

# Monitoring Results

for

Phoenix Pulp and Paper Mill

(โรงผลิตกระดาษ)

Conducted by  
Engineering Technical  
Service Center  
Faculty of Engineering  
Khon Kaen University

March 2022

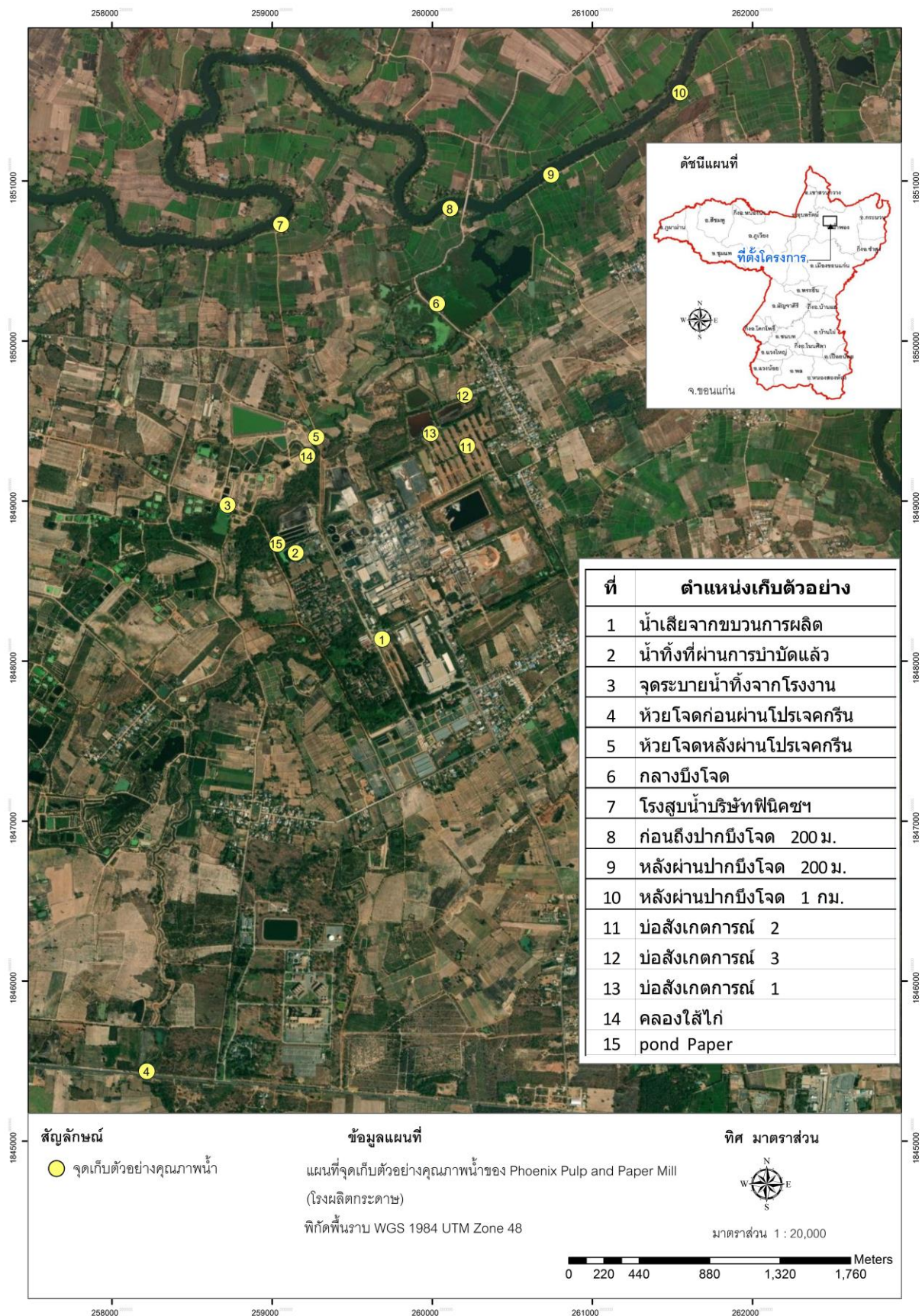
## Monitoring Results on March 2022

### Phoenix Pulp and Paper Mill

(โรงผลิตกระดาษ)

การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณโรงงานผลิตกระดาษ บริษัท ฟีนิกซ์ พัลป์ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน) ในเดือนมีนาคม 2565 ดำเนินการในสถานีเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 15 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 1 ได้แก่

สถานี	แหล่งน้ำที่มา	ตำแหน่ง
1	ระบบบำบัดน้ำเสียโครงการ KK1	น้ำเสียจากการโรงงาน KK1
2	ระบบบำบัดน้ำเสียโครงการ KK1	น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน KK1
3	จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ	จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ
4	ห้วยโจด	ห้วยโจดก่อนผ่านโปรเจคกรีน
5	ห้วยโจด	ห้วยโจดหลังผ่านโปรเจคกรีน
6	บึงโจด	กลางบึงโจด
7	ลำน้ำพอง	โรงสูบน้ำ บ.ฟีนิกซ์ฯ
8	ลำน้ำพอง	ก่อนถึงปากบึงโจด 200 ม.
9	ลำน้ำพอง	หลังถึงปากบึงโจด 200 ม.
10	ลำน้ำพอง	หลังถึงปากบึงโจด 1 กม.
11	พื้นที่ solid wastes landfill	บ่อสังเกตการณ์ 1
12	พื้นที่ solid wastes landfill	บ่อสังเกตการณ์ 2
13	พื้นที่ solid wastes landfill	บ่อสังเกตการณ์ 3
14	โปรเจคกรีน	คลองไส้ไก่
15	ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงาน	บ่อ pond paper



ภาพที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน น้ำเสีย และน้ำที่ผ่านการบำบัด

## 1. คุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง

จุดเก็บตัวอย่าง	โรงงานพินิคซา / ห้วยโจด / ลำน้ำพอง บริเวณภายในโรงงาน
ผู้วิเคราะห์	ห้องปฏิบัติการทดสอบทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่เก็บตัวอย่าง	15 และ 30 มีนาคม 2565
วันที่วิเคราะห์	15 มีนาคม 2565 ถึง 19 เมษายน 2565
วิธีวิเคราะห์	ตารางที่ 1-1
ผลการวิเคราะห์	ตารางที่ 1-2 และตารางที่ 1-3

### ตารางที่ 1-1 วิธีวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง

รายการตรวจวัด	วิธีการวิเคราะห์
Flow	Flow meter
pH	pH meter
Temperature	Thermometer
Free Cl <sub>2</sub>	Chlorine Test Kit
Conductivity	Conductivity meter
Color	ADMI Weighted ordinate Method
Dissolved Oxygen (DO)	Azide modification Method
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	Azide modification and incubation at 20 °C for 5 day
Chemical Oxygen Demand (COD)	Potassium dichromate Digestion
Dissolved Solids (TDS)	Filtration/Gravimetric Method
Suspended Solids (TSS)	Filtration/Gravimetric Method
Total Coliform Bacteria (TCB)	Multiple Tube Fermentation Technique
Fecal Coliform Bacteria (FCB)	Multiple Tube Fermentation Technique
Trihalomethans (THMs)	Gas Chromatography
Grease & Oil	Soxhlet Extraction Method
Turbidity	Nephelometric Method
Total Phosphorus	Stannous Chloride Method
Ammonia-Nitrogen	Distillation –Titration
Total Hardness	EDTA Titrimetric Method
Non-Carbonate Hardness	EDTA Titrimetric Method
Nitrate-Nitrogen (NO <sub>3</sub> -N)	Brucine Method
Lead (Pb)	In-house Method / Flame AAS Based on Standard Method
Cadmium (Cd)	In-house Method / Flame AAS Based on Standard Method
Zinc (Zn)	In-house Method / Flame AAS Based on Standard Method
Iron (Fe)	In-house Method Flame AAS
Manganese	In-house Method Flame AAS
Cyanide (CN <sup>-</sup> )	In-house Method based on APHA, AWWA, WEF (2005), 4500 CN <sup>-</sup> E.
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	APHA, AWWA, WEF 21 <sup>st</sup> ED. 2005, (4500-NH <sub>3</sub> C).
Chromium hexavalent (Cr <sup>6+</sup> )	APHA, AWWA, WEF (2005), (3500 Cr-B).
Arsenic (As)	In-house Method based on APHA, AWWA 3030E, 2005.
Cobalt (Co)	In-house Method based on APHA, AWWA 3030E, 2005.
Nickel (Ni)	In-house Method based on APHA, AWWA 3030E, 2005.
Mercury (Hg)	In-house Method based on APHA, AWWA 3030E, 2005.
Fluoride (F <sup>-</sup> )	APHA, AWWA, WEF (2005), 4500 F <sup>-</sup> D.
Sulfite (SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	APHA, AWWA, WEF (2005), 4500 SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> B.
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	Mercuric Nitrate Method
Phenol	APHA, AWWA, WEF (2005), 5530 C.

ตารางที่ 1-2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง ณ วันที่ 15 มีนาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Flow rate (m <sup>3</sup> /s)	pH	Temp (°C)	Turbidity (NTU)	EC (μS/cm)	Color (ADMI)		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	Phenol (mg/L)	Coliform Bacteria (MPN/100ml)		TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	ระดับ น้ำใต้ ดิน (m)
							Original	AtpH7.6							TCB	FCB			
1. น้ำเสียจากการโรงงาน KK1	มีสีขาว ขุ่น มีตะกอนสีขาว	0.058	7.33	41.4	-	1,345	-	-	-	-	376	640	-	-	-	-	1,216	137	-
2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจาก	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	0.065	7.92	35.9	-	1,574	-	-	-	-	2.0	28.0	<2.0	-	-	-	722	<10	-
3. จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.14	34.1	-	1,184	-	-	-	3.4	7.0	43.5	-	-	-	-	714	11	-
4. ห้วยโจดก่อนผ่านโปรเจคกรีน	สีเหลืองอ่อน ใส ตะกอนเล็กน้อย	-	7.57	28.8	-	122.3	16	15	0.26	7.1	1.4	21.8	-	ND	-	<1.8	82	<10	-
5. ห้วยโจดหลังผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.92	32.7	20.9	1,677	104	102	0.80	7.1	2.0	55.1	-	ND	33	17	1,054	15	-
6. กลางบึงโจด	มีสีเหลือง ขุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	-	7.34	32.1	17.6	1,684	105	103	1.11	4.4	1.8	54.3	-	ND	490	17	1,042	16	-
7. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.15	26.3	-	209.3	11	11	-	2.3	2.0	17.1	-	ND	-	2.0	124	<10	-
8. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจด 200 ม	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.37	27.2	-	212.5	11	10	-	2.8	1.6	16.9	-	ND	-	<1.8	134	<10	-
9. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 200ม	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	6.98	26.2	-	220	11	10	-	2.4	1.6	18.1	-	ND	-	<1.8	166	<10	-
10. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 1กม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.00	28.8	-	215.7	12	10	-	2.8	1.6	17.5	-	ND	-	2.0	146	<10	-
11. บ่อสังเกตการณ์ 1	ไม่มีสี ใส	-	7.06	29.4	2.5	556	<5	<5	2.57	<2.0	-	<10.0	-	-	<1.8	<1.8	332	-	4.50
12. บ่อสังเกตการณ์ 2	ไม่มีสี ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.24	29.5	<2.0	557	6	<5	2.79	<2.0	-	<10.0	-	-	<1.8	<1.8	322	-	3.80
13. บ่อสังเกตการณ์ 3	ไม่มีสี ใส	-	5.95	29.7	4.3	698	<5	<5	3.45	<2.0	-	<10.0	-	-	<1.8	<1.8	412	-	3.30
14. บ่อ pond paper	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	6.84	33.4	-	1,176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ND = Not Detected (ตรวจไม่พบ)

