วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.1) January – April 2023 บทความวิจัย

ปริมาณมลพิษของภาระบรรทุกสารอินทรีย์ จังหวัดปทุมธานี

Pollution Assessment in Terms of Organic Loading in Pathum Thani Province

อรทัย คังฆะมณี และ วนิดา ชูอักษร*

Orathai Kangkamanee and Wanida Chooaksorn*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Science and Technology, Thammasat University

Received : 23 June 2022

Revised : 9 August 2022

Accepted : 16 August 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียในปี พ.ศ. 2563 และปี พ.ศ. 2583 ของจังหวัดปทุมธานี โดยใช้วิธีการประเมินค่าความสกปรกในรูปของค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (บีโอดี) จากแหล่งกำเนิดน้ำเสีย 3 ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม (การปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และพื้นที่เพาะปลูก) ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2563 แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากที่สุด รองลงมา คือ แหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทชุมชน และเกษตรกรรม คิดเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ เท่ากับ 24,113.19, 23,982.87 และ 3,481.15 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่ในปี พ.ศ. 2583 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดประเภทชุมชนมากที่สุด รองลงมาคือโรงงานอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม คิดเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 29,140.64, 22,261.41 และ 4,718.65 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาพื้นที่อำเภอเมืองปทุมธานีมีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ควรมีการปรับปรุงระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดมลพิษทั้งด้านปริมาณและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง และควรวางแผนเพื่อหาแนวทางและมาตรการการรองรับ และลดมลพิษทางน้ำที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของจังหวัดปทุมธานีต่อไป

คำสำคัญ : ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ; จังหวัดปทุมธานี ; แหล่งกำเนิดน้ำเสีย ; ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (บีโอดี)

Abstract

The study aims to assess the organic matter loading of wastewater sources in 2020 and 2040 of Pathum Thani Province. The organic matter loading is estimated in term of Biochemical Oxygen Demand (BOD) from three different sources: community, industry, and agriculture (livestock, freshwater aquaculture, and farmland). The results found that in the year 2020, the sources of industrial wastewater have the highest organic matter loading, followed by community and agriculture wastewater sources. The values are 24,113.19, 23,982.87 and 3,481.15 kg/day for the three sources above, respectively. However, the load of organic matter from community source is the most, followed by industrial and agricultural sources in the year 2040. These values will increase to 29,140.64, 22,261.41 and 4,718.65 kg/day, respectively. The results of this study in Muang Pathum Thani district are the highest load of organic matter. The wastewater treatment system should be improved to be effective to reduce in both quantity and concentration of organic matter from all sources. The results obtained from this study could be useful in planning the wastewater treatment plant capacities, guidelines, and measures to reduce future water pollution of Pathum Thani Province.

Keywords : organic Loading ; Pathum Thani Province ; source of Wastewater ;
Biochemical Oxygen Demand (BOD)

***Corresponding author. E-mail** : chooaksorn@hotmail.com

บทนำ

จังหวัดปทุมธานี เป็นจังหวัดที่มีการเจริญเติบโตของโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นแหล่งรองรับการเข้ามาหางานทำของคนในทุกภูมิภาคของประเทศ เพราะเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม และสถานศึกษาทั้งในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาหลายแห่ง จึงเป็นแหล่งรองรับปัญหาด้านต่าง ๆ ทั้งด้านสังคม ด้านอาชญกรรม ด้านยาเสพติด ด้านสิ่งแวดล้อมและมลพิษ โดยปัญหามลพิษที่สำคัญ คือ ปัญหาคุณภาพของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งรองรับการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไหลผ่านจังหวัดปทุมธานีในเขตอำเภอสามโคกและอำเภอเมืองปทุมธานี มีแนวโน้มความเสื่อมโทรมเพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากการรองรับน้ำที่เกิดขึ้นของกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การขยายตัวของชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม จากข้อมูลรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยประจำปี 2563 ซึ่งประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาโดยรวมจากดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (Water Quality Index ; WQI) พบว่า บริเวณที่ไหลผ่านพื้นที่จังหวัดปทุมธานีมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2563 คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม โดยเฉพาะบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแลของการประปานครหลวงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม (Metropolitan Waterworks Authority, 2015; Pollution Control Department, 2016; Pollution Control Department, 2020) ซึ่งอาจส่งผลต่อการผลิตน้ำประปาได้ ถึงแม้ในปัจจุบันการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต้องมีการบำบัดให้ได้ความเข้มข้นเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของแหล่งกำเนิดนั้น ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำแต่ละประเภทจะต้องมีการควบคุมความเข้มข้นมลพิษให้เป็นไปตามมาตรฐาน แต่เนื่องด้วยการใช้ค่าความเข้มข้นมลพิษควบคุมการปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมยังคงมีปัญหา เพราะแต่ละแหล่งกำเนิดปล่อยมลพิษที่เป็นภาระบรรทุกสารอินทรีย์ออกมาได้โดยไม่ได้มีการควบคุมปริมาณที่ปล่อยออก ส่งผลให้แหล่งรองรับมลพิษทางน้ำมีความเสื่อมโทรมลงและสูญเสียสมดุลของระบบนิเวศ ในอนาคตจะมีการกำหนดมาตรการที่เข้มงวดมากขึ้น กล่าวคือ การกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายมลพิษทางน้ำตามปริมาณมลพิษที่ระบายออกมาแทนความเข้มข้นของมลพิษ โดยจะพิจารณาตามขีดความสามารถในการรองรับมลพิษแต่ละพื้นที่ (The Royal Thai Government Gazette, 2020)

จากปัญหามลพิษและการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานควบคุมการระบายมลพิษทางน้ำข้างต้น แสดงให้เห็นว่าควรมีการประเมินมลพิษในรูปของภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี โดยมีการจำแนกประเภทตามแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม การปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และพื้นที่เพาะปลูก เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและเตรียมมาตรการเพื่อลดภาระบรรทุกสารอินทรีย์ รวมทั้งแก้ปัญหาคุณภาพของน้ำผิวดินที่เสื่อมโทรมให้ดีขึ้น ตลอดจนการคาดการณ์ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ของพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 การประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทชุมชน

(1) ข้อมูลจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์และประชากรแฝง จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (National Statistical Office, 2020) โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2563

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำเสีย โดยประเมินจากความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของประชากรในพื้นที่การปกครองต่าง ๆ ทั้งในระดับเทศบาล และนอกเขตเทศบาล โดยในเขตเทศบาลประเมินจากเกณฑ์ของการประปาส่วนภูมิภาค ส่วนนอกเขตเทศบาลประเมินจากอัตราการใช้น้ำตามเกณฑ์มาตรฐานของการสำรวจความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.)

(3) ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์บีโอดีน้ำทิ้งประเภทชุมชน

1.2 การประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทโรงงานอุตสาหกรรม

(1) ข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2563 และใช้ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนแปลงของโรงงานอุตสาหกรรมต่อปี (r) เป็นการแสดงแนวโนมการเปลี่ยนแปลงของ โรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้การคาดการณ์อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ภาคอุตสาหกรรมย้อนหลัง จากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (The Office of Industrial Economics, 2019) ซึ่งในปี พ.ศ. 2562 ภาคอุตสาหกรรมอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศลดลงร้อยละ 0.4

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำเสียของทุกโรงงานอุตสาหกรรม

(3) ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์บีโอดีน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิด

Table 1 The growth rate of gross domestic product (GDP) in agricultural sector 2019

Branches	The growth rate of GDP in agricultural sector (Unit: Percent)
Crops	3.2
Livestock	1.8
Fisheries	1.5
Agricultural Service	2.5
Forestry	1.7

Souece : Office of Agricultural Economics, 2019

1.3 การประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทเกษตรกรรม

(1) ข้อมูลชนิดและจำนวนการเลี้ยงปศุสัตว์แต่ละชนิด ชนิดและจำนวนพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และการเพาะปลูก ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปี (r) เป็นการแสดงแนวโนมการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้การคาดการณ์

อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศภาคเกษตรย้อนหลัง จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics, 2019) ดังตารางที่ 1

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำเสียของการเลี้ยงปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และการเพาะปลูก

(3) ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์บีโอดีน้ำทิ้งของของการเลี้ยงปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และการเพาะปลูก

2. การประเมินมลพิษในรูปของภาระบรรทุกสารอินทรีย์

การประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในรูปสารอินทรีย์ หรือภาระความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand Loading; BOD loading) เป็นการแสดงถึงค่าของสารอินทรีย์ ที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด ลงสู่แหล่งรองรับประเภทต่าง ๆ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

2.1 การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์ของแหล่งน้ำเสียประเภทชุมชน

การประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในรูปสารอินทรีย์ โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินปริมาณน้ำเสียชุมชนที่เกิดขึ้น โดยคิดร้อยละ 80 ของอัตราการใช้น้ำของพื้นที่การปกครองรูปแบบต่าง ๆ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

Table 2 Water demand rate and wastewater rate of urban and rural

Area	Water Demand (L/Cap/Day)	Wastewater (L/Cap/Day)
Municipality	250	200
Town Municipality	200	160
Subdistrict Municipality	120	96
Subdistrict Administrative Organization	50	40

Source : Irrigation Development Institute of Royal Irrigation Department, 2015

นำข้อมูลจำนวนประชากรในพื้นที่ขอบเขตการปกครองรูปแบบต่าง ๆ ในระดับตำบล คิดคำนวณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากชุมชน ดังสมการที่ (1)

ปริมาณน้ำเสียจากชุมชน (ลิตร/วัน) = จำนวนประชากร (คน) x ร้อยละ 80 ของอัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน) (1)

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจำนวน 100 แห่ง ของแหล่งกำเนิดชุมชนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ประเภทที่ดินจัดสรร หอพัก คอนโดมิเนียม อพาร์ทเทนต์ โรงเรียน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า ตลาด โดยตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่ามีความเข้มข้นของค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 118 มิลลิกรัม/ลิตร (Provincial Offices of Natural Resources and Environment Pathum Thani, 2019) นำมาประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์โดยนำปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนมาคูณกับค่าบีโอดีดังสมการที่ (2)

BOD Loading (kg/day) = [ปริมาณน้ำเสียชุมชน (l/day) x 118 mg/l] x [1 kg/1,000,000 mg] (2)

2.2 การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์ของแหล่งน้ำเสียประเภทอุตสาหกรรม

การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์จากน้ำเสียอุตสาหกรรม ดำเนินการโดยใช้จำนวนแรงม้าของการผลิตของแต่ละโรงงาน คูณกับความเข้มข้นของค่าบีโอดีแบ่งตามประเภทโรงงาน 107 ประเภท ทุกโรงงานในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี (Pollution Control Department, 2007) ดังสมการที่ (3)

BOD Loading (kg/day) = จำนวนแรงม้าของเครื่องจักร (แรงม้า) x ค่าสัมประสิทธิ์ BOD น้ำทิ้ง (กิโลกรัม/วัน/แรงม้า) (3)

2.3 การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์ของแหล่งน้ำเสียประเภทเกษตรกรรม

(1) การเลี้ยงปศุสัตว์

การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์น้ำเสียจากการเลี้ยงปศุสัตว์โดยจำแนกตามประเภทการเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดของจังหวัดปทุมธานี ได้แก่ โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ไก่ และเป็ด คำนวณปริมาณน้ำเสีย โดยข้อมูลจำนวนสัตว์คูณกับค่าอัตราการเกิดน้ำเสียที่คิดมาจากร้อยละอัตราน้ำใช้ของสัตว์แต่ละชนิดดังสมการที่ (4)

ปริมาณน้ำเสียจากปศุสัตว์ (ลิตร/วัน) = จำนวนสัตว์ (ตัว) x อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/ตัว/วัน) (4)

สำหรับความเข้มข้นของค่าบีโอดีของการปศุสัตว์แบ่งตามประเภทสัตว์จากการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งของฟาร์มปศุสัตว์ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี เท่ากับ 102.8 มิลลิกรัม/ลิตร (Provincial Offices of Natural Resources and Environment Pathum Thani, 2019) และประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์ดังสมการที่ (5)

BOD Loading (kg/day) = [ปริมาณน้ำเสียปศุสัตว์ (l/day) x 102.8 mg/l] x [1 kg/1,000,000 mg] (5)

(2) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ความเข้มข้นของค่าบีโอดีของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดแบ่งตามประเภทสัตว์โดยการวิเคราะห์ของกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2002; Pollution Control Department, 2005) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์บีโอดีของปลากินเนื้อ, ปลากินพืช, กุ้งก้ามกราม และกุ้งกุลาดำ/กุ้งขาว เท่ากับ 0.77, 0.24, 0.36 และ 0.19 กิโลกรัม/ไร่/วัน ตามลำดับ ประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสามารถจำแนกตามประเภทการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ซึ่งคำนวณโดยใช้พื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคูณกับค่าสัมประสิทธิ์ BOD น้ำทิ้ง ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ดังสมการที่ (6)

BOD Loading (kg/day) = ค่าสัมประสิทธิ์บีโอดี (กก./ไร่/วัน) x พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดชนิดต่าง ๆ (ไร่) (6)

(3) การเพาะปลูก

การประเมินมลพิษในรูปของภาระอินทรีย์ โดยการประเมินปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ได้แก่ นาข้าว ไม้ดอก ไม้ผล ไม้ยืน ต้น พืช และผัก ซึ่งคำนวณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้พื้นที่การทำการเพาะปลูกคูณกับค่าสัมประสิทธิ์ชะล้างหน้าดินของน้ำฝน ซึ่งพื้นที่จังหวัดปทุมธานี มีคุณลักษณะกลุ่มดินเหนียว ดังตารางที่ 3 และคูณกับปริมาณน้ำฝนที่กำหนดขึ้นเพื่อในการคำนวณเท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร ดังสมการที่ (7)

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากพื้นที่เพาะปลูก (ลูกบาศก์เมตร/วัน)

= [พื้นที่เพาะปลูก (ตารางเมตร) x C_v x ปริมาณน้ำฝน] x [1 เมตร/1000 มิลลิเมตร] (7)

Table 3 The coefficient soil leaching of rainfall

Land Use	The coefficient soil leaching of rainfall (C_v)			
	Sand / Sandy Loam	Loam	Sandy Clay Loam	Clay / Clay Loam
Paddy Field	0.35	0.04	0.45	0.50
Vegetable Garden	0.55	0.65	0.70	0.75
Orchard	0.55	0.65	0.70	0.75
Forest Land	0.04	0.10	0.13	0.14

Source : Pollution Control Department, 2019

ความเข้มข้นของค่าบีโอดีของการเพาะปลูกแบ่งตามประเภทพืช โดยการวิเคราะห์ของกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2005) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์บีโอดีของนาข้าว สวนผัก ผลไม้ และป่าไม้ เท่ากับ 2.4, 1.1, 1.1 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ประเมินภาระบรรทุกสารอินทรีย์โดยใช้ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากพื้นที่เพาะปลูกคูณกับค่าบีโอดี ดังสมการที่ (8)

BOD Loading (kg/day)

= ปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูก (ลูกบาศก์เมตร/วัน) x ค่าบีโอดี (mg/l) x [1 kg/1,000,000 mg] (8)

3. การคาดการณ์ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในอนาคต

การคาดการณ์แนวโน้มจำนวนแหล่งกำเนิดน้ำเสียทั้ง 5 แหล่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตปี พ.ศ. 2583 (20 ปีข้างหน้า) สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ Exponential Curve Projection เนื่องจากแบบจำลองนี้ ใช้กับกรณีที่สภาพการเปลี่ยนแปลงประชากรในอดีตมีอัตราการเปลี่ยนแปลง ค่อนข้างคงที่และตลอดเวลาด้วยสมมุติฐานที่สภาพการเปลี่ยนแปลงในอนาคตจะเป็นไปตามแนวโน้มเดิม (Department of Local Administration, n.d.) การคาดการณ์จำนวนแหล่งกำเนิดในอนาคตเป็นไปตาม สมการที่ (9)

$$P_t = P_0 e^{rt} \quad (9)$$

โดยที่ P_0 คือ จำนวนแหล่งกำเนิดในช่วงแรกของเวลาที่ศึกษา

P_t คือ จำนวนแหล่งกำเนิดในช่วงหลังของเวลาที่ศึกษา

t คือ จำนวนปีที่พยากรณ์

r คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแหล่งกำเนิดต่อปี

อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแหล่งกำเนิดต่อปี (r) เป็นการแสดงแนวโนมการเปลี่ยนแปลงของแหล่งกำเนิดในแต่ละช่วงเวลา โดยคำนวณได้ดังสมการที่ (10)

$$r = \frac{\log(\frac{Pt}{P0})}{\mathrm{t}\log e} \quad (10)$$

ผลการวิจัย

1. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากชุมชน

ข้อมูลประชากรของจังหวัดปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2563 มีประชากรทั้งสิ้น 1,710,169 คน โดยเป็นประชากรตามทะเบียนราษฎร์จำนวน 1,176,412 คน และประชากรแฝงจำนวน 533,757 คน พบว่า ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ในปี พ.ศ. 2563 รวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 23,982.87 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอลำลูกกา รองลงมา คือ อำเภอคลองหลวง และอำเภอธัญบุรี มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 6,307.72, 5,845.59 และ 5,744.99 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การคาดการณ์ปี พ.ศ. 2583 จะมีประชากรรวมในจังหวัดปทุมธานีเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1,838,153 คน โดยเป็นประชากรที่ขึ้นทะเบียนราษฎร์จำนวน 788,091 คน ลดลงจากปี พ.ศ. 2563 ทำให้ปริมาณการใช้น้ำและการเกิดน้ำเสียโดยรวมของประชากรตามทะเบียนราษฎร์ลดลงด้วย แต่จำนวนประชากรแฝงเพิ่มขึ้นเป็น 1,050,061 คน (National Statistical Office,2020) ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์รวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 29,140.64 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอลำลูกกา รองลงมา

คือ อำเภอคลองหลวง และอำเภอธัญบุรี มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 7,386.55, 7,125.12 และ 6,206.74 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

2. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

จากข้อมูลจำนวนและประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ในปี พ.ศ. 2563 จังหวัดปทุมธานีมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งหมด 2,950 แห่ง ซึ่งประเมินปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของโรงงานทั้ง 3 จำพวก จากจำนวนแรงม้าของเครื่องจักร พบว่า ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรมทั้งจังหวัดเท่ากับ 24,113.19 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด คือ อำเภอเมืองปทุมธานี รองลงมา คือ อำเภอคลองหลวง และอำเภอลำลูกกา มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 10,911.39, 6,772.53 และ 2,337.95 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การคาดการณ์ปี พ.ศ. 2583 จะมีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรมลดลง เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจอุตสาหกรรมในอนาคตจะมีการเติบโตน้อยลง (Office of Agricultural Economics, 2019) ซึ่งผลการประเมินจากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรมผ่านระบบบำบัดน้ำเสียทั้งจังหวัดเท่ากับ 22,261.41 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอคลองหลวง และอำเภอลำลูกกา มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 10,072.48, 6,251.83และ 2,158.20 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

3. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากเกษตรกรรม

(1) การปศุสัตว์

การทำปศุสัตว์มีอัตราการใช้น้ำขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์ที่เลี้ยง โดยสุกร โค/กระบือ และไก่/เป็ด จากข้อมูลจำนวนและประเภทของการทำปศุสัตว์ ได้แก่ การเลี้ยงสัตว์ชนิดต่าง ๆ พบว่า ในปี พ.ศ. 2563 จังหวัดปทุมธานีมีการเลี้ยงสัตว์ประเภทสุกร โค/กระบือ และไก่/เป็ด มีจำนวนการเลี้ยงเท่ากับ 7,177, 7,043 และ 824,134 ตัว ตามลำดับ โดยปริมาณน้ำเสียรวมที่ได้เท่ากับ 107,655, 112,688 และ 20,603.35 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์รวมทั้งจังหวัดจากการเลี้ยงสัตว์ทุกประเภทได้เท่ากับ 24.77 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุดมาจากการเลี้ยงโค/กระบือ เท่ากับ 11.58 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมาคือสุกรเท่ากับ 11.07 กิโลกรัมต่อวัน และน้อยที่สุดคือ ไก่/เป็ดเท่ากับ 2.12 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบระดับอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอคลองหลวง อำเภอหนองเสือ และอำเภอลาดหลุมแก้ว มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 13.14 4.17 และ 2.47 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การคาดการณ์ปี พ.ศ. 2583 จะมีการเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคเกษตร สาขาการปศุสัตว์เพิ่มขึ้น ซึ่งจำนวนสุกร โค/กระบือ และไก่/เป็ด เท่ากับ 10,287, 10,095 และ 1,181,256 ตัว ตามลำดับ โดยปริมาณน้ำเสียรวมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเท่ากับ 154,305.08, 161,519.03 และ 29,531.39 ลิตรต่อวัน ตามลำดับ ผลการประเมินปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดปศุสัตว์ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้งจังหวัดเท่ากับ 35.50 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุดมาจากการเลี้ยงโค/กระบือ เท่ากับ 16.40 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมาคือสุกรเท่ากับ 15.86 กิโลกรัมต่อวัน และน้อยที่สุดคือ ไก่/เป็ด เท่ากับ 3.04 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอคลองหลวง อำเภอ

หนองเสือ และอำเภอลาดหลุมแก้ว มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 18.84, 5.98 และ 3.54 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

(2) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดประเมินจากพื้นที่เลี้ยงรวมของสัตว์น้ำชนิดนั้นและนำมาวิเคราะห์ร่วมกับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีจากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2002; Pollution Control Department, 2005) พบว่า แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากการเลี้ยงปลากินพืชที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี เท่ากับ 0.24 กิโลกรัม/ไร่/วัน และกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2018) พบว่า แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งขาวที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี เท่ากับ 0.19 กิโลกรัม/ไร่/วัน จากผลการประเมินในปี พ.ศ. 2563 พบว่า จังหวัดปทุมธานีมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดประเภทปลารวมและกุ้งขาว โดยคิดออกมาเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์รวมทั้งจังหวัดที่มาจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดทุกประเภทได้เท่ากับ 3,397.65 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา และอำเภอคลองหลวง มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 1,253.69, 1,123.52 และ 330.91 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การคาดการณ์ปี พ.ศ. 2583 จะมีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคเกษตร สาขาการประมงเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการประเมินจากแหล่งกำเนิดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดผ่านระบบบำบัดน้ำเสียทั้งจังหวัดเท่ากับ 4,586.34 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา และอำเภอคลองหลวง มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 1,692.30, 1516.59 และ 446.68 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

(3) การเพาะปลูก

การเพาะปลูกเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ไม่แน่นอนจึงประเมินจากพื้นที่ทำการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดและนำมาวิเคราะห์ร่วมกับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีจากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (Pollution Control Department, 2005) พบว่า แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากการเพาะปลูกข้าว สวนผัก ผลไม้ และพื้นที่ป่าไม้ ที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี เท่ากับ 2.4, 1.1, 1.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากผลการรวบรวมข้อมูลจำนวนและประเภทของการเพาะปลูก พบว่าในปี พ.ศ. 2563 จังหวัดปทุมธานีมีการเพาะปลูกประเภทนาข้าว สวนผัก สวนผลไม้ และป่าไม้ พื้นที่รวม 339,823.6 ไร่ โดยคิดออกมาเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์รวมทั้งจังหวัดที่มาจากการเพาะปลูกทุกประเภทได้เท่ากับ 58.74 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา และอำเภอลาดหลุมแก้ว มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 14.63, 12.69 และ 12.35 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การคาดการณ์ปี พ.ศ. 2583 จะมีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคเกษตร สาขาการพืชและป่าไม้เพิ่มขึ้น ซึ่งผลการประเมินจากแหล่งกำเนิดการเพาะปลูกถ้าผ่านระบบบำบัดน้ำเสียทั้งจังหวัดเท่ากับ 96.80 กิโลกรัมต่อวัน โดยอำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา และอำเภอลาดหลุมแก้ว มีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ

24.09, 20.92 และ 20.37 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากผลการประเมินปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของการเพาะปลูกปี พ.ศ. 2563 และปี พ.ศ. 2583 โดยมีพื้นที่การเพาะปลูกสูงที่สุดของพืชแต่ละชนิดในอำเภอต่าง ๆ พบว่า ข้าวมีการปลูกมากที่สุดในอำเภอลำลูกกา ส่วนสวนผัก สวนผลไม้ และพื้นที่ป่าไม้ ปลูกมากที่สุดในอำเภอหนองเสือ ดังนั้นในพื้นที่นี้มีน้ำเสียจากกิจกรรมปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมากและมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงกว่าอำเภออื่น ๆ

Table 4 The organic loading from various sources 2020

District	The organic loading 2040 (Kilogram/day)					
	Community	Industry	Agriculture			Total
			Livestock	Aquaculture	Cultivate	
Mueang	3,533.92	10,911.39	1.32	250.75	3.41	14,700.79
Khlong Luang	5,845.59	6,772.53	13.14	330.91	8.12	12,970.30
Thanyaburi	5,744.99	1,213.71	1.16	40.51	1.89	7,002.27
Nong Suea	746.92	252.78	4.17	1,253.69	14.63	2,272.19
Lat Lum Kaeo	989.55	1,798.80	2.47	236.99	12.35	3,040.17
Lam Luk Ka	6,307.72	2,337.95	1.38	1,123.52	12.69	9,783.25
Sam Khok	814.17	826.04	1.13	161.28	5.63	1,808.25
Total	23,982.87	24,113.19	24.77	3,397.65	58.74	51,577.21

Table 5 The organic loading from various sources 2040

District	The organic loading 2040 (Kilogram/day)					
	Community	Industry	Agriculture			Total
			Livestock	Aquaculture	Cultivate	
Mueang	4,714.95	10,072.48	1.89	338.48	5.63	15,133.43
Khlong Luang	7,125.12	6,251.83	18.84	446.68	13.39	13,855.86
Thanyaburi	6,206.74	1,120.40	1.67	54.68	3.11	7,386.60
Nong Suea	1,108.38	235.48	5.98	1,692.30	24.09	3,066.22
Lat Lum Kaeo	1,433.09	1,660.50	3.54	319.91	20.37	3,437.41
Lam Luk Ka	7,386.55	2,158.20	1.98	1,516.59	20.92	11,084.23
Sam Khok	1,165.81	762.53	1.62	217.71	9.29	2,156.94
Total	29,140.64	22,261.41	35.50	4,586.34	96.80	56,120.70

ดังนั้นเมื่อรวบรวมปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียต่าง ๆ ปี พ.ศ. 2563 สามารถเรียงลำดับแหล่งกำเนิดภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากปริมาณมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด คือ โรงงานอุตสาหกรรม > ชุมชน > การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด > การเพาะปลูก > การปศุสัตว์ และจำแนกรายอำเภอพบว่า อำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่ อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอคลองหลวง และอำเภอลำลูกกา คิดเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 14,700.79, 12,970.30 และ 9,783.25 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

จากการคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2583 สามารถเรียงลำดับแหล่งกำเนิดภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากปริมาณมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด คือ ชุมชน > โรงงานอุตสาหกรรม > การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด > การเพาะปลูก > การปศุสัตว์ และจำแนกรายอำเภอพบว่า อำเภอที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด ได้แก่อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอคลองหลวง และอำเภอลำลูกกา คิดเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 15,133.43, 13,855.86 และ 11,084.23 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการประเมินปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของชุมชนปี พ.ศ. 2563 และปี พ.ศ. 2583 อำเภอลำลูกกามีจำนวนประชากรรวมน้อยกว่าอำเภอคลองหลวง แต่ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากกว่า เนื่องจากอำเภอลำลูกกามีรูปแบบการปกครองเป็นเทศบาล ประชากรส่วนใหญ่ก็อยู่ในพื้นที่เทศบาล ส่วนใหญ่เป็นเทศบาลตำบลและเทศบาลเมือง ซึ่งมีอัตราการใช้น้ำตามกำหนด (Irrigation Development Institute, Royal Irrigation Department, 2015) อยู่ระหว่าง 120-200 ลิตร/คน/วัน ส่งผลให้เกิดอัตราน้ำเสียในปริมาณมาก แต่อำเภอคลองหลวงมีรูปแบบการปกครองเป็นองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ซึ่งมีอัตราการใช้น้ำน้อยกว่าคิดเป็น 50 ลิตร/คน/วัน เนื่องจากส่วนใหญ่อยู่นอกเขตเทศบาล ส่วนภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรมจากผลการประเมินจำนวนแรงม้ารวมทั้งหมดในจังหวัดปทุมธานีในปี พ.ศ. 2563 เท่ากับ 5,153,660 แรงม้า และในปี พ.ศ. 2583 เท่ากับ 4,757,476 แรงม้า จะเห็นได้ว่าในอนาคตจำนวนแรงม้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเติบโตด้านเศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยลดลงร้อยละ 0.4 ซึ่งสาเหตุการลดลงอาจเป็นผลมาจากสภาพปัญหาทางเศรษฐกิจทำให้โรงงานอุตสาหกรรมหยุดกิจการ หรือการเปลี่ยนแปลงสถานที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมที่เปิดใหม่ อาจมีการย้ายฐานการผลิตไปพื้นที่อื่นเนื่องจากสถานการณ์น้ำท่วมใหญ่ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งจังหวัดปทุมธานีตั้งอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มจึงทำให้เจอปัญหาน้ำท่วมเกิดความเสียหายของเครื่องจักร วัตถุดิบ และสินค้า ดังนั้นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของโรงงานอุตสาหกรรมปี พ.ศ. 2563 และปี พ.ศ. 2583 ในพื้นที่อำเภอเมืองปทุมธานีมีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด โรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุดคือ โรงงานประเภทที่ 13 โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง มีค่าเท่ากับ 5,891.74 กิโลกรัมต่อวัน ในปี พ.ศ. 2563 และ 5,438.76 กิโลกรัมต่อวัน ในปี พ.ศ. 2583 ซึ่งน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหาร การฆ่าสัตว์ การผลิตกระดาษ มีค่าความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าอำเภอคลองหลวง เป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมนวนคร ที่ประกอบไปด้วยโรงงานหลายประเภท เช่น ประเภทฉีดพลาสติก แม่พิมพ์ ลูกยาง โลจิสติกส์ อาหาร อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในนิคมอุตสาหกรรมมีความเข้มข้นและปริมาณมาก แต่การควบคุมสามารถดำเนินการได้ เนื่องจากนิคมอุตสาหกรรมมีมาตรการ ข้อกำหนด และกฎระเบียบ ต่าง ๆ ให้โรงงานทุกโรงงานในนิคม

อุตสาหกรรมต้องมีการรวบรวมน้ำเสียส่งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม ทำให้สามารถดำเนินการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับภาระสารอินทรีย์จากการทำเกษตรกรรม โดยข้อมูลของสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดปทุมธานี (Pathum Thani Livestock Provincial Office, 2020) พบว่า สุกรมีการเลี้ยงมากที่สุดในอำเภอคลองหลวง โดยวิธีการเลี้ยงสุกรใช้อาหารจากวัสดุเหลือใช้ภาคอุตสาหกรรมเต้าหู้และน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งจะได้กากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูง ราคาถูก เมื่อนำมาให้สุกรก็อาจจะเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ได้ หากอาหารเหล่านี้เปื้อนบนพื้นคอกหรือกินไม่หมด ส่วนโค/กระบือ และไก่/เป็ด มีการเลี้ยงมากที่สุดในอำเภอหนองเสือ ซึ่งพื้นที่ในอำเภอนี้ยังไม่ถูกพัฒนาเป็นเมืองใหญ่ทำให้คนในพื้นที่ยังสามารถประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากข้อมูลของสำนักงานประมงจังหวัดปทุมธานี (Pathum Thani Fisheries Provincial Office, 2020) พบว่า มีการเลี้ยงปลากินพืชมากที่สุดในอำเภอหนองเสือ เนื่องจากพื้นที่อำเภอหนองเสือยังมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมอยู่จำนวนมากและการเพาะเลี้ยงปลาก็เป็นส่วนหนึ่งของคนในพื้นที่นี้ ส่วนกุ้งขาว มีการเลี้ยงมากที่สุดในอำเภอลำลูกกา เนื่องจากในจังหวัดปทุมธานีมีตลาดรองรับขนาดใหญ่สำหรับสัตว์น้ำคือ ตลาดไทและตลาดแพปลาคลองสี่ ดังนั้นจึงมีการเลี้ยงปลากินพืชและกุ้งขาวจำนวนมาก ส่งผลให้ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในน้ำมีความเข้มข้นมาก จากข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2018) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนั้นมาจากรูปแบบอาหารที่ใช้เลี้ยงต่าง ๆ ที่มีโปรตีนสูง ได้แก่ ไส้ไก่ อาหารสำเร็จรูป รวมถึงการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมูลไก่ เพื่อนำมาเพิ่มผลผลิตขั้นต้น และการเลี้ยงด้วยอาหารดังกล่าวนี้จะทำให้น้ำในบ่อรวมทั้งดินก้นบ่อมีกากของเสียอาหารเหลือ และการตกค้างของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้มากเกินไป ทำให้คุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำที่เลี้ยงได้อย่างรวดเร็ว และจะทำให้ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำสาธารณะเมื่อปล่อยน้ำดังกล่าวออกสู่สิ่งแวดล้อม

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท ของจังหวัดปทุมธานีโดยภาพรวมส่วนใหญ่ พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุด รองลงมาคือ ชุมชนและเกษตรกรรม ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Tanongsak (2003) และ Rodtusana *et al.* (2015) ซึ่งเป็นการประเมินมลพิษทางน้ำในรูปของค่าบีโอดีในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง และจังหวัดฉะเชิงเทรา ตามลำดับ พบว่า ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงสุดมาจากกิจกรรมด้านเกษตรกรรม เนื่องจากมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงจากการระบายน้ำทิ้งของการทำปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด และการเพาะปลูกซึ่งมีพื้นที่จำนวนมาก รองลงมาคือ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน ส่วนพื้นที่จังหวัดปทุมธานีมีจำนวนกิจการโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุด และถัดมาเป็นพื้นที่ชุมชนเนื่องจากมีความเป็นเมืองค่อนข้างสูงโดยมีระบบขนส่งสะดวกเดินทางได้ง่าย มีห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ทำให้เกิดการจ้างงาน นอกจากนี้เป็นที่ตั้งของสถาบันการศึกษา ในระดับขั้นพื้นฐาน และระดับอุดมศึกษาเป็นจำนวนมากจึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ส่วนการทำเกษตรกรรม มีสัดส่วนน้อยเนื่องจากการเปลี่ยนสภาพพื้นที่เป็นเมืองมากขึ้นก็จะทำให้พื้นที่และรูปแบบการประกอบอาชีพเดิมจากเกษตรกรรมของคนในชุมชนลดลง ส่งผลให้ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ถูกปล่อยออกมามีปริมาณน้อย

สรุปผลการวิจัย

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในจังหวัดปทุมธานีโดยคิดเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในปี พ.ศ. 2563 51,577.21 กิโลกรัมต่อวันส่วนใหญ่มาจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทโรงงานอุตสาหกรรม รองลงมาคือแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทชุมชน และเกษตรกรรม เท่ากับ 24,113.19, 23,982.87 และ 3,481.15 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (คิดเป็นร้อยละ 46.75, 46.50 และ 6.75 ตามลำดับ) แต่ในปี พ.ศ. 2583 มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 56,120.70 กิโลกรัมต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.1 โดยเป็นภาระบรรทุกจากแหล่งกำเนิดชุมชนมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรม และน้อยที่สุด คือ เกษตรกรรม คิดเป็นปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 29,140.64, 22,261.41 และ 4,718.65 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (คิดเป็นร้อยละ 51.92, 39.67 และ 8.41 ตามลำดับ)

เอกสารอ้างอิง

Department of Local Administration, (n.d.) *Standard for Preparing Urban plans*. Ministry of Interior, Bangkok (in Thai)

Irrigation Development Institute, Royal Irrigation Department. (2015). *Water Management Operation Manual, Volume 8*. (1-8). Ministry of Agriculture and Coopereratives, Bangkok (in Thai)

Metropolitan Waterworks Authority. (2015). *Chao Phraya Basin*. Ministry of Interior, Bangkok (in Thai)

National Statistical Office. (2020). *Demography Population and Housing Branch*. Ministry of Digital Economy and Society, Bangkok (in Thai)

Office of Agricultural Economics. (2019). *Data of Agricultural Economics*. Ministry of Agriculture and Coopereratives, Bangkok (in Thai)

Pathum Thani Fisheries Provincial Office. (2020). *Fisheries database Pathum Thani*. Ministry of Agriculture and Coopereratives, Pathum Thani (in Thai)

Pathum Thani Livestock Provincial Office. (2020). *Farmer information*. Ministry of Agriculture and Coopereratives, Pathum Thani (in Thai)

Pollution Control Department. (2002). *Development wastewater treatment system in coastal aquaculture and effluent control : Plan for monitoring and controlling the quality of effluent from coastal aquaculture*. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok (in Thai)

Pollution Control Department. (2005). *Development of management system and wastewater treatment from freshwater aquaculture*. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok (in Thai)

Pollution Control Department. (2007). *Water consumption coefficient project and the BOD coefficient of industrial wastewater and community industry*. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok (in Thai)

Pollution Control Department. (2016). *Water quality measurement point: Chao Phraya River*. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok (in Thai)

Pollution Control Department. (2018). *Source of wastewater and wastewater quality standards*. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok (in Thai)

Pollution Control Department. (2019). *Establishment of a water quality forecasting and warning system for water quality crisis in the Mae Klong Basin, Samsennai Sub-Distris, Phayathai District 1 system*. (in Thai)

Pollution Control Department. (2020). *Thailand State of Pollution Report 2019*. Bangkok: Style Creative House Co., Ltd. (in Thai)

Provincial Offices of Natural Resources and Environment Pathum Thani. (2019). *Final report on the Domestic Wastewater Management Promotion Project Pathum Thani Province for the fiscal year 2018*. (in Thai)

Rodtusana, I., Srisukphun, T. & Yangen, S. (2015). Pollutant Load Assessment in Chachoengsao Province. In *Proceeding the 6th National and International Conference and Research Presentations*. Suan Sunandha Rajabhat University on April 28-29, 2015. (pp.671-683). (in Thai)

Tanongsak, W. (2003). *Assessment of pollution burden in the Mae Klong Watershed*. (Master's Thesis. Science, Watershed and Environmental Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University. (in Thai)

The Office of Industrial Economics. (2019). *Data of Industrial Economics*. Ministry of Industry, Bangkok (in Thai)

The Royal Thai Government Gazette. (2020). *Government Gazette, Special Category D, Volume 137, Part 261, Page 33*. (in Thai)