การเพิ่มประสิทธิภาพการลดก๊าซเรือนกระจก จากการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนมาใช้ประโยชน์

วิจักขณ์ เจริญสุข[1] และ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์[2*]

[1] สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แขวงวังใหม่ เขตพญาไท กรุงเทพฯ
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แขวงวังใหม่ เขตพญาไท กรุงเทพฯ
* Corresponding author: (orathai.o@chula.ac.th)

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั่วโลก การจัดการน้ำเสียชุมชนที่ไม่เหมาะสมและการจัดการกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ถูกต้องเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแนวทางการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์เพื่อการลดก๊าซเรือนกระจก และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนมาใช้ประโยชน์ โดยมีขอบเขตการศึกษาในพื้นที่โรงบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครปากเกร็ด (โซน 1 ศรีสมาน) วิธีการศึกษาประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูล การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งและกากตะกอนมาวิเคราะห์ และการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือ IPCC 2006 ผลการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2565 โรงบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครปากเกร็ดมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 3,865 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า พบว่าการใช้น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อการเกษตรทดแทนน้ำประปาสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 0.5326 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า /ไร่/ปี (ลดลง 83.77%) และการนำกากตะกอนไปผลิตปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการฝังกลบ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 1,151.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/สัปดาห์ (ลดลง 58.07%) สรุปได้ว่าการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมาใช้ประโยชน์เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการจัดการของเสีย และส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนในระยะยาว

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก / ระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ / น้ำทิ้ง / กากตะกอน / การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก

การประชุมวิชาการระดับชาติ การพัฒนาอย่างยั่งยืน (ครั้งที่ 1)
EN Sustainable Development National Conference
(ENSD Conference)

เรื่อง "เสริมสร้างผลกระทบเพื่อเปลี่ยนแปลงโลก (Real World Impact)"
วันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2568
ณ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Enhancing the effectiveness of greenhouse gas reduction through the utilization of wastewater and sludge from community wastewater treatment systems

Vijak Jaroensuk[1] and Orathai Chavalparit[2*]

[1] interdisciplinary program in environmental, Chulalongkorn University, Thailand.
[2] Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Thailand.
** Corresponding author: orathai.o@chula.ac.th*

Abstract

The increase in greenhouse gases is a significant factor contributing to climate change and global warming and impacts living organisms worldwide. Inappropriate community wastewater management and improper sludge management from wastewater treatment are important sources of greenhouse gas emissions. This study aims to compare approaches for utilizing effluent and sludge from activated sludge community wastewater treatment systems for greenhouse gas reduction and to analyze the economic and environmental feasibility of utilizing effluent and sludge. The scope of the study is the Pak Kret City Municipality Wastewater Treatment Plant (Zone 1 Sri Saman). The methodology comprises data collection, effluent and sludge sample collection and analysis, and calculation of greenhouse gas emissions according to the 2006 IPCC Guidelines. The results of the study show that in 2022, the Pak Kret City Municipality Wastewater Treatment Plant released a total of 3,865 tons of carbon dioxide equivalent. It was found that utilizing effluent from the wastewater treatment system for agriculture to replace tap water can reduce greenhouse gas emissions by 0.5326 tons of carbon dioxide equivalent/rai/year (an 83.77% reduction), and utilizing sludge to produce organic fertilizer instead of landfilling can reduce greenhouse gas emissions by 1,151.75 tons of carbon dioxide equivalent/week (a 58.07% reduction). In conclusion, the utilization of effluent and sludge from community wastewater treatment systems is a potentially effective approach for reducing greenhouse gas emissions in the waste management sector and contributes to environmental benefits and long-term sustainability.