ตารางที่ 1-2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง ณ วันที่ 15 มีนาคม 2565 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Total Hardness (mg/L)	Non-Carbonate Hardness (mg/L)	Free Cl <sub>2</sub> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	CN <sup>-</sup> (mg/L)	Cr <sup>6+</sup> (mg/L)	As (mg/L)	Co (mg/L)	Ni (mg/L)	Hg (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	Cu (mg/L)
1. น้ำเสียจากการโรงงาน KK1	มีสีขาว ขุ่น มีตะกอนสีขาว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. หัวยี่ห้อก่อนผ่านโปรเจกกรีน	สีเหลืองอ่อน ใส ตะกอนเล็กน้อย	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. หัวยี่ห้อหลังผ่านโปรเจกกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	<0.1	-	<0.020	<0.005	0.43	0.010	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
6. กลางบึงโจัด	มีสีเหลือง ขุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	<0.1	-	<0.020	<0.005	<0.25	<0.010	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
7. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจัด 200 ม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจัด 200 ม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจัด 1 กม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. บ่อสังเกตการณ์ 1	ไม่มีสี ใส	56	<4	<0.1	84.0	<0.020	<0.005	-	-	0.06	0.11	-	ND	-	-	-	0.001	<0.30	1.43	-
12. บ่อสังเกตการณ์ 2	ไม่มีสี ใส มีตะกอนเล็กน้อย	54	<4	<0.1	84.0	<0.020	<0.005	-	-	0.06	0.11	-	ND	-	-	-	<0.001	<0.30	1.43	-
13. บ่อสังเกตการณ์ 3	ไม่มีสี ใส	67	<4	<0.1	107	<0.020	<0.005	-	-	0.07	0.13	-	ND	-	-	-	ND	<0.30	1.43	-
14. บ่อ pond paper	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	-	-	<0.020	<0.005	-	<0.010	-	-	-	ND	ND	-	ND	ND	-	-	<0.10

หมายเหตุ : ND = Not Detected (ตรวจไม่พบ)

ตารางที่ 1-2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง ณ วันที่ 15 มีนาคม 2565 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Grease & Oil (mg/L)
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน KK 1	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	<4.0

ตารางที่ 1-3 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง ณ วันที่ 30 มีนาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Flow rate (m <sup>3</sup> /s)	pH	Temperature (°C)	Conductivity (μS/cm)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)
1. น้ำเสียจากการโรงงาน KK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน KK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. ห้วยโจดก่อนผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ชุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.51	28.1	107.5	<2.0	4.2	36.0	218	124
5. ห้วยโจดหลังผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลือง ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.84	31.5	1,690	7.0	1.6	55.0	1,096	17
6. กลางบึงโจด	มีสีเหลือง ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.78	31.8	1,665	3.8	1.9	55.0	1,090	15
7. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.94	27.6	205.3	<2.0	1.8	16.5	160	<10
8. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจด 200 ม.	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.97	31.7	204.3	<2.0	2.5	15.9	138	<10
9. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 200 ม.	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.76	31.5	211.2	<2.0	2.4	16.9	146	<10
10. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 1 กม.	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.72	31.0	223	<2.0	1.6	19.3	142	<10
11. บ่อสังเคราะห์การณ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. บ่อสังเคราะห์การณ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13. บ่อสังเคราะห์การณ 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



## 2. คุณภาพดิน

จุดเก็บตัวอย่าง	โรงงานพินิคฯ บริเวณภายในโรงงาน
ผู้วิเคราะห์	ห้องปฏิบัติการทดสอบทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่เก็บตัวอย่าง	15 มีนาคม 2565
วันที่วิเคราะห์	15 มีนาคม 2565 ถึง 19 เมษายน 2565
วิธีวิเคราะห์	ตารางที่ 2-1
ผลการวิเคราะห์	ตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 วิธีวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพดิน

รายการตรวจวัด	วิธีการวิเคราะห์
Sodium Adsorption Ratio (SAR)	A handbook of soil Analysis Chemical and physical method, APSRDO; 1/2010
Sodium (Na)	
Calcium (Ca)	
Magnesium (Mg)	
pH	A handbook of soil Analysis Chemical and physical method

ตารางที่ 2-2 ผลวิเคราะห์คุณภาพดิน ณ วันที่ 15 มีนาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	SAR (meq/L)	Na (meq/L)	Ca (meq/L)	Mg (meq/L)	pH
1. A64 ลึก 20 เซนติเมตร	20.73	30.23	3.59	0.66	8.48
2. A64 ลึก 40 เซนติเมตร	14.88	26.95	5.80	0.76	8.12
3. A64 ลึก 60 เซนติเมตร	13.97	7.86	0.51	0.12	8.10
4. A85 ลึก 20 เซนติเมตร	0.38	0.31	1.25	0.16	8.26
5. A85 ลึก 40 เซนติเมตร	12.31	6.63	0.47	0.11	8.08
6. A85 ลึก 60 เซนติเมตร	0.76	0.49	0.66	0.17	7.66
7. A112 ลึก 20 เซนติเมตร	13.56	11.34	1.15	0.25	7.74
8. A112 ลึก 40 เซนติเมตร	1.28	0.57	0.28	0.12	7.85
9. A112 ลึก 60 เซนติเมตร	9.37	12.72	3.13	0.56	7.92

### 3. นิเวศวิทยาทางน้ำ

จุดเก็บตัวอย่าง	ลำน้ำพองบริเวณภายในโรงงาน
ผู้วิเคราะห์	ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด จังหวัดขอนแก่น
วันที่เก็บตัวอย่าง	15 มีนาคม 2565
วันที่วิเคราะห์	18 มีนาคม 2565
วิธีวิเคราะห์	ตารางที่ 3-1
ผลการวิเคราะห์	มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3-1 วิธีการวิเคราะห์นิเวศวิทยาทางน้ำ

รายการตรวจวัด	วิธีการวิเคราะห์
แพลงก์ตอนพืช	Phytoplankton Counting Technique
แพลงก์ตอนสัตว์	Zooplankton Counting Technique
สัตว์หน้าดิน	Benthos Counting Technique
ประชากรปลา	A handbook of Field Guide for Fishery Purposes

#### 3.1 แพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดิน

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดิน ทำการเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพ โดยใช้ถุงลากลากแพลงก์ตอน ที่มีขนาดตา 60 ไมโครเมตร และกรองตัวอย่างน้ำปริมาตร 20 ลิตร ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน ในวันที่ 15 มีนาคม 2564 จำนวน 5 สถานี ได้แก่ กลางบึงโจด โรงสูบน้ำ ก่อนปากบึง 200 เมตร หลังปากบึง 200 เมตร และหลังปากบึง 1000 เมตร จากนั้นรักษาสภาพตัวอย่างด้วยฟอร์มัลลินความเข้มข้นร้อยละ 4

จากความหลากหลายของแพลงก์ตอนในลำน้ำพอง พบแพลงก์ตอนรวม 10 ไฟลัม 39 ชนิด โดยแบ่งเป็นแพลงก์ตอนพืช 5 ไฟลัม 20 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ 4 ไฟลัม 19 ชนิด และสัตว์หน้าดิน 1 ไฟลัม 4 ชนิด ซึ่งไฟลัมของแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบ ประกอบด้วย CYANOPHYTA, CHILOROPHYTA, EUGLENOPHYTA, BACILLARIOPHYTA และ PYRROPHYTA ไฟลัมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบ ประกอบด้วย ROTIFERA, CLADOCERA, COPEPODA และ PROTOZOA สำหรับไฟลัมของสัตว์หน้าดินที่สำรวจพบ คือ MOLLUSCA ซึ่งเป็นจำพวกหอยฝาเดียว

จากผลวิเคราะห์พบว่า มีแพลงก์ตอนพืช พบว่ามีความชุกชุม 108 - 264 individuals/litre ชนิดที่พบมากในบึงโจด คือ Microcystis sp. ส่วนชนิดที่พบมากในลำน้ำพอง คือ Microcystis sp. ดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 1.566 - 2.197 สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่ามีความชุกชุม 26 - 52 individuals/litre ชนิดที่พบมากในบึงโจดและลำน้ำพอง คือ Nauplius sp. ดัชนีความหลากหลายของแต่ละสถานีอยู่ในช่วง 1.117 - 1.958 ส่วนสัตว์หน้าดิน พบว่ามีความชุกชุม 3 - 9 individuals/grab ชนิดที่พบมากในบึงโจด คือ Clea sp. และชนิดที่พบมากในลำน้ำพอง คือ Filopaludina polygramma polygramma ดัชนีความหลากหลายของแต่ละสถานีอยู่ในช่วง 0.349 - 0.637

จากการคำนวณค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity index) พบว่าสถานีกลางบึงโจด มีค่าดัชนีความหลากหลายกลุ่มแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดเท่ากับ 2.197 สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์พบว่าสถานีหลังปากบึงโจด 200 เมตรมีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดเท่ากับ 1.958 สำหรับสัตว์หน้าดินพบว่าสถานีกลางบึงโจดมีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดเท่ากับ 0.637 แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสถานีอื่นมีจำนวนตัว แต่มีจำนวนชนิดน้อยจึงทำให้ค่า diversity index ต่ำ หรือเท่ากับ 0

ตารางที่ 3-2 ผลวิเคราะห์แพลงก์ตอนพืช

Phylum	Species	Abundance ณ สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง (individuals/l)				
		กลางบึงโจด	โรงสูบน้ำ	ก่อนปากบึงโจด 200 ม.	หลังปากบึงโจด 200 ม.	หลังปากบึงโจด 1 กม.
CYANOPHYTA	<i>Aphanocapsa</i> sp.	5	1	7	4	2
	<i>Aphanothece</i> sp.	3	0	0	0	0
	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	0	0	0	0	1
	<i>Microcystis</i> sp.	21	34	56	49	67
	<i>Planktolyngbya</i> sp.	5	6	0	0	3
	<i>Pseudoanabaena</i> sp.	0	0	0	0	4
	<i>Spirulina</i> sp.	12	0	0	0	0
CHLOROPHYTA	<i>Closteriopsis</i> sp	1	5	0	2	0
	<i>Eudorina</i> sp.	2	0	0	1	2
	<i>Monoraphidium</i> sp.	0	0	4	0	0
	<i>Mougeotia</i> sp.	0	0	2	0	0
	<i>Pediastrum</i> sp.	17	29	43	39	41
	<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	0	0	2
EUGLENOPHYTA	<i>Strombomonas</i> sp.	0	1	0	1	0
BACILLARIOPHYTA	<i>Aulacoseira</i> sp.	15	32	51	36	19
	<i>Cyclotella</i> sp.	7	0	3	0	0
	<i>Surirella</i> sp.	3	2	0	0	0
	<i>Synnedra</i> sp.	0	3	9	4	2
PYRROPHYTA	<i>Ceratium</i>	17	14	28	75	121
TOTAL		108	127	203	211	264
DIVERSITY INDEX		2.197	1.782	1.744	1.566	1.779

