สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสะสมโลหะหนักในคลองลาดกระบัง

T107897

นาย พิเชฐ กีรติพลกุล
นาย เอกพันธ์ ติยะพรัญชัย

ปพ.
พ653ก
2550

เลขหมู่........................
เลขทะเบียน 107897
วัน.เดือน.ปี - 8 มี.ย. 2553

b. 12213196
i.......................

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Accumulation of Heavy Metal in Klong Ladkrabang

Mr. Pichet Keeratiponkul

Mr. Ekkaphan Tiyaparanchai

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for

The Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การสะสมโลหะหนักในคลองลาดกระบัง
นักศึกษา นาย พิเชฐ กีรติพลกุล
นาย เอกพันธ์ ติยะพรัญชัย
ภาควิชา เคมี
สาขาวิชา เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2550
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการสะสมโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนในคลองลาดกระบัง โดยเก็บตัวอย่าง 4 จุด ในช่วงน้ำมาก (เดือนสิงหาคม) และช่วงน้ำน้อย (เดือนกุมภาพันธ์) โลหะที่ศึกษาได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ทำการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่องอะตอม-มิกแอบซอร์พชัน ผลการศึกษาพบว่าทั้งในน้ำและดินตะกอนมีสังกะสีมากที่สุด รองลงมาเป็นทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ตามลำดับ ในช่วงน้ำมากปริมาณทองแดงในน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างบางพื้นที่เท่านั้นที่มีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน สำหรับช่วงน้ำน้อยพบว่าปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำทุกจุดเก็บตัวอย่างยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในส่วนของดินตะกอนพบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ที่สะสมในดินตะกอน ค่าความเข้มข้นที่อาจมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดินตะกอนและมีเพียงโลหะหนักบางชนิดในจุดเก็บตัวอย่างบางพื้นที่ที่มีค่าสูงเกินมาตรฐานค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตของดินตะกอน

จากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของโลหะหนักทั้งในน้ำและดินตะกอนช่วงน้ำมากและน้ำน้อย ปริมาณสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ ; สังกะสี, ทองแดง, ตะกั่ว, แคดเมียม, ค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต, ค่าความเข้มข้นที่อาจมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title Accumulation of Heavy metal in Klong Ladkrabang

Author Mr. Pichet Keeratiponkul

Mr. Ekkapan Tiyaparanchai

Department Chemistry

Program Environmental Resource Chemistry

Academic year 2007

Project Advisor Asst.Prof. Pitsamai Chairatu-tai

ABSTRACT

The study of accumulation of heavy metals in water and sediment of Klong Ladkrabang by collecting from 4 areas in 2 periods, August 2007 and February 2008 were determinated. The heavy metals were zinc, copper, lead and cadmium. In the experiment heavy metals were analyzed by atomic absorption spectrophotometer, the content of heavy metals found in water and sediment had most of zinc, copper, lead and cadmium, respectively. The content of copper in plentiful water period in some area over had exceed the surface water standards value. However, content of heavy metal in rare water period founded all areas still in the surface water standards value. The part of sediment, the accumulation of all 4 heavy metals founded a value of concentration has effect for Probable Effect Level (PEL), still is in the standard and has only some heavy metal in the collect area point as high value exceed concentration standard value, it hadn't effect for Threshold Effect Level (TEL) of sediment.

In the statistic, the heavy metals in water and sediment both plentiful water period and rare water period of zinc, copper, lead and cadmium were different value by significance at level 0.05

Keywords ; Zinc, Copper, Lead, Cadmium, Threshold Effect Level , Probable Effect Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษา และการชี้แนะรวมทั้งการให้กำลังใจในการทำงานจากบุคลากรที่สำคัญ คือ อาจารย์ พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในโครงงานพิเศษนี้ อาจารย์ อุสารัตน์ ถาวรชัยสิทธิ์ อาจารย์ กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ ซึ่งเป็นกรรมการ ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณชาวบ้าน ที่อาศัยอยู่ในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่เอื้อเฟื้อทั้งอุปกรณ์และสถานที่ในการเก็บตัวอย่างนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมควบคุมมลพิษ ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์แหล่งข้อมูลสำหรับการนำมาใช้ประกอบในการจัดทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีทุกท่าน และผู้ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานทุกท่าน ตลอดจนเพื่อนๆนักศึกษาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 4 ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อในระหว่างการดำเนินโครงการครั้งนี้

พิเชฐ กีรติพลกุล

เอกพันธ์ ติยะพรัญชัย

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ซ
สัญลักษณ์คำย่อ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 โลหะหนัก	3
2.2 สภาวะการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำและตะกอนดิน	5
2.3 การเก็บตัวอย่าง การเก็บรักษาตัวอย่าง และการวิเคราะห์ตัวอย่าง	14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน	22
3.1 สารเคมี	22
3.2 อุปกรณ์	22
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	23
3.4 วิธีการทดลอง	22
3.5 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 29

4.1 ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนช่วงน้ำมาก 29

4.2 ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนช่วงน้ำน้อย 31

4.3 ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน 32

4.4 ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 35

4.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยโลหะหนักในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย ในการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS 38

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 40

5.1 สรุปผลการวิจัย 40

5.2 ข้อเสนอแนะ 41

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก 44

ภาคผนวก ก ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน 45

ภาคผนวก ข หลักการของ Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) 51

ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำและดินตะกอนตามวิธีมาตรฐาน 54

ภาคผนวก ง ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำและดินตะกอน 56

ภาคผนวก จ ข้อมูลพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง 75

ภาคผนวก ฉ ข้อมูลทางสถิติ 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 จุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา 6

ตารางที่ 2.1 จุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา (ต่อ) 7

ตารางที่ 2.2 ปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนในแม่น้ำเจ้าพระยา 8

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพโลหะหนักในตะกอนดินจากต่างประเทศ 9

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลปริมาณโลหะหนักที่มีค่าสูงสุดและบริเวณที่พบมีค่าสูงสุด 10

ตารางที่ 2.5 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ ในปี 2541, 2542 และ 2544 12

ตารางที่ 2.6 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ในปี 2541, 2542 และ 2544 13

ตารางที่ 2.7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำ 14

ตารางที่ 2.8 วิธีเก็บรักษาตัวอย่างน้ำและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงสุด 17

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำของคลองลาดกระบังใน ช่วงน้ำมาก (สิงหาคม) 29

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในดินตะกอนของคลองลาดกระบังใน ช่วงน้ำมาก (สิงหาคม) 30

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำของคลองลาดกระบังใน ช่วงน้ำน้อย (กุมภาพันธ์) 31

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในดินตะกอนของคลองลาดกระบังใน ช่วงน้ำน้อย (กุมภาพันธ์) 32

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักต่างๆ ในน้ำ แต่ละจุดเก็บ ตัวอย่างแยกช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย 38

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักต่างๆ ในดินตะกอนแต่ละ จุดเก็บตัวอย่างแยกช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย 39

ตารางที่ ง.1 สังกะสีในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก) 56

ตารางที่ ง.2 ทองแดงในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก) 57

ตารางที่ ง.3 ตะกั่วในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก) 58

ตารางที่ ง.4 แคดเมียมในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก) 59

ตารางที่ ง.5 สังกะสีในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย) 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ ง.6	ทองแดงในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)	61
ตารางที่ ง.7	ตะกั่วในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)	62
ตารางที่ ง.8	แคดเมียมในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)	63
ตารางที่ ง.9	สังกะสีในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)	64
ตารางที่ ง.10	ทองแดงในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)	65
ตารางที่ ง.11	ตะกั่วในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)	66
ตารางที่ ง.12	แคดเมียมในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)	67
ตารางที่ ง.13	สังกะสีในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)	68
ตารางที่ ง.14	ทองแดงในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)	69
ตารางที่ ง.15	ตะกั่วในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)	70
ตารางที่ ง.16	แคดเมียมในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)	71
ตารางที่ ง.17	เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)	72
ตารางที่ ง.18	น้ำหนักดินแห้ง (ช่วงน้ำมาก)	72
ตารางที่ ง.19	เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)	73
ตารางที่ ง.20	น้ำหนักดินแห้ง (ช่วงน้ำน้อย)	73
ตารางที่ จ.1	พารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 อุปกรณ์เก็บน้ำแบบต่างๆ 15
รูปที่ 2.2 ขวดสำหรับใส่น้ำตัวอย่างชนิดและขนาดต่างๆ 16
รูปที่ 2.3 เครื่องตักตะกอนดิน (Ekman Dredge/ Ekman grab) 18
รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างต่างๆ บริเวณคลองลาดกระบัง 26
รูปที่ 3.2 แสดงจุดเก็บที่ 1 บริเวณหน้าวัดลาดกระบังซึ่งเป็นจุดรอยต่อระหว่าง คลองประเวศบุรีรมย์กับคลองลาดกระบัง (จุดเริ่มต้นของคลองลาดกระบัง) 27
รูปที่ 3.3 แสดงจุดเก็บที่ 2 บริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง (จุดอ้างอิงเพราะมีกิจกรรม การใช้น้ำน้อยสุด) 27
รูปที่ 3.4 แสดงจุดเก็บที่ 3 บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ 28
รูปที่ 3.5 แสดงจุดเก็บที่ 4 บริเวณโรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ 28
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่ามาตรฐาน แหล่งน้ำผิวดิน 32
รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบปริมาณทองแดงในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่ามาตรฐาน แหล่งน้ำผิวดิน 33
รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่ามาตรฐาน แหล่งน้ำผิวดิน 32
รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่ามาตรฐาน แหล่งน้ำผิวดิน 34
รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่า มาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ 35
รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณทองแดงในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่า มาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ 36
รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่า มาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ 37
รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อยกับค่า มาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์คำย่อ

มก./ล.	คือ	มิลลิกรัมต่อลิตร
มก./กก.-นนแห้ง	คือ	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
TEL	คือ	ค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตของรัฐฟลอริดา (Florida DEF SQG-Threshold Effect Level)
PEL	คือ	ค่าความเข้มข้นที่อาจมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตของรัฐฟลอริดา (Florida DEF SQG-Probable Effect Level)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาโครงงานวิจัย

น้ำนับเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์แต่ทว่าในภาวะปัจจุบันน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์ดูเหมือนว่าจะเป็นสิ่งที่หาได้ยากยิ่ง ซึ่งภาวะน้ำเป็นพิษหรือมลพิษทางน้ำนั้นเกิดด้วยสาเหตุต่างๆมากมายและสาเหตุหนึ่งที่นับว่ามีความสำคัญมากก็คือการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ซึ่งโลหะหนักนี้มีที่มาได้หลายทางเช่น จากโรงงานอุตสาหกรรม จากยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงที่ผสมโลหะหนักลงไปหรือมาจากวัสดุเหลือใช้ที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบ เป็นต้น ทำให้โลหะหนักนี้ออกมาปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติและดินตะกอน

คลองลาดกระบัง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ทั้งสองฝั่งของลำคลองที่ยาวประมาณ 10 กิโลเมตร เป็นที่ตั้งของชุมชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และอุตสาหกรรมขนาดย่อม ประชาชนบางส่วนยังใช้น้ำในลำคลองเพื่อการอุปโภค โดยเฉพาะภาคการเกษตร และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปัจจุบันพื้นที่ฝั่งตะวันตกทั้งหมดของลำคลองเป็นที่ตั้งของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และหลังจากที่ได้เปิดดำเนินการตั้งแต่วันที่ 28 กันยายน 2549 ทำให้มีการขยายตัวของกิจกรรมต่างๆอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของแหล่งชุมชน ที่พักอาศัย โรงแรมและร้านอาหาร ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในคลองลาดกระบัง ปี 2538 พบว่าแหล่งน้ำดังกล่าวจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามมาตรฐานของกรมควบคุมลพิษ(GEC, 2536 อ้างอิงถึงในบทม. , 2547) โดยปกติแล้วในการเฝ้าระวังคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นจะทำการติดตามตรวจสอบค่า พีเอช บีโอดี ดีโอ ปริมาณไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอยในน้ำ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์ม เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ และนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ รวมทั้งจำแนกลักษณะการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำแต่มิได้มีการศึกษาถึงสภาวะการปนเปื้อนของโลหะหนักไว้ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อตรวจวัดปริมาณการสะสมของโลหะหนักใน น้ำ และดินตะกอน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงสถานการณ์ปนเปื้อนของมลพิษในสิ่งแวดล้อมที่สามารถถ่ายทอดผ่านสิ่งแวดล้อมมาสู่มนุษย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำและดินตะกอน
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในช่วงน้ำมากและน้ำน้อย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. โลหะหนักที่ทำการศึกษา ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม
2. จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างเริ่มจากหน้าวัดลาดกระบังจนถึงบริเวณโรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ และเก็บตัวอย่าง 2 ช่วง คือ ช่วงน้ำมาก (พฤษภาคม – สิงหาคม) และน้ำน้อย (กุมภาพันธ์)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปริมาณโลหะหนักที่สะสมในคลองลาดกระบัง
2. เพื่อนำข้อมูลมาประเมินความสามารถของคลองลาดกระบังในการรองรับสารมลพิษในกลุ่มโลหะหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 โลหะหนัก (http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=7)

โลหะหนัก หมายถึง กลุ่มธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 4 ขึ้นไป และส่วนใหญ่เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่มทรานซิชั่น (Transition metals) ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต โลหะหนักเป็นสารที่คงตัว ไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการธรรมชาติ จึงมีบางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดิน ดินตะกอนที่อยู่ในน้ำ รวมถึงการสะสมอยู่ในสัตว์น้ำ โลหะหนักเป็นวัตถุดิบที่ถูกนำมาใช้ในหลายภาคส่วน เช่น ในด้านอุตสาหกรรมใช้โลหะหนักในการผลิตพลาสติก พีวีซี สี ถ่านไฟฉาย สำหรับทางด้านการเกษตร โลหะหนักเป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลงและปุ๋ย ขณะเดียวกันทางการแพทย์ใช้โลหะหนักเป็นส่วนผสมของยา อุปกรณ์ทางการแพทย์และเครื่องสำอาง น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญให้เกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในการดำรงชีพ

ในชีวิตประจำวันคนมีความเสี่ยงต่อการนำโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผ่านทางการบริโภคอาหาร หรือดื่มน้ำที่มีสารเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ โดยเฉพาะชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโรงงานที่ขาดจิตสำนึก ซึ่งมักจะลักลอบเทของเสียลงดินหรือลงแม่น้ำ กำจัดกากของเสียอย่างผิดวิธี ทั้งนี้เนื่องจากต้องการลดรายจ่าย โลหะหนักบางชนิดสามารถให้ทั้งคุณและโทษต่อสิ่งมีชีวิต ขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิตและปริมาณที่ได้รับเข้าไป ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียต้องการ โคบอลท์ (Cobalt-Co) ทองแดง (Copper-Cu) แมงกานีส (Manganese-Mn) โมลิบดินัม (Molybdenum-Mo) แวเนเดียม (Vanadium-V) และสังกะสี (Zinc-Zn) ในปริมาณที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามปริมาณโลหะที่มากเกินไปจะสร้างสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์เหล่านี้ ส่งผลให้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ สำหรับโลหะหนักบางชนิด เช่น ปรอท (Mercury-Hg) และแคดเมียม (Cadmium-Cd) จัดเป็นสารพิษต่อร่างกาย และถูกจัดให้ขึ้นบัญชีดำ (black list) เนื่องจากมีพิษร้ายแรงมากต่อมนุษย์ ซึ่งจะยกตัวอย่างโลหะหนักบางชนิดที่ทำอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ดังนี้

2.1.1 สังกะสี (Zinc) (มนตรี ไข่แก้ว. 2543)

ในแหล่งน้ำธรรมชาติความเข้มข้นของสังกะสีขึ้นอยู่กับสารประกอบและพันธะเคมีของสังกะสีในขณะนั้น สังกะสีและออกไซด์ของสังกะสีละลายน้ำได้เล็กน้อย สังกะสีคลอไรด์ละลายได้ดี อิออนของสังกะสีในน้ำถูกดูดซับโดยตะกอนดิน ถ้าน้ำมีค่าพีเอชต่ำ ความเข้มข้นของสังกะสีอาจสูงถึง 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปกติน้ำผิวดินมีสังกะสีน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้ามีไอออนแคลเซียม และแมกนีเซียมจะมีผลต่อการดูดซับสังกะสีโดยสาหร่ายสี ซึ่งการสะสมสังกะสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพืชจะมากตามปริมาณที่มีในน้ำ และดินตะกอน ปลาในทะเลบริเวณศูนย์สูตรมีการสะสมสังกะสีในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังพบว่าสังกะสีละลายได้ดีกว่าตะกั่วทำให้พบปริมาณสังกะสีปนเปื้อนในแหล่งน้ำมาก โดยเฉพาะในตะกอนดินที่มีทรายละเอียดและดินเหนียวมาก

2.1.3 ทองแดง (Copper) (มนตรี ไข่แก้ว. 2543)

การแพร่กระจายของทองแดงสู่แหล่งน้ำ เกิดจากการสลายตัวขององค์ประกอบของทองแดงในธรรมชาติเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การถลุงแร่ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การกำจัดเชื้อราในดิน การเติมเกลือของทองแดงในแหล่งน้ำเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่าย ทำให้เกิดการสะสมของทองแดงในแหล่งน้ำ

2.1.3 ตะกั่ว (Lead) (มนตรี ไข่แก้ว. 2543)

ตะกั่วเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในรูปของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์และสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (Organolead Complex) หรือในรูปที่แขวนลอย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปความเข้มข้นของตะกั่วในแหล่งน้ำมีค่าต่ำ (~5 พีพีบี)

แหล่งกำเนิดตะกั่วที่สำคัญ เช่น การตกสะสมจากบรรยากาศ (Atmospheric Precipitation) ทั้งในรูปการตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition) และการชะโดยน้ำฝน (Wash Out) ซึ่งตะกั่วจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้ส่วนใหญ่จะรวมตัวและจับยึดกับสารอินทรีย์(Organically Bound) องค์ประกอบของเครื่องยนต์ทำให้ในบรรยากาศมี Soluble Lead Haildes เมื่อลงสู่แหล่งน้ำจะอยู่ในรูป Insoluble Lead Oxyhydroxides หรือทำปฏิกิริยากับเฟอร์โรแมงกานีส ออกซิไฮดรอกไซด์ (Ferromanganese Oxyhydroxides) ที่ผิวน้ำกลายเป็น Surface Complex รวมถึงน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรมก็เป็นแหล่งกำเนิดของตะกั่วด้วย