Keywords: Greenhouse gases / Community activated sludge treatment system / Treated wastewater / Sludge / Calculation of greenhouse gas emissions

1. บทนำ

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อน ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั่วโลก โดยชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล การเกษตร และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เป็นสาเหตุสำคัญของการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก สำหรับประเทศไทย แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักมาจากภาคการผลิตพลังงาน การขนส่ง อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการจัดการของเสีย แม้จะมีความพยายามในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมีข้อตกลงระหว่างประเทศ แต่ประเทศไทยยังคงเผชิญกับความท้าทาย ดังนั้นการจัดการน้ำเสียชุมชน ซึ่งเป็นอีกหนึ่งความท้าทายที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสม รวมถึงการจัดการกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ถูกต้อง ยังเป็นแหล่งของการปล่อยมลพิษและก๊าซเรือนกระจก ด้วยเหตุนี้ จึงนำเสนอถึงปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย และเสนอแนวทางการศึกษาเพื่อนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนมาใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นความพยายามในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคการจัดการของเสีย และเป็นการปกป้องสิ่งแวดล้อมและความเป็นอยู่ที่ดีทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเปรียบเทียบแนวทางการใช้ประโยชน์น้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์เพื่อการลดก๊าซเรือนกระจก

2.2 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของมาตราการการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์มาใช้ประโยชน์

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ศึกษาการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ในบริเวณจากโรงบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครปากเกร็ด (โซน 1 ศรีสมาน) มาใช้ประโยชน์

3.2 คำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์มาใช้ประโยชน์

3.3 ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของการการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์กรณีศึกษามาใช้ประโยชน์

4. วิธีการศึกษา

4.1 รวบรวมข้อมูล

4.1.1 ข้อมูลโรงบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครปากเกร็ด (โซน 1 ศรีสมาน) ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ เทศบาลนครปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ด้านฝั่ง ตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา ระยะห่างจากจังหวัดนนทบุรี 10 กิโลเมตร ทำเลที่ตั้งติดกับกรุงเทพฯและ ปริมณฑลครอบคลุมพื้นที่ 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลปากเกร็ด ตำบลบางพูด ตำบลบ้านใหม่ ตำบลบางตลาด และ ตำบลคลองเกลือ 34 หมู่บ้าน มีพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมด 36.04 ตารางกิโลเมตร

- ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย ปี 2565

ความสามารถในการรองรับน้ำเสีย (ลบ.ม/วัน) : 6,000 เฉลี่ยปริมาณน้ำเสียที่รวบรวมต่อวัน (ลบ.ม/วัน): 5,600

ร้อยละปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ : 93.33 % ประเภทระบบบำบัดน้ำเสีย : Activated sludge (AS)

- การจัดการน้ำทิ้งและกากตะกอนในปัจจุบัน

น้ำทิ้ง: เทศบาลนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไปใช้ประโยชน์ เช่น ล้างถนน รดน้ำต้นไม้ และหมุนเวียนในระบบบำบัดน้ำเสีย

กากตะกอน: เทศบาลนำกากตะกอนไปใช้ประโยชน์ โดยนำไปทำวัสดุบำรุงดิน และ จ้างเอกชนเป็นผู้ดำเนินการกำจัดกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

4.2 เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งและกากตะกอนมาวิเคราะห์

4.2.1 น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง(pH) , ค่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (BOD) , ของแข็งแขวนลอย(TSS) , น้ำมันและไขมัน (FOG) และ ธาตุอาหารพืช (TP&TN)

4.2.2 เก็บตัวอย่างกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อวิเคราะห์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) , ปริมาณของแข็งระเหยง่ายทั้งหมด (TVS) , ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) , ความชื้น , อินทรีย์วัตถุ , ธาตุอาหารพืช (TP&TN) Fecal coliforms และโลหะหนัก (แคดเมียม,ทองแดง,โครเมียม,นิกเกิล และ ตะกั่ว)

4.3 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียชุมชน

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชนตามคู่มือ 2006 IPCC Guidelines พิจารณาก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียไม่ถูกนำมาคำนวณเนื่องจากเกิดจากต้นกำเนิดทางชีวภาพ (Biogenic Origin) (IPCC, 2006)

4.3.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากน้ำเสีย การปล่อย CH_4 จากน้ำเสียเกิดขึ้นในสภาวะไม่ใช้อากาศ (anaerobic conditions) ในระหว่างการบำบัดและการระบายน้ำเสีย สูตรพื้นฐานในการคำนวณคือ:

CH_4 Emissions = Total Organic degradable in Wastewater, TOW) x Emission Factor (EF)] - ปริมาณ CH_4 ที่ถูกดักจับและนำไปใช้/เผา (Amount of CH_4 recovered or flared)

- ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมดในน้ำเสีย (TOW) คำนวณจากจำนวนประชากร (P) คูณด้วยปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ต่อคนต่อปี (เช่น วัดในรูป BOD - Biological Oxygen Demand) และปรับแก้ด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น สัดส่วนของประชากรที่เชื่อมต่อกับระบบบำบัดน้ำเสีย TOW คำนวณในหน่วย kg BOD/ปี

สูตรคำนวณ TOW สำหรับน้ำเสียชุมชน: **TOW = P x BOD x 0.001 x I x 365** โดยที่

P = จำนวนประชากร, BOD = ปริมาณ BOD ในน้ำเสียชุมชน (กรัม/ลิตร), I = ปัจจัยปรับแก้สำหรับการปล่อยน้ำเสียอุตสาหกรรมร่วมด้วย (หากมีน้ำเสียอุตสาหกรรมรวมกับน้ำเสียชุมชน หากไม่มี ให้ใช้ 1)

- Emission Factor (EF) ค่านี้ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย/การจัดการน้ำเสีย และปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้สูงสุดที่สามารถผลิตมีเทนได้ (Bo) และ Methane Conversion Factor (MCF) ของระบบนั้นๆ

EF = Bo x MCF โดยที่:

- Bo (Maximum methane producing capacity) ปริมาณสูงสุดของ CH_4 ที่สามารถผลิตได้จากสารอินทรีย์ 1 หน่วย (หน่วย kg CH_4/kg BOD) สำหรับน้ำเสียชุมชน ค่า Bo Default ที่ IPCC กำหนดคือ 0.6 kg CH_4/kg BOD
- MCF (Methane Conversion Factor) สัดส่วนของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศและผลิต CH_4 ในระบบ/วิธีการจัดการน้ำเสียนั้นๆ ค่า MCF จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทของระบบบำบัดหรือแหล่งรองรับน้ำเสีย

4.3.2 การคำนวณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) จากน้ำเสีย การปล่อย N_2O จากน้ำเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการ Nitrification (การเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรท) และ Denitrification (การเปลี่ยนไนเตรทเป็นก๊าซไนโตรเจน) ทั้งในระบบบำบัดและหลังจากปล่อยน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

การคำนวณ N_2O จะพิจารณาจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสีย (Total Nitrogen, TN) สูตรคือ

N_2O Emissions = [Total N in wastewater inflow - Total N in sludge removed] x EF สำหรับ N_2O x 44/28

- Total N in wastewater inflow คำนวณจากจำนวนประชากร คูณด้วยปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายต่อคนต่อปี
- Total N in sludge removed พิจารณาจากปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้นและสัดส่วนไนโตรเจนในกากตะกอนส่วนนั้น
- Emission Factor (EF) สำหรับ N_2O ค่า Default ที่ IPCC กำหนดสำหรับการปล่อย N_2O จากไนโตรเจนในน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติคือ 0.005 kg N_2O-N/kg N
- 44/28: เป็นอัตราส่วนโมเลกุลเพื่อแปลงหน่วยจาก N_2O-N เป็น N_2O (น้ำหนักโมเลกุลของ N2O คือ 44, น้ำหนักอะตอมของ N 2 อะตอมคือ 28)

4.3.3 การแปลงเป็นตันเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO_2e) หลังจากคำนวณปริมาณการปล่อย CH_4 (เป็น kg CH_4) และ N_2O (เป็น kg N_2O) ได้แล้ว ต้องนำมาแปลงเป็นหน่วยตันเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO_2e) โดยคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential - GWP) ของแต่ละก๊าซ

- CH_4 (AR4) GWP = 25 tCO_2e/tCH_4 - N_2O (AR4) GWP = 298 tCO_2e/tN_2O

ปริมาณ GHG รวม (tCO_2e) = (ปริมาณ CH_4 (kg CH_4) x GWP CH_4 / 1000) + (ปริมาณ N_2O (kg N_2O) x GWP N_2O / 1000)

4.4 การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

4.4.1 มาตราการใช้น้ำทิ้งไปใช้ในการเกษตรแทนน้ำประปา

4.4.2 มาตราการใช้กากตะกอนไปทำปุ๋ยแทนการฝังกลบ

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

5.1 ผลวิเคราะห์น้ำทิ้งและกากตะกอน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งในพื้นที่ ทน.ปากเกร็ด (โซน 1 ศรีสมาน)

