

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพประกอบ	(14)
บทที่	
1 บทนำและตรวจเอกสาร	1
1.1 บทนำค้นเรื่อง	1
1.2 แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติและการปนเปื้อนของโลหะหนัก	3
1.3 ความสำคัญของตะกอนและรูปแบบของโลหะหนักที่อยู่ในตะกอน	5
1.4 โลหะหนักในส่วนของสิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ ในตะกอน	7
1.5 โลหะหนักในน้ำระหว่างตะกอน	9
1.6 สารอินทรีย์	11
1.7 ขนาดอนุภาคตะกอน	11
1.8 การถ่ายเทโดยการแพร่	13
1.9 สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา	16
1.9.1 คุณลักษณะของกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา	16
1.9.2 สภาพภูมิอากาศ	16
1.9.3 การใช้ประโยชน์คลองอู่ตะเภา	17
1.9.4 การปนเปื้อนโลหะหนักในคลองอู่ตะเภา	17
1.10 วัตถุประสงค์	20
1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	21
2 วิธีการวิจัย	22
2.1 พื้นที่ศึกษา	22
2.2 วัสดุและอุปกรณ์	24
2.2.1 สารเคมีที่ใช้	24
2.2.2 วัสดุอื่นๆ	25



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 ผลการศึกษาและการอภิปรายผล	34
3.1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างและข้อมูลคุณภาพน้ำภาคสนามของพื้นที่เก็บตัวอย่าง	34
3.2 เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่วในน้ำเหนือผิวดตะกอน	37
3.3 การกระจายขนาดอนุภาคตะกอน	38
3.4 การกระจายตัวของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่วตามระดับความลึก	42
3.4.1 เหล็ก	43
3.4.2 แมงกานีส	46
3.4.3 สังกะสี	49
3.4.4 ทองแดง	52
3.4.5 ตะกั่ว	55
3.5 ความสัมพันธ์ของเหล็กและแมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว	58
3.6 ความสัมพันธ์ของสารอินทรีย์ กับเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่ว	62
3.7 การถ่ายเทโดยการแพร่ของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่ว	65
4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	67
4.1 คุณภาพน้ำโดยทั่วไปของน้ำคลองอยู่ตะเภา	67
4.2 ลักษณะทางกายภาพตะกอนคลองอยู่ตะเภา	67
4.3 การกระจายตัวของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่วในน้ำระหว่างตะกอนและในตะกอนตามระดับความลึก	67
4.4 ความสัมพันธ์ของเหล็กและแมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว	70
4.5 ความสัมพันธ์ของสารอินทรีย์ กับเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่ว	70
4.6 การถ่ายเทโดยการแพร่ของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่ว	71
4.7 บทสรุป	71
4.8 ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	73

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก	81
ภาคผนวก ข	82
ภาคผนวก ค	84
ภาคผนวก ง	85
ภาคผนวก จ	88
ภาคผนวก ฉ	90
ภาคผนวก ช	93
ภาคผนวก ซ	95
ภาคผนวก ฌ	97
ภาคผนวก ฎ	99
ภาคผนวก ฏ	101
ประวัติผู้เขียน	102

## รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1-1 ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่วในรูปแบบที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ ในตะกอนจากพื้นที่ต่างๆ	8
1-2 ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่วในน้ำระหว่างตะกอนจากพื้นที่ต่างๆ	10
1-3 ค่าการถ่ายเทโดยการแพร่ของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่วจากพื้นที่ต่างๆ	15
1-4 ปริมาณ โลหะหนักในตะกอนคลองอยู่ตะเภา	19
2-1 พิกัดสถานีเก็บตัวอย่าง	23
3-1 ข้อมูลคุณภาพน้ำทางกายภาพ-เคมี ขณะเก็บตัวอย่างตะกอน	34
3-2 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างตะกอน	35
3-3 ข้อมูลคุณภาพน้ำทางกายภาพ-เคมี ขณะเก็บตัวอย่างน้ำระหว่างตะกอน	36
3-4 ความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะในน้ำเหนือผิวตะกอนจาก 4 สถานี	38
3-5 การกระจายขนาดอนุภาคของคอร์ตะกอนจาก 4 สถานี	38
3-6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กและแมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในน้ำระหว่างตะกอน	61
3-7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กและแมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในตะกอน	61
3-8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์ในตะกอน กับเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในน้ำระหว่างตะกอน	65
3-9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์ในตะกอน กับเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในตะกอน	65
3-10 ค่าการถ่ายเทโดยการแพร่ของโลหะหนักจากแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง	66
ก-1 ผลกระทบของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต	81
ข-1 โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่คลองอยู่ตะเภา	82
ซ-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	95
ฅ-1 การกระจายขนาดอนุภาคตะกอนตามระดับความลึกของชั้นตะกอน จาก 4 สถานี	97
ฉ-1 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำระหว่างตะกอน ตามระดับความลึกของตะกอนจาก 4 สถานี	99