ภายหลังจากตะกั่วเข้าสู่แหล่งน้ำจะอยู่ 3 ส่วน คือ ส่วนของสิ่งมีชีวิต ส่วนของที่แขวนลอยในรูปอนุภาค (ทั้งในรูปสารอินทรีย์และอนินทรีย์) และ ส่วนของดินตะกอน อัตราและจำนวนการแลกเปลี่ยนตะกั่วระหว่างสิ่งมีชีวิตและส่วนที่เป็นอนุภาคแขวนลอย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางฟิสิกส์และเคมี และกิจกรรมทางชีวภาพในระบบนิเวศน์ ตะกั่วทั้ง 2 ส่วนนี้จะเป็นส่วนน้อยของตะกั่วทั้งหมดที่อยู่ในแหล่งน้ำ

2.1.4 แคดเมียม (Cadmium) (มนตรี ไข่แก้ว. 2543)

ในน้ำและตะกอนดินมีแคดเมียมเป็นส่วนประกอบอยู่แล้วตามธรรมชาติมาตั้งแต่เดิม จากการระเบิดของภูเขาไฟ และจากแร่กรีนออกไคท์ (Greenockite) ในระหว่างที่ค่อยๆผุพังตามธรรมชาติ (Weathering) และจากกิจกรรมของแบคทีเรียที่ต้องการกำมะถัน (Sulfur Bacteria) นอกจากนั้นแคดเมียมที่กระจัดกระจายอยู่บนพื้นดินในรูปของสารเชิงซ้อนที่เป็นสารอินทรีย์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเชิงซ้อนที่เป็นสารอนินทรีย์ที่เสถียรจะถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยจุลินทรีย์ในที่สุดจะถูกน้ำหน้าดินพัดพาลงสู่แหล่งน้ำ แล้วแพร่กระจายลงสู่ดินตะกอน สารแขวนลอย ลำน้ำหรือสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยดินตะกอนอาจจะเป็นแหล่งเก็บแคดเมียมที่ใหญ่ที่สุด แคดเมียมซัลไฟด์ในดินตะกอนซึ่งละลายน้ำได้น้อยมากสามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของออกไซด์ คาร์บอเนต หรือซัลเฟตจากกระบวนการตามธรรมชาติ ซึ่งจะถูกละลายน้ำและพัดพาไปในลำธารตามความสามารถในการละลายและปัจจัยอื่นๆ แคดเมียมจะละลายได้มากขึ้นในน้ำที่เป็นกรด มีปริมาณคลอไรด์สูงและมีคาร์บอเนตต่ำ นอกจากนั้นแคดเมียมยังถูกเคลื่อนย้ายไปตามลำธารในอนุภาคที่แขวนลอย แคดเมียมในน้ำอาจตกตะกอนใหม่เมื่อสภาพทางเคมีของน้ำเปลี่ยนไป โดยเฉพาะเมื่อมีไอออนซัลไฟด์จากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตซึ่งจะตกตะกอนใหม่ได้ดีในรูปของแคดเมียมซัลไฟด์ในสภาวะไร้ออกซิเจน นอกจากนั้นแคดเมียมยังสามารถแลกเปลี่ยนกับแคลเซียมที่อยู่ในรูปตะกอนดิน โดยแคดเมียมถูกจับยึดไว้บนตะกอนดินและแคลเซียมถูกปล่อยออกสู่น้ำ

2.2 สภาวะการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำและดินตะกอน

2.2.1 การปนเปื้อนโลหะหนักในแม่น้ำเจ้าพระยา

แม่น้ำเจ้าพระยาเริ่มนับตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ไหลผ่านจังหวัดต่างๆ ในภาคกลาง รวม 9 จังหวัด และไหลลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ มีความยาวประมาณ 380 กิโลเมตร ความกว้างประมาณ 200-400 เมตร ตอนบนของแม่น้ำบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท (กิโลเมตรที่ 277 จากปากแม่น้ำ) มีเขื่อนเจ้าพระยา ซึ่งเป็นเขื่อนเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน ตลอดลำน้ำมีคลองต่างๆ ที่ไหลมารวมกับแม่น้ำเจ้าพระยา เช่น คลองลพบุรี คลองบางแก้ว คลองบางบาน คลองบางหลวง รวมทั้งแม่น้ำป่าสัก ซึ่งไหลมาบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (บริเวณกิโลเมตรที่ 142 จากปากแม่น้ำ) เนื่องจากแม่น้ำเจ้าพระยาไหลลงสู่ทะเลที่จังหวัดสมุทรปราการดังกล่าว จึงทำให้การขึ้นลงของน้ำทะเลมีอิทธิพลต่อทิศทางการไหลของน้ำตลอดจนคุณภาพของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีอิทธิพลดังกล่าวจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำในแม่น้ำเป็นสำคัญ (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2528)

กรมควบคุมมลพิษได้ดำเนินการติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นแม่น้ำที่สำคัญสายหนึ่ง ซึ่งมีจุดตรวจสอบโลหะหนักอยู่ที่ช่วงแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน 4 จุด ตอนกลาง 4 จุด และตอนล่าง 2 จุด ซึ่งแสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

สำหรับปริมาณโลหะหนักที่กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจวัด ได้แก่ แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) ปรอททั้งหมด (Total Hg) สารหนู (As) และไซยาไนด์ (CN^-) พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินกำหนดไว้ แสดงไว้ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 จุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา

รหัส	จุดตรวจสอบ	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.)	จุดตรวจสอบปี 2537-2542	ช่วงแม่น้ำ
CH01	พระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ	7	+ x	เจ้าพระยาตอนล่าง
CH02	โรงจักรพระนครใต้	11.8		
CH03	หน้าที่ว่าการอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ	18	+	
CH04	วัดโยธินประดิษฐ์	22.8		
CH05	ปากคลองพระโขนง	27		
CH06	ท่าเรือกรุงเทพ เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร	28.7	+ x	
CH07	โรงน้ำมันรำ	34.5		
CH08	สะพานกรุงเทพฯ กรุงเทพมหานคร	41.5	+	
CH09	โรงงานยาสูบ	44		
CH10	สะพานพุทธยอดฟ้า กรุงเทพมหานคร	48	+	
CH11	ปากคลองเทศน์	52.6		
CH12	สะพานพระรามหก อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี	58	+	
CH13	วัดเฉลิมพระเกียรติ	62.6		

ตารางที่ 2.1 จุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา (ต่อ)

รหัส	จุดตรวจสอบ	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.)	จุดตรวจสอบปี 2537-2542	ช่วงแม่น้ำ
CH15	สะพานนนทบุรี อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี	83	+ x	เจ้าพระยาตอนกลาง
CH16.1	จุดสูบน้ำดิบเพื่อการประปาสำแล จังหวัดปทุมธานี	95.7	+ x	
CH17	บริเวณ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี	101	+ x	
CH18	โรงงานกระดาษบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	123.6	+ x	
CH19	อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	127.8		
CH20	ป้อมเพชร อำเภอเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	142.4	+	
CH21	สะพานข้ามแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง	183	+ x	เจ้าพระยาตอนบน
CH22	หน้าที่ว่าการอำเภอชัยโย จังหวัดอ่างทอง	194		
CH23	ตลาดพรหมบุรี อำเภอพรหมบุรี จังหวัดอ่างทอง	211.3		
CH24	สะพานข้ามแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี	227	+ x	
CH25	บริเวณใต้ตลาด อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี	244	+	
CH26	วัดสรรพยา จังหวัดชัยนาท	263.5		
CH27	เขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท	277	+	
CH28	ศาลากลาง อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท	286	+ x	
CH29	วัดศรีสิทธิคาราม อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท	305.6		
CH30	สะพานสมเด็จพระวันรัตน อำเภอพยุหศีริ จังหวัดนครสรรค์	331	+	
CH31	วัดมณีวงค์ อำเภอพยุหศีริ จังหวัดนครสรรค์	353		
CH32	สะพานเดชาติวงศ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์	376.4	+ x	

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2543 **หมายเหตุ :** x คือ จุดตรวจสอบที่มีการตรวจสอบโลหะหนัก

ตารางที่ 2.2 ปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนในแม่น้ำเจ้าพระยา

แม่น้ำเจ้าพระยา	ค่าทางสถิติ	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	Mn (mg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (mg/L)	Cu (µg/L)	Hg (µg/L)	As (µg/L)	CN^- (µg/L)
ตอนล่าง	ค่าต่ำสุด	0.05	0.40	0.01	1.20	0.45	0.01	0.01	0.01	1.00	1.00
	ค่าสูงสุด	2.00	41.00	1.00	82.00	45.00	0.46	0.46	1.20	2.00	8.00*
	ค่าเฉลี่ย	0.84	5.02	0.21	14.62	8.24	0.05	0.05	0.29	1.04	2.50
ตอนกลาง	ค่าต่ำสุด	0.05	1.00	0.02	1.00	0.45	0.01	0.05	0.01	1.00	1.00
	ค่าสูงสุด	5.00	22.00	0.20	43.00	50.00	0.15	24.00	1.00	1.00	4.00
	ค่าเฉลี่ย	1.00	5.41	0.09	13.33	9.44	0.03	8.29	0.23	1.00	1.79
ตอนบน	ค่าต่ำสุด	0.05	1.00	0.23	0.17	0.45	0.00	0.30	0.01	1.00	1.00
	ค่าสูงสุด	5.00	23.00	0.23	40.00	50.00	0.07	33.00	1.00	1.00	4.00
	ค่าเฉลี่ย	0.92	3.84	0.08	12.42	9.65	0.02	9.86	0.22	1.00	1.80
ค่ามาตรฐาน		5.0	50	1.0	100	50	1.0	100	2.0	10	5.0

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2543

หมายเหตุ : * เป็นค่าที่เกินมาตรฐาน

2.2.2 การปนเปื้อนโลหะหนักในดินตะกอน

กรมควบคุมมลพิษได้ทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพของดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก บริเวณปากแม่น้ำสายใหญ่และบริเวณนิคมอุตสาหกรรม รวมทั้งบางพื้นที่ที่ได้รับการร้องเรียนว่าอาจมีปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนัก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2545 โดยนำค่ามาตรฐานตะกอนดินจากต่างประเทศได้แก่ ฟลอริดา สหรัฐอเมริกา ฮ่องกง และ ออสเตรเลีย-นิวซีแลนด์ มาใช้ในการเปรียบเทียบ เนื่องจากประเทศไทยยังไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพโลหะหนักในดินตะกอน แสดงไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพโลหะหนักในดินตะกอน

หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

Guideline	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Zn	Reference
Florida DEP[1] SQG-TEL	7.24	0.68	52.3	18.7	30.2	0.13	124	MacDonal, 1994
Florida DEP[2] SQG-PEL	41.6	4.21	160	108	112	0.7	271	
Hong Kong[3] Draft SQG-lower	8	1.5	80	65	75	0.5	200	HKGS, 1998
Hong Kong[4] Draft SQG-higher	42	4	160	110	110	1	270	
Australia and NewZealand Draft ISQG-lower[1]	20	1.5	80	65	50	0.15	200	ANZECC, 1998
Australia and NewZealand Draft ISQG- higher[2]	70	9.6	370	270	220	1	410	

หมายเหตุ : 1 = ค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (Threshold Effect Level,TEL)

2 = ค่าความเข้มข้นที่อาจจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (Probable Effect Level,PEL)

3 = ค่าความเข้มข้นที่สามารถทำการขุดลอกตะกอนดินได้

4 = ค่าความเข้มข้นที่สามารถขุดลอกตะกอนดินได้โดยต้องผ่านการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม

SQG = มาตรฐานคุณภาพดินตะกอน (Sediment Quality Guideline)

ISQG = มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนของช่วงเวลา(Interim Sediment Quality Guideline)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแหล่งน้ำทางทะเล กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้ตรวจวัดการสะสมปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในปี 2542 (กรมคุมมลพิษ, 2544) และได้รายงานผลแสดงดังตารางที่ 2.4 นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2541-2544 ได้ดำเนินการติดตามตรวจวัดการสะสมปริมาณหนักในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการด้านที่ติดกับชายฝั่งทะเลทั้งหมด และพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักดังแสดงในตารางที่ 2.5 และ 2.6

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลปริมาณโลหะหนักที่มีค่าสูงสุดและบริเวณที่พบมีค่าสูงสุด

ชนิดโลหะหนัก	ข้อมูลปี พ.ศ. 2542	ข้อมูลปี พ.ศ. 2544
	ปริมาณ (มคก./ก.น้ำหนักแห้ง)/พื้นที่ที่มีค่าสูงสุด	ปริมาณ (มคก./ก.น้ำหนักแห้ง)/พื้นที่ที่มีค่าสูงสุด
ปรอท	0.339/บริเวณทิศตะวันตกของปากแม่น้ำเจ้าพระยา	-
สารหนู	13.2/บริเวณทิศตะวันตกของปากแม่น้ำท่าจีน	12.0/บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา
แคดเมียม	0.122/บริเวณทิศตะวันออกของปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.2/บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา
ทองแดง	61.5/บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา	37.0/บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา
ตะกั่ว	38.7/บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำท่าจีน	33.0/บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา
สังกะสี	641.0/บริเวณทิศตะวันออกของปากแม่น้ำท่าจีน	136.0/บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2544

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพดินตะกอน เพื่อหา ปริมาณแคดเมียม ทองแดง สังกะสี ปรอทรวม ตะกั่ว และสารหนู พบว่าโลหะหนักที่เกินมาตรฐานของ Florida DEF SQG-Threshold Effect Level (ตารางที่ 2.5) ได้แก่ โครเมียม โดยปริมาณที่พบในปี พ.ศ. 2541 บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และทิศตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่า เท่ากับ 57.6 และ 57.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในปี 2542 บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา ทิศตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าเท่ากับ 61.9, 69.3 และ 78.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และในปี 2544 พบว่า บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่น้ำเจ้าพระยามีค่าเท่ากับ 66.2 และ 103.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ค่ามาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level 52.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

ตะกั่วมีค่าเกินมาตรฐาน โดยในปี พ.ศ. 2542 บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 33.2 และ 33.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และในปี 2544 พบว่า บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 33.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่ามาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level กำหนดไว้ 30.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

ทองแดงมีค่าเกินมาตรฐานในทุกปีและทุกสถานี โดยค่าต่ำสุดอยู่ในปี พ.ศ. 2541 ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 19.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และมีค่าต่ำสูงสุดในปี พ.ศ. 2542 ที่บริเวณปากแม่ย้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากบ 61.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่ามาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level กำหนดไว้ 18.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

สังกะสีมีค่าเกินมาตรฐาน โดยในปี พ.ศ. 2542 บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 153.0 และ 161.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2544 ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 136.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่ามาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level 124 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

ปรอทมีค่าเกินมาตรฐาน โดยในปี พ.ศ. 2541 บริเวณตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ในปี พ.ศ. 2542 บริเวณทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ทั้งสองสถานี (ค่ามาตรฐาน Florida DEP SQG–Threshold Effect Level กำหนดไว้ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

สารหนูมีค่าเกินมาตรฐาน โดยในปี พ.ศ. 2542 บริเวณตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 10.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และในปี พ.ศ. 2544 ที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีค่าเท่ากับ 12.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ค่ามาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level กำหนดไว้ 7.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ ในปี 2541, 2542 และ 2544

หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

สถานีเก็บตัวอย่าง	ปีที่ทำการศึกษา	แคดเมียม	โครเมียม	ตะกั่ว	ทองแดง	สังกะสี	ปรอท	สารหนู
ทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา	มี.ค.-41	0.2	**57.6**	23.3	**33.4**	75.4	0.12	0.9
	ส.ค.-42	<0.1	**61.9**	**33.2**	**53.3**	**153.0**	**0.34**	**10.8**
	พ.ค.-44	0.14	**66.0**	27.0	**35.0**	122.0	<0.1	-
ทิศตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา	มี.ค.-41	0.5	**57.5**	29.8	**33.5**	67.6	0.15	1.0
	ส.ค.-42	0.12	**69.3**	19.6	**30.3**	99.5	0.07	5.7
	พ.ค.-44	0.11	50.0	22.0	**24.0**	92.0	<0.1	-
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	มี.ค.-41	0.4	47.1	14.7	**19.1**	51.8	0.102	1.1
	ส.ค.-42	<0.1	**74.8**	**33.0**	**61.5**	**161.0**	**0.28**	9.7
	พ.ค.-44	0.2	**103.0**	**33.0**	**37.0**	**136.0**	<0.1	**12.0**
เกณฑ์มาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level[1]		0.68	52.3	30.2	18.7	124	0.13	7.24
Florida DEP SQG – Probable Effect Level[2]		4.21	160	112	108	271	0.7	41.6

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2547

หมายเหตุ : **ตัวเข้ม** คือ มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน

- คือ ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 2.6 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปี 2541, 2542 และ 2544

หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง

ปีที่ทำการศึกษา	ระยะห่างจากชายฝั่ง (เมตร)	แคดเมียม	โครเมียม	ทองแดง	ปรอท	ตะกั่ว	สังกะสี	สารหนู
2541	500	0.398	41.845	18.0	**0.170**	22.5	69.6	1.15
2542	500	ND	30.8	**22.8**	**0.156**	21.9	68.2	8.77
2544	500	<0.05	43.0	8.9	<0.10	19.0	83.0	-
2544	100	<0.13	41.0	16.0	<0.10	16.0	61.0	8.0
เกณฑ์มาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level[1]		0.68	52.3	18.7	0.13	30.2	124	7.24
Florida DEP SQG – Probable Effect Level[2]		4.21	160	108	0.7	112	271	41.6

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2547

หมายเหตุ : **ตัวเข้ม** คือ มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน

- คือ ไม่มีข้อมูล

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปี 2541, 2542 และปี 2544 มีค่าเกินมาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level โดยมีค่าเท่ากับ 22.5, 21.9 และ 19.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับแสดงดังตารางที่ 2.6

ปริมาณสารหนูในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปี 2542 และ ปี 2544 มีค่าเกินมาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level โดยมีค่าเท่ากับ 8.77 และ 8.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปี 2541, 2542 และ 2544 มีค่าเกินมาตรฐาน Florida DEP SQG – Threshold Effect Level โดยมีค่าเท่ากับ 69.6, 68.2 และ 61.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

2.3 การเก็บตัวอย่าง การเก็บรักษา และวิธีการวิเคราะห์

คุณภาพของข้อมูลจะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นกับขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง การเก็บรักษาตัวอย่าง รวมถึงวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งมีหลักการดังนี้

2.3.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำ ลำน้ำหรือแม่น้ำ จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้ คือ การผสมกันของแหล่งน้ำ (Mixing) ความกว้างของแหล่งน้ำ (Width) ความลึกของแหล่งน้ำ (Depth) ทั้งนี้เพื่อให้การเก็บตัวอย่างน้ำนั้นได้เป็นตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำจริงๆ ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.7 ซึ่งเป็นการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่มีความถูกต้องแต่ใช้เวลา และเสียค่าใช้จ่ายมากพอสมควร

ตารางที่ 2.7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำ

การผสมกันของน้ำ	จำนวนจุดที่เก็บ	จุดที่เก็บ
1. ผสมกันไม่ดี	6	W/4 , W/2, 3W/4 ที่ความลึก 0.2D และ 0.8D
2. ผสมกันดีในแนวยาว	3	W/4, W/2 และ 3/4W ที่ความลึก 0.6D
3. ผสมกันดีในแนวขวาง	2	W/2 ที่ความลึก 0.2D และ 0.6D
4. ผสมกันดีทั้งสองทิศทาง	1	W/2 ที่ความลึก 0.6D

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ กรณีที่เป็นแหล่งน้ำไหล ซึ่งได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น ให้เก็บจุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ (ราชกิจจานุเบกษา ฉบับที่ 8 พ.ศ.2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

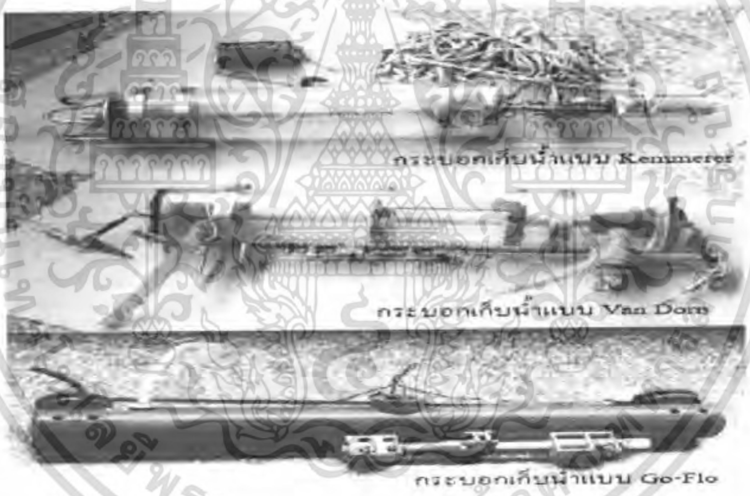
เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (http://www.sklonline.com)

1. กระบอกเก็บน้ำ (water samplers) กระบอกเก็บน้ำที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกันหลายแบบดังนี้

1) กระบอกเก็บน้ำแบบ Kemmerer เป็นกระบอกเก็บน้ำที่ออกแบบสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ จากแหล่งน้ำที่ไม่ลึกมากนัก เหมาะสำหรับใช้เก็บตัวอย่างจากสะพานหรือเรือ ตัวกระบอกเก็บน้ำโปร่งใสทำด้วยพลาสติกประเภทเพลกซี่กลาส (plexi glass)

2) กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn กระบอกเก็บน้ำแบบนี้ทำด้วยพลาสติกพีวีซี ใช้เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ได้ตามต้องการ กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn ใช้เก็บน้ำในแนวดิ่ง และแนวนอน ตัวกระบอกเก็บน้ำไม่มีส่วนที่เป็นโลหะจึงสามารถใช้เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักได้ (ชัยชาญ, 2531)

3) กระบอกเก็บน้ำแบบ Go-Flo กระบอกน้ำแบบนี้ทำด้วยพลาสติกพีวีซี ข้างในเคลือบด้วยเทฟลอน (Teflon) ใช้เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ ได้ตามต้องการ นิยมใช้เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก อุปกรณ์เก็บน้ำดังกล่าวแสดงไว้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์เก็บน้ำแบบต่างๆ

ขวดใส่น้ำตัวอย่าง (http://www.sklonline.com)

ขวดใส่น้ำตัวอย่าง อาจเป็นขวดพลาสติกหรือขวดแก้วก็ได้ ซึ่งขวดพลาสติกอาจเป็นพอลีเอทิลีน(polyethylene)หรือพอลีโพรไพรีน(polypropylene)โพลีคาร์บอเนต(polycarbonate) เป็นต้น นิยมใช้ใส่ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารทุกชนิด และคุณสมบัติน้ำอื่นๆ เป็นต้น ขวดแบบพลาสติกมีน้ำหนักเบา ขนส่งสะดวกกว่าแบบขวดแก้ว จึงนิยมใช้บรรจุตัวอย่างน้ำมากกว่าขวดแก้วลักษณะขวดใส่ตัวอย่างน้ำแสดงดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ขวดสำหรับใส่น้ำตัวอย่างชนิดและขนาดต่างๆ

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ (http://www.sklonline.com)

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ทั่วๆ ไป มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. ขวดที่ใช้บรรจุตัวอย่างควรล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะเก็บอย่างน้อย 2-3ครั้ง ก่อนจะใส่น้ำตัวอย่าง
2. ความลึกที่เก็บตัวอย่างวัดจากผิวน้ำกึ่งกลางของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ
3. ในการเก็บน้ำค่อยๆ หย่อนอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ เมื่อถึงระดับความลึกที่ต้องการ ทิ้งไว้ประมาณ 15 วินาที แล้วจึงปล่อยลูกตุ้ม (หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำปิด)
4. หากต้องการวัดพีเอช ออกซิเจนละลาย ค่าความนำไฟฟ้าหรือพารามิเตอร์อื่นๆ ขณะเก็บตัวอย่างให้แยกตัวอย่างใส่ภาชนะอื่น และควรวัดพีเอชก่อนวัดพารามิเตอร์อื่นๆ
5. ใส่ตัวอย่างน้ำในขวดบรรจุตัวอย่างเพียง 2 ใน 3 ของความจุเพราะหากใส่เต็มขวดเมื่อนำไปแช่แข็ง น้ำจะขยายตัว อาจทำให้ขวดใส่น้ำเสียหายได้
6. จดรายละเอียดต่างๆ เช่น วัน เดือน ปี และเวลาที่เก็บตัวอย่าง สภาพดิน ฟ้า อากาศ ระดับความลึกของน้ำที่เก็บตัวอย่าง ผู้เก็บตัวอย่างน้ำ น้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น ลงในสมุดบันทึกหรือ แบบฟอร์มให้ละเอียดถี่ถ้วน
7. เก็บรักษาตัวอย่างน้ำตามวิธีการและนำไปวิเคราะห์ให้เร็วที่สุด

2.3.2 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ (http://www.sklonline.com)

วิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำมีหลายวิธี เช่น การเก็บไว้ในที่มืด การควบคุมค่าพีเอช การเติมสารเคมี การแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และการแช่แข็ง อย่างไรก็ตามพึงระลึกไว้เสมอว่าไม่มีวิธีการรักษาสภาพตัวอย่างวิธีใดที่จะคงสภาพของตัวอย่างไว้ได้ จึงควรวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเร็วที่สุด ตัวแปรบางตัวแปรจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเมื่อมีการเก็บตัวอย่างไว้แคททไอออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักถูกดูดซับ หรือเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนกับผนังขวดแก้ว แคทไอออนเหล่านี้ประกอบด้วย อลูมิเนียม แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส เงิน และสังกะสี ดังนั้นหากต้องการวิเคราะห์องค์ประกอบเหล่านี้จึงควรเก็บตัวอย่างด้วยขวดที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและแช่กรด และหลังการเก็บตัวอย่างต้องปรับพีเอชของตัวอย่างให้ต่ำกว่า 2 ด้วยกรดไนตริก ทั้งนี้เพื่อลดปฏิกิริยาการแยกตัวเป็นตะกอน (Precipitation) การดูดซับลงบนผนังภาชนะ วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงสุด แสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 วิธีเก็บรักษาตัวอย่างน้ำและระยะเวลาการเก็บรักษาสูงสุด

พารามิเตอร์	**วิธีการเก็บรักษา**	**ระยะเวลาการเก็บรักษาได้**
เคมี-กายภาพ	แช่เย็นตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 4-10 °C	ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
โลหะหนัก	1. เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 2. เติม HNO_3 ให้มี pH <2	1. ไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมงโดยไม่มีการเติมกรด 2. 6 เดือน
แบคทีเรีย	1. ส่งเข้าห้องปฏิบัติการทันที 2. เก็บรักษาชุดบรรจุตัวอย่างน้ำทางแบคทีเรียในภาชนะควบคุมอุณหภูมิ 4-10 °C	1. ทดสอบภายใน 2 ชั่วโมง 2. ทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง

2.3.3 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน (http://www.sklonline.com)

เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างดินตะกอน

มีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินตะกอนให้เหมาะสม ได้แก่ แผนการเก็บตัวอย่าง พื้นที่ที่ใช้เก็บตัวอย่าง(เรือ หรือ สะพาน) ที่ตั้งและการเข้าถึงจุดเก็บตัวอย่าง ลักษณะทางกายภาพของของดินตะกอน จำนวนสถานีเก็บตัวอย่าง สภาพดิน ฟ้า อากาศ เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างดินตะกอนที่ใช้กันทั่วๆไป มี 2 ชนิด คือ เครื่องตักดินตะกอน (grab) ดังรูปที่ 2.3 และท่อ (core) การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยเครื่องตักดินตะกอนนั้นทำได้ง่าย และได้ตัวอย่างปริมาณมาก แต่ข้อเสียอยู่ตรงที่ตะกอนดินละเอียดส่วนที่อยู่บนสุดอาจถูกน้ำชะออกไปได้ และเก็บดินตะกอนได้ไม่ลึก เครื่องตักดินตะกอนเก็บดินตะกอนได้ลึกถึง 0-30 เซนติเมตร เท่านั้น เครื่องตักดินตะกอนที่ใช้กันมีหลายแบบ เช่น Ponar grab, Van veen grab และ Smith-Macintyre grab, Ekman Dredge/Ekman grab เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้จะเลือกเครื่องตักดินตะกอนแบบใดควรพิจารณาถึงลักษณะของดินตะกอนและความลึกที่จะเก็บ ยานพาหนะที่ใช้ กระแสน้ำหรือคลื่นลม เป็นต้น หากแหล่งน้ำที่จะเก็บมีกระแสน้ำที่ไม่แรง ยานพาหนะที่ใช้มีขนาดเล็ก และต้องการเก็บดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
107897

ตะกอนในระดับที่ไม่ลึกมากนัก ควรใช้ Ekman Dredge /Ekman grab เพราะมีน้ำหนักเบาทำให้ใช้ได้สะดวก ส่วน core เป็นเครื่องมือเก็บดินตะกอนอีกชนิดหนึ่ง การใช้ core เก็บดินตะกอน จะได้ชั้นดินตะกอนตามความลึกซึ่งมีประโยชน์ต่อการศึกษาความเป็นมาของสิ่งปนเปื้อนของแหล่งน้ำ

วิธีเก็บตัวอย่างดินตะกอน

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนโดยใช้ Ekman Dredge ตักดินตะกอนประมาณ 1 กิโลกรัม บรรจุในขวดพลาสติกสีขาวซึ่งผ่านการล้างให้สะอาดด้วย 50%HNO_3 ชนิดมีความเข้มข้นสูงและล้างด้วยน้ำกลั่น เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์ค่าโลหะหนักในดินตะกอนตามวิธีมาตรฐานของ USEPA Method 3050B (Acid Digestion of Sediments Sludge and Soils)

รูปที่ 2.3 เครื่องตักดินตะกอน (Ekman Dredge/ Ekman grab)

2.4 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณิต และคณะ (2539: บทคัดย่อ) ผู้วิจัยสำรวจปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนในทะเลสาบสงขลาตอนนอกได้ดำเนินการระหว่าง กุมภาพันธ์-สิงหาคม 2538 โดยแบ่งเป็น9 สถานี โลหะหนักที่ทำการสำรวจในน้ำ ได้แก่ เงิน แคดเมียม โคบอล โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ในดินตะกอน ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสีพบว่าชนิดของโลหะหนักในรูปที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยในแต่ละสถานีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) คือ แคดเมียม โคบอล แมงกานีส นิเกิล และตะกั่ว ปริมาณโลหะหนักในน้ำที่มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก และตะกั่ว มีค่าเฉลี่ยในทุกสถานีเท่ากับ 0.035±0.019, 0.067±0.014, 0.467±0.165 และ 0.226±0.102 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนที่สำรวจ พบว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทุกชนิดยกเว้นเหล็ก โดยโลหะหนักแต่ละชนิดมีค่าเฉลี่ยในทุกสถานี ดังนี้ 0.31±0.158, 7.09±3.621, 656.5±95.8, 20.88±7.795 และ 24.79±9.705 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิไลวรรณ โกยทอง (2540 ; บทคัดย่อ) ผู้วิจัยศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีผลทางด้านสาธารณสุขแบ่งพื้นที่การศึกษาตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ถึงจังหวัดสมุทรปราการ เป็น 3 ตอน คือ แม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง โดยแบ่งฤดูกาลเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ศึกษารวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 ทั้งหมด 458 ตัวอย่าง โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ 6 ข้อมูล ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนเทรต ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม พบว่า คุณภาพแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งตอนบน ตอนกลาง ตอนล่าง ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีความผันแปรไปตามฤดูกาล และมีความแตกต่างกันทุกฤดูกาล โดยมีค่าสูงกว่ามาตรฐานกำหนดเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่าง และมีค่าสูงกว่ามาตรฐานกำหนดสูงสุดถึง 120 เท่า และ 400 เท่า ตามลำดับ ส่วนค่าไนเตรท ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ยกเว้นในบางปี บางฤดู และในบางจุดเก็บตัวอย่าง มีค่าสูงกว่ามาตรฐานกำหนด และผันแปรไปตามฤดูกาล การประเมินสถานภาพคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 พบว่าแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน มีสถานภาพคุณภาพน้ำอยู่ในภาวะเตือนภัย ในฤดูหนาว และฤดูร้อน ซึ่งประชาชนสามารถใช้น้ำอุปโภคบริโภคได้ แต่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลาง มีสถานภาพคุณภาพน้ำอยู่ในภาวะเตือนภัย ในฤดูร้อน และอยู่ในภาวะเสี่ยงภัยในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งประชาชนควรงดใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคทั้ง 2 ฤดู สำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง สถานภาพคุณภาพน้ำอยู่ในภาวะเสี่ยงภัย ในทุกฤดู ดังนั้นประชาชนจึงควรงดใช้น้ำทุกฤดู เนื่องจากมีการปนเปื้อนสูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยต่อผู้ใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคได้

แววตา และคณะ (2540 : บทคัดย่อ) ผู้วิจัยทำการศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และเหล็ก ในน้ำทะเล และดินตะกอน จากปากแม่น้ำบางปะกง ถึง ศรีราชา (รวม 7 สถานี) ได้ทำการศึกษาในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2538 ผลการศึกษา พบว่า ช่วงความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักที่ตรวจพบในน้ำทะเลเป็นดังนี้ ตะกั่ว 0.9 - 8.1 ไมโครกรัมต่อลิตร แคดเมียม 0.03 - 0.3 ไมโครกรัมต่อลิตร สังกะสี 0.4 - 13.2 ไมโครกรัมต่อลิตร ทองแดง ตรวจไม่พบ (5.1 ไมโครกรัมต่อลิตร) แมงกานีส ตรวจไม่พบ (1.9 ไมโครกรัมต่อลิตร) และเหล็ก 33.3 - 466 ไมโครกรัมต่อลิตร สำหรับช่วงความเข้มข้นเฉลี่ยที่ตรวจพบในดินตะกอนเป็นดังนี้ ตะกั่ว 11.1 - 16.8 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง แคดเมียม ตรวจไม่พบ - 0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง สังกะสี 26.5 - 35.9 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ทองแดง 4.7 - 12.1 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แมงกานีส 262 - 749 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และเหล็ก 5,820 - 8,327 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ความเข้มข้นของโลหะหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในน้ำทะเล และดินตะกอนมีการเปลี่ยนแปลง ขึ้นๆ ลงๆ ในแต่ละเดือน สำหรับความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักในดินตะกอน ยกเว้นโลหะแคดเมียม ตรวจพบที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบทั้งในน้ำทะเล และดินตะกอนจากการศึกษาครั้งนี้ ยังคงอยู่ในระดับปกติ

ภารดี (2541: บทคัดย่อ) ผู้วิจัยได้ศึกษาศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีในฤดูร้อน (เมษายน) ฤดูฝน (สิงหาคม) และฤดูหนาว (ธันวาคม) ต่อการรองรับปริมาณปรอท ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิล และโครเมียมในน้ำเสียส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีโดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 44 จุด แบ่งออกเป็นในแม่น้ำเพชรบุรี(6) ในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี(12) ในระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย(6) และบริเวณชายฝั่งทะเล(20) ในช่วงปี พ.ศ. 2540 ผลการศึกษาพบว่าปัจจุบันแม่น้ำเพชรบุรีทั้ง 3 ฤดูกาลช่วงไหลผ่านเทศบาลเมืองเพชรบุรี มีศักยภาพในการรองรับปริมาณปรอท ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิล และโครเมียม ที่ปนเปื้อนมาในน้ำเสียส่วนเกินแต่ละฤดูกาลประมาณ วันละ 799.4 ลบ.ม./วัน 1,713.1 ลบ.ม./วัน และ 3,254.9 ลบ.ม./วัน ตามลำดับ แต่ไม่มีศักยภาพในการรองรับปรอทที่ปนเปื้อนมาในฤดูหนาวที่มีความเข้มข้น 0.004 มก./ล. ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และพบว่าแม่น้ำเพชรบุรีสายที่แยกไปออกปากอ่าวบ้านแหลมมีการปนเปื้อนโลหะหนักดังกล่าวมากกว่าสายที่แยกไปออกปากอ่าวบางตะบูน เนื่องจากมีชุมชนอาศัยอยู่หนาแน่น และมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนมากกว่า และมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ในปัจจุบันบริเวณชายฝั่งทะเลทั้ง 3 ฤดูกาล ปรอทมีค่ามากกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ

จรูญศรี และไอยดา (2542 : บทคัดย่อ) ผู้วิจัยทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในคลอง (ลำปลาทิว ลำชวดเตย คลองประเวศบุรีรมย์ และคลองสี่) ธรรมชาติรอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนทั้งหมด 7 จุด ทำการวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม 2542 ถึง มิถุนายน 2542) กับฤดูฝน (กรกฎาคม 2542 ถึง กันยายน 2542) ผลการศึกษาพบว่าในน้ำมีปริมาณแคดเมียม (Cd) 0.001 - 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร ทองแดง (Cu) 0.027 - 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่ว (Pb) 0.000-0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร และสังกระสี (Zn) 0.063 - 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในดินตะกอนพบว่ามีปริมาณแคดเมียม (Cd) 0.01-0.032 มิลลิกรัมต่อลิตร ทองแดง (Cu) 0.172 - 0.935 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่ว (Pb) 0.138 - 0.345 มิลลิกรัมต่อลิตร และสังกะสี (Zn) 0.877 - 2.915 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล พบว่า ค่าเฉลี่ยของแคดเมียม (ค่ามาตรฐาน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทองแดง (ค่ามาตรฐาน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) ตะกั่ว (ค่ามาตรฐาน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) และสังกะสี (ค่ามาตรฐาน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนในดินตะกอนพบว่าค่าเฉลี่ยของแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี (เทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล) มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ส่วนการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ในแต่ละจุดเก็บ ทำการวิเคราะห์โดยใช้การทดสอบทางสถิติ โดยใช้ T-test พบว่าค่าเฉลี่ยในน้ำของแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในแต่ละพื้นที่และแต่ละช่วงปริมาณน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนตะกั่วไม่สามารถเปรียบเทียบได้ และในดินตะกอนพบว่า ค่าเฉลี่ยของแคดเมียม ตะกั่ว ในแต่ละพื้นที่และ แต่ละช่วงปริมาณน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยของทองแดง สังกะสี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำในคลองธรรมชาติรอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ควรทำการควบคุมปริมาณและคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลสารก่อนปล่อยลงสู่ลำน้ำ รวมทั้งมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำละส่งเสริมการให้ข่าวสาร ความรู้แก่ประชาชน และสถานประกอบการที่ตั้งอยู่บริเวณลำน้ำ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการรักษาคุณภาพแหล่งน้ำ

นพรัตน์ และคณะ (2546 : บทคัดย่อ) ผู้วิจัยทำการศึกษาการแพร่กระจายปริมาณโลหะหนักในคลองสาธารณะกรณีศึกษาของคลองเทเวศร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสะสมของปริมาณโลหะหนัก ทิศทางการแพร่กระจายของโลหะหนัก และปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนบริเวณคลองเทเวศน์ โดยปัจจัยที่นำมาศึกษาคือ ระยะทาง ระยะเวลา และอัตราการไหลของคลองเทเวศน์ โดยทำการศึกษาโลหะหนัก 8 ชนิดคือ แมงกานีส นิกเกิล โครเมียม เหล็ก ตะกั่ว สังกะสี และทองแดง จากการศึกษาพบว่าการสะสมตัวและการแพร่กระจายของโลหะหนัก ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะหนัก โดยที่ระยะทางมีผลต่อการลดลงของปริมาณโลหะหนัก ทั้งในน้ำและในดินตะกอน เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณโลหะหนักลดลง จากการศึกษาอัตราการไหล พบว่าเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณโลหะหนักลดลง สำหรับการศึกษาปัจจัยด้านระยะเวลา เนื่องจากคลองที่ใช้ทำการศึกษาเป็นคลองเปิดทำให้ไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นและลดปริมาณของโลหะหนักลงไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิจัยและการดำเนินงาน

3.1 วัสดุและสารเคมี

3.1.1 กรดไนตริก 65% เกรดวิเคราะห์ บริษัท CARLO ERBA REAGENT

3.1.2 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% เกรดวิเคราะห์ บริษัท MERCK

3.1.3 กรดเปอร์คลอริก 70% เกรดวิเคราะห์ บริษัท MERCK

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องไมโครเวฟ ยี่ห้อ MILESTONE รุ่น MLS 1200 mega

3.2.2 ตู้อบแบบอากาศร้อนยี่ห้อ MEMMERT

3.2.3 ตู้เย็น ยี่ห้อ NATIONAL

3.2.4 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน ยี่ห้อ SHIMAZU รุ่น 760

3.2.5 เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ยี่ห้อ SWISS QUALITY รุ่น PRECISA 205 ความละเอียด 4 ตำแหน่ง

3.2.6 ขวดพอลิเอทธิลีน

3.2.7 กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ

3.2.8 เครื่องเก็บตัวอย่างดิน(Grab Sampling)

3.2.9 เครื่อง GPS

3.2.10 กระดาษกรอง WHAT MAN เบอร์ 42

3.2.11 ตะแกรงร่อนเบอร์ 20

3.2.12 ถุงพลาสติก

3.2.13 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ

3.2.14 น้ำปราศจากไอออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 สำรวจลำน้ำ

ศึกษาหาตำแหน่งของสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ พร้อมทั้งระบุพิกัดรวมทั้งทิศทางการไหลของแหล่งน้ำพร้อมทั้งสถานที่และชุมชนโดยรอบ

3.3.2 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีโดยวิธีแบบจ้วง (Grab Sampling) ทำการเก็บในช่วงน้ำมากและน้ำน้อย ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุดตลอดแนวลำน้ำโดยเริ่มที่บริเวณหน้าวัดลาดกระบังจนถึงโรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ ดังรูปที่ 3.1-3.5

3.3.3 การตรวจวิเคราะห์

ทำการตรวจวิเคราะห์น้ำและดินตะกอนโดยประยุกต์ใช้ตามวิธีมาตรฐานของ APHA, AWWA and WEF, 20th edition (1998) Method 3030H (Nitric Acid-Perchloric Acid Digestion) และUSEPA Method 3050B (Acid Digestion of Sediments Sludge and Soils) ตามลำดับ และวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยวิธีอะตอมมิกสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)

3.3.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักแต่ละตัวจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต(Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในช่วงน้ำมากกับน้ำน้อย โดยใช้โปรแกรม SPSS

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างน้ำ

3.4.1.1 นำขวดพลาสติกพอลิเอทิลีน มาแช่กรดเจือจาง (กรดไนตริก 2-5 %) อย่างน้อย 1 คืน

3.4.1.2 เมื่อจะเก็บตัวอย่างให้เทกรดออกแล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วเช็ดให้แห้ง

3.4.1.3 เขียนตำแหน่ง และจุดที่เก็บตัวอย่าง พร้อมวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง

3.4.1.4 นำขวดพลาสติกมาทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง

3.4.1.5 เติมกรดไนตริกเข้มข้น ประมาณ 5 มิลลิลิตรต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร ปิดฝาเขย่า เพื่อรักษาตัวอย่าง

3.4.1.6 นำขวดแช่ในกล่องที่บรรจุน้ำแข็งขณะเดินทางมาห้องปฏิบัติการ

3.4.1.7 นำตัวอย่างน้ำเก็บเข้าตู้เย็นที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาตัวอย่างก่อนทำการย่อยตัวอย่างน้ำต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างดินตะกอน

3.4.2.1 นำถุงพลาสติกสำหรับเก็บตะกอนดินมาเขียนตำแหน่ง จุดที่เก็บ และวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง

3.4.2.2 เก็บตัวอย่างดินตะกอนจากลำน้ำ โดยใช้เครื่องตักดินตะกอน

3.4.2.3 นำตัวอย่างดินตะกอนไปผึ่งแดดให้แห้ง

3.4.2.4 นำตัวอย่างดินตะกอนที่ผึ่งแดดแห้งแล้วมาทำการบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 แล้วนำไปใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำไปย่อยตัวอย่างดินตะกอนต่อไป

3.4.3 การย่อยตัวอย่างน้ำ (ประยุกต์ใช้ตามวิธีของ APHA, AWWA and WEF, 20th edition (1998))

3.4.3.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ลงในเวสเซลของไมโครเวฟ

3.4.3.2 เติมกรดไนตริก 65% 5 มิลลิลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% 1 มิลลิลิตร

3.4.3.3 นำเวสเซลเข้าเครื่องไมโครเวฟ แล้วทำตามคู่มือการใช้เครื่องไมโครเวฟ โดยใช้โปรแกรมการย่อยน้ำเสีย

3.4.3.4 เมื่อย่อยเสร็จปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกให้ได้ 25 มิลลิลิตร

3.4.3.5 ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

3.4.3.6 นำไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน

3.4.4 การย่อยดินตะกอน (ประยุกต์ใช้ตามวิธีมาตรฐานของ USEPA Method 3050B)

3.4.4.1 นำตัวอย่างดินตะกอนที่อยู่ในถุงพลาสติกมาชั่ง 0.2 กรัม ใส่ในเวสเซล

3.4.4.2 เติมกรดไนตริก 65% 5 มิลลิลิตร กรดเปอร์คลอริก 70% 2 มิลลิลิตร และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% 1 มิลลิลิตร

3.4.4.3 นำเวสเซลเข้าไมโครเวฟ แล้วตั้งโปรแกรมย่อยดินตะกอน

3.4.4.4 เมื่อย่อยเสร็จนำไปปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกให้ได้ 25 มิลลิลิตร

3.4.4.5 ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

3.4.4.6 แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน

3.4.5 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตะกอน

3.4.5.1 พับกระดาษฟลอยด์เป็นถ้วยแล้วชั่งน้ำหนักฟลอยด์ก่อนอบ

3.4.5.2 นำตัวอย่างดินตะกอนจากถุงพลาสติกใส่ลงในถ้วยกระดาษฟลอยด์ แล้วชั่งน้ำหนักดินตะกอนประมาณ 5 กรัม จดบันทึกน้ำหนักตัวอย่างดินตะกอนรวมกระดาษฟลอยด์ ก่อนอบ

3.4.5.3 นำกระดาษฟลอยด์ที่มีตัวอย่างดินตะกอนเข้าเครื่องอบ ประมาณ 2 ชั่วโมง

3.4.5.4 เสร็จแล้วนำมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์

3.4.5.4 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างดินรวมกระดาษฟลอยด์หลังอบ

3.4.5.4 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตะกอน

3.4.5.5 นำค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาคำนวณหาน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินตะกอนที่ใช้ย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ปิเปตสารละลายมาตรฐานสต๊อกเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) ของแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี เพื่อเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น 100 และ 10 ส่วนในล้านส่วน โดยปิเปตมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำปราศจากไอออน ปรับปริมาตรจนครบ ผสมให้เข้ากัน ปิเปตสารจากขวดวัดปริมาตร เพื่อทำกราฟมาตรฐานที่ ระดับความเข้มข้นต่างๆ

3.5 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ในการทำการศึกษาหาปริมาณโลหะหนักได้ทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนบริเวณคลองลาดกระบัง ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกของสนามบินสุวรรณภูมิและมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ พื้นที่โดยรอบของคลองลาดกระบังจะมีการตั้งของแหล่งชุมชนรวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งอยู่บริเวณริมลำน้ำซึ่งการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจะแบ่งออกเป็น 4 จุด (รูปที่ 3.1)ดังนี้

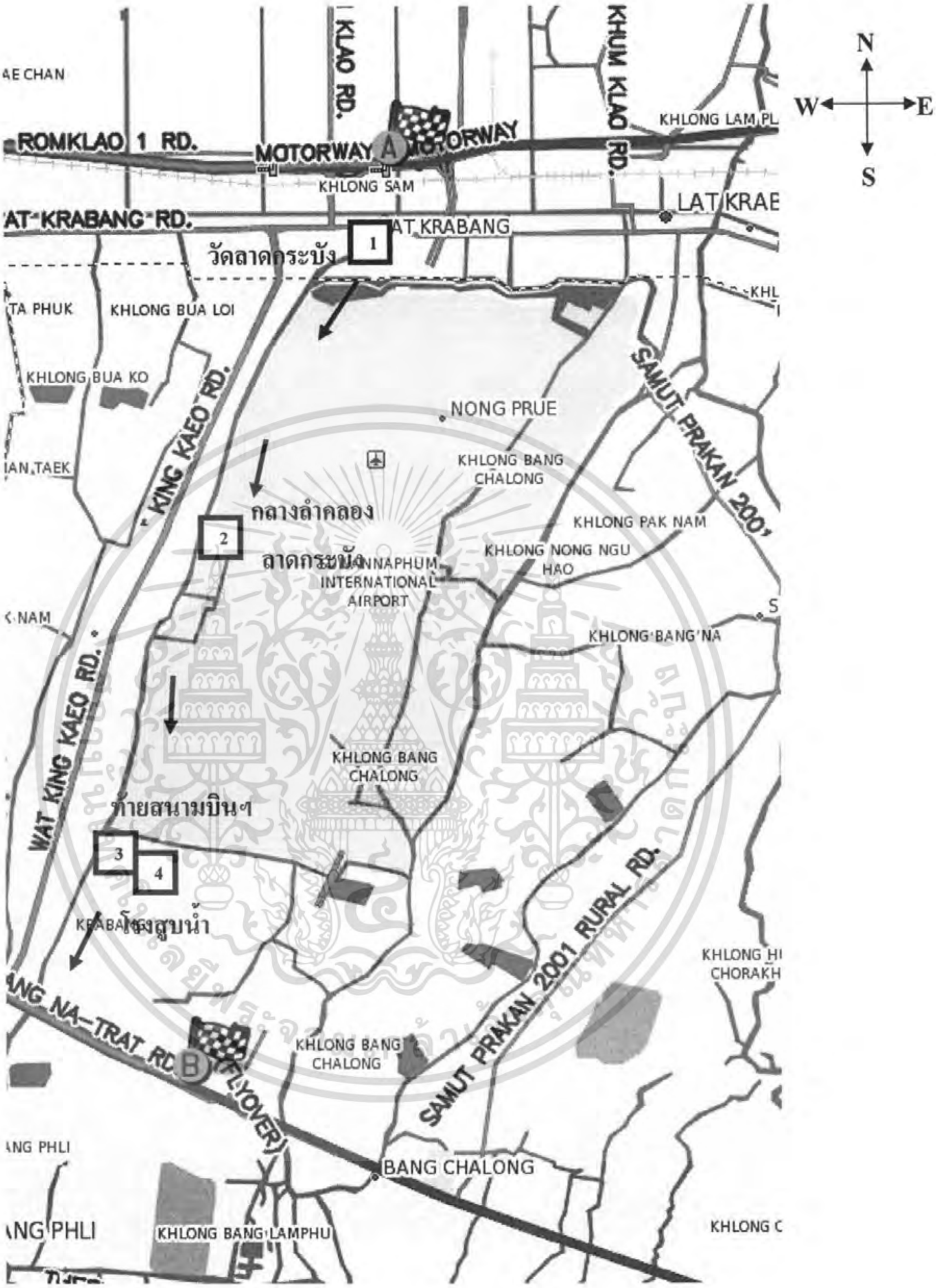
จุด 1 ตำแหน่งพิกัด N13° 43 ' 26.3" E 100° 46' 07.9" บริเวณหน้าวัดลาดกระบังซึ่งเป็นจุดรอยต่อระหว่างคลองประเวศบุรีรมย์กับคลองลาดกระบัง ซึ่งพื้นที่โดยรอบเป็นแหล่งชุมชน (จุดเริ่มต้นของคลองลาดกระบัง) ดังรูปที่ 3.2

จุด 2 ตำแหน่งพิกัด N 13° 42' 56.3 " E 100° 44' 38.1 " บริเวณกลางลำคลองลาดกระบังซึ่งบริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่ปล่อยว่างไม่มีบ้านเรือนตั้งอยู่ มีระยะทางห่างจากจุด 1 เท่ากับ 3,020 เมตร ดังรูปที่ 3.3

จุด 3 ตำแหน่งพิกัด N 13° 39' 15.7 " E 100° 43' 18.0" บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ มีระยะทางห่างจากจุด 2 เท่ากับ 7,230 เมตร ดังรูปที่ 3.4

จุด 4 ตำแหน่งพิกัด N 13° 39' 14.4 " E 100° 43' 18.8" บริเวณโรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ มีระยะห่างจากจุด 3 เท่ากับ 48.6 เมตร ดังรูปที่ 3.5

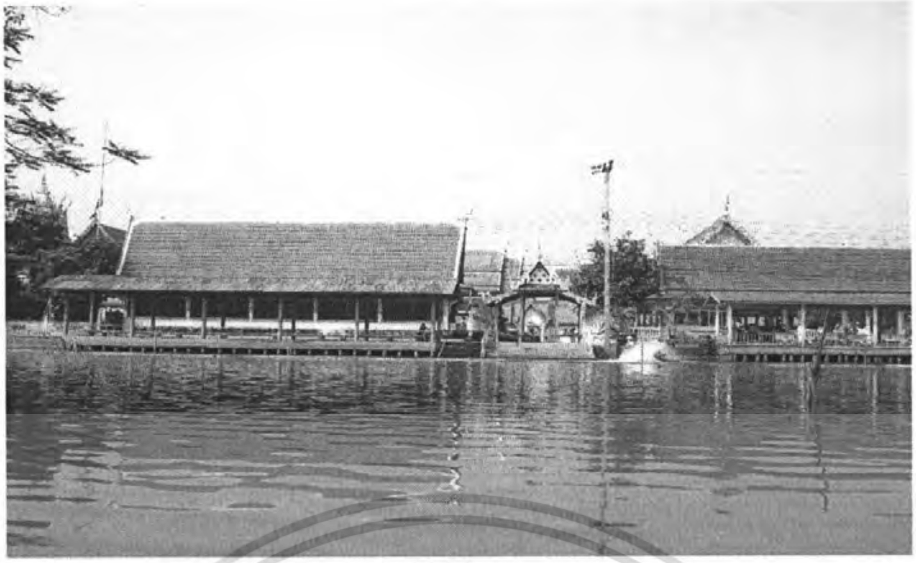
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างต่างๆ บริเวณคลองลาดกระบัง