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าที่วัดได้
ความเป็นกรดและด่าง	-	7.3
อุณหภูมิ	°ซ	33.2
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	5.00
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	มก./ล.	320
บีโอดี	มก./ล.	3.64
ซีโอดี	มก./ล.	21.90
น้ำมันและไขมัน	มก./ล.	2.70
ไนโตรเจนทั้งหมด	มก./ล.	9.76
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	มก./ล.	1.244
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	MPN/100 mL	93,000
E.coli	MPN/100 mL	790

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพกากตะกอนในพื้นที่ ทน.ปากเกร็ด (โซน 1 ศรีสมาน)

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าที่วัดได้
ความเป็นกรดและด่าง	-	6.5
ปริมาณของแข็งระเหยทั้งหมด	มก./กก.	98,500
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	มก./กก.	203,000
ความชื้น	ร้อยละ	82.80
อินทรีย์วัตถุ	ร้อยละ	17.48
ไนโตรเจนทั้งหมด	มก./กก.	4,640
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	มก./กก.	606
ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/กรัม	170
แคดเมียม	มก./กก.	1.97
โครเมียม	มก./กก.	19.30
ทองแดง	มก./กก.	92.45
นิกเกิล	มก./กก.	18.01
ตะกั่ว	mg/kg	51.09

5.2 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียในพื้นที่ต้นแบบ

5.2.1 ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้วิธีการตามที่ระบุในคู่มือ IPCC 2006 (IPCC, 2006) เรื่องการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้ง โดยจำแนกเป็นการปล่อยก๊าซมีเทนจากน้ำเสียชุมชน

และ การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากน้ำเสีย โดยพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากกระบวนการทางชีวภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 จากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า/เชื้อเพลิง รวมทั้ง ประเภทที่ 3 จาก เป็นกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การใช้น้ำประปา สารเคมี เป็นต้น

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 1 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2eq) ก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 เท่าของ CO_2eq ก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 เท่าของ CO_2eq ซึ่งอ้างอิงจากรายงาน IPCC 2006

5.2.2 การรวบรวมข้อมูลกิจกรรม

ข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบบำบัดน้ำเสียของพื้นที่ศึกษาใช้ข้อมูลของปี 2565 โดยข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซมีเทน ได้แก่ จำนวนประชากร อัตราการเกิดน้ำเสีย ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี สำหรับการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ได้แก่ จำนวนประชากร และปริมาณการบริโภคโปรตีนรายปี รวมทั้งข้อมูลสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการกากตะกอน ดังแสดงใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูลกิจกรรม	**หน่วย**	**ค่าที่ใช้**	**แหล่งข้อมูล**
ข้อมูลการจัดการน้ำเสียของพื้นที่ศึกษา			
พื้นที่ขอบเขตท้องถิ่น	ตร.กม.	36.04	ทน.ปากเกร็ด
จำนวนประชากร	คน	189,918	ทน.ปากเกร็ด
- จำนวนประชากรในเขตเทศบาล	คน	189,918	ทน.ปากเกร็ด
พื้นที่ให้บริการบำบัดน้ำเสีย	ตร.กม	12	dspot.pcd.go.th
ร้อยละพื้นที่ให้บริการ	เปอร์เซ็น	33.3	dspot.pcd.go.th
ความหนาแน่นของประชากร	คน/ตร.กม.	5,261	ทน.ปากเกร็ด
จำนวนประชากรที่ได้รับการบริการบำบัดน้ำเสีย	คน	63,132	คำนวณ
ร้อยละจำนวนประชากรที่ได้รับการบริการบำบัดน้ำเสีย	เปอร์เซ็น	33.24	คำนวณ
อัตราการเกิดน้ำเสีย	ลิตร/คน-วัน	100	ประมาณการ
ค่าบีโอดีของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิด	มก./ล.	120	กรมควบคุมมลพิษ
ปริมาณการบริโภคโปรตีนของประชาชน	กก./คน-ปี	21.06	กรมอนามัย
สัดส่วนการจัดการน้ำเสีย			
- ระบบบำบัดน้ำเสีย ประเภท AS	เปอร์เซ็น	0.33	dspot.pcd.go.th
- บ่อเกรอะ Septic Tank	เปอร์เซ็น	0.45	ประมาณการ
- ส้วมหลุม บ่อซึม	เปอร์เซ็น	0.02	ประมาณการ
- ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง	เปอร์เซ็น	0.20	ประมาณการ
ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียแห่งที่ 1			
ประเภทระบบบำบัดน้ำเสีย		AS	dspot.pcd.go.th
ความสามารถในการรับน้ำเสีย	ลบ.ม/วัน	6,000	dspot.pcd.go.th