หมายเหตุ Community diversity index คำนวณจาก Shannon diversity index formula

$$H = -\sum (n_i/N) (\log n_i/N)$$

ตารางที่ 3-3 ผลวิเคราะห์แฟลงก์ตอนสัตว์

Phylum	Species	Abundance ณ สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง (individuals/l)				
		กลางบึงโจด	โรงสูบน้ำ	ก่อนปาก บึงโจด 200 ม.	หลังปาก บึงโจด 200 ม.	หลังปาก บึงโจด 1 กม.
ROTIFERA	<i>Bdelloid Rotifer</i>	1	2	6	0	1
	<i>Brachionus angularis</i>	0	0	0	1	0
	<i>B. cuadatus</i>	0	0	0	0	1
	<i>B. calyciflorus</i>	1	0	0	2	0
	<i>B. falcatus</i>	0	0	0	0	2
	<i>B. forficula</i>	0	0	0	2	0
	<i>Hexarthra</i> sp.	0	0	4	2	0
	<i>Keratella cochlearis</i>	0	0	0	1	0
	<i>K. lenzi</i>	0	1	0	5	0
	<i>K. tropica</i>	4	11	6	7	7
	<i>Lecane bulla</i>	1	0	0	0	0
	<i>L. quadridentata</i>	1	0	0	0	0
	<i>Lepadella patella</i>	0	1	0	0	0
CLADOCERA	<i>Bosminopsis deitersi</i>	0	0	2	3	0
	<i>Ceriodapnia cornuta</i>	1	0	0	0	0
	<i>Karualona</i> sp.	0	0	0	0	2
COPEPODA	Copepodite	3	0	0	0	5
	Cyclopoid copepod	8	1	2	11	0
	Nauplius	14	22	20	17	5
PROTOZOA	<i>Diffugia</i>	0	0	0	1	3
TOTAL		34	38	40	52	26
DIVERSITY INDEX		1.690	1.117	1.446	1.958	1.882

หมายเหตุ Community diversity index คำนวณจาก Shannon diversity index formula

$$H = -\sum (n_i/N) (\log n_i/N)$$

ตารางที่ 3-4 ผลวิเคราะห์สัตว์หน้าดิน

Phylum	Species	Abundance ณ สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง (individuals/l)				
		กลางบึงโจด	โรงสูบน้ำ	ก่อนปาก บึงโจด 200ม.	หลังปาก บึงโจด 200 ม.	หลังปาก บึงโจด 1 กม.
Gastropoda	<i>Bithynia</i> sp.	0	1	0	0	0
	<i>Clea</i> sp.	0	8	0	0	0
	<i>Filopaludina polygramma</i> <i>polygramma</i>	2	0	0	0	0
	<i>Melanoides</i> sp.	1	0	0	0	0
TOTAL		3	9	0	0	0
DIVERSITY INDEX		0.637	0.349	0	0	0

หมายเหตุ Community diversity index คำนวณจาก Shannon diversity index formula

$$H = -\sum (ni/N) (\log ni/N)$$

### 3.2 ประชากรปลา

จากการเก็บตัวอย่างปลา ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้ตาข่าย ขนาด 2, 3, 4, 5.5, 7 และ 9 เซนติเมตร ในวันที่ 9 - 15 มีนาคม 2565 จำนวน 5 สถานี ได้แก่ ลำน้ำพอง 200 เมตรก่อนถึงปากบึงโจด ลำน้ำพอง 200 เมตรท้ายปากบึงโจด บึงโจด โรงสูบน้ำ และลำน้ำพอง 1000 เมตรท้ายปากบึงโจด

จากผลวิเคราะห์ พบว่า ประชากรปลารวมทั้ง 5 สถานี พบปลาทั้งหมด 29 ชนิด 13 ครอบครัว แยกเป็นกลุ่มปลาเกล็ดหรือกลุ่มปลาตะเพียน (Crap) ร้อยละ 41.38 กลุ่มปลาหนังหรือกลุ่มปลาไม่มีเกล็ด (Catfish) ร้อยละ 13.79 และกลุ่มปลาอื่นๆ (Micellaneous) ร้อยละ 44.83

จากการคำนวณ พบว่า รวมทั้ง 5 สถานีค่าปริมาณสัตว์น้ำต่อหน่วยการลงแรงประมง (CPUE) มีค่าเท่ากับ 1,306.70 กรัม/100ตารางเมตร/คืน ค่าอัตราส่วนปลากินพืชต่อปลากินเนื้อ (F/C-Ratio) เท่ากับ 0.34 : 0.66 ค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (E-Value) ของปลาที่พบมากที่สุด ได้แก่ ปลากระสง ร้อยละ 11.93 รองลงมาคือ ปลาดองgray ร้อยละ 11.36 ปลาที่พบจำนวนตัวมากที่สุดคือปลาแป้นแก้ว จำนวน 182 ตัว

ตารางที่ 3-5 ชนิดของปลาที่สำรวจพบในลำน้ำพอง

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย
Notopteridae	<i>Chitala ornate</i> (Gray, 1831)	กราย
	<i>Notopterus notopterus</i> Pallas, 1780	สลาด
Clupeidae	<i>Clupeichthys aesamensis</i> Wongratana, 1983	ชีวแก้ว
Cyprinidae	<i>Parachela williaminae</i> Fowler, 1934	แปบขาว
	<i>Cyclocheilichthys apogon</i> (Valenciennes, 1842)	ไส้ตันตาแดง
	<i>Cyclocheilichthys repasson</i> Bleeker, 1853	ไส้ตันตาขาว
	<i>Puntioplites proctozysron</i> (Bleeker, 1865)	กระมัง
	<i>Barbodes gonionotus</i> Bleeker, 1850	ตะเพียนขาว
	<i>Hampala macrolepidota</i> Valenciennes, 1842	กระสับขีด
	<i>Puntius brevis</i> Bleeker, 1860	ตะเพียนทราย
	<i>Labiobarbus lineatus</i> Sauvage, 1878	ชำ
	<i>Labiobarbus leptocheilus</i> (Val. in Cuv. & Val., 1842)	สร้อยลูกกล้วย
	<i>Gymnostomus siamensis</i> Sauvage, 1881	สร้อยขาว
	<i>Osteochilus hasseltii</i> Valenciennes, 1842	สร้อยนกเขา
	<i>Osteochilus lini</i> Fowler, 1935	หน้าหมอง
Bagridae	<i>Hemibargus spilopterus</i> Ng & Rainboth, 1999	กตเหลืองเล็ก
	<i>Mystus mysticetus</i> Roberts, 1992	แขยงข้างลายครีบลิ้น
	<i>Mystus</i>	แขยงข้างลายครีบบาว
Siluridae	<i>Ompok siluroides</i> Lacepede, 1803	ชะโงน
Hemiramphidae	<i>Xenentodon cancila</i> Hamilton, 1822	กระทงเทว
Gobiidae	<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758	นิล
Ambussidae	<i>Parambassis siamensis</i> Fowler, 1937	แป้นแก้ว
Belontiidae	<i>Trichogaster trichopterus</i> Pallas, 1770	กระดี่หม้อ
Pristolepididae	<i>Pristolepis fasciata</i> Bleeker, 1851	หมอข้างเหยียบ
Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i> (regan, 1910)	สลิด
Channidae	<i>Channa striata</i> (Bloch, 1793)	ช่อน
	<i>Channa micropeltes</i> (Cuvier, 1831)	ชะโด
	<i>Channa Lucius</i> (Cuvier, 1831)	กระสง
Tetraodontidae	<i>Tetraodon cochinchinensis</i> Steindachner, 1866	ปักเป้า

ตารางที่ 3-6 รายละเอียดการสำรวจประชากรปลาในลำน้ำพอง

ชนิดปลา		ประเภท	ก่อนปากบึงโจด 200 ม.			หลังปากบึงโจด 200 ม.			บึงโจด			โรงสูบน้ำ			หลังปากบึงโจด 1,000 ม.			รวม(เฉลี่ย)			E - value
			จำนวน (ตัว)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	
1	แขยงข้างลายครีบลิ้น	C													1	1.67	16.67	1	1.67	16.67	1.02
2	แขยงข้างลายครีบบาวยาว	C	1.00	0.91	35.44													1	0.91	35.44	2.17
3	แป้นแก้ว	C	17	2.29	6.79	33	2.29	5.60	26	2.43	4.60	82	2.50	5.20	24	2.50	5.41	182	2.43	5.37	0.33
4	แปบขาว	C										17	2.29	18.42	11	2.34	19.88	28	2.31	19.00	1.16
5	ไส้ตันตาแดง	F	35	1.32	38.51	28	1.64	41.00	3	1.59	18.22	36	1.83	28.02	34	1.88	20.18	136	1.67	31.21	1.91
6	ไส้ตันตาขาว	F	16	1.67	46.12	50	1.67	42.86	1	1.59	18.30	2	2.50	12.18	1	2.50	19.78	70	1.70	42.05	2.57
7	กตเหลืองเล็ก	C	3	0.91	29.95													3	0.91	29.95	1.83
8	กระดี่หม้อ	C	1	1.67	22.80	1	1.59	18.79										2	1.63	20.80	1.27
9	กระทุงเหว	C	1	2.50	42.75										1	2.50	53.70	2	2.50	48.23	2.95
10	กระมัง	F	62	1.58	30.45	32	1.50	36.70	8	1.70	13.98	65	2.14	18.82	2	1.29	39.24	169	1.79	26.48	1.62
11	กระสับซิด	C	13	1.43	53.82	4	1.48	61.97										17	1.44	55.74	3.41
12	กะสง	C													1	1.67	195.03	1	1.67	195.03	11.93
13	ช่อน	C										1	1.67	121.62				1	1.67	121.62	7.44
14	ชะโด	C	1	0.95	169.37													1	0.95	169.37	10.36
15	ชะโอน	C	1	0.91	34.92													1	0.91	34.92	2.14
16	ชำ	F				2	2.50	11.63	2	2.04	28.70							4	2.27	20.16	1.23
17	ชีวกแก้ว	C										3	2.50	1.75				3	2.50	1.75	0.11
18	ตองกราย	C													2	0.85	185.72	2	0.85	185.72	11.36
19	ตะเพียนขาว	F	3	1.39	47.02	2	0.95	89.71							1	2.50	29.53	6	1.43	58.33	3.57
20	ตะเพียนทราย	F				4	2.29	11.36	22	1.75	21.01	4	2.50	9.90	18	2.35	13.98	48	2.08	16.64	1.02
21	นิล	C													1	0.74	32.18	1	0.74	32.18	1.97
22	ปักเป้า	C										1	0.91	39.20				1	0.91	39.20	2.40
23	สร้อยขาว	F	5	1.36	56.71	15	1.65	50.69				5	1.59	34.44	1	1.59	34.79	26	1.58	48.11	2.94
24	สร้อยนกเขา	F	2	1.27	82.18	5	1.65	59.24	1	0.91	23.31				4	1.10	68.76	12	1.34	63.24	3.87
25	สร้อยลูกกล้วย	F	31	1.65	52.97	47	1.64	48.57				5	1.59	35.15	1	1.67	66.10	84	1.64	49.60	3.04
26	สลาด	C										2	0.95	116.79	2	1.20	82.09	4	1.08	99.44	6.08
27	สลิด	C													2	0.82	77.43	2	0.82	77.43	4.74
28	หน้าหมอง	F				1	1.59	39.48										1	1.59	39.48	2.42
29	หมอช้างเหยียบ	C							2	1.67	57.15				1	0.95	38.86	3	1.43	51.05	3.12
			192	1.58	38.62	224	1.73	38.14	65	2.00	14.80	223	2.21	16.97	108	2.04	26.08	812	1.89	28.97	100

