบบนี้ น้ำทิ้งจะถูกแบ่งระบายเข้าถังอากาศหลายจุด นอกจากจะทำให้การใช้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้วยังทำให้ค่า F/M สม่ำเสมอตลอดถังเติมอากาศด้วย วิธีนี้ใช้กันแพร่หลายมากในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ AS แบบธรรมดา

3.) แบบ high-Rate หลักการเหมือนแบบธรรมดา แต่ต่างกันตรงที่ใช้เวลาในการเติมอากาศสั้นมาก ประมาณ 1.5 - 3 ชั่วโมง และค่า MLSS ในถังเติมอากาศต่ำมากเพียง 200 - 500 มก/ล เมื่อเทียบกับค่า MLSS ที่เกินกว่า 1500 มก/ล ในระบบ ASแบบอื่น ๆ ดังนั้นค่า F/M จึงสูงมาก ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่ในช่วงระหว่าง Log Growth Phase และตะกอนของ Activaate Sludge ไม่ดี จึงทำให้น้ำทิ้งขุ่น ระบบนี้มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ต่ำเพียงแค่ 60 % - 70 % เท่านั้น ระบบ High-Rate AS จึงเหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งที่มีค่า BOD ต่ำ

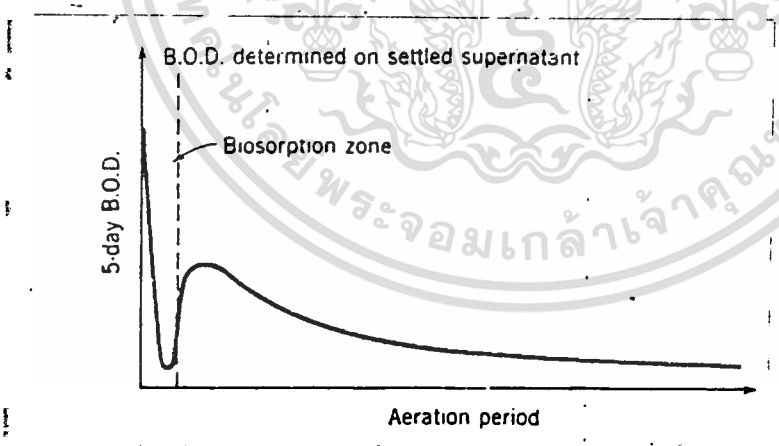
4.) แบบ Biosorption หรือ Contact Stabillization ระบบ AS แบบนี้อาศัยหลักการที่ว่า การลดของค่า BOD ในระบบ AS นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะคือ ระยะแรกเกิดขึ้นในช่วงเวลา 20 - 40 นาทีแรก เมื่อน้ำทิ้งผสมกับ Activated Sludge สารอินทรีย์ในน้ำทิ้งก็จะถูกแบคทีเรียดูดซึมเข้าไว้ในเซลล์อย่างรวดเร็วจึงทำให้ค่า BOD ลดต่ำลงโดยทันที ดังในรูปที่ ระยะที่สองแบคทีเรียจะปล่อยน้ำย่อยออกมาทำลายสารอินทรีย์ที่ดูดซึมไว้ สารอินทรย์บางส่วนจึงละลายกลับออกมาในน้ำทิ้งอีก ทำให้ค่า BOD กลับสูงเพิ่มขึ้น จากนั้นแบคทีเรียก็จะทำลายสารอินทรีย์ต่อไป จึงทำให้ค่า BOD ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowsheet and plot of oxygen demand and oxygen supply versus tank length for (a) conventional, (b) complete-mix, and (c) step-aeration activated-sludge processes.

รูปที่ 4.8 แสดงแผนผังระบบ Activated Sludge แบบต่าง ๆ



รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงของ BOD ไปตามเวลาในระบบ Activated Sludge

ในระบบ AS แบบทั่ว ๆ ไป การลดของค่า BOD ทั้งสองระยะนี้เกิดขึ้นในถังเติมอากาศเดียวกัน แต่สำหรับในระบบ Contact Stabilization จะออกแบบให้ทั้งสองระยะแยกจากกัน โดยใช้ถังเติมอากาศสองถัง ดังแผนผังในรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า น้ำทิ้งจะถูกระบายมาเข้าถังเติมอากาศถังแรกเรียกว่า Contact Tank ซึ่งมีค่า MLSS สูงกว่า 4000 มก/ล ใช้เวลาเติมอากาศนาน 30 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

90 นาที เพื่อให้แบคทีเรียดูดซึมสารอินทรีย์ จากนั้นนำ Mixed Liquor มาตกตะกอนแยก Activated Sludge ออก นำ Activated Sludge ซึ่งดูดซึมสารอินทรีย์ไว้แล้วไปเข้าถังเติมอากาศถังที่สองเรียกว่า Reaeration Tank เพื่อให้แบคทีเรียทำลาย BOD ที่ดูดซึมไว้ ใช้เวลาในการเติมอากาศนานประมาณ 3 - 6 ชั่วโมง จนแบคทีเรียพร้อมที่จะดูดซึมสารอินทรีย์อีก จึงระบาย Activated Sludge กลับไปเข้า Contact Tank

ข้อดีของระบบ AS แบบ Contact Stabilization คือ สามารถลดค่าก่อสร้างลงได้ เนื่องจากใช้ถังเติมอากาศที่มีปริมาณน้อยกว่าถังเติมอากาศในระบบ AS แบบอื่น ๆ แบบ Contact Stabilization เหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งที่สารอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนุภาคอัลลอยด์ที่แบคทีเรียดูดซึมได้ง่าย

5.) แบบ Complete Mix ลักษณะทางชลศาสตร์ของระบบนี้เป็นแบบ Complete Mix คือ ออกแบบให้น้ำทิ้งและ Activated Sludge ไหลเข้าถังเติมอากาศสม่ำเสมอตลอดถัง เพื่อให้ Mixed Liquor ในถังเติมอากาศเป็นเนื้อเดียวกันหมด(homogeneons)ทำให้ความต้องการออกซิเจนและอัตราการเติมออกซิเจนเท่ากันทุกจุด ระบบ Complete Mix AS จึงมีเสถียรภาพต่อ Shock loads สูง และสามารถกำจัดน้ำทิ้งที่มีค่า BOD สูงประมาณ 5,000 - 10,000 มก/ล ได้

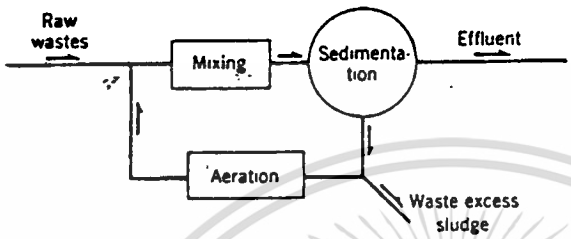
6.) แบบ Extended Aeration ระบบ AS แบบนี้ออกแบบให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่ใน Endogeous Phase จึงใช้ค่า F/M ต่ำ และเวลาในการเติมอากาศนานมาก เพื่อให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสูง และต้องการให้ Activated - Sludge ส่วนเกินที่ต้องแยกออกมากำจัดมีน้อยที่สุด เพราะต้องการลดค่าก่อสร้างระบบกำจัดตะกอนส่วนเกิน แต่เนื่องจากระยะเวลาในการเติมอากาศนานมาก ถังเติมอากาศจึงต้องมีขนาดใหญ่ ถ้าปริมาณน้ำทิ้งมีมากแล้ว ผลที่ได้จากการใช้แบบ Extended Aeration เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนส่วนเกิน จะไม่คุ้มกับผลเสียที่เกิดขึ้นจากการที่ต้องใช้ถังเติมอากาศขนาดใหญ่ในสหรัฐอเมริกา พบว่าระบบ AS แบบนี้เหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งประมาณไม่เกิน 1 ล้านแกลลอน/วัน(3785 $ม^3$/วัน)

7.) แบบ Oxidation-ditch ระบบ AS แบบนี้โดยแท้จริงแล้วเป็นระบบ Extended Aeration AS แต่แทนที่จะใช้ถังเติมอากาศเป็นถังลึก 3 - 4 เมตร รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมือนระบบ AS แบบอื่น ๆ จะใช้คูรูปวงรีลึกเพียง 1.50 เมตร แทนถังเติมอากาศ เพื่อต้องการให้การก่อสร้างง่าย ดังในรูปที่ ดังนั้น Oxidation-Ditch จึงใช้พื้นที่มากกว่าระบบ AS แบบอื่น ๆ เหมาะสำหรับกำจัดน้ำทิ้งปริมาณไม่มากนัก และที่ดินราคาไม่แพงเกินไป ระบบ Oxidation-Ditch นี้ วิศวกรชาวดัชท์ชื่อ Pasveer เป็นผู้คิดค้นขึ้น จึงเป็นระบบที่ใช้กันมากที่สุดในประเทศฮอลแลนด์

8.) แบบ Pure Oxygen เป็นระบบ AS ที่ใหม่ที่สุดโดยใช้ก๊าซออกซิเจนอัดลงไปใน Mixed - Liquor โดยตรง แทนที่จะใช้อากาศ ทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้เร็วยิ่งขึ้น

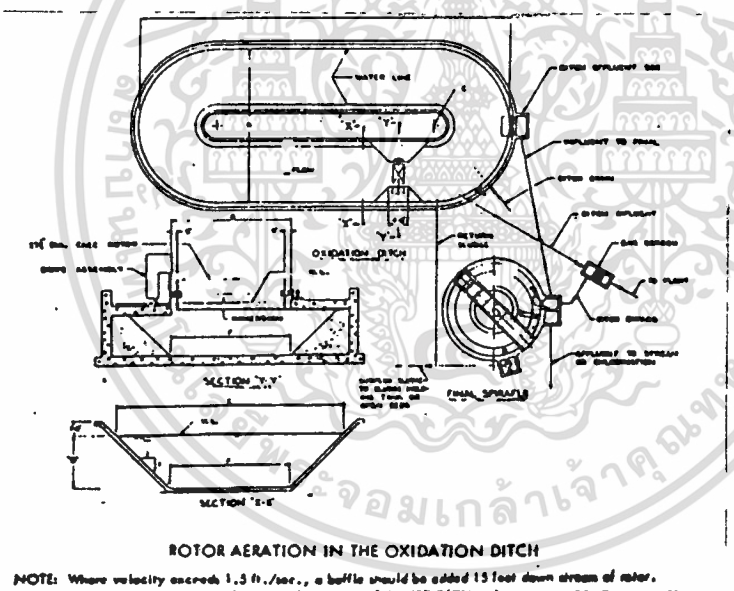
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activated-Sludge จมตัวได้ดีมาก และระบบกำจัดสามารถทำงานที่มีค่า F/M สูงได้ ทำให้สามารถลดขนาดของถังเติมอากาศได้ ปริมาณส่วนเกินที่ต้องกำจัดมีน้อยลง และน้ำทิ้งมีออกซิเจนละลายอยู่มาก ข้อเสียก็คือการทำงานของระบบกำจัดยุ่งยากซับซ้อนขึ้น ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ในสหรัฐอเมริกากำลังเลิกใช้ระบบแบบนี้หมดแล้ว



Schematic diagram of the Biosorption activated sludge system.

รูปที่ 4.10 แสดงแผนผังระบบ Activated-Sludge แบบ Contact Stabilization หรือBiosorption



ROTOR AERATION IN THE OXIDATION DITCH

NOTE: Where velocity exceeds 1.5 ft./sec., a baffle should be added 15 feet down stream of rotor.

รูปที่ 4.11 แสดงระบบกำจัดแบบ Oxidation Ditch

4.11.4 การคำนวณออกแบบระบบ ในการคำนวณออกแบบระบบ AS จะต้องคำนวณขนาดของถังเติมอากาศ ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการปริมาณตะกอนที่ต้องสูบกลับไปเข้าถังเติมอากาศ ปริมาณตะกอนส่วนที่ต้องกำจัด ขนาดของถังตะกอนและปริมาณอาหารเสริมสร้างที่ต้องการ

1.) ขนาดของถังอากาศ ก่อนที่จะมีการค้นคว้าวิจัยในเรื่องระบบ AS อย่างมากมาย เช่นในปัจจุบันนี้ วิศวกรจะคำนวณขนาดของถังเติมอากาศโดยใช้เวลาในการเติมอากาศเป็นหลัก การคำนวณออกแบบเช่นนี้เรียกว่า Empirical Design คือเป็นการออกแบบโดยไม่มีหลักเกณฑ์ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี ในปัจจุบันการออกแบบระบบ AS ใช้วิธีการที่เรียกว่า Rational Design คือมีหลักเกณฑ์ทางทฤษฎี

ขนาดของถังเติมอากาศจะขึ้นอยู่กับค่ากำหนดในการออกแบบที่สำคัญ 2 ค่า คือ ค่า Sludge Loading หรือค่า F/M และค่า MLSS ซึ่งทั้ง 2 ค่านี้จะเป็นตัวกำหนดเวลาในการเติมอากาศตารางภาคผนวก ข.ที่ 5 สรุปค่า Sludge Loading และค่า MLSS ที่ควรใช้ในการออกแบบระบบ AS แบบต่าง ๆ

2.) ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ ในถังเติมอากาศของระบบ AS ปฏิกิริยาชีวะเคมีสองชนิดที่ต้องใช้ออกซิเจนจะเกิดขึ้นพร้อมกัน คือปฏิกิริยาการสำลาย BOD เพื่อใช้เป็นพลังงานในการเจริญเติบโต และปฏิกิริยาการสลายตัวของแบคทีเรียส่วนหนึ่งในถังเติมอากาศ ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ต้องการจึงอาจคำนวณได้จากสูตร

$$Ox = aR + bMLVSS$$

ในเมื่อ Ox = ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ กก/วัน

a = อัตราส่วนปริมาณออกซิเจรต่อปริมาณ BOD ที่สลายไป

R = ปริมาณ BOD ที่ถูกทำลายไป กก/วัน

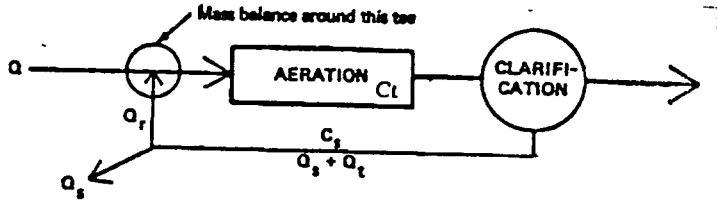
b = สัมประสิทธิ์การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย วัน$^{-1}$

MLVSS = mixed-liqupr volatile suspended solids

= ส่วนของ MLSS ที่เป็นอินทรีย์สารมีค่าประมาณ 80 % - 90 % ของ MLSS, กก

ค่า a และ b จะต้องหาจากการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ a จะมีค่าได้ตั้งแต่ 0.35 -0.65 และ b มีค่าได้ตั้งแต่ 0.05 - 0.10 ค่า Ox ที่คำนวณได้จากหลักการทางทฤษฎีจะเป็นค่าต่ำสุด และความถูกต้องแม่นยำจะขึ้นอยู่กับความแน่นอนของค่า a,b และของข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบทั้งหมด เช่นปริมาณ BOD ปริมาณน้ำทิ้ง ฯลฯ นอกจากนี้ยังจะต้องคำนึงถึงปริมาณ BOD ที่อาจเพิ่มขึ้นได้ด้วย ดังนั้นในการปฏิบัติจึงไม่ควรใช้สมการนี้ ควรให้ปริมาณออกซิเจนเท่ากับปริมาณ BOD ที่เข้าสู่ระบบ

3.)ปริมาณตะกอนหมุนเวียน (Sludge Recircuration) ตามแผนผังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงแผนผังการหมุนเวียนของตะกอนแบคทีเรียในระบบ Activated Sludge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ Q = ปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังเติมอากาศ

Q = ปริมาณตะกอนที่สูบกลับไปเข้าถังเติมอากาศ

C^t = ค่า MLSS ในถังเติมอากาศ

C^s = ค่า SS ในน้ำตะกอนจากก้นถังตกตะกอน

ถ้าถือว่าในน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังเติมอากาศไม่มีแบคทีเรียอยู่เลย สามารถเขียนสมการแสดงสถานะสมดุลย์ของตะกอนแบคทีเรียได้ดังนี้

$$Qr = (Q + Qr)Ct$$

หรือ

$$Qr/Q = Ct * (Cs - Ct)$$

ถังตกตะกอนที่ออกแบบดีจะมีค่า Cs ประมาณ 8,000-10,000 มก./ล.

4) ปริมาณตะกอนส่วนเกิน สามารถคำนวณหาปริมาณ Activated Sludge ส่วนเกินจากสมการ

$$S1 = (Y) * (R) - Kd(MLSS)$$

เมื่อ

S1 = ปริมาณตะกอนส่วนเกิน

Y = น้ำหนักของแบตทีเรียที่เกิดขึ้นจากการทำลาย BOD ต่อหน่วยน้ำหนัก BOD

R = ปริมาณ BOD ที่ถูกทำลายไป (กก/วัน)

Kd = ส.ป.ส. การสลายตัวของแบคทีเรีย (วัน-1)

MLSS = ปริมาณ MLSS (กก)

5) กำลังของเครื่องเติมอากาศกำลังของเครื่องต้องพอเพียงที่จะให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรียและพอเพียงที่จะกวน Mixed Liquor ไม่ให้ตกตะกอน กำลังงานที่ใช้ในการกวนประมาณ 75 แรงม้า/ ล้านแกลลอน หรือประมาณ 20 แรงม้า/1000 ล.บ.ม.

6) ขนาดของถังตะกอน เนื่องจาก Mixed Liquor จากถังเติมอากาศระบายเข้าถังตะกอนมีค่า ss ระหว่าง 1500 ถึง 5000 มก./ล ดังนั้น การจมตัวของ Activated Sludge จึงมีทั้งประเภทที่ 2, 3 และ 4 เกิดขึ้นพร้อมกัน การคำนวณขนาดของถังตกตะกอน จึงต้องคำนวณจากอัตราน้ำล้น (Surface overflow rate) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้สำหรับการจมตัวประเภทที่ 2 และคำนวณจากค่า MASS LOADING ซึ่งเป็นค่าที่ใช้สำกรับการจมตัวประเภท 3 และ 4 ค่าอัตราน้ำล้นและค่า MASS LOADING อาจหาได้จากการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการดังได้อธิบายไว้ โดยทั่วไปอัตราน้ำล้นและ MASS LOADING ที่ควรใช้ในการออกแบบคือ 600 - 1000 แกลลอน/ต.ร.ม. /วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(24.44 -40.73 ล.บ.ม./ต.ร.ม./วัน) และ 12 - 30 ปอนด์/ต.ร.ฟ./วัน (58.6 - 146.4 กก./ ต.ร.ม./ วัน) นอกจากนี้ Mixed Liqour ไม่ควรอยู่ในถังตะกอนนานเกิน 3 ชั่วโมง เพื่อมิให้ Activated Sludge ตายเพราะขาด อ๊อกซิเจน ตะกอนที่ตายจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ทิ้งออกจากระบบกำจัดสกปรก

7) ปริมาณอาหารเสริมสร้างที่ต้องการและสภาวะแวดล้อมอื่นๆ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ จะขาดไนโตรเจน หรือ ฟอสฟอรัส หรือ ขาดทั้งสองอย่าง นอกจากนั้นมักมีค่า pH ต่ำหรือสูงกว่า 7 จึงจำเป็นต้องปรับปรุงลักษณะให้เหมาะสมให้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.7 - 9.0 และมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตราส่วน BOD: N:P = 100:5:1

8) การทำงานของระบบ ระบบ AS สามารถออกแบบให้การทำงานของระบบเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuousa) หรือเป็นแบบเป็นครั้งคราว (Batch) โดยทั่วไปแล้ว การทำงานของระบบ AS จะเป็นแบบต่อเนื่อง แต่ในกรณีที่น้ำทิ้งไม่ได้ไหลตลอดเวลาเช่นน้ำทิ้ง โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเพียง 12 ชั่วโมง การทำงานแบบเป็นครั้งคราวอาจจะประหยัดกว่า โดยออกแบบให้ถังเติมอากาศเป็นถังตกตะกอนไปด้วยในตัว เมื่อเดินเครื่องเติมอากาศจนครบระยะเวลาที่กำหนดไว้ ก็ปิดเครื่องเพื่อให้ Mixed liquor อยู่นิ่งๆ ปล่อยให้ Activated Sludge จมตัวลงหลังจากนั้นระบายน้ำใสตอนตอนบนทิ้ง ระบายตะกอนส่วนเกิน ออกแล้วระบายน้ำทิ้งเข้าไปใหม่ พร้อมกับเดินเครื่องเติมอากาศเริ่มกำจัดใหม่อีกเป็นเช่นนี้เรื่อยไป ข้อเสียของระบบ AS ที่ทำงานเป็นครั้งคราว คือเป็นภาระในการควบคุมและถังเติมอากาศต้องมีขนาดใหญ่กว่าที่จำเป็นต้องใช้ ถ้าเป็นแบบต่อเนื่อง

9) ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ในรูปที่ 4.13 แสดงความสำพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัด BOD และค่า BOD ของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากระบบ Complete - Mixed AS หลายแห่งที่กำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม จะได้อัตราการกำจัด BOD จะแปรผันเป็นเส้นตรงกับค่า BOD ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัด ซึ่งเขียนสมการได้เป็น

$$t = (Lo - Le)Sar$$

ในเมื่อ t = เวลาเติมอากาศ (ชั่วโมง)

L = ค่า BOD. ของน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบกำจัด (มก./ ล)

Le = ค่า BOD. ของน้ำทิ้งที่ออกจากถังตกตะกอน (มก./ ล)

Sa = ค่า KLVSS (มก./ ล)

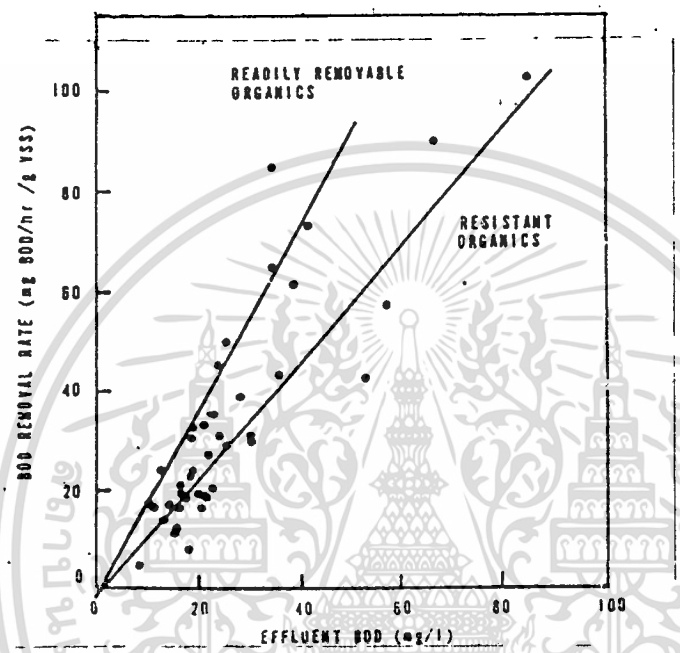
r = อัตราการลด BOD ม.ก./ชั่วโมง/กรัม VSS

หรืออาจจะคำนวณได้จากสมการ

$$Le/Lo = 1/ (1 + Ksat)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ K = คงที่ r และ K ต้องหาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการระบบ AS ที่ออกแบบอย่างถูกต้องจะสามารถกำจัดได้เกินกว่า 90 %



รูปที่ 4.13 แสดงความสำพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัด BOD และค่า BOD ของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

4.12 การตรวจสอบประสิทธิภาพของโรงบำบัดน้ำของโครงการ LICD

จากแปลนของโรงบำบัดใน LICD ทำให้ทราบถึง

1.) ระบบบำบัดเป็นระบบ Activated Sludge แบบ Complete Mix คืออกแบบให้ระบบน้ำทิ้งและ Activated Sludge ไหลเข้าถังเติมอากาศสม่ำเสมอตลอดถัง

2.) ถังเติมอากศมีขนาด 4*4*2.55 ลบ.ม.

3.) มีเครื่องเติมอากาศ 2 เครื่อง ขนาด 0.75 KW

4.)ถังตกตะกอนแบบกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ม.

จากการศึกษาทำให้ทราบถึง

1.) ค่า BOD_5 ที่เข้าสู่ระบบบำบัดเท่ากับ 144.2 มก/ล

2.) ค่า COD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดเท่ากับ 283.4 มก/ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัดประมาณ 118.1 ลบ./วัน

ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณน้ำทิ้งที่ต้องผ่านการบำบัด, ปริมาณ BOD ต่อวันและปริมาณ COD ต่อวัน

อาคาร	พื้นที่ (ตรม.)	ปริมาณน้ำทิ้ง (ล./ตรม./วัน)	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลิตร/วัน)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD LOADING (mg/วัน)	COD LOADING (mg/วัน)
7-CANTEEN	7*15*25	11.4	29,925	292	429	8,838,100	12837825
MAIN OFFICE	2310	7.7	17,787	94	234	1,671,978.	4,162,158
RAIL OPERATION WORK SHOP	132	7.7	1,016.4	94	234	95,541.6	237,837.6
OFFICE	6*1500	7.7	69,300	94	234	6,514,200	16216000
รวม			118,058.4			17019819.6	33454020.6

จากตารางแสดง อาคารที่ได้พิจารณามีดังนี้

1.) โรงอาหารภายในโครงการ LICD ทั้งหมด 7 แห่ง มีขนาพื้นที่ แต่ละโรงอาหาร 15*25 ตรม. มีปริมาณน้ำทิ้ง เท่ากับ 11.4 ล./ตรม./วัน ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้งจากโรงอาหารภายในโครงการ LICD ทั้งหมด เท่ากับ 29,925 ล./วัน ปริมาณ BOD ของโรงอาหารเท่ากับ 292 มก./ล. ดังนั้นจะได้ BOD LOADING มีค่าเท่ากับ 8,838,100 มก./วัน ปริมาณ COD ของโรงอาหารเท่ากับ 429 มก./ล. ดังนั้นจะได้ COD LOADING มีค่าเท่ากับ 12,837,825 มก./วัน

.2) MAIN OFFICE มีขนาพื้นที่ 2310 ตรม. มีปริมาณน้ำทิ้ง เท่ากับ 7.7 ล./ตรม./วัน ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้งจาก MAIN OFFICE ภายในโครงการ LICD เท่ากับ 17,787 ล./วัน ปริมาณ BOD ของค่า BOD เฉลี่ยได้เท่ากับ BOD LOADING หารด้วยปริมาณน้ำทิ้งต่อวันทั้งหมด ซึ่งจะได้เท่ากับ 144.2 มก./ล. MAIN OFFICE เท่ากับ 94 มก./ล. ดังนั้นจะได้ BOD LOADING มีค่าเท่ากับ 1,671,978 มก./วัน ปริมาณ COD ของ MAIN OFFICE เท่ากับ 234 มก./ล. ดังนั้นจะได้ COD LOADING มีค่าเท่ากับ 4,162,158 มก./วัน

3.) RAIL OPERATION WORK SHOP มีขนาพื้นที่ 132 ตรม. มีปริมาณน้ำทิ้ง เท่ากับ 7.7 ล./ตรม./วัน ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้งจาก RAIL OPERATION WORK SHOP ภายในโครงการ LICD เท่ากับ 1,016.4 ล./วัน ปริมาณ BOD ของRAIL OPERATION WORK SHOP เท่ากับ 94 มก./ล. ดังนั้นจะได้ BOD LOADING มีค่าเท่ากับ 95,541.6 มก./วัน ปริมาณ COD ของ RAIL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATION WORK SHOP เท่ากับ 234 มก./ล. ดังนั้นจะได้ COD LOADING มีค่าเท่ากับ 237,837.6 มก./วัน

4.) OFFICE ภายในโครงการ LICD ทั้งหมด 6 แห่ง มีขนาดพื้นที่ แต่ละ OFICE เทากับ 1500 ตรม. มีปริมาณน้ำทิ้ง เท่ากับ 7.7 ล./ตรม./วัน ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้งจาก OFFICE ภายในโครงการ LICD ทั้งหมด เท่ากับ 69,300 ล./วัน ปริมาณ BOD ของ OFFICE เท่ากับ 94 มก./ล. ดังนั้นจะได้ BOD LOADING มีค่าเท่ากับ 6,514,200 มก./วัน ปริมาณ COD ของ OFFICE เท่ากับ 234 มก./ล. ดังนั้นจะได้ COD LOADING มีค่าเท่ากับ 16,216,00 มก./วัน

ดังนั้นจากตารางจึงสามารถหาค่า BOD เฉลี่ยได้เท่ากับ BOD LOADING หารด้วยปริมาณน้ำทิ้งต่อวันทั้งหมด ซึ่งจะได้เท่ากับ 144.2 มก./ล. ค่า COD เฉลี่ยได้เท่ากับ COD LOADING หารด้วยปริมาณน้ำทิ้งต่อวันทั้งหมด ซึ่งจะได้เท่ากับ 283.4 มก./ล.