(**ที่มา :** http://web.schq.mi.th/~j5/heart/map1.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

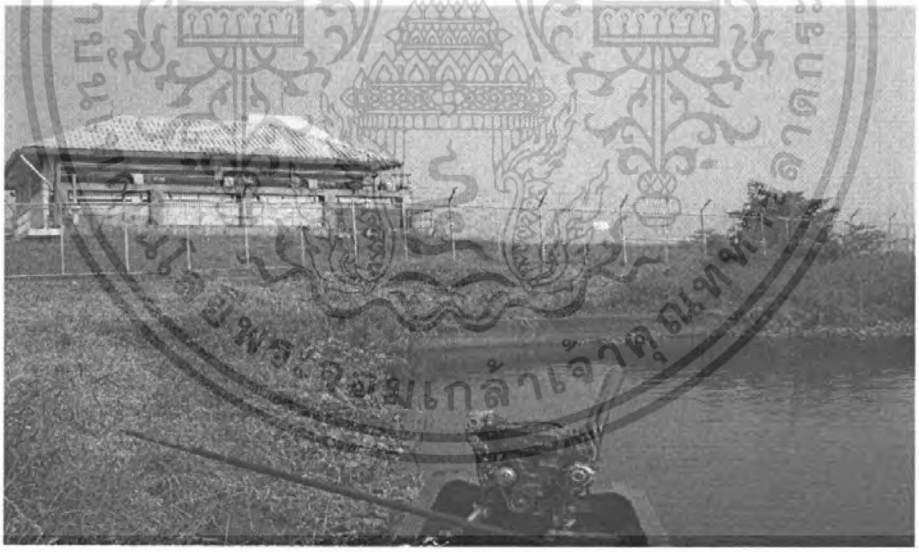


รูปที่ 3.2 แสดงจุดเก็บที่ 1 บริเวณหน้าวัดลาดกระบังซึ่งเป็นจุดรอยต่อระหว่างคลองประเวศบุรีรมย์ กับคลองลาดกระบัง (จุดเริ่มต้นของคลองลาดกระบัง)

รูปที่ 3.3 แสดงจุดเก็บที่ 2 บริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 แสดงจุดเก็บที่ 3 บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ



รูปที่ 3.5 แสดงจุดเก็บที่ 4 บริเวณโรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะที่สะสมในคลองลาดกระบัง ที่ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของสนามบินสุวรรณภูมิ โดยทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน 4 บริเวณ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิด ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2551 โดยกำหนดให้เดือนสิงหาคม 2550 เป็นตัวแทนของคุณภาพน้ำและดินตะกอนในช่วงน้ำมาก และกำหนดให้เดือนกุมภาพันธ์ 2551 เป็นตัวแทนของคุณภาพน้ำและดินตะกอนในช่วงน้ำน้อย

4.1 ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนช่วงน้ำมาก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ในช่วงน้ำมากและน้ำน้อย พบว่าปริมาณสังกะสีพบมากที่สุด ณ บริเวณโรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีค่าเท่ากับ 0.983 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณทองแดงและตะกั่วพบมากที่สุด ณ บริเวณจุดเก็บเดียวกันโดยมีค่าเท่ากับ 0.116 , 0.049 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีมีลักษณะเป็นแหล่งน้ำนิ่งทำให้การกระจายตัวของน้ำทำได้ยากประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวอยู่บริเวณท้ายของลำน้ำทำให้เกิดการพัดพาจากบริเวณต้นน้ำมาสะสมยังพื้นที่ดังกล่าว พารามิเตอร์อื่นๆเช่น อัตราการไหลก็มีผลต่อการสะสมปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอน แต่อัตราการไหลที่วัดได้มีความไม่แน่นอนเนื่องจากมีอิทธิพลของลมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ทำให้ได้ค่าอัตราการไหลไม่คงที่ ส่วนแคดเมียมตรวจไม่พบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำของคลองลาดกระบังในช่วงน้ำมาก (สิงหาคม)

หน่วย : มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บที่	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม
1	0.501 ± 0.004	0.099 ± 0.004	0.023 ± 0.003	ND
2	0.744 ± 0.004	0.102 ± 0.004	0.028 ± 0.002	ND
3	0.278 ± 0.006	0.076 ± 0.003	0.044 ± 0.004	ND
4	0.983 ± 0.005	0.116 ± 0.004	0.049 ± 0.002	ND
ค่ามาตรฐานน้ำ	1.000	0.100	0.05	0.005

หมายเหตุ : ND คือ ตรวจวัดไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนของช่วงน้ำมาก พบว่ามีปริมาณสังกะสีและทองแดงมากที่สุด ณ บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่าง 3) มีค่าเท่ากับ 75.5 และ 13.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนปริมาณตะกั่วพบมากที่สุด ณ บริเวณหน้าวัดลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีค่าเท่ากับ 7.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ดังกล่าวมีบ้านเรือนอยู่หนาแน่น อาจเกิดจากการปนเปื้อนจากการทิ้งขยะหรือวัสดุอุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบของตะกั่ว อาทิเช่น ตะปู สารที่ใช้ในการเคลือบภาชนะ เป็นต้น และนอกจากนี้การที่สังกะสีละลายได้ดีกว่าตะกั่ว ทำให้พบปริมาณสังกะสีปนเปื้อนในแหล่งน้ำมากกว่าโดยเฉพาะในดินตะกอนที่มีทรายละเอียดและดินเหนียวมาก ส่วนปริมาณแคดเมียมตรวจไม่พบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในดินตะกอนของคลองลาดกระบังในช่วงน้ำมาก (สิงหาคม)

หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

จุดเก็บที่	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม
1	72.8 ± 0.2	12.8 ± 0.2	7.4 ± 0.2	ND
2	67.2 ± 0.2	9.9 ± 0.1	5.5 ± 0.3	ND
3	75.5 ± 0.4	13.8 ± 0.2	5.4 ± 0.1	ND
4*	-	-	-	-
TEL	124	18.7	30.2	0.68
PEL	271	108	112	4.21

หมายเหตุ : ND คือ ตรวจวัดไม่พบ

* คือ จุดที่เก็บตัวอย่างไม่ได้ (เนื่องจาก น้ำลึกและไหลวนไม่สามารถหย่อนเครื่องเก็บดินลงไปได้)

TEL คือ ค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

PEL คือ ค่าความเข้มข้นที่อาจจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนช่วงน้ำน้อย

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในตัวอย่างน้ำของช่วงน้ำน้อย พบว่า ปริมาณสังกะสี ทองแดง และ แคดเมียม พบมากที่สุด ณ บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีค่าเท่ากับ 0.797 , 0.105 และ 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการใช้พื้นที่ดินในบริเวณนี้มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่บ้างเพราะอยู่ติดถนนกิ่งแก้ว ซึ่งอาจมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำประกอบกับเป็นแหล่งที่อยู่บริเวณท้ายของลำน้ำจึงเกิดการพัดพาจากบริเวณอื่นๆมาสะสมยังพื้นที่ดังกล่าว ส่วนปริมาณตะกั่วพบมากที่สุด ณ บริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีค่าเท่ากับ 0.049 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ต่อจากบริเวณชุมชน ซึ่งอาจมีการพัดพามาสะสม โดยมากแล้วตะกั่วจะเกิดจากการตกสะสมจากบรรยากาศรวมทั้งน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรมก็เป็นแหล่งกำเนิดของตะกั่วด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำของคลองลาดกระบังในช่วงน้ำน้อย (กุมภาพันธ์)

หน่วย : มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บที่	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม
1	0.075 ± 0.011	ND	ND	0.001 ± 0.001
2	0.512 ± 0.003	0.003 ± 0.002	0.049 ± 0.006	0.002 ± 0.002
3	0.797 ± 0.006	0.105 ± 0.005	0.028 ± 0.004	0.004 ± 0.001
4	0.084 ± 0.007	ND	ND	0.002 ± 0.002
ค่ามาตรฐานน้ำ	1.000	0.100	0.05	0.005

หมายเหตุ : ND คือ ตรวจวัดไม่พบ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนในช่วงน้ำน้อย พบว่ามีการสะสมของปริมาณสังกะสีและตะกั่วมากที่สุด ณ บริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีค่าเท่ากับ 149.1 และ 13.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งโดยปกติโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดจะมีการสะสมอยู่ตามธรรมชาติอยู่แล้ว และหากในแหล่งน้ำมีไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมจะมีผลทำให้การดูดซับในดินตะกอนมีมากขึ้นไปด้วย ในส่วนของทองแดงและแคดเมียมมีค่ามากที่สุดบริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) โดยมีค่าเท่ากับ 36.9 และ 1.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ การที่แคดเมียมสะสมในดินตะกอนมากกว่าในน้ำนั้นเพราะว่าไอออนแคดเมียมสามารถที่จะแลกเปลี่ยนกับแคลเซียมได้ รวมทั้งการจับกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอินทรีย์ในดินตะกอน โดยแคดเมียมอาจถูกจับยึดไว้และปลดปล่อยแคลเซียมออกสู่แหล่งน้ำ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในดินตะกอนของคลองลาดกระบังในช่วงน้ำน้อย (กุมภาพันธ์)

หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

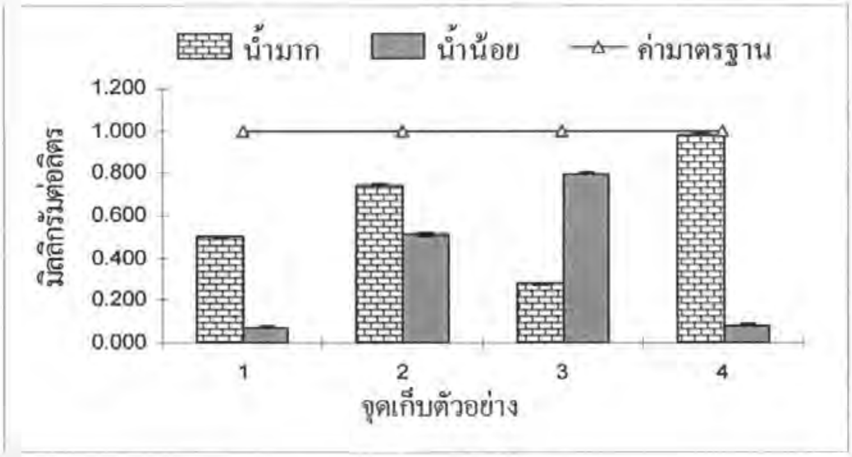
จุดเก็บที่	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม
1	55.7 ± 0.4	29.5 ± 0.2	12.9 ± 0.3	1.2 ± 0.1
2	149.1 ± 0.2	15.2 ± 0.3	13.4 ± 0.2	1.5 ± 0.1
3	136.6 ± 0.3	36.9 ± 0.2	11.6 ± 0.3	1.7 ± 0.1
4	127.5 ± 0.3	11.3 ± 0.3	11.0 ± 0.2	1.4 ± 0.1
TEL	124	18.7	30.2	0.68
PEL	271	108	112	4.21

หมายเหตุ : TEL คือ ค่าความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต
PEL คือ ค่าความเข้มข้นที่อาจจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

4.3 ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในน้ำโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

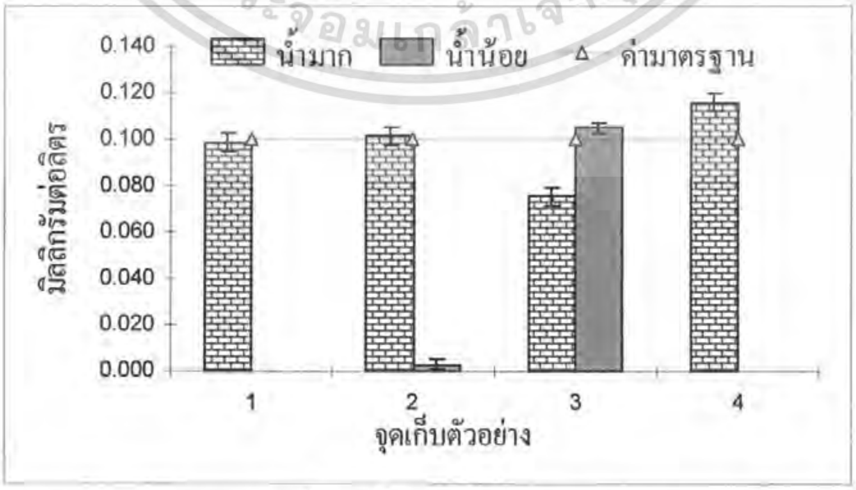
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองลาดกระบังพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณสังกะสีในช่วงน้ำมากอยู่ระหว่าง 0.278-0.983 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงน้ำน้อยอยู่ระหว่าง 0.075-0.797 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทั้งสองช่วงยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสังกะสีในแหล่งน้ำผิวดิน (เท่ากับ 1.000 มิลลิกรัมต่อลิตร) และยังพบว่าปริมาณสังกะสีในช่วงน้ำมากมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำน้อยยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อาจเนื่องจากการเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำมากมีกิจกรรมการใช้น้ำซึ่งมีการปนเปื้อนของสังกะสีอยู่ จึงมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีในช่วงดังกล่าวมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำน้อย ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงปริมาณสังกะสีในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน กำหนดไว้เท่ากับ 1.000 มิลลิกรัมต่อลิตร

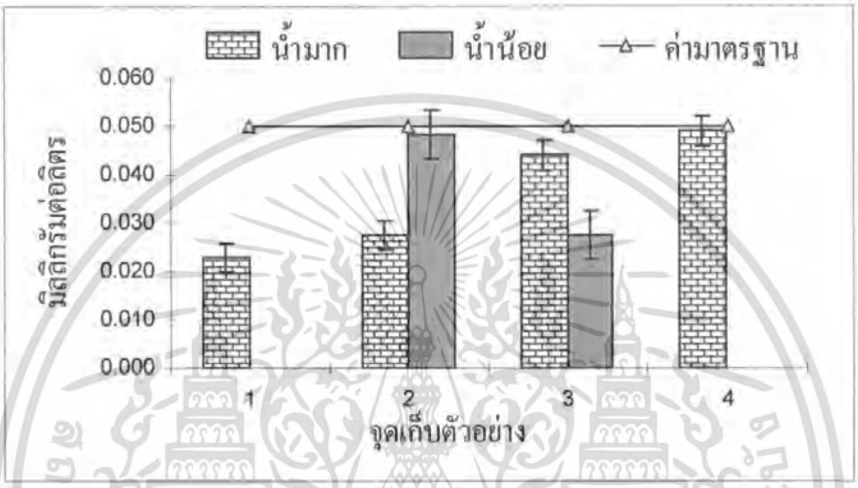
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองลาดกระบังพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณทองแดงในช่วงน้ำมากอยู่ระหว่าง 0.076-0.116 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงน้ำน้อยอยู่ระหว่าง 0.003-0.105 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าบริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) และ บริเวณ โรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ(จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) ในช่วงน้ำมากมีค่าเกินมาตรฐานอยู่เล็กน้อย สำหรับในช่วงน้ำน้อยพบว่าบริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีค่าเกินมาตรฐานอยู่เล็กน้อยเช่นกัน ส่วนจุดอื่นๆ ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของทองแดงในแหล่งน้ำผิวดิน (เท่ากับ 0.100 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยพบว่า ปริมาณทองแดงในช่วงน้ำมากมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำน้อยยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อาจเนื่องจากการเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำมากมีกิจกรรมการใช้น้ำซึ่งมีการปนเปื้อนของทองแดงอยู่ จึงมีผลทำให้ปริมาณทองแดงในช่วงดังกล่าวมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำน้อย ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณทองแดงในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน กำหนดไว้เท่ากับ 0.100 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

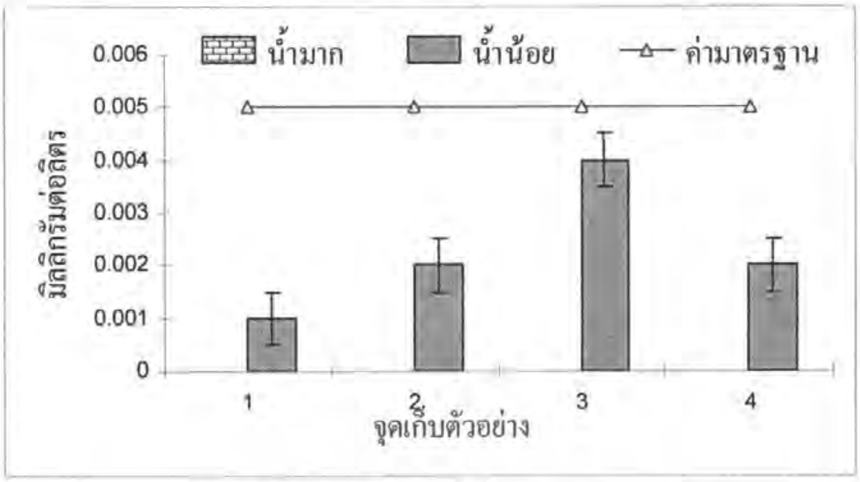
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองลาดกระบังพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วในช่วงน้ำมากอยู่ระหว่าง 0.023-0.049 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงน้ำน้อยอยู่ระหว่าง 0.028-0.049 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าทั้ง 2 ช่วงยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน (กำหนดปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.050 มิลลิกรัมต่อลิตร) ยังพบว่าปริมาณตะกั่วในช่วงน้ำมากมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำน้อยยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 อาจเนื่องจากการเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำมากมีกิจกรรมการใช้น้ำซึ่งมีการปนเปื้อนของตะกั่วอยู่ จึงมีผลทำให้ปริมาณตะกั่วในช่วงดังกล่าวมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำน้อย ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงปริมาณตะกั่วในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน กำหนดไว้เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในส่วนของปริมาณแคดเมียมในช่วงน้ำมากพบว่าไม่มีการสะสมในทุกจุดเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่แคดเมียมสามารถแลกเปลี่ยนกับแคลเซียมที่อยู่ในรูปดินตะกอนได้ดี (มนตรี ไข่แก้ว, 2543) จึงทำให้พบแคดเมียมในน้ำได้น้อยกว่าในดินตะกอน สำหรับในช่วงน้ำน้อยพบว่ามีการสะสมของปริมาณแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.001-0.004 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน(กำหนดแคดเมียมเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร) ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