ตารางที่ 3 ข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ต่อ)

ข้อมูลกิจกรรม	**หน่วย**	**ค่าที่ใช้**	**แหล่งข้อมูล**
ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่เข้าระบบ	ลบ.ม/วัน	5,600	dspot.pcd.go.th
ค่าบีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบ	มก./ล.	21.10	ค่าตรวจวัด
ค่าบีโอดีของน้ำทิ้ง	มก./ล.	8.10	ค่าตรวจวัด
การจัดการกากตะกอน		รีดน้ำ/ฝังกลบ	ทน.ปากเกร็ด
ปริมาณตะกอนที่นำไปฝังกลบ	ตัน/สัปดาห์	2,500	ทน.ปากเกร็ด
	ตัน/ปี	130,000	ทน.ปากเกร็ด
% ของแข็งทั้งหมด	เปอร์เซ็น	20.3	ค่าตรวจวัด
% อินทรียวัตถุ	เปอร์เซ็น	17.48	ค่าตรวจวัด
% ของแข็งระเหยง่าย	เปอร์เซ็น	9.85	ค่าตรวจวัด

5.2.3 ค่าการปล่อย (Emission Factor) สำหรับการบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้ง

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้งของพื้นที่ศึกษา ใช้ค่าแนะนำจากคู่มือ 2006 IPCC Guidelines ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าการปล่อยที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้งของพื้นที่ศึกษา

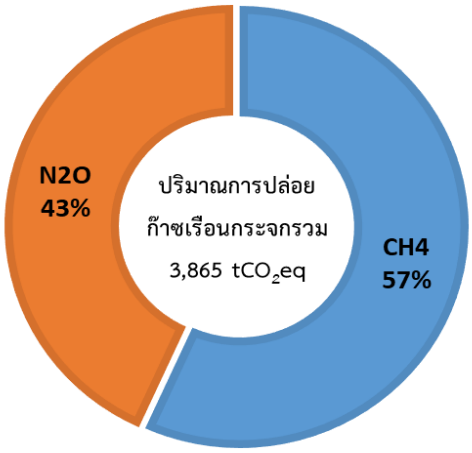
พารามิเตอร์	**ค่าที่ใช้**
Maximum CH_4 producing capacity (B_0)	B_0 = 0.6 kg CH_4/kg BOD
Methane Conversion Factor (MCF)	<u>Untreated</u> - Sea, river and lake discharge = 0.1 <u>Treated</u> - Aerobic treatment plant (Must be well manage) = 0 - Aerobic treatment plant (Not well manage) = 0.3
สัดส่วนของโปรตีนในน้ำเสียที่ไม่ได้เกิดจากการบริโภค ($F_{Non-con}$)	$F_{Non-Con}$ = 1.1
สัดส่วนของโปรตีนจากอุตสาหกรรม พาณิชยกรรมที่ทิ้งในท่อ ($F_{Ind-com}$)	$F_{Ind-Com}$ = 1.25
สัดส่วนของ N ในโปรตีน (FNPR)	F_{NPR} = 0.16 kg N/kg protein
ปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในกากตะกอน (N_{Sludge})	N_{Sludge} = 0 kg N/yr
Emission factor for N_2O emissions discharged to wastewater ($EF_{EFFLUENT}$)	$EF_{EFFLUENT}$ = 0.005 kg N_2O-N/kg N
Emission factor for N_2O generated in centralised WWTP (EF_{PLANT})	EF_{PLANT} = 3.2 g N_2O/person/year

ที่มา: IPCC Guidelines, 2006

5.2.4 ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชน

จากการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้งของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ เทศบาลนครปากเกร็ด ปี พ.ศ. 2565 (รูปที่ 1) พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 3,865 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) โดยเกิดจาก

- ก๊าซมีเทน 78.4 tCH_4 หรือ2,194 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) คิดเป็นร้อยละ 57
- ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 6.3 tN_2O หรือ 1,671 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) คิดเป็นร้อยละ 43



รูปที่ 1 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนของเทศบาลนครปากเกร็ด ปี พ.ศ. 2565

5.3 ผลจากการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

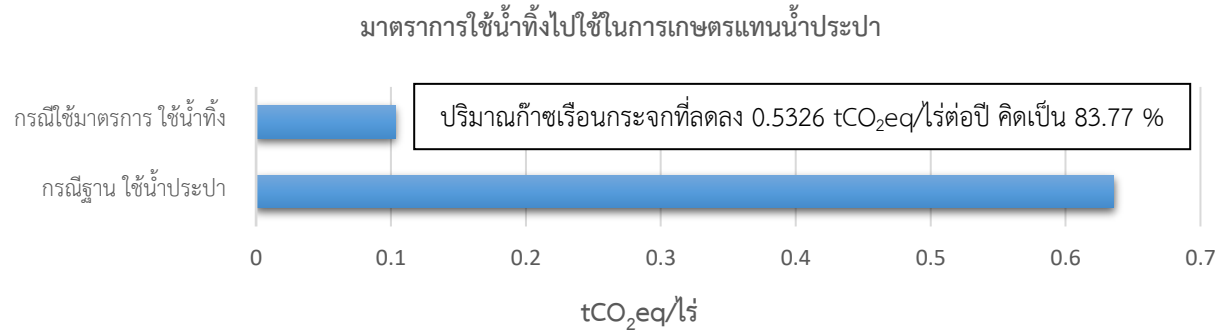
5.3.1 มาตราการใช้น้ำทิ้งไปใช้ในการเกษตรแทนน้ำประปา

- กรณีฐาน ใช้น้ำประปาในการทำการเกษตร จากข้อมูล Thai national LIC database ค่า Emission Factor ของการประปานครหลวง (Metropolitan Waterworks Authority - MWA) มีรายงานค่าการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ 0.7948 kg CO_2e/m^3

- กรณีใช้มาตรการ ใช้น้ำทิ้งจากระบบบำบัดเสียมาใช้ในการเกษตร จากข้อมูล Thai national LIC database ค่า Emission Factor การปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของชุมชนของเมืองขนาดใหญ่ คือ 0.1290 kg CO_2e/m^3

กรณีตัวอย่างพื้นที่สวนทุเรียน จะใช้น้ำประมาณ 600 – 800 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ต่อปี (กรมการเกษตร,2564)

การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อาศัยข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยตามข้อมูล พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน เท่ากับ 0.6358 tCO_2eq/ไร่ต่อปี และ กรณีดำเนินมาตรการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้แทนน้ำประปา พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย เท่ากับ 0.1032 tCO_2eq/ไร่ต่อปี คิดเป็น **ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง 0.5326 tCO_2eq**/ไร่ต่อปี คิดเป็น 83.77 % ที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ (รูปที่ 2)



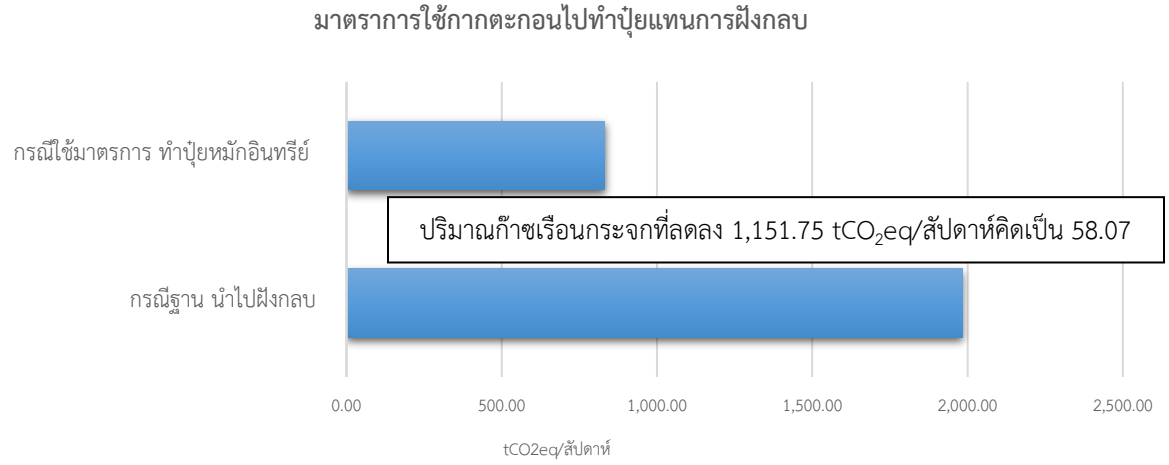
รูปที่ 2 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตราการใช้น้ำทิ้งไปใช้ในการเกษตรแทนน้ำประปา

5.3.2 มาตราการใช้กากตะกอนไปทำปุ๋ยแทนการฝังกลบ

- กรณีฐาน การกำจัดกากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสียด้วยการรีดน้ำและนำไปฝังกลบปริมาณ 2,500 ตัน/สัปดาห์ จากข้อมูล Thai national LIC database ค่า Emission Factor สำหรับ การฝังกลบขยะของเสียแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งอาจรวมกากตะกอนอยู่ด้วย คือ 0.7933 kg CO_2eq/kg

- กรณีใช้มาตรการ ใช้การบำบัดกากตะกอนปริมาณ 2,500 ตัน/สัปดาห์ ด้วยวิธีหมักทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ จากข้อมูล Thai national LIC database ค่า Emission Factor สำหรับทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบใช้อากาศ คือ 0.3326 kg CO_2eq/kg

การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อาศัยข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยตามข้อมูล พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน เท่ากับ 1,983.25 tCO_2eq/สัปดาห์และ กรณีดำเนินมาตรการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้แทนน้ำประปา พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย เท่ากับ 831.5 tCO_2eq/สัปดาห์ คิดเป็น **ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง 1,151.75 tCO_2eq**/สัปดาห์คิดเป็น 58.07 % ที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตราการใช้กากตะกอนไปทำปุ๋ยแทนการฝังกลบ

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก (GHG) ผ่านการประยุกต์ใช้แนวทางการนำน้ำทิ้งและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนมาใช้ประโยชน์ โดยมีกรณีศึกษา ณ โรงบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครปากเกร็ด (โซน 1 ศรีสมาน) พบว่าการดำเนินงานจัดการน้ำเสียในสภาวะกรณีฐานสำหรับปี พ.ศ. 2565 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สู่ชั้นบรรยากาศรวมทั้งสิ้น 3,865 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) ซึ่งประกอบด้วยการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) คิดเป็นร้อยละ 57 (เทียบเท่า 2,194 tCO_2eq) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N2O) คิดเป็นร้อยละ 43 (เทียบเท่า 1,671 tCO_2eq) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาผลจากการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า มาตรการนำน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทดแทนการใช้น้ำประปามีศักยภาพในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้ 0.5326 tCO_2eq ต่อไร่ต่อปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 83.77 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากกรณีฐานการใช้น้ำประปา ในขณะที่มาตรการนำกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียไปผ่านกระบวนการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์แทนวิธีการฝังกลบ สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้ถึง 1,151.75 tCO_2eq ต่อสัปดาห์ หรือคิดเป็นร้อยละ 58.07 เมื่อเทียบกับการกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การนำผลผลิตจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของน้ำทิ้งหรือกากตะกอน ล้วนมีส่วนช่วยในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีนัยสำคัญ ซึ่งสนับสนุนเป้าหมายในการจัดการของเสียอย่างยั่งยืนและการลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ, 2560. *คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน*. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ,กรุงเทพฯ.

[2] กรมควบคุมมลพิษ, 2565. *รายงานผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการปรับสภาพแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนไปใช้ประโยชน์*. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ,กรุงเทพฯ.

[3] กรมควบคุมมลพิษ (คพ.) GIZ และ Geo Info, 2564. *Database System for Publicly Owned Treatment Works*. https://dspot.pcd.go.th/

[4] กรมส่งเสริมการเกษต, 2564. *เทคนิคการปลูก และดูแลรักษาทุเรียน*. https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2021/06/Durian.pdf

[5] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก , 2566. *Emission Factor (CFP).* https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9

[6] IPCC.2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programmed. IGES, Japan.