

## ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งแบบต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ใหม่ได้

ตารางที่ ก.1 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม  
(ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539)

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม		
ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0	pH Meter
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล.</li> <li>น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก.ล.</li> </ul>	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40 °C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น	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. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

(ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539)

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม		
ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัด ศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas-Chromatography
13. ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างกันแล้วแต่ ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภท ของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่ คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ ไม่เกิน 60 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่ คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ ไม่เกิน 200 มก./ล.	Kjeldahl
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่ คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ ไม่เกิน 400 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

(ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539)

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม		
ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
<b>16. โลหะหนัก (Heavy Metal)</b>		
1. สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	- Atomic Absorption Spectro Photometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
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.	- Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
11. เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	- Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	- Atomic Absorption Cold Vapour Techique

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

ตารางที่ ก.2 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับการรดสนามหญ้าและสิ่งปลูกสร้าง

(ที่มา : Guidelines for Water Reuse 2012 )

สาร	ความเข้มข้น (mg/L)
TDS	1,200
Aluminum	5.0
Arsenic	0.1
Bacteria : Fecal Coliform	2.2 MPN/100 mL
BOD	20
Boron	0.75
Cadmium	0.01
Chloride	100
Chromium	0.1
Cobalt	0.05
Copper	0.2
Fluoride	1.0
Iron	5.0
Lead	5.0
Lithium	2.5
Manganese	0.2
Molybdenum	0.01
Nickel	0.2
Oil & Grease	0
pH	6.0 – 9.0
Phenol	50
Selenium	0.02
Sulfate	200
Vanadium	0.1
Zinc	2.0

ตารางที่ ก.3 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับการกสิกรรม

(ที่มา : Guidelines for Water Reuse 2012 )

สาร	ความเข้มข้น (mg/L)
Aluminium	5.0
Arsenic	0.10
Beryllium	0.10
Boron	0.75
Cadmium	0.01
Chromium	0.1
Cobalt	0.05
Copper	0.2
Fluoride	1.0
Iron	5.0
Lead	5.0
Lithium	2.5
Manganese	0.2
Molybdenum	0.01
Nickel	0.2
Selenium	0.02
Tin, Tungsten and Titanium	-
Vanadium	0.1
Zinc	2.0

ตารางที่ ก.4 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับเลี้ยงสัตว์

(ที่มา : Guidelines for Water Reuse 2012 )

สาร	ความเข้มข้น (mg/L)
Aluminum (Al)	5.0
Arsenic (As)	0.2
Beryllium (Be)	0.1
Boron (B)	5.0
Cadmium (Cd)	0.05
Chromium (Cr)	1.0
Cobalt (Co)	1.0
Copper (Cu)	0.5
Fluoride (F)	2.0
pH	6.0 – 8.0
Iron (Fe)	Not needed
Lead (Pb)	0.1
Manganese (Mn)	0.05
Mercury (Hg)	0.01
Molybdenum (Mo)	0.3
Nitrate + Nitrite (NO <sub>3</sub> -N + NO <sub>2</sub> -N)	100
Nitrite (NO <sub>2</sub> -N)	10.0
Selenium (Se)	0.05
Sodium (Na)	1000
Sulfate (SO <sub>4</sub> )	1000
Vanadium (V)	0.10
Zinc (Zn)	24.0

ตารางที่ ก.5 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ

(ที่มา : Guidelines for Water Reuse 2012 )

สาร	ความเข้มข้น (mg/L)
Alkalinity	1.0
Carbon dioxide	12.0
Copper	0.02
Arsenic	1.0
Selenium	0.1
Cyanide	0.012
Phenol	0.02
TDS	1,000
Detergents	0.2
Dissolved oxygen	2.0
DDT	0.002
Endrin	0.004
Malathion	0.1
pH	6.5-8.5

ตารางที่ ก.6 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งลงในบึงสาธารณะ

(ที่มา : Guidelines for Water Reuse 2012 )

สาร	ความเข้มข้น
Bacteria : Total Coliform	2.2 MPN/100 mL
BOD	5 mg/L
Floating scum	0 mg/L
Order	None
Oil & Grease	0 mg/L
Dissolved oxygen	2.0 mg/L
pH	6.5 – 8.3
Suspended Solid	5 mg/L
Turbidity	1 NTU

ตารางที่ ก.7 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

(ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537)

ลำดับ	คุณภาพน้ำ <sup>2/</sup>	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด <sup>3/</sup> ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ <sup>1/</sup>				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่น และรส (Colour Odour and Taste)		-	ช	ช'	ช'	ช'	-
2.	อุณหภูมิ (Temperature)		° ซ	ช	ช'	ช'	ช'	-
3.	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	ช	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO) <sup>3/</sup>	P20	มก./ล.(mg/l)	ช	6.0	4.0	2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P80	มก./ล.(mg/l)	ช	1.5	2.0	4.0	-
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. (MPN/100 ml)	ช	5,000	20,000	-	-
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟีโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. (MPN/100 ml)	ช	1,000	4,000	-	-
8.	ไนเตรด (NO <sub>3</sub> ) ในหน่วย ไนโตรเจน		มก./ล. (mg/l)	ช	5.0	5.0	5.0	-
9.	แอมโมเนีย (NH <sub>3</sub> ) ในหน่วย ไนโตรเจน		มก./ล. (mg/l)	ช	0.5	0.5	0.5	-
10.	ฟีนอล (Phenols)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.005	0.005	0.005	-
11.	ทองแดง (Cu)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.1	0.1	0.1	-
12.	นิกเกิล (Ni)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.1	0.1	0.1	-
13.	แมงกานีส (Mn)		มก./ล. (mg/l)	ช	1.0	1.0	1.0	-
14.	สังกะสี (Zn)		มก./ล. (mg/l)	ช	1.0	1.0	1.0	-
15.	แคดเมียม (Cd)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.005* 0.05*	0.005* 0.05*	0.005* 0.05*	- -
16.	โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.05	0.05	0.05	-
17.	ตะกั่ว (Pb)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.05	0.05	0.05	-
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.002	0.002	0.002	-
19.	สารหนู (As)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.01	0.01	0.01	-
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)		มก./ล. (mg/l)	ช	0.005	0.005	0.005	-
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) - ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) - ค่ารังสีเบตา (Beta)		เบเคอเรล/ล. เบเคอเรล/ล.	ช ช	0.1 1.0	0.1 1.0	0.1 1.0	- -

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

(ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537)

ลำดับ	คุณภาพน้ำ <sup>1/</sup>	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด <sup>3/</sup> ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ <sup>1/</sup>				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดมีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล. (mg/l)	๓	0.05	0.05	0.05	-
23.	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	๓	1.0	1.0	1.0	-
24.	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)		ไมโครกรัม/ล.	๓	0.02	0.02	0.02	-
25.	ดีลด์ริน (Dieldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๓	0.2	0.2	0.2	-
26.	อัลดริน (Aldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๓	0.1	0.1	0.1	-
27.	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		ไมโครกรัม/ล.	๓	0.2	0.2	0.2	-
28.	เอนดริน (Endrin)		ไมโครกรัม/ล.	๓	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก จู)

#### หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

**ประเภทที่ 3** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

**ประเภทที่ 4** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอุตสาหกรรม

**ประเภทที่ 5** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

3/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

๖ เป็นไปตามธรรมชาติ

๖' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

\* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

\*\* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

<sup>0</sup>๗ องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

ตารางที่ ก.8 แสดงมาตรฐานน้ำทิ้งลงบ่อบาดาล

(ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2521)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์กำหนดสูงสุด)
1. สี (Color)	ปลาตินัมโคบอลด์	50
2. ความขุ่น (Turbidity)	หน่วยความขุ่น (JTU)	50
3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	5.0 - 9.2
4. ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solids)	มก./ล.	2,000
5. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	40
6. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	มก./ล.	5.0
7. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	มก./ล.	5.0
8. ทองแดง (Cu)	มก./ล.	1.5
9. สังกะสี (Zn)	มก./ล.	15.0
10. โครเมียม (Cr)	มก./ล.	2.0
11. สารหนู (As)	มก./ล.	0.05
12. ไซยาไนต์ (CN)	มก./ล.	0.2
13. ปรอท (Hg)	มก./ล.	0.002
14. ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	0.1
15. แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	0.1
16. แบเรียม (Ba)	มก./ล.	1.0

แหล่งที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตามความใน

พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทาง

วิชาการ สำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

ตารางที่ ก.9 แสดงมาตรฐานคุณภาพของน้ำเลี้ยงเข้าหม้อน้ำ

(ที่มา : American Boiler Manufacturers Association, 2005)

<b>Drum Operating Pressure (psig)</b>	<b>0-300</b>	<b>301-450</b>	<b>451-600</b>	<b>601-750</b>	<b>751-900</b>	<b>901-1000</b>	<b>1001-1500</b>	<b>1501-2000</b>	<b>OTSG</b>
<b>Steam</b>									
TDS max (ppm)	0.2-1.0	0.2-1.0	0.2-1.0	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1	0.1	0.05
<b>Boiler Water</b>									
TDS max (ppm)	700-3500	600-3000	500-2500	200-1000	150-750	125-625	100	50	0.05
Alkalinity max (ppm)	350	300	250	200	150	100	n/a	n/a	n/a
TSS Max (ppm)	15	10	8	3	2	1	1	n/a	n/a
Conductivity max ( $\mu$ mho/cm)	1100-5400	900-4600	800-3800	300-1500	200-1200	200-1000	150	80	0.15-0.25
Silica max (ppm SiO)	150	90	40	30	20	8	2	1	0.02
<b>Feed Water (Condensate and Makeup, After Deaerator)</b>									
Dissolved Oxygen (ppm O)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	n/a
Total Iron (ppm Fe)	0.1	0.05	0.03	0.025	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Total Copper (ppm Cu)	0.05	0.025	0.02	0.02	0.015	0.01	0.01	0.01	0.002
Total Hardness (ppm CaCO <sub>3</sub> )	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.05	ND	ND	ND
pH @ 25° C	8.3-10.0	8.3-10.0	8.3-10.0	8.3-10.0	8.3-10.0	8.8-9.6	8.8-9.6	8.8-9.6	n/a
Nonvolatile TOC (ppm C)	1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	ND
Oily Matter (ppm)	1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	ND

**Source:** Boiler Water Quality Requirements and Associated Steam Quality for

Industrial/Commercial and Institutional Boilers (American Boiler Manufacturers Association, 2005)

ตารางที่ ก.10 มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

(ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	1.สี(Colour)	ปลาตินัม-โคบอลต์	5	15
	2.ความขุ่น(Turbidity)	หน่วยความขุ่น	5	20
	3.ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	7.0-8.5	6.5-9.2
ทางเคมี	4.เหล็ก (Fe)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.5	1.0
	5.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.3	0.5
	6.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 1.0	1.5
	7.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 5.0	15.0
	8.ซัลเฟต (SO <sub>4</sub> )	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 200	250
	9.คลอไรด์ (Cl)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 250	600
	10.ฟลูออไรด์ (F)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 0.7	1.0
	11.ไนเตรด (NO <sub>3</sub> )	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 45	45
	12.ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness as CaCO <sub>3</sub> )	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 300	500
	13.ความกระด้างถาวร (Non carbonate hardness as CaCO <sub>3</sub> )	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 200	250
	14.ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	มก./ล.	ไม่เกินกว่า 600	1,200
สารพิษ	15.สารหนู (As)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.05
	16.ไซยาไนด์ (CN)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.1
	17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.05
	18.ปรอท (Hg)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.001
	19.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.01
	20.ซีลีเนียม (Se)	มก./ล.	ต้องไม่มีเลย	0.01
ทางแบคทีเรีย	21.แบคทีเรียที่ตรวจพบโดยวิธี Standard plate count	โคโลนีต่อ ลบ.ซม.	ไม่เกินกว่า 500	-
	22.แบคทีเรียที่ตรวจพบโดยวิธี Most Probable Number (MPN)	เอ็ม.พี.เอ็น ต่อ 100 ลบ.ซม.	น้อยกว่า 2.2	-
	23.อี. โคไล (E.coli)	-	ต้องไม่มีเลย	-

แหล่งที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และ  
มาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกัน ในเรื่อง  
สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551

ตารางที่ ก.11 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค (มอก. 257-2549)

(ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3470 พ.ศ. 2549)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร)
ทางกายภาพ	1.สี (Colour)	ปลาตินัม-โคบอลต์ (Platinum-Cobalt)	5	-
	2.รส (Taste)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	-
	3.กลิ่น (Odour)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	-
	4.ความขุ่น (Turbidity)	ซีลิกา สเกล ยูนิต์	5	-
	5.ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	-	6.5-8.5	-
ทางเคมี	6.ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	มก./ล.	500	600
	7.เหล็ก (Fe)	มก./ล.	0.3	-
	8.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	0.05	0.1
	9.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	1.0	-
	10.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	3.0	-
	11.ความกระด้างทั้งหมด (คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต )	มก./ล.	100	300
	12.ซัลเฟต (SO <sub>4</sub> )	มก./ล.	200	250
	13.คลอไรด์ (Cl)	มก./ล.	250	-
	14.ฟลูออไรด์ (F)	มก./ล.	0.7	1
	15.ไนเตรต (คำนวณเป็นไนโตรเจน)	มก./ล.	4	10
	16.ลิเธียมอัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต	มก./ล.	0.2	-
	17.ฟีนอลิกซัปสแตนซ์	มก./ล.	0.001	0.005
	สารเป็นพิษ	18.ปรอท (Hg)	มก./ล.	0.001
19.ตะกั่ว (Pb)		มก./ล.	0.01	-
20.สารหนู (As)		มก./ล.	0.01	-
21.ซีลีเนียม (Se)		มก./ล.	0.01	-
22.โครเมียม (Cr hexavalent)		มก./ล.	0.05	-
23.ไซยาไนด์ (CN)		มก./ล.	0.07	-
24.แคดเมียม (Cd)		มก./ล.	0.003	-
25.แบเรียม (Ba)		มก./ล.	0.7	-

ตารางที่ ก.11 (ต่อ) แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค (มอก. 257-2549)

(ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3470 พ.ศ. 2549)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด (ต่อ 100 ลูกบาศก์ เซนติเมตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (ต่อ 100 ลูกบาศก์ เซนติเมตร)
ทางจุด ชีววิทยา	26. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	ต่อ 100 cm <sup>3</sup>	< 1.1	-
	27. เอสเชอริเชีย โคลิ (Escherichia coli)	ต่อ 100 cm <sup>3</sup>	ไม่พบ	-
	28. สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)	ต่อ 100 cm <sup>3</sup>	ไม่พบ	-
	29. ซาลโมเนลลา (Salmonella)	ต่อ 100 cm <sup>3</sup>	ไม่พบ	-
	30. คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens)	ต่อ 100 cm <sup>3</sup>	ไม่พบ	-

แหล่งที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3470 (พ.ศ. 2549) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 123 ตอนที่ 64 ง ลงวันที่ 6 กรกฎาคม 2549

### ภาคผนวก ข

รายละเอียดการนำข้อมูลป้อนเข้าและผลการวิเคราะห์โปรแกรม WATER

**Project Info****Project Name** Wastewater from Poultry Slaughterhouse**Date** 10/06/14**Membrane Stage** AC+RO (if applicable)

Worksheets included in this program:

#	Worksheet	Description
a	Project & Stage Info	Project title, date, list of worksheets in WaTER
b	Capacity	Production Capacity and water data report
c	Report	Process information input and cost output
d	Cost Index	Cost indices, interest rates, amortization
e	H2O Analysis	Water quality input
f	RO & NF Input	Input of membrane and system parameters
g	RO & NF Output	Cost and energy output
h	CO2	Recarbonation basin
i	Acid	Sulfuric & Hydrochloric acid
j	IronFeed	
k	Alum Feed	
L	PACl	
m	De-Cl2	Dechlorination with sodium sulfite, sodium bisulfite, and sulfur dioxide
n	Cl2	
o	NHCl	
p	Ozone	
q	Lime Feed	
r	Antiscalant	
s	PolyElectrolyte	
t	KMnO4	
u	GAC	
v	Clearwell	
w	Gravity Filter	
x	UFSCC	
y	IX	
z	MF Input	
aa	MF Output	
bb	Rejection	
cc	ConcOutfall	
dd	IonicsED	
ee	ED2	
ff	Pumps	
gg	StandardAnalyses	
hh	S&DSI	
ii	LSI	NF & RO Conditioning
jj	Stiff & Davis	

รูปที่ ๖.1 {a} Project &amp; Stage Info

## Water Treatment Cost Estimation Program

<b>Project Name</b>	<b>Date</b>	<b>Stage</b>									
Wastewater from Poultry Slaughterhouse	10/06/14	AC+RO									
<b>Flow Rate Input Page &amp; Water Data Report</b>											
<b>Plant Operations Schedule</b>	<b>%</b>	<b>decimal</b>									
Plant <b>availability</b> due to down time	90	0.90	(used to estimate production/year)								
Planned <b>operation time</b> per day	100	1.00	(used to calculate energy & chemical costs)								
Combined operation time factor (OTF)		0.900									
<b>Note:</b> Peak daily flow should be used for capital costs and average daily flow should be used for O&M costs											
Most flow rates are limited to 1 to 200 MGD											
								1,292,630,400	646,315,200	193,894,560	
								897,660	448,830	134,649	
								2000	1000	300	
<b>Average Daily Flow</b>											
<b>Plant Production Flow</b>	<b>L/Sec.</b>	<b>L/Min.</b>	<b>L/day</b>	<b>gpm</b>	<b>gph</b>	<b>gpd</b>	<b>MGD</b>	<b>gal/year</b>	<b>m<sup>3</sup>/day</b>	<b>m<sup>3</sup>/year</b>	
<b>Flowrate (Enter in ONE of these cells, set rest cells to "0")</b>	0.00	0.0	0	0	0	0	0.00		3.672		
<b>O&amp;M: Flowrate</b>	42.50	2,549.7	3,671,600	673.6	40,414	969,935	0.97	354,260,840	3,672	1,341,023	
Flowrate (with OTF)	47.22	2,833.0		748.4	44,904	1,077,705					
System Capacity (with OTF)			4,079,556				1.1	393,623,156	4,079.6	1,490,025	
<b>Peak Day Flow</b>											
<b>Plant Production Flow</b>	<b>L/Sec.</b>	<b>L/Min.</b>	<b>L/day</b>	<b>gpm</b>	<b>gph</b>	<b>gpd</b>	<b>MGD</b>	<b>gal/year</b>	<b>m<sup>3</sup>/day</b>	<b>m<sup>3</sup>/year</b>	
<b>Flowrate (Enter in ONE of these cells, set rest cells to "0")</b>	0.00	0.0	0	0.0	0	0	1.00		7.343		
Flowrate	43.81	2,628.5	3,785,000	694.4	41,662	999,892	1.00	365,202,440	3,785	1,382,441	
<b>Capital: Flowrate (with OTF)</b>	48.68	2,920.5		771.5	46,291	1,110,991					
System Capacity (with OTF)			4,205,556				1.1	405,780,489	4,205.6	1,536,045.5	
<b>NF/RO Feed Flow Rate</b>											
<b>O&amp;M: NF/RO Feed Flow Rate:*</b>	49.99	2,999.67	4,319,529	792.43	47,545.81	1,141,099	1.14	416,777,459	4,319.53	1,577,673.56	
<b>Capital: NF/RO Feed Flow Rate (with OTF):</b>	57.27	3,435.91		907.67	54,460.33	1,307,048					
<b>Note:</b> NF/RO Feed Flow = (Plant Production Flow) / (NF/RO Recovery)											
<b>Rapid Mix Feed Flow Rate</b>											
<b>O&amp;M: Rapid Mix Feed Flow Rate:*</b>	49.99	2,999.67	4,319,529	792.43	47,545.81	1,141,099	1.14	416,777,459	4,319.53	1,577,673.56	
<b>Capital: Rapid Mix Feed Flow Rate (with OTF):</b>	57.27	3,435.91		907.67	54,460.33	1,307,048					
<b>Note:</b> Rapid Mix Feed Flow = (Plant Production Flow) / (NF/RO Recovery)											

รูปที่ ข.2 {b} Capacity

## Water Treatment Cost Estimation Program

<b>Project Name</b>	<b>Date</b>				
Wastewater from Poultry Slaughter	10/06/14				
<b>Cost Indices Data</b>					
	Month	Year			
Date of Cost Indices Values	November	2014			
				Desalination Costs	
<b>Cost Indices Categories:</b>	<b>November 2014</b>	<b>Used For</b>	Ratio for October 1978 (1913 basis)	Ratio for 1995 (1913 basis)	EPA October 1978 Costs
<b>ENR Construction Cost Index</b>					
Construction Cost	5573.30	Manufactured & Electrical Equipment	1.96	1.03	
Wage (\$/hr)	8.33	Labor (for operating the plant - approximation)	0.81	0.26	
<b>ENR Building Cost Index</b>					
Building Cost	4462.38	Housing	2.59	1.44	
Skilled Labor	16.66	Excavation and Sitework, Labor	0.01	0.00	
<b>ENR Materials Cost Index</b>					
Materials	2637.27	Piping & Valves	2.08	1.19	
Materials	2637.27	Maintanace Materials	2.08	1.19	
Cement (\$/ton)	94.42	Concrete	1.96	1.17	
Steel (\$/CWT)	40.40	Steel	2.57	1.43	
<b>Other</b>					
Electricity Cost (\$/kWhr) <sup>3</sup>	0.2000	Power	6.67	2.86	0.03
<b>Rates and Lifecycles</b>					
Interest Rate (%)	1.50	On Construction & Bond Money			
Amortization time (yr)	3.00	For Bond Period			
Water Rate (\$/kgal)	0.05	Cost of Feed Source Water			
<b>Notes</b>					
The exchange rate is estimated at 30 THB/USD.					
<b>References</b>					
ENR - Engineering News Record Construction Cost Index published monthly by McGraw Hill in New York City (212-512-2000)					
See <a href="http://www.enr.com">http://www.enr.com</a>					
<a href="http://www.enr.com/features/conEco/costIndexes/mostRecentIndexes.asp">http://www.enr.com/features/conEco/costIndexes/mostRecentIndexes.asp</a>					
2 EPA-600/2-79-162 "Estimating Water Treatment Costs"					
3 DOE - Department of Energy "Electric Power Monthly"					
Source of DOE data: Energy Information Administration, Form EIA-826, "Monthly Electric Sales and Revenue Report with State Distributions Report."					
<a href="http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table5_6_a.html">http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table5_6_a.html</a>					
<a href="http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/epm_sum.html">http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/epm_sum.html</a>					

รูปที่ ข.3 {d} Cost Index

### Water Treatment Cost Estimation Program

Project Name	Date	Stage													
Wastewater from Poultry Slaughte	10/06/14	AC+RO	8.5616438	166.952055											
<b>Feed Water Analysis</b>															
Last check for accuracy of the MCL values			5/1/2014	Implement eH-pH diagrams to automatically change valence with pH											
Component	Secondary Eff	Units	MCL (mg/L)	Amount Over MCL	Valence Charges	Molecular Wt.	Equivalent Weight	Moles/Liter	Equiv./Liter	Ionic Strength	mg/L as CaCO <sub>3</sub>		Equiv./Liter (w/Valence >+1)	Moles/Liter (w/Valence >+1)	
<b>Cations</b>	Aluminum	mg/L	0.05		3	26.98							0.00E+00	0.00E+00	
	Antimony	mg/L	0.006		3	121.75							0.00E+00	0.00E+00	
	Arsenic	mg/L	0.010		3	74.92							0.00E+00	0.00E+00	
	Barium	mg/L	2		2	137.34							0.00E+00	0.00E+00	
	Beryllium	mg/L	0.004		2	9.01							0.00E+00	0.00E+00	
	Boron	mg/L	0.5												
	Cadmium	mg/L	0.005		2	112.41							0.00E+00	0.00E+00	
	Calcium	42.0000 mg/L	---		2	40.08	20.04	1.05E-03	2.10E-03	4.19E-03	104.79	0.04	2.10E-03	1.05E-03	
	Chromium, total	mg/L	0.1		2	52							0.00E+00	0.00E+00	
	Copper	0.0500 mg/L	---	1	2	63.54	31.77	7.87E-07	1.57E-06	3.15E-06	0.08	0.00	1.57E-06	7.87E-07	
	Iron	0.0700 mg/L	---	0.3	2	55.85	27.93	1.25E-06	2.51E-06	5.01E-06	0.13	0.00	2.51E-06	1.25E-06	
	Lead	mg/L	0.015		2	207.19							0.00E+00	0.00E+00	
	Magnesium	7.1300 mg/L	---		2	24.31	12.16	2.93E-04	5.87E-04	1.17E-03	29.33	0.01	5.87E-04	2.93E-04	
	Manganese	0.0600 mg/L	---	0.05	<b>0.01</b>	2	54.94	27.47	1.09E-06	2.18E-06	4.37E-06	0.11	0.00	2.18E-06	1.09E-06
	Mercury	mg/L	0.002		2	200.59							0.00E+00	0.00E+00	
	Nickel	0.0500 mg/L	---		2	58.71	29.36	8.52E-07	1.70E-06	3.41E-06	0.09	0.00	1.70E-06	8.52E-07	
	Potassium	38.7000 mg/L	---		1	39.1	39.10	9.90E-04	9.90E-04	9.90E-04	98.98	0.04	0.00E+00	0.00E+00	
	Selenium	mg/L	0.05		4	78.96							0.00E+00	0.00E+00	
	Silver	mg/L	0.1		1	107.87							0.00E+00	0.00E+00	
	Sodium	192.0000 mg/L	---		1	22.99	22.99	8.35E-03	8.35E-03	8.35E-03	835.15	0.19	0.00E+00	0.00E+00	
Strontium	mg/L	---		2	87.62							0.00E+00	0.00E+00		
Zinc	0.2300 mg/L	---	5	2	65.37	32.69	3.52E-06	7.04E-06	1.41E-05	0.35	0.00	7.04E-06	3.52E-06		
<b>Anions</b>	Alkalinity-Bicarbonate	145.50 mg/L	---		-1	61	61.00	2.39E-03	2.39E-03	2.39E-03	238.52	0.15	0.00E+00	0.00E+00	
	Alkalinity-Carbonate	mg/L	---		-2	60							0.00E+00	0.00E+00	
	Carbon Dioxide (aq)	mg/L	---		0	44							0.00E+00	0.00E+00	
	Chloride	140.00 mg/L	---	250	-1	35.45	35.45	3.95E-03	3.95E-03	3.95E-03	394.92	0.14	0.00E+00	0.00E+00	
	Cyanide, free	mg/L	0.2										0.00E+00	0.00E+00	
	Fluoride	mg/L	4		-1	19							0.00E+00	0.00E+00	
	Nitrate (as N)	8.50 mg/L	---	10	-1	14	14.00	6.07E-04	6.07E-04	6.07E-04	60.71	0.01	0.00E+00	0.00E+00	
	o-Phosphate	0.90 mg/L	---		-3	94	31.33	9.57E-06	2.87E-05	8.62E-05	0.96	0.00	0.00E+00	0.00E+00	
Sulfate	201.00 mg/L	---	250	-2	96	48.00	2.09E-03	4.19E-03	8.38E-03	209.38	0.20	0.00E+00	0.00E+00		
<b>Other</b>	Silica	61.00 mg/L	---										0.00E+00	0.00E+00	
	pH	7.10 pH	6.5-8.5		1	1	1.00	7.94E-08	7.94E-11	7.94E-08	0.01	0.00	0.00E+00		
	pOH	6.90 pOH			-1	1	1.00	1.26E-07	1.26E-10	1.26E-07	0.01	0.00	0.00E+00		
	Total Dissolved Solids (TDS)	693 mg/L	500	<b>193</b>											
	Total Suspended Solids (TSS)	mg/L	---												
Conductivity	1150.00 uS/cm	---													
Temperature	31.00 °C	---													

รูปที่ ๖.4 {e} H2O Analysis

Water Treatment Cost Estimation Program

Project Name	Date	Stage				
Wastewater from Poultry Slaughterhouse	10/06/14	AC+RO				
<b>Granular Activated Carbon Filtration</b>						
		Units	Alternative Units		Alternative Units	
Desired Flow Rate:	47	L/s	748	gpm	4,080	m <sup>3</sup> /day
Bed Life (months)		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>		
<b>1978 Capital Cost:</b>	%	\$ 939,320	\$ 611,933	\$ 815,911		
Manufactured & Electrical Equipment	0.69	\$ 1,267,155	\$ 825,506	\$ 1,100,675		
Excavation , Site Work & Labor	0.07	\$ 444	\$ 290	\$ 386		
Piping & Valves	0.24	\$ 469,211	\$ 305,674	\$ 407,566		
พฤศจิกายน, 2014 Capital Cost \$:	1.00	\$ 1,736,811	\$ 1,131,470	\$ 1,508,626		
<b>1978 Operating Costs:</b>	%	\$ 225,261	\$ 276,551	\$ 389,254		
Maintenance Material	0.36	\$ 168,784	\$ 207,215	\$ 291,662		
Energy \$/kW*h	0.12	\$ 180,209	\$ 221,241	\$ 311,404		
Labor \$/hour	0.52	\$ 94,457	\$ 115,964	\$ 163,223		
พฤศจิกายน, 2014 Operation & Maintenance	1.00	\$ 274,666	\$ 337,205	\$ 474,627		
		3	3	4		

รูปที่ ข.5 {u} GAC

## Water Treatment Cost Estimation Program

Project Name	Date	Stage										
Wastewater from Poultry	10/06/14	AC+RO										
<b>RO &amp; NF INPUT</b>							0.428571429	574	0.156794425			
<b>Process Input</b>			<b>Construction Cost Input</b>						<b>Operations &amp; Maintenance Costs</b>			
			Applicable Range						Applicable Range			
			Lower Limit	Upper Limit				Lower Limit	Upper Limit			
<b>Flow &amp; Water Quality</b>			<b>Membrane &amp; Unit Configuration</b>									
Primary Treatment Product Flow	50.0 L/s	793 gpm			Membrane Capacity	3.672 m <sup>3</sup> /day	970,040 gpd			Electricity Rate	0.2	
Plant Production Flow	42.5 L/s	674 gpm			Bypass	- m <sup>3</sup> /day	0 gpd			<b>Chemical Costs</b>		
Feed TDS	693 mg/L				Total Capacity	3.672 m <sup>3</sup> /day	970,040 gpd			Citric Acid	0.14	
Production TDS (target)	500 mg/L				Element Productivity	46 m <sup>3</sup> /day	12,113 gpd			H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.3	
Percent of Mono-valent ions	0.93 Decimal				Flux	1.24 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> * day)	30.41 gfd			NaOH	0.5	
Percent of Multi-valent ions	0.07 Decimal				Number of Elements	80.1 elements				Membrane Life	3	
Average Molecular Weight	39.33 g/mol				Number of elements per vessel	6 elements / vessel				Ave Intrinsic Rejection	0.996	
Allow Blending	N	Yes (Y) or No (N)			Number of Elements	90 elements				Ave Observed Rejection	0.989	
Recovery Rate	0.85 Decimal				Number of Pressure Vessels	15 for 2:1 array				Apparent Rejection	0.989	
Product TDS	4 mg/L				Max Vessels per Skid	24 vessels / skid				Productivity	40	
Product Flow	42.5 L/s	674 gpm			Number of Skids (manual input)	1 skids				Cleaning Rate	12	
NF/RO Feed Flow	50.0 L/s	793 gpm			Number of Skids (automatic calc)	1 skids				Staff Days/day	2	
Concentrate TDS	4597 mg/L				Recovery Rate	0.85 Decimal				Labor Rate	8.33	
Concentrate Flow	7.5 L/s	119 gpm			<b>Building Area</b>	117 m <sup>2</sup>	1261 ft <sup>2</sup>			Lifetime	3	
Bypass flow for blending	0.00 L/s	0 gpm			Administrative Area	20 m <sup>2</sup>	215 ft <sup>2</sup>			Interest Rate	1.5	
% blending	0.0%				Odor Control?	N	Yes (Y) or No (N)					
<b>Membrane Manufacturer Specifications</b>			<b>High Pressure Feed Pump</b>									
Membrane Manufacturer	FilmTec				Emergency Generator Size	Y	Yes (Y) or No (N)					
Model #	BW30-400				Pump Style	VST	VST or CSS					
Membrane Diameter	20.32 (10.16 or 20.32 cm)	8.0 in			Height Difference	1 m	3.28 ft					
Productivity	40 m <sup>3</sup> /day	10.6 kgal/day			Motor Efficiency	0.95						
Area per module	37 m <sup>2</sup>	398 ft <sup>2</sup>			Pump Efficiency	0.90						
Operating pressure, P <sub>app</sub>	2000 kPa	290 psi			Coupling Efficiency	1.00						
Test solution TDS	2000 mg/L				Number of Pumps	2						
Avg. MW of TDS	58 mg/mmol NaCl				Differential Pressure	579 kPa	84 psi					
Chloride Rejection	99.5 %	0.995 decimal			Capacity per pump	0.025 m <sup>3</sup> /s	396 gpm					
Sulfate Rejection	99.8 %	0.998 decimal			Pipe X-Sectional Area	0.010 m <sup>2</sup>	15.5 in <sup>2</sup>					
Recovery Rate	85 %				Size	15.0 hp						
Temperature	31 °C	87.8 °F			<b>Energy Recovery for Seawater</b>	N	Yes (Y) or No (N)			3	500	
NaCl dissociation constant	0.99				Efficiency	0.00	This number is the efficiency of the energy recovery device - it reduces the size of the High Pressure pu					
C <sub>f</sub> , conc. of salt in feed water	34 mole/m <sup>3</sup>				<b>Transfer Pumps (to HPP)</b>	Y	Yes (Y) or No (N)					
C <sub>p</sub> , conc. of salt in product water	0.17 mole/m <sup>3</sup>				Pump Style	VST	VST or CSS					
C <sub>r</sub> , conc. of salt in reject	227 mole/m <sup>3</sup>				Height Difference	1 m	3.28 ft					
C <sub>m</sub> , bulk conc.	131 mole/m <sup>3</sup>				Motor Efficiency	0.94						
Osmotic pressure	1863 kPa	270 psi			Pump Efficiency	0.78						
Net driving pressure, NDP <sub>o</sub>	137 kPa	19.92 psi			Coupling Efficiency	1.00						
A <sub>w</sub> , water transport coefficient	6.26E-12 m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> Pa <sup>-1</sup> sec <sup>-1</sup>				Number Transfer Pumps	2						
<b>Operating pressure</b>					Pressure Differential	200 kPa	29.0 psi					
Net driving pressure - NDP <sub>i</sub>	100 kPa	14.51 psi			Capacity per Pump	0.025 m <sup>3</sup> /s	396.3 gpm					
C <sub>f</sub> , conc. of salt in feed water	18 mole/m <sup>3</sup>				Pipe X-Sectional Area	0.010 m <sup>2</sup>	0.11 ft <sup>2</sup>					
C <sub>p</sub> , conc. of salt in product water	0.201 mole/m <sup>3</sup>				Size	10 hp						
C <sub>r</sub> , conc. of salt in reject	116 mole/m <sup>3</sup>				<b>Product Water Pump</b>	Y	Yes (Y) or No (N)					
C <sub>m</sub> , conc. of	67 mole/m <sup>3</sup>				Pump Style	VST	VST or CSS			3	500	
Temperature	31 °C				Height Difference	10 m	32.81 ft					
Temperature Coefficient = 1.023*(T-25+T)	1.146				Length of Pipe	20 m	65.62 ft					
Osmotic pressure, P <sub>os,m</sub>	479 kPa	69 psi			Motor Efficiency	0.94						
Applied pressure, P <sub>app</sub>	579 kPa	84 psi			Pump Efficiency	0.78						
					Coupling Efficiency	1.00						
					Number Pumps	2						
					Pressure Differential	50 kPa	7.3 psi					
					Capacity per Pump	0.021 m <sup>3</sup> /s	336.8 gpm					
					Pipe X-Sectional Area	0.008 m <sup>2</sup>	0.03 ft <sup>2</sup>					
					Size	6 hp						
										3	500	

รูปที่ ๖.6 {f} RO & NF Input



Water Treatment Cost Estimation Program

Process	Cost Parameter	Units	Alternative Units	Construction Cost			Operating Cost		
				\$	\$/m <sup>3</sup>	\$/kgal	\$/yr	\$/m <sup>3</sup>	\$/kgal
<b>Granular Activated Carbon</b>									
Flow rate	50.0	L/sec	792.516	gal/min					
Alternative Flow Rate:		L/sec	0	gal/min					
	Bed Life								
Months	12				\$ 1,736,811	\$ 473.04	\$ 1,790.65	\$ 274,666	\$ 0.20 \$ 0.78
<b>Reverse Osmosis/Nanofiltration</b>									
Membrane Type	90				\$ 852,217	\$ 232.11	\$ 878.63	\$ 464,831	\$ 0.35 \$ 1.31
Number of elements	579	elements							
Operating Pressure	1	kPa	0	lb/in <sup>2</sup>					
NaCl Rejection	0.85	(decimal)							
Recovery	500	(decimal)							
Target Product TDS	N	mg/L							
Blending? (Y or N)	0								
Ratio (Blend:Product)	0.0	%							
Total fixed cost (USD)					<b>2,589,028</b>	<b>705</b>	<b>2,669</b>		
Total variable cost (USD/year)								<b>739,497</b>	<b>1 2</b>
Total fixed cost (Bath)					<b>77,670,847</b>	<b>21,154</b>	<b>80,078</b>		
Total variable cost (Bath/year)								<b>22,184,896</b>	<b>17 63</b>

รูปที่ ๖.๘ {c} Report of Activated Carbon + Reverse Osmosis

Water Treatment Cost Estimation Program

Process	Cost Parameter	Units	Alternative Units		Construction Cost			Operating Cost		
					\$	\$/m <sup>3</sup>	\$/kgal	\$/yr	\$/m <sup>3</sup>	\$/kgal
<b>Gravity Filtration</b>					\$ 647,787	\$ 170.40	\$ 645.02	\$ 60,498	0.05	0.17
Calculated Surface Area:	33.33	m <sup>2</sup>		359 ft <sup>2</sup>						
Alternative Surface Area:	(33.3)	m <sup>2</sup>								
Structure:					\$ 482,022	\$ 131.28	\$ 496.96	\$ 47,117	\$ 0.04	\$ 0.13
Backwashing:					\$ 143,609	\$ 39.11	\$ 148.06	\$ 13,381	\$ 0.01	\$ 0.04
<b>Media</b>										
Rapid Sand					\$ 4,028					
Coal/Sand					\$ 22,155					
Coal/Sand/Garnet					\$ 17,194					
Coal/GreenSand/Coal					\$ 32,662					
<b>Reverse Osmosis/Nanofiltration</b>					\$ 852,217	\$ 232.11	\$ 878.63	\$ 464,743	\$ 0.35	\$ 1.31
Membrane Type	90									
Number of elements	579	elements								
Operating Pressure	1	kPa	0	lb/in <sup>2</sup>						
NaCl Rejection	0.85	(decimal)								
Recovery	500	(decimal)								
Target Product TDS	N	mg/L								
Blending? (Y or N)	0									
Ratio (Blend:Product)	0.0	%								
Total fixed cost (USD)					<b>1,500,004</b>	<b>403</b>	<b>1,524</b>			
Total variable cost (USD/year)								<b>525,241</b>	<b>0.39</b>	<b>1.48</b>
Total fixed cost (Bath)					<b>45,000,119</b>	<b>12,075</b>	<b>45,710</b>			
Total variable cost (Bath/year)								<b>15,757,228</b>	<b>12</b>	<b>44</b>

รูปที่ ๖.๑ {c} Report of Sand filtration + Reverse Osmosis

Water Treatment Cost Estimation Program

Process	Cost Parameter	Units	Alternative Units		Construction Cost			Operating Cost		
					\$	\$/m <sup>3</sup>	\$/kgal	\$/yr	\$/m <sup>3</sup>	\$/kgal
<b>Reverse Osmosis/Nanofiltration</b>					\$ 847,376	\$ 230.79	\$ 873.64	\$ 459,536	\$ 0.34	\$ 1.30
Membrane Type	90.0									
Number of elements	539	elements								
Operating Pressure	1	kPa	0	lb/in <sup>2</sup>						
NaCl Rejection	0.85	(decimal)								
Recovery	500	(decimal)								
Target Product TDS	N	mg/L								
Blending? (Y or N)	0									
Ratio (Blend:Product)	0.0	%								
Total fixed cost (USD)					<b>847,376</b>	<b>231</b>	<b>874</b>			
Total variable cost (USD/year)								<b>459,536</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Total fixed cost (Bath)					<b>25,421,276</b>	<b>6,924</b>	<b>26,209</b>			
Total variable cost (Bath/year)								<b>13,786,095</b>	<b>10</b>	<b>39</b>

รูปที่ ๑.10 {c} Report of Reverse Osmosis