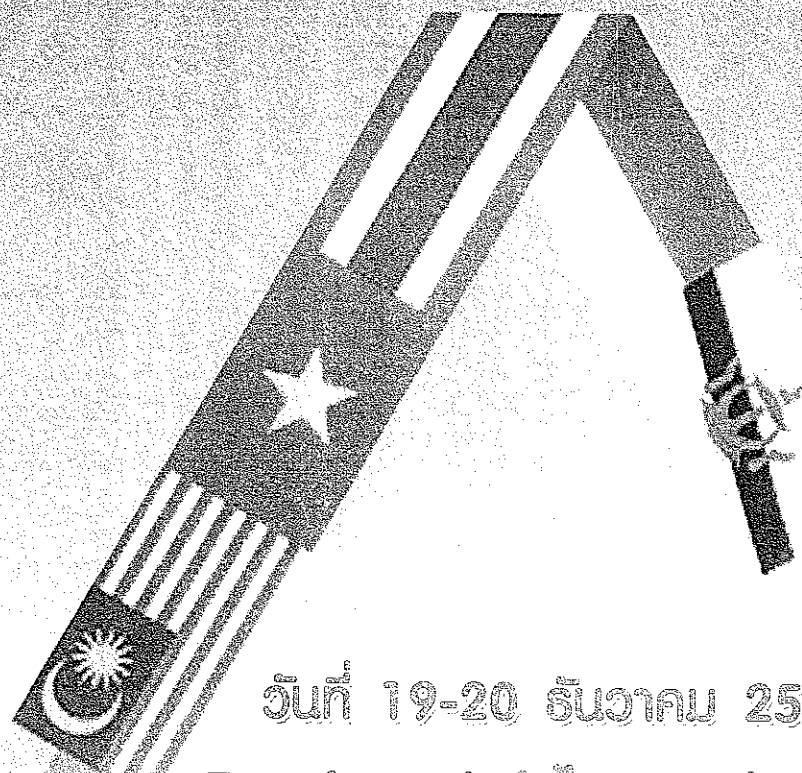
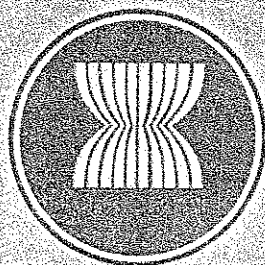


เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิจัยรำไพพรรณี ครั้งที่ 7
เนื่องในวโรกาสคล้ายวันพระราชสมภพสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี ทรง 109 ปี

"การเตรียมความพร้อมของท้องถิ่นเพื่อก้าวสู่อาเซียน"



วันที่ 19-20 ธันวาคม 2556

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ISBN 978-974-381-281-1

สารบัญ ผลงานวิจัยภาคบรรยาย สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อเรื่อง	หน้า
56	การศึกษาการสะสมของสารพิษประเภทโลหะหนักในปลานิลที่อาศัยอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง ของนิคมอุตสาหกรรม และปลานิลที่ซื้อมาจากตลาด <i>ลดาวัลย์ บุญนวน สุขสมาน สักโยคะ</i> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	412
57	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในสวนยางพารา กรณีศึกษา: ตำบลบ่อโพธิ์อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก <i>สุจิตรา จันทคุณ นิสาทันโคกรวด ปิยะดา วชิระวงศกร</i> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	418
58	การประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในการปลูกหอมแดง <i>อารีย์ สุตรอุดม มินตรา สุมาลี ปิยะดา วชิระวงศกร</i> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	425
59	การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักของทองแดง นิกเกิล และโครเมียมในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกัน น้ำท่วมของนิคมอุตสาหกรรม <i>รุ่งนภา หุ่นทอง สุขสมาน สักโยคะ</i> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	431
60	การประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในหอมแดงที่จำหน่ายในตลาดสดกรณีศึกษา : เขตจังหวัด ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย <i>ศิริรัตน์ ผาแสนเกิน ปิยะดา วชิระวงศกร</i> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	439
61	คุณภาพน้ำทิ้งและแม่น้ำน่านในจังหวัดพิษณุโลก <i>ประภาภรณ์ สร้อยทอง ภัทรสุดา ไสยง ปิยะดา วชิระวงศกร</i> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	443
62	ปริมาณคลอรีนและโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำดื่มในตู้กดอัตโนมัติ จังหวัดพิษณุโลก <i>นรินทร์ เกตุแก้ว ปาริชาติ ก้อนกลีบ ปิยะดา วชิระวงศกร</i>	449