การพิจาณา

กำหนด Y = ส.ป.ส. การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

= อัตราส่วนน้ำหนักของแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นต่อน้ำหนักอาหารที่ใช้ไป

Kd = ความเข้มข้นของแบคทีเรีย

กำหนดให้

Y = 0.65

Kd = 0.10

4.12.1 พิจารณาขนาดของถังเติมอากาศที่ใช้งานจริง

มีขนาด 4*4*2.55 ลบ.ม. ในขั้นตอนนี้เพื่อพิจารณาปริมาณของ BOD_5 ที่ถังเติมอากาศสามารถรับได้เปรียบเทียบกับปริมาณ BOD_5 ที่ได้จากการศึกษา

กำหนดค่า MLSS = 3,500 มก./ล

เมื่อ MLSS คือปริมาณตะกอนแขวนลอยของ Mixed Liquor

จากปริมาตรของถังเติมอากาศ = ปริมาณของ MLSS ทั้งหมด / ค่า MLSS ที่กำหนด

ดังนั้น ปริมาณ MLSS = ปริมาตรของถังเติมอากาศ * ค่า MLSS ที่กำหนด

= 40.8*3.50

= 142.8 กก.

จาก ปริมาณ MVLSS = 0.8* ปริมาณ MLSS

= 0.8*142.8

= 114.24 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่า BOD_5 ที่เข้าสู่ระบบบำบัด

จากปริมาณ BOD_5 = 0.4*(ปริมาณ MLSS ในถังเติมอากาศ)

= 0.4*114.24

= 45.696 กก./วัน

ข้อสรุป

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณ BOD_5 ที่เข้าสู่ระบบบำบัดประมาณ 17 กก./วัน ดังนั้นแสดงว่าถังเติมอากาศมีความสามารถที่จะรองรับปริมาณ BOD_5 ที่เกิดขึ้นจากการศึกษา จึงสรุปได้ว่า ปริมาตรของถังเติมอากาศมีขนาดที่เพียงพอ

4.12.2 พิจารณาขนาดของเครื่องเติมอากาศ

จากสูตร $N_f = \frac{No(Csa\ \beta Cr)(1.024)^{T-20}\ \alpha}{Cso}$

เมื่อ Nf = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะใช้งาน (กก./ชม./แรงม้า)

No = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะมาตรฐาน (กก./ชม./แรงม้า)

Csa = ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนที่อุณหภูมิ T องศาเซลเซียส

Cr = ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำทิ้ง

Cso = ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำสะอาดที่ 20 ' ซ

ความดัน 1 บรรยากาศ = 0.17 มก./ล.

$\beta = \frac{\text{ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำทิ้ง}}{\text{ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำสะอาด}}$

$\alpha = \frac{\text{อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำทิ้ง}}{\text{อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาด}}$

หมายเหตุ : โดยทั่วไป β มีค่าประมาณ 0.95

α มีค่าประมาณ 0.80-0.95

จากสูตรหาขนาดของเครื่องเติมอากาศ

1.) พิจารณากรณีศึกษา

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ = ปริมาณ BOD_5

= 17 กก./วัน

= 0.71 กก./ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ใช้เครื่องเติมอากาศแบบ Low Speed มีประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะมาตรฐาน 2 กก./แรงม้า/ชม. คำนวณประสิทธิภาพที่สภาวะใช้งาน กำหนดให้ ความเข้มข้นของออกซิเจนใน Mixed Liquor = 1 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่า Csa = 7.6 มก./ล.

กำหนดค่า β = 0.95 และ α = 0.85

จะได้ $Nf = \frac{2*(7.6*0.95-1)(1.024)^{10}*0.85}{9.14}$

= 1.462 กก./แรงม้า/ชม.

แรงม้าที่ต้องการคิดตามปริมาณออกซิเจน = $\frac{0.71}{1.462}$

= 0.485 แรงม้า

= 0.36 KW

กำลังแรงม้าที่ต้องการในการกวน Mixed Liquor = 20 แรงม้า/1000 ตร.ม.

กำลังแรงม้าที่ต้องการใช้ในกรณีนี้ = $\frac{20*40.8}{1000}$

= 0.816 แรงม้า

= 0.608 KW

จากแปลนจริงของเครื่องเติมอากาศมีขนาด 0.75 KW ดังนั้น ขนาดของเครื่องเติมอากาศจึงมีความเพียงพอต่อความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรีย

4.12.3 คำนวณตะกอนหมุนเวียน

กำหนดความเข้มข้นของตะกอนจากถังตกตะกอน = 10,000 mg/l

ดังนั้น ปริมาณตะกอนหมุนเวียน $Q_r = \frac{3.5*118}{(10-3.5)}$

= 65.53 m^3/วัน

= 2.7 m^3/วัน

ใช้เครื่องสูบตะกอนสองเครื่องแต่ละเครื่องสูบได้ 2.7 m^3/วัน

4.12.4 พิจารณาขนาดของถังตกตะกอน

จากกรณีศึกษา

ปริมาณ Mixed Liquor ที่เข้าสู่ถังตกตะกอน = 118+65.53

= 183.53 m^3/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณตะกอน = 183.53*3.5

= 642.36 กก./วัน

ใช้ค่า Mass Loading = 100 กก./ม^2/วัน

พื้นที่ผิวหน้าของถังตกตะกอนที่ต้องการ = $\frac{624.36}{100}$

= 6.24 ม^2

พิจารณาจากแปลนถังตกตะกอนเป็นถังชนิดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เมตร มีพื้นที่ผิวเท่ากับ 25.132 m^2

สรุป

เมื่อพิจารราแล้วขนาดของถังตกตะกอนที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าถังตกตะกอนที่ได้จากการศึกษา จึงสรุปได้ว่าขนาดของถังตกตะกอนมีขนาดเพียงพอ

4.12.5 คำนวณประสิทธิภาพในการกำจัด

อัตราส่วน COD/BOD = 283.4/144.2

=1.9

จากมาตรฐานกำหนดให้

ค่า BOD_5 ในน้ำทิ้งมีค่าไม่เกิน 20 mg/l

จะได้อัตราการลด BOD , X = 30 mg/ซม /กรัม

ค่า MLVSS, Sa = 0.8*3.5

= 2.8 g/l

หาระยะเวลาในการบำบัด t = $\frac{144.2-20}{2.8*36}$

= 1.232 ซม.

จาก

ระยะเวลาในการเติมอากาศ = $\frac{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ}}{\text{ปริมาตรน้ำเสียเข้าสู่ระบบ}}$ *24

= $\frac{40.8 * 24}{118}$

= 8.29 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

จะเห็นว่าระยะเวลาในการบำบัดเท่ากับ 1.23 ชม. น้อยกว่าระยะเวลาในการเติมอากาศ 8.29 ชม. ดังนั้นระบบกำจัดนี้จะสามารถลดค่า BOD_5 ของน้ำทิ้งเหลือไม่เกิน 20 mg/l จากประสิทธิภาพของระบบ Activate Sludge แบบ Complete- Mix ตามข้อกำหนดมีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD_5 ได้ประมาณ 85-95 % จึงสามารถที่จะประมาณค่า BOD_5 ของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงบำบัดน้ำเสียของ LICD ได้ประมาณ 90% ซึ่งจะได้ค่า BOD_5 ของน้ำทิ้งเท่ากับ 144.2*0.1 = 14.42 mg/l พบว่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร ของประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปภาคผนวก ข.ที่ 1 แสดงแปลนการระบายน้ำภายในโครงการ LICD.
รูปภาคผนวก ข.ที่ 2 แสดงแปลนระบบบำบัดน้ำเสียภายในโครงการ LICD.
รูปภาคผนวก ข.ที่ 3 แสดงแปลน Septic tank
รูปภาคผนวก ข.ที่ 4 แสดงแปลนถังเติมอากาศ
รูปภาคผนวก ข.ที่ 5 แสดงแปลนถังตกตะกอน

รูปภาคผนวก ข.ที่ 1 แสดงแปลนการระบายน้ำภายในโครงการ LICD.
รูปภาคผนวก ข.ที่ 2 แสดงแปลนระบบบำบัดน้ำเสียภายในโครงการ LICD.
รูปภาคผนวก ข.ที่ 3 แสดงแปลน Septic tank
รูปภาคผนวก ข.ที่ 4 แสดงแปลนถังเติมอากาศ
รูปภาคผนวก ข.ที่ 5 แสดงแปลนถังตกตะกอน

รูปภาคผนวก ข.ที่ 1 แสดงแปลนการระบายน้ำภายในโครงการ LICD.
รูปภาคผนวก ข.ที่ 2 แสดงแปลนระบบบำบัดน้ำเสียภายในโครงการ LICD.
รูปภาคผนวก ข.ที่ 3 แสดงแปลน Septic tank
รูปภาคผนวก ข.ที่ 4 แสดงแปลนถังเติมอากาศ
รูปภาคผนวก ข.ที่ 5 แสดงแปลนถังตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5

การศึกษาผลกระทบเรื่องการสั่นสะเทือน

5.1 คำนำ

โครงการ ICD เป็นสถานีขนถ่ายและแยกสินค้าที่ขนส่งมาจากท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งในการขนส่ง ได้มีผู้ทำการศึกษาแล้วว่า การขนส่งโดยทางรถไฟจะเสียค่าใช้จ่ายน้อยและสะดวกกว่าการขนส่งโดยวิธีอื่น

ดังนั้นผลกระทบอีกด้านหนึ่งที่โครงการ ICD มีผลต่อสจล.และพื้นที่ใกล้เคียง คือการสั่น-สะเทือน ที่เกิดจากการขนส่งโดยทางรถไฟ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความรำคาญ หรือความเสียหายต่อโครงสร้างอาคารที่อยู่อาศัยได้

5.1.1 รายละเอียดของโครงการ ICD ที่เกี่ยวกับการขนส่งตู้สินค้าโดยทางรถไฟ มีดังนี้

1). ขบวนรถไฟมีความยาว 40 - 60 TEUS

2). ตามข้อกำหนดของพนักงานขับรถไฟ ในเส้นทางที่เข้าโค้งห้ามขับเกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3).ขบวนรถไฟที่ขนส่งตู้สินค้าจะต้องจอดและสับรางที่สถานีหัวตะเข้ก่อนเข้าไปในโครงการ ICD

5.1.2 ในการศึกษาได้ใช้วิธีเก็บรายละเอียดข้อมูลด้านการสั่นสะเทือนโดยมีการบันทึกข้อมูลต่างๆดังนี้

1). การเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือน ที่ระยะต่างๆกัน

2). ประเภทของรถไฟ

3). ความยาวของขบวนรถไฟ

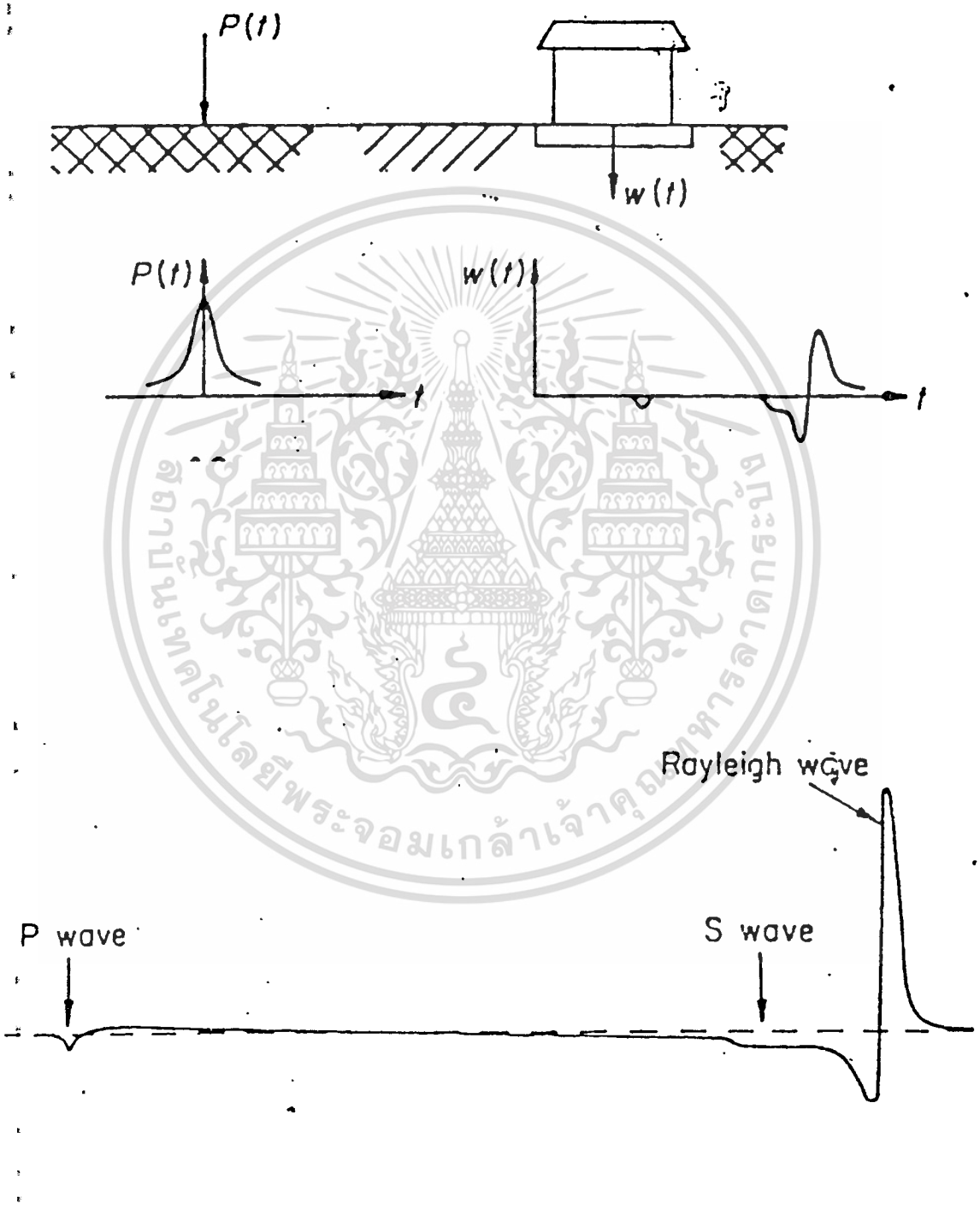
4). ความเร็ว

5.2 ทฤษฎี

ความรำคาญเกี่ยวกับแรงสั่นสะเทือนเนื่องจากการจราจรมีอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น การสำรวจโดย SANDO and BATTY ในปี 1974 บ่งชี้ว่าใน 8% ของผู้อยู่อาศัยในอังกฤษมีความรำคาญเนื่องจากแรงสั่นสะเทือนที่มาจากการจราจร

การจราจรจะมีผลต่อผิวดิน โดยจะทำให้เกิดคลื่นการทำลาย โดยใกล้ๆสิ่งก่อสร้างจะมีลักษณะคลื่นความเร็วของเม็ดดินดังรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะคลื่นที่เกิดจากแรงกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

พฤติกรรมของการเกิดคลื่นสั่นสะเทือนจะเป็นแบบ DYNAMIC ซึ่งประกอบด้วยคลื่นดังนี้

1). BODY WAVE

1.1) COMPRESSIVE WAVE (p-wave) ซึ่งจะมีหน้าคลื่นกระจายออกเป็นทรงกลม และเดินทางด้วยความเร็วสูง คลื่นชนิดนี้จะอ่อนตัวลงตามระยะทางแบบสามมิติที่มันแพร่ขยายออกไป

1.2) SHEAR WAVE หน้าคลื่นจะแพร่ขยายออกไปในลักษณะทรงกลมแต่เดินทางด้วยความเร็วต่ำ

2). RAYLEIGH WAVE (r-wave)ที่ผิวหน้าคลื่นนี้จะมีส่วนประกอบที่เป็นทั้งแนวตั้งและแนวนอน

เป็นที่สังเกตว่าที่จุดใดๆของตัวกลาง COMPRESSIVE WAVE (p-wave) จะเดินทางมาถึงก่อน ตามด้วย SHEAR WAVE และสุดท้ายเป็น RAYLEIGH WAVE (r-wave)

SMITHได้ทำการศึกษา การหาการเคลื่อนที่ของเม็ดดินเนื่องจากการรบกวน โดยได้สร้างความสำพันธ์ดังนี้

$$V(peak)1 * \sqrt{x1} = V(peak)2 * \sqrt{x2}$$

โดย V(peak)1 คือ ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่วัดจริง

V(peak)2 คือ ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ต้องการทราบค่า

x1 คือ ระยะที่ทำการวัดระดับการสั่นสะเทือน

x2 คือ ระยะที่ต้องการทราบระดับการสั่นสะเทือน

5.3 วิธีการศึกษา และ ขอบเขต

ในการศึกษาจะใช้วิธีการเก็บ ข้อมูลด้านการสั่นสะเทือน และรายละเอียดของ ขบวนรถไฟที่ขนส่งตู้สินค้าจาก ท่าเรือแหลมฉบัง - สถานีรถไฟบางซื่อ

5.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากขบวนรถไฟบรรทุกสินค้าที่วิ่งผ่าน สจล. และคาดการณ์ระดับความสั่นสะเทือนที่จะเกิดจากขบวนรถไฟบรรทุกสินค้าของ ICD

5.3.2 วิธีที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ทำการตรวจวัดการสั่นสะเทือน เนื่องจากขบวนรถไฟ ณ ตำแหน่ง 5,15และ 20 m. จากแนวกึ่งกลางของรางรถไฟสายตะวันออกที่วิ่งอยู่ในปัจจุบันด้วยเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือน

5.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในเก็บข้อมูล

เครื่องมือ VIBRATION MONITERING (SPIKE and TRIPOD)

5.3.4 สถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

บริเวณ สถานีรถไฟพระจอมเกล้า

บริเวณ หน้าหอพักนักศึกษา

5.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.) นำค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

2.) นำค่าที่คำนวณได้มา พล๊อตกราฟ

3.) ทำการคำนวณจากสูตร แล้วนำผลที่ได้ทำการเปรียบเทียบ

4.) ทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตราฐาน

5.3.6 ขอบเขตในการศึกษา

ทำการตรวจวัดค่าระดับการสั่นสะเทือน ที่ระยะต่างๆ และทำการวิเคราะห์ ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นว่ามีผลกระทบต่อ สจล. และ พื้นที่ใกล้เคียง หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (CODE) ของต่างประเทศ

5.3.7 เอกสารอ้างอิง

1). รายละเอียดของโครงการ ICD.ที่เกี่ยวกับการขนส่งตู้สินค้าโดยทางรถไฟ จากการรถไฟแห่งประเทศไทย

2). ค่ามาตราฐาน (CODE) จาก

2.1) WHIFFIN

2.2) DUTCH CUR-57

2.3) DIN STANDARD

3).การศึกษา ของ Smith (1973)

5.4 ผลการเก็บข้อมูล

5.4.1 การเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือนของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้า

1).การวัดการสั่นสะเทือน ที่ระยะ 5 เมตร จากรางรถไฟ

1.1) ประเภท บรรทุกน้ำมัน

เที่ยวล่อง

ความยาว 50 TEUS

ใช้เวลา 1 นาที 11 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// /////	10
0.6 - 1.0	///// /	6
1.1 - 1.5	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /	43
1.6 - 2.0	///// ///// /////	15
2.0 - 2.5	-	0

รวม = 71 วินาที

ค่าเฉลี่ย = 1.23 มิลลิเมตร/วินาที

1.2) ประเภท บรรทุกตู้สินค้า

เที่ยวขึ้น

ความยาว 60 TEUS

ใช้เวลา 1 นาที 1 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	////	4
0.6 - 1.0	///// ///// ///// /////	20
1.1 - 1.5	///// ///// ///// ///// //	22
1.6 - 2.0	///// ///// ////	14
2.0 - 2.5	/	1

รวม = 61 วินาที

ค่าเฉลี่ย = 0.97 มิลลิเมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ประเภท ตู้เปล่า

เที่ยวขึ้น

ความยาว 60 TEUS

ใช้เวลา 51 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// ///	8
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// ///// /	26
1.1 - 1.5	///// ///// ///// ///// //	17
1.6 - 2.0	--	0
2.1 - 2.5	--	0

รวม = 51 วินาที ค่าเฉลี่ย = 0.89 มิลลิเมตร/วินาที

2) การวัดการสั่นสะเทือนที่ ระยะ 15 เมตร

2.1) ประเภท ตู้สินค้า

เที่ยวขึ้น ความยาว 50 TEUS

ใช้เวลา 47 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// ///// ///// /	16
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ////	19
1.1 - 1.5	///// ///	8
1.6 - 2.0	////	4
2.1 - 2.5	--	0

รวม = 47 วินาที ค่าเฉลี่ย = 0.80 มิลลิเมตร/วินาที

2.2)ประเภท บรรทุกตู้สินค้า

เที่ยวล่อง

ความยาว 60 TEUS

ใช้เวลา 1 นาที 5 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	/////	5
0.6 - 1.0	///// ///// //	12
1.1 - 1.5	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /	36
1.6 - 2.0	///// ///// /	11
2.1 - 2.5	/	1

รวม = 65 วินาที ค่าเฉลี่ย = 1.23 มิลลิเมตร/วินาที

2.3) ประเภท ตู้สินค้า

เที่ยวล่อง

ความยาว 60 TEUS

ใช้เวลา 1 นาที 17 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	//	2
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// ///// ///// /	31
1.1 - 1.5	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///	43
1.6 - 2.0	--	0
2.1 - 2.5	--	0

รวม = 76 วินาที

ค่าเฉลี่ย = 1.07 มิลลิเมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3). การวัดการสั่นสะเทือนที่ ระยะ 20 เมตร

3.1) ประเภท ตู้สินค้า

เที่ยวขึ้น

ความยาว 50 TEUS

ใช้เวลา 1 นาที 12 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// /////	40
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// ///// ///	28
1.1 - 1.5	////	4
1.6 - 2.0	--	0
2.1 - 2.5	--	0

รวม = 72 วินาที ค่าเฉลี่ย = 0.55 มิลลิเมตร/วินาที

3.2) ประเภท ตู้สินค้า

เที่ยวล่อง

ความยาว 60 TEUS

ใช้เวลา 57 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับความสั่นสะเทือน (mm/s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// ///// ////	14
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// ///	23
1.1 - 1.5	/////	5
1.6 - 2.0	//	2
2.1 - 2.5	//	2

รวม = 57 วินาที ค่าเฉลี่ย = 0.65 มิลลิเมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2.การเก็บข้อมูลการสั่นสะเทือนของขบวนรถไฟโดยสาร

1). ที่ระยะ 5 เมตร
เที่ยวล่อง
ความยาว 6 BOGIES
ใช้เวลา 64 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับการสั่นสะเทือน (mm /s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// /	6
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// /////	25
1.1 - 1.5	///// ///// ///// /////	20
1.6 - 2.0	///// ///// ///	13
2.0 - 2.5	--	0

รวม = 64 วินาที ค่าเฉลี่ย = 0.78 มิลลิเมตร/วินาที

2). ที่ระยะ 15 เมตร
เที่ยวล่อง
ความยาว 6 BOGIES
ใช้เวลา 54 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับการสั่นสะเทือน (mm /s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// ///// ///// //	17
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// ///// //	27
1.1 - 1.5	///// //	7
1.6 - 2.0	///	3
2.0 - 2.5	--	0

รวม = 54 วินาที ค่าเฉลี่ย = 0.76 มิลลิเมตร/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3). ที่ระยะ 20 เมตร

เที่ยวล่อง

ความยาว 6 BOGIES

ใช้เวลา 73 วินาที

ผลการวัดแสดงในตารางแจกแจงความถี่

ระดับการสั่นสะเทือน (mm /s)	ความถี่	จำนวน
0.1 - 0.5	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///	43
0.6 - 1.0	///// ///// ///// ///// /////	25
1.1 - 1.5	/////	5
1.6 - 2.0	--	0
2.0 - 2.5	--	0

รวม = 73 วินาที

ค่าเฉลี่ย = 0.54 มิลลิเมตร/วินาที

5.5 สรุปผลการเก็บข้อมูล

5.5.1 การเก็บข้อมูลจากขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้า

จากการรวบรวมข้อมูล สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลต่อการสั่นสะเทือนของขบวนรถตู้สินค้าที่เดินรถจาก ท่าเรือแหลมฉบัง ถึง สถานีขนถ่ายสินค้าที่บางซื่อ

1). ความยาว

ขบวนรถตู้สินค้าจะมีความยาว 40 ถึง 60 TEUS ไม่รวมหัวรถจักร

1 TEUS มีความยาว 6 เมตร

หัวรถจักร มีความยาวประมาณ 12 เมตร

ดังนั้นความยาวของขบวนรถตู้สินค้าประมาณ 312 เมตร ถึง 372 เมตร.

2). ความเร็ว

จากการเก็บข้อมูล จะได้ความยาวของขบวนรถ เวลาที่ใช้ผ่านจุดสังเกต ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาความเร็วของขบวนรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

พิจารณาการขบวนรถไฟที่ขนส่งน้ำมัน ในหัวข้อย่อยที่ 1.1) มีข้อมูลดังนี้

ความยาวของขบวนรถ 50 TEUS	= 300 เมตร
ความยาวของหัวรถจักร	= 12 เมตร
รวม	= 312 เมตร
ใช้เวลาผ่านจุดสังเกต	= 71 วินาที

จากความเร็ว

V = ระยะทาง/เวลา

$= (312 / 71) * 60 * 60 * 10^{-3}$

= 15.80 กิโลเมตร / ชั่วโมง

3). ค่าระดับการสั่นสะเทือน

เครื่อง VMS จะเก็บค่าระดับการสั่นสะเทือนทุกๆ 1 วินาที ซึ่งลักษณะข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ขบวนรถไฟผ่าน การเก็บข้อมูลจะเริ่มเมื่อ ข้อมูลมีค่ามากกว่า 0.10 มิลลิเมตรต่อวินาที และจะหยุดเก็บข้อมูลเมื่อรถไฟวิ่งผ่านไปแล้ว และข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0.00 มิลลิเมตร/วินาที แล้วนำข้อมูล ที่ได้มาแจกแจงความถี่ และหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลางของข้อมูลชุดนั้น

4). น้ำหนัก

จากการศึกษารายละเอียดของโครงการ สามารถแบ่งประเภทของเที่ยวรถได้เป็น

4.1) เที่ยวขึ้น จะเป็นขบวนรถไฟที่เป็นตู้เปล่า (Unloaded)

4.2) เที่ยวล่อง จะเป็นขบวนรถไฟที่บรรทุกสินค้าเข้าเมือง (Loaded)

5). จากข้อมูลของการขนส่งตู้สินค้าโดยรถไฟ ดังกล่าวข้างต้น สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.2

6). เมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณ จากสูตรของ Smith ซึ่งมีค่าดังนี้

$$V(peak)1 * \sqrt{x1} = V(peak)2 * \sqrt{x2}$$

โดย

$V(peak)1$	คือ	ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่วัดจริง
$V(peak)2$	คือ	ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ต้องการทราบค่า
$x1$	คือ	ระยะที่ทำการวัดระดับการสั่นสะเทือน
$x2$	คือ	ระยะที่ต้องการทราบระดับการสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือน ความเร็ว และระยะที่ทำการบันทึกผล ของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้า

ระยะ (m.)	ตัวอย่างที่	เที่ยวล่อง (Loaded)			เที่ยวขึ้น (Unloaded)		
		Vpeak (mm/s)	ความยาว (m.)	V (Km/Hr)	Vpeak (mm/s)	ความยาว (m.)	V (Km/Hr)
5	1.1)	1.23	312	15.82	--	--	--
	1.2)	--	--	--	0.97	372	22.32
	1.3)	--	--	--	0.89	372	26.25
15	2.1)	--	--	--	0.80	312	23.90
	2.2)	1.23	372	20.60	--	--	--
	2.3)	1.07	372	17.62	--	--	--
20	3.1)	--		--	0.55	312	18.6
	3.2)	0.65	372	23.50	--	--	--

ตัวอย่างการคำนวณ

เมื่อทำการวัดค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ระยะ 5 เมตร ได้เท่ากับ 1.23 มิลลิเมตร/วินาที ต้องการทราบค่าระดับการสั่นสะเทือน ที่ระยะ 15 เมตร

วิธีการคำนวณ

จากสูตร

$$V(peak)1 * \sqrt{x1} = V(peak)2 * \sqrt{x2}$$

แทนค่าก็จะได้

$$V(peak)2 = \frac{1.23 * \sqrt{5}}{\sqrt{15}}$$

$$= 0.71$$

เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการวัดจริงให้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ได้จากการวัดและการคำนวณ

ระยะ(เมตร)	loaded		unloaded	
	การวัด	คำนวณ	การวัด	คำนวณ
5	1.23	---	0.93	---
15	1.15	0.71	0.80	0.53
20	0.65	0.61	0.55	0.46

จากการเปรียบเทียบจะเห็นว่าค่าทั้ง 2 จะเริ่ มใกล้เคียงกันที่ระยะ 20 เมตร ดังนั้นในการคาดการณ์ ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ระยะต่างๆ จะใช้กราฟเป็นตัวทำนาย

7). สามารถแสดงความสำพันธ์ระหว่างระยะทางที่วัดกับระดับการสั่นสะเทือน และแสดงความสำพันธ์เปรียบเทียบระหว่าง Loaded กับ Unloaded ที่ระยะต่างๆ

8). ค่าระดับการสั่นสะเทือนของขบวนรถไฟบรรทุกสินค้า ประเภท Loaded และ Unloaded เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะพบว่า ขบวนรถไฟประเภท Loaded จะมีค่าระดับการสั่นสะเทือนมากกว่า เมื่อระยะที่ทำการเก็บข้อมูล และ ความยาวของขบวนรถเท่ากัน

9). เมื่อระยะทางที่เก็บค่าระดับการสั่นสะเทือนห่างออกไปจากรางรถไฟมากขึ้น ค่าระดับ การสั่นสะเทือนจะลดลง

10). ขบวนรถที่ความเร็วมาก จะให้ค่าระดับการสั่นสะเทือนสูงแต่มีจำนวนข้อมูลน้อย จึงไม่มีผลต่อการคำนวณหาค่าระดับการสั่นสะเทือนเฉลี่ย

5.5.2. ผลการเก็บข้อมูลจากขบวนรถไฟโดยสาร

1). ความยาว

ขบวนรถไฟโดยสาร มีความยาวประมาณ 70 - 100 เมตร

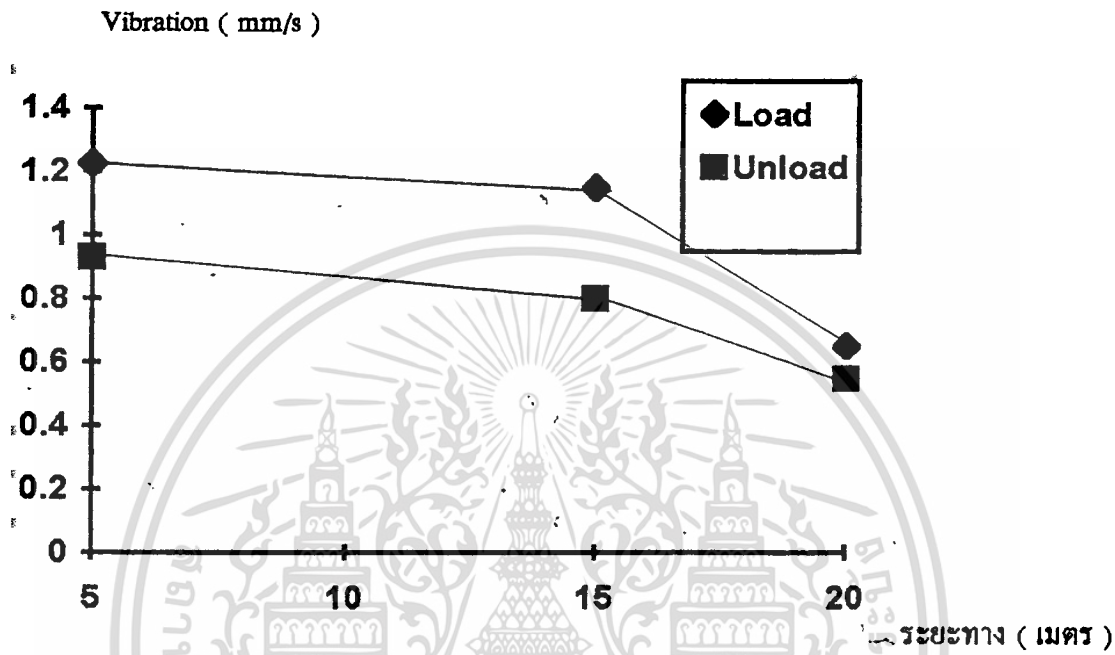
2). ค่าระดับการสั่นสะเทือน

จากการเ ก็บข้อมูลค่าระดับการสั่นสะเทือน ที่ระยะไกลจากรางรถไฟจะมีค่าระดับการสั่นสะเทือนน้อยลง โดยได้แสดงไว้ที่ตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.3

5.5.3 การเปรียบเทียบค่าระดับการสั่นสะเทือน ของรถไฟขนส่งตู้สินค้าและรถไฟโดยสาร

เมื่อทำการเปรียบเทียบจะพบว่า ค่าระดับการสั่นสะเทือนจากขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้ามีค่ามากกว่า โดยได้แสดงไว้ ในตารางที่ 5.4 และ รูปที่ 5.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



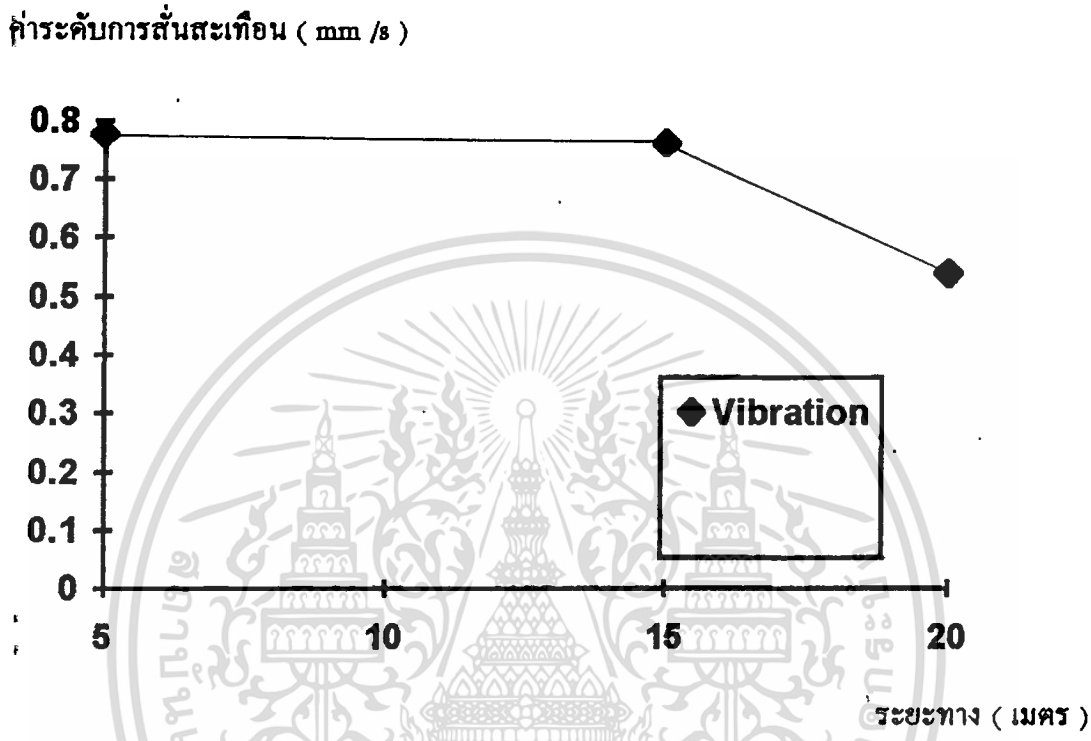
รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่วัดกับระดับการสั่นสะเทือน

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนจากขบวนรถไฟโดยสาร ที่ระยะต่างๆ

ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับการสั่นสะเทือน (mm / s)
5	0.78
15	0.76
20	0.54

จากตารางที่ 5.3 ได้แสดงให้เห็นว่า ค่าระดับการสั่นสะเทือนเนื่องจากขบวนรถไฟโดยสาร ที่ระยะไกลออกจากแหล่งกำเนิดมากกว่า จะมีค่าระดับการสั่นสะเทือนที่น้อยกว่า โดยมีความสัมพันธ์เป็นผกผันกับระยะทางที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ระยะต่างๆของ ขบวนรถไฟโดยสาร

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนจากขบวนรถไฟโดยสาร เปรียบเทียบกับรถไฟขนส่งตู้สินค้า ที่ระยะต่างๆ

ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับการสั่นสะเทือน (mm/s)	
	ตู้สินค้า	โดยสาร
5	1.23	0.78
15	1.15	0.76
20	0.65	0.54

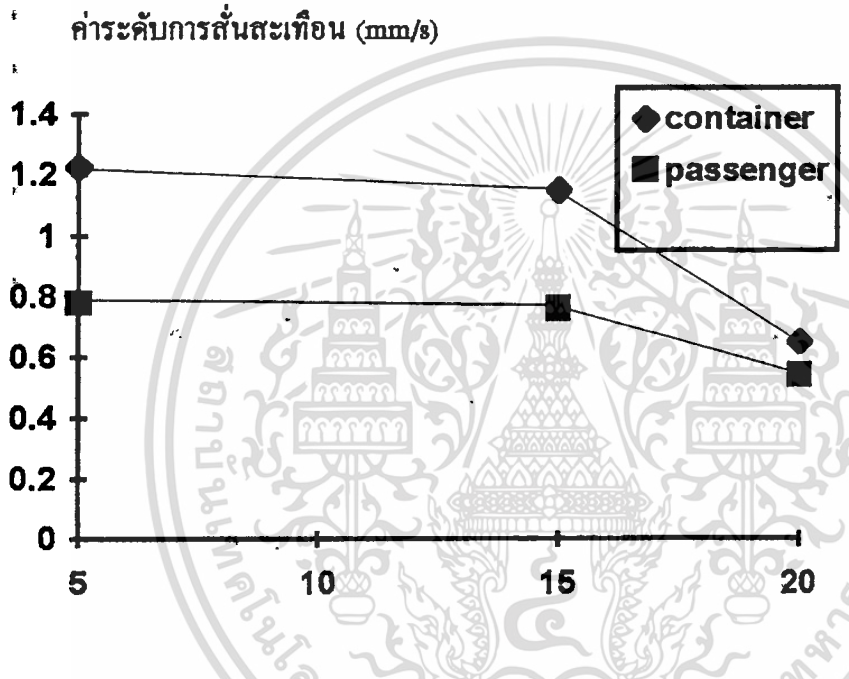
จากตารางที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าค่าระดับการสั่นสะเทือนอันเนื่องจากขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าจะมีค่าระดับการสั่นสะเทือนที่มากกว่า เมื่อระยะที่ทำการวัดค่าระดับการสั่นสะเทือนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การวิเคราะห์

5.6.1 สภาพปัจจุบัน

1). การเก็บข้อมูลค่าระดับการสั่นสะเทือน จากตัวอย่างขบวนรถบรรทุกตู้สินค้าจากท่าเรือแหลมฉบัง ถึง สถานีรถไฟบางซื่อ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับรายละเอียดของ โครงการ ICD ได้ดังตารางที่ 5.5



รูปที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับการสั่นสะเทือนระหว่างรถไฟขนส่งตู้สินค้ากับรถไฟโดยสาร

ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าระหว่างโครงการ ICD กับการขนส่งจากท่าเรือแหลมฉบัง - สถานีบางซื่อ(ในปัจจุบัน)

โครงการ	ความยาวของขบวนรถไฟ (m)	ความเร็ว (Km/hr)
1.การขนส่งตู้สินค้า (ท่าเรือแหลมฉบัง - สถานีบางซื่อ)	312 - 372	15.8 - 26.25
2.โครงการ ICD (ท่าเรือแหลมฉบัง - ลาดกระบัง)	400	ไม่เกิน 30.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากตาราง ลักษณะของการขนส่งตู้สินค้าโดนขบวนรถไฟจาก ท่าเรือแหลมฉบัง - บางซื่อ (ในปัจจุบัน) มีลักษณะใกล้เคียงกับรายละเอียดของการขนส่งตู้สินค้าของ โครงการ ICD ทั้งในด้านความเร็วและความยาว จึงสามารถนำค่าระดับการสั่นสะเทือนที่เกิดจากขบวนรถไฟที่ขนส่งตู้สินค้าจาก แหลมฉบัง - บางซื่อ เป็นข้อมูลแทนระดับการสั่นสะเทือนที่เกิดจากขบวนรถไฟที่ขนส่งตู้สินค้าของโครงการ ICD

2). สามารถคาดการณ์ถึงบริเวณที่จะได้รับผลกระทบจากสภาพปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตราฐานของ Whiffin and Leonard และ DUTCH CUR - 57 ดังแสดงในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงผลกระทบที่ได้รับจากขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าในปัจจุบัน

ระยะ (m.)	Vpeak (mm/s)	สิ่งก่อสร้างที่อยู่ใกล้เคียง	ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตาม CODE ของ Whiffin
5	1.23	- ศาลาพักคอยรถไฟ	-รู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน -แรงสั่นสะเทือนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้าง
15	1.15	-บริเวณถนนหน้าหอพักนักศึกษา -บริเวณถนนหน้าตึกบรรยาย วศ. -บริเวณถนนหน้าตึกรองอธิการ	-เริ่มรู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน -แรงสั่นสะเทือนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้าง
20	0.65	-บริเวณด้านข้างตึก วิทยา ฯ -บริเวณด้านหน้าหอพักนักศึกษา -บริเวณด้านหน้าตึกบรรยาย วศ. -บริเวณด้านหน้าตึกรองอธิการบดี	-ไม่รู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน -แรงสั่นสะเทือนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้าง

5.6.2 เมื่อโครงการ ICD แล้วเสร็จ

ในปี 1997 โครงการ ICD จะเปิดดำเนินการอย่างสมบูรณ์ ซึ่งขบวนรถไฟที่ขนส่งสินค้าที่เคยวิ่งไปที่ สถานี บางซื่อ จะวิ่งมาที่สถานีขนส่งและแยกสินค้ากล่อง ลาดกระบัง (ICD) ผลกระทบจากค่าสั่นสะเทือนจะมาจากทั้ง ทางรถไฟโดยสาร และรถไฟขนส่งตู้สินค้า

ในการคาดคะเนค่าระดับสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดทั้ง 2 แห่ง สามารถทำได้ดังนี้ โดยการสมมุติฐานว่าค่าระดับสั่นสะเทือนเป็นการเคลื่อนที่ของอณุภาคเม็ดดิน ดังนั้นในการคาดการณ์ค่าระดับสั่นสะเทือนที่เกิดจากแหล่งกำเนิด 2 แห่ง ในระยะทางที่เท่ากันนำมารวมกันได้

จากสภาพความเป็นจริง รางรถไฟสายเดิมห่างจากรางรถไฟสายใหม่เป็นระยะทาง 10 เมตร ดังนั้นในการรวมค่าระดับสั่นสะเทือน จึงกำหนดค่ากึ่งกลางของรางรถไฟทั้ง 2 และแสดงผลการรวมค่าระดับการสั่นสะเทือน ในตารางที่ 5.7 และรูปภาคผนวก ค. ที่ 1 และ 2

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการรวมค่าระดับการสั่นสะเทือน

ระยะ (เมตร)	ค่าระดับสั่นสะเทือนของรถไฟโดยสาร	ค่าระดับสั่นสะเทือนของรถไฟตู้สินค้า	ผลรวมของค่าระดับสั่นสะเทือน
-20.0	0.76	0.50 *	1.26
-15.0	0.77*	0.65	1.42
-10.0	0.78	1.15	1.93
-05.0	---	1.20*	---
0.0	0.78	1.23	2.01
+05.0	0.77*	---	---
+10.0	0.76	1.23	1.93
+15.0	0.54	1.20*	1.74
+20.0	0.50*	1.15	1.65

หมายเหตุ * คือค่าที่ได้จากการประมาณจากกราฟ

--- คือบริเวณรางรถไฟ

5.6.3 ผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ

จากผลการคาดการณ์ค่าระดับการสั่นสะเทือนที่จะเกิดขึ้นจะพบว่า ค่าที่มากที่สุดคือ 2.01ที่แนวกึ่งกลางรางรถไฟทั้ง 2 และค่าระดับการสั่นสะเทือนที่ระยะไกลออกมามีแนวโน้วที่จะลดลง

จากการเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐาน ระดับการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจะมีผลทำให้มนุษย์มีความรู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือนเท่านั้น และไม่มีผลต่อความเสียหายของโครงสร้างอาคาร

บทที่ 6
ผลกระทบด้านจราจร

6.1 คำนำ

จากการศึกษารายงานความเป็นไปได้ของโครงการสร้างสถานีแยก และขนถ่ายสินค้ากล่องที่ลาดกระบัง (Project Feasibility) ของ JICA (Japan International Cooperation Agency) และ ข้อมูลจากการรถไฟแห่งประเทศไทย เมื่อโครงการสถานีขนส่ง และ แยกสินค้ากล่อง ลาดกระบัง (ICD) เกิดขึ้นทางการรถไฟจะทำการส่งตู้สินค้าโดยทางรถไฟ จากท่าเรือแหลมฉบัง มาตามทางรถไฟสายตะวันออก แล้วมาแยกรางที่สถานีรถไฟหัวตะเข้ ต่อจากนั้นจึงใช้รางรถไฟที่ขนานกับทางรถไฟสายตะวันออกแล้วจึงแยกเข้าโครงการ ICD ก่อนถึงสถานีรถไฟลาดกระบังโดยจะต้องผ่านถนนฉลองกรุง ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบด้านจราจร อันได้แก่ การติดขัดของยานพาหนะที่จะต้องใช้เส้นทางของถนน ฉลองกรุง

6.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลกระทบด้านจราจร อันเนื่องมาจากปริมาณรถยนต์ที่คั่งค้างจากการรอให้ขบวนรถไฟที่บรรทุกตู้สินค้าผ่าน เมื่อโครงการ ICD เปิดใช้ดำเนินการ

6.3 วิธีการศึกษา และ ขอบเขต

6.3.1 ศึกษาถึงปริมาณจราจรในปัจจุบันของ ถนน ฉลองกรุง

ทำการศึกษาโดยวิธีการตรวจนับรถยนต์ที่วิ่งในถนน ฉลองกรุง โดยแบ่งแยกตามประเภทของรถยนต์ในช่วงเวลาต่างๆ

6.3.2 ศึกษาปริมาณรถยนต์ที่ติดขัดเนื่องจากขบวนรถไฟ

ทำการคำนวณปริมาณรถยนต์ที่ติดขัด จากปริมาณรถยนต์เฉลี่ย และเวลาที่รอรถไฟแล่นผ่าน

ทำการตรวจนับปริมาณรถยนต์ที่ติดขัดจากสถานที่จริง แล้วนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาความสัมพันธ์

6.3.3 ศึกษาจำนวนเที่ยวรถไฟบรรทุกสินค้า และรถไฟขนส่งผู้โดยสาร

ทำการศึกษาข้อมูลของ JICA ที่เกี่ยวกับการคาดคะเนปริมาณสินค้าที่ต้องขนถ่ายมายังโครงการ ICD

ทำการศึกษาข้อมูลสถิติปริมาณตู้สินค้าที่ขนถ่าย จาก ท่าเรือแหลมฉบัง มายังสถานีรถไฟ บางซื่อ ในปัจจุบันจากการรถไฟ แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

6.3.4 ทำการศึกษาระยะเวลา ที่รถยนต์คันสุดท้ายที่ตัดสัญญาณแล่นผ่าน

6.3.5 วิเคราะห์ผลกระทบจากการปิด-เปิดสัญญาณ กั้นรถยนต์ เพื่อให้รถไฟผ่าน เมื่อโครงการ ICD แล้วเสร็จ

6.4 ผลการศึกษา

6.4.1 การศึกษาปริมาณจราจรในปัจจุบันของถนนฉลองกรุง

ในการศึกษาปริมาณรถยนต์ของถนนฉลองกรุง โดยแบ่งตามประเภทของรถยนต์ ซึ่งในการศึกษาได้แบ่ง เป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ปริมาณจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วน คือ เวลา 7.00-9.00 น . และ 16.00-19.00 น .

กรณีที่ 2 ปริมาณจราจรในช่วงเวลา 9.00-16.00 น. และ 18.00-20.00 น .

กรณีที่ 3 ปริมาณจราจรในช่วงเวลา 20.00- 7.00 น .

ในการศึกษาได้ทำการนับรถยนต์ที่แล่นในถนน ฉลองกรุง ทั้งขาเข้า และออก โดยทำการแบ่งแยกประเภทของรถยนต์ เป็น 7 ประเภท ได้แก่

1). รถ จักรยานยนต์ (MC)

2). รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)

3). รถโดยสารขนาดเล็ก (LB)

4). รถโดยสารขนาดกลาง และ ขนาดใหญ่ (HB)

5). รถบรรทุกขนาดเล็ก (LT)

6). รถบรรทุกขนาดกลาง หรือ รถบรรทุก 6 ล้อ (MT)

7). รถบรรทุกขนาดใหญ่ (HT)

ซึ่งปริมาณจราจรของรถยนต์ประเภทต่างๆตลอดทั้งวันได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง. ที่ 1และ 2 ส่วนปริมาณจราจรเฉลี่ยในแต่ละกรณี ได้แสดงไว้ที่ตารางภาคผนวก ง.ที่ 3

ในตารางดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณรถยนต์ในกรณีที่ 1 จะมีปริมาณจราจรที่มากที่สุด รองลงมาคือ กรณีที่ 2 และ 3

6.4.2 การศึกษาปริมาณรถยนต์ที่ตั้งค้างในช่วงเวลาที่รถไฟแล่นผ่าน

6.4.2.1 การคำนวณ

จากตารางในภาคผนวก ง.ที่ 3 ทำให้เราทราบปริมาณรถยนต์ ประเภทต่างๆ ในช่วงเวลาแต่ละกรณี ปริมาณรถยนต์รอรถไฟผ่าน จะสามารถคำนวณ ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณรถยนต์ที่ต้องรอรถไฟผ่าน = $\frac{\text{ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)* เวลา (นาที)}}{60}$

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้ามีขบวนรถไฟวิ่งผ่านถนน ฉลองกรุงในช่วงเวลาของกรณีที่ 1 ทำให้รถยนต์ต้องรอรถไฟผ่านเป็นเวลา 2 นาที จะสามารถคำนวณหาปริมาณรถยนต์ประเภท ต่างๆ ที่ต้องรอรถไฟผ่านได้ดังนี้

ข้อมูล เวลา ที่ ใช้ รอ รถไฟ ผ่าน

ปริมาณรถยนต์ต่อชั่วโมง (จาก ตารางภาคผนวก ง.ที่ 3)

ประเภทที่ 1 รถจักรยานยนต์

ปริมาณรถจักรยานยนต์ที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาเข้า) = $\frac{359 * 2}{60}$

= 12 คัน

ปริมาณรถจักรยานยนต์ที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาออก) = $\frac{249 * 2}{60}$

= 10 คัน

ประเภทที่ 2 รถยนต์ส่วนบุคคล

ปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาเข้า) = $\frac{152.2 * 2}{60}$

= 5.1

= 5 คัน

ปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาออก) = $\frac{170.0 * 2}{60}$

= 6 คัน

ประเภทที่ 3 รถโดยสารขนาดเล็ก

ปริมาณรถยนต์โดยสารขนาดเล็ก ที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาเข้า) = $\frac{26.5 * 2}{60}$

= 0.83

= 1 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณรถยนต์โดยสารขนาดเล็ก ที่รอรถไฟแล่นผ่าน = $\frac{19.75 * 2}{60}$

(ขาออก)

= 0.65

= 1 คัน

ประเภทที่ 4 รถโดยสารขนาดกลางและใหญ่

ปริมาณรถยนต์โดยสารขนาดกลางและใหญ่ที่รอรถไฟแล่นผ่าน = $\frac{38.75 * 2}{60}$

(ขาเข้า)

= 1.26

= 2 คัน

ปริมาณรถยนต์โดยสารขนาดกลางและใหญ่ที่รอรถไฟแล่นผ่าน = $\frac{51.00 * 2}{60}$

(ขาออก)

= 1.70

= 2.0 คัน

ประเภทที่ 5 รถบรรทุกขนาดเล็ก

ปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็กที่รอรถไฟแล่นผ่าน = $\frac{212.5 * 2}{60}$

(ขาเข้า)

= 7.08

= 8 คัน

ปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็กที่รอรถไฟแล่นผ่าน = $\frac{218.0 * 2}{60}$

(ขาออก)

= 7.26

= 8 คัน

ประเภทที่ 6 รถบรรทุกขนาดกลาง

ปริมาณรถบรรทุกขนาดกลาง ที่รอรถไฟแล่นผ่าน = $\frac{34.25 * 2}{60}$

(ขาเข้า)

= 1.14

= 2 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณรถบรรทุกขนาดกลางที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาออก) = $\frac{30.00 * 2}{60}$

= 1.00 คัน

ประเภทที่ 7 รถบรรทุกขนาดใหญ่

ปริมาณรถบรรทุกขนาดขนาดใหญ่ที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาเข้า) = $\frac{5.25 * 2}{60}$

= 1 คัน

ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่รอรถไฟแล่นผ่าน (ขาออก) = $\frac{5.75 * 2}{60}$

= 0.191

= 1 คัน

6.4.2.2 การสังเกต และ นับ

จากการนับปริมาณรถยนต์ที่ต้องรอรถไฟแล่นผ่านบริเวณรางรถไฟตัดกับถนน ถนองกรุงในช่วงเวลาแต่ละกรณี ซึ่งแสดงผลในตารางภาคผนวก ง.ที่ 4.1 - 4.6

6.4.2.3 การเปรียบเทียบค่าระหว่างการคำนวณจากปริมาณจราจรค่าจากการนับ โดยแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง.ที่ 5 ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน

6.4.3 การศึกษาปริมาณจราจรที่คั่งค้างโดยการคำนวณเป็นระยะทาง

จากผลการศึกษาของ OCMRT สามารถทำการเปรียบเทียบรถยนต์ประเภทต่างๆให้อยู่ในหน่วยเดียวกัน เพื่อความเหมาะสมในการคำนวณหาปริมาณจราจร ในกรุงเทพ ฯ

หน่วยที่ใช้คือ PCU (Pasenger Car Unit) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรถยนต์ประเภทต่างๆ ดังนี้

1 Mc	=	0.175	PCU
1 PC	=	1.0	PCU
1 LB	=	1.5	PCU
1 HB	=	2.1	PCU
1 LT	=	1.0	PCU
1 MT	=	1.5	PCU
1 HT	=	2.5	PCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยของรถยนต์ในแต่ละประเภทให้เป็นปริมาณจราจรเฉลี่ยในหน่วย PCU ดังแสดงไว้ที่ ตาราง 6.1 และ 6.2 และรูปภาคผนวก ง.ที่ 1

จากการศึกษา 1 PCU มีความยาวเฉลี่ย 4.0 เมตร และช่วงห่างระหว่างรถยนต์มีระยะเท่ากับ 1 เมตร ถนน ฉลองกรุง เป็นถนนชนิด 2 เลน คือ ไป - กลับอย่างละเลนจึงสามารถคำนวณหาระยะทางของขบวนรถที่ติดรอรถไฟได้

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้าปริมาณจราจรเฉลี่ยของ กรณีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 10 PCU / นาทีเมื่อขบวนรถไฟแล่นผ่านต้องทำการ ปิด - เปิดสัญญาณห้ามรถยนต์แล่นผ่านเป็นเวลา 2 นาที ขบวนรถที่ติดรถไฟจะมีความยาวเท่าไร

ข้อมูล

ปริมาณจราจรเฉลี่ยของรถยนต์ PCU ใน กรณีที่ 1 = 10 PCU / นาที

ระยะเวลาที่รถยนต์ต้องรอรถไฟแล่นผ่าน = 2 นาที

ดังนั้น

ปริมาณรถยนต์ที่คั่งค้างรอรถไฟ = ปริมาณจราจรเฉลี่ยของรถยนต์ PCU * เวลา

= 10.0 * 2

= 20.0 PCU

1 PCU มีความยาว = 4.0 เมตร

ดังนั้น ความยาวเฉพาะรถยนต์ = 20.0 * 4.0

= 80.0 เมตร

ระยะห่างระหว่างรถยนต์ = (nPCU - 1.0) * 1.0

nPCU = 20.00

แทนค่าจะได้

= (20.0 - 1.0) * 1.0

= 19.00 เมตร

ฉะนั้นรวมระยะของขบวนรถยนต์ = 80.0 + 19.00

= 99.0 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปลี่ยนปริมาณจราจรเป็นหน่วย PCU

		กรณีที่ 1 PCU/minute	กรณีที่ 2 PCU/minute	กรณีที่ 3 PCU/minute
MC	trip in	1.05	0.54	0.08
	trip out	0.86	0.25	0.05
PC	trip in	2.50	2.09	0.27
	trip out	2.83	1.79	0.02
LB	trip in	0.66	0.32	0.05
	trip out	0.50	0.26	0.05
HB	trip in	1.37	0.55	0.11
	trip out	1.79	0.57	0.11
LT	trip in	3.54	3.07	0.38
	trip out	3.63	2.62	0.35
MT	trip in	0.86	1.23	0.14
	trip out	0.75	0.96	0.11
HT	trip in	0.23	0.33	0.03
	trip out	0.25	0.35	0.05

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยในแต่ละกรณี ในหน่วย PCU

	trip in	trip out	average
CASE 1	10.19	10.60	10.40
CASE 2	8.11	6.79	7.45
CASE 3	1.04	0.73	0.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.4 การศึกษาจำนวนเที่ยวของรถไฟ

6.4.4.1 จำนวนเที่ยวของรถไฟขนส่งตู้สินค้า

จากข้อมูล Project Feasibility ของโครงการ ICD ที่ JICA เป็นผู้จัดทำขึ้น ได้แสดงจำนวนเที่ยวของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าจาก ท่าเรือแหลมฉบังICD ไว้ ที่ ตาราง 6.3.1 และ 6.3.2

ตารางที่ 6.3.1 แสดงปริมาณการจราจรของ container ระหว่าง ICD กับ แหลมฉบัง ของ JICA ในปี 1996

ประเภทการขนส่ง	ปริมาณตู้สินค้า (TEUS/ปี)			ปริมาการจราจร (คัน/วัน)			จำนวนเที่ยวต่อวัน
	Export	Import	Total	Trailer	R/V	Total	
ทางถนน	25000	55500	80500	280	140	420	--
ทางรถไฟ	13400	13400	28800	--	--	--	2

ตารางที่6.3.2 แสดงปริมาณการจราจรของ container ระหว่าง ICD กับ แหลมฉบัง ของ JICA ในปี 2001

ประเภทการขนส่ง	ปริมาณตู้สินค้า (TEUS/ ปี)			ปริมาณการจราจร (คัน/วัน)			จำนวนเที่ยวต่อวัน
	Export	Import	Total	Trailer	R/V	Total	
ทางถนน	38200	95900	134100	470	240	710	--
ทางรถไฟ	20600	20600	41200	--	--	--	2

หมาย เหตุ R/V คือ ประเภทยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง

จากตารางที่ 6.3.1 และ 6.3.2 แสดงว่า

1). ปี 1996 มีปริมาณตู้สินค้าที่จะส่งผ่าน ICD ทางรถไฟมีจำนวน 26,800 TEUS คิด เป็น 24.9 % ของทั้งหมดโดยใช้การขนส่งทางรถไฟเฉลี่ย 2 เที่ยวต่อวัน

2). ปี 2001 มีปริมาณตู้สินค้าที่จะส่งผ่าน ICD ทางรถไฟมีจำนวน 41,200 TEUS คิด เป็น 23.5 % ของทั้งหมดโดยใช้การขนส่งทางรถไฟเฉลี่ย 2 เที่ยวต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในปี ค .ศ . 1989 JICA ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ นี้ โดยคาดการณ์ อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจไว้ เป็น

6.5 % ในปี 1989-1991

5.0 % ในปี 1992-1996

5.0 % ในปี 1997-2001

ซึ่งปัจจุบัน ปี 1995 สภาพความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มีอัตราสูงกว่าที่คาดการณ์ ไว้ทำให้ปริมาณตู้สินค้าที่แหลมฉบัง มที่ ICD ไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

ในปัจจุบันการรถไฟฯ ได้จัดการให้ บริษัทเอกชน เข้ามาดำเนินการก่อสร้างและ บริการขนถ่ายสินค้าที่ บางซื่อ เพื่อรองรับปริมาณตู้สินค้าจากท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งในปัจจุบัน มีเพียง 2 บริษัท ที่เข้ามาดำเนินการ คือ

1.) บริษัท อเมริกัน เพรสสิเดนท์ฟลายส์ จำกัด

ได้รับสัมปทานใหม่ตั้งแต่ 4 พ.ค. 2537 ถึง 24 ธ.ค. 2540 ทำการขนถ่ายตู้สินค้า โดยในขณะนี้มีขบวนรถไฟที่ทำการขนถ่าย 26 เที่ยว ต่อ สัปดาห์ ในวันเสาร์มี 2 ขบวน ส่วนใน วันอาทิตย์, จันทร์, และ อังคาร มี 8 ขบวน จากผลการประกอบการเดิมมีดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 แสดงปริมาณตู้สินค้าที่บริษัทอเมริกัน เพรสสิเดนท์ฟลายส์ จำกัด ประกอบการ

ปีที่	พ.ศ.	ปริมาณ (TEUS)
1	2533	23,919
2	2534	43,874
3	2535	48,449
4	2536	55,365
5	2537	43,058

จากตารางจะสังเกตได้ว่าปริมาณตู้สินค้ามีปริมาณที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี และในปี พ.ศ. 2537 ที่มีค่าน้อยเนื่องจากทำการบันทึกถึง เดือน สิงหาคม

2). บริษัท สตีเวอร์ดอริง เซอร์วิสเซส อเมริกา (ประเทศไทย)

เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2537 มีขบวนรถไฟ 8 ขบวน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 6.5 ซึ่งเมื่อรวมผลการดำเนินการตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึง เดือน สิงหาคมรวมทั้งสิ้น 4,061 TEUS ในตารางภาคผนวก ง.ที่ 6.1 จะแสดงตารางเวลาของขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าจากท่าเรือแหลมฉบัง มายังสถานี บางซื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 แสดงปริมาณตู้สินค้าที่บริษัทสตีเวอร์ดอริง เซอร์วิสเซส อเมริกา (ประเทศไทย) ประกอบการ

เดือน	ปริมาณ (TEUS)
กุมภาพันธ์	41
มีนาคม	161
เมษายน	238
พฤษภาคม	759
มิถุนายน	1113
กรกฎาคม	928
สิงหาคม	767

6.4.4.2 จำนวนเที่ยวของรถไฟที่ขนส่งผู้โดยสาร

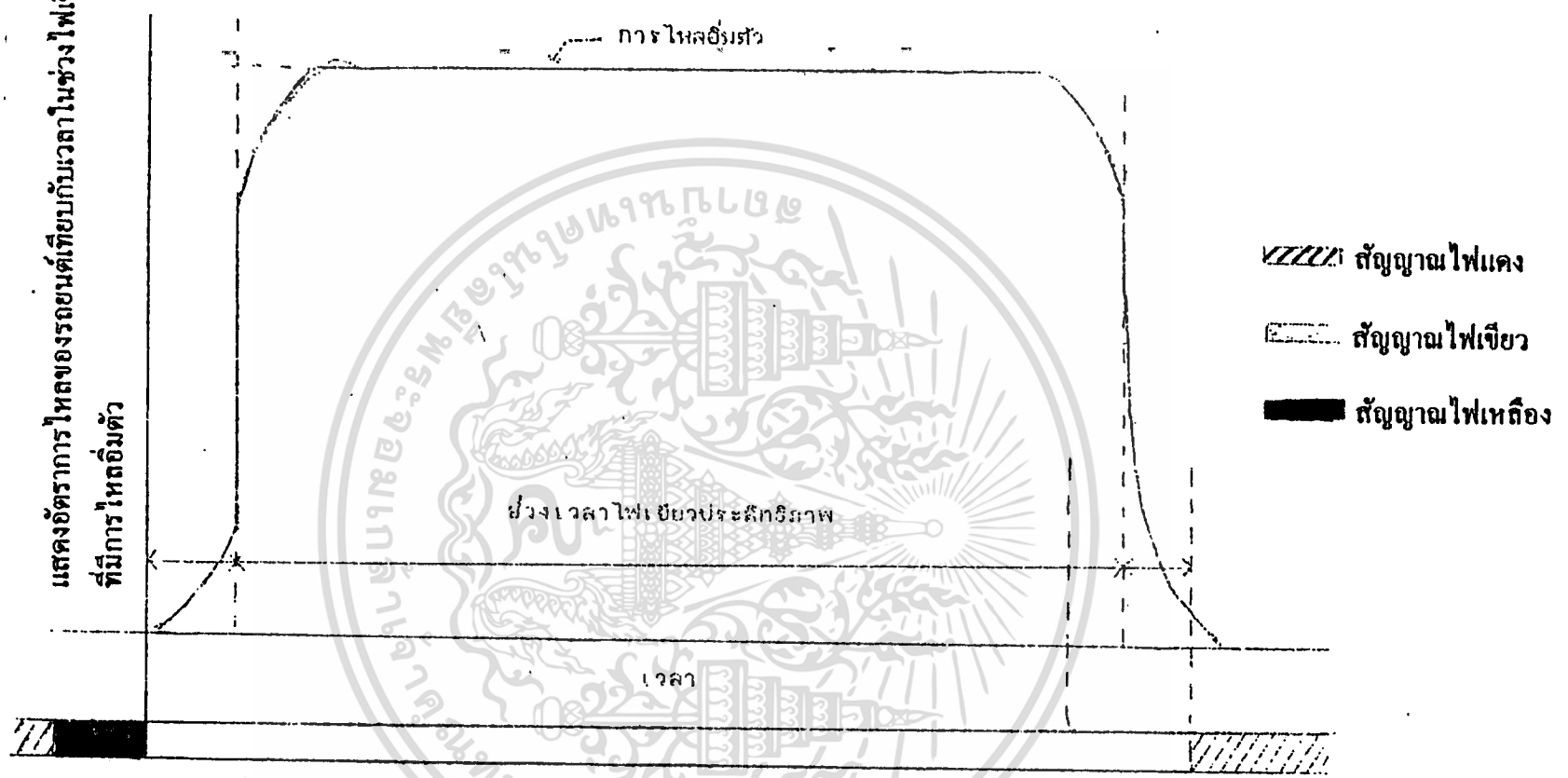
ปัจจุบันการรถไฟแห่งประเทศไทยได้ทำการเดินรถสายตะวันออก เป็นจำนวน ถึง 28 เที่ยว ต่อ วัน ดังแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง.ที่ 6.2

6.4.5 การศึกษาระยะเวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายที่คั่งค้างจากสัญญาณปิดกั้นรถไฟ แล่นผ่านรางรถไฟ

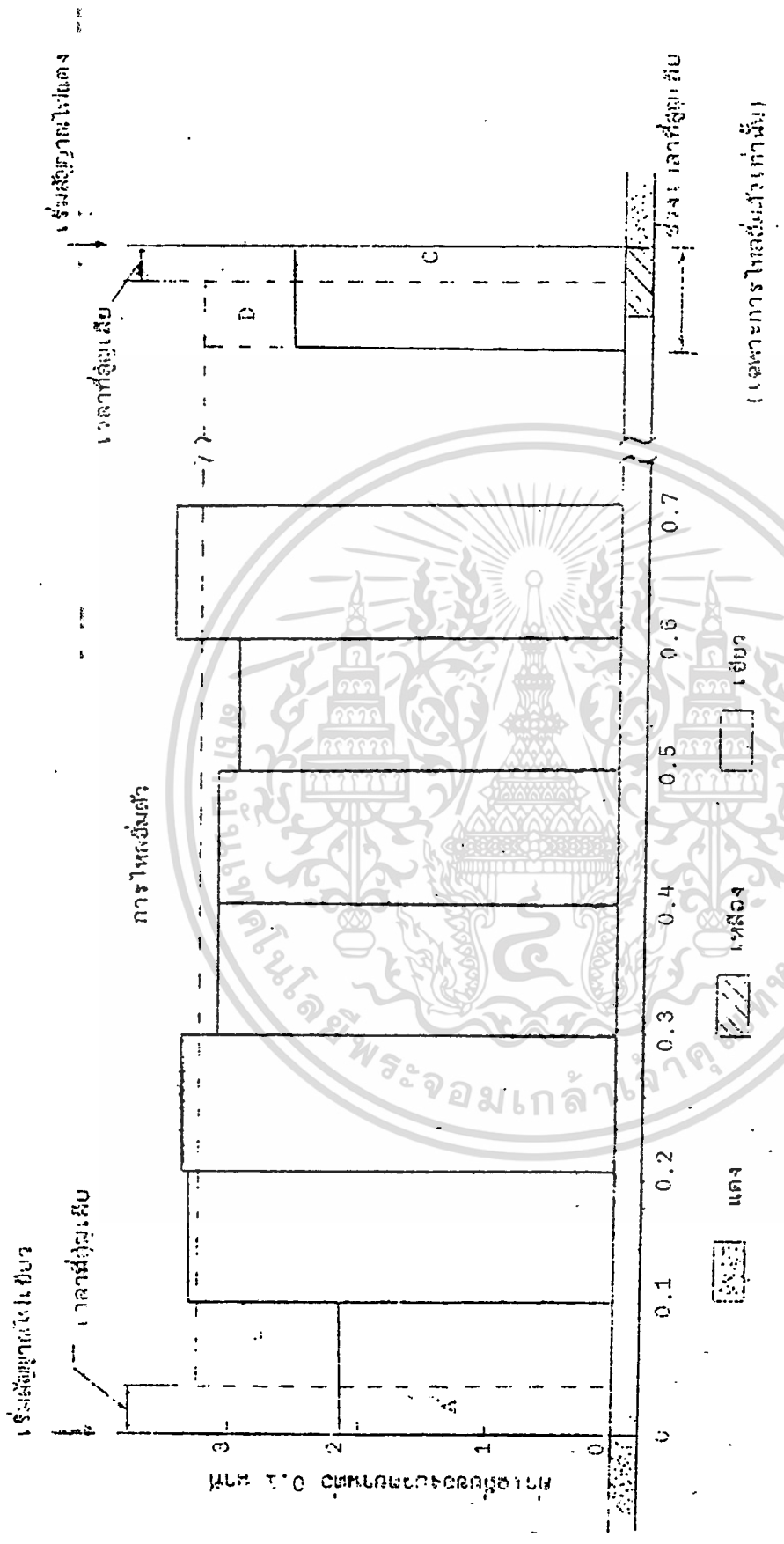
6.4.5.1 ผลการศึกษาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล เรื่อง การศึกษาความจุของการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานคร ได้กล่าวว่า ในช่วงเวลาไฟเขียว ปริมาณยวดยานที่ผ่านทางแยกได้จะเท่ากับความจุของทางแยก แต่ปริมายาดยานสูงสุดและคงที่ ที่ผ่านทางแยกได้ต่อหน่วยเวลาในช่วงไฟเขียว จะเป็นการไหลอิ่มตัวของทางแยก (SATURATION FLOW)

WEBSTER ได้ให้คำนิยามของการไหลอิ่มตัวเท่ากับปริมาณกาจราจรสูงสุดคงที่ที่ผ่านเส้นหยุดไผได้ในช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิภาพ (EFFECTIVE GREEN TIME) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่หักค่าเวลาสูญเสียจากการออกรถและหยุด ในรูปที่ 6.1 ได้แสดงลักษณะของปริมาณจราจรที่การไหลอิ่มตัว ซึ่งมีหน่วยเป็น PCU / ชั่วโมง ส่วนรูป 6.2 ได้แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลออกที่การไหลอิ่มตัวในช่วงสัญญาณไฟเขียว โดยในการศึกษาได้ใช้การเก็บข้อมูลในกรุงเทพฯ จากผลการศึกษาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล เรื่อง การศึกษาความจุของการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานคร ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทางแยกต่างๆ 8 ทางแยกและศึกษาถึงสภาพการออกตัวของรถยนต์ อุบัติเหตุ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาปริมาณขบวนรถยนต์ที่ติดค้างรอรถไฟ พฤติกรรมของรถยนต์ที่ผ่านทางรถไฟจะมีสภาพที่ใกล้เคียงกับผลการศึกษาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 6.1 แสดงอัตราการไหลของรถยนต์เทียบกับเวลาในช่วงไฟเขียวที่มีการไหลอิ่มตัว



รูปที่ 6.2 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของรถยนต์ที่มีการไหลในช่วงไฟเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการศึกษาทำให้ได้แบบจำลอง ดังนี้

1). การไหลอิ่มตัว = 795.56 + 415.71 VAR 20 + 12.71 VAR 24 +9.76 VAR 25
(ในหน่วย PCU / ชั่วโมง) ทางตรง

2). การไหลอิ่มตัว = 7653.43 + 456.61 VAR 20 - 11.66 VAR 18 + 11.64 VAR 24 + 4.43 VAR 25
(ในหน่วยของรถทุกชนิด)

โดย VAR 18 = ร้อยละของรถบรรทุกและรถเมย์ในปริมาณการจราจร
VAR 20 = ความกว้างของช่องทางจราจรที่ทางแยก (เมตร)
VAR 24 = มีช่องทางเลี้ยวขวาหรือไม่
VAR 25 = มีช่องทางเลี้ยวซ้ายหรือไม่

3). การไหลอิ่มตัวของยวดยานที่ทางแยก จะเกิดขึ้นหลังจากได้รับสัญญาณไฟเขียวแล้ว 2 วินาที โดยการออกรถจะจัดระเบียบของตัวมันเอง หลังจากช่วงเวลานี้ไปแล้วด้วย

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไหลของปริมาณรถยนต์ที่รอขบวนรถไฟจะมีลักษณะการไหลของจราจรทางเดียว และสภาพการออกตัว และพฤติกรรมต่างๆ มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน จึงตั้งสมมุติฐานว่าให้ลักษณะการเคลื่อนตัวของขบวนรถยนต์ที่ติดค้างรอรถไฟ มีสภาพเป็นขบวนรถยนต์ติดสัญญาณไฟตามทางแยก จึงสามารถใช้แบบจำลองนี้ได้

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้ามีปริมาณรถยนต์ที่ต้องติดสัญญาณรอรถไฟแล่นผ่านในกรณีที่ 1 เป็นเวลา 2 นาที ซึ่งจะมีปริมาณรถยนต์ที่ติดค้างอยู่ 20.80 PCU หรือมีความยาว 103 เมตร โดยถนนฉลองกรุงมีความกว้าง 2.5 เมตร เป็นลักษณะรถยนต์ไหลทางเดียว

การไหลอิ่มตัว = 795.56 + 415.71 VAR 20 + 12.71 VAR 24 +9.76 VAR 25

สถาพถนนฉลองกรุง มีความกว้าง 2.50 เมตร

ดังนั้น VAR 20 = 2.50 เมตร

สภาพถนนฉลองกรุง ตรงบริเวณสัญญาณปิดกั้นทางรถไฟ เป็นทางตรงไม่มีการเลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา ดังนั้นตัวแปร VAR 24 และ VAR 25 มีค่าเป็น 0

แทนค่า = 795.56 + 415.71(2.50) + 12.71 (0) +9.76 (0)

= 1833.83 PCU / ชั่วโมง

= 30.56 PCU / นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์คันสุดท้ายจะใช้แล่นผ่าน

ระยะเวลา = $\frac{20.80}{30.56}$

= 0.68 นาที

= 40.8 วินาที

เวลาที่ใช้ก่อน = 2 วินาที

รวม = 42.8 วินาที

แต่ขบวนรถยนต์ที่มี 20.80 PCU มีความยาว 103 เมตร ดังนั้น

ความเร็วเฉลี่ย = $\frac{0.103 * 60 * 60}{42.80}$

= 8.66 กิโลเมตร/ชั่วโมง

จากผลการคำนวณแสดงว่าขบวนรถยนต์ในถนนฉลองกรุงที่รอรถไฟแล่นผ่านมีความเร็วเฉลี่ยเป็น 8.66 กิโลเมตร/ชั่วโมง

6.4.5.2 ผลการศึกษาจากการสังเกต

จากการสังเกตขบวนรถยนต์ที่ติดรอรถไฟนั้น

1). กรณีที่ 1

โดยทั่วไปขบวนรถไฟที่ใช้เวลาผ่านถนนฉลองกรุงจะใช้ระยะวลาประมาณ 1.5 - 2.5 นาที โดยมีความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติด ประมาณ 80 - 130 เมตร และใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านประมาณ 35 - 55 วินาที โดยแสดงไว้ที่ตาราง 6.6

ตารางที่ 6.6 แสดงระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟในกรณีที่ 1

ระยะเวลาที่ปิดกั้นสัญญาณ (นาที)	ความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดรอรถไฟแล่นผ่าน (m.)	ระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟ (วินาที)	ความเร็วเฉลี่ย (Km /Hr)	เวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนที่ (วินาที)
1.5	80	35	8.2	32
2.0	110	45	8.8	43
2.5	130	55	8.5	53

จากตารางสามารถคำนวณความเร็วเฉลี่ยของขบวนรถยนต์ที่แล่นผ่านรางรถไฟได้ โดยมีความเร็ว 8.20 - 8.80 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2). กรณีที่ 2

โดยทั่วไปขบวนรถไฟที่ใช้เวลาผ่านถนนฉลองกรุงจะใช้ระยะวลาประมาณ 1.5 - 2.5 นาที โดยมีความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติด ประมาณ 60 - 95 เมตร และใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านประมาณ 25 - 40 วินาที โดยแสดงไว้ที่ตาราง 6.7

ตารางที่ 6.7 แสดงระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟในกรณีที่ 2

ระยะเวลาที่ปิดกั้นสัญญาณ (นาที)	ความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดรอรถไฟแล่นผ่าน (m.)	ระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟ(วินาที)	ความเร็วเฉลี่ย (Km/Hr)	เวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนที่(วินาที)
1.5	60	25	8.64	23
2.0	75	30	9.00	27
2.5	95	40	8.55	37

จากตารางสามารถคำนวณความเร็วเฉลี่ยของขบวนรถยนต์ที่แล่นผ่านรางรถไฟได้ โดยมีความเร็ว 8.55 - 9.00 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

3). กรณีที่ 3

โดยทั่วไปขบวนรถไฟที่ใช้เวลาผ่านถนนฉลองกรุงจะใช้ระยะวลาประมาณ 2.0 - 3.0 นาที โดยมีความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติด ประมาณ 8 - 14 เมตร และใช้เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านประมาณ 3 - 6 วินาที โดยแสดงไว้ที่ตาราง 6.8

ตารางที่ 6.8 แสดงระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟใน กรณีที่ 3

ระยะเวลาที่ปิดกั้นสัญญาณ (นาที)	ความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดรอรถไฟแล่นผ่าน (m.)	ระยะเวลาที่ขบวนรถยนต์แล่นผ่านรางรถไฟ (วินาที)	ความเร็วเฉลี่ย (Km/Hr)	เวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนที่(วินาที)
2.0	8	3	9.5	1
2.5	12	5	8.64	3
3.0	14	6	8.40	3

จากตารางสามารถคำนวณความเร็วเฉลี่ยของขบวนรถยนต์ที่แล่นผ่านรางรถไฟได้ โดยมีความเร็ว 8.40 - 9.50 กิโลเมตร / ชั่วโมง

จากการสังเกตจะพบว่าความเร็วเฉลี่ยของขบวนรถยนต์ที่ติดค้างรอรถไฟแล่นผ่านทั้ง 3 กรณีมีค่าตั้งแต่ 8.20 - 9.50 กิโลเมตร / ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับการคำนวณ (8.66)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 สรุปผลการศึกษา

6.5.1 การศึกษาปริมาณจราจรในปัจจุบันของถนนฉลองกรุง

การศึกษาปริมาณจราจรในปัจจุบันของ ถนน ฉลองกรุง ในแต่ละชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง ได้แสดงไว้ที่ผลการทดลองในตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2

จากผลการศึกษาจะสามารถแบ่งการจราจรในถนน ฉลองกรุง ได้เป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 : ช่วง เวลา 7.00- 9.00 น. และ 16.00-18.00 น .

กรณีที่ 2 : ช่วง เวลา 9.00-16.00 น. และ 18.00-20.00 น .

กรณีที่ 3 : ช่วง เวลา 20.00- 7.00 น .

และผลของการหาค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรในหน่วย PCU ของแต่ละกรณี แสดงไว้ที่ตารางที่ 6.1 และ 6.2 ซึ่งจะพบว่าปริมาณจราจรของกรณีที่ 1 จะมีปริมาณมากที่สุด เพราะเป็นช่วงเวลาเร่งด่วน รองลงมาคือ ปริมาณจราจรใน กรณีที่ 2 และปริมาณจราจรในกรณีที่ 3 จะน้อยที่สุด เพราะว่าเป็นช่วงเวลากลางคืน

6.5.2. การศึกษาปริมาณรถยนต์ที่ดั่งค้างในช่วงเวลาที่รถไฟแล่นผ่าน

จากการศึกษาปริมาณรถยนต์ที่ดั่ง ค้างโดยวิธีการคำนวณจากปริมาณจราจรเฉลี่ยของถนน ฉลองกรุง และ การเก็บข้อมูล จากสถานที่จริง พบว่าค่าที่ได้ทั้ง 2 ค่า ใกล้เคียงกัน ดังที่ได้แสดง การเปรียบเทียบไว้ในตารางภาคผนวก ง.ที่ 5 จึงสามารถหาปริมาณรถยนต์ที่ดั่งค้างจากการรอรอไฟผ่านในแต่ละ กรณี ได้โดยวิธีการคำนวณจากปริมาณจราจรในปัจจุบัน

6.5.3. การศึกษาปริมาณรถยนต์ที่ดั่ง ค้างในช่วงเวลาที่รถไฟแล่นผ่านในปัจจุบัน

จากข้อมูลของการรถไฟแห่งประเทศไทยเมื่อโครงการ ICD แล้วเสร็จ จะมีขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าวิ่งผ่าน ถนน ฉลองกรุง ซึ่งมีข้อมูลของการเดินรถดังนี้

ขบวนรถไฟขนส่งตู้สินค้าจะมีความยาว 240 - 400 เมตร

ความเร็ว ประมาณ 10 - 20 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

ระยะเวลาของการ เปิด - ปิด สัญญาณกั้นรถยนต์ ประมาณ 0.5 - 1.00 นาที

การคำนวณหาระยะเวลาที่รถไฟแล่นผ่าน คือ

$$\text{ระยะเวลา} = \frac{0.24 * 60}{20} \text{ ถึง } \frac{0.40 * 60}{10}$$

$$= 0.72 \text{ ถึง } 2.40 \text{ นาที}$$

ดังนั้นรวมระยะเวลาที่รถยนต์จะต้องรอรถไฟผ่านทั้งสิ้น 1.00 - 3.40 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตารางที่ 6.9 จะแสดงระยะรวมของขบวนรถยนต์ที่ต้องรอรถไฟโดยการคำนวณ เมื่อโดยพิจารณาเพียง ระยะที่ปิดกั้นสัญญาณ ส่วนในตารางที่ 6.10 ได้แสดงระยะรวมของขบวนรถยนต์ที่ต้องรอรถไฟโดยการพิจารณา ระยะเวลากว่าที่รถยนต์คันสุดท้ายจะเคลื่อนที่ด้วย

ตารางที่ 6.9 แสดงระยะความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟเพื่อรอรถไฟแล่นผ่าน

เวลาที่ใช้ปิดกั้นรถบนถนนฉลองกรุง (นาที)	CASE 1 ความยาวที่ขบวนรถติด (เมตร)	CASE 2 ความยาวที่ขบวนรถติด (เมตร)	CASE 3 ความยาวที่ขบวนรถติด (เมตร)
0.5	25.74	18.08	2.96
1.0	50.48	37.08	4.92
1.5	77.22	56.12	6.88
2.0	102.96	75.16	8.84
2.5	128.70	93.20	11.80
3.0	153.24	112.24	13.76
3.5	181.18	131.28	16.72

ตารางที่ 6.10 แสดงระยะความยาวของขบวนรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟเพื่อรอรถไฟแล่นผ่าน เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายที่ติด เริ่มเคลื่อนที่

เวลาที่ใช้ปิดกั้นรถบนถนนฉลองกรุง(นาที)	เมื่อรวมระยะเวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนที่(นาที)	CASE 1 ความยาวที่ขบวนรถติด (เมตร)	CASE 2 ความยาวที่ขบวนรถติด (เมตร)	CASE 3 ความยาวที่ขบวนรถติด (เมตร)
0.5	0.68	35.28	24.26	3.39
1.0	1.34	67.74	47.9	5.71
1.5	2.03	104.4	74.49	8.14
2.0	2.71	139.7	87.75	10.53
2.5	3.39	175.0	108.02	13.9
3.0	4.06	209.8	127.98	17.29
3.5	4.75	245.6	175.55	19.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสังเกตได้ว่าในตารางที่ 6.10 จะมีระยะทางของขบวนรถยนต์ที่ติดค้างรอรถไฟแล่นผ่านที่ยาวกว่า เพราะได้คิดระยะเวลาจนกว่ารถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนที่ เหตุผลที่ต้องนำระยะเวลานี้มารวมด้วยก็เพื่อให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง ส่วนรูปที่ 6.3 - 6.5 จะแสดงสภาพความยาวของขบวนรถยนต์ที่ต้องรอรถไฟแล่นผ่านในแต่ละ กรณี

6.5.4 จำนวนเที่ยวรถไฟในปัจจุบัน

จากตารางเดินรถในตารางภาคผนวก ง.ที่6.1 และ6.2 รถไฟที่บรรทุกตู้สินค้าจะเดินผ่าน สจล.ในช่วงเวลา กรณีที่1 เพียง 2 ขบวน ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับ กรณีอื่นๆ ส่วนรถไฟขนส่งผู้โดยสาร จะมีปริมาณมากในช่วงเวลาที่ กรณีที่ 2 รองลงมา คือ กรณีที่1 และน้อยที่สุดคือ กรณีที่ 3 ซึ่งแสดงไว้ที่ตาราง 6.11 - 6.12

ตารางที่ 6.11 แสดงสัดส่วนของเที่ยวรถไฟที่ขนส่งตู้สินค้า

CASE ที่	จำนวนเที่ยว	เปอร์เซนต์
1	2	9.0
2	10	45.5
3	10	45.5

ตารางที่ 6.12 แสดงสัดส่วนของเที่ยวรถไฟที่ขนส่งผู้โดยสาร

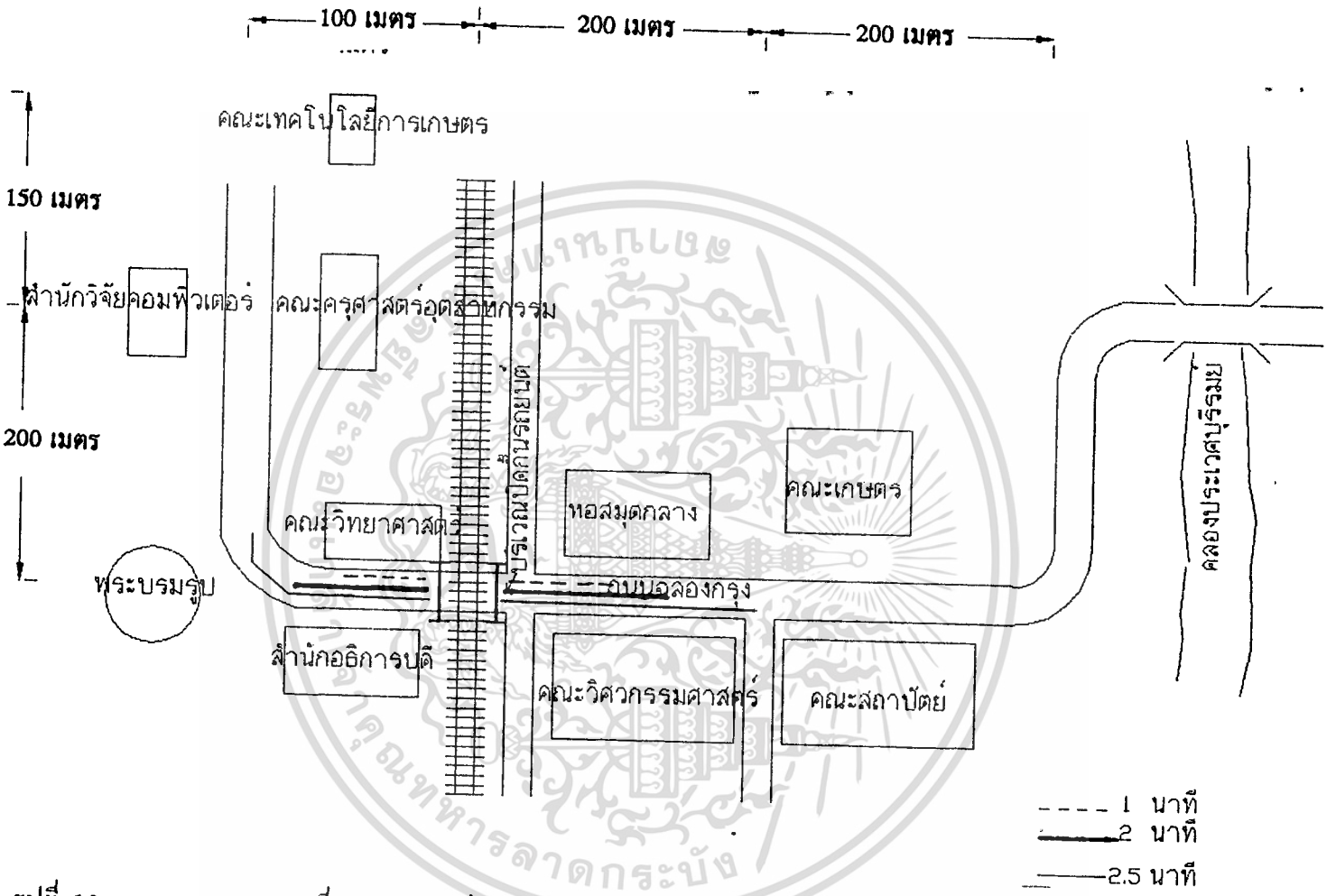
CASE ที่	จำนวนเที่ยว	เปอร์เซนต์
1	10	35.70
2	15	53.50
3	3	10.80

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในปัจจุบัน ทางการรถไฟ ฯ ได้พยายามจัดตารางเวลาการเดินรถไฟขนส่งผู้สินค้าให้อยู่ในช่วงเวลาในกรณีที่ 2 และ 3 ซึ่งมีปริมาณจราจรไม่มาก

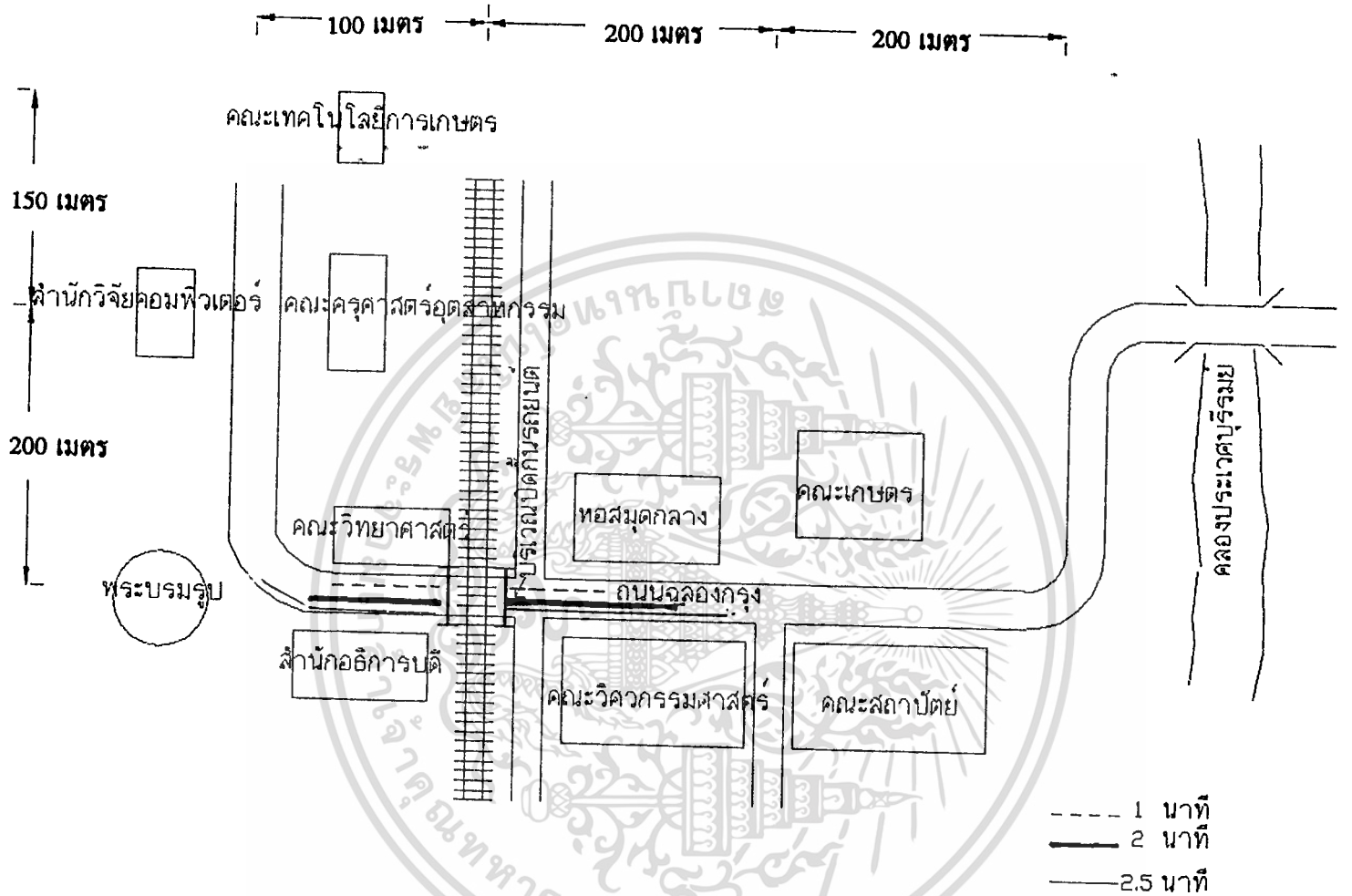
6.5.5 การศึกษาระยะเวลาที่รถยนต์คันสุดท้ายที่ติดขบวนรถไฟแล่นผ่านรางรถไฟ

จากการศึกษาหาระยะเวลาในการแล่นผ่านรางรถไฟโดยการเปรียบเทียบการคำนวณโดยใช้แบบจำลองของ รองศาสตราจารย์ ครรชิต ผิวนวล กับการสังเกตจากสถานที่จริงมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

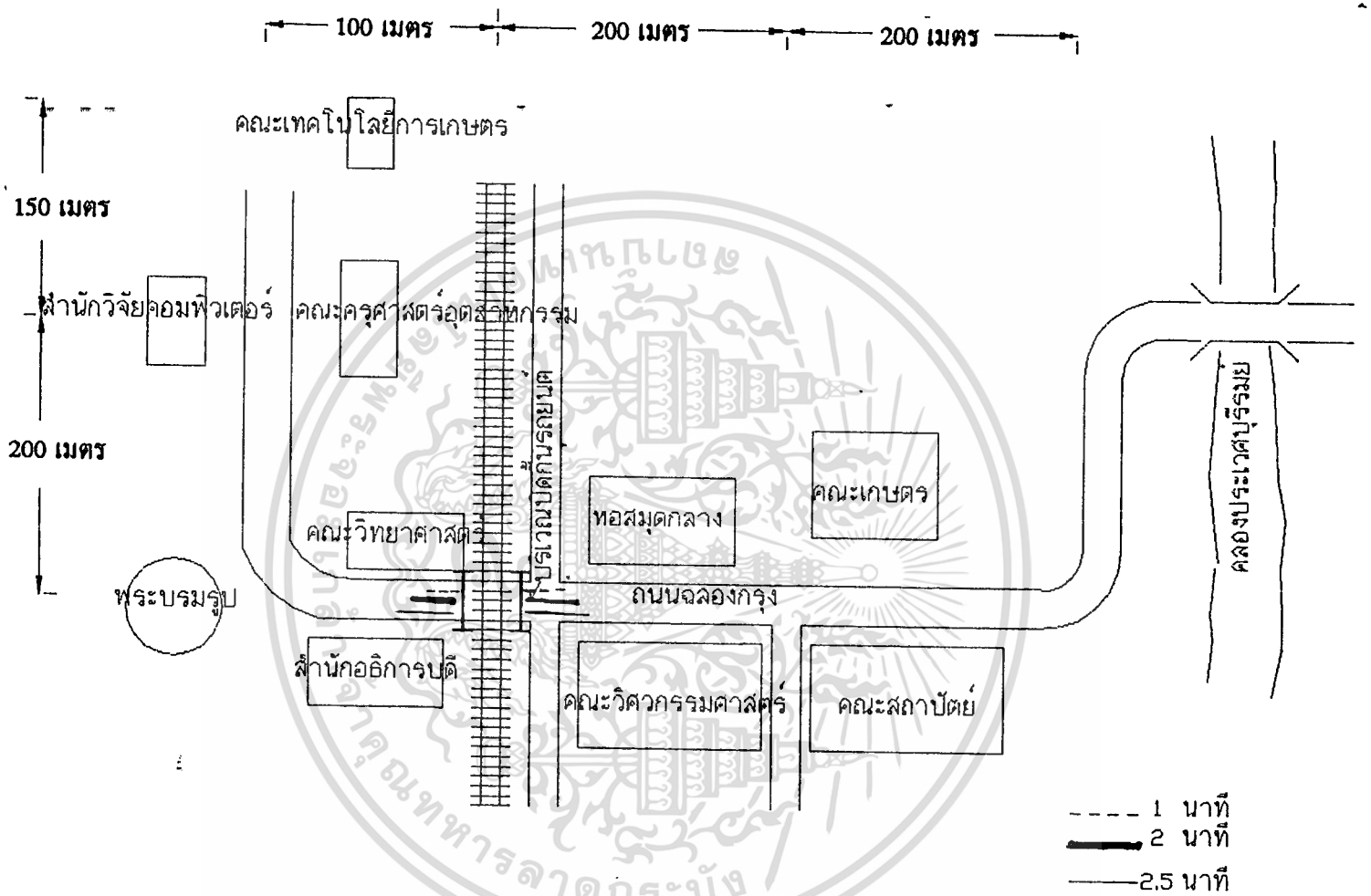
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 แสดงระยะทางรวมที่ขบวนรถยนต์ติดค้างจากการปิดสัญญาณไฟ โดยคิดรวมระยะเวลาทั้งหมดจนรถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนตัว กรณีที่ 1



รูปที่ 6.4 แสดงระยะทางรวมที่ขบวนรถยนต์ติดค้างจากการปิดสัญญาณไฟ โดยคิดรวมระยะเวลาทั้งหมดจนรถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนตัว กรณีที่ 2



รูปที่ 6.5 แสดงระยะทางรวมที่ขบวนรถยนต์ติดค้างจากการปิดสัญญาณไฟ โดยคิดรวมระยะเวลาทั้งหมดจนรถยนต์คันสุดท้ายเริ่มเคลื่อนตัว กรณีที่ 3

6.6 การวิเคราะห์

6.6.1 การวิเคราะห์เมื่อโครงการ ICD สร้างเสร็จ

โครงการ ICD จะเปิดใช้ดำเนินการอย่างเต็มรูปแบบในปี ค.ศ. 1997 ซึ่งจากการคาดการณ์ปริมาณจราจรจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 % ดังแสดงไว้ในตาราง 6.13

ในตารางที่ 6.13 จะเห็นว่าปริมาณจราจรมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มาก คือในปี ค.ศ.1997 ปริมาณจราจรจะเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันเพียง 2 %

ตารางที่ 6.13 แสดงปริมาณจราจรที่คาดการณ์ในอนาคตของถนนฉลองกรุง

ปี	PCU /DAY	Veh / DAY
1995	14637	17466
1996	14758	17611
1997	14904	17747
1998	15074	17905
1999	15267	18084
2000	15481	18285

ซึ่งจะทำให้ปริมาณจราจรที่คั่งค้างเพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบัน แต่ไม่มากนัก

6.6.2. ในสภาพปัจจุบันถนน ฉลองกรุง บริเวณหน้าสถาบัน ที่ตัดกับถนนที่จะไป โรงเรียนพรตฯมีปริมาณรถยนต์เข้าออก มากโดยเฉพาะช่วงเวลาเร่งด่วน รวมทั้งปริมาณรถยนต์ที่ต้องเข้าออกสถาบัน เหล่านี้เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดปริมาณคั่งค้างของรถยนต์มากขึ้น

6.7 แนวทางในการลดผลกระทบ

6.7.1.ทางการรถไฟควรควรออกตารางการเดินรถขนส่งตู้สินค้าในช่วงเวลา กรณีที่3 เพราะปริมาณการจราจรในช่วงดังกล่าวมีปริมาณต่ำ แต่ถ้าหากมีความจำเป็นที่จะต้องขนส่ง ในช่วงเวลา กรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 ควรที่ลดระยะเวลาในการปิด-เปิด สัญญาณ เพื่อให้มีปริมาณจราจรที่คั่งค้างอันเนื่องจากรอให้รถไฟผ่านน้อยที่สุด

6.7.2.ในอนาคตข้างหน้าปริมาณจราจรจะสูงขึ้น ทางการรถไฟควรทำการสร้างอุโมงค์ให้ถนนฉลองกรุงลอดผ่านทางรถไฟ หรือ ให้ทางรถไฟลอดผ่านถนน ฉลองกรุง ก็จะแก้ปัญหาปริมาณจราจรที่คั่งค้างได้

6.7.3.ควรลดระยะเวลาในการปิด-เปิดสัญญาณกั้นรถยนต์ เพื่อลดปริมาณจราจรที่คั่งค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1) เสริมพล รัตสุด และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ , "การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน" ,สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ,2524.

2) ธานี ประดับหยิ่ว ,"ลักษณะและปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตมหาวิทยลัย , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

3) ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ ,"ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย ".สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ,2536.

4) เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, "การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหหกรรมและแหล่งชุมชน",สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.2524.

5) อ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย, รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล,ผศ. นงนุช เภตรานุวัฒน์, และอ.กรองทอง ทิพยศักดิ์."รายงานการศึกษาสภาพแวดล้อมทางน้ำบริเวณลำคลองรอบการนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง",ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง,2537

6) JICA,"รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ LICD",1987

7) กระทรวงวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและการพลังงาน,"การคำนวณค่าระดับเสียง".

8) เอกสารต่างๆจากการรถไฟแห่งประเทศไทย

9) แผนที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง

10) วิศวกรรมฐานราก แต่งโดย ดร. วรากร ไม้เรียง

11) EFFECTS OF VIBRATION DUE TO PILE DRIVING Thesis by BOONCHAI CHITTIKULADILOK, ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY BANGKOK THAILAND.

12) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ครรชิต นิ่มนวล, "รายงานการศึกษาความจุของการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานคร",2526.

13) Dutch cur-57 recommendation code ของ ประเทศเนเธอร์แลนด์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาคผนวก ก

การศึกษาผลกระทบด้านเสียง

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1 ค่าระดับเสียงจากการวัดของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ที่ระยะทางต่างๆ

ระยะทางวัดในแนวตั้งฉากกับรางรถไฟ (เมตร)	ค่าระดับเสียงจากการวัดของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ (เดซิเบล)
8	86.0
20	77.0
40	71.0
60	68.0
80	65.0
100	63.0
150	60.0
200	57.0
250	55.0
300	54.0
350	52.0
400	51.0

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.1 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	ไม่มีลม ไม่มีเสียงรบกวน	สถานีพระยอมเกล้า	120	30	87	84	82	82	81	83	83	84	83	81
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						81	78	78	76	76	76	76	76	76
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						75	76	75	76	75	76	75	76	76
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36
						75	75							

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.2 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	ไม่มีลม ไม่มีเสียงรบกวน	สถานีพระยอมเกล้า	90	31	95	87	86	88	86	87	86	86	86	87
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						86	88	86	86	86	86	86	87	86
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						85	82	82	84	82	82	82	82	82
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36
						82	82	82						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.3 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	ไม่มีลม ไม่มีเสียงรบกวน	สถานีพระจอมเกล้า	79	21	86	81	82	81	82	82	81	82	82	82
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						81	82	81	82	82	81	81	82	82
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						82	82							
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.4 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	ไม่มีลม ไม่มีเสียงรบกวน	สถานีพระจอมเกล้า	65	31	92	92	91	89	88	89	87	89	87	89
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						87	89	89	89	86	89	86	89	86
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						89	86	89	86	89	86	85	86	85
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36
						86	85	85						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.5 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลมเล็กน้อย มีเสียงเล็กน้อย	สถานีพระขอมเกล้า	110	15	84	80	78	78	76	76	76	76	76	74
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						74	74	74	72	72				
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.6 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	ไม่มีลม ไม่มีเสียงรบกวน	สถานีหัวตะเข้	69	13	84	79	77	75	77	75	75	75	75	75
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						76	75	75						
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.7 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลมเล็กน้อย ไม่มีเสียง	สถานี หัวตะเข้	79	13	94	89	89	87	85	87	87	85	85	87
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						87	85	85						
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.8 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	ไม่มีลม ไม่มีเสียงรบกวน	สถานี หัวตะเข้	60	11	89	85	85	85	84	84	84	84	82	84
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						84								
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.9 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	28	5	98	85	85	85	85					
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.10 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	40	6	86	78	76	75	74	74				
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.12 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	24	15	94	90	88	89	88	89	89	88	89	88
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						88	88	88	88	88				
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.11 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลมุ มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	90	6	96	86	85	84	82	82				
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.13 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	90	14	91	86	84	83	81	79	77	76	78	76
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						78	76	76	76					
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.14 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	45	7	93	73	75	72	71	73	75			
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.15 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม	ตึก 12 ชั้น	75	13	90	86	84	86	86	84	84	84	84	84
	มีเสียงรถ,คนน้อย					รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						82	84	84						
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.16 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม	ตึก 12 ชั้น	98	30	97	88	88	88	88	88	88	88	86	86
	มีเสียงรถ,คนน้อย					รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						86	86	88	86	88	88	88	86	86
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						88	86	86	88	86	88	86	86	86
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36
						86	86							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.17 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	46	15	93	80	82	81	80	82	79	78	77	78
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						76	75	74	73	75				
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2.18 ค่าระดับเสียงจากการวัดที่ระยะ 8 เมตร

วัน	ลักษณะภูมิอากาศ	ตำแหน่งที่วัด	ใช้เวลา (วินาที)	จำนวนของรถจักรรวมกับรถล้อเลื่อน	ค่าระดับเสียงของรถจักรกับรถล้อเลื่อน (เดซิเบล)								
					รถจักร	รถล้อเลื่อน							
						1	2	3	4	5	6	7	8	9
31มค38	มีลม มีเสียงรถ,คนน้อย	ตึก 12 ชั้น	40	10	95	85	83	84	86	85	86	86	84	85
						รถล้อเลื่อน								
						10	11	12	13	14	15	16	17	18
						รถล้อเลื่อน								
						19	20	21	22	23	24	25	26	27
						รถล้อเลื่อน								
						28	29	30	31	32	33	34	35	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

ระยะทางตามแนวตั้ง (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนที่ระยะต่างๆ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
1	111.20	102.65	**103.77**
2	105.18	96.63	**97.75**
3	101.66	93.11	**94.23**
4	99.16	90.61	**91.73**
5	97.22	88.67	**89.79**
6	95.64	87.09	**88.21**
7	94.30	85.75	**86.87**
8	93.14	84.59	**85.71**
9	92.12	83.57	**84.68**
10	91.20	82.65	**83.77**
11	90.37	81.82	**82.94**
12	89.62	81.07	**82.19**
13	88.92	80.37	**81.49**
14	88.28	79.73	**80.85**
15	87.68	79.13	**80.25**
16	87.12	78.57	**79.69**
17	86.59	78.04	**79.16**
18	86.10	77.55	**78.66**
19	85.63	77.08	**78.19**
20	85.18	76.63	**77.75**
30	81.66	73.11	**74.23**
40	79.16	70.61	**71.73**
50	77.22	68.67	**69.79**
60	75.64	67.09	**68.21**
70	74.30	65.75	**66.87**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

ระยะทางตามแนวตั้ง (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนที่ระยะต่างๆ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
80	73.14	64.59	65.71
90	72.12	63.57	64.68
100	71.20	62.65	63.77
110	70.37	61.82	62.94
120	69.62	61.07	62.19
130	68.92	60.37	61.49
140	68.28	59.73	60.85
150	67.68	59.13	60.25
160	67.12	58.57	59.69
170	66.59	58.04	59.16
180	66.10	57.55	58.66
190	65.63	57.08	58.19
200	65.18	56.63	57.75
210	64.76	56.21	57.32
220	64.35	55.80	56.92
230	63.97	55.42	56.53
240	63.60	55.05	56.16
250	63.24	54.69	55.81
260	62.90	54.35	55.47
270	62.57	54.02	55.14
280	62.26	53.71	54.83
290	61.95	53.40	54.52
300	61.66	53.11	54.23
310	61.37	52.82	53.94
320	61.10	52.55	53.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 3(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

ระยะทางตามแนวตั้ง (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนที่ระยะต่างๆ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
330	60.83	52.28	53.40
340	60.57	52.02	53.14
350	60.32	51.77	52.89
360	60.08	51.53	52.64
370	59.84	51.29	52.41
380	59.61	51.06	52.17
390	59.38	50.83	51.95
400	59.16	50.61	51.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆในสถาบันฯ กรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

สถานที่	ระยะทางของอาคาร (เมตร)		ค่าระดับเสียงของรถจักรที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคาร (เดซิเบล)		ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนที่ตำแหน่งต่างๆของอาคาร (เดซิเบล)		ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคาร (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
1.หอพักนักศึกษา	40	164	79 2	66.9	70.6	58.4	71.7	59.5
2 บรรยายวิศวะ	34 5	54.5	80 4	76 5	71.9	67.9	73.0	69.0
3.อาคารไฟฟ้ากำลัง	46	91 5	77 9	72.0	69 4	63.4	70.5	64.5
4.โรงประลองไฟฟ้าแรงสูง	91 5	119	72 0	69.7	63.4	61.1	64.5	62.3
5.อาคารบรรยายรวม+หอสมุดกลาง	154.5	184.5	67.4	65 9	58 9	57 3	60.0	58.4
6.อาคารเรียนรวมพระเทพฯ	206	219	64.9	64 4	56.4	55.8	57.5	57.0
7.สำนักงานรองอธิการบดี	46	73	77 9	73.9	69.4	65.4	70.5	66.5
8.สำนักงานอธิการบดี	85	119.0	72.6	69 7	64.1	61.1	65.2	62.3
9 คณะวิทยาศาสตร์	19.5	165.5	85.4	66.8	76.9	58.3	78.0	59.4
10.คณะครุศาสตร์	87	147	72.4	67 9	63.9	59.3	65.0	60.4
11 สำนักวิจัยและบริหารคอมพิวเตอร์	253	298	63 1	61 7	54 6	53.2	55.7	54.3
12.คณะเทคโนโลยีการเกษตร(เหนือ)	46	133	77.9	68.7	69 4	60 2	70.5	61.3
13.บริเวณพักอาศัย บ้านพักคนงาน	74.5	106.5	73.8	70.7	65 2	62.1	66.3	63.2
14.บริเวณพักอาศัย แฟลตอาจารย์	163	228	67 0	64.0	58.4	55.5	59.5	56.6
15 ตึก 12 ชั้น	50	138	77.2	68 4	68 7	59 9	69.8	61.0
16.ยิมเนเซียม	149.5	180	67 7	66 1	59.2	57.5	60.3	58.7
17 อาคารเทคโนโลยีการก่อสร้าง	150	196	67 7	65.4	59.1	56.8	60.2	57.9
18.อาคารอิเลคทรอนิคและคอมพิวเตอร์	71	118	74.2	69.8	65.6	61 2	66.7	62.3
19 อาคารโทรคมนาคม	90	113	72.1	70.1	63 6	61.6	64.7	62.7
20.หอประชุม	93	143	71 8	68.1	63.3	59 5	64.4	60.7
21.ห้องสมุดวิศวะ	75	100	73 7	71 2	65.2	62.7	66.3	63.8
22.อาคารเรียน 6 ชั้น	139	173	68 3	66.4	59.8	57.9	60.9	59.0
23.คณะสถาปัตย์กรรม	227	398	64 1	59 2	55.5	50.7	56.6	51.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 4(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆในสถาบันฯ กรณีมีรถไฟ 1 ขบวน

สถานที่	ระยะทางของอาคาร (เมตร)		ค่าระดับเสียงของรถจักรที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคาร (เดซิเบล)		ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนที่ตำแหน่งต่างๆของอาคาร (เดซิเบล)		ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคาร (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
24.สำนักหอสมุดกลาง	58	126	75.9	69 2	67.4	60.6	68.5	61.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 5 เปรียบเทียบค่าระดับเสียงจากการวัดและการคำนวณ

ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงจากการวัดของรถไฟบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ (เดซิเบล)
85.71	86.0
77.75	77.0
71.73	71.0
68.21	68.0
65.71	65.0
63.77	63.0
60.25	60.0
57.75	57.0
55.81	55.0
54.23	54.0
52.89	52.0
51.73	51.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 6 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน ใน 2 ราง

ระยะทางตามแนวตั้งฉากกับทางรถไฟ (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 1 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 2 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 1 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 2 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดจากการคำนวณที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
1	111.20	91.20	102.65	82.65	**103.81**
2	105.18	90.37	96.63	81.82	**97.89**
3	101.66	89.62	93.11	81.07	**94.49**
4	99.16	88.92	90.61	80.37	**92.12**
5	97.22	88.28	88.67	79.73	**90.31**
6	95.64	87.68	87.09	79.13	**88.85**
7	94.30	87.12	85.75	78.57	**87.63**
8	93.14	86.59	84.59	78.04	**86.58**
9	92.12	86.10	83.57	77.55	**85.65**
10	91.20	85.63	82.65	77.08	**84.83**
11	90.37	85.18	81.82	76.63	**84.09**
12	89.62	84.76	81.07	76.21	**83.41**
13	88.92	84.35	80.37	75.80	**82.79**

ตารางภาคผนวก ก ที่ 6(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน ใน 2 ราง

ระยะทางตามแนวตั้งฉากกับทางรถไฟ (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 1 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 2 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 1 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 2 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดจากการคำนวณที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
14	88.28	83.97	79.73	75.42	**82.22**
15	87.68	83.60	79.13	75.05	**81.68**
16	87.12	83.24	78.57	74.69	**81.18**
17	86.59	82.90	78.04	74.35	**80.71**
18	86.10	82.57	77.55	74.02	**80.26**
19	85.63	82.26	77.08	73.71	**79.84**
20	85.18	81.95	76.63	73.40	**79.44**
30	81.66	79.38	73.11	70.83	**76.25**
40	79.16	77.40	70.61	68.85	**73.95**
50	77.22	75.78	68.67	67.23	**72.14**
60	75.64	74.42	67.09	65.87	**70.65**
70	74.30	73.25	65.75	64.70	**69.38**
80	73.14	72.21	64.59	63.66	**68.28**

ตารางภาคผนวก ก ที่ 6(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน ใน 2 ราง

ระยะทางตามแนวตั้งฉากกับทางรถไฟ (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 1 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 2 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 1 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 2 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดจากการคำนวณที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
90	72.12	71.29	63.57	62.74	**67.30**
100	71.20	70.45	62.65	61.90	**66.42**
110	70.37	69.69	61.82	61.14	**65.62**
120	69.62	68.99	61.07	60.44	**64.89**
130	68.92	68.34	60.37	59.79	**64.22**
140	68.28	67.74	59.73	59.19	**63.59**
150	67.68	67.17	59.13	58.62	**63.01**
160	67.12	66.64	58.57	58.09	**62.47**
170	66.59	66.14	58.04	57.59	**61.95**
180	66.10	65.67	57.55	57.12	**61.47**
190	65.63	65.22	57.08	56.67	**61.01**
200	65.18	64.80	56.63	56.25	**60.57**
210	64.76	64.39	56.21	55.84	**60.16**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 6(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 2-ขบวน ใน 2 ราง

ระยะทางตามแนวตั้งฉากกับทางรถไฟ (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 1 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 2 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 1 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 2 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดจากการคำนวณที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
220	64.35	64.01	55.80	55.46	**59.76**
230	63.97	63.63	55.42	55.08	**59.38**
240	63.60	63.28	55.05	54.73	**59.02**
250	63.24	62.94	54.69	54.39	**58.67**
260	62.90	62.61	54.35	54.06	**58.33**
270	62.57	62.29	54.02	53.74	**58.01**
280	62.26	61.98	53.71	53.43	**57.70**
290	61.95	61.69	53.40	53.14	**57.40**
300	61.66	61.40	53.11	52.85	**57.11**
310	61.37	61.13	52.82	52.58	**56.83**
320	61.10	60.86	52.55	52.31	**56.56**
330	60.83	60.60	52.28	52.05	**56.29**
340	60.57	60.35	52.02	51.80	**56.04**

ตารางภาคผนวก ก-ที่ 6(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน ใน 2 ราง

ระยะทางตามแนวตั้งฉากกับทางรถไฟ (เมตร)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 1 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถจักรในรางที่ 2 ที่ระยะทางต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 1 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ใกล้เมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงของรถล้อเลื่อนในรางที่ 2 ที่ระยะต่างๆ (รางที่ไกลเมื่อมองจากจุดวัด) (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงสูงสุดจากการคำนวณที่ระยะทางต่างๆ (เดซิเบล)
350	60.32	60.10	51.77	51.55	**55.79**
360	60.08	59.86	51.53	51.31	**55.55**
370	59.84	59.63	51.29	51.08	**55.31**
380	59.61	59.40	51.06	50.85	**55.08**
390	59.38	59.18	50.83	50.63	**54.86**
400	59.16	58.97	50.61	50.42	**54.64**

ตารางภาคผนวก ก ที่ 7 ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆในกรณีมีรถๆไฟ 2 ขบวน ใน 2 ราง

สถานที่	ระยะทางของอาคาร (เมตร)		ค่าระดับเสียงสูงสุด ที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคาร (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
1.หอพักนักศึกษา	40	164	73.95	62.26
2.บรรยายวิศวะ	34.5	54.5	75.13	71.44
3.อาคารไฟฟ้ากำลัง	46	91.5	72.82	67.16
4.โรงประลองไฟฟ้าแรงสูง	91.5	119	67.16	64.96
5.อาคารบรรยายรวม+หอสมุด	154.5	184.5	62.76	61.26
6.อาคารเรียนรวมพระเทพฯ	206	219	60.32	59.80
7.สำนักงานรองอธิการบดี	46	73	72.82	69.04
8.สำนักงานอธิการบดี	85	119.0	67.78	64.96
9.คณะวิทยาศาสตร์	19.5	165.5	79.64	62.18
10.คณะคุรุศาสตร์	87	147	67.58	63.18
11.สำนักวิจัยและบริหารคอมพิ	253	298	58.57	57.17
12.คณะเทคโนโลยีการเกษตร(	46	133	72.82	64.03
13.บริเวณพักอาศัย บ้านพักคน	65.5	105.5	69.93	65.97
14.บริเวณพักอาศัย แฟลตอาจา	154	219	62.79	59.80
15.ตึก 12 ชั้น	41	129	73.75	64.28
16.ยิมเนเซียม	140.5	171	63.56	61.90
17.อาคารเทคโนโลยีการก่อสร้	141	187	63.53	61.14
18.อาคารอิเลคทรอนิคและคอม	62	109	70.38	65.70
19.อาคารโทรคมนาคม	81	104	68.18	66.09
20.หอประชุม	84	134	67.87	63.96
21.ห้องสมุดวิศวะ	66	91	69.87	67.21
22.อาคารเรียน 6 ชั้น	130	164	64.22	62.26
23.คณะสถาปัตย์กรรม	218	389	59.84	54.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 7(ต่อ) ค่าระดับเสียงจากการคำนวณของอาคารต่างๆในกรณีมีรถๆไฟ 2 ขบวน ใน 2 ราง

สถานที่	ระยะทางของอาคาร (เมตร)		ค่าระดับเสียงสูงสุด ที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคาร (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
24.สำนักหอสมุดกลาง	49	117	72.30	65.11

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 8 เปรียบเทียบค่าระดับเสียงตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน และในกรณมีรถไฟ 2 ขบวน

ระยะทางตามแนวตั้ง (เมตร)	ค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน วิ่งผ่านสถาบันฯ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน วิ่งผ่านสถาบันฯใน 2 ราง (เดซิเบล)
1	103.77	103.81
2	97.75	97.89
3	94.23	94.49
4	91.73	92.12
5	89.79	90.31
6	88.21	88.85
7	86.87	87.63
8	85.71	86.58
9	84.68	85.65
10	83.77	84.83
11	82.94	84.09
12	82.19	83.41
13	81.49	82.79
14	80.85	82.22
15	80.25	81.68
16	79.69	81.18
17	79.16	80.79
18	78.66	80.26
19	78.19	79.84
20	77.75	79.44
30	74.23	76.25
40	71.73	73.95
50	69.79	72.14
60	68.21	70.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 8(ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับเสียงตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน

ระยะทางตามแนวตั้ง (เมตร)	ค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน วิ่งผ่านสถาบันฯ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน วิ่งผ่านสถาบันฯใน 2 ราง (เดซิเบล)
70	66.87	69.38
80	65.71	68.28
90	64.68	67.30
100	63.77	66.42
110	62.94	65.62
120	62.19	64.89
130	61.49	64.22
140	60.85	63.59
150	60.25	63.01
160	59.69	62.47
170	59.16	61.95
180	58.66	61.47
190	58.19	61.01
200	57.75	60.57
210	57.32	60.16
220	56.92	59.76
230	56.53	59.38
240	56.16	59.02
250	55.81	58.67
260	55.47	58.33
270	55.14	58.01
280	54.83	57.70
290	54.52	57.40
300	54.23	57.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 8(ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับเสียงตามระยะทางต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวนและในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน

ระยะทางตามแนวตั้ง (เมตร)	ค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน วิ่งผ่านสถาบันฯ (เดซิเบล)	ค่าระดับเสียงในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน วิ่งผ่านสถาบันฯใน 2 ราง (เดซิเบล)
310	53.94	56.83
320	53.67	56.56
330	53.40	56.29
340	53.14	56.04
350	52.89	55.79
360	52.64	55.55
370	52.41	55.31
380	52.17	55.08
390	51.95	54.86
400	51.73	54.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 9 เปรียบเทียบค่าระดับเสียงของอาคารต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน และในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน

สถานที่	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆของอาคารในกรณีท่มีรถไฟวิ่ง 1 ขบวน (เดซิเบล)		ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆของอาคารในกรณีท่มีรถไฟวิ่ง 2 ขบวน (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
1.หอพักนักศึกษา	73.95	62.26	71.70	59.50
2.บรรยายวิศวะ	75.13	71.44	73.00	69.00
3.อาคารไฟฟ้ากำลัง	72.82	67.16	70.50	64.50
4.โรงประลองไฟฟ้าแรงสูง	67.16	64.96	64.50	62.30
5.อาคารบรรยายรวม+หอสมุดกลาง	62.76	61.26	60.00	58.40
6.อาคารเรียนรวมพระเทพฯ	60.32	59.80	57.50	57.00
7.สำนักงานรองอธิการบดี	72.82	69.04	70.50	66.50
8.สำนักงานอธิการบดี	67.78	64.96	65.20	62.30
9.คณะวิทยาศาสตร์	79.64	62.18	78.00	59.40
10.คณะคุรุศาสตร์	67.58	63.18	65.00	60.40
11.สำนักวิจัยและบริหารคอมพิวเตอร์	58.57	57.17	55.70	54.30
12.คณะเทคโนโลยีการเกษตร(เหนือ)	72.82	64.03	70.50	61.30
13.บริเวณพักอาศัย บ้านพักคนงาน	69.93	65.97	66.30	63.20
14.บริเวณพักอาศัย แฟลตอาจารย์	62.79	59.80	59.50	56.60
15.ตึก 12 ชั้น	73.75	64.28	69.80	61.00
16.ยิมเนเซียม	63.56	61.90	60.30	58.70
17.อาคารเทคโนโลยีการก่อสร้าง	63.53	61.14	60.20	57.90
18.อาคารอิเลคทรอนิคและคอมพิวเตอร์	70.38	65.70	66.70	62.30
19.อาคารโทรคมนาคม	68.18	66.09	64.70	62.70
20.หอประชุม	67.87	63.96	64.40	60.70
21.ห้องสมุดวิศวะ	69.87	67.21	66.30	63.80
22.อาคารเรียน 6 ชั้น	64.22	62.26	60.90	59.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก ที่ 9(ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับเสียงของอาคารต่างๆในกรณีมีรถไฟ 1 ขบวน และในกรณีมีรถไฟ 2 ขบวน

สถานที่	ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคารในกรณีท่มีรถไฟวิ่ง 1 ขบวน (เดซิเบล)		ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ของอาคารในกรณีท่มีรถไฟวิ่ง 2 ขบวน (เดซิเบล)	
	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด	ใกล้ที่สุด	ไกลที่สุด
23.คณะสถาปัตย์กรรม	59.84	54.88	56.60	51.80
24.สำนักหอสมุดกลาง	72.30	65.11	68.50	61.80

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ผลกระทบด้านน้ำของโครงการ LICD

ตารางภาคผนวก ข.ที่ 1 แสดงลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารประเภทต่างๆของชุมชนในประเทศไทย

ประเภทอคาร	pH	TS mg/l	SS mg/l	BOD mg/l-	TKN mg/l
สถาณที่ราชการ	7.1-7.3	312-718	25-28	8-27	13.8-17.08
	(7.2)	(515)	(27)	(18)	(24)
อาคารชุด	7.1-7.6	596-712	44-194	34-163	15.4-55
	(7.4)	(658)	(95)	(123)	(27)
โรงแรม	7.0-7.8	494-532	16-84	14-190	8.4-23.0
	(7.4)	(513)	(42)	(75)	(16)
โรงพยาบาล	7.4-7.8	740-1020	26-69	21-170	14.2-27.6
	(7.6)	(880)	(52)	(84)	(21)
อาบอบนวด	6.62	-	11.7	44.6	14.0
ตลาด	6.5-6.7	1878-1973	242-551	487-1123	53.9-71.3
	(6.6)	(1925)	(386)	(710)	(65.4)
บ้านจัดสรร	7.4	-	34	38	18.1
ร้านอาหาร	5.2-6.5	2814-3670	324-426	919-2350	55.1-84.5
	(6.0)	(3242)	(380)	(1503)	(71)
ศูนย์การค้า	7.51	732	61	81	66.8
โรงเรียน	6.8-7.2	588	58	94-106	24-34.4
	(7.0)			(100)	(29)
หอพัก	7.78	-	29	75	19.2
สะพานปลา	6.1	25022	2260	6000	320

หมายเหตุ: ( )=ค่าเฉลี่ย

ที่มา: "ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย" ไชยยุทธ์ กลิ่นสุคนธ์ , รายงานการประชุมวิชาการ
ด้านสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีและชีวภาพในคลองสี่ ของเดือนสิงหาคม ถึง เดือนกรกฎาคม 2537 ระหว่างเวลา 6.00-8.00 น.

ค่าเฉลี่ย	PH mg/l	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	TKN mg/l	NH4-N mg/l	org-N mg/l	PO3-P mg/l	TDS	SS mg/l	coliform bacteria MPN/100 ml	fecal coliform bacteria MPN/100 ml
คลองสี่												
1	6.8	0.43	2.70	95.6	4.75	3.19	1.57	0.225	621	57.1	33943	10714
2	6.8	0.81	2.70	102.3	3.36	1.42	1.94	0.259	567	110.7	8229	3600
3	6.8	0.69	2.70	68.3	2.52	1.22	1.30	0.266	506	68.1	8114	2757

ตารางภาคผนวก ข ที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีและชีวภาพในคลองสี่ ของเดือนสิงหาคม ถึง เดือนกรกฎาคม 2537 ระหว่างเวลา 15.00-17.00 น.

ค่าเฉลีย	PH mg/l	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	TKN mg/l	NH4-N mg/l	org-N mg/l	PO3-P mg/l	TDS mg/l	SS mg/l	coliform bacteria MPN/100 ml	fecal coliform bacteria MPN/100 ml
คลองสี่												
1	6.9	0.64	2.70	73.3	4.23	2.81	1.69	0.257	639	282	30557	8528
2	6.9	1.20	2.70	48.8	3.02	1.63	1.47	0.259	574	44.3	8914	3442
3	6.9	1.33	2.70	32.1	2.53	1.20	1.34	0.200	530	21.3	4016	1871

ตารางภาคผนวก ข ที่ 4 ลักษณะที่สำคัญของระบบ Activated Sludge แบบต่างๆ

OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF ACTIVATED-SLUDGE PROCESSES

Process modification	Flow model	Aeration system	BOD revoval efficiency, %	Application
Conventional	Plug flow	Diffused-air, mechanical aerators	85—95	Low-strength domestic wastes, susceptible to shock loads
Complete-mix	Complete-mix	Diffused-air, mechanical aerators	85—95	General application, resistant to shock loads, surface aerators
Step aeration	Plug flow	Diffused-air	85—95	General application to wide range of wastes
Modified aeration	Plug flow	Diffused-air	60—75	Intermediate degree of treatment where cell tissue in the effluent is not objectionable
Contact-stabilization	Plug flow	Diffused-air,	80—90	Expansion of existing systems, package plants, flexible mechanical aerators
Extended-aeration	Complete-mix	Diffused-air mechanical aerators	75—95	Small communities, package plants, flexible, surface aerators
Pure-oxygen process	Plug-flow	Diffused-air,	85—95	Low-nitrogen, high-strength wastes
High-purity oxygen	Complete-mix	Mechanical aerators	75—90	Use with turbine aerators to transfer oxygen and control the floc size, general application
Pure-oxygen systems	Complete-mix reactors in series	Mechanical aerators	85—95	General application, use where limited volume is available, use near economical source of oxygen, turbine or surface aerators

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ก) มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 1/				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2.	อุณหภูมิ (Water Temp.)		ซ (°C)	ธ	ธ	ธ	ธ	-
3.	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		-	"	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล. (mg/l)		≥ 6.0	≥ 4.0	≥ 2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P 80	"	"	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 4.0	-
6.	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	P 80	MPN/100 มล.					
	- โคลิฟอร์มรวม (Total Coliform)		"		≤ 5,000	≤ 20,000	-	-
	- โคลิฟอร์มชนิดฟิคอล (Faecal Coliform)		"		≤ 1,000	≤ 4,000	-	-
7.	ไนเตรตในรูปไนโตรเจน (NO_3-N)		มก./ล.	-	สูงสุดไม่เกิน		5.0	-
8.	แอมโมเนียในรูปไนโตรเจน (NH_3-N)		"	"	"		0.5	-
9.	ฟีนอล (Phenols)		"	"	"		0.005	-
10.	ทองแดง (Cu)		"	"	"		0.1	-
11.	นิคเกิล (Ni)		"	"	"		0.1	-
12.	แมงกานีส (Mn)		"	"	"		1.0	-
13.	สังกะสี (Zn)		"	"	"		1.0	-
14.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	"	"		0.002	-
15.	แคดเมียม (Cd)		"	"	"	0.005*	0.05**	-
16.	โครเมียม (Cr Hexavalent)		"	"	"		0.05	-
17	ตะกั่ว (Pb)		"	"	"		0.05	-
18	สารหนู (As)		"	"	"		0.01	-
19.	ไซยาไนด์ (CN)		"	"	"		0.005	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 1/				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
20	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)		เบคเคอเรล/ล (Bequerel/l)					
	- ความแรงรังสีรวมแอลฟา(∝)		"	ธ	สูงสุดไม่เกิน		0.1	-
	- ความแรงรังสีรวมเบตา (β)	"	"	"	"	-	1.0	-
21	ค่ารวมของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)		มก./ล	"	"		0.05	-
	-ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล (ug/l)	"	"		1.0	-
	-แอลฟา-บีเอชซี (∝ - BHC)		"	"	"		0.02	-
	- ดิลดริน (Dieldrin)		"	"	"		0.1	-
	- อัลดริน (Aldrin)		"	"	"		0.1	-
	- เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)		"	"	"		0.2	-
	- เอนดริน (Endrin)		"	"	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่กำหนด			-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 60 ลงวันที่ 15 เมษายน 2529 (ภาคผนวก ช)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
(3) การประมง
(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ
(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ′ เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3 ซ

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

• ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มก/ลิตร

•• ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มก/ลิตร

- ไม่ได้กำหนด

ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก/ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม พี เอ็น หมายถึง Most Probable Number

$\geq$ ไม่น้อยกว่า

$\leq$ ไม่เกินกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข ที่ 6 แสดงประเภทมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร

ก) ประเภทมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร

คุณภาพน้ำทิ้ง	หน่วย	ประเภทมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร				หมายเหตุ
		ก	ข	ค	ง	
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	
2 บีโอดี (BOD)	มก/ล	≯ 20	≯ 30	≯ 60	≯ 90	เป็นบีโอดีของตัวอย่างน้ำที่ปล่อยให้ตกตะกอน 30 นาที
3 ปริมาณของแข็ง (Solids)						
3.1 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก/ล	≯ 30	≯ 40	≯ 50	≯ 60	
3.2 ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก/ล	≯ 0.5	≯ 0.5	≯ 0.5	≯ 0.5	
3.3 ปริมาณสารละลาย (Dissolved Solids)	มก/ล	≯ 500	≯ 500	≯ 500	≯ 500	เพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ ไม่เกิน 500 มก/ล
4. ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก/ล	≯ 1.0	≯ 1.0	≯ 3.0	≯ 4.0	
5. ไนโตรเจน (Nitrogen)						
5.1 ที เค เอ็น (TKN)	มก/ล	-	-	≯ 40	≯ 40	
5.2 ออร์กานิค-ไนโตรเจน (Organic Nitrogen)	มก/ล	≯ 10	≯ 10	≯ 15	≯ 15	
5.3 แอมโมเนีย- ไนโตรเจน (NH_3-N)	มก/ล	-	-	≯ 25	≯ 25	
6. น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)	มก/ล	≯ 20	≯ 20	≯ 20	≯ 20	

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร (30 ตุลาคม 2532) ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 18 ลงวันที่ 30 มกราคม 2533 (ภาคผนวก ฉ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ประเภทอาคารตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร

ประเภทอาคาร	ขนาดอาคาร	ประเภทมาตรฐาน
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	≯ 100 ห้อง	ค
	101 - 500 ห้อง	ข
	> 500 ห้อง	ก
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	≯ 60 ห้อง	ค
	61 - 200 ห้อง	ข
	> 200 ห้อง	ก
3. สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลหรือ สถานพยาบาลของทางราชการ	10 - 30 เตียง	ข
	> 30 เตียง	ก
4. อาคารที่สร้างขึ้นในที่ดินของผู้ที่ได้รับอนุญาตให้จัดสรรที่ดิน ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการจัดสรรที่ดิน	≯ 20 หลัง	ง
	21 - 100 หลัง	ค
	101 - 500 หลัง	ข
	> 500 หลัง	ก
5. อาคาร โรงเรียน มหาวิทยาลัย วิทยาลัย หรือ สถาบันการศึกษาอื่นทั้งของรัฐบาลและเอกชน	5,000 - 25,000 ตรม	ข
	> 25,000 ตรม	ก
6. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือองค์การระหว่างประเทศและของเอกชน	5,001 - 10,000 ตรม.	ค
	10,001 - 55,000 ตรม.	ข
	> 55,000 ตรม.	ก
7 ศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	5,000 - 25,000 ตรม.	ข
	> 25,000 ตรม	ก
8. ตลาดตามกฎหมายว่าด้วยสาธารณสุข	500 - 1,000 ตรม.	ง
	1,001 - 1,500 ตรม	ค
	1,501 - 2,500 ตรม	ข
	> 2,500 ตรม	ก
9 ภัตตาคารหรือร้านอาหาร	50 - 100 ตรม	ง
	101 - 500 ตรม	ค
	501 - 2,500 ตรม.	ข
	> 2,500 ตรม.	ก
10 หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	10 - 50 ห้อง	ง
	51 - 250 ห้อง	ค
	> 250 ห้อง	ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข (ต่อ)

ประเภทอาคาร	ขนาดอาคาร	ประเภทมาตรฐาน
11 สถานบริการประเภท สถานอาบน้ำ นวด หรืออบตัว ซึ่งมีผู้บริการให้แก่ลูกค้าตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ	1,000 - 5,000 ตรม.	ค
	> 5,000 ตรม	ข
12. แพปลาตามกฎหมายว่าด้วยการจัดระเบียบกิจการแพปลา	> 300 ตรม	ข

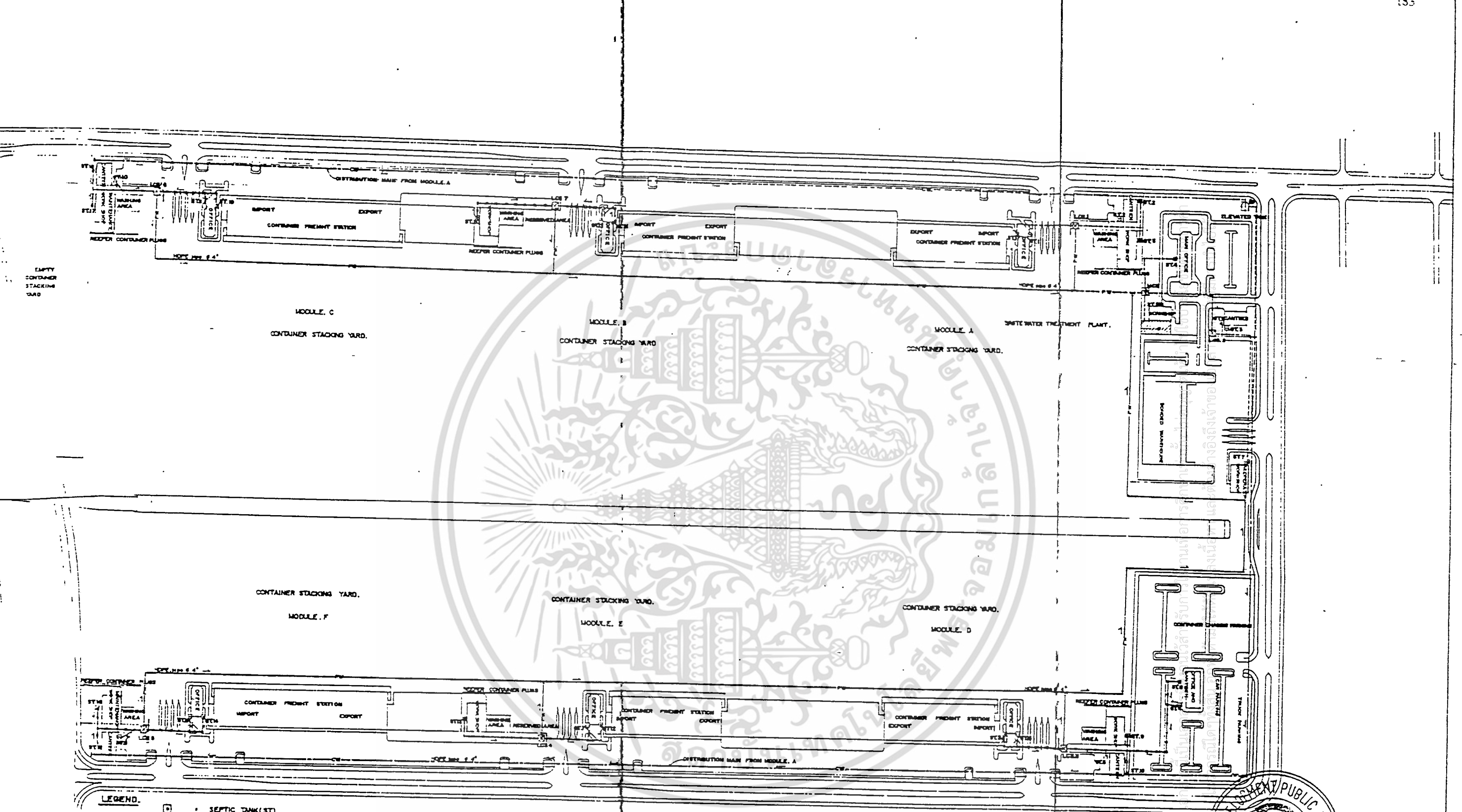
หมายเหตุ : ⊁ = ไม่เกินกว่า

> = เกินกว่า

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร (30 ตุลาคม พ.ศ. 2532) ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 18 ลงวันที่ 30 มกราคม 2533 (ภาคผนวก ฉ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SEWERAGE LAYOUT
SCALE 1:2000.

ผู้เห็นชอบ ..... วศก.
ผู้เห็นชอบ ..... วญร.

REVISION			
NO.	DESCRIPTION	BY	APPROVED / DATE

THE STATE RAILWAY OF THAILAND

LICD LAT KRABANG INLAND CONTAINER DEPOT PROJECT

SEWERAGE

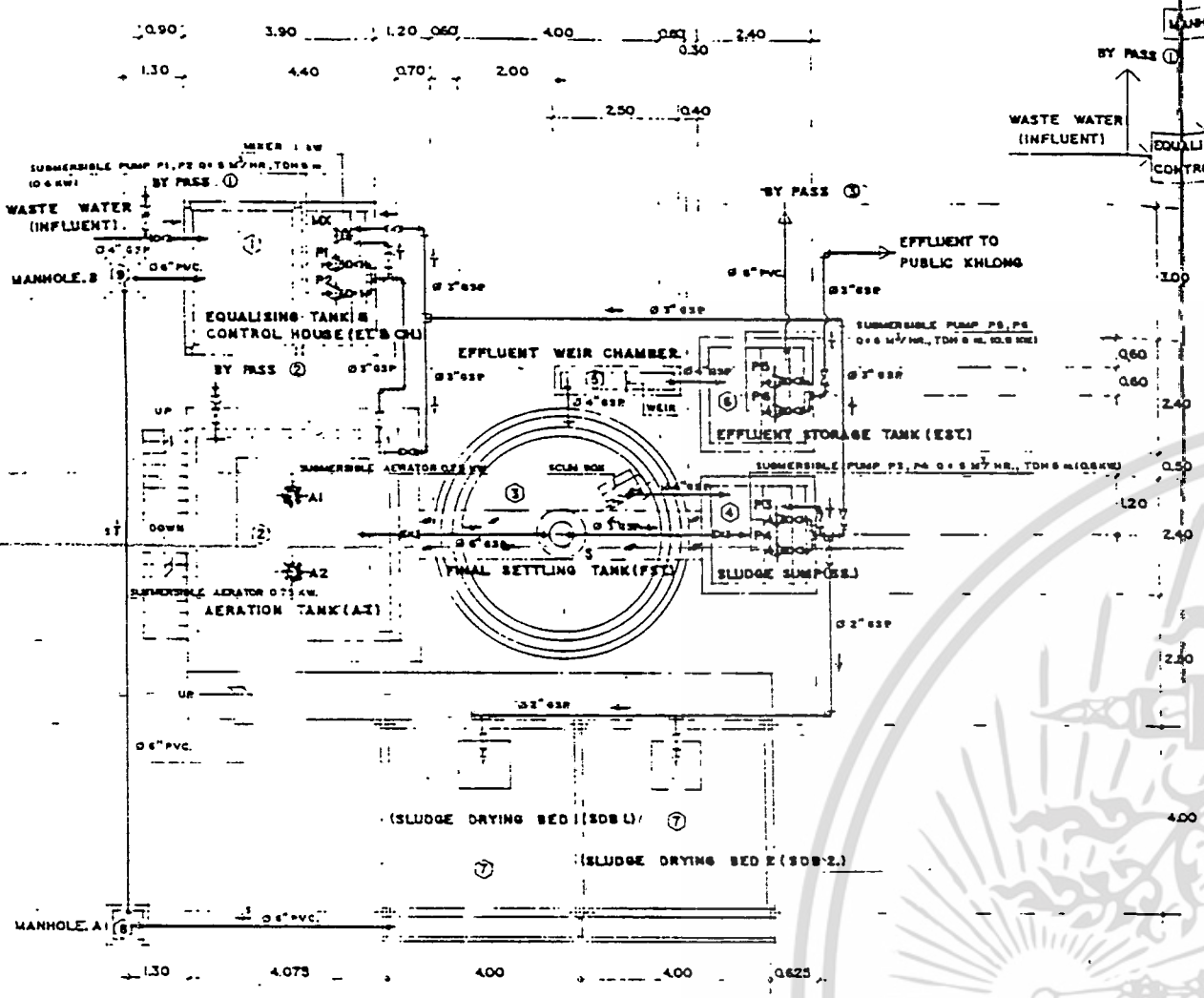
SEWERAGE LAYOUT

Transportation Systems and Market Research Ltd.
AEC Asian Engineering Consultants Corp., Ltd.

DRAWING NO. ZSW-0001

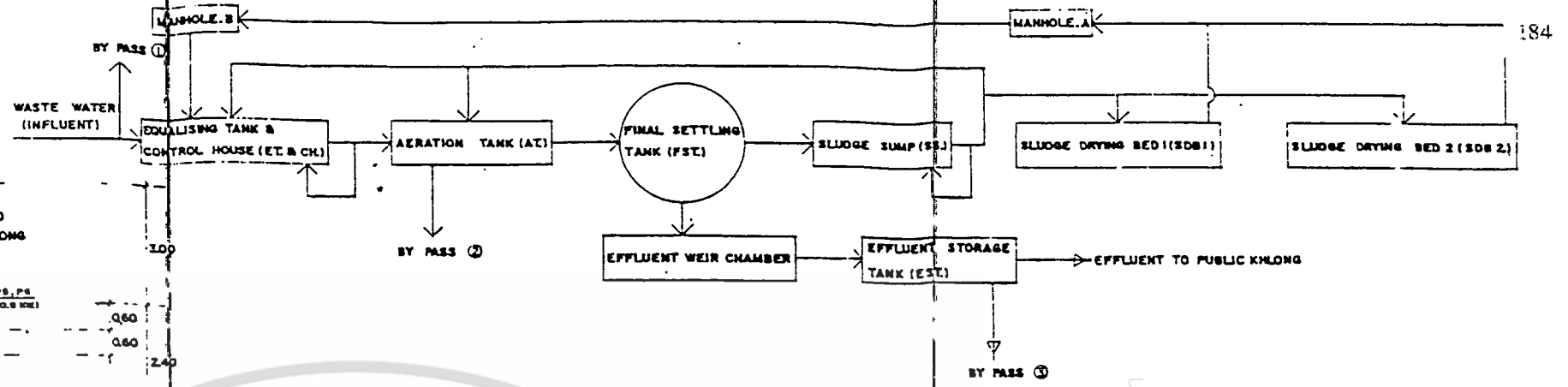
DATE / DESIGNED / DRAWN / SCALE AS SHOWN / SHEET NO.

ภาพที่ ข.ที่ 1 แสดงแบบผังการระบายน้ำภายในโครงการ LICD.



WASTEWATER TREATMENT PLANT

SCALE 1:75



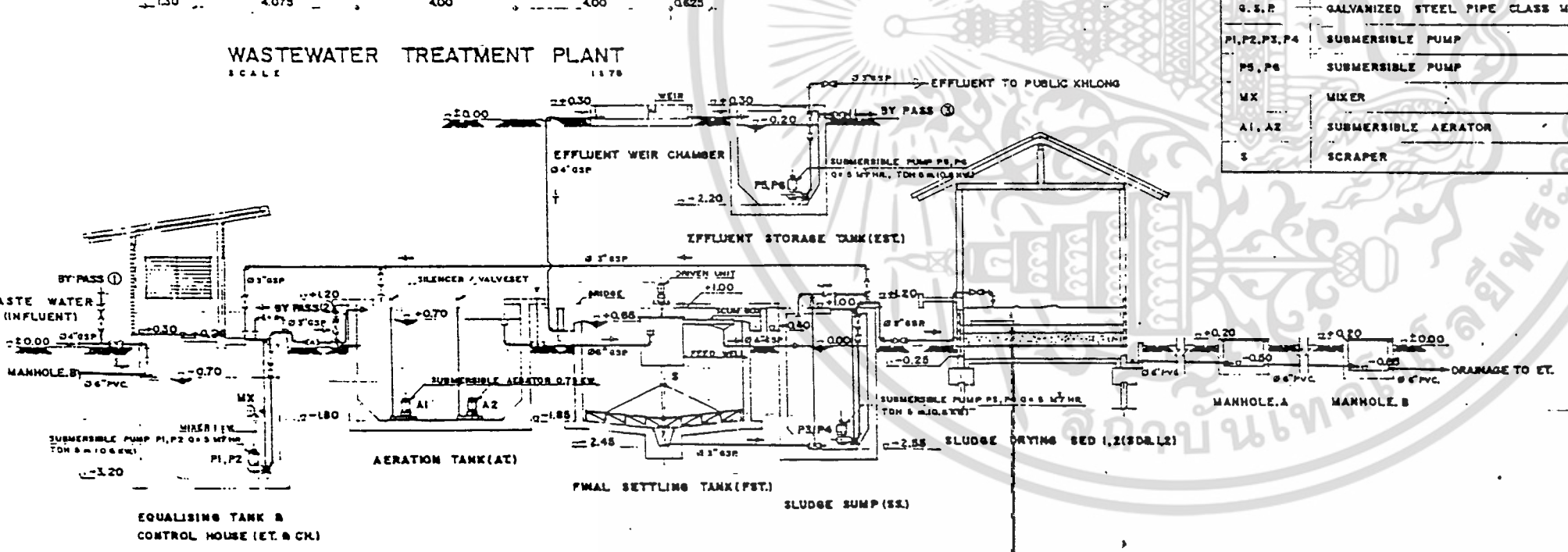
FLOW DIAGRAM OF WASTEWATER TREATMENT PLANT

LEGEND

———	TREATMENT PLANT PIPE: POLYVINYL CHLORIDE PIPE, GALVANIZE STEEL PIPE CLASS MEDIUM
—▷◁—	GATE VALVE
—○—	CHECK VALVE
—◁—	DIRECTION OF FLOW
—BBF	BLANK FLANGE
—S	SLOPE & DIRECTION OF FLOW
—⌐	45° ELBOW
—⌐	90° ELBOW
—┬—	TEE
P.V.C.	POLYVINYL CHLORIDE USE CLASS 13.5 FOR PRESSURE PIPE & 8.5 FOR GRAVITY PIPE
G.S.P.	GALVANIZED STEEL PIPE CLASS MEDIUM
P1,P2,P3,P4	SUBMERSIBLE PUMP
P5, P6	SUBMERSIBLE PUMP
MX	MIXER
A1, A2	SUBMERSIBLE AERATOR
S	SCRAPER

EQUIPMENT SCHEDULE

SYM	QTY	DESCRIPTION	
P1,P2	6	SUBMERSIBLE PUMP	Q= 5 M³/HR., TDH 5 m.
P3,P4		MOTOR	380/3/50, 2900 RPM., 0.6 KW.
P5,P6			
A1,A2	2	SUBMERSIBLE AERATOR	Submersible Aerator TYPE WITH O_2 TRANSFER RATE (1.25 Kg O_2/hr
		MOTOR	380/3/50, 2900 RPM., 0.75 KW.
MX	1	MIXER	LO KW.
		MOTOR	380/3/50, 1130 RPM., LO KW.
S	1	SCRAPER	0.37 KW.
		MOTOR	380/3/50, 0.057 RPM., 0.37 KW.



HYDRAULIC PROFILE OF WASTEWATER TREATMENT PLANT

SCALE 1:75

ABBREVIATIONS

ITEM	DESCRIPTION	SIZES / (O A D) WIDTH ø	LENGTH (m.)	HEIGHT	VOLUME OVER ALL DEPTH (O A D.)	VOLUME SIDE WATER DEPTH (S W D.)
①	EQUALISING TANK & CONTROL HOUSE (ET & CH.)	3.00	3.50	3.50	36.75	31.5
②	AERATION TANK (AT.)	4.00	4.00	3.00	48.00	40.00
③	FINAL SETTLING TANK(FST.)	ø	4.00	2.50	31.40	31.40
④	SLUDGE SUMP (SS.)	2.00	2.00	3.55	14.20	12.20
⑤	EFFLUENT WEIR CHAMBER	0.40	2.30	0.30	0.276	–
⑥	EFFLUENT STORAGE TANK(EST.)	2.00	2.00	2.50	10.00	8.00
⑦	SLUDGE DRYING BED I,2(SDB.I,2)	4.00	4.00	1.20	19.20	–
⑧	MANHOLE. A	1.00	1.00	0.30	–	–
⑨	MANHOLE. B	1.00	1.00	0.55	–	–

ผู้เห็นชอบ .. วิศ.

ผู้เห็นชอบ .. วบช.

THE STATE RAILWAY OF THAILAND

LICD LAT KRABANG INLAND CONTAINER DEPOT PROJECT

SEWERAGE

WASTEWATER TREATMENT PLANT, FLOW DIAGRAM & HYDRAULIC PROFILE

REVISION				
NO.	DESCRIPTION	BY	APPROVED	DATE

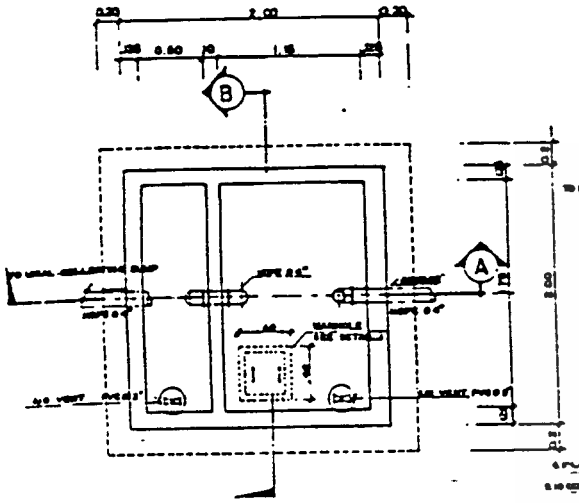
Transportation Systems and Market Research Ltd.
AEC Asian Engineering Consultants Corp., Ltd.

DRAWING NO. 2 SW - 0010

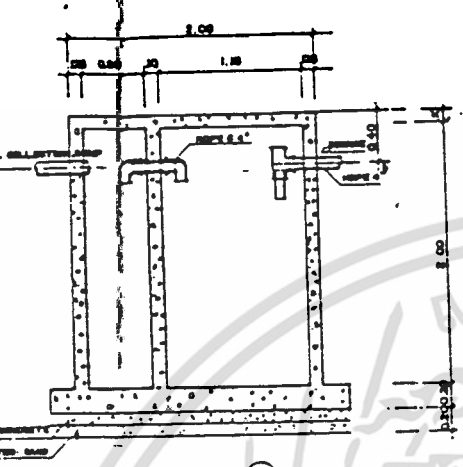
DATE | DESIGNED | DRAWN | CHECKED | APPROVED | SCALE AS SHOWN | SHEET NO. 48

ภาพผนวก ข.ที่ 2 แสดงแปลนระบบบำบัดน้ำเสียภายในโครงการ LICD.

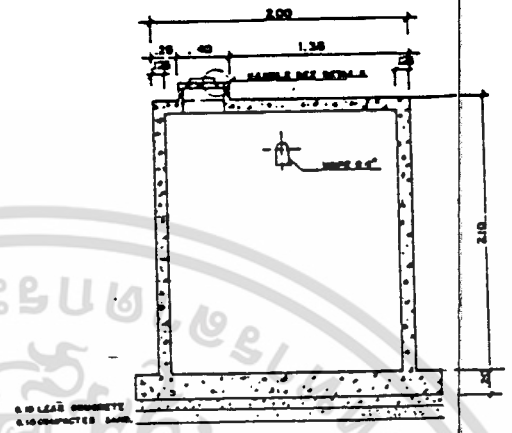
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา



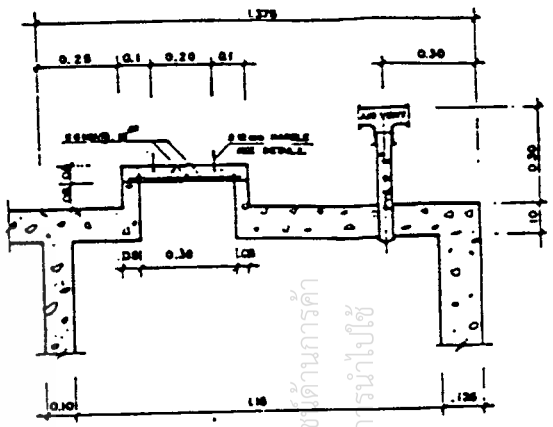
PLAN OF SEPTIC TANK.



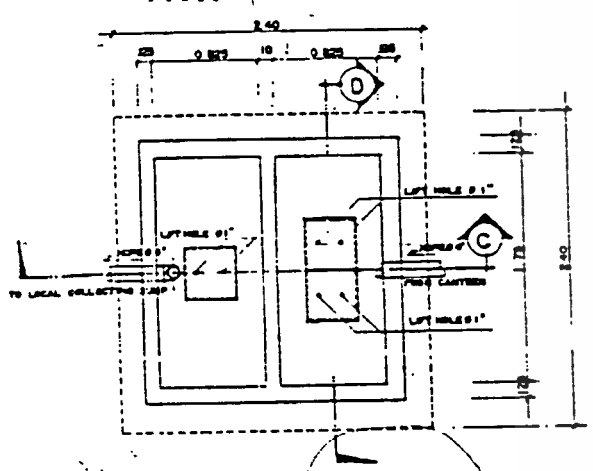
SECTION (A)



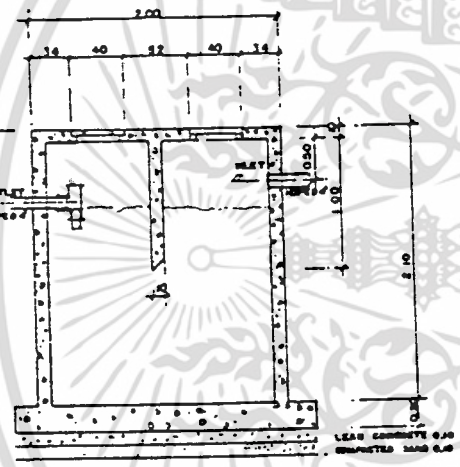
SECTION (B)



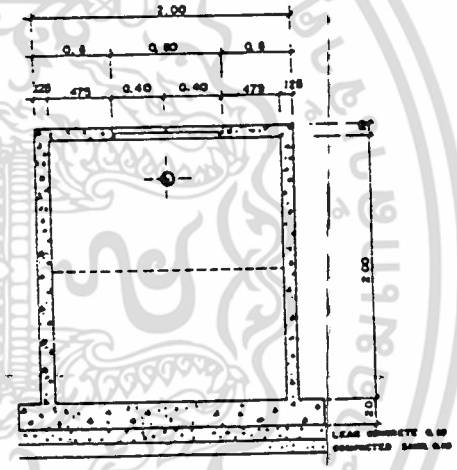
DETAIL. 1



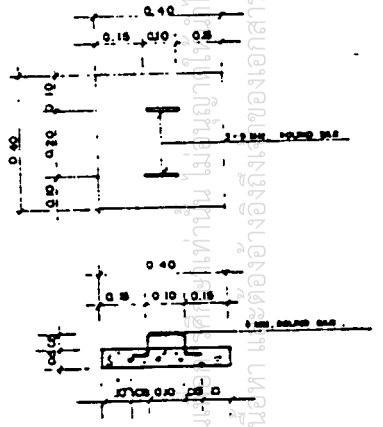
PLAN OF GREASE TRAP



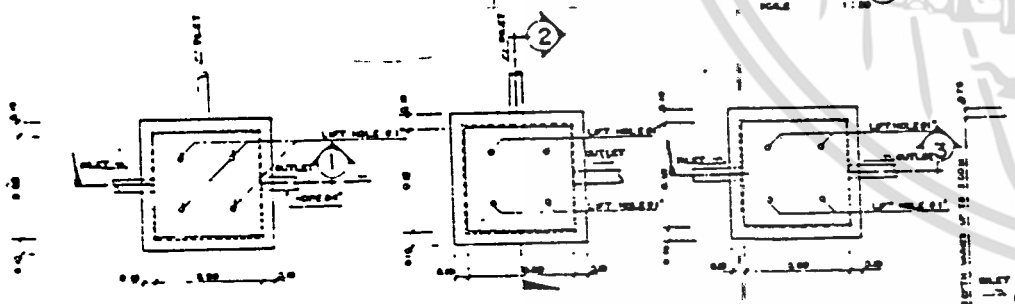
SECTION (C)



SECTION (D)

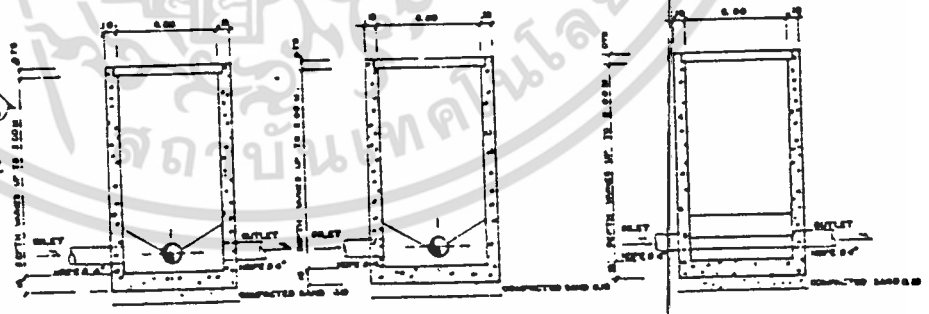


DETAIL. 2



PLAN PLAN PLAN

TYPICAL MANHOLE (FOR DEPTH < 2.00 m.)



SECTION (1) SECTION (2) SECTION (3)

THE STATE RAILWAY OF THAILAND

LICD LAT KRABANG INLAND CONTAINER DEPOT PROJECT

SEWERAGE

SEPTIC TANK, GREASE TRAP & MANHOLE

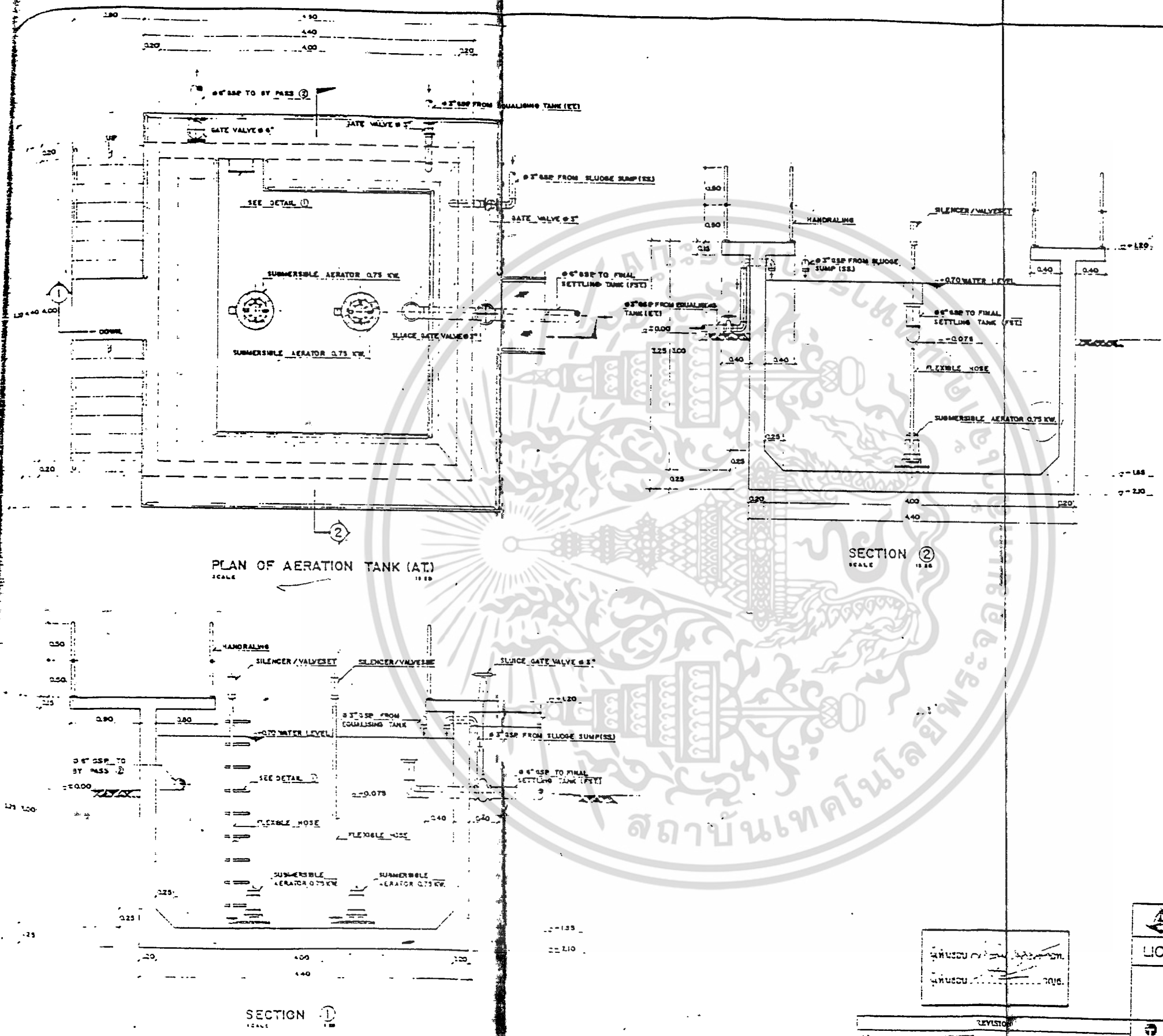
Transportation Systems and Market Research Ltd.
ABC Lahmeyer Engineering Consultants Corp., Ltd.

DRAWING NO. SW-0004

SCALE AS SHOWN

SHEET NO. 45

รูปภาคผนวก ข.ที่ 3 แสดงแปลน Septic tank



PLAN OF AERATION TANK (AT)

รูปภาคผนวก ข.ที่ 4 แสดงแปลนถังเติมอากาศ

THE STATE RAILWAY OF THAILAND

LICD LAT KRABANG INLAND CONTAINER DEPOT PROJECT

SEWERAGE

AERATION TANK (AT)

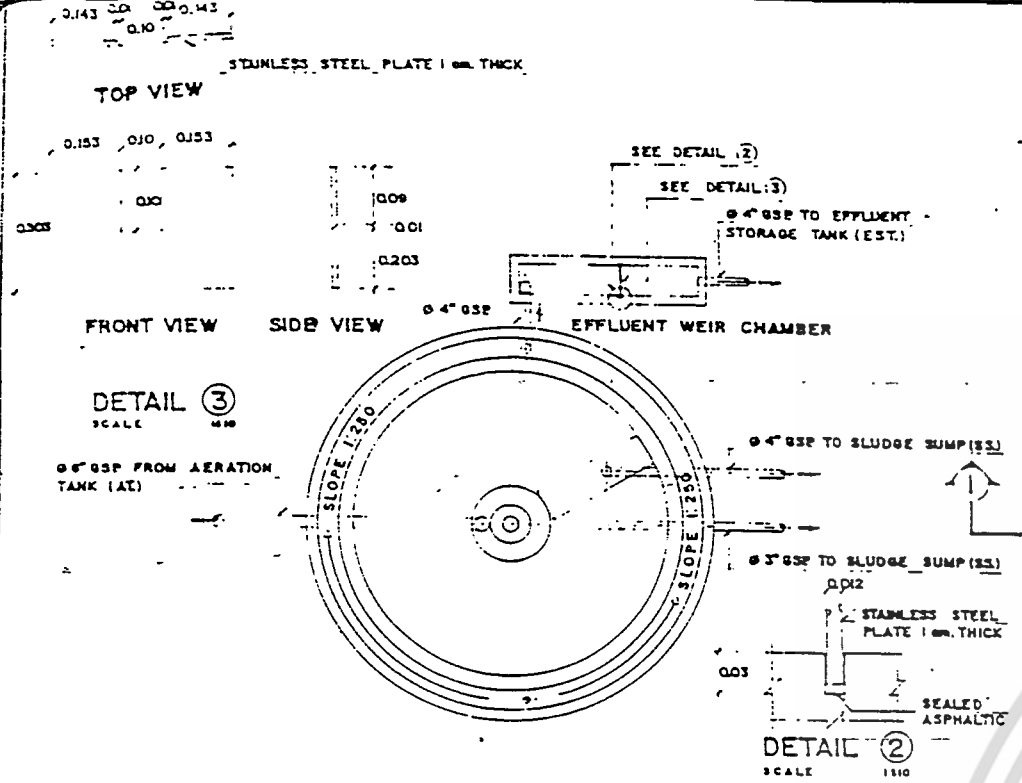
Transportation Systems and Market Research Ltd.
ABC Lahas Engineering Consultants Corp., Ltd.

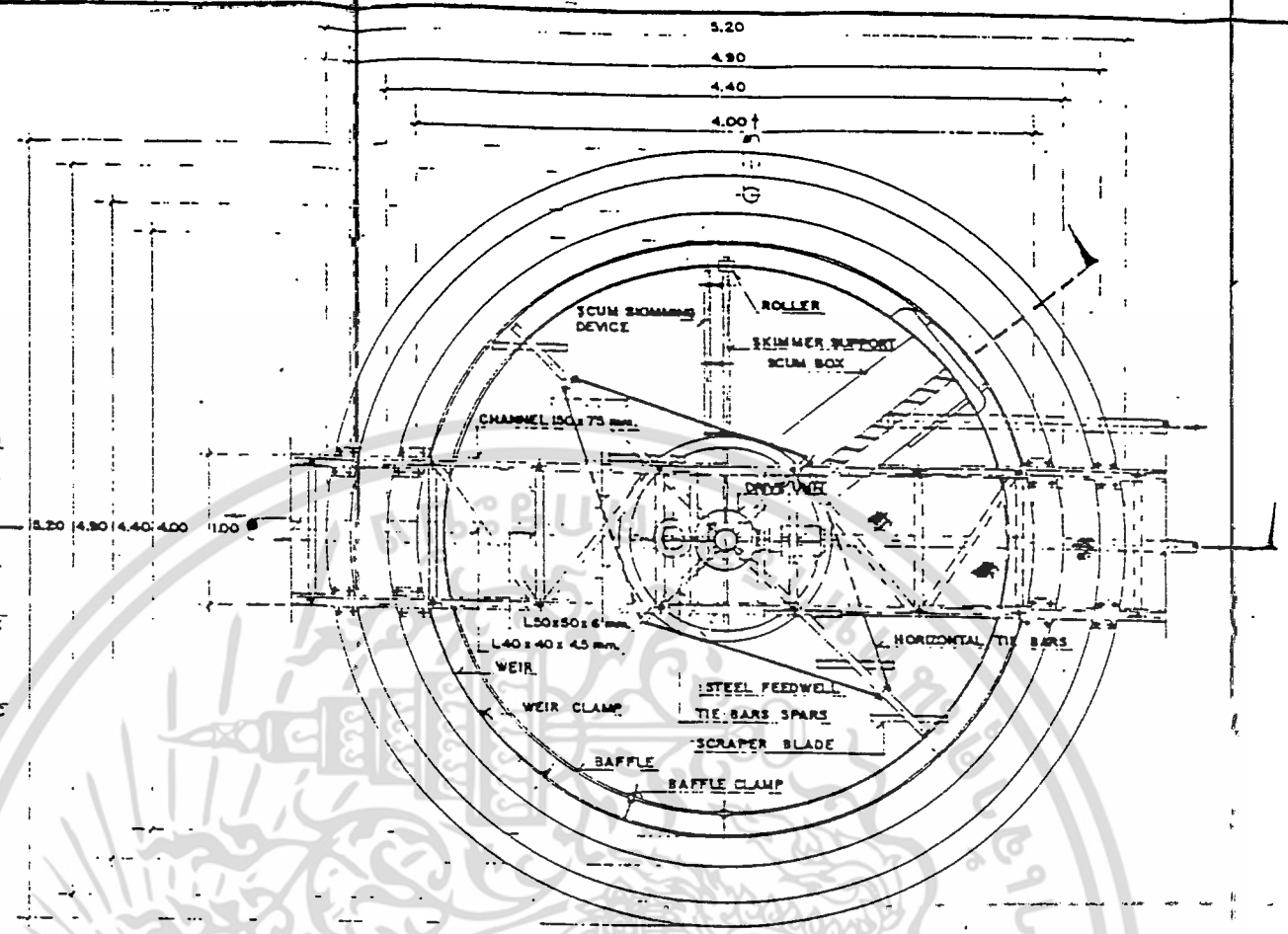
DRAWING NO. SW-0009

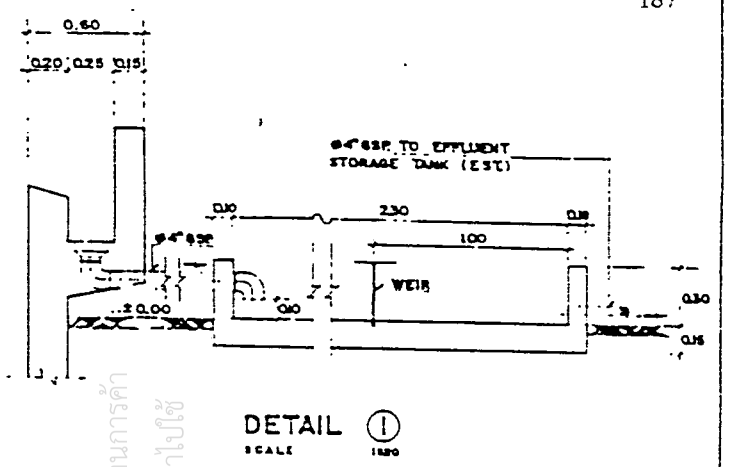
SCALE AS SHOWN

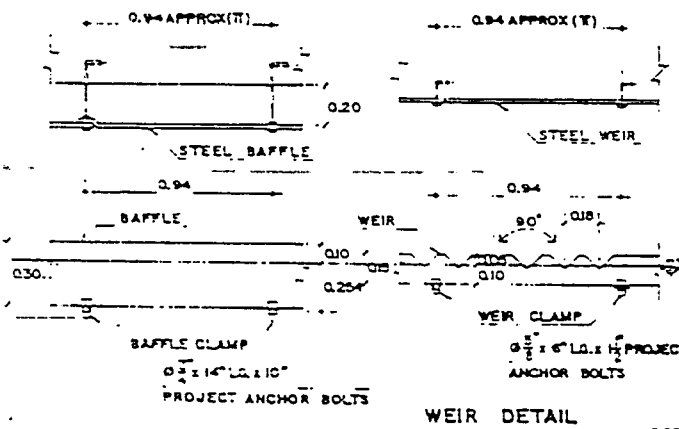
SHEET NO. 49

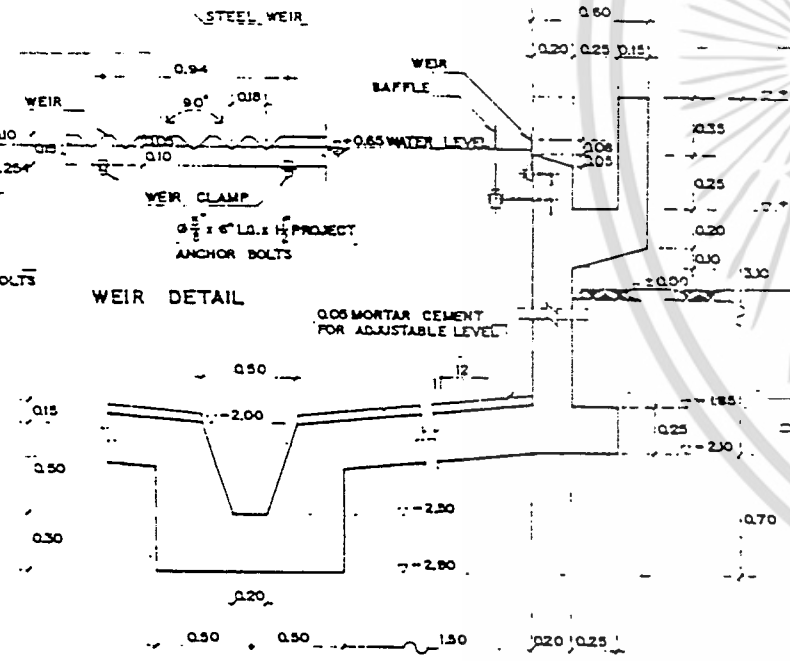
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

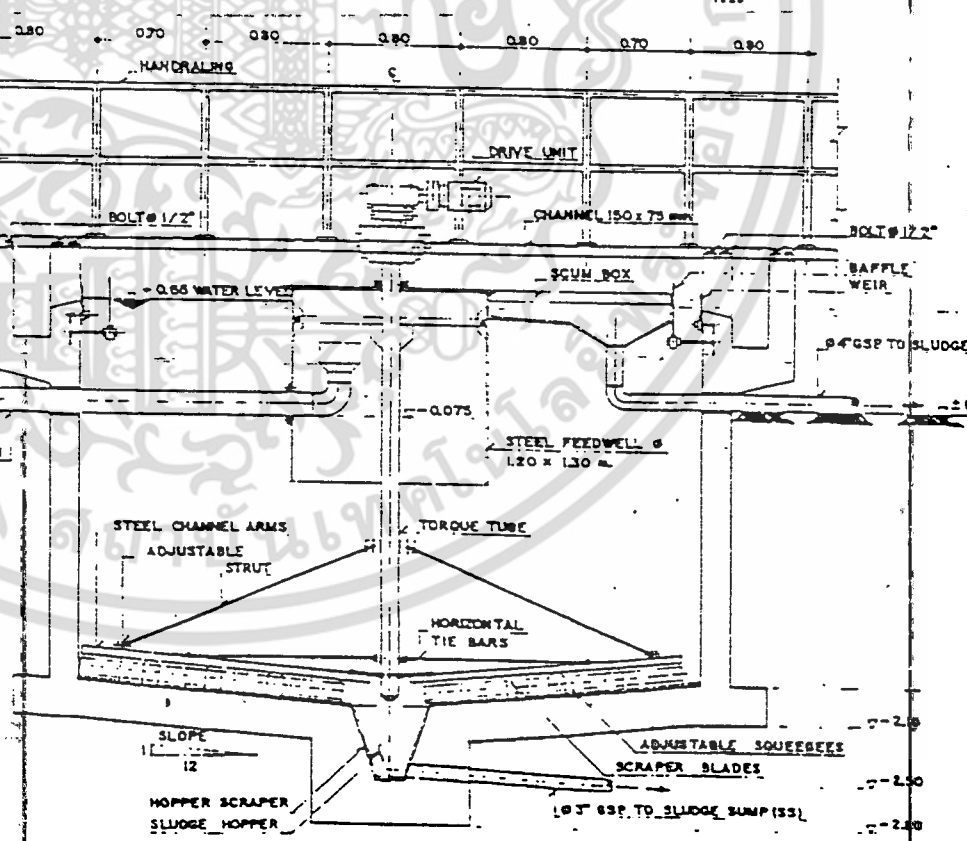












เห็นชอบ ..... ตำแหน่ง	REVISION				
เห็นชอบ ..... ตำแหน่ง	NO.	DESCRIPTION	BY	APPROVED	DATE

THE STATE RAILWAY OF THAILAND

LICD LAT KRABANG INLAND CONTAINER DEPOT PROJECT

SEWERAGE

FINAL SETTING TANK (FST.)

Transportation Systems and Market Research Ltd. / AEC Asian Engineering Consultants Corp., Ltd.

DRAWING NO. ZSW-0012

รูปภาพหมวก ข.ที่ 5 แสดงแปลนถังตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การศึกษาผลกระทบด้านการสั่นสะเทือน

ตารางภาคผนวก ค.ที่ 1 แสดงค่ามาตราฐานระดับการสั่นสะเทือนของ DUTCH CUR - 57

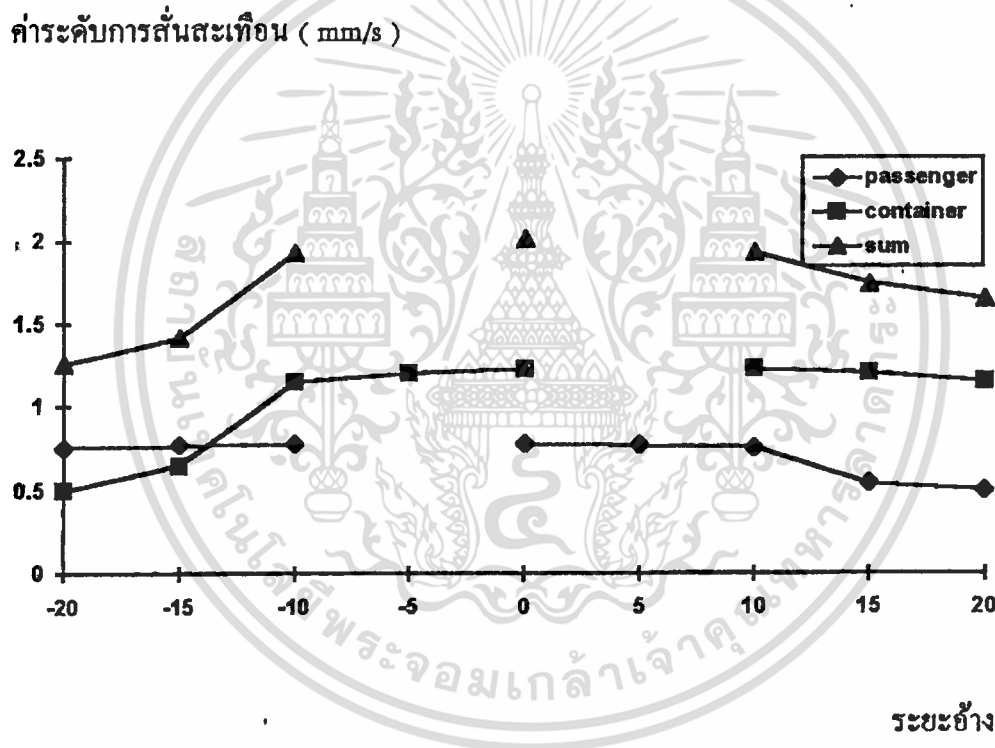
ZONE	V(peak) mm/s	Assessment of the effect on human beings	Assessment of the effect on buildings
A	25.1 UP	not allowable	danger of the effect on buildings
B	10.6-25.1	not allowable	local damage
C	4.5-10.6	hardly allowable	cracks in masonry
D	1.9-4.5	only allowable in heavy industry	start of cracking
E	0.8-1.9	short time in houses	no influence on normal buildings
F	0.3-0.8	long time in houses	no influence
G	0.0-0.3	allowable	no influence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก.ที่ 2 แสดงค่ามาตราฐานระดับการสั่นสะเทือนของ WHIFFIN and LEONARD, 1971

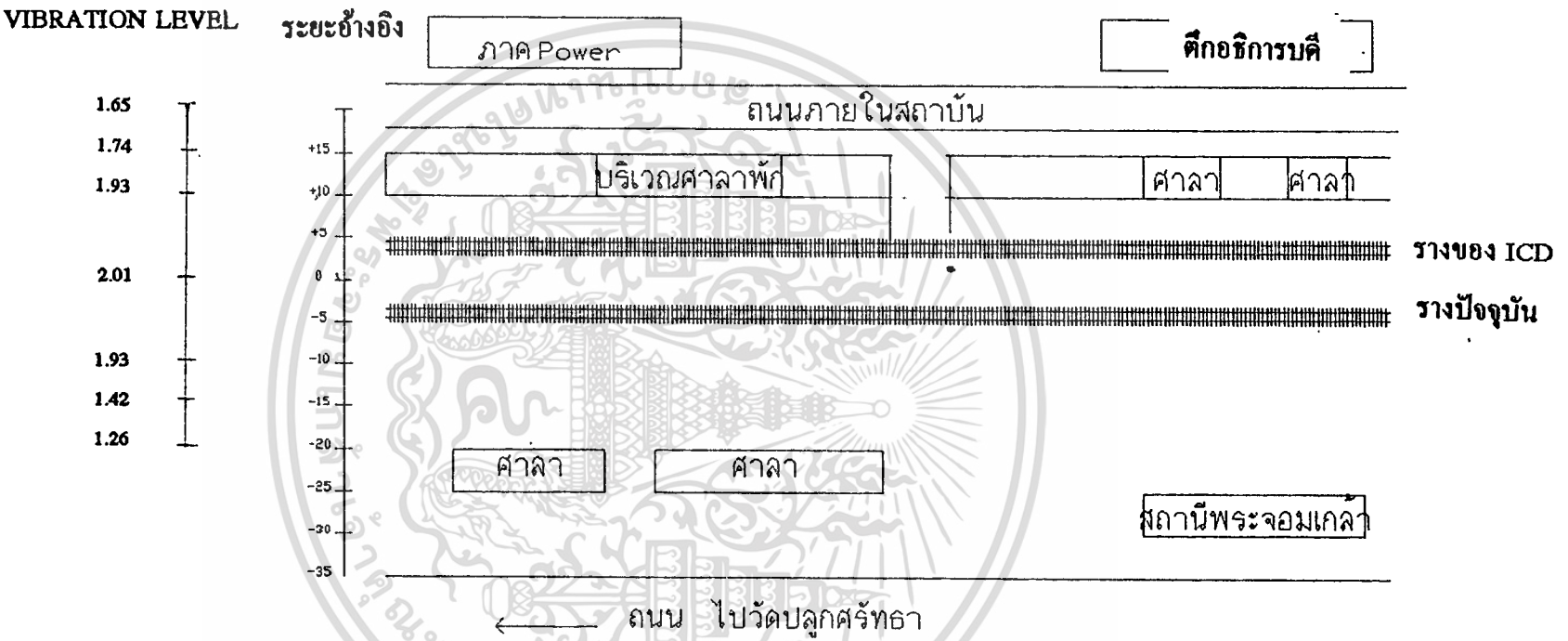
V(peak) mm/s	ผลกระทบต่อมนุษย์	ผลกระทบต่ออาคาร
0.00-0.15	-ไม่มีความรู้สึกใดๆ	-แรงสั่นสะเทือนไม่ค่อให้เกิดความเสียหายใดๆ
0.15-0.23	-เริ่มที่จะมีความรู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน	-แรงสั่นสะเทือนไม่ค่อให้เกิดความเสียหายใดๆ
0.23-2.00	-ความรู้สึกต่อแรงสั่นสะเทือน	-ซากบ้านพังหรือสถานที่เก่าแก่โบราณจะเกิดความเสียหายได้
2.00-2.50	-แรงสั่นสะเทือนอย่างต่อเนื่องที่ความเร็วนี้จะรบกวนมนุษย์ได้	-ไม่ทำอันตรายต่อโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม
2.50-5.00	-แรงสั่นสะเทือนจะรบกวนมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในอาคารได้	-มีความเสี่ยงต่อโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมทั่วไป
10.0-15.0	-ก่อความรู้สึกที่ไม่สบายต่อคนที่อาศัยอยู่ภายในบ้าน และเป็นค่าที่ยอมรับไม่ได้สำหรับผู้ที่สัญจรบนสะพาน	-ก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมและเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างหลักเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>รูปภาคผนวก ค.ที่ 1</u> แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวก ค. ที่ 2 แสดงค่าระดับการสั่นสะเทือนรวมที่ระยะต่างๆ

ภาคผนวก ง.

การศึกษาผลกระทบด้านจราจร

ตารางผนวก ง.ที่ 1 แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมง (ขาเข้า)

เวลา	MC	PC	LT	HB	LB	MT	HT	TOTAL
07.00-08.00	387	145	202	38	29	38	4	843
08.00-09.00	427	173	227	48	36	30	4	945
09.00-10.00	208	160	262	20	21	75	11	757
10.00-11.00	179	116	197	11	12	71	15	601
11.00-12.00	196	125	161	9	15	55	9	570
12.00-13.00	215	162	185	13	8	47	5	635
13.00-14.00	170	131	162	12	9	51	9	544
14.00-15.00	183	108	173	11	12	66	7	560
15.00-16.00	158	141	187	21	22	39	6	574
16.00-17.00	302	159	221	33	25	38	7	785
17.00-18.00	320	125	200	36	16	31	6	734
18.00-19.00	177	95	182	29	8	22	4	517
19.00-20.00	168	91	151	15	6	15	2	448
20.00-07.00	309	173	251	30	22	58	9	852
TOTAL	3399	1904	2761	326	241	636	98	9365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 2 แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมง (ขาออก)

เวลา	MC	PC	LT	HB	LB	MT	HT	TOTAL
07.00-08.00	294	150	199	40	18	16	5	722
08.00-09.00	321	212	218	45	25	27	3	851
09.00-10.00	92	172	237	20	20	50	6	597
10.00-11.00	61	108	161	13	11	42	9	405
11.00-12.00	55	99	179	11	13	38	10	405
12.00-13.00	78	111	133	9	10	39	9	389
13.00-14.00	69	122	137	10	11	40	13	402
14.00-15.00	41	87	145	14	8	54	11	360
15.00-16.00	110	91	189	14	8	41	9	462
16.00-17.00	273	165	241	62	15	36	8	800
17.00-18.00	290	153	214	57	21	41	7	783
18.00-19.00	180	98	171	35	7	26	5	522
19.00-20.00	86	77	103	20	6	13	5	310
20.00-07.00	195	165	233	35	17	46	10	700
TOTAL	2145	1809	2560	385	190	505	110	7708

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 3 แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ย ขาเข้า และ ขาออก ในแต่ละ กรณี

		CASE 1		CASE 2		CASE 3	
		V/Hr	V/min	V/Hr	V/min	V/Hr	V/min
MC	Trip in	359	5.98	183.77	3.06	28.00	0.47
	Trip out	295.5	4.91	85.77	1.43	17.72	0.30
PC	Trip in	150.2	2.50	125.44	2.09	16.27	0.27
	Trip out	170	2.83	107.22	1.79	1.49	0.02
LB	Trip in	26.5	0.44	12.55	0.21	2.00	0.03
	Trip out	19.75	0.33	10.44	0.17	1.54	0.03
HB	Trip in	38.75	0.65	15.66	0.26	2.72	0.05
	Trip out	51	0.85	16.22	0.27	3.18	0.05
LT	Trip in	212.5	3.54	184.44	3.07	22.80	0.38
	Trip out	218	3.63	161.66	2.69	21.18	0.35
MT	Trip in	34.25	0.57	49.00	0.82	5.27	0.09
	Trip out	30	0.50	38.11	0.64	4.18	0.07
HT	Trip in	5.25	0.09	7.50	0.13	0.81	0.01
	Trip out	5.75	0.10	8.55	0.14	0.90	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 4.1 แสดงการนับรถยนต์ที่ตัดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 1) ขาเข้า

	จำนวนที่นับได้	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.13 ใช้เวลาผ่าน 2.05	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.25 ใช้เวลาผ่าน 2.11	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.20 ใช้เวลาผ่าน 2.03	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.45 ใช้เวลาผ่าน 1.5	ขบวนรถวิ่งในเวลา07.58 ใช้เวลาผ่าน 1.4	ขบวนรถวิ่งในเวลา08.10 ใช้เวลาผ่าน 1.5	ขบวนรถวิ่งในเวลา08.13 ใช้เวลาผ่าน 1.7	เฉลี่ย
Mc	คัน	9	11	10	8	8	10	9	
	คัน/นาที	4.39	5.21	4.93	5.33	5.71	6.67	5.29	5.36
PC	คัน	9	10	8	7	6	7	7	
	คัน/นาที	4.39	4.74	3.94	4.67	4.29	4.67	4.12	4.40
LB	คัน	1	0	1	0	2	0	3	
	คัน/นาที	0.49	0.00	0.49	0.00	1.43	0.00	1.76	0.60
HB	คัน	5	4	3	1	1	2	0	
	คัน/นาที	2.44	1.90	1.48	0.67	0.71	1.33	0.00	1.22
LT	คัน	8	9	7	7	8	8	9	
	คัน/นาที	3.90	4.27	3.45	4.67	5.71	5.33	5.29	4.66
MT	คัน	2	3	1	2	1	1	0	
	คัน/นาที	0.98	1.42	0.49	1.33	0.71	0.67	0.00	0.80
HT	คัน	1	0	0	0	0	0	0	
	คัน/นาที	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 4.2 แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 1) ขาออก

	จำนวนที่นับได้	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.13 ใช้เวลาผ่าน 2.05	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.25 ใช้เวลาผ่าน 2.11	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.20 ใช้เวลาผ่าน 2.03	ขบวนรถวิ่งในเวลา16.45 ใช้เวลาผ่าน 1.5	ขบวนรถวิ่งในเวลา07.58 ใช้เวลาผ่าน 1.4	ขบวนรถวิ่งในเวลา08.10 ใช้เวลาผ่าน 1.5	ขบวนรถวิ่งในเวลา08.13 ใช้เวลาผ่าน 1.7	เฉลี่ย
Mc	คัน	8	13	8	14	11	12	18	
	คัน/นาที	3.90	6.16	3.94	9.33	7.86	8.00	10.59	7.11
PC	คัน	8	8	5	5	6	2	4	
	คัน/นาที	3.90	3.79	2.46	3.33	4.29	1.33	2.35	3.07
LB	คัน	0	0	0	1	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.10
HB	คัน	0	1	0	3	3	0	2	
	คัน/นาที	0.00	0.47	0.00	2.00	2.14	0.00	1.18	0.83
LT	คัน	12	9	8	8	7	6	6	
	คัน/นาที	5.85	4.27	3.94	5.33	5.00	4.00	3.53	4.56
MT	คัน	3	2	2	3	0	2	1	
	คัน/นาที	1.46	0.95	0.99	2.00	0.00	1.33	0.59	1.05
HT	คัน	1	0	0	0	0	0	1	
	คัน/นาที	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 4.3 แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 2) ขาเข้า

	จำนวนที่นับได้	รถบรรทุกวิ่งในเวลา09.30 ใช้เวลาผ่าน 1.35	รถบรรทุกวิ่งในเวลา10.20 ใช้เวลาผ่าน 1.5	รถบรรทุกวิ่งในเวลา11.20 ใช้เวลาผ่าน 1.05	รถบรรทุกวิ่งในเวลา12.30 ใช้เวลาผ่าน 1.25	รถบรรทุกวิ่งในเวลา13.20 ใช้เวลาผ่าน 2	รถบรรทุกวิ่งในเวลา15.25 ใช้เวลาผ่าน 1.3	เฉลี่ย
Mc	คัน	6	7	5	6	10	5	
	คัน/นาที	4.44	4.67	4.76	4.80	5.00	3.85	4.59
PC	คัน	4	4	2	3	4	2	
	คัน/นาที	2.96	2.67	1.90	2.40	2.00	1.54	2.25
LB	คัน	2	1	1	0	0	0	
	คัน/นาที	1.48	0.67	0.95	0.00	0.00	0.00	0.52
HB	คัน	1	0	0	1	1	0	
	คัน/นาที	0.74	0.00	0.00	0.80	0.50	0.00	0.34
LT	คัน	7	8	4	6	9	4	
	คัน/นาที	5.19	5.33	3.81	4.80	4.50	3.08	4.45
MT	คัน	1	0	1	0	1	1	
	คัน/นาที	0.74	0.00	0.95	0.00	0.50	0.77	0.49
HT	คัน	1	1	0	0	0	0	
	คัน/นาที	0.74	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 4.4 แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 2) ขาออก

	จำนวนที่นับได้	รถวนรถถึงในเวลา09.30 ใช้เวลาผ่าน 1.35	รถวนรถถึงในเวลา10.20 ใช้เวลาผ่าน 1.5	รถวนรถถึงในเวลา11.20 ใช้เวลาผ่าน 1.05	รถวนรถถึงในเวลา12.30 ใช้เวลาผ่าน 1.25	รถวนรถถึงในเวลา13.20 ใช้เวลาผ่าน 2	รถวนรถถึงในเวลา15.25 ใช้เวลาผ่าน 1.3	เฉลี่ย
Mc	คัน	3	4	2	3	5	3	
	คัน/นาที	2.22	2.67	1.90	2.40	2.50	2.31	2.33
PC	คัน	3	3	2	3	3	1	
	คัน/นาที	2.22	2.00	1.90	2.40	1.5 0	0.77	1.80
LB	คัน	0	1	0	0	1	1	
	คัน/นาที	0.00	0.67	0.00	0.00	0.60	0.77	0.32
HB	คัน	4	4	3	2	3	5	
	คัน/นาที	2.96	2.67	2.86	1.60	1.50	3.86	2.57
LT	คัน	2	1	1	2	1	1	
	คัน/นาที	1.48	0.67	0.95	1.60	0.50	0.77	0.99
MT	คัน	1	0	0	0	1	1	
	คัน/นาที	0.74	0.00	0.00	0.00	0.50	0.77	0.33
HT	คัน	1	1	0	0	0	0	
	คัน/นาที	0.74	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 4.5 แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 3) ขาเข้า

	จำนวนที่นับได้	ขบวนรถวิ่งในเวลา01.35 ใช้เวลาผ่าน 2	ขบวนรถวิ่งในเวลา02.45 ใช้เวลาผ่าน 1.5	ขบวนรถวิ่งในเวลา03.50 ใช้เวลาผ่าน 2.5	เฉลี่ย
Mc	คัน	1	0	0	
	คัน/นาที	0.50	0.00	0.00	0.17
PC	คัน	0	0	1	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.40	0.13
LB	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
HB	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
LT	คัน	1	0	0	
	คัน/นาที	0.50	0.00	0.00	0.17
MT	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
HT	คัน	0	0	1	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.40	0.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 4.6 แสดงการนับรถยนต์ที่ติดสัญญาณไฟในแต่ละประเภท (กรณีที่ 3) ขาออก

	จำนวนที่นับได้	ขบวนรถวิ่งในเวลา01.35 ใช้เวลาผ่าน 2	ขบวนรถวิ่งในเวลา02.45 ใช้เวลาผ่าน 1.5	ขบวนรถในเวลา ใช้เวลา 2.5	เฉลี่ย
Mc	คัน	0	1	1	
	คัน/นาที	0.00	0.67	0.40	0.36
PC	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
LB	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
HB	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
LT	คัน	0	1	0	
	คัน/นาที	0.00	0.67	0.00	0.22
MT	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00
HT	คัน	0	0	0	
	คัน/นาที	0.00	0.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการนับกับการคำนวณ

		case		case		case	
		count	calculate	count	calculate	count	calculate
Mc	trip in	5.35	5.98	4.58	3.06	0.16	0.47
	trip out	5.71	4.91	2.32	1.43	0.35	0.30
PC	trip in	4.39	2.50	2.24	2.09	0.13	0.27
	trip out	3.05	2.83	1.65	1.79	0	0.02
LB	trip in	1.76	0.44	0.51	0.21	0	0.03
	trip out	0.1	0.33	0.33	0.17	0	0.03
HB	trip in	1.2	0.65	0.34	0.26	0	0.05
	trip out	0.82	0.85	0.32	0.27	0	0.05
LT	trip in	4.65	3.54	4.44	3.07	0.16	0.38
	trip out	4.55	3.63	2.55	2.62	0.22	0.35
MT	trip in	0.79	0.57	0.49	0.82	0	0.09
	trip out	1.16	0.50	0.99	0.64	0	0.07
HT	trip in	0.069	0.09	0.23	0.13	0.13	0.01
	trip out	0.152	0.10	0.33	0.14	0	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางผนวก ง.ที่ 6.1</u> แสดงตารางเวลาการเดินรถไฟบรรทุกสินค้าที่ผ่าน สจล.

ขบวนที่	เวลา	เที่ยวขึ้น	เที่ยวล่อง	หมายเหตุ
1	0.40		856	
2	1.00	841*		
3	2.06	843/		อาทิตย์,จันทร์,อังคาร
4	3.14		858/	เฉพาะวันเสาร์
5	3.16	845*		
6	4.18	847/		อาทิตย์,จันทร์,อังคาร
7	4.50	823		
8	8.31		842*	
9	9.39		844/	อาทิตย์,จันทร์,อังคาร
10	10.18		846*	
11	11.13	849*		
12	12.04	825		
13	12.07		848/	อาทิตย์,จันทร์,อังคาร
14	12.54		824	
15	13.11	851/		อาทิตย์,จันทร์,อังคาร
16	14.23	853*		
17	16.57	855		
18	19.04		826	
19	19.47	857/		เฉพาะวันเสาร์
20	20.15		850*	
21	21.49		852/	อาทิตย์,จันทร์,อังคาร
22	22.30		854*	

หมายเหตุ

- เครื่องหมาย / คือขบวนรถไฟของบริษัท APF
- เครื่องหมาย * คือขบวนรถไฟของบริษัท SSA

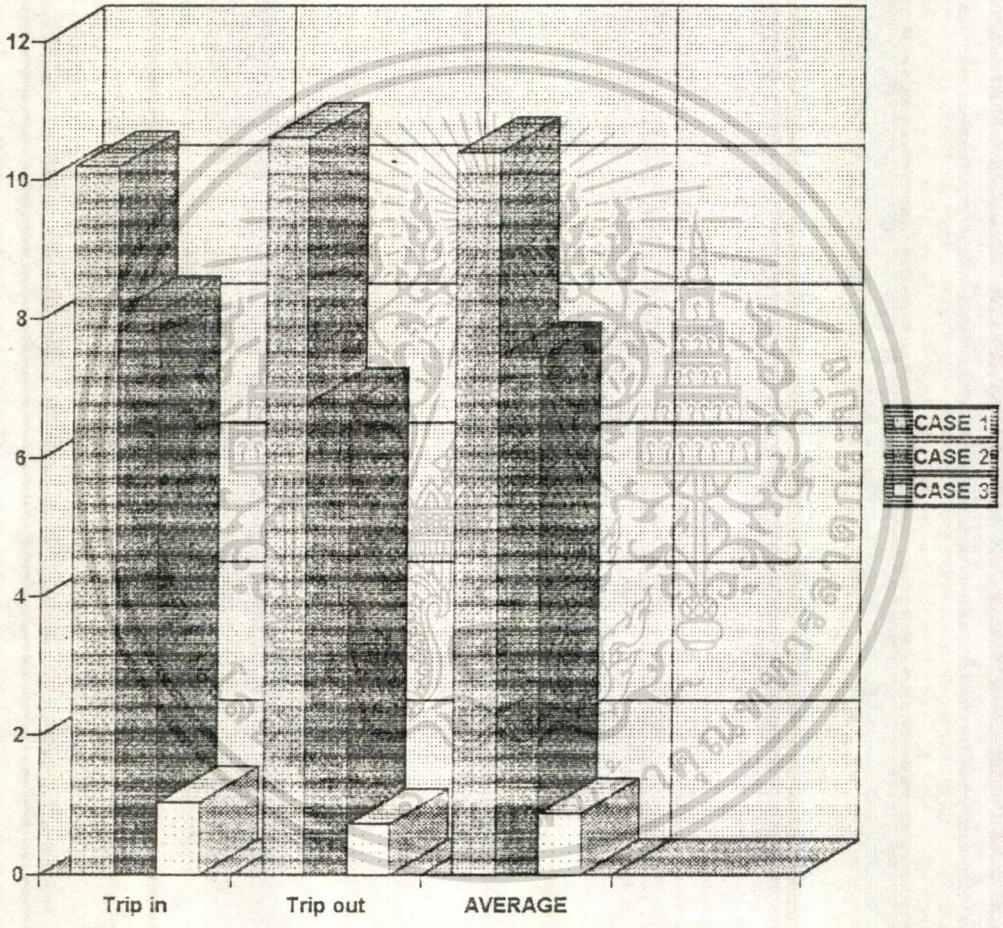
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก ง.ที่ 6.2 แสดงตารางรถไฟโดยสารที่ผ่าน สจล.

ขบวนที่	เวลา	เที่ยวขึ้น	เที่ยวล่อง	หมายเหตุ
1	6.12		202	ทุกวัน
2	6.55		182	ทุกวัน
3	6.57	109		ทุกวัน
4	7.40	192		ทุกวัน
5	8.01	239		ทุกวัน
6	8.05	194		ทุกวัน
7	8.55	252		ทุกวัน
8	8.57	203		ทุกวัน
9	9.50		186	ทุกวัน
10	10.37	183		ทุกวัน
11	10.58		188	ทุกวัน
12	11.31	153		ทุกวัน
13	12.24	251		ทุกวัน
14	13.09		154	ทุกวัน
15	13.57	187		ทุกวัน
16	15.07		204	ทุกวัน
17	15.58		184	ทุกวัน
18	16.00	185		ทุกวัน
19	16.20	193		เฉพาะวันราชการ
20	16.22		240	ทุกวัน
21	16.35	191		เฉพาะวันราชการ
22	17.53	201		เฉพาะวันราชการ
23	18.15		110	ทุกวัน
24	18.17	181		ทุกวัน
25	19.13	199		เฉพาะวันอาทิตย์
26	19.13	241		เฉพาะวันราชการ
27	19.25		242	เฉพาะวันราชการ
28	19.44		180	เฉพาะวันศุกร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณจราจรในหน่วย PCU / minute



รูปภาคผนวก ง.ที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณจราจรในแต่ละกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้