โอกาสของผลกระทบของโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ต่อพืชน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

Possible Impacts of the Hat Yai Municipality Central Wastewater Treatment Project on Aquatic Plants in the Klong Khud Wetland, Amphoe Hat Yai, Changwat Songkhla

นิติญา สังขนันท์

Nitiya Sungkhanun

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2541

เลขหมู่ QK930 .N63 2541 ก. 2
Bib Key 142917
4 ก.ค. 2546

ชื่อวิทยานิพนธ์	โอกาสของผลกระทบของโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ต่อพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวนิติญา สังขนันท์
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เริงชัย ตันสกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์พิมพรรณ ตันสกุล)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เริงชัย ตันสกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์พิมพรรณ ตันสกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	โอกาสของผลกระทบของโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ต่อพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวนิติญา สังขนันท์
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2540

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงโอกาสของผลกระทบจากโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ต่อพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยทำการเก็บตัวอย่างพืชน้ำ และคุณภาพน้ำ จาก 4 สถานี ตามแนวคลองขุด 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน (ธันวาคม 2538) ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539) และฤดูแล้ง (เมษายน 2539) ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่า อุณหภูมิมีค่า 26.60 - 33.00 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด - ด่าง มีค่า 4.01 - 7.85 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่า 2.40 - 10.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ความโปร่งแสง มีค่า 0.05 - 0.67 เมตร ความเค็ม มีค่า 0 - 11.5 ส่วนในพันส่วน ปริมาณไนเตรท มีค่า 0.067 - 0.170 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณฟอสเฟต มีค่า 0.0003 - 0.264 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการศึกษาชนิดของพืชน้ำในคลองขุด พบจำนวน 14 วงศ์ 25 ชนิด พบมากที่สุดในสถานีที่ 1 (20 ชนิด) และน้อยที่สุดในสถานีที่ 3 (10 ชนิด) ค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ มีค่ามากที่สุด ในสถานีที่ 1 ในฤดูแล้ง (0.510) และน้อยที่สุด ในฤดูคาบเกี่ยว ในสถานีที่ 1 เช่นเดียวกัน (0.085) และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ DMRT . พบว่าค่าดรรชนีความหลากหลายในฤดูฝน และฤดูคาบเกี่ยว ทุกสถานีไม่มีความแตกต่างกัน ในฤดูแล้ง ค่าดรรชนีความหลากหลายระหว่างสถานีที่ 1 กับสถานีที่ 4 และระหว่างสถานีที่ 2 กับสถานีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่าดรรชนีความหลากหลายของสถานีที่ 1 และสถานีที่ 4 มีค่าสูงกว่าสถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % มวลชีวภาพรวมของพืชน้ำในสถานีที่ 1 มีค่ามากที่สุด และสถานีที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนในฤดูฝน มีค่ามวลชีวภาพรวมมากที่สุด (877.10 กรัมต่อตารางเมตร) และน้อยที่สุดในฤดูแล้ง (365.47 กรัมต่อตารางเมตร)

เมื่อโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จ และเปิดดำเนินการเดินระบบ จะปล่อยน้ำทิ้งลงสู่คลองขุด ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อพืชน้ำได้ ถ้าหากค่าปริมาณความสกปรกในรูป BOD มีค่ามาก อาจทำให้พืชน้ำในคลองขุดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และอาจเกิดภาวะยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ได้ ดังนั้นในการปล่อยน้ำทิ้งของโรงบำบัดก่อนปล่อยควรปรับให้พารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติคลองขุดเดิมให้มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีพืชน้ำบางชนิดในคลองขุด ได้แก่ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms), จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.), แหนแดง (*Azolla pinnata* R.Br.) และแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel) สามารถลดปริมาณความสกปรกในรูป BOD, ปริมาณสารแขวนลอย, ปริมาณไนโตรเจน, ปริมาณฟอสเฟต และปริมาณโลหะหนักบางตัวได้ ซึ่งจะช่วยให้คุณภาพน้ำในคลองขุดมีคุณภาพดีขึ้น ก่อนปล่อยออกสู่ทะเลสาบสงขลา

Thesis Title	Possible Impacts of the Hat Yai Municipality Central Wastewater Treatment Project on Aquatic Plants in the Klong Khud Wetland, Amphoe Hat Yai, Changwat Songkhla
Author	Miss Nitiya Sungkhanun
Major Program	Environmental Management
Academic Year	1997

Abstract

The Possible Impacts of the Hat Yai Municipality Central Wastewater Treatment Project on Aquatic Plants in Klong Khud Wetland, Amphoe Hat Yai, Changwat Songkhla were investigated by analysing the aquatic plants and water quality which were randomly collected from 4 stations in 3 seasons : rainy, dry and the interseasonal period.The water quality reported here was : the water temperature 26.60 - 33.00 ^{o}C, pH 4.01 - 7.85, Dissolved Oxygen 2.40 - 10.40 mg/l, Transparency 0.05 - 0.67 m, Salinity 0 - 11.5 ppt, Nitrate - Nitrogen 0.069 - 0.170 mg/l and Orthophosphate 0.0003 - 0.264 mg/l.

The species of aquatic plants in 4 stations are 14 families and 25 species. The highest number were found in station 1 (20 species) and the lowest number were from station 3 (10 species). The maximum and minimum species diversity index were in station 1. Concerning seasonal variation the maximum was 0.510 in dry season, and the minimum was 0.085 in the interseasonal period. The species diversity index of every station in rainy and interseasonal period was not statistically significantly different. During dry season, either the species diversity index between station 1 and station 4 or between station 2 and station 3 was not statistically significantly different. However, the species diversity indices in station 1 and station 4 were significantly higher than these in station 2 and station 3. The level of confidence was at 95 %. The highest value of total biomass of aquatic plants was found in station 1 and the lowest value was found in station 3. The highest total biomass (877.10 g/m^{2}) was in rainy season and the lowest (365.47 g/m^{2}) was in dry season.

When the Hat Yai Municipality Central Wastewater Treatment Project is finished, it will release the treated wastewater into Klong Khud; this may effect the aquatic plants. If BOD is high, the aquatic plants may rapidly increase and Eutrophication could occur. Therefore, before releasing treated wastewater into Klong khud, the Hat Yai Municipality Central Wastewater Treatment Project should make water quality parameters nearest to the natural ones in Klong Khud. In addition, some aquatic plants, such as *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, *Salvinia cucullata* Roxb., *Azolla pinnata* R.Br. and *Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel can reduce BOD and the amount of Suspended Solid, Nitrogen, Phosphate and some heavy metal. Consequently, it will make water quality in Klong Khud better than before being released into Songkhla Lake.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณยาย ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษา และเป็นกำลังใจให้ตลอดการศึกษาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เริงชัย ตันสกุล และรองศาสตราจารย์พิมพรรณ ตันสกุล ที่คอยกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนคอยติดตามความก้าวหน้าอยู่เสมอ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช และรองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ ที่กรุณาให้ยืมเครื่องชั่งสำหรับชั่งน้ำหนักพืชน้ำ และขอขอบคุณคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ตลอดจนภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างพืชน้ำ

ขอขอบคุณ คุณเจริญศักดิ์ งามไตรไร, คุณนิภา มหารัชพงศ์, คุณตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์, คุณนรพัทธ์ ทรงเดชะ, คุณสุรชาติ เพชรแก้ว, คุณปิยะนุช เจริญศรี ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และเป็นกำลังใจให้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณป้ายินดี แสนสุข คุณป้าปราณี สังข์ทอง และคุณน้าเดือนใจ มณีโช ที่คอยให้กำลังใจตลอดการศึกษาที่ผ่านมา

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัย และสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ ที่ให้ทุนการศึกษาในครั้งนี้

นิติญา สังขนันท์

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(12)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	14
2 วิธีการวิจัย	15
วัสดุและอุปกรณ์	15
วิธีดำเนินการวิจัย	16
3 ผล	24
4 บทวิจารณ์ และข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก. ข้อมูลดิบ คุณภาพน้ำ และพืชน้ำ	77
ภาคผนวก ข. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	90
ภาคผนวก ค. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	94
ประวัติผู้เขียน	98

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	21
2. บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ จาก 4 สถานี (เดือนเมษายน, ตุลาคม และพฤศจิกายน 2539) ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ทำการสำรวจ ในเนื้อที่ 200 ตารางเมตร ต่อ 1 สถานี)	42
3. แสดงมวลชีวภาพ (Biomass) ของพืชน้ำ สถานีที่ 1 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)	44
4. แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 2 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)	45
5. แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 3 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)	46
6. แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 4 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539	47
7. แสดงค่ามวลชีวภาพรวมของพืชน้ำประเภทต่างๆ ในแต่ละฤดูกาล ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)	48
8. แสดงค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพของพืชน้ำแต่ละชนิด ที่พบในทุกสถานี และทุกฤดูกาล ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)	49
9. แสดงจำนวนชนิด (S) ค่าดรรชนีความหลากหลาย (H') และค่าการกระจาย (V') ของชนิดพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539	51

หน้า

ตาราง

10. ค่าเฉลี่ยดรรชนีความหลากหลาย (H') ของชนิดพืชน้ำ ในแต่ละสถานี ของแต่ละฤดูกาล ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 52

ตารางภาคผนวก

1. แสดงคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 77
2. แสดงคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 78
3. แสดงมวลชีวภาพ (Biomass) ของพืชน้ำ สถานีที่ 1 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 79
4. แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 2 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 80
5. แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 3 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 81
6. แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 4 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 82
7. แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 1 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 84

ตาราง หน้า

8. แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 2 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 86

9. แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 3 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 87

10. แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 4 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539) 88

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. สถานีเก็บตัวอย่าง คุณภาพน้ำ และพืชน้ำ	18
2. สภาพพื้นที่บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ตามแนวคลองขุด	19
3. พื้นที่โครงการออกแบบรวมก่อสร้างระบบรวบรวม และระบบบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	27
4. แผนผังระบบบ่อบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่	29
5. สภาพพื้นที่โครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม	34
6. การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา บริเวณโรงบำบัดน้ำเสียรวม และพื้นที่ใกล้เคียง	35
7. กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา และบริเวณใกล้เคียง	36
8. ค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด 4 สถานี (S1 - S4)	39

ตัวย่อและสัญลักษณ์

BOD = (Biochemical Oxygen Demand) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เป็นการวัดปริมาณความสกปรกของน้ำ ในรูปปริมาณอินทรีย์สารอย่างหยาบ ๆ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

TS = (Total Solids) ปริมาณสารทั้งหมด

TKN = (Total Kjeldhal Nitrogen) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

SS = (Suspended Solids) ปริมาณสารแขวนลอย

COD = (Chemical Oxygen Demand) ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชั่นสารอินทรีย์ในน้ำ ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

TP = (Total Phosphorus) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

TSS = (Total Suspended Solids) ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด

Temp = (Temperature) อุณหภูมิ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

pH = พีเอช

DO = (Dissolved Oxygen) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

Trans = (Transparency) ความโปร่งแสงของน้ำ มีหน่วยเป็นเมตร

S = (Salinity) ความเค็ม มีหน่วยเป็นส่วนในพันส่วน

NO_3^- = ปริมาณไนเตรท มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

PO_4^{3-} = ปริมาณฟอสเฟต มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทยยังไม่ได้รับการตระหนักถึงคุณค่าเท่าที่ควร ประกอบกับยังไม่มีนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำโดยตรง ถึงแม้ว่าจะมีหน่วยงานราชการหลายๆ หน่วยงาน มีการดำเนินมาตรการต่างๆ ในการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศเป็นเวลานานนับสิบปีมาแล้ว จนกระทั่ง 2 - 3 ปีที่ผ่านมา องค์กรเอกชนและประชาชนในท้องถิ่นเริ่มเข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมจัดการ และการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศกันมากขึ้น (สันทัด สมชีวิตา, 2537 : 7)

สำหรับการดำเนินงานของภาครัฐในปี พ.ศ.2536 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้จัดตั้งคณะกรรมการการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นกลไกในการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐในการดำเนินการ วางนโยบาย ตลอดจนมาตรการต่างๆ ในการส่งเสริมการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ชุ่มน้ำอย่างยั่งยืน และคณะอนุกรรมการการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำยังมีแผนการดำเนินงานของพื้นที่ชุ่มน้ำในระยะยาว ซึ่งจะทำการสำรวจ จำแนก ประเมิน จัดทำแผนตรวจสอบ และติดตามสถานการณ์ของพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งประเทศอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2537 : 2)

พื้นที่ชุ่มน้ำให้คุณประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อสังคมอย่างมากมาย ได้แก่ ช่วยในการป้องกันน้ำท่วมโดยการเก็บกักน้ำฝนและน้ำท่าอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ช่วยลดความรุนแรงของน้ำที่ไหลบ่าท่วมพื้นที่ตอนล่างได้ พืชพรรณที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำ สามารถช่วยรักษาสมดุลของชายฝั่งโดยลดความรุนแรงของคลื่น กระแสน้ำ และการกัดเซาะของชายฝั่งได้ ในขณะเดียวกันรากพืชช่วยยึดเกาะตะกอนดินให้คงอยู่กับที่ เป็นการช่วยป้องกันการสูญเสียดินที่มีคุณค่าต่อเกษตรกร พืชน้ำบางชนิดช่วยในการเก็บกักตะกอนและสารพิษ เช่น พืชจำพวก อ้อ ธูปฤาษี กก และหญ้า ช่วยลดความเร็วในการไหลของกระแสน้ำ ทำให้โอกาสในการตกตะกอนมีมากขึ้น ส่วนพืชน้ำที่สามารถดูดซับสารพิษบางชนิดได้ เช่น ผักตบชวา สามารถดูดซับโลหะหนักบางชนิดเอาไว้ได้

และพื้นที่ชุ่มน้ำยังช่วยเก็บกักธาตุอาหารเอาไว้ได้ด้วย ธาตุอาหารพืชจะสะสมอยู่กับตะกอนที่ทับถมลงมาเมื่อธาตุอาหารถูกดูดซับออกจากน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนที่จะนำไปใช้ในการอุปโภคได้ ขณะเดียวกันถ้ามีปริมาณธาตุอาหารจำนวนมาก ก็จะทำให้พืชน้ำบางชนิดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหรือเรียกว่า เกิดภาวะยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) เป็นผลทำให้เกิดปัญหาต่อเนื่องได้ เช่น ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน อุดตันทางน้ำไหล กีดขวางการคมนาคม สาหร่ายบางชนิดเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง เป็นผลให้สัตว์น้ำตายได้ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2537ก : 21 - 23)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นว่าพื้นที่ชุ่มน้ำมีคุณค่ามากมาย แต่คุณค่าเหล่านี้กลับถูกมองว่าเป็นผลประโยชน์ที่ได้รับมาฟรีๆ หรือได้เปล่า ผลที่ตามมาก็คือ ในหลายๆ ประเทศละเลย มองไม่เห็นความสำคัญของการปกป้องรักษาพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่ในธรรมชาติ ปล่อยให้เสื่อมโทรมถูกทำลายหรือทำการเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ประโยชน์อย่างอื่น จนกระทั่งเกิดความสำนึกได้ว่าได้สูญเสีย คุณประโยชน์มหาศาลที่เคยได้รับมาช้านาน จึงเริ่มมองเห็นคุณค่าของพื้นที่ชุ่มน้ำนั้นๆ พื้นที่ชุ่มน้ำแต่ละแห่งนั้นมีองค์ประกอบทางกายภาพ ชีววิทยา และเคมี เช่น ลักษณะดิน น้ำ ชนิดของพืชและสัตว์ และปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน เป็นผลทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำแต่ละแห่งมีบทบาทหน้าที่ และการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2537ก : 17)

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงโอกาสที่จะเกิดผลกระทบจากโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ ที่จะมีผลต่อพืชน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เนื่องจากพื้นที่โครงการดังกล่าวตั้งอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำ ตำบลน้ำน้อย และตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ บนเนื้อที่ 1,500 ไร่ และระบบบำบัดน้ำเสียที่จะก่อสร้างเป็นแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ซึ่งเป็นลักษณะบ่อดิน โดยการทำคันดินเก็บน้ำเสียในช่วงเวลาที่นานพอที่จะให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นของเสียปนมากับน้ำ เป็นระบบที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และบำรุงรักษา รวมทั้งไม่มีความยุ่งยากในการดูแล ซึ่งจะเพียงพอสำหรับการรองรับปริมาณน้ำเสียทั้งหมด จากเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ใน 20 ปีข้างหน้า สำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ส่วนหนึ่งนำไปใช้เพื่อการเกษตรและส่วนที่เหลือจะระบายลงสู่คลองขุด และออกสู่ทะเลสาบสงขลาต่อไป (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2539ก : 1 - 2)

เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำในบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่สีเขียวผืนสุดท้ายที่เหลืออยู่ อีกทั้งยังเป็นแหล่งรองรับน้ำที่สำคัญของตัวเมืองหาดใหญ่และบริเวณใกล้เคียง เพราะพื้นที่ชุ่มน้ำในบริเวณนี้ เป็นพื้นที่ลุ่ม มีน้ำท่วมขัง และมีพืชน้ำขึ้นอยู่อย่างกระจัดกระจาย เป็นการป้องกันไม่ให้

เกิดน้ำท่วมฉับพลันได้ เพราะพืชเหล่านี้ช่วยลดความเร็วในการไหลของกระแสน้ำได้ พื้นที่ชุ่มน้ำแห่งนี้จะมีถนนลพบุรีราเมศวร์ (ทางหลวงหมายเลข 414) ตัดผ่าน จากอำเภอหาดใหญ่ไปถึงห้าแยกเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา และในช่วงหลักกิโลเมตรที่ 10 - 11 มีคลองขุดไหลผ่านถนนลพบุรีราเมศวร์ ไปออกสู่ทะเลสาบสงขลาที่บริเวณหมู่ที่ 1 และ 2 บ้านบางโหนด ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ คลองขุดนี้ปัจจุบันชาวบ้านในบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียง ใช้ประโยชน์จากคลองนี้โดยการจับสัตว์น้ำไปขายเพื่อเป็นรายได้ให้กับครอบครัว และเก็บพืชผักบางชนิดไปเพื่อประกอบอาหารบ้าง เลี้ยงสัตว์บ้าง ในอนาคตระบบนิเวศแหล่งน้ำ พืชน้ำในคลองขุดอาจเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากปริมาณความสกปรกของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ระบายลงคลองนี้ อาจทำให้คุณภาพน้ำเลวลง พืชน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว หรืออาจมีผลกระทบอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย

การตรวจเอกสาร

1. ความหมายของคำว่า พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland)

พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) เป็นบริเวณพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่อง (Transitional Zone) ระหว่างพื้นที่น้ำและพื้นที่ดิน ซึ่งในบริเวณดังกล่าวจะมีความหลากหลาย (Diversity) ของสภาพธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม อันได้แก่ ชนิดพืชและสัตว์ ลักษณะภูมิศาสตร์ สภาพของน้ำ ดินและการตกตะกอน ตลอดจนคุณสมบัติทางเคมีขององค์ประกอบดังกล่าว ดังนั้นการให้คำจำกัดความของพื้นที่ชุ่มน้ำอย่างชัดเจนจึงเป็นเรื่องยาก เพราะมิอาจจะระบุได้ว่าขอบเขต (Boundary) ที่แน่นอนของพื้นที่ชุ่มน้ำนั้นมีอาณาบริเวณครอบคลุมพื้นที่เพียงใด (ชุมเจตน์ กาญจนเกษร, 2539 : 61)

ในอนุสัญญาแรมซ่าร์ (Ramsar Convention) ได้พยายามกำหนดคำจำกัดความของคำว่า "พื้นที่ชุ่มน้ำ" เพื่อเป็นบรรทัดฐานอย่างกว้างๆ ไว้ในมาตรา 1 ซึ่งสามารถให้ความหมายเป็นภาษาไทยตามที่กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2537ก : 9) กล่าวไว้ คือ พื้นที่ลุ่ม พื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ พื้นที่ฉ่ำน้ำ มีน้ำท่วม มีน้ำขัง พื้นที่พรุ พื้นที่แหล่งน้ำ ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวรและชั่วครั้งชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเลและพื้นที่ของทะเลในบริเวณที่ซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุด มีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร

1.1 ประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำ

จากคำจำกัดความของพื้นที่ชุ่มน้ำ ฐิติพันธ์ พุกภักดี (2537 : 1 - 2) ได้กล่าวไว้ว่าพื้นที่ซึ่งเข้าข่ายเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำมีอยู่มากมาย ซึ่งหากแบ่งพื้นที่ชุ่มน้ำออกเป็นประเภทใหญ่ๆ

สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 พื้นที่ชุ่มน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ทำให้เกิดมีน้ำขังอยู่ในพื้นที่ตลอดเวลาหรือชั่วคราว พื้นที่ที่เข้าข่ายอยู่ในกลุ่มนี้ อาทิเช่น นาข้าว บ่อเลี้ยงปลา นาเกลือ เป็นต้น

1.1.2 พื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ

พื้นที่ที่เข้าข่ายอยู่ในกลุ่มนี้มีหลายประเภทและที่สำคัญคือ

1.1.2.1 ฝั่งทะเล ชายหาด และชายเกาะ

พื้นที่ชุ่มน้ำเหล่านี้ ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเล ส่วนที่ไม่ได้เป็นหาดเลน หรือป่าชายเลน รวมทั้งเกาะอีกหลายร้อยแห่ง และแก่งหินตามชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของภาคใต้ ซึ่งพื้นที่หลายแห่งในบริเวณนี้พบว่า เป็นแหล่งขยายพันธุ์ที่สำคัญของนกนางนวลแกลบสีกุหลาบ นกนางนวลแกลบท้ายทอยดำ นกนางนวลแกลบหงอนดำ และนกนางนวลแกลบคิ้วขาว เป็นต้น

1.1.2.2 ป่าชายเลนและหาดเลน

ป่าชายเลนได้มีผู้ให้คำจำกัดความป่าชายเลนไว้มากและพอสรุปได้ว่า ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์นานาชนิด ดำรงชีวิตร่วมกันในพื้นที่ชายฝั่งที่มีน้ำทะเลท่วมถึงในอาณาบริเวณเขตร้อนของโลก สำหรับในประเทศไทย โดยมากจะพบป่าชายเลน กระจัดกระจายในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นหาดเลน หรือบ่อโคลนตามชายฝั่ง ทั้งทางด้านฝั่งตะวันตกและตะวันออกของอ่าวไทย และชายฝั่งทะเลด้านทะเลอันดามันในภาคใต้ ระบบนิเวศป่าชายเลนที่สมบูรณ์ที่สุดในปัจจุบันของประเทศไทย คือ พื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของภาคใต้ ด้านชายฝั่งทะเลอันดามัน นอกจากนี้ยังมีป่าชายเลนและหาดเลนที่สำคัญหลายแห่งตามริมฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย แต่พื้นที่หลายแห่งได้ถูกเปลี่ยนสภาพเป็นนากุ้งไปอย่างน่าเสียดาย สำหรับพื้นที่หาดเลนมีอยู่มากมายในชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ทั้งด้านชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกและฝั่งทะเลตะวันตก ทางด้านชายฝั่งทะเลอันดามันมีประมาณ 582,900 ไร่ ซึ่งบางแห่งหาดเลนเหล่านี้ได้ปกคลุมโดยหญ้าทะเลอย่างสมบูรณ์

1.1.2.3 ลำน้ำ

ลำน้ำมีหลายประเภทซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ สำหรับในประเทศไทย ลำน้ำที่มักจะมีน้ำท่วมเอ่อตามคุ้งน้ำ จะพบในบริเวณที่ราบในภาคกลาง หรือบริเวณลำห้วย ลำธาร ในพื้นที่ภูเขาหรือที่ราบเชิงเขาในภาคเหนือ เป็นต้น พื้นที่ชุ่มน้ำประเภทนี้ โดยมากจะมีพรรณพืชหลายชนิดขึ้นปกคลุม ทำให้เกิดระบบนิเวศป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยสำหรับสัตว์ป่าและนกหลากหลายชนิด

1.1.2.4 หนอง บึง และที่ลุ่มน้ำอื่นๆ

หนอง บึงและที่ลุ่มน้ำขังที่เกิดตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและมักล้อมรอบด้วยนาข้าวและพื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ดังนั้นในบริเวณนี้จึงมักจะมีประชาชนตั้งถิ่นฐานค่อนข้างจะหนาแน่นและมีการประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งกิจกรรมบางอย่างที่ได้ดำเนินการเพื่อการดำรงชีวิตของประชาชนเหล่านี้จะสร้างผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และปริมาณของสัตว์ป่าอีกด้วย

1.1.2.5 ป่าพรุ

ป่าพรุ เป็นสังคมพืชป่าไม้ ประเภทไม่ผลัดใบหรือป่าดงดิบ บริเวณพื้นที่ที่เกิดจากอิทธิพลของสภาพพื้นดินที่มีน้ำขังติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน มีพืชพันธุ์ไม้ป่าหลากหลายชนิดขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นบนพื้นที่น้ำท่วมขัง ป่าพรุจึงเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติที่นอกจากจะมีความสำคัญทางด้านพฤกษศาสตร์แล้ว ก็ยังมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์สัตว์ป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และปลาที่หายาก หรือใกล้จะสูญพันธุ์หลายชนิด เช่น ปลาดุกลำพัน ปลาตะพัด ซึ่งปัจจุบันพบเฉพาะในบริเวณป่าพรุ และพื้นที่ใกล้เคียงเท่านั้น นกป่าหลายชนิดที่เคยมีชุกชุมตามป่าในที่ราบลุ่มก็จะพบได้ในป่าพรุเช่นกัน ป่าพรุที่จังหวัดนราธิวาส เป็นป่าพรุผืนใหญ่ที่สุดของประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 283,350 ไร่ ป่าพรุบริเวณอื่นๆ ของประเทศจะพบว่ามีพื้นที่เพียงเล็กน้อยกระจัดกระจายทางภาคใต้และภาคตะวันออก แต่ส่วนใหญ่เป็นป่าเสม็ดหรือพรุน้ำจืด เป็นต้น

2. คุณภาพน้ำบางประการ

ความหมายของคุณภาพน้ำ สำหรับผู้ใช้น้ำแต่ละกลุ่มมีความหมายแตกต่างกันอย่างมากซึ่ง สมใจ กาญจนวงศ์ (2532 : 1,113) ได้ให้ความหมายของคุณภาพน้ำที่ดีไว้ว่า คุณภาพน้ำที่ดี คือ คุณภาพน้ำที่เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ การแปรเปลี่ยนของคุณลักษณะของแหล่งน้ำ ขึ้นอยู่กับปริมาณมวลสารที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ และการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของน้ำที่ไหลลง การเปลี่ยนแปลงนี้มี 2 ลักษณะคือ เป็นแบบครั้งคราวหรือวงจร และแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติ หรือกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ คุณลักษณะของน้ำบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงในระดับช่วง 1 วัน ตัวอย่างเช่น ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรด - ด่าง ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ

สำหรับพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่มีความสัมพันธ์กับพืชน้ำ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณไนเตรท ปริมาณฟอสเฟต เป็นต้น ตามที่สมใจ กาญจนวงศ์ (2532 : 39) ได้กล่าวไว้ว่า เมื่ออุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดออกซิเดชั่นของสารอินทรีย์

ก็จะเพิ่มตามไปด้วย ทำให้ต้องมีการใช้ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำปริมาณสูงขึ้น เป็นผลทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลง ส่วนปริมาณไนเตรท และฟอสเฟตนั้น เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อพืชน้ำ ถ้าแหล่งน้ำใดได้รับการปนเปื้อนจากสารสองตัวนี้ในปริมาณมาก ก็จะเป็นตัวเร่งให้พืชน้ำเจริญเติบโตมากจนเกินความต้องการซึ่งเรียกว่ายูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ทำให้ประโยชน์ที่ได้จากการใช้แหล่งน้ำลดลง

3. ความหมายของคำว่า "พืชน้ำ (Aquatic Plants)"

พืชน้ำ ประกอบด้วย พืชดอกที่มีท่อลำเลียงเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ยังรวมไปถึงพวกมอส, ลิเวอร์เวอร์ท, เฟิร์น และสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่อีกด้วย ผลผลิตเบื้องต้นของพืชน้ำเหล่านี้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้ เพราะน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ ดังนั้นการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่จะใช้ประเมินถึงคุณภาพแหล่งน้ำ และยังเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิตของพืชน้ำ และสิ่งมีชีวิตในน้ำอื่นๆ ด้วย (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10-41)

ช่อทิพย์ อาธารมาศ (2531 : 1) ได้ให้ความหมายของพืชน้ำไว้ว่า พืชน้ำคือพืชที่เจริญเติบโตอาศัยอยู่ในน้ำหรือเหนือน้ำอาจพบขึ้นอยู่ตามริมน้ำ หรืออยู่ในบริเวณที่มีน้ำขัง และมีขนาดที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ในภาษาอังกฤษนั้น มีอยู่หลายคำที่ใช้เรียกพืชน้ำ คือ Aquatic Plants, Waterplants หรือ Aquatic Macrophytes ซึ่งหมายถึงพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ หรือบริเวณน้ำขึ้นถึงตลอดช่วงชีวิต หรืออยู่ในเฉพาะช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต พืชน้ำเหล่านี้อาจพบอยู่ในน้ำจืด ซึ่งมีชื่อเรียกเฉพาะว่า Hydrophytes และพวกที่พบอาศัยอยู่ในน้ำเค็ม คือ พวก Halophytes

3.1 ลักษณะการดำรงชีวิตของพืชน้ำ

พืชน้ำแต่ละชนิดมักจะมีลักษณะการดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ ไม่เหมือนกัน บางชนิดเจริญเติบโตที่ระดับผิวน้ำ บางชนิดเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำ ขึ้นอยู่กับอุปนิสัยและลักษณะทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน รูปแบบการเจริญเติบโตของพืชน้ำ โดยทั่วไป จะแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ ลอยน้ำ (Floating) จมน้ำ (Submerged) และเหนือน้ำ (Emerged) พวกที่ลอยน้ำ บางต้นอาจจะมีราก และลอยน้ำอย่างอิสระ โดยหลักการแล้วพืชน้ำกลุ่มนี้จะลอยอยู่บนผิวน้ำเกือบทั้งหมด พวกที่จมอยู่ใต้น้ำ จะเจริญเติบโตอยู่ใต้ผิวน้ำ พืชพวกนี้อาจจะมีหรือไม่มีรากก็ได้ ส่วนบนสุดของดอกพวกพืชที่จมใต้น้ำ บางทีอาจโผล่พ้นน้ำก็ได้ ส่วนพวกที่โผล่พ้นน้ำ ส่วนใหญ่ใบจะอยู่ในอากาศหรืออยู่เหนือผิวน้ำ แต่รากจะอยู่ติดกับโคลน การแพร่กระจายและความชุกชุมของพืชพวกนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการ เช่น ชนิดของตะกอนดิน ความขุ่นของน้ำ กระแสน้ำ ความเข้มข้นของสารอาหาร ความลึกของน้ำ การถูกรบกวนของชายฝั่ง การกัดกินของสัตว์กินพืช และ

กิจกรรมของมนุษย์ (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10-41) ส่วนชัยทิพย์ อาธารมาศ (2531 : 2 - 3) ได้แบ่งกลุ่มของพืชน้ำ ตามลักษณะการดำรงชีวิตได้ 5 ลักษณะด้วยกันคือ

3.1.1 พวกที่ลอยอยู่อย่างอิสระ (Free Floating Plants) พืชน้ำประเภทนี้ลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ส่วนของลำต้น ใบ ดอก จะเจริญอยู่เหนือน้ำ และมีส่วนรากจมอยู่ในน้ำ พวกที่มีขนาดเล็กก็ลอยตัวอย่างอิสระ พวกที่มีขนาดใหญ่มักสร้างหรือดัดแปลง ส่วนของลำต้นมาเป็นทุ่นเพื่อพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ ตัวอย่างเช่น แหนเป็ดเล็ก (*Lemna purpusilla* Torrey.) ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms)

3.1.2 พวกที่จมอยู่ใต้น้ำ (Submerged Plants) พืชน้ำประเภทนี้จมอยู่ในน้ำทั้งต้น โดยจะมีรากยึดเกาะกับพื้นดินหรือบางครั้ง รากอาจไม่ยึดเกาะกับพื้นดิน แต่ลำต้นจะจมอยู่ใต้น้ำ และเคลื่อนตัวไปตามทิศทางของกระแสน้ำ พืชน้ำเหล่านี้สามารถขยายพันธุ์ได้ง่าย จากส่วนของลำต้นกิ่งก้าน เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ถ้ามีรากยึดติดกับดิน ก็มีหน้าที่หลักในการทรงตัวและดูดซับธาตุอาหาร แต่ลำต้นและใบก็สามารถจะดูดธาตุอาหารได้ดีด้วย บางชนิดจะชูส่วนของดอกขึ้นมาเหนือผิวน้ำ ในระยะที่มีการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ ตัวอย่าง เช่น สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle)

3.1.3 พวกที่มีรากยึดติดกับพื้นดิน ส่วนใบลอยปริ่มน้ำ และดอกโผล่ขึ้นมาเหนือผิวน้ำ (Rooted with Floating Leaves Plants) พืชน้ำประเภทนี้มีดอกสวยงาม และมีขนาดใหญ่ บริเวณหลังใบจะมีเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ และมีพื้นที่ว่างเพื่อให้สามารถบรรจุอากาศได้มาก จึงลอยปริ่มน้ำได้ ตัวอย่างเช่น บัวบา (*Nymphoides indica* (L.) O.K.)

3.1.4 พวกที่รากยึดอยู่กับดินและโผล่ขึ้นเหนือน้ำเกือบทั้งต้น (Emerged Plants) พืชน้ำประเภทนี้จะมีรากและลำต้นบางส่วนอยู่ในน้ำ แต่ส่วนของใบ กิ่งก้าน จะโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำมากกว่าส่วนที่อยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น กระจูด (*Lepironia articulata* (R.) Domin)

3.1.5 พวกที่อยู่ใกล้ฝั่งอาศัยอยู่ตรงบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง หรือบริเวณที่เป็นดินที่แฉะและมีน้ำขังอยู่เล็กน้อย (Marginal Plants) พืชน้ำประเภทนี้อยู่ตามชายน้ำ ริมคลอง ตามบริเวณริมหนอง บึง มีน้ำขึ้นถึงได้บ้าง ดินบริเวณนี้จะชื้นแฉะอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น จาก (*Nypa fruticans* wurmb.)

4. มวลชีวภาพ (Biomass)

มวลชีวภาพ หมายถึง น้ำหนักของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่หนึ่งหน่วย ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง (Wetzel, 1975 : 316 - 317) เช่นเดียวกับความหมายที่ Gross (1977 : 324) ได้ให้ไว้ว่า หมายถึงน้ำหนักของพืช หรือสัตว์ ที่วัดได้ในพื้นที่ที่กำหนด ขณะใดขณะหนึ่ง และตามที่ณัฏฐา หังสพฤกษ์

(2535 : 26) ได้กล่าวไว้ว่า มวลชีวภาพ คือ น้ำหนักแห้งของมวลชีวะต่อหน่วยพื้นที่ บางครั้งอาจใช้คำว่า Standing Crops หรือ Phytomass Dominance หรือ Importance ของ Species ค่าของมวลชีวภาพมักแปรผันไม่คงที่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตเองแล้ว ยังอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของชุมชน นอกจากนี้ยังแปรผันไปตามฤดูกาลอีกด้วย (วราพร สุรวดี, 2530 : 33)

5. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity)

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ หมายถึง ลักษณะที่มีความเฉพาะตัวของการจัดรูปแบบหรือสัดส่วนของการอยู่อาศัยหรือการอยู่รวมกันของสิ่งมีชีวิตในระดับชุมชน (Community) หรือมีสภาพที่มีมากกว่า 1 ชนิดพันธุ์ (ในที่นี้ชุมชน หมายถึง ที่ที่มีการอยู่รวมกันของกลุ่มประชากรสิ่งมีชีวิตชนิดพันธุ์ต่างๆ มากกว่าหนึ่งชนิด) ลักษณะของชุมชนที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง หมายถึง องค์ประกอบโครงสร้างของชุมชนนั้น มีจำนวนชนิดพันธุ์หลายๆ ชนิด แต่ละชนิดจะมีอยู่ในจำนวนเท่าๆ กัน หรือจะไม่เท่ากันก็ได้ และในทางตรงกันข้าม ถ้าหากจำนวนของแต่ละชนิดพันธุ์มีน้อยชนิด และมีจำนวนแต่ละชนิดพันธุ์มากเท่าๆ กับกรณีแรกก็ตาม จัดได้ว่าชุมชนนั้นมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์น้อยหรือต่ำ ในกรณีที่ชุมชนหนึ่งมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูงย่อมบอกได้ว่าชุมชนนั้นจะมีความสลับซับซ้อนมาก ถ้ามีชนิดพันธุ์มากหลากหลายชนิดก็จะมีโอกาสที่จะมีปฏิกิริยาระหว่างชนิดพันธุ์มาก ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างประชากรจะครอบคลุมถึงการถ่ายทอดพลังงาน ห่วงโซ่อาหาร การล่าเหยื่อ การแก่งแย่งในระดับชุมชนก็จะมีความสัมพันธ์ แต่สลับซับซ้อนมากกว่าในระหว่างชนิดพันธุ์ (ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2535 : 128)

ในการศึกษาถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ แรกเริ่มต้องมีข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างแต่ละชนิดพันธุ์ในชุมชนที่กำลังจะศึกษานั้น และสามารถแยกจำนวนชนิดพันธุ์ต่างๆ ได้ แต่ถ้าการแยกชนิดพันธุ์ไม่สามารถทำได้ในสนามหรือไม่สามารถทำได้โดยผู้ศึกษาก็จำเป็นต้องมีนักอนุกรมวิธาน (Taxonomist) ของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ในชุมชนที่จะศึกษาเพิ่มอีกกลุ่มหนึ่ง และถ้าจะมีการเปรียบเทียบดรรชนีความหลากหลายของชุมชนก็สามารถจะทำได้เช่นกันแต่จำเป็นต้องทำในจำนวนเท่าๆ กันของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งก็มีความสำคัญเช่นกัน แต่ละจำนวนที่สุ่มเก็บได้ในแต่ละครั้งก็จะขึ้นกับขนาดหรือจำนวนของตัวอย่างที่เก็บเป็นต้น ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ มักจะต้องเกี่ยวข้องกับกลุ่มชุมชนย่อยๆ ในชุมชนนั้นๆ ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดอันเดียวกันที่จะสามารถเปรียบเทียบกันได้ มากกว่าการพูดถึงชุมชนทางนิเวศวิทยา

ที่กว้างขวางมากและในเวลาที่แตกต่างกันมาก นอกจากนี้ขนาด หรือจำนวนของแต่ละชนิดพันธุ์ก็มีอิทธิพลต่อการวัดค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์มาก (ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2535 : 129 - 130)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพืชน้ำของ Reungchai Tansakul (1982 : 12) ในทะเลน้อยระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2525 พบพืชน้ำจำนวน 10 ชนิด จาก 5 สถานีที่ทำการสำรวจ และพบชนิดพืชที่เด่นได้แก่ สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) ซึ่งพบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน มีค่า 40.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle) จะพบมากที่สุดในเดือนมกราคม มีค่า 48.04 เปอร์เซ็นต์ ในปีต่อมา Reungchai Tansakul (1983 : 17 - 19) ได้ทำการศึกษาพืชน้ำในบริเวณทะเลน้อยอีกครั้งหนึ่ง พบว่ามีพืชน้ำในพื้นที่ดังกล่าว 19 ชนิด และพบชนิดที่เด่นได้แก่ สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) และสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle) เช่นเดียวกับในปี 1982 สำหรับการศึกษาของ Choathip Artharamas (1984 : 53 - 55) พบพืชน้ำในทะเลน้อยทั้งหมด 47 ชนิด โดยแยกเป็นพืชน้ำที่มีใบเลี้ยงคู่ 19 ชนิด พืชน้ำที่มีใบเลี้ยงเดี่ยว 25 ชนิด และเป็นพวกสาหร่ายและเฟิร์น 3 ชนิด ส่วนในบริเวณคูขุดนั้น ได้มีการศึกษาพืชน้ำไว้หลายคนเช่นกัน จากการศึกษาของช่อทิพย