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักของทองแดง นิกเกิล และโครเมียมในตะกอนดินบริเวณ
สถานีป้องกันน้ำท่วมของนิคมอุตสาหกรรม

The determination of the heavy metals; copper, nickel and chromium in
the sediment of the flood protection of industrial estates.

รุ่งนภา ทุนทอง, สุขสมาน สังโยคะ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมของนิคมอุตสาหกรรม จุดเก็บตัวอย่างมีทั้งสิ้น 3 จุด ได้แก่ สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 ทั้งคลองภายในและคลองภายนอกนิคมอุตสาหกรรม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง ตั้งแต่เดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ.2556 โลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ทองแดง (Cu) นิกเกิล (Ni) และโครเมียม (Cr) ซึ่งผลจากการศึกษา พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตะกอนดินคลองภายในและคลองภายนอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ยกเว้นปริมาณโครเมียมที่สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 คลองภายในและคลองภายนอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 มีปริมาณโลหะหนักสะสมอยู่ในตะกอนดินของคลองภายในมากกว่าคลองภายนอก โดยมีปริมาณของ $Cu > Ni > Cr$ ตามลำดับ สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีปริมาณโลหะหนักสะสมอยู่ในตะกอนดินของคลองภายนอกมากกว่าคลองภายใน โดยมีปริมาณของ $Cu > Cr > Ni$ ตามลำดับ และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 มีปริมาณโลหะหนักสะสมอยู่ในตะกอนดินคลองภายในมากกว่าคลองภายนอก โดยมีปริมาณของ $Ni > Cu > Cr$ ตามลำดับ

คำสำคัญ : โลหะหนัก ตะกอนดิน สถานีป้องกันน้ำท่วม นิคมอุตสาหกรรม

Abstract

The objective of this research is to analyse the quantity of metal that has been accumulated in the sediment around the office of flood protection in an industrial estate. The samples were taken from both inner and outer canals of the 1st, the 3rd, and the 5th flood protection stations. The samples were collected twice a month from the period of April to June 2013. The metallic substances that need to be analysed are Copper (Cu), Nickel (Ni), and Chromium (Cr) and the result from this study shown that the quantity of metal contained in the sediment samples taken from both inner and outer canals were significantly different with the confidence level of 99 per cent, with the exception of quantity of Chromium from samples taken from the 3rd station in which samples taken from both inner and outer canals exhibited insignificant difference. In case of the 1st station, the quantity of metal found in sediment from the inner canal was greater than that of the outer canal with the values of the accumulated metal can be described as $Cu > Ni > Cr$ respectively. Samples taken from the 3rd station showed that the value of accumulated metal in the sediment from the outer canal was greater than that of the inner canal with the values of the accumulated metal which can be explained as $Cu > Cr > Ni$ respectively. Finally, the 5th station showed that the samples taken from the inner canal had a greater value of accumulated metal in the sediment than the samples of the outer canal and the values of the accumulated metal can be explained as $Ni > Cu > Cr$ respectively

Keywords : heavy metals, sediment, the flood protection, industry estate

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ โดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ซึ่งในการทำอุตสาหกรรมหลายประเภทมีการนำเอาโลหะหนักมาใช้ในขั้นตอนการผลิต โลหะหนักเหล่านี้เมื่อถูกใช้งานแล้วหากไม่มีมาตรการควบคุมหรือกำจัดที่ดีจะมีการปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งโลหะหนักเป็นสารพิษที่ถูกย่อยสลายหรือย่อยสลายได้ยากในธรรมชาติเมื่อเกิดการปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำ บางส่วนจะถูกชะล้างลงแม่น้ำอยู่ในรูปที่ละลายในน้ำและจับตัวกับตะกอนดิน ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีวัดคุณภาพน้ำโดยสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณโลหะหนักที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ (สารโจน, สวัสดิ์ และเกริก, 2550) ในบรรดาสารมลพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมโลหะหนักนับว่าเป็นสารมลพิษประเภทหนึ่งที่มีความเป็นพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกิดขึ้นได้เองทั้งโดยธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ โลหะหนักที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาตินั้นมีปริมาณน้อยมากส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์ได้นำโลหะหนักมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง การปนเปื้อนอย่างรุนแรงของโลหะหนักในตะกอนดิน มักพบว่ามีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยส่วนใหญ่ โดยเฉพาะขบวนการผลิตของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งในนิคมอุตสาหกรรมเป็นเขตพื้นที่ดินซึ่งจัดสรรไว้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเข้าไปอยู่รวมกันอย่างเป็นสัดส่วน ประกอบด้วย พื้นที่อุตสาหกรรม สิ่งอำนวยความสะดวก สาธารณูปโภค และสาธารณูปการ เช่น ถนน ท่อระบายน้ำ โรงกำจัดน้ำเสียส่วนกลาง ระบบป้องกันน้ำท่วม ไฟฟ้า น้ำประปา โทรศัพท์ บริการอื่นที่จำเป็น ทำให้ในบริเวณเขตนิคมอุตสาหกรรมเต็มไปด้วยมลพิษต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางน้ำ อากาศ เสียง และมลพิษทางดิน ถ้าโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีการลักลอบปล่อยน้ำเสียโดยที่ไม่มีการบำบัดลงสู่คลองระบายน้ำรอบนิคมอุตสาหกรรมหรือแหล่งน้ำต่างๆ จะทำให้เกิดเป็นปัญหามลพิษทางน้ำและนอกจากนั้นยังส่งผลกระทบต่อตะกอนดินที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นด้วย ซึ่งตะกอนดินนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพแหล่งน้ำ เนื่องจากตะกอนดินสามารถเป็นแหล่งสะสมสารอันตรายที่ปลดปล่อยมาจากแหล่งอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน และจากแหล่งธรรมชาติ นอกจากนี้ตะกอนดินยังเป็นแหล่งมลพิษที่เกิดจากการปนเปื้อนสารอันตรายในตะกอนดินและสามารถที่จะปลดปล่อยสารอันตรายที่จับตัวกับตะกอนดินออกสู่ห้วงน้ำได้ ส่งผลให้พบว่าสารอันตรายในตะกอนดินมีผลกระทบต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในตะกอนดินหรืออยู่บนตะกอนดิน (สัตว์หน้าดิน) ผ่านทางน้ำ ตะกอนดิน และการกลืนกิน ตะกอนดินที่ปนเปื้อนสารอันตรายเข้าไป รวมทั้งพบว่ามีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ และมนุษย์ที่บริโภคสัตว์น้ำจากการถ่ายทอดสารอันตรายผ่านห่วงโซ่อาหาร เมื่อโลหะหนักเข้าไปอยู่ในสายใยอาหาร (food web) ปริมาณโลหะหนักจะเพิ่มขึ้นและมีระดับสูงขึ้นเรียกว่า “bio-magnification” โลหะหนักแม้จะมีความเข้มข้นต่ำก็อาจเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นได้ (Alluri, et al., 2007) โลหะหนักสามารถทำลายระบบประสาท ตับ กระดูก และขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญ นอกจากนี้ยังสามารถจับกับโปรตีนและป้องกันไม่ให้มีการจำลองดีเอ็นเอในการแบ่งตัวของเซลล์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาตะกอนดินที่อยู่บริเวณสถานีสูบน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมซึ่งเป็นคลองภายในนิคมอุตสาหกรรมและตะกอนดินจากคลองภายนอกซึ่งเป็นคลองสาธารณะมาตรวจสอบหาปริมาณของโลหะหนักที่อาจจะมีการสะสมอยู่ในตะกอนดินเพื่อให้ทราบถึงปริมาณของโลหะหนักและเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจากนิคมอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมของนิคมอุตสาหกรรม
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่สะสมในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมของนิคมอุตสาหกรรม
3. เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนแนวทางในการป้องกันและแก้ไขการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในนิคมอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บและเก็บรักษาตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมในนิคมอุตสาหกรรม จะดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมด 3 สถานี คือ สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 ทั้งคลองภายในและคลองภายนอกของนิคมอุตสาหกรรม ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมด 6 ครั้ง ภายในระยะเวลา 3 เดือน โดยเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนเมษายน 2556 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 โดยใช้วิธีเก็บตัวอย่างตะกอนดินแบบจ้วง (Grab Sampler) นำตะกอนดินที่สุ่มเก็บได้ไปตากแดดให้หมาดก่อน ทำการแยกเศษไม้หรือหินที่มีขนาดใหญ่ ออก แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 104 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccators) เมื่อตะกอนดินเย็นแล้ว จากนั้นนำตะกอนดินที่ได้ไปปั่นบดให้ละเอียด แล้วกรองด้วยตะแกรงเพื่อแยกขนาด นำตะกอนดินที่ได้ใส่ถุงซิปล็อกแล้วนำไปเก็บในโถดูดความชื้น (desiccators) เพื่อรอวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมในนิคมอุตสาหกรรม ได้ทำการวิเคราะห์โลหะหนักทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ทองแดง (Cu) นิกเกิล (Ni) และโครเมียม (Cr) ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (แมน และอมร, 2535) โดยวิธี Aspiration Method ในการวิเคราะห์ได้มีการควบคุมคุณภาพของวิธีทดสอบ (Quality Control) โดยวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานทองแดง นิกเกิล และโครเมียมที่ความเข้มข้น 1.0 ppm เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีทดสอบ และหาค่าเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืน (% Recovery) เพื่อเป็นการยืนยันความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยง (Precision) ของวิธีทดสอบ

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานทองแดง นิกเกิล และโครเมียมที่ความเข้มข้น 1.0 ppm

นำสารละลายมาตรฐานทองแดง นิกเกิล และโครเมียม ที่มีความเข้มข้น 1 ppm มาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS จำนวน 7 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีทดสอบ โดยค่าของการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานนั้นเกณฑ์กำหนดจะต้องอยู่ในช่วง 90–110% ในการวิเคราะห์พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดง นิกเกิล และโครเมียม เท่ากับ 0.98, 1.02 และ 1.04 ppm โดยเมื่อคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 98% 102% และ 104% ตามลำดับ (ดังตารางที่ 1) ซึ่งเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้คือต้องอยู่ในช่วง 90–110%

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณทองแดง นิกเกิล และโครเมียมในสารละลายตัวอย่างตะกอนดิน

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมทั้ง 3 สถานี ได้แก่ สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 ทั้งคลองภายในและคลองภายนอกนิคมอุตสาหกรรม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ.2556 สุ่มเก็บเดือนละ 2 ครั้ง แล้ววิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของปริมาณทองแดง นิกเกิล และโครเมียม โดยพบปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

ปริมาณความเข้มข้นของทองแดง

ปริมาณเฉลี่ยของทองแดงในตะกอนดินของคลองภายในนิคมอุตสาหกรรม พบสูงสุดอยู่ที่สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 โดยมีค่าเท่ากับ 11835.02 ± 51.42 mg/kg รองลงมาคือสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1259.51 ± 3.20 mg/kg และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 174.24 ± 1.35 mg/kg ตามลำดับ สำหรับคลองภายนอกนิคมอุตสาหกรรม พบว่าสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 มีปริมาณทองแดงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 291.51 ± 1.37 mg/kg รองลงมาคือสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 194.90 ± 1.25 mg/kg และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 มีค่าเท่ากับ 97.84 ± 1.08 mg/kg ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงทั้งคลองภายในและภายนอก

นิคมอุตสาหกรรม พบว่าสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 และ 5 มีปริมาณทองแดงในตะกอนดินของคลองภายในมากกว่าภายนอก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่คลองระบายน้ำ ส่วนสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีปริมาณทองแดงภายนอกมากกว่าภายใน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากคลองภายนอกได้รับโลหะหนักจากแหล่งอื่น และจากการสำรวจลักษณะสภาพพื้นที่ในบริเวณดังกล่าวพบว่าอยู่ติดกับกองขยะจึงทำให้น้ำขยะไหลลงในคลองดังกล่าว

ปริมาณความเข้มข้นของนิเกิล

ปริมาณเฉลี่ยของนิเกิล ของคลองภายในนิคมอุตสาหกรรมพบสูงสุดอยู่ที่สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 โดยมีค่าเท่ากับ 2310.22 ± 16.52 mg/kg รองลงมาคือสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 มีค่าเท่ากับ 306.55 ± 3.72 mg/kg และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 38.46 ± 2.83 mg/kg ตามลำดับ สำหรับคลองภายนอกนิคมอุตสาหกรรม พบว่าสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 มีปริมาณนิเกิลเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 105.24 ± 18.69 mg/kg รองลงมาคือสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 มีค่าเท่ากับ 57.11 ± 2.51 mg/kg และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 52.44 ± 6.37 mg/kg ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของนิเกิลทั้งคลองภายในและภายนอกนิคมอุตสาหกรรม พบว่าสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 และ 5 มีปริมาณนิเกิลในตะกอนดินของคลองภายในมากกว่าภายนอก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่คลองระบายน้ำ ส่วนสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีปริมาณนิเกิลภายนอกมากกว่าภายใน ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนของสารมลพิษจากแหล่งอื่น

ปริมาณความเข้มข้นของโครเมียม

ปริมาณเฉลี่ยของโครเมียม ของคลองภายในพบสูงสุดอยู่ที่สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 โดยมีค่าเท่ากับ 579.93 ± 14.41 mg/kg รองลงมาคือสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 มีค่าเท่ากับ 419.97 ± 12.62 mg/kg และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 46.51 ± 2.91 mg/kg ตามลำดับ สำหรับคลองภายนอกสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5 มีปริมาณโครเมียมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 69.24 ± 6.38 mg/kg รองลงมาคือสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีค่าเท่ากับ 47.24 ± 3.19 mg/kg และสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 มีค่าเท่ากับ 40.66 ± 5.80 mg/kg ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโครเมียมทั้งคลองภายในและภายนอก พบว่าสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 และ 5 มีปริมาณโครเมียมในตะกอนดินของคลองภายในมากกว่าภายนอก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่คลองระบายน้ำ ส่วนสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 มีปริมาณโครเมียมภายนอกมากกว่าภายใน ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนของสารมลพิษจากแหล่งอื่นเช่นเดียวกับทองแดงและนิเกิล

เมื่อนำมาทดสอบค่าทางสถิติแบบ t-Test พบว่า ผลของปริมาณทองแดง นิเกิล และโครเมียมในตะกอนดินสถานีป้องกันน้ำท่วมทั้ง 3 สถานี ทั้งภายในและภายนอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นปริมาณโครเมียมในตะกอนดินสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 ทั้งภายในและภายนอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินของคลองที่อยู่บริเวณของเขตอุตสาหกรรมยังไม่มีกำหนดขึ้นในประเทศไทย จึงนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับร่างกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดิน โดยส่วนปฏิบัติการฉุฉิมและพื้นที่ สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ พบว่า ปริมาณทองแดง นิเกิล และโครเมียม ทั้งคลองภายในและคลองภายนอกบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมทั้ง 3 สถานี มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในระดับความเข้มข้นที่พบว่าไม่มีผลกระทบต่อสัตว์หน้าดิน (TEC) ซึ่งกำหนดไว้คือ ทองแดงไม่เกิน 31.6 mg/kg นิเกิลไม่เกิน 22.7 mg/kg และโครเมียมไม่เกิน 43.4 mg/kg ตามลำดับ ยกเว้นปริมาณโครเมียมในตะกอนดินจากคลองภายนอกของสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1

ผลการหาค่าเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืน (% Recovery)

จากการนำตัวอย่างตะกอนดินของสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3 ภายนอก เก็บครั้งที่ 6 มาเติมสารละลายมาตรฐานทองแดง นิเกิล และโครเมียม ที่มีความเข้มข้น 1.0 ppm เข้าไปในตัวอย่างแล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS โดยวิเคราะห์ทั้งหมด 7 ซ้ำ ค่าเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืน (%Recovery) ของทองแดง นิเกิล และโครเมียม เท่ากับ 100.81, 100.58 และ 101.63 (ดังตารางที่ 3) โดยเกณฑ์มาตรฐานค่าความเข้มข้นของการวิเคราะห์หาค่าที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานนั้นเกณฑ์กำหนดจะต้องอยู่ในช่วง 90–110% ซึ่งถือว่าการทดลองมีความถูกต้อง

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเข้มข้นของการหาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด

ครั้งที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นของ ทองแดง (ppm)	ความเข้มข้นของ นิกเกิล (ppm)	ความเข้มข้นของ โครเมียม (ppm)
1	0.99	1.01	1.03
2	0.98	1.02	1.05
3	0.99	1.01	1.03
4	0.97	1.01	1.04
5	0.96	1.02	1.04
6	0.98	1.03	1.03
7	0.99	1.03	1.05
เฉลี่ย	0.98	1.02	1.04
Standard Deviation	0.01	0.01	0.01
%Standard Check	98	102	104

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วม

ค่าเฉลี่ย mg/kg	ครั้งที่เก็บ ตัวอย่าง	สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1		สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3		สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5	
		ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก
Cu	1	11902.61±0.59	292.07±0.02	174.19±0.03	194.43±0.02	1261.79±0.09	97.96±0.03
	2	11869.97±0.10	291.68±0.02	174.43±0.03	196.89±0.02	1258.99±0.04	98.27±0.04
	3	11869.03±0.17	289.08±0.00	173.15±0.03	193.49±0.02	1262.06±0.09	97.29±0.02
	4	11783.31±0.16	291.08±0.03	176.27±0.04	194.69±0.03	1253.60±0.04	97.16±0.01
	5	11793.86±0.26	293.19±0.02	172.45±0.02	195.86±0.02	1261.51±0.03	99.71±0.04
	6	11791.35±0.58	291.95±0.01	174.97±0.02	194.06±0.02	1259.13±0.05	96.67±0.01
	x±S.D.	11835.02±51.42	291.51±1.37	174.24±1.35	194.90±1.25	1259.51±3.20	97.84±1.08
Ni		t = 549.67 Sig = 0.00		t = 27.51 Sig = 0.00		t = 843.70 Sig = 0.00	
	1	299.63±0.07	59.33±0.04	41.18±0.02	49.82±0.04	2294.33±0.18	140.24±0.44
	2	306.96±0.03	58.39±0.02	35.85±0.10	49.10±0.03	2319.37±0.11	91.58±0.08
	3	306.82±0.08	53.13±0.11	34.42±0.19	45.21±0.05	2285.68±0.10	90.34±0.09
	4	306.82±0.13	54.88±0.10	39.35±0.08	51.36±0.05	2314.57±0.07	95.55±0.05
	5	310.75±0.05	58.92±0.16	38.53±0.03	63.43±0.09	2328.43±0.12	104.22±0.11
	6	308.34±0.03	57.98±0.11	41.41±0.04	55.69±0.11	2318.94±0.24	109.48±0.09
	x±S.D.	306.55±3.72	57.11±2.51	38.46±2.83	52.44±6.37	2310.22±16.52	105.24±18.69
		t = 136.32 Sig = 0.00		t = 4.91 Sig = 0.00		t = 216.51 Sig = 0.00	

หมายเหตุ ค่า sig คือ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ถ้า ค่า sig>0.01 แสดงว่าความแปรปรวนเท่ากัน แต่ถ้าค่า sig<0.01 แสดงว่าความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 (ต่อ) ความเข้มข้นเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วม

ค่าเฉลี่ย mg/kg	ครั้งที่เก็บ ตัวอย่าง	สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1		สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 3		สถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 5	
		ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน	ภายนอก
Cr	1	402.05±0.09	49.42±0.28	45.11±0.08	42.93±0.06	595.47±0.14	62.96±0.08
	2	412.05±0.09	45.04±0.13	43.64±0.11	47.02±0.10	598.73±0.33	61.29±0.06
	3	413.16±0.08	35.59±0.10	43.99±0.04	46.63±0.08	578.88±0.28	67.38±0.06
	4	433.49±0.17	38.40±0.09	46.31±0.10	45.59±0.06	572.41±0.23	76.38±0.10
	5	430.02±0.20	34.27±0.05	49.12±0.08	48.88±0.11	561.89±0.02	75.56±0.03
	6	429.05±0.21	41.25±0.07	50.87±0.16	52.39±0.07	572.20±0.11	71.84±0.01
	$\bar{x} \pm S.D.$	419.97±12.62	40.66±5.80	46.51±2.91	47.24±3.19	579.93±14.41	69.24±6.38
		t = 66.90 Sig = 0.00		t = 0.42 Sig = 0.69		t = 79.38 Sig = 0.00	

หมายเหตุ ค่า sig คือ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ถ้า ค่า sig > 0.01 แสดงว่าความแปรปรวนเท่ากัน แต่ถ้าค่า sig < 0.01 แสดงว่าความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3 แสดงผลของการหาค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery ของโลหะหนักในตัวอย่างตะกอนดินของสถานีป้องกันน้ำท่วม
ที่ 3 ภายนอก เก็บครั้งที่ 6

ครั้งที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นของ Unspike Sample (mg/L)			ความเข้มข้นที่วัดได้จากการทำ Spike samples ของทองแดง (mg/L)		
	Cu	Ni	Cr	Cu	Ni	Cr
1	1.9170	0.5698	0.4693	2.9874	1.5584	1.5297
2	1.9555	0.6642	0.4955	2.9858	1.6263	1.7952
3	1.9539	0.4383	0.6077	2.9547	1.5223	1.4652
4	2.0234	0.5346	0.6849	3.0286	1.5268	1.6373
5	2.0256	0.6398	0.6002	3.0199	1.6399	1.6096
6	2.0031	0.4787	0.6168	3.0039	1.4947	1.5568
7	1.8592	0.6082	0.5432	2.8136	1.6058	1.5378
	1.96	0.56	0.57	2.97	1.57	1.59
Standard Deviation	0.06	0.08	0.08	0.07	0.06	0.11
%Recovery	-	-	-	100.81	100.58	101.63

สรุปและอภิปรายผล

ตะกอนดินบริเวณสถานีป้องกันน้ำท่วมทั้ง 3 สถานีทั้งคลองภายในและคลองภายนอกในเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดในตัวอย่างตะกอนดินที่ตรวจพบอยู่ในระดับที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับร่างกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในระดับความเข้มข้นที่พบว่าไม่มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำดิน (TEC) ยกเว้นปริมาณโครเมียมในตะกอนดินจากคลองภายนอกของสถานีป้องกันน้ำท่วมที่ 1 การปนเปื้อนโลหะหนักในตะกอนดินซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียออกมาตามคลองระบายน้ำรอบนิคม ดังนั้นโรงงานแต่ละโรงงานจึงควรมีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนปล่อยลงสู่คลองระบายน้ำเพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำและตะกอนดิน และควรมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำและตะกอนดินก่อนที่จะสูบปล่อยออกไปสู่คลองภายนอกซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารและเกิดการแพร่กระจายของโลหะหนักออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาการสะสมโลหะหนักในตะกอนดินแบบต่อเนื่องเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการสะสมโลหะหนักในตะกอนดิน

เอกสารอ้างอิง

- แม่น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม. 2535. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์.
- สาโรจน์ เริ่มคำร้, สาวิตรี แกเรียส และเกริก วงศ์สอนธรรม. 2550. การปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยตอนบน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- ส่วนปฏิบัติการฉุกเฉินและฟื้นฟู สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). รายงานการศึกษาการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน. เข้าถึงได้จาก: http://library.pcd.go.th/Multimedia/Ebook/Public/law/Report_std_soil.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 28 มิถุนายน 2556)
- Alluri, HK., et al. 2007. Biosorption: An eco-friendly alternative for heavy metal removal. *African Journal of Biotechnology*, vol. 6, no.25, p.2924-2931.