หมายเหตุ C = ประเภทปลากินเนื้อ

F = ประเภทปลากินพืช/น้ำหนักร : กรัม

ความยาวเฉลี่ย : มิลลิเมตร

จำนวน : ตัว



ตารางที่ 3-7 ค่า CPUE ต่อข่าย 100 ตารางเมตร (น้ำหนัก : กรัม ต่อข่าย 100 ตารางเมตร)

ชนิดสัตว์น้ำ		ก่อนปากบึงโจด 200 ม.		หลังปากบึงโจด 200 ม.		บึงโจด		โรงสูบน้ำ		หลังปากบึงโจด 1,000 ม.		รวม		
		จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)
1	แขยงข้างลายครีบลิ้น									0.09	0.93	0.09	0.93	0.07
2	แขยงข้างลายครีวยาว	0.05	1.97									0.05	1.97	0.15
3	แป้นแก้ว	2.16	6.41	4.20	10.27	3.51	6.65	11.39	23.70	3.33	7.22	24.60	54.25	4.15
4	แปบขาว							2.16	17.40	1.43	12.15	3.59	29.55	2.26
5	ไส้ตันตาแดง	2.57	74.87	2.55	63.78	0.26	3.04	3.66	56.04	3.56	38.11	12.61	235.84	18.05
6	ไส้ตันตาขาว	1.48	40.99	4.63	119.05	0.09	1.02	0.28	1.35	0.14	1.10	6.62	163.51	12.51
7	กตเหลือง	0.15	4.99									0.15	4.99	0.38
8	กระดี่หม้อ	0.09	1.27	0.09	1.04							0.18	2.31	0.18
9	กระทุงเหว	0.14	2.38							0.14	2.98	0.28	5.36	0.41
10	กระมัง	5.44	104.88	2.67	65.24	0.76	6.21	7.74	67.97	0.14	4.36	16.76	248.66	19.03
11	กระสับซิด	1.03	38.87	0.33	13.77							1.36	52.64	4.03
12	กะสง									0.09	10.84	0.09	10.84	0.83
13	ซ่อน							0.09	6.76			0.09	6.76	0.52
14	ชะโด	0.05	9.41									0.05	9.41	0.72
15	ชะโอน	0.05	1.94									0.05	1.94	0.15
16	ซ่า			0.28	1.29	0.23	3.19					0.50	4.48	0.34
17	ชีวก้าว							0.42	0.29			0.42	0.29	0.02
18	ตองกราย									0.09	20.64	0.09	20.64	1.58
19	ตะเพียนขาว	0.23	7.84	0.11	9.97					0.14	1.64	0.48	19.44	1.49
20	ตะเพียนทราย			0.51	2.52	2.14	25.68	0.56	2.20	2.35	13.98	5.56	44.38	3.40
21	นิล									0.04	1.79	0.04	1.79	0.14
22	ปักเป้า							0.05	2.18			0.05	2.18	0.17
23	สร้อยขาว	0.38	15.75	1.37	42.24			0.44	9.57	0.09	1.93	2.28	69.49	5.32
24	สร้อยนกเขา	0.14	9.13	0.46	16.46	0.05	1.29			0.24	15.28	0.89	42.16	3.23
25	สร้อยลูกกล้วย	2.85	91.22	4.29	126.83			0.44	9.76	0.09	3.67	7.67	231.48	17.72
26	สลาด							0.11	12.98	0.13	9.12	0.24	22.10	1.69
27	สลิด									0.09	8.60	0.09	8.60	0.66
28	หน้าหมอง			0.09	2.19							0.09	2.19	0.17
29	หมอช้างเหี้ยบ					0.19	6.35			0.05	2.16	0.24	8.51	0.65
รวม		16.82	411.92	21.58	474.66	7.22	53.43	27.33	210.20	12.25	156.49	85.21	1,306.70	100.00

CPUE = 1,306.70 กรัม/100 ตร.ม.

#### 4. การทดลองความเป็นพิษของน้ำ

จุดเก็บตัวอย่าง	บึงโจด และเขื่อนอุบลรัตน์
ผู้วิเคราะห์	ภาควิชาวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วันที่เก็บตัวอย่าง	24 มีนาคม 2565
วันที่วิเคราะห์	25 มีนาคม 2565

##### 4.1 คุณภาพน้ำของบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์

###### 4.1.1 วิธีการวิเคราะห์ ตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

รายการตรวจวัด	วิธีการวิเคราะห์
pH	pH meter
Temperature	Thermometer
Electrical Conductivity (EC)	Conductivity meter
Dissolved Oxygen (DO)	Azide modification Method
Dissolved Solids (TDS)	Filtration/Gravimetric Method
Alkalinity	Titration Method
Gross Primary Productivity	A handbook of Laboratory for freshwater ecology method
Chlorophyll a	A handbook of Laboratory for freshwater ecology method

###### 4.1.2 ผลวิเคราะห์

###### 1) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

ค่า DO จัดเป็นค่าพารามิเตอร์ทางน้ำที่สำคัญ สามารถใช้บ่งชี้ถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งด้านระบบนิเวศทางน้ำพบว่า แหล่งน้ำที่มีค่า DO ในช่วง 2-4 mg/L มักมีสัตว์น้ำจำพวกปลาและแมลงน้ำอาศัยอยู่น้อยมาก (Horne and Goldman, 1994) จากการตรวจประเมินคุณภาพน้ำพบว่าค่า DO ของบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์ในฤดูร้อนมีค่าอยู่ที่ 2.14 และ 6.13 mg/L ตามลำดับ ทำให้ค่า DO ของน้ำในบึงโจดช่วงฤดูร้อนเป็นไปตามมาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2537 การที่บึงโจดมีค่า DO ลดลงอาจเนื่องมาจากการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ที่แหล่งน้ำมีธาตุอาหารจำพวกฟอสเฟตและไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งธาตุอาหารทั้งสองชนิดอาจมาจากพืชน้ำที่มีจำนวนมากแล้วตายทับถมลงไปในแหล่งน้ำ เมื่อมีอินทรีย์วัตถุเป็นพืชจำนวนมากตายลงไปในแหล่งน้ำ จะทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) ทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนในน้ำไปจำนวนมากเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งมักมีปรากฏการณ์เช่นนี้ในแหล่งน้ำที่มีพืชจำนวนมากตายทับถมกันจนทำให้เกิดสภาวะออกซิเจนในน้ำต่ำหรือขาดออกซิเจน (hypoxia) ในน้ำ (Jenny et al., 2016) นอกจากนี้พืชน้ำจำนวนมากที่ปกคลุมผิวน้ำ ทำให้ออกซิเจนในอากาศแพร่ผ่านลงไปในแหล่งน้ำได้ยากขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวทำให้แหล่งน้ำจึงขาดออกซิเจน ดังนั้น ควรมีการนำเอาพืชน้ำออกจากแหล่งน้ำให้ได้มากที่สุด เพื่อช่วยให้ออกซิเจนละลายน้ำในบึงโจดดีขึ้น

## 2) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่า pH ของน้ำบึงซึ่งถึงสภาวะความเป็นกรด-ด่างของน้ำ จากการประเมินคุณภาพน้ำ พบว่าค่า pH ของน้ำในบึงโจดในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.10 เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า pH ในช่วงฤดูร้อนของน้ำในบึงโจดไม่แตกต่างจากเขื่อนอุบลรัตน์ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.92 (ตารางที่ 4-2) แหล่งน้ำในบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์มีค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2537 ที่กำหนดค่า pH ให้อยู่ในช่วง 5-9

## 3) ค่าของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids: TDS)

โดยทั่วไปแล้วค่า TDS เป็นค่าบ่งชี้ถึงของแข็งละลายน้ำสะท้อนถึงผลรวมของไอออนทั้งหมดของเกลืออนินทรีย์ (inorganic salt) สารอินทรีย์ (organic matter) รวมถึงอนุภาค (particles) ที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตรที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ทะเลสาบ บึง หนอง อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น สำหรับค่า TDS ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำมักมีค่า TDS อยู่ในช่วง 50 – 250 mg/L หากแหล่งน้ำนั้นมีค่า TDS สูงเกิน 500 mg/L สะท้อนว่าเป็นน้ำกระด้าง (hard water) และมีความเค็มสูง (high salinity) (Bhateria and Jain, 2016) หากค่า TDS สูงถึง 1,000 mg/L บ่งชี้ว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นแหล่งน้ำที่มีปัญหาคุณภาพน้ำเพราะส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยาและเมแทบอลิซึมของสัตว์น้ำเนื่องจากปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำจะทำให้เกิดสภาวะน้ำถูกดึงออกจากเซลล์ (dehydration) สัตว์น้ำและทำให้สัตว์น้ำทนอยู่ไม่ได้ (Bhateria and Jain, 2016) ในการประเมินคุณภาพน้ำในช่วงฤดูร้อนนี้ พบว่าค่า TDS ของน้ำในบึงโจดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,119.67 mg/L ในขณะที่ค่า TDS ของแหล่งน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์มีค่าเท่ากับ 124.67 mg/L (ตารางที่ 4-2) พบว่าค่า TDS มีแนวโน้มเพิ่มสูงแสดงให้เห็นว่าเป็นแหล่งน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ แนวทางแก้ไขปรับปรุงน้ำในบึงโจดคือ การนำเอาตะกอนดินในบึงโจดออกไปบางส่วนและกำจัดพืชน้ำที่จะตายทับถมลงไปบึงโจดออกไปด้วยบางส่วน