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ญ-2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในรูปแบบที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ <sup>1</sup> ในตะกอนตามระดับความลึกของตะกอน จาก 4 สถานี	100
ฎ-1 ปริมาณสารอินทรีย์ตามระดับความลึกของชั้นตะกอน จาก 4 สถานี	101

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1-1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ โลหะหนักกับขนาดอนุภาคตะกอน	12
1-2 การเรียกชื่อตะกอนตามปริมาณสัมพัทธ์ของทราย ทรายแป้งและดินเหนียว	13
1-3 การประมาณค่าการถ่ายเทโลหะบริเวณทะเลไอริชตะวันออกเฉียงเหนือ	15
1-4 อุตสาหกรรมบางประเภทที่อยู่บริเวณคลองอู่ตะเภา	18
1-5 สัดส่วนของโลหะส่วนที่เปลี่ยนรูปได้ง่ายและส่วนที่ถูกตรึงกับ โครงผลึกแร่ ในตะกอนผิวหน้าจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก	20
2-1 สถานีเก็บตัวอย่างตะกอนและน้ำระหว่างตะกอนบริเวณคลองอู่ตะเภา	23
2-2 ลักษณะคอร์เก็บตัวอย่างตะกอนแบบกดและฝาปิดบน-ล่าง	26
2-3 ลักษณะอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำระหว่างตะกอนแบบการดูดโดยตรง	26
2-4 การวัดข้อมูลคุณภาพน้ำโดยใช้เครื่องวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลายตัวแปร	29
2-5 ลักษณะคอร์ตัวอย่างตะกอนและน้ำเหนือผิวตะกอน	30
2-6 การวางคอร์ในกล่องไม้ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายตะกอน	30
2-7 (ก) ลักษณะตัวอย่างน้ำระหว่างตะกอนที่เก็บโดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ ระหว่างตะกอนแบบการดูดโดยตรง	31
(ข) การกรองตัวอย่างน้ำระหว่างตะกอนด้วยแผ่นกรอง PURADISC™ 25 AS	31
2-8 การแยกตัวอย่างตะกอนภายใต้กระโجمในโตรเจน	32
3-1 การกระจายขนาดอนุภาคตามระดับความลึกบริเวณสถานี 1	39
3-2 การกระจายขนาดอนุภาคตามระดับความลึกบริเวณสถานี 2	39
3-3 การกระจายขนาดอนุภาคตามระดับความลึกบริเวณสถานี 3	40
3-4 การกระจายขนาดอนุภาคตามระดับความลึกบริเวณสถานี 4	40
3-5 การกระจายขนาดตะกอนเปรียบเทียบระหว่างการศึกษารั้งนี้กับ Mneepong (1995)	42
3-6 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของเหล็กในสถานี 1	44
3-7 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของเหล็กในสถานี 2	44
3-8 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของเหล็กในสถานี 3	45
3-9 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของเหล็กในสถานี 4	45
3-10 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของแมงกานีสในสถานี 1	47
3-11 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของแมงกานีสในสถานี 2	47

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3-12 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของแมงกานีสในสถานี 3	48
3-13 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของแมงกานีสในสถานี 4	48
3-14 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของสังกะสีในสถานี 1	50
3-15 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของสังกะสีในสถานี 2	50
3-16 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของสังกะสีในสถานี 3	51
3-17 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของสังกะสีในสถานี 4	51
3-18 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของทองแดงในสถานี 1	53
3-19 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของทองแดงในสถานี 2	53
3-20 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของทองแดงในสถานี 3	54
3-21 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของทองแดงในสถานี 4	54
3-22 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของตะกั่วในสถานี 1	56
3-23 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของตะกั่วในสถานี 2	56
3-24 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของตะกั่วในสถานี 3	57
3-25 แนวโน้มการกระจายตัวตามระดับความลึกของตะกั่วในสถานี 4	57
3-26 ความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กและแมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในน้ำระหว่าง ตะกอน จากทุกสถานีทุกระดับความลึก	59
3-27 ความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กและแมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในรูปที่ สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ ในตะกอน จากทุกสถานีทุกระดับความลึก	60
3-28 ความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์กับเหล็ก แมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในน้ำระหว่างตะกอน จากทุกสถานีทุกระดับความลึก	63
3-29 ความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์กับเหล็ก แมงกานีส กับสังกะสี ทองแดงและตะกั่ว ในรูปที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ ในตะกอน จากทุกสถานีทุกระดับความลึก	64