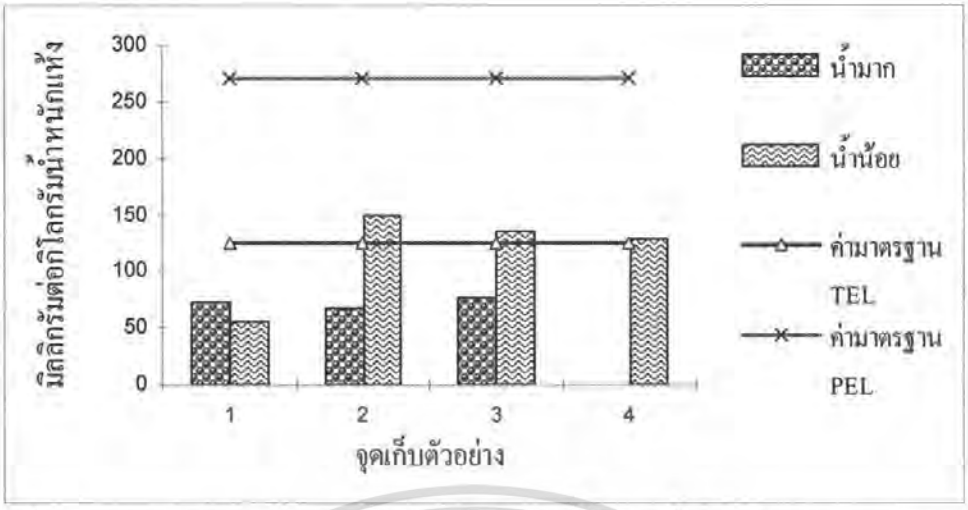
รูปที่ 4.4 แสดงปริมาณแคดเมียมในน้ำช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน กำหนดไว้เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ

เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานปริมาณ โลหะหนักในดินตะกอนไว้ จึงนำเกณฑ์มาตรฐานของรัฐฟลอริดา(Florida DEF SQG-Threshold Effect Level and Probable Effect Level, PEL) ที่กำหนดคุณภาพของโลหะหนักในดินตะกอนไว้ 2 ค่า คือ ระดับที่ไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (TEL) และระดับที่อาจจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (PEL)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีในดินตะกอนพบว่ามีการสะสมของสังกะสีในช่วงน้ำมากอยู่ระหว่าง 67.2 -75.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งค่าที่ได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL และ PEL คือ ไม่เกิน 124 และ 271 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง สำหรับน้ำน้อยนั้นมีเพียงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณหน้าวัดลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) เท่านั้นที่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL ส่วนจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน PEL ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

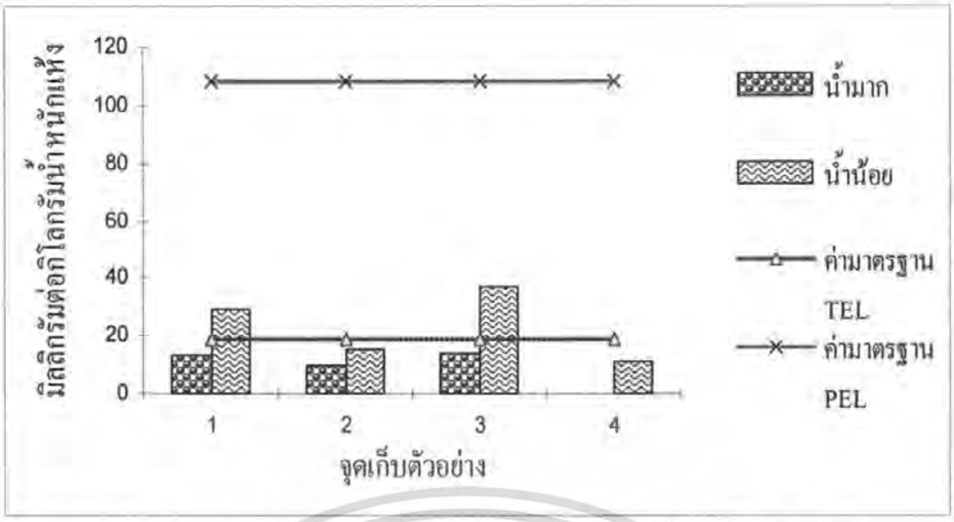


รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณสังกะสีในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐาน TEL มีค่าเท่ากับ 124 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
ค่ามาตรฐาน PEL มีค่าเท่ากับ 271 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงในดินตะกอนช่วงน้ำมาก พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL และ PEL โดยมีค่าเท่ากับ 18.7 และ 108 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในช่วงน้ำน้อยมีเพียงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) และบริเวณ โรงสูบน้ำท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4)ที่มีค่าเท่ากับ 15.2 และ 11.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีค่าความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL ที่กำหนดไว้ที่ 18.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนจุดอื่นๆมีค่าสูงกว่า TEL ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน PEL ที่กำหนดไว้ที่108 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งอยู่ขั้นเฝ้าระวังโดยจุดที่มีค่าสูงสุดคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ มีค่าเท่ากับ 36.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ดังรูปที่ 4.6

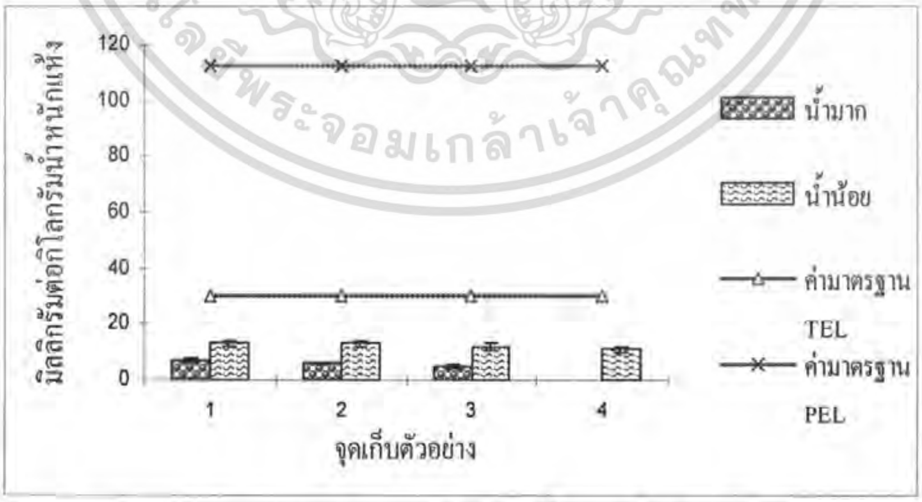
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงปริมาณทองแดงในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐาน TEL มีค่าเท่ากับ 18.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
ค่ามาตรฐาน PEL มีค่าเท่ากับ 108 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

จากรูปที่ 4.7 พบว่าปริมาณตะกั่วที่อยู่ในดินตะกอนทั้งช่วงน้ำมากและน้ำน้อยยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL และ PEL โดยค่ามาตรฐาน TEL กำหนดไว้ที่ 30.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และ PEL กำหนดไว้ที่ 112 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ขณะที่ในช่วงน้ำน้อยมีค่าสูงกว่าช่วงน้ำมากทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยมีค่าสูงสุดที่บริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีค่าเท่ากับ 13.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

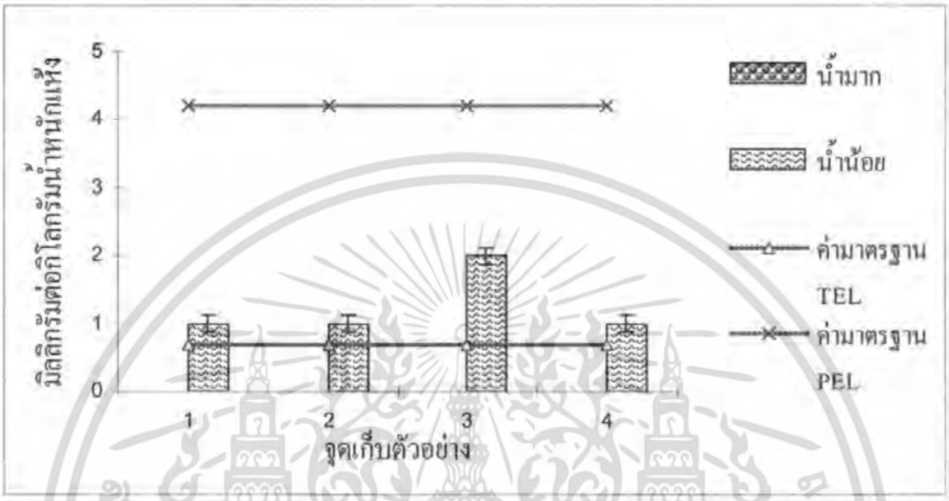


รูปที่ 4.7 แสดงปริมาณตะกั่วในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐาน TEL มีค่าเท่ากับ 30.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
ค่ามาตรฐาน PEL มีค่าเท่ากับ 112 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 พบว่าไม่มีการสะสมของแคดเมียมในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก ส่วนในช่วงน้ำน้อยค่าที่ได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน PEL ที่กำหนดไว้เท่ากับ 4.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ทุกจุดเก็บตัวอย่างปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐาน TEL ที่กำหนดไว้ที่ 0.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าสูงสุดที่บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีค่าเท่ากับ 1.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง



รูปที่ 4.8 แสดงปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย เทียบกับค่ามาตรฐานดินตะกอนของต่างประเทศ

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐาน TEL มีค่าเท่ากับ 0.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
ค่ามาตรฐาน PEL มีค่าเท่ากับ 4.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

4.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย โดยใช้โปรแกรม SPSS

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในน้ำของช่วงน้ำมากและน้ำน้อยพบว่าปริมาณโลหะหนักสังกะสี ทองแดง ตะกั่วและแคดเมียมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนในช่วงน้ำมากและน้ำน้อยพบว่าปริมาณโลหะหนักสังกะสี ทองแดง ตะกั่วและแคดเมียมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากปัจจัยทางด้านน้ำมากน้ำน้อยและจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดจึงมีผลทำให้เกิดความแตกต่างขึ้นกับปริมาณโลหะหนัก ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยโลหะหนักต่างๆ ในน้ำ แต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย

หน่วย : มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดเก็บตัวอย่าง	น้ำมาก				น้ำน้อย			
	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม
จุดที่ 1	0.501	0.099	0.023	ND	0.075	ND	ND	0.001
จุดที่ 2	0.744	0.102	0.028	ND	0.512	0.003	0.049	0.002
จุดที่ 3	0.278	0.076	0.044	ND	0.797	0.105	0.028	0.004
จุดที่ 4	0.983	0.116	0.049	ND	0.084	ND	ND	0.002
ผลการเปรียบเทียบ	*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : * คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ND คือ ตรวจวัดไม่พบ

ตาราง 4.6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณเฉลี่ยโลหะหนักต่างๆ ในดินตะกอน แต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในช่วงน้ำมาก-น้ำน้อย

หน่วย : มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

จุดเก็บตัวอย่าง	น้ำมาก				น้ำน้อย			
	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม	สังกะสี	ทองแดง	ตะกั่ว	แคดเมียม
จุดที่ 1	72.8	12.8	7.4	ND	55.7	29.5	12.9	1.2
จุดที่ 2	67.2	9.9	5.5	ND	149.1	15.2	13.4	1.5
จุดที่ 3	76.5	13.8	5.4	ND	136.4	36.9	11.6	1.7
จุดที่ 4	-	-	-	-	127.5	11.3	11.0	1.4
ผลการเปรียบเทียบ	*	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : * คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- คือ ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง

ND คือ ตรวจวัดไว้พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการสะสมของปริมาณโลหะหนักในคลองลาดกระบังโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะหาปริมาณโลหะหนักซึ่งได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ในน้ำและดินตะกอน และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในช่วงน้ำมากและน้ำน้อย โดยใช้โปรแกรม SPSS สรุปได้ดังนี้

ปริมาณการสะสมของโลหะหนักในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

1. จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณหน้าวัดลาดกระบังเป็นจุดเริ่มต้นของคลองลาดกระบังซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งอาศัยของชุมชนทั้ง 2 ฝั่ง จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด พบว่าปริมาณการสะสมของสังกะสีในจุดดังกล่าวมีมากที่สุด ส่วนแคดเมียมพบน้อยที่สุด โดยที่ปริมาณโลหะหนักทุกชนิดยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งน้ำและดินตะกอนมีเพียงทองแดงและแคดเมียมในดินตะกอนในช่วงน้ำน้อยเท่านั้นที่มีค่าเกินมาตรฐาน TEL แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน PEL

2. จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณกลางลำคลองลาดกระบังพื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่ดินว่างเปล่าไม่มีบ้านเรือนตั้งอยู่ จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด พบว่าปริมาณสังกะสีพบมากที่สุดรองมาเป็นทองแดงที่มีค่าเกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินอยู่เล็กน้อยโดยมีค่าเท่ากับ 0.102 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ในส่วนของตะกั่วและแคดเมียมยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่ปริมาณในส่วนของดินตะกอนมีเพียงสังกะสีและแคดเมียมที่มีค่าเกินมาตรฐาน TEL สำหรับโลหะหนักตัวอื่นๆยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

3. จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิพื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีบ้านเรือนตั้งอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีเพียงปริมาณทองแดงในน้ำในช่วงน้ำน้อยเท่านั้นที่มีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินโดยพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.105 ± 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ในส่วนของดินตะกอนช่วงน้ำมากปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 จุดที่วัดได้ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL และ PEL สำหรับในช่วงน้ำน้อยนั้นมีเพียงตะกั่วเท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL ขณะที่โลหะหนักชนิดอื่นๆแม้จะมีค่าเกินมาตรฐาน TEL แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน PEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณโรงสูบน้ำของสนามบินสุวรรณภูมิเป็นพื้นที่ที่แยกมาจากคลองลาดกระบังจากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดพบว่าปริมาณทองแดงในน้ำช่วงน้ำมากมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน โดยพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.116 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนโลหะหนักในน้ำตัวอื่นๆ พบว่ายังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับในดินตะกอนช่วงน้ำน้อยพบว่าปริมาณสังกะสีและแคดเมียมมีค่าเกินมาตรฐาน TEL แต่ยังคงอยู่ในมาตรฐาน PEL สำหรับโลหะหนักอื่นๆยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน TEL และ PEL

5. การวิเคราะห์ความแตกต่างของโลหะหนักในน้ำในช่วงน้ำมากและน้ำน้อย พบว่าปริมาณสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

6. การวิเคราะห์ความแตกต่างของโลหะหนักในดินตะกอนในช่วงน้ำมากและน้ำน้อย พบว่าปริมาณสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.2 ข้อเสนอแนะ

การเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในแต่ละจุด เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่ดี ควรจะทำการเก็บตัวอย่างทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ แล้วนำมาผสมกันเป็น 1 ตัวอย่าง (composite sample)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **"รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเลจังหวัดสมุทรปราการ"**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **"รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเลจังหวัดฉะเชิงเทรา"**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2544. **" รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา"**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. **"รายงานคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาปี 2537-2542"**. ฝ่ายคุณภาพแหล่งน้ำ กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2528. **"รายงานคุณภาพแม่น้ำเจ้าพระยา"**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

คณิต ไชยาคำและภาสกร ถมพลกรัง. 2539. **"ปริมาณโลหะหนักในน้ำ และตะกอนดินในทะเลสาบสงขลาตอนนอก"**. ในรายงานประจำปี 2539. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา.

จรูญศรี พาชะยะตระกูล และไอยดา เทียนธรรม. 2542. **"ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในคลองธรรมชาติรอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง"**. ภาควิชาเคมี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

นพรัตน์ คงทองและนฤพนธ์ ลิมป์ธนกุลชัย. 2543. **"โครงการศึกษาการแพร่กระจายปริมาณโลหะหนักในคลองสาธารณะ กรณีศึกษาคลองเทเวศร์"**. โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ .

บริษัทท่าอากาศยานสากลกรุงเทพแห่งใหม่ จำกัด (บทม). 2547. **" รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเพิ่มเติม (สืบเนื่องจากการเพิ่มจำนวนผู้โดยสารในปีเปิดดำเนินการ) "** ภายใต้การจัดทำของบริษัททีมคอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด

ภารดี คะลา. 2541. **"ศักยภาพของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี"**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนตรี ไข่แก้ว. 2543. **"รูปแบบและการสะสมปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และทองแดงในน้ำบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง".** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

แม้น อมรสิทธิ์และอมร เพชรสม. 2534. **"หลักการเทคนิคและการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ".** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิไลวรรณ โกยทอง. 2540. **"อิทธิพลของฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีผลทางด้านสาธารณสุข".** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

แววตา ทองระอา, ฉลวย มุสิกะ และ วันชัย วงสุดาวรรณ. 2540. **"การแพร่กระจายของโลหะหนักในน้ำทะเลและดินตะกอนจากปากแม่น้ำ บางปะกง ถึง ศรีราชา".** สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ANZECC (Australian and New Zealand Environment and Conservation Conservation Council). 1988. **Draft ANZECC Guidelines for Water Quality in Fresh and Marine Waters.** Australia and New Zealand Environment and Conservation Council ,Canberra, Australia.

APHA, AWWA, and WEF,. 1998. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater,** 20th Edition, USA.

HKGS (Hong Kong Government Secretariat). 1998. **Management of Dredged of Dredged/Excavated Sediment. Planning.** Environmental Lands Bureau and Work Bureau. Joint Technical Circular XX. Government Secretariat, Hong Kong.

MacDonald. D.D. 1994. **Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters. Development and Evaluation of Sediment Quality Assessment Guidelines Vol.1 Report Prepared for the Florida Department of Environmental Protection.** Tallahassee, Florida, USA.

นิคม ละอองศิริวงศ์, **การเก็บตัวอย่าง.** [Online] เข้าถึงจาก http://www.sklonline.com (วันที่ 22 ตุลาคม 2550)

พรพรรณ พนาปวุฒิกุล, **โลหะหนัก : ตัวการปัญหาสิ่งแวดล้อม.** [Online] เข้าถึงจาก http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=7 (วันที่ 22 ตุลาคม 2550)

US.Environmetal Protection Agency, 1996. **USEPA Method Study 37-SW-846 Method 3050 Acid Digestion of Sediments Sludges and Soil.** [Online] เข้าถึงจาก http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/3_series.htm (วันที่ 23 มีนาคม 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537)
ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535
เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติประกาศกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ไว้ดังต่อไปนี้

หมวด 1

บททั่วไป

ข้อ 1 ใน ประกาศนี้

" แหล่งน้ำผิวดิน " หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วยแต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาลและ ในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความรวมถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบ ให้ถือแนวเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

หมวด 2

ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ 2 ให้แบ่งแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น 5 ประเภท คือ แหล่งน้ำประเภทที่ 1 แหล่งน้ำประเภทที่ 2 แหล่งน้ำประเภทที่ 3 แหล่งน้ำประเภทที่ 4 และแหล่งน้ำประเภทที่ 5

(1) แหล่งน้ำประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์ด้วยเพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(ข) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(ค) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

(2) แหล่งน้ำประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(ข) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(ค) การประมง

(ง) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

(3) แหล่งน้ำประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(ข) การเกษตร

(4) แหล่งน้ำประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(ก) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(ข) การอุตสาหกรรม

(5) แหล่งน้ำประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ข้อ 3 คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ต้องมีสภาพตามธรรมชาติ และสามารถใช้ประโยชน์ได้ตามข้อ 2 (1)

ข้อ 4 คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ต้องมีมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) ไม่มีวัตถุหรือสิ่งของที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งจะทำให้ สี กลิ่นและรสของน้ำ เปลี่ยนไปตามธรรมชาติ

(2) อุณหภูมิ (Temperature) ไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

(3) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 5.0 – 9.0

(4) ออกซิเจนละลาย (DO) มีค่าไม่น้อยกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) บีโอดี (BOD) มีค่าไม่เกินกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) มีค่าไม่เกินกว่า 1,000 เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มิลลิลิตร

(7) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) มีค่าไม่เกินกว่า 1,000 เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มิลลิลิตร

(8) ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน มีค่าไม่เกินกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10) ฟีนอล (Phenols) มีค่าไม่เกินกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

(11) ทองแดง (Cu) มีค่าไม่เกินกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(12) นิคเกิล (Ni) มีค่าไม่เกินกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(13) แมงกานีส (Mn) มีค่าไม่เกินกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(14) สังกะสี (Zn) มีค่าไม่เกินกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) แคดมียม (Cd) ในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร และในน้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าไม่เกินกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

(16) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr^{6+}) มีค่าไม่เกินกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ตะกั่ว (Pb) มีค่าไม่เกินกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

(18) ปรอททั้งหมด (Total Hg) มีค่าไม่เกินกว่า 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร

(19) สารหนู (As) มีค่าไม่เกินกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

(20) ไซยาไนด์ (Cyanide) มีค่าไม่เกินกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

(21) กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) มีค่ารังสีแอลฟา (Alpha) ไม่เกินกว่า 0.1 เบคเคอเรลต่อลิตร และรังสีเบตา (Beta) ไม่เกินกว่า 1.0 เบคเคอแรลต่อลิตร

(22) สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) มีค่าไม่เกินกว่า 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

(23) ดีดีที (DDT) มีค่าไม่เกินกว่า 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร

(24) บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) มีค่าไม่เกินกว่า 0.02 ไมโครกรัมต่อลิตร

(25) ดิลดริน (D8ieldrin) ไม่ค่าไม่เกินกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

(26) อัลดริน (Aldrin) ไม่ค่าไม่เกินกว่า 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร

(27) เฌฮปตาคลอร์ (Heptachlor) และเฮปตาคลอร์อีปอกไซด์ (Heptachorepoxide) มีค่าไม่เกินกว่า 0.2ไมโครกรัมต่อลิตร

(28) เอนดริน (Endrin) ไม่สามารถตรวจสอบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด

ข้อ 5 คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ต้องมีมาตรฐานตามข้อ 4 เว้นแต่

(1) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีค่าไม่น้อยกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(2) บีโอดี (BOD) มีค่าไม่เกินกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) มีค่าไม่เกินกว่า 20,000 เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มิลลิลิตร

(4) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) มีค่าไม่เกินกว่า 4,000 เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 6 คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ 4 ต้องมีมาตรบานตามข้อ 4 (1) ถึง (5) และ (8) ถึง (28) เว้นแต่

(1) ออกซิเจนละลาย (DO) มีค่าไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(2) บีโอดี (BOD) มีค่าไม่เกินกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ 7 คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ต้องมีมาตรฐานต่ำกว่าคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 4

ข้อ 8 การกำหนดการกำหนดให้แหล่งแหล่งน้ำผิวดินแหล่งใดแหล่งหนึ่งเป็นประเภทใดตามข้อ 2 ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

หมวด 3

วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ข้อ 9 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพข้อ 3 ถึงข้อ 7 ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(1) แหล่งน้ำไหล ซึ่งได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น ให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ เว้นแต่แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มให้เก็บที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

(2) แหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งได้แก่ ทะเลสาบ หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ให้เก็บที่ระดับความลึก 1 เมตร ณ จุดตรวจสอบสำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกเกินกว่า 2 เมตร และให้เก็บที่จุดกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ สำหรับแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตร เว้นแต่แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มให้เก็บที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ

จุดตรวจสอบตาม (1) และ (2) ของแหล่งน้ำที่กำหนดตามข้อ 8 ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

ข้อ 10 การตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ 3 ถึง 7 ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบอุณหภูมิ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

(2) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่าง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีการหาค่าแบบอิเล็คโตรเมตริก (Electrometric)

(3) การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลาย ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน

(5) การตรวจสอบค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้วิธีมัลติเพิ้ล ทิ้วบ์ เฟอร์เมนเตชั่น เทคนิค (Multiple Tube Fenmentation Technique)

(6) การตรวจสอบค่าไนเตรตในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีแคดมียมรีดัคชั่น (Cadmium Reduction)

(7) การตรวจสอบค่าแอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชั่นเนสสเลอร์ไรเซชั่น (Distillation Nesslerization)

(8) การตรวจสอบค่าฟีนอล ให้ใช้วิธีดิสทิลเลชั่น 4-อะมิโน แอนติไพรีน (Distillation, 4- Aminoantipyrene)

(9) การตรวจสอบค่าทองแดง นิคเกิล แมงกานีสสังกะสี แคดเมียม โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ และตะกั่ว ให้ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอพชั่น-ไดเร็ค แอสไพเรชั่น (Atomic Absorption – dtrect Aspiration)

(10) การตรวจสอบค่าปรอททั้งหมด ให้ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอพชั่น โคลด์เวเปอร์เทคนิค (Atomic Absorption – Cold Vapor Technique)

(11) การตรวจสอบค่าสารหนู ให้ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอพชั่น แก๊สซัส ไฮไดรด์ (Atomic Absorption – Gaseous Hydride)

(12) การตรวจสอบค่าไซยาไนด์ ให้ใช้วิธี ไพริดีน บาร์บิทูริค แอซิค (Pyridine – Barbituric Acid)

(13) การตรวจสอบค่ากัมมันตภาพรังสี ให้ใช้วิธีโลว์ แบ็คกราวด์ พร็อพพอร์ชั่นนอล เคาน์เตอร์ (Low Background Proportional Counter)

(14) การตรวจสอบค่าสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด ดีดีที บีเอชซี ชนิดแอลฟา ดิลดริน อัลดริน เฮปตาคลอร์อีปอกไซด์ และเอนดริน ให้ใช้ก๊าซ – โครมาโตกราฟฟี (Gas – Chromatography)

ข้อ 11 การตรวจสอบค่าออกวิเจนละลาย ให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 (20^{th} Percentile Value) ส่วนการตรวจสอบค่าบีโอดี แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 โดยจำนวนและระยะเวลาสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าว ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 12 การเก็บตัวอย่างน้ำตามข้อ 9 และการตรวจสอบคุณภาพน้ำตามข้อ 10 จะต้องเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater) ซึ่ง American Public Health Association และ American Water Works Association กับ Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 20 มกราคม 2537
ชวน หลีกภัย
นายกรัฐมนตรี
ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

หลักการของ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

โลหะหนักต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายจะถูกเผาด้วยความร้อนสูงจากระบบเปลวไฟ (Flame)หรือระบบที่ไม่ใช้เปลวไฟ (Non-flame) จนแตกตัว (Dissociation) กลายเป็นอะตอมอิสระ (Atomization) และอะตอมอิสระเหล่านี้จะดูดกลืนพลังงานแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะตัว ซึ่งพลังงานแสงที่ดูดกลืนจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณอะตอมของโลหะหนักนั้นๆ โดยโลหะหนักแต่ละชนิดจะดูดกลืนพลังงานที่มีความยาวช่วงคลื่นแตกต่างกัน

$$MX\,(aq) \xrightarrow{\text{Flame/non-flame}} M^0\,(g) + X^0(g)$$

$$\underset{\text{(ground state)}}{M\,(g)} \longrightarrow \underset{\text{(excited state)}}{M^0\,(g)}$$

จาสมการข้างต้นจะพบว่า สิ่งสำคัญของการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยวิธี AAS ก็คือ

(1) กระบวนการที่ทำให้เกิดอะตอมอิสระ

(2) พลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำให้เกิดอะตอมอิสระ ซึ่งอาจจะเป็นเปลวไฟหรือไม่ใช่เปลวไฟ

(3) คลื่นแสงเฉพาะธาตุ

การทำปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative Analysis) ด้วยเทคนิค AAS

สามารถทำได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1) Calibration Method

ใช้ในกรณีที่สารตัวอย่างไม่ค่อยมีสารแทรกสอด (interference) วิเคราะห์โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว โดยปรับสัญญาณ blank ให้มีค่าเป็นศูนย์ แล้วจึงวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันประมาณ 4-5 ระดับความเข้มข้น แล้วนำผลมาเขียนกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน จะได้ calibration Curve ซึ่งอาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ โดยสิ่งสำคัญจะต้องไม่ลืมว่า calibration curve ที่ได้จะใช้ได้เฉพาะการวิเคราะห์แต่ละครั้งเท่านั้น เพื่อทำการวิเคราะห์ครั้งใหม่จะต้องทำ calibration curve ใหม่ด้วยทุกครั้ง ทั้งนี้เพราะพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้อาจเปลี่ยนแปลงไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Standard Addition Method

จะเห็นว่าการทำกราฟมาตรฐาน (calibration curve) ในการวิเคราะห์สารนั้น สัญญาณที่วัดได้มิใช่เป็นแต่เพียงสารที่ทำการวิเคราะห์เท่านั้น ตามันรวมถึงสัญญาณต่างๆ ที่ได้จากสารอื่นๆ ที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ matrix effect และ interferences จึงควรใช้ standard addition method ซึ่งทำได้โดยแบ่งสารละลายตัวอย่างออกเป็น 4-5 ส่วน สารละลายสุดท้ายนำมาเติมเฉพาะตัวทำละลายให้มีปริมาตรเท่ากัน นำสารละลายทั้งหมดไปวัดค่าการดูดกลืนแสงแล้วนำมาเขียนกราฟกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติมลงไป

การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะเห็นว่าสารละลายทั้งหมดทุกขวดมีลักษณะเหมือนกัน(same matrix) ถ้าการวิเคราะห์มี matrix effect ก็จะมี effect เหมือนกันหมดด้วยจึงหักล้างกันไป และการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้สามารถหาได้ว่าสารตัวอย่างมี matrix effect มากน้อยเพียงใด โดยเทียบค่าของ slope ของ curve ทั้งสอง ถ้าทั้งสองเส้นมีค่า slope เท่ากันแสดงว่าสารละลายสองชุดไม่มี interferences

3) Dilution method

วิธีนี้จะใช้ได้ดีกับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มี interferences โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิด enchancement คือค่าการดูดกลืนแสงจะวัดได้มากกว่าปกติ เนื่องจากการเกิดไอออไนเซชัน วิธีนี้สามารถทำได้โดยการเติมสารละลายที่ประกอบด้วยธาตุที่ไอออไนส์ง่ายๆ ลงไปในสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานให้มากเกินพอ และมีปริมาตรจำกัด ไม่ควรเติมมากเกินไปจนทำให้สารละลายเจือจางมากจนวัดไม่ได้

4) Internal standard method

วิธีวิเคราะห์นี้อาศัยหลักการเติมสารมาตรฐาน ซึ่งเป็นคนละธาตุกับสารที่จะวิเคราะห์ลงไปในสารตัวอย่าง และ blank หลังจากวัดการดูดกลืนแสง (absorbance) แล้วหาอัตราส่วนของการดูดกลืนแสงระหว่างสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน จากนั้นไปเขียนกราฟกับความเข้มข้นของธาตุที่จะทำการวิเคราะห์จะได้ calibration curve เพื่อใช้หาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างต่อไป สำหรับวิธีนี้จะใช้ได้ต่อเมื่อ

- สารตัวอย่างจะต้องไม่มีธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน
- ทั้งสารตัวอย่างและสารมาตรฐานจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1. เปิดถังแก๊สอะเซทิลีนปรับความดันของแก๊สเท่ากับ 0.9 kg/cm^2 และเปิดปั๊มอากาศปรับความดันเท่ากับ 3.5 kg/cm^2
2. เปิดสวิทซ์ Power เครื่องจะถูก set ให้สมบูรณ์ภายใน 35-140 วินาที
3. กดปุ่ม Mode เลือก BGC เพื่อเปิดหลอด D_2 lamp
4. ใส่หลอด Hollow Cathode Lamp ในตำแหน่งที่ 2 เปิด HC Lamp โดยกด # ใส่ 2 Enter
5. กดปุ่มเพื่อเลือกชนิดของ Fuel gas
6. กดที่ element เพื่อเลือกธาตุ
7. กด F1 เพื่อดูสภาวะที่เหมาะสมของการดำเนินงานของธาตุแต่ละธาตุ
8. กด CONC CALIB เพื่อเลือกทำ Normal Calibration หรือ Standard addition โดยกด CONC หรือ STD ADDN แล้ว Enter
9. เลือก SIGNAL PROC โดยกด Enter และ ANALOG OUT โดยกด 2 Enter
10. ป้อนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน
11. เช็ค Leak โดยกดปุ่ม Leak Check ปรับอัตราการไหลของอากาศเป็น 8.0 l/min
12. จุดเปลวไฟโดยกด IGNITE
13. กดปุ่ม START/STOP เพื่อเริ่มพิมพ์ผล
14. ดูดสารละลายแบลงค์โดยกดปุ่ม BLANK จนไฟดับแล้วเอาแบลงค์ออก
15. วัดการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นแรกแล้วกดปุ่ม STANDARD รอจนกว่าไฟดับแล้วจึงเอาสารละลายออก
16. ดูดสารละลายตัวอย่างเข้าสู่เปลวไฟ กด MEASURE เครื่องจะบันทึกค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นให้ทำเช่นนี้จนครบสารละลายตัวอย่าง
17. กด START/STOP เพื่อหยุดการทำงาน

หมายเหตุ : ขอบเขตที่เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์สามารถวัดได้

สังกะสี	0.0033 มิลลิกรัมต่อลิตร
ทองแดง	0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตะกั่ว	0.0130 มิลลิกรัมต่อลิตร
แคดเมียม	0.0028 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำและดินตะกอนตามวิธีมาตรฐาน

Method 3030 H. Nitric Acid-Perchloric Acid Digestion

สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3 conc.)
2. กรดเปอร์คลอริค $HClO_4$
3. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต : ละลาย $NH_4C_2H_3O_2$ ในน้ำ 600 มิลลิลิตร

วิธีการทดลอง

ระเหยตัวอย่าง 15-20 มิลลิลิตร บน hot plate เติม กรดไนตริกและกรดเปอร์คลอริคอย่างละ 10 มิลลิลิตรทิ้งสารละลายให้เย็นและทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนมีปริมาตร 50 มิลลิลิตรจากนั้นให้ความร้อนต่อเพื่อกำจัด คลอรีนและออกไซด์ของไนโตรเจน กรองสารละลายที่ได้ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ล้างด้วยน้ำ 2 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรจนเป็น 100 มิลลิลิตรนำสารละลายที่ได้ไปวัดด้วย Flame Atomic Absorption

Method 3050B Acid Digestion of Sediments Sludge and Soils

วิธีการทดลอง (สำหรับการวิเคราะห์ด้วย GFAA หรือ ICP-MS)

1. ผสมตัวอย่างให้เข้ากันบดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 จากนั้นชั่งตัวอย่างมา 1-2 กรัมใส่ในเวสเซล
2. เติม 1:1 HNO_3 10 ml ทำการรีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 5 นาที ทิ้งให้เย็น 5 นาที
3. เติม HNO_3 เข้มข้น 5 ml ทำการรีฟลักซ์ต่อที่อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 5 นาที (หากเกิดฟูมสีน้ำตาลให้ทำซ้ำโดยเติม HNO_3 เข้มข้น 5 ml)รีฟลักซ์ต่อที่อุณหภูมิเดิมเป็นเวลา 10 นาที
4. ทิ้งให้เย็นเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติม H_2O_2 30 % 10 ml ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95±5 °Cเป็นเวลา 2 ชั่วโมงหรือจนกว่าสารละลายเหลือประมาณ 5 ml
5. ทิ้งให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนเป็น 100 ml
6. กรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 41 นำสารละลายที่ได้ไปทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2000-3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ปรับปริมาตรด้วย HNO_3 5 %
7. นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วย GFAA หรือ ICP-MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง(สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FLAA หรือ ICP-AES)

1. ผสมตัวอย่างให้เข้ากันบดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 จากนั้นชั่งตัวอย่างมา 1-2 กรัมใส่ในเวสเซล
2. เติม 1:1 HNO_3 10 ml ทำการรีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 5 นาที ทิ้งให้เย็น 5 นาที
3. เติม HNO_3 เข้มข้น 5 ml ทำการรีฟลักซ์ต่อที่อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 5 นาที (หากเกิดฟูมสีน้ำตาลให้ทำซ้ำโดยเติม HNO_3 เข้มข้น 5 ml)รีฟลักซ์ต่อที่อุณหภูมิเดิมเป็นเวลา 10 นาที
4. ทิ้งให้เย็นเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติม H_2O_2 30 % 10 ml ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95±5 °Cเป็นเวลา 2 ชั่วโมงหรือจนกว่าสารละลายเหลือประมาณ 5 ml
5. เติม HCl 5 ml และน้ำ 10 ml ทำการรีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ 95±5 °C เป็นเวลา 5 นาที
6. กรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 41 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วย FLAA หรือ ICP-AES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำและดินตะกอน

ตารางที่ ง.1 สังกะสีในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	0.032	0.2000	0.500	0.501	0.004
	2	0.032	0.2024	0.506		
	3	0.032	0.1992	0.498		
2	1	0.041	0.2972	0.743	0.744	0.004
	2	0.041	0.2992	0.748		
	3	0.041	0.2960	0.740		
3	1	0.024	0.1112	0.278	0.278	0.006
	2	0.024	0.1136	0.284		
	3	0.023	0.1092	0.273		
4	1	0.050	0.3932	0.983	0.983	0.005
	2	0.050	0.3912	0.978		
	3	0.050	0.3948	0.987		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0929x + 0.0132$

$R^2 = 0.9992$

เมื่อ y = **ค่าการดูดกลืนแสง**

x = **ความเข้มข้นของสังกะสี (มก./ล)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 ทองแดงในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	0.002	0.0396	0.099	0.099	0.004
	2	0.002	0.0408	0.102		
	3	0.002	0.0380	0.095		
2	1	0.002	0.0412	0.103	0.102	0.004
	2	0.002	0.0424	0.106		
	3	0.002	0.0392	0.098		
3	1	0.002	0.0304	0.076	0.076	0.003
	2	0.002	0.0316	0.079		
	3	0.002	0.0296	0.074		
4	1	0.002	0.0460	0.115	0.116	0.004
	2	0.002	0.0484	0.121		
	3	0.002	0.0452	0.113		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0104x + 0.0014$

$R^2 = 0.9989$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของทองแดง (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ตะกั่วในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	0.002	0.0080	0.020	0.023	0.003
	2	0.002	0.0100	0.025		
	3	0.002	0.0092	0.023		
2	1	0.002	0.0108	0.027	0.028	0.002
	2	0.002	0.0120	0.030		
	3	0.002	0.0104	0.026		
3	1	0.002	0.0176	0.044	0.044	0.004
	2	0.002	0.0164	0.041		
	3	0.002	0.0192	0.048		
4	1	0.002	0.0192	0.048	0.049	0.002
	2	0.002	0.0188	0.047		
	3	0.002	0.0204	0.051		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0076x + 0.0016$

$R^2 = 0.9986$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของตะกั่ว (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.4 แคดเมียมในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		
2	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		
3	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		
4	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0388x + 0.0025$

$R^2 = 0.9993$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของแคดเมียม (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.5 สังกะสีในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	0.038	0.0304	0.076	0.075	0.011
	2	0.038	0.0344	0.086		
	3	0.037	0.0256	0.064		
2	1	0.056	0.2040	0.510	0.512	0.003
	2	0.057	0.2064	0.516		
	3	0.056	0.2044	0.511		
3	1	0.069	0.3192	0.798	0.797	0.006
	2	0.069	0.3160	0.790		
	3	0.069	0.3208	0.802		
4	1	0.038	0.0312	0.078	0.084	0.007
	2	0.038	0.0328	0.082		
	3	0.038	0.0364	0.091		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.1087x + 0.0342$

$R^2 = 0.9990$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของสังกะสี (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.6 ทองแดงในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	ND	ND	ND	ND	0.001
	2	ND	ND	ND		
	3	0.001	0.0004	0.001		
2	1	0.001	0.0020	0.005	0.003	0.002
	2	0.001	0.0012	0.003		
	3	0.001	0.0004	0.001		
3	1	0.002	0.0420	0.105	0.105	0.005
	2	0.002	0.0440	0.110		
	3	0.002	0.0404	0.101		
4	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.1194x + 0.0014$

$R^2 = 0.9982$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของทองแดง (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.7 ตะกั่วในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		
2	1	0.002	0.0192	0.048	0.049	0.006
	2	0.002	0.0220	0.055		
	3	0.002	0.0176	0.044		
3	1	0.001	0.0108	0.027	0.028	0.004
	2	0.002	0.0132	0.033		
	3	0.001	0.0100	0.025		
4	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0504x + 0.0009$

$R^2 = 0.9984$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของตะกั่ว (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.8 แคดเมียมในตัวอย่างน้ำ (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	S.D
1	1	0.001	0.0008	0.002	0.001	0.001
	2	0.001	0.0004	0.001		
	3	0.001	0.0004	0.001		
2	1	ND	ND	ND	0.002	0.002
	2	0.001	0.0012	0.003		
	3	0.001	0.0016	0.004		
3	1	0.001	0.0012	0.003	0.004	0.001
	2	0.001	0.0012	0.003		
	3	0.001	0.002	0.005		
4	1	0.001	0.0008	0.002	0.002	0.002
	2	ND	ND	ND		
	3	0.001	0.0012	0.003		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.4880x + 0.0005$

$R^2 = 0.9978$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของแคดเมียม (มก./ล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.9 สังกะสีในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
1	1	0.069	0.5987	73.051	72.828	0.237
	2	0.066	0.5655	72.579		
	3	0.067	0.5815	72.853		
2	1	0.062	0.5283	67.017	67.226	0.222
	2	0.064	0.5460	67.201		
	3	0.065	0.5525	67.459		
3	1	0.069	0.6039	75.259	75.539	0.251
	2	0.071	0.6213	75.743		
	3	0.072	0.6285	75.614		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0929x + 0.0132$ $R^2 = 0.9992$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของสังกะสี (มก./ล)

ตารางที่ ง.10 ทองแดงในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
1	1	0.003	0.1071	13.065	12.813	0.248
	2	0.002	0.0979	12.57		
	3	0.002	0.1022	12.803		
2	1	0.002	0.0771	9.784	9.871	0.101
	2	0.002	0.0800	9.847		
	3	0.002	0.0818	9.982		
3	1	0.003	0.1087	13.547	13.817	0.236
	2	0.003	0.1147	13.983		
	3	0.003	0.1157	13.921		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0104x + 0.0014$ $R^2 = 0.9989$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของทองแดง (มก./ล)

ตารางที่ ง.11 ตะกั่วในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
1	1	0.002	0.0624	7.616	7.450	0.148
	2	0.002	0.0571	7.332		
	3	0.002	0.0591	7.401		
2	1	0.002	0.0411	5.208	5.546	0.322
	2	0.002	0.0454	5.582		
	3	0.002	0.0479	5.849		
3	1	0.002	0.0426	5.308	5.439	0.113
	2	0.002	0.0452	5.509		
	3	0.002	0.0457	5.499		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0076x + 0.0016$ $R^2 = 0.9986$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของตะกั่ว (มก./ล)

ตารางที่ ง.12 แคดเมียมในดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
1	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		
2	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		
3	1	ND	ND	ND	-	-
	2	ND	ND	ND		
	3	ND	ND	ND		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0388x + 0.0025$ $R^2 = 0.9993$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง

x = ความเข้มข้นของแคดเมียม (มก./ล)

ตารางที่ ง.13 สังกะสีในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ(มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
	1	0.084	0.4573	55.801		
1	2	0.082	0.4360	55.287	55.689	0.359
	3	0.084	0.4608	55.978		
	1	0.168	1.2349	149.161		
2	2	0.162	1.1723	148.798	149.073	0.243
	3	0.165	1.2000	149.259		
	1	0.153	1.0933	136.278		
3	2	0.156	1.1173	136.811	136.582	0.274
	3	0.154	1.1064	136.657		
	1	0.143	1.0003	127.285		
4	2	0.146	1.0266	127.828	127.527	0.276
	3	0.144	1.0142	127.468		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.1087x + 0.0342$ $R^2 = 0.9990$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง x = ความเข้มข้นของสังกะสี (มก./ล)

ตารางที่ ง.14 ทองแดงในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
1	1	0.030	0.2409	29.398	29.490	0.175
	2	0.029	0.2317	29.380		
	3	0.031	0.2444	29.691		
2	1	0.017	0.1276	15.410	15.205	0.266
	2	0.015	0.1174	14.905		
	3	0.016	0.1230	15.300		
3	1	0.037	0.2949	36.759	36.930	0.187
	2	0.038	0.3032	37.129		
	3	0.037	0.2988	36.901		
4	1	0.012	0.0874	11.120	11.322	0.266
	2	0.013	0.0933	11.623		
	3	0.012	0.0893	11.224		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.1194x + 0.0014$ $R^2 = 0.9982$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง x = ความเข้มข้นของทองแดง (มก./ล)

ตารางที่ ง.15 ตะกั่วในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ (มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
	1	0.006	0.1057	12.899		
1	2	0.006	0.1000	12.685	12.958	0.306
	3	0.007	0.1123	13.646		
	1	0.006	0.1100	13.289		
2	2	0.006	0.1059	13.44	13.445	0.198
	3	0.006	0.1065	13.25		
	1	0.005	0.0910	11.348		
3	2	0.006	0.0977	11.961	11.669	0.308
	3	0.006	0.0947	11.699		
	1	0.005	0.0853	10.859		
4	2	0.005	0.0899	11.2	11.040	0.171
	3	0.005	0.0880	11.061		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.0504x + 0.0009$ $R^2 = 0.9984$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง x = ความเข้มข้นของตะกั่ว (มก./ล)

ตารางที่ ง.16 แคดเมียมในดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นจากกราฟ(มก./ล)	ความเข้มข้นสุทธิ (มก./กก.นน.แห้ง)	ค่าเฉลี่ย (มก./กก.นน.แห้ง)	S.D
	1	0.006	0.0103	1.252		
1	2	0.005	0.0095	1.199	1.245	0.042
	3	0.006	0.0106	1.283		
	1	0.007	0.0132	1.597		
2	2	0.006	0.0110	1.398	1.498	0.100
	3	0.006	0.0120	1.498		
	1	0.007	0.0124	1.546		
3	2	0.008	0.0149	1.819	1.711	0.145
	3	0.007	0.0143	1.769		
	1	0.005	0.0098	1.241		
4	2	0.006	0.0120	1.491	1.374	0.126
	3	0.006	0.0111	1.39		

หมายเหตุ : สมการกราฟมาตรฐาน $y = 0.4880x + 0.0005$ $R^2 = 0.9978$

เมื่อ y = ค่าการดูดกลืนแสง x = ความเข้มข้นของแคดเมียม (มก./ล)

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นและน้ำหนักดินแห้งช่วงน้ำมาก

ตารางที่ ง.17 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตะกอน (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	น้ำหนักฟลอยด์ (กรัม)	น้ำหนักดินตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินตัวอย่าง+ฟลอยด์หลังอบ (กรัม)	% ความชื้น
1	0.5461	5.0640	5.4531	2.7985
2	0.7323	5.0175	5.6040	2.5357
3	0.6954	5.1183	5.6426	2.9430

ตารางที่ ง.18 น้ำหนักดินแห้ง (ช่วงน้ำมาก)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักดิน (กรัม)	น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)
1	1	0.2108	0.2049
	2	0.2004	0.1948
	3	0.2053	0.1996
2	1	0.2022	0.1971
	2	0.2084	0.2031
	3	0.2101	0.2048
3	1	0.2067	0.2006
	2	0.2113	0.2051
	3	0.2078	0.2078

หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%) = $\frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ - น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นและน้ำหนักดินแห้งช่วงน้ำน้อย

ตารางที่ ง.19 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินตะกอน (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	น้ำหนักฟลอยด์ (กรัม)	น้ำหนักดินตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดินตัวอย่าง+ฟลอยด์หลังอบ (กรัม)	% ความชื้น
1	0.4721	5.0217	5.3783	2.1024
2	0.5896	5.0113	5.5020	1.7658
3	0.7092	5.0094	5.5838	2.3572
4	0.5147	5.0018	5.3974	2.1590

ตารางที่ ง.20 น้ำหนักดินแห้ง (ช่วงน้ำน้อย)

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักดิน (กรัม)	น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)
1	1	0.2093	0.2049
	2	0.2014	0.1972
	3	0.2102	0.2058
2	1	0.2107	0.2070
	2	0.2005	0.1970
	3	0.2046	0.2010
3	1	0.2054	0.2006
	2	0.2091	0.2042
	3	0.2073	0.2024
4	1	0.2008	0.1965
	2	0.2052	0.2008
	3	0.2033	0.1989

หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%) = $\frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ - น้ำหนักดินหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)}}$ x100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

1. หาความเข้มข้นสุทธิในตัวอย่างน้ำ

ความเข้มข้นของสังกะสีจุดที่ 1 ช่วงน้ำมาก ครั้งที่ 1 ค่าที่ได้จากกราฟเท่ากับ 0.2000 มก./ล หมายถึง

ในสารละลาย 1000 มล. มีสังกะสีอยู่ 0.2000 มก.

ถ้าสารละลาย 25 มล. มีสังกะสีอยู่ $\frac{0.2000 \times 25}{1000} = 0.005$ มก.

เพราะฉะนั้น ตัวอย่างน้ำที่ปิเปตมา 10 มล. จึงมีสังกะสีอยู่ 0.005 มก.

$$\text{ความเข้มข้นสุทธิ} = \frac{0.005\ \text{มก.}}{10\ \text{มล.}} \times \frac{1000\ \text{มล.}}{1\ \text{ล}}$$

$$= 0.5\ \text{มก./ล}$$

2. หาความเข้มข้นในตัวอย่างดิน

ความเข้มข้นของสังกะสีในดินจุดเก็บที่ 1 ช่วงน้ำมาก ครั้งที่ 1ค่าที่ได้จากกราฟเท่ากับ 0.5987 มก./ล หมายถึง

ในสารละลาย 1000 มล. มีสังกะสีอยู่ 0.5987 มก.

ถ้าสารละลาย 25 มล. มีสังกะสีอยู่ $\frac{0.5987 \times 25}{1000} = 0.0150$ มก.

เพราะฉะนั้น ในดินแห้ง 0.2049 ก. จึงมีสังกะสีอยู่ 0.005 มก.

$$\text{ความเข้มข้นสุทธิ} = \frac{0.0150\ \text{มก.}}{0.2049\ \text{ก.}} \times \frac{1000\ \text{ก.}}{1\ \text{กก.}}$$

$$= 73.051\ \text{มก./ กก.นน.แห้ง}$$

หมายเหตุ : ค่าความเข้มข้นของน้ำและดินตะกอนตัวอื่นๆ คิดทำนองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ข้อมูลพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ จ.1 พารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

จุดเก็บตัวอย่าง	อัตราการไหล (เมตร/วินาที)		พีเอช		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	น้ำมาก	น้ำน้อย	น้ำมาก	น้ำน้อย	น้ำมาก	น้ำน้อย
1	10.7	0.3	7.03	7.24	32.9	29.0
2	9.3	0.6	7.97	7.39	31.6	29.0
3	11.3	0.8	8.21	7.22	31.4	29.0
4	5.2	0.2	7.52	7.22	33.3	30.0

หมายเหตุ : 1 คือ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณหน้าวัดลาดกระบัง
2 คือ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณกลางลำคลองลาดกระบัง
3 คือ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณท้ายสนามบินสุวรรณภูมิ
4 คือ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณโรงสูบน้ำท้ายสนามบิน

เนื่องจากในการวัดอัตราการไหลอาจเกิดความแปรปรวนเนื่องจากทิศทางของกระแสลม ซึ่งในการวัดอัตราการไหลจะทำการจับเวลาของโฟมจากระยะหนึ่งไปยังอีกระยะหนึ่งเพื่อคำนวณหาอัตราการไหล (เมตร/วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลทางสถิติ

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
water	1	high	12
	2	low	12
point	1.00	point 1	6
	2.00	point 2	6
	3.00	point 3	6
	4.00	point 4	6

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: zinc

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.350(a)	7	.336	9021.394	.000
Intercept	5.922	1	5.922	159164.708	.000
water * point	2.350	7	.336	9021.394	.000
Error	.001	16	3.72E-005		
Total	8.273	24			
Corrected Total	2.350	23			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: copper

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.057(a)	7	.008	851.769	.000
Intercept	.095	1	.095	9831.381	.000
water * point	.057	7	.008	851.769	.000
Error	.000	16	9.62E-006		
Total	.152	24			
Corrected Total	.058	23			

a R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: lead

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.008(a)	7	.001	123.708	.000
Intercept	.018	1	.018	1930.590	.000
water * point	.008	7	.001	123.708	.000
Error	.000	16	9.46E-006		
Total	.027	24			
Corrected Total	.008	23			

a R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .974)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: cadmium

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.00E-005(a)	7	5.71E-006	5.480	.002
Intercept	3.04E-005	1	3.04E-005	29.160	.000
water * point	4.00E-005	7	5.71E-006	5.480	.002
Error	1.67E-005	16	1.04E-006		
Total	8.70E-005	24			
Corrected Total	5.66E-005	23			

a R Squared = .706 (Adjusted R Squared = .577)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
point	1.00	point 1	6
	2.00	point 2	6
	3.00	point 3	6
	4.00	point 4	3
soil	1	high	9
	2	low	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: zinc

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26546.295(a)	6	4424.383	66087.274	.000
Intercept	200828.194	1	200828.194	2999783.106	.000
point * soil	26546.295	6	4424.383	66087.274	.000
Error	.937	14	.067		
Total	227375.426	21			
Corrected Total	26547.232	20			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: copper

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1954.610(a)	6	325.768	6836.727	.000
Intercept	7181.405	1	7181.405	150712.300	.000
point * soil	1954.610	6	325.768	6836.727	.000
Error	.667	14	.048		
Total	9136.683	21			
Corrected Total	1955.278	20			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: lead

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	212.316(a)	6	35.386	626.365	.000
Intercept	1955.399	1	1955.399	34612.417	.000
point * soil	212.316	6	35.386	626.365	.000
Error	.791	14	.056		
Total	2168.505	21			
Corrected Total	213.107	20			

a R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: cadmium

Source	Type I Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.271(a)	6	1.879	270.304	.000
Intercept	14.555	1	14.555	2094.333	.000
point * soil	11.271	6	1.879	270.304	.000
Error	.097	14	.007		
Total	25.924	21			
Corrected Total	11.368	20			

a R Squared = .991 (Adjusted R Squared = .988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้