## 4) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC)

การตรวจวัดค่า EC เป็นการวัดความสามารถของน้ำในการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าได้ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะได้รับผลกระทบจากปริมาณของของแข็งอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ เช่น ไอออนของคลอไรด์ ไนเตรต ซัลเฟต รวมถึงฟอสเฟตแอนไอออนซึ่งเป็นไอออนประจุลบ (anions) รวมถึงไอออนของโซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม และอลูมิเนียม ซึ่งเป็นไอออนประจุบวก (cations) หากน้ำมีเกลืออนินทรีย์เหล่านี้ละลายอยู่มากจะทำให้การนำไฟฟ้าในน้ำมีค่าสูง ส่วนสารประกอบอินทรีย์ เช่น น้ำมัน ฟีนอล แอลกอฮอล์ น้ำตาล จะนำกระแสไฟฟ้าได้น้อย ดังนั้นเมื่อมีสารเหล่านี้ในน้ำจะมีการนำไฟฟ้าที่มีค่าต่ำ น้ำบริสุทธิ์จึงจะนำไฟฟ้าได้ไม่ดี หรือหากไม่มีไอออนของเกลือละลายเลยจะมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 0 โดยปกติแล้ว ค่า EC เป็นตัวสะท้อนถึงความเค็มของน้ำทางอ้อมได้ สำหรับแหล่งน้ำจืดธรรมชาติ เช่น บึง หนอง ทะเลสาบ มักมีค่า EC ผันผวนอยู่ในช่วงปานกลางคือ 200 – 1,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  จะเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ หากมีค่า EC สูงกว่าระดับ 1,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  สะท้อนว่าเป็นแหล่งน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาน้ำจืดและแมลงน้ำจืดต่าง ๆ หากมีค่าตั้งแต่ 1,000 – 10,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  บ่งชี้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่อยู่ในสภาวะความเค็ม (saline condition) (US EPA, 2012) ซึ่งสภาวะเช่นนี้สัตว์น้ำจืดมักดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ โดยเฉพาะปลาน้ำจืด กุ้ง และแพลงก์ตอนต่างๆ เพราะจะทำให้เกิดสภาวะสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ได้ง่าย

จากการประเมินคุณภาพน้ำ พบว่าค่า EC ของบึงโจดในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2,104.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  และเขื่อนอุบลรัตน์มีค่า EC เฉลี่ยอยู่ที่ 237.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ตารางที่ 4-2) ในกรณีบึงโจดที่มีค่า EC สูงจึงสะท้อนว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีเกลือละลายสูง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นแหล่งน้ำที่มีสภาวะความเค็มในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืดส่วนใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการแหล่งน้ำเพื่อลดค่า EC โดยอาจจะขุดเอาตะกอนดินออกบางส่วน

#### 5) ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)

โดยทั่วไปแหล่งน้ำจืดธรรมชาติควรมีค่า alkalinity อยู่ในช่วง 20 – 200 mg/L สำหรับน้ำทะเลและน้ำกร่อยมักมีค่า alkalinity อยู่ในช่วง 100 - 125 mg/L ในการประเมินคุณภาพน้ำในช่วงฤดูร้อน พบว่าค่า alkalinity ของน้ำในบึงโจดในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 91.24 mg/L สำหรับน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์มีค่า alkalinity อยู่ที่ 81.28 mg/L (ตารางที่ 4-2) ดังนั้นน้ำของบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์ถือว่ามีค่าความเป็นบัฟเฟอร์ระดับที่เหมาะสม

#### 6) ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ (Chlorophyll a) และสภาวะธาตุอาหารของแหล่งน้ำ (Trophic state)

โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำที่อยู่ในสภาวะ eutrophy ซึ่งเป็นสภาวะที่มีธาตุอาหารกลุ่มไนโตรเจนและฟอสเฟตสูง มักจะไม่มี ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เพราะปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้จะทำให้แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดเล็กบางกลุ่มเติบโตได้ดีเท่านั้น ส่งผลให้เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดเล็ก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า algal bloom เมื่อเกิดปรากฏการณ์จะทำให้แหล่งน้ำมีสภาวะน้ำขาดออกซิเจน (hypoxia) สำหรับการประเมินคุณภาพน้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของบึงโจดในช่วงฤดูร้อนมีค่าอยู่ที่ 14.15  $\mu\text{g}/\text{L}$  ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์เอในเขื่อนอุบลรัตน์อยู่ที่ 8.28  $\mu\text{g}/\text{L}$  (ตารางที่ 4-2) เมื่อนำค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอไปคำนวณหาค่าบ่งชี้สภาวะธาตุอาหารพบว่า น้ำจากบึงโจดมีปริมาณธาตุอาหารสูง (eutrophy) ในขณะที่น้ำในเขื่อนอุบลรัตน์มีธาตุอาหารปานกลาง (mesotrophy) ทั้งนี้การใช้พืชน้ำบางชนิดที่มีคุณสมบัติดูดธาตุอาหารในน้ำและใช้ในจำนวนที่พอเหมาะมาช่วยดูดซับธาตุอาหารและนำไปกำจัดทิ้ง จะทำให้ค่าธาตุอาหารในน้ำลดต่ำลงได้

#### 7) อัตราการผลิตปฐมภูมิ (Primary Productivity) ของแหล่งน้ำ

ค่าอัตราการผลิตปฐมภูมิของบึงโจดในช่วงฤดูร้อนมีค่าต่ำกว่าค่าอัตราการผลิตปฐมภูมิของเขื่อนอุบลรัตน์ (ตารางที่ 4-2) โดยค่าอัตราการผลิตปฐมภูมิในบึงโจดเฉลี่ยอยู่ที่ 145.5  $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{hr}$  ซึ่งบ่งชี้ว่าขาดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางน้ำ ในขณะที่เขื่อนอุบลรัตน์มีค่าอัตราการผลิตปฐมภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 218.42  $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{hr}$  ซึ่งสะท้อนว่ามีความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางน้ำสูงกว่า การที่บึงโจดมีค่าอัตราการผลิตปฐมภูมิต่ำอาจเนื่องมาจากแหล่งน้ำมีปริมาณธาตุอาหารสูง ตลอดจนมีค่าการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งละลายน้ำสูงมากเกินไป จึงทำให้แหล่งน้ำไม่เหมาะสมต่อการเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะกลุ่มแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายที่จัดเป็นผู้ผลิตปฐมภูมิ (primary producer) ที่สำคัญที่จะทำให้เกิดอัตราการผลิตปฐมภูมิในแหล่งน้ำ ดังนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำในบึงโจดดังที่กล่าวมาในข้างต้น เพื่อให้มีค่าอัตราการผลิตปฐมภูมิเพิ่มสูงขึ้นตามด้วย

ตารางที่ 4-2 คุณภาพน้ำบางประการของเขื่อนอุบลรัตน์และบึงโจด

พารามิเตอร์ที่วัด	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำ			
	เขื่อนอุบลรัตน์	มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 **	บึงโจด	มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ***
DO (mg/L)	6.13 ± 0.11a	6.0	2.14 ± 0.37b	2.0
pH	6.92 ± 0.04a	5.0 – 9.0	7.10 ± 0.07a	5.0 – 9.0
TDS (mg/L)	124.67 ± 0.58b	50 – 250*	1,119.67 ± 17.04a	50 – 250*
EC (µS/cm)	237.00 ± 2.00b	200 – 1,000*	2,104.67 ± 18.58a	200 – 1,000*
Temperature (°C)	29.37 ± 0.25a	ธ	28.47 ± 0.32a	ธ
Alkalinity (mg/L)	81.28 ± 1.05b	ธ	91.24 ± 1.76a	ธ
Chlorophyll a (µg/L)	8.28 ± 1.05b	mesotrophy	14.15 ± 1.54a	eutrophy
Gross Primary Productivity (mg C/m <sup>3</sup> /hr)	218.42 ± 2.12a		145.50 ± 2.05b	
Trophic State		mesotrophy		eutrophy

หมายเหตุ: \* 1. ตามมาตรฐานของ U.S. Environmental Protection Agency, 2012

\*\* 2. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2)

\*\*\* 3. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 4)

4. ธ หมายถึง เป็นไปตามธรรมชาติ

5. ตัวอักษรภาษาอังกฤษ แบบเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) หากตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำบริเวณบึงโจด (ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อน)



ภาพที่ 3 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำบริเวณเขื่อนอุบลรัตน์ (ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อน)

## 4.2 การทดลองความเป็นพิษของน้ำด้วยวิธี Fish bioassay

### 4.2.1 วิธีการทดลอง

การทดลองความเป็นพิษของน้ำในบึงโจดต่อลูกปลา 2 ชนิด คือ ปลานิล และปลาตะเพียน ซึ่งปลาทั้งสองชนิดที่ใช้ทดลองความเป็นพิษของน้ำ มีลักษณะทางชีวภาพแตกต่างกัน โดยปลานิลเป็นปลาที่ทนต่อมลพิษและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำได้ดี ส่วนปลาตะเพียนเป็นปลาที่ไวต่อมลพิษ โดยการทดลองความเป็นพิษนั้นมีการใช้น้ำสะอาดปราศจากคลอรีน (Dechlorinated water) ที่เตรียมการตามวิธีการของ US EPA (2002) เป็นชุดควบคุมซึ่งทำการเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่ต้องการทดลอง อย่างน้อย 1 สัปดาห์และใช้น้ำปราศจากคลอรีนนี้เป็นตัวเจือจางน้ำที่เก็บมาทดลอง

- 1) ทดลองความเป็นพิษของน้ำจากบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์แบบเฉียบพลัน (acute toxicity test) ต่อลูกปลาตะเพียนและลูกปลานิล โดยเลือกใช้ลูกปลาทั้งสองชนิดขนาด 3 เซนติเมตร ที่มีขนาดใกล้เคียงกันเป็นสัตว์ทดลอง
- 2) พื้นที่สำหรับทดลองความเป็นพิษใช้ตู้ปลาขนาด 20 ลิตร และมีการให้ออกซิเจนแก่ตู้ปลาผ่านระบบปั๊มออกซิเจนตลอดเวลา อุณหภูมิห้องอยู่ในช่วง 29 – 32 องศาเซลเซียส
- 3) ความเข้มข้นของน้ำที่ใช้ทดลองมี 5 ระดับ คือ น้ำจากบึงโจดหรือเขื่อนอุบลรัตน์ที่ไม่มีการเจือจาง (100%) น้ำบึงโจดที่มีการเจือจางด้วยน้ำปราศจากคลอรีน 50% 25% 12% และ 6.25% เปรียบเทียบกับน้ำชุดควบคุม (control) ที่เป็นน้ำปราศจากคลอรีน ในแต่ละความเข้มข้นจะทดลอง 3 ซ้ำ (triplicate) โดยใช้ลูกปลาจำนวน 10 ตัวต่อ 1 ซ้ำ
- 4) ทำการทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันในระยะเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง
- 5) ระหว่างทำการทดลองความเป็นพิษของน้ำจะมีการเปลี่ยนน้ำทุกวัน เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้ใกล้เคียงเดิม และป้องกันปัญหาจุลินทรีย์ก่อโรคที่มากับน้ำหรือปลา
- 6) บันทึกข้อมูลความมีชีวิตรอดหรืออัตราการตายของปลาจากแต่ละซ้ำ ตามระยะเวลาที่ทดลองในข้อ 4
- 7) ทดลองหาความแตกต่างทางสถิติของกลุ่มทดลองด้วยวิธี ANOVA โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์

การทดสอบความเป็นพิษของน้ำในบึงโจดต่อลูกปลา 2 ชนิด คือ ปลานิล และปลาตะเพียน โดยทำการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity) ที่ระยะเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

##### 1) การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันที่เวลา 24 ชั่วโมง

การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำจากบึงโจดต่อลูกปลาตะเพียนที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ลูกปลาตะเพียนที่เลี้ยงในน้ำจากบึงโจด 100% มีอัตราการรอดชีวิตอยู่ที่ 63.33% แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เป็นน้ำสะอาดปราศจากคลอรีน (dechlorinated water) ที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ และน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-3) สะท้อนว่าน้ำจากบึงโจดที่ไม่เจือจางจะมีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลาตะเพียน นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำจากบึงโจดที่เจือจางที่ความเข้มข้น 50% และ 25% ส่งผลกระทบให้ลูกปลาตะเพียนมีชีวิตอยู่รอดเฉลี่ย 66.67% และ 83.33% ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มควบคุมและน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์ มีเพียงน้ำที่เจือจางให้มีความเข้มข้น 12.5% และ 6.25% ที่ไม่มีผลทำให้ลูกปลาตะเพียนตายแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์ สำหรับการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันที่เวลา 24 ชั่วโมงกับลูกปลานิล พบว่าอัตราการรอดชีวิตของปลานิลที่เลี้ยงด้วย น้ำจากบึงโจด 100% และ 50% อยู่ที่ 90% และ 93.33% ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-3) แสดงให้เห็นว่าน้ำจากบึงโจด 100% และ 50% มีผลความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลานิลในระยะเวลา 24 ชั่วโมง แต่ยังมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตที่สูงกว่าลูกปลาตะเพียน ส่วนน้ำจากบึงโจดที่เจือจางให้เหลือความเข้มข้น 25% 12.5% และ 6.25% ไม่มีผลเป็นพิษเฉียบพลัน เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงและเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วให้ผลไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

##### 2) การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันที่เวลา 48 ชั่วโมง

การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำจากบึงโจดต่อลูกปลาตะเพียนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าน้ำในบึงโจดที่ความเข้มข้น 100% 50% 25% และ 12.5% ทำให้ลูกปลาตะเพียนมีชีวิตรอดลดลงจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตอยู่ที่ 43.33% 50% 66.67% และ 83.33% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและน้ำที่มาจากเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-4) แสดงว่าน้ำจากบึงโจดแสดงความเป็นพิษเฉียบพลันมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ส่วนน้ำจากบึงโจดที่เจือจางลงให้มีความเข้มข้น 6.25% ไม่มีผลทำให้ลูกปลาตะเพียนตายจากกลุ่มควบคุมและน้ำที่มาจากเขื่อนอุบลรัตน์ สำหรับผลการทดสอบกับลูกปลานิล พบว่าในเวลา 48 ชั่วโมง น้ำจากบึงโจดความเข้มข้น 100% และเจือจางให้มีความเข้มข้น 50% มีผลให้ลูกปลานิลมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลงจากระยะเวลา 24 ชั่วโมง อยู่ที่ 83.33% และ 86.67% ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-4) ส่วนน้ำจากบึงโจดที่เจือจางให้มีความเข้มข้น 25% 12.5% และ 6.25% ไม่แสดงผลความเป็นพิษต่อ ลูกปลานิล โดยไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม



### 3) การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันที่เวลา 72 ชั่วโมง

การทดสอบความเป็นพิษของน้ำในบึงโจดต่อลูกปลาดตะเพียนเป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของลูกปลาดตะเพียนลดต่ำลงอย่างมาก โดยน้ำจากบึงโจดที่ระดับความเข้มข้น 100% 50% 25% 12.5% และ 6.25% ส่งผลให้ลูกปลาดตะเพียนมีค่าเฉลี่ยการรอดชีวิตอยู่ที่ 26.67% 30% 43.33% 73.33% และ 83.33% ตามลำดับ (ตารางที่ 4-5) ซึ่งแตกต่างจากทุกกลุ่มควบคุมและน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าน้ำจากบึงโจดมีผลเป็นพิษเฉียบพลันที่ 72 ชั่วโมง สูงกว่าที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง สำหรับผลการทดสอบกับลูกปลานิล พบว่ามีเฉพาะน้ำจากบึงโจดเกือบทุกความเข้มข้น ยกเว้นที่ความเข้มข้น 6.25% ส่งผลให้ลูกปลานิลเพิ่มมากขึ้นจากระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยการรอดชีวิตของลูกปลานิลในน้ำจากบึงโจดที่ความเข้มข้น 100% 50% 25% และ 12.5% อยู่ที่ 43.33% 53.33% 73.33% และ 73.33% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4-5)

**ตารางที่ 4-3** การรอดชีวิตของลูกปลาดตะเพียนเมื่อทดสอบความเป็นพิษด้วยน้ำจากบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์ เมื่อทดสอบแบบ acute toxicity ใน 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของน้ำที่ใช้ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ที่รอดชีวิต (%)	
	ปลานิล	ปลาดตะเพียน
Control (น้ำห้องปฏิบัติการ)	100 ± 0.00a	100 ± 0.00a
น้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์	95.00 ± 7.07a	93.33 ± 5.77a
น้ำจากบึงโจด 100%	90.00 ± 5.77b	63.33 ± 5.77c
น้ำจากบึงโจด 50%	90 ± 10.00b	66.67 ± 5.77c
น้ำจากบึงโจด 25%	96.67 ± 5.77a	83.33 ± 5.77b
น้ำจากบึงโจด 12.5%	96.67 ± 5.77a	93.33 ± 5.77a
น้ำจากบึงโจด 6.5%	100 ± 0.00a	96.67 ± 5.77a

หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

อักษรที่เหมือนกัน แสดงถึงข้อมูลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**ตารางที่ 4-4** การรอดชีวิตของลูกปลาดตะเพียนเมื่อทดสอบความเป็นพิษด้วยน้ำจากบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์ เมื่อทดสอบแบบ acute toxicity ใน 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของน้ำที่ใช้ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ที่รอดชีวิต (%)	
	ปลานิล	ปลาดตะเพียน
Control (น้ำห้องปฏิบัติการ)	96.67 ± 5.77a	96.67 ± 5.77a
น้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์	93.33 ± 5.77a	90 ± 00.00a
น้ำจากบึงโจด 100%	83.33 ± 5.77b	43.33 ± 5.77d
น้ำจากบึงโจด 50%	86.67 ± 5.77b	50.00 ± 10.00d
น้ำจากบึงโจด 25%	93.33 ± 5.77a	66.67 ± 5.77c
น้ำจากบึงโจด 12.5%	93.33 ± 5.77a	83.33 ± 5.77b
น้ำจากบึงโจด 6.5%	96.67 ± 5.77a	93.33 ± 5.77a

หมายเหตุ: \* อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

อักษรที่เหมือนกัน แสดงถึงข้อมูลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**ตารางที่ 4-5** การรอดชีวิตของลูกปลาตะเพียนเมื่อทดสอบความเป็นพิษด้วยน้ำจากบึงโจดและเขื่อนอุบลรัตน์  
เมื่อทดสอบแบบ acute toxicity ใน 72 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของน้ำที่ใช้ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ที่รอดชีวิต (%)	
	ปลานิล	ปลาตะเพียน
Control (น้ำห้องปฏิบัติการ)	96.67 ± 5.77a	93.33 ± 5.77a
น้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์	86.67 ± 5.77b	86.67 ± 5.77b
น้ำจากบึงโจด 100%	43.33 ± 5.77d	26.67 ± 5.77e
น้ำจากบึงโจด 50%	53.33 ± 5.77d	30.00 ± 10.00e
น้ำจากบึงโจด 25%	73.33 ± 5.77c	43.33 ± 5.77d
น้ำจากบึงโจด 12.5%	73.33 ± 5.7c	73.33 ± 5.77c
น้ำจากบึงโจด 6.5%	90.00 ± 0.00a	83.33 ± 5.77b

หมายเหตุ: \* อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน แสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

อักษรที่เหมือนกัน แสดงถึงข้อมูลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ในการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำจากบึงโจดต่อลูกปลาตะเพียนและปลานิล พบว่าน้ำจากบึงโจดตามธรรมชาติ (ความเข้มข้น 100%) มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลาตะเพียนมากกว่าและลูกปลานิลตั้งแต่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงแรก โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของลูกปลาตะเพียนอยู่ที่ 63.33% และลูกปลานิลอยู่ที่ 90% (ตารางที่ 4-3) โดยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของลูกปลาตะเพียนและลูกปลานิลมีระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและน้ำจากเขื่อนอุบลรัตน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน พบว่าที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ทั้งลูกปลาตะเพียนและลูกปลานิลมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลงอย่างมาก (ตารางที่ 4-4 และ 4-5) แสดงว่าน้ำในบึงโจดแสดงความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทั้งสองชนิดในระยะสั้นและระยะยาว จึงไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของสัตว์น้ำทั้งสองชนิดที่ใช้ในการทดสอบ สาเหตุที่น้ำจากบึงโจดแสดงความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสัตว์น้ำทั้งสองชนิดอาจเกิดจากปัจจัยด้านคุณภาพน้ำบางประการ โดยเฉพาะค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่ต่ำกว่า 3 mg/L ซึ่งถือว่าเป็นน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ค่าของแข็งละลายน้ำ (TDS) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของบึงโจดยังอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมากกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป ซึ่งค่าพารามิเตอร์ทั้งสองนี้สะท้อนว่าแหล่งน้ำในบึงโจดมีเกลืออนินทรีย์ละลายในน้ำค่อนข้างมาก และเป็นน้ำที่อยู่ในสภาวะเค็ม (salinity condition) (US EPA, 2012; Bhateria and Jain, 2016) เมื่อพิจารณาจากหลักสรีรวิทยาของสัตว์น้ำจืด น้ำที่มีความเค็มจะทำให้สมดุลออสโมซิสของปลาน้ำจืดเสียไป เนื่องจากปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำจะทำให้เกิดสภาวะน้ำถูกดึงออกจากเซลล์ (dehydration) ของปลา ในขณะเดียวกันจะเกิดการดูดซึมไอออนเข้าไปในร่างกายมากขึ้น เซลล์สูญเสียการควบคุมออสโมซิส ทำให้ไม่สามารถควบคุมน้ำในเซลล์ได้ ท้ายที่สุดแล้วจะทำให้ น้ำในเซลล์เสียออกมสู่ภายนอก ด้วยเหตุนี้ปลาน้ำจืดทั่วไปจึงไม่สามารถดำรงชีวิตในสภาวะน้ำที่มีความเค็มได้ (Bhateria and Jain, 2016; Canedo-Arguelles et al., 2019) ซึ่งจะเห็นได้ว่าลูกปลาทั้งสองมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตที่ต่ำลงอย่างมากเมื่ออยู่ในน้ำบึงโจดเป็นระยะ 72 ชั่วโมง โดยเฉพาะลูกปลาตะเพียนแสดงผลเป็นพิษจากน้ำในบึงโจดมากกว่า ลูกปลานิล เนื่องจากปลาตะเพียนเป็นปลาที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมได้ง่ายในขณะที่ปลานิลเป็นปลาที่มีความสามารถปรับตัวในน้ำที่มีความเค็มเล็กน้อยได้จึงมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงกว่าลูกปลาตะเพียน

### 4.2.3 สรุปผลการทดลอง

ในการประเมินคุณภาพน้ำในบึงโจดในช่วงฤดูร้อนมีค่า DO ที่ค่อนข้างต่ำแต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ที่เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมและการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 ส่วนค่า TDS และ EC จัดอยู่ในค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั่วไป จึงไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำส่วนใหญ่ สำหรับพารามิเตอร์ทางน้ำของบึงโจดที่คงที่หรือใกล้เคียงเดิมตลอดที่มีการประเมินคุณภาพน้ำคือค่า alkalinity และ pH แต่ค่าดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการทำให้ภาพรวมคุณภาพน้ำบึงโจดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีผสมผสานทั้งการกำจัดฟิชน้ำออก ซึ่งอาจจะมีการใช้ฟิชน้ำที่มีความสามารถดูดซับธาตุอาหารโดยควบคุมให้มีปริมาณเหมาะสม การนำตะกอนดินบางส่วนออก และการเติมออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำ โดยจะต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แหล่งน้ำมีคุณภาพเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำมากขึ้น

น้ำจากบึงโจดแสดงความเป็นพิษเฉียบพลันสูงต่อลูกปลาตะเพียนมากกว่าลูกปลานิลในระยะเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมงที่ทำการทดสอบ เนื่องจากปลาตะเพียนเป็นปลาที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมมากกว่าปลานิล แต่ในภาพรวมน้ำในบึงโจดยังไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาทั้งสองชนิดที่ทดสอบเนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง ลูกปลามากกว่า 50% ยังได้รับผลต่อการเป็นพิษเฉียบพลัน

## เอกสารอ้างอิง

- ดร.ชวลิต วิทยานนท์. 2547. **คู่มือปลาน้ำจืด**. สำนักพิมพ์สารคดี ในนามบริษัท วิริยะธุรกิจ จำกัด. 232 หน้า
- เตือนตา ราหม่าน, ปวีณา แก้วอุบล, ณัฐยานัน ฟาน เบม, ปรียาลักษณ์ โคหนองบัว, กาญจนา อ่อซ่าย และ  
ส่วนนรฮัน ภูบาหา. 2562. การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชีวภาพ.  
แก่นเกษตร 47(6): 1213-1226
- ยุวดี พิรพรพิศาล. 2556. **สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่2. โชตนาพรินท์, เชียงใหม่.
- ละออศรี เสนาะเมือง. 2545. **แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด:คาลานอยด์โคพีพอดในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1.  
ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- APHA. 2017. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23<sup>rd</sup> ed.  
American Public Health Association, Washington, DC.
- Bhateria, R. and Jain, D. 2016. **Water quality assessment of lake water: a review**. Sustainable  
Water Resources Management 2: 161-173.
- Canedo-Arguelles, M., Kefford, B. and Schafer, R. 2019. **Salt in freshwaters: causes, effects and  
prospects-introduction to the theme issue**. Philosophical Transactions of the Royal  
Society B: Biological Sciences 374: 20180002.
- Fishes of the Mekong Delta. 2008. **Mekong River Commission 184 FaNgoum Road**, Unit 18,  
Ban SithaneNeua, Sikhottabong District, Vieniane01000 Lao PDR. 288p.
- Havel, J.E. 2016. **Laboratory exercises for freshwater ecology**. Waveland Press, Long Grove.  
p.79-86.
- Pavagadhi, S. and Balasubramanian, R. 2013. Toxicological evaluation of microcystins in aquatic  
fish species: current knowledge and future directions. **Aquatic Toxicology** 142-143: 1-16.
- Sallam, G.A.H. and Elsayed, E.A. 2015. Estimating the impact of air temperature and relative  
humidity change on the water quality of Lake Manzala, Egypt. **Journal of Natural  
Resources and Development** 5: 76-87.
- Sumontip, B., Witaya, P. and Sirinapa, P. 2010. **Utilization of Spirulina platensis for wastewater  
treatment in fermented rice noodle factory**. ELBA BIOFLUX 2(2): 39-44.
- Tonk, L., Bosch, K., Visser, P.M. and Huisman, J. 2007. Salt tolerance of the harmful  
cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. **Aquatic Microbial Ecology** 46: 117-123.
- US EPA. 2002. **Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to  
freshwater and marine organisms**. 5<sup>th</sup>ed. U.S. Environmental Protection Agency.  
EPA-821-R-02-012., Washington.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
แบบรายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



## รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

หน้า : 01/06

เจ้าของตัวอย่าง : บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน)

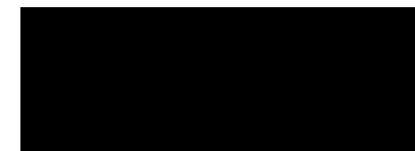
ที่อยู่ : 99 หมู่ 3 ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

วันที่เก็บตัวอย่าง : 15 มีนาคม 2565

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ : 9 พฤษภาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Flow rate (m <sup>3</sup> /s)	pH	Temp (°C)	Turbidity (NTU)	EC (μS/cm)	Color (ADMI)		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	Phenol (mg/L)	Coliform Bacteria (MPN/100ml)	
							Original	AtpH7.6							TCB	FCB
1. น้ำเสียจากการโรงงาน KK1	มีสีขาว ชุ่น มีตะกอนสีขาว	0.058	7.33	41.4	-	1,345	-	-	-	-	376	640	-	-	-	-
2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจาก	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	0.065	7.92	35.9	-	1,574	-	-	-	-	2.0	28.0	<2.0	-	-	-
3. จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ	มีสีเขียวอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.14	34.1	-	1,184	-	-	-	3.4	7.0	43.5	-	-	-	-
4. ห้วยโจดก่อนผ่านโปรเจกกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	7.57	28.8	-	122.3	16	15	0.26	7.1	1.4	21.8	-	ND	-	<1.8
5. ห้วยโจดหลังผ่านโปรเจกกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.92	32.7	20.9	1,677	104	102	0.80	7.1	2.0	55.1	-	ND	33	17
6. กลางบึงโจด	มีสีเหลือง ชุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	-	7.34	32.1	17.6	1,684	105	103	1.11	4.4	1.8	54.3	-	ND	490	17
7. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.15	26.3	-	209.3	11	11	-	2.3	2.0	17.1	-	ND	-	2.0
8. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจด	มีสีเหลืองอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.37	27.2	-	212.5	11	10	-	2.8	1.6	16.9	-	ND	-	<1.8
9. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด	มีสีเหลืองอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	6.98	26.2	-	220	11	10	-	2.4	1.6	18.1	-	ND	-	<1.8
10. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด	มีสีเหลืองอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	7.00	28.8	-	215.7	12	10	-	2.8	1.6	17.5	-	ND	-	2.0
11. บ่อสังเกตการณ์ 1	ไม่มีสี ใส	-	7.06	29.4	2.5	556	<5	<5	2.57	<2.0	-	<10.0	-	-	<1.8	<1.8
12. บ่อสังเกตการณ์ 2	ไม่มีสี ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	6.24	29.5	<2.0	557	6	<5	2.79	<2.0	-	<10.0	-	-	<1.8	<1.8
13. บ่อสังเกตการณ์ 3	ไม่มีสี ใส	-	5.95	29.7	4.3	698	<5	<5	3.45	<2.0	-	<10.0	-	-	<1.8	<1.8
14. บ่อ pond paper	มีสีเขียวอ่อน ชุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	6.84	33.4	-	1,176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : ND = Not Detected (ตรวจไม่พบ)



หัวหน้าโครงการ



## รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

หน้า : 02/06

เจ้าของตัวอย่าง : บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่ : 99 หมู่ 3 ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

วันที่เก็บตัวอย่าง : 15 มีนาคม 2565

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ : 9 พฤษภาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	ระดับน้ำ ใต้ดิน (m)	Total Hardness (mg/L)	Non- Carbonate Hardness (mg/L)	Free Cl <sub>2</sub> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)
1. น้ำเสียจากการโรงงาน KK1	มีสีขาว ขุ่น มีตะกอนสีขาว	1,216	137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจาก	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	722	<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. จุลระบายนํ้าทิ้งของโครงการ	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	714	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. ห้วยโจดก่อนผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	82	<10	-	-	-	<0.1	-	-	-	-	-	-
5. ห้วยโจดหลังผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	1,054	15	-	-	-	<0.1	-	<0.020	<0.005	0.43	0.010	-
6. กลางบึงโจด	มีสีเหลือง ขุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	1,042	16	-	-	-	<0.1	-	<0.020	<0.005	<0.25	<0.010	-
7. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	124	<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจด 200	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	134	<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 200	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	166	<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 1	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	146	<10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. บ่อสังเคราะห์ 1	ไม่มีสี ใส	332	-	4.50	56	<4	<0.1	84.0	<0.020	<0.005	-	-	0.06
12. บ่อสังเคราะห์ 2	ไม่มีสี ใส มีตะกอนเล็กน้อย	322	-	3.80	54	<4	<0.1	84.0	<0.020	<0.005	-	-	0.06
13. บ่อสังเคราะห์ 3	ไม่มีสี ใส	412	-	3.30	67	<4	<0.1	107	<0.020	<0.005	-	-	0.07
14. บ่อ pond paper	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	<0.020	<0.005	-	<0.010	-

หมายเหตุ : ND = Not Detected (ตรวจไม่พบ)



หัวหน้าโครงการ





## รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

หน้า : 03/06

เจ้าของตัวอย่าง : บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่ : 99 หมู่ 3 ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

วันที่เก็บตัวอย่าง : 15 มีนาคม 2565

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ : 9 พฤษภาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Mn (mg/L)	CN <sup>-</sup> (mg/L)	Cr <sup>6+</sup> (mg/L)	As (mg/L)	Co (mg/L)	Ni (mg/L)	Hg (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	Cu (mg/L)
1. น้ำเสียจากการโรงงาน KK1	มีสีขาว ขุ่น มีตะกอนสีขาว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. จุดระบายน้ำทิ้งของโครงการ	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. ห้วยโจดก่อนผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. ห้วยโจดหลังผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
6. กลางบึงโจด	มีสีเหลือง ขุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-
7. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจด 200 ม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 200 ม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 1 กม.	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. บ่อสังเคราะห์ 1	ไม่มีสี ใส	0.11	-	ND	-	-	-	0.001	<0.30	1.43	-
12. บ่อสังเคราะห์ 2	ไม่มีสี ใส มีตะกอนเล็กน้อย	0.11	-	ND	-	-	-	<0.001	<0.30	1.43	-
13. บ่อสังเคราะห์ 3	ไม่มีสี ใส	0.13	-	ND	-	-	-	ND	<0.30	1.43	-
14. บ่อ pond paper	มีสีเขียวอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	-	-	ND	ND	-	ND	ND	-	-	<0.10

หมายเหตุ : ND = Not Detected (ตรวจไม่พบ)



หัวหน้าโครงการ



## รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

หน้า : 04/06

เจ้าของตัวอย่าง : บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่ : 99 หมู่ 3 ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

วันที่เก็บตัวอย่าง : 15 มีนาคม 2565

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ : 9 พฤษภาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	Grease & Oil (mg/L)
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงาน KK 1	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	< 4.0



หัวหน้าโครงการ



## รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

หน้า : 05/06

เจ้าของตัวอย่าง : บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่ : 99 หมู่ 3 ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

วันที่เก็บตัวอย่าง : 30 มีนาคม 2565

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ : 9 พฤษภาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ	pH	Temperature (°C)	Conductivity (μS/cm)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)
1. หัวยัดก่อนผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่น มีตะกอนเล็กน้อย	6.51	28.1	107.5	<2.0	4.2	36.0	218	124
2. หัวยัดหลังผ่านโปรเจคกรีน	มีสีเหลือง ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	6.84	31.5	1,690	7.0	1.6	55.0	1,096	17
3. กลางบึงโจด	มีสีเหลือง ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอนเล็กน้อย	6.78	31.8	1,665	3.8	1.9	55.0	1,090	15
4. โรงสูบน้ำ	มีสีเหลืองอ่อน ขุ่นเล็กน้อย มีตะกอน	6.94	27.6	205.3	<2.0	1.8	16.5	160	<10
5. ลำน้ำพองก่อนถึงปากบึงโจด 200 เมตร	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	6.97	31.7	204.3	<2.0	2.5	15.9	138	<10
6. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 200 เมตร	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	6.76	31.5	211.2	<2.0	2.4	16.9	146	<10
7. ลำน้ำพองหลังผ่านปากบึงโจด 1 กม.	มีสีเหลืองอ่อน ใส มีตะกอนเล็กน้อย	6.72	31.0	223	<2.0	1.6	19.3	142	<10



หัวหน้าโครงการ



## รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพดิน

หน้า : 05/06

เจ้าของตัวอย่าง : บริษัท ฟินิกซ์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่ : 99 หมู่ 3 ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

วันที่เก็บตัวอย่าง : 15 มีนาคม 2565

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ : 9 พฤษภาคม 2565

จุดเก็บตัวอย่าง	SAR (meq/L)	Na (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	pH
1. A64 ลึก 20 เซนติเมตร	20.73	30.23	3.59	0.66	8.48
2. A64 ลึก 40 เซนติเมตร	14.88	26.95	5.80	0.76	8.12
3. A64 ลึก 60 เซนติเมตร	13.97	7.86	0.51	0.12	8.10
4. A85 ลึก 20 เซนติเมตร	0.38	0.31	1.25	0.16	8.26
5. A85 ลึก 40 เซนติเมตร	12.31	6.63	0.47	0.11	8.08
6. A85 ลึก 60 เซนติเมตร	0.76	0.49	0.66	0.17	7.66
7. A112 ลึก 20 เซนติเมตร	13.56	11.34	1.15	0.25	7.74
8. A112 ลึก 40 เซนติเมตร	1.28	0.57	0.28	0.12	7.85
9. A112 ลึก 60 เซนติเมตร	9.37	12.72	3.13	0.56	7.92

หัวหน้าโครงการ

ภาคผนวก ข

หนังสือรับรองห้องปฏิบัติการทดสอบทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ใบรับรองเลขที่ 20T044/1022

## ใบรับรองห้องปฏิบัติการ

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติการมาตรฐานแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๑

เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ออกใบรับรองฉบับนี้ให้

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ห้องปฏิบัติการทดสอบทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

มีห้องปฏิบัติการตั้งอยู่เลขที่

๑๒๓ หมู่ที่ ๑๖ ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ

ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 17025-2561 (ISO/IEC 17025 : 2017)

ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ

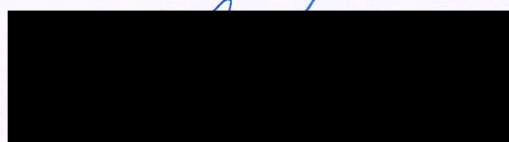
หมายเลขการรับรองที่ ทดสอบ ๐๒๖๕

โดยมีสาขาการรับรองตามรายละเอียดแนบท้ายใบรับรอง

ตั้งแต่วันที่ ๑๓ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

ถึง วันที่ ๑๒ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖

ออกให้ ณ วันที่ ๒๐ มี.ค. ๒๕๖๓



รองเลขาธิการ ปฏิบัติราชการแทน

เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



ภาคผนวก ค  
มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้อง

**ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**  
**เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด**

เพื่อให้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง และเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษ ในการควบคุมน้ำเสียจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ให้มีการบำบัดความสกปรกจนมีลักษณะน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนด

**1. ขนาดและประเภทของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง**

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	*ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	≥ 500 ห้อง	100-<500 ห้อง	< 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	≥ 200 ห้อง	60 -<200 ห้อง	< 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	<250 ห้อง	50 -<250 ห้อง	10 -<50 ห้อง	-
4. สถานบริการอาบอบนวด	-	<5,000 ม. <sup>2</sup>	1,000-<5,000 ม. <sup>3</sup>	-	-
5. สถานพยาบาล	≥ 30 เตียง	10-<30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ อุดมศึกษา	≥ 25,000 ม. <sup>2</sup>	5,000-<25,000 ม. <sup>2</sup>	-	-	-
7. อาคารที่ทำการราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชน	≥ 55,000 ม. <sup>2</sup>	10,000-<55,000 ม. <sup>2</sup>	5,000-<10,000 ม. <sup>2</sup>	-	-
8. ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า	≥ 25,000 ม. <sup>2</sup>	5,000-<25,000 ม. <sup>2</sup>	-	-	-
9. ตลาด	≥ 2,000 ม. <sup>2</sup>	1,500-<2,500 ม. <sup>2</sup>	1,000-<1,500 ม. <sup>2</sup>	500 -<1,000 ม. <sup>2</sup>	-
10. ภัตตาคารและร้านอาหาร	≥ 2,500 ม. <sup>2</sup>	500-<2,500 ม. <sup>2</sup>	250-<500 ม. <sup>2</sup>	100-<250 ม. <sup>2</sup>	<100 ม. <sup>2</sup>

**หมายเหตุ :** \* มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งของอาคารที่โรงงานฯ ใช้

**ที่มา :** ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

< น้อยกว่า

≥ ตั้งแต่....ขึ้นไป

- ยังไม่กำหนด

ม.<sup>2</sup> ตารางเมตร



## 2. มาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

พารามิเตอร์	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					หมายเหตุ
		ก	*ข	ค	ง	จ	
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	เป็นค่าที่เพิ่มจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	20	30	40	50	200	
3. ปริมาณของแข็ง (Solids)							
3.1 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	30	40	50	50	60	
3.2 ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มล./ล.	0.5	0.5	0.5	0.5	-	
3.3 สารละลายที่ได้อัตโนมัติ (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	500	500	500	500	-	
4. ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	1.0	1.0	3.0	4.0	-	
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN)	มก./ล.	35	35	40	40	-	
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	มก./ล.	20	20	20	20	100	

หมายเหตุ : \* มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งของอาคารที่โรงงานฯ ใช้

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125 ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

> มากกว่า

- ยังไม่กำหนด

มก./ล. = มิลลิกรัมต่อลิตร

มล./ล. = มิลลิลิตรต่อลิตร

### 3. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1	สีกลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	-	ธ	ธ	ธ	-
2	อุณหภูมิ (Temperature)		°C	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	"	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4	ออกซิเจนละลาย (DO)	P20	มก./ล.	"	ไม่น้อยกว่า	ไม่น้อยกว่า	ไม่น้อยกว่า	-
			"	"	6.0	4.0	2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P80			ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 2.0	ไม่เกิน 4.0	
6	โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย		MPN/100 มล.	"			-	-
	- Total Coliform	P80	"	"	ไม่เกิน 5,000	ไม่เกิน 20,000	-	-
	- Fecal Coliform	P80	"		ไม่เกิน 1,000	ไม่เกิน 4,000		
7.	ไนเตรทในรูปไนโตรเจน(NO <sub>3</sub> -N)		มก./ล.	"	สูงสุดไม่เกิน		5.0	
8	แอมโมเนียในรูปไนโตรเจน(NH <sub>3</sub> -N)		"	"			0.5	-
9	ฟีนอล (Phenols)		"	"			0.005	-
10	ทองแดง (Cu)		"	"			0.1	-
11	นิกเกิล (Ni)		"	"			0.1	-
12	แมงกานีส (Mn)		"	"			1.0	-
13	สังกะสี (Zn)		"	"			1.0	-
14	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	"			0.002	-
15	แคดเมียม (Cd)		"	"			0.005*	-
16	โครเมียม (Cr Hexavalent)		"	"			0.05**	-
17	ตะกั่ว (Pb)		"	"			0.05	-
18	สารหนู (As)		"	"			0.01	-
19	ไซยาไนด์ (CN)		"	"			0.005	-
20	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)		เบคเคอเรล/ล.					
	- ค่ารังสีแอลฟา		"	"			0.1	-
	- ค่ารังสีเบต้า		"	"			1.0	-
21	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total ganochlorine Posticides)		มก./ล.	ธ	สูงสุดไม่เกิน		0.05	-
22	DDT		มก./ล.	"			1.0	-
23	α BHC		"	"			0.02	-
24	Dieldrin		"	"			0.1	-
25	Aldrin		"	"			0.1	-
26	Heptachlor, และ Heptachlor-epoxide		"	"			0.2	-
27	Endrin		"	"	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่หนด			-

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8(พ.ศ.2537) ออกความตามในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดิน

#### 4. มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทาน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	มาตรฐาน	ปริมาณที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการชลประทาน	
		ปานกลาง	รุนแรง
ความเป็นกรด-ด่าง	6.5-8.4	-	-
ของแข็งละลายทั้งหมด (มก./ล.)	< 500	500-2,100	>2,100
ความนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์/ซม.) ที่ 25 °ซ	< 750	750-3,000	>3,000
ไนเตรท (มก./ล.)	< 5	5-30	>30
คลอไรด์ (มก./ล.)	< 250	250-710	>710
ซัลเฟต (มก./ล.)	< 340	340-960	>960
โบรอน (มก./ล.)	< 0.70	0.7-3.0	>3.0
อัตราการดูดซึมโซเดียม (SAR)	<4	4-15	>15

ที่มา : Water Allocation and Maintenance Division, RID, September and October 1978, “Water Quality for Irrigation Manuals” No. 15 and No. 17

## 5. มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5 – 9.0	pH Meter
2. ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS)	- ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุม มลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความ เค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าที่ดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่า ค่าที่ดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัด น้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40 °C	เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บ ตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น (Colour or Odour)	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H <sub>2</sub> S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Titrate
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine-Barbituric Acid
8. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry
9. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine
10. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุม มลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหา น้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืช หรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas-Chromatography

## 5. มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
13. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล	วิธีบ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน และหาค่าออกซิเจนละลายด้วยวิธีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Azide Modification) หรือวิธีเมมเบรนอิเล็กโทรด (Membrane Electrode)
14. ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN)	ไม่เกิน 100 มก./ล	วิธีเจลดาล์ (Kjeldahl)
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล	วิธีย่อยสลายโดยใช้โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate)
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)		
1. สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล	วิธีคำนวณจากค่าส่วนต่างของโครเมียม ทั้งหมดกับโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ วิธีย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด (Acid digestion) และวัดหาปริมาณโลหะด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรเมตรี (Atomic Absorption Spectrometry : AAS) หรือวิธีอินดักทีฟลี คัปเพิลด์พลาสมา (Inductively Coupled Plasma)
2. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล	
3. โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล	
4. ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล	
5. แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก./ล	
6. แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล	
7. ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล	
8. นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล	
9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล	
10. อาร์เซนิก (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล	
11. ซีลีเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล	
12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล	

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำจากแหล่งกำเนิดประเภทรองงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539