การกำจัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการระเหย

นายวรพงศ์ บิลลี่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-347-4

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

20 มี.ค. 2545
I19956404

DISPOSAL OF LEACHATE BY EVAPORATION PROCESS

Mr. Woraphong Billy

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 1999

ISBN 974-334-347-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำจัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการระเหย
โดย	นายวรพงศ์ บิลลี่
ภาควิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุรี ขาวเธียร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพพรรณ พรประภา)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุธา ขาวเธียร)

วรพงศ์ บิลลี่: การกำจัดน้ำชะมูลฝอยโดยกระบวนการระเหย (DISPOSAL OF LEACHATE BY EVAPORATION PROCESS) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ, 219 หน้า. ISBN 974-334-347-4

ในงานวิจัยนี้ทำการวัดระดับน้ำระเหยของน้ำชะมูลฝอยในถาดระเหยกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.22 เมตร ลึก 0.30 เมตร โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ชุด คือระบบระเหยน้ำชะมูลฝอยโดยระเหยตามปกติ โดยเร่งการระเหยด้วยเครื่องพ่นน้ำเป็นฝอย และโดยเร่งการระเหยด้วยการใช้แผงดักแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ได้ทำการวัดระดับน้ำระเหยของน้ำประปาเพื่อเป็นชุดเปรียบเทียบ พร้อมทั้งวัดสภาพอากาศตลอดปีเพื่อเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำระเหยที่วัดได้กับสภาพอากาศในช่วงที่ทำการทดลอง ทำให้สามารถหาสมการการระเหยในแต่ละชุดทดลองเพื่อใช้ในการประมาณค่าน้ำระเหยของแต่ละเดือนตลอดทั้งปี

การทดลองเบื้องต้นในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าพลังงานความร้อนแฝงในการระเหยน้ำกลั่นและน้ำชะมูลฝอยมีค่าประมาณเท่ากันคือ 540 กิโลแคลอรีต่อลิตร ผลจากการคำนวณอัตราการเกิดน้ำชะมูลฝอยประมาณได้ว่า น้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบขยะในกรุงเทพมหานครเป็น 0.1320 ลูกบาศก์เมตรต่อขยะ 1 ตัน และขยะที่เก็บขนในกรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2543 เมื่อคิดจากการคาดการปริมาณขยะที่เก็บขน 9,800 ตันต่อวัน จะทำให้เกิดน้ำชะมูลฝอยประมาณ 1,132 ลูกบาศก์เมตรต่อขยะที่เก็บขนในหนึ่งวัน ผลการทดลองและการคำนวณที่ได้พบว่า ค่าน้ำระเหยในกรุงเทพมหานครมีค่าเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 6.61 มิลลิเมตรต่อวัน การระเหยน้ำชะมูลฝอยสามารถระเหยได้ในอัตราที่สูงกว่าน้ำประปาโดยมีค่าประมาณ 6.98 มิลลิเมตรต่อวัน ในการเร่งการระเหยโดยใช้เครื่องพ่นน้ำเป็นฝอยสามารถระเหยได้ในอัตราที่สูงขึ้นเป็น 7.58 มิลลิเมตรต่อวัน และการใช้แผงดักแสงอาทิตย์ระเหยได้ 7.18 มิลลิเมตรต่อวัน การบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยใช้บ่อระเหยที่มีการระเหยตามปกติ ที่มีการพ่นน้ำเป็นฝอย และที่ใช้แผงดักแสงอาทิตย์ จะต้องใช้บ่อระเหยซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 143 132 และ 139 ตารางเมตร ต่อปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่ต้องการบำบัด 1 ลูกบาศก์เมตรใน 1 วัน ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542 .....

##3971542121 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING
KEY WORD : EVAPORATION / LEACHATE / LANDFILL
WORAPHONG BILLY : DISPOSAL OF LEACHATE BY EVAPORATION PROCESS. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF.DR. PETCHPORN CHAWAKITCHAREON, 219 PP. ISBN 974-334-347-4

This research investigated the measurement of the leachate evaporation by dividing the experiment into 3 sets; normal leachate evaporation, leachate evaporation using spray and leachate evaporation using solar panel. The measurement of the water evaporation in compare with the leachate itself was also investigated. During the study, the whole year weather condition data was collected in order to compare and find out the relationship with the evaporation data. Then the evaporation equation of each set of the experiment was investigated in order to estimate the evaporation in each month for the whole year.

The pre-test in this research indicated that the energy values required for the evaporation (latent heat) of water and of leachate are about the same at 540 kcal per litre. The computation results of leachate generation indicated that the estimation amount of the leachate that will be generated and leak out of the landfill in Bangkok is 0.1320 m^3 per 1 ton of solid waste collected. In Bangkok for the year 2000, the waste collecting rate will be estimated at 9,800 ton per day and the leachate will be estimated about 1,132 m^3 per daily waste collected. From the result of the experiment and calculation show that the average water evaporation rate in Bangkok is about 6.61 mm per day. The leachate evaporation rate is about 6.98 mm per day, which is higher than the evaporation rate of the water. By using spray system, the evaporation rate is increased to 7.58 mm per day. And by using solar plate, the evaporation rate is 7.18 mm per day. In order to treat the leachate from landfills in Bangkok by using either normal leachate evaporation pond, leachate evaporation using spray or leachate evaporation using solar panel, it required about 143, 132 or 139 m^2 per 1 m^3 of leachate to be treated each day, respectively.

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2542 .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ ที่กรุณาช่วยเหลือและให้คำแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ ที่ให้คำแนะนำในการค้นคว้าหาข้อมูล และทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณ ศ.นสพ.พีระศักดิ์ จันทร์ประทีป ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุมัติการใช้สถานที่เพื่อทำการวิจัย และ ผศ.ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูรย์ หัวหน้าหน่วยวิจัยพฤกษนิเวศน์วิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศในการทำการวิจัย

ขอขอบคุณ พนักงานและเจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมควบคุมมลพิษ และสถานีรวบรวมและฝังกลบขยะอ่อนนุชและลาดกระบัง สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร ที่อนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่ ข้อมูลฝังกลบขยะ ข้อมูลสภาพอากาศและตัวอย่างน้ำเสียในการทำการวิจัย

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนบางส่วนในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณธีรวิทย์ คณานิธินันท์ คุณประเสริฐ งามเลิศประเสริฐ คุณกันยารัตน์ มีสุข พี่ๆ และเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกๆท่านในครอบครัว ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุนในการเล่าเรียนและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา..... 3

3 ทบทวนเอกสารและทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย..... 4

3.1 ทบทวนเอกสาร..... 4

3.1.1 ขยะมูลฝอย..... 4

3.1.2 วิธีกำจัดมูลฝอย..... 4

3.1.3 การฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล..... 4

3.1.4 น้ำชะมูลฝอย..... 5

3.1.4.1 การเกิดน้ำชะมูลฝอย..... 5

3.1.4.2 ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอย..... 6

3.1.4.3 การควบคุมน้ำชะมูลฝอย..... 6

3.1.5 การระเหย..... 8

3.1.5.1 กลไกการระเหย..... 8

3.1.5.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการระเหย..... 8

3.1.5.3 องค์ประกอบที่ควบคุมการระเหยของน้ำ..... 9

3.1.5.4 การคำนวณหาค่าการระเหยของน้ำ..... 10

3.1.6 เทคนิคในการเร่งการระเหย..... 12

3.1.7 บ่อระเหย..... 13

3.1.8 การระเหยของหยดน้ำ..... 13

3.1.9 สีและการดูดแสง..... 13

3.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย..... 14

บทที่		หน้า
	3.2.1 การประมาณปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้น	14
	3.2.1.1 ปฏิกิริยาทางชีวภาพในหลุมฝังกลบขยะ	14
	3.2.1.2 การหาส่วนประกอบของขยะ	15
	3.2.2 การหาค่าพลังงานความร้อนในการระเหยน้ำชะมูลฝอย	16
	3.2.3 สมการการระเหย	16
4	แผนการทดลองและการดำเนินงานวิจัย	18
	4.1 แผนการทดลอง	18
	4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	20
	4.3 การวิเคราะห์	25
	4.4 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ	26
5	ผลการทดลองและวิจารณ์	27
6	การวิเคราะห์ผลการทดลอง	30
	6.1 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อขยะชุมชนปริมาณ 1 ตัน	30
	6.2 สมการการระเหยของน้ำในถาดระเหยแต่ละชุด	34
	6.3 ประมาณการระเหยน้ำชะมูลฝอยในแต่ละเดือน	39
	6.4 ปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อวันจากมูลฝอยที่เก็บขนในกรุงเทพฯ	39
	6.5 พื้นที่บ่อระเหยที่ใช้ในการระเหยน้ำชะมูลฝอย	40
	6.6 ความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง	40
7	สรุปผลการศึกษา	42
8	ข้อเสนอแนะในการวิจัย	44
รายการอ้างอิง		45
บรรณานุกรม		47
ภาคผนวก		49
ภาคผนวก ก ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่าการระเหยน้ำชะมูลฝอย		50
ภาคผนวก ข ตารางแสดงสภาพอากาศที่ใช้คำนวณในการทดลอง		75
ภาคผนวก ค ตารางแสดงข้อมูลขยะมูลฝอยและน้ำระเหยทั่วไป		209
ภาคผนวก ง ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันไอน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ และจุดน้ำค้าง		217
ประวัติผู้เขียน		219

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ลักษณะสมบัติของน้ำชะมูลฝอยทั่วไป.....	7
ตารางที่ 3.2	การวิเคราะห์น้ำที่ซึมออกจากขยะซอยอ่อนนุช.....	7
ตารางที่ 3.3	ตัวอย่างข้อมูลจากการวิเคราะห์หาส่วนประกอบขยะชุมชน.....	15
ตารางที่ 4.1	ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่าอัตราการระเหยน้ำชะมูลฝอย.....	19
ตารางที่ 5.1	แสดงคุณภาพน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบขยะลาดกระบังในช่วงเดือนพฤศจิกายน.....	27
ตารางที่ 5.2	แสดงผลการทดลองหาค่าการระเหยในถาดระเหยน้ำชะมูลฝอยและ ถาด blank.....	28
ตารางที่ 6.1	แสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางเคมีและความชื้นของขยะอินทรีย์แยกตามองค์ประกอบทางกายภาพ และเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางกายภาพของขยะที่เก็บขนในกรุงเทพมหานคร.....	30
ตารางที่ 6.2	แสดงผลการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ dry weight และผลรวมของเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของธาตุแต่ละชนิดในของขยะที่เก็บขนในกรุงเทพมหานคร.	31
ตารางที่ 6.3	แสดงผลการคำนวณหาอัตราส่วนโดยโมลทั้งโดยคิดความชื้นและไม่คิดความชื้น.....	31
ตารางที่ 6.4	ปริมาณก๊าซสะสมแต่ละชนิดในหลุมฝังกลบมูลฝอย โดยโครงการวิจัยเรื่องการศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบมูล-ฝอย.....	33
ตารางที่ 6.5	แสดงการหาสมการการระเหยในถาด blank.....	36
ตารางที่ 6.6	แสดงการหาสมการการระเหยในถาดระเหยน้ำชะมูลฝอย.....	37
ตารางที่ 6.7	แสดงการหาสมการการระเหยในถาดระเหยโดยการพ่นน้ำเป็นฝอย.....	38
ตารางที่ 6.8	แสดงการหาสมการการระเหยในถาดระเหยโดยใช้แผงดักพลังงานแสงอาทิตย์.....	38
ตารางที่ 6.9	แสดงผลการคำนวณหาค่าประมาณการระเหยในแต่ละเดือน.....	39
ตารางที่ 6.10	เปรียบเทียบความเหมาะสมของระบบบ่อระเหยทั้งสามจากการทดลอง....	41
ตาราง ก-1 ถึง ก-24	ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่าการระเหย.....	51

หน้า

ตาราง ข-1 แสดงสภาพอากาศที่ใช้คำนวณในการทดลอง..... 76

ถึง ข-12

ตาราง ข-13 แสดงสภาพอากาศระหว่างการทดลอง..... 88

ตาราง ค-1 แสดงปริมาณมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานคร..... 210

ตาราง ค-2 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบของมูลฝอยทางกายภาพ..... 211

ตาราง ค-3 แสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่เผาไหม้ได้แต่ละประเภท 212

ตาราง ค-4 แสดงความชื้นของขยะแต่ละประเภท..... 213

ตาราง ค-5 ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์และน้ำระเหยในกรุงเทพมหานคร ปี 2511..... 216

ตาราง ง-1 ตารางความดันสูงสุดของไอน้ำและจำนวนไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ..... 218

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 3.1	การเกิดน้ำชะมูลฝอย.....	5
รูปที่ 4.1	ถาดน้ำระเหยที่ใช้การพ่นน้ำเป็นฝอย.....	21
รูปที่ 4.2	ถาดน้ำระเหยที่ใช้การดักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์.....	21
รูปที่ 4.3	ชุดทดลองที่ 1 ถาดระเหยน้ำประปา.....	22
รูปที่ 4.4	ชุดทดลองที่ 2 ถาดระเหยน้ำชะมูลฝอย.....	22
รูปที่ 4.5	ชุดทดลองที่ 2 ถาดระเหยน้ำชะมูลฝอยโดยการพ่นน้ำเป็นฝอย.....	23
รูปที่ 4.6	ชุดทดลองที่ 2 ถาดระเหยน้ำชะมูลฝอยโดยใช้แผงดักพลังงานแสงอาทิตย์...	23
รูปที่ 4.7	ชุดสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ.....	24
รูปที่ 4.8	ชุดทดลองการระเหยของน้ำชะมูลฝอย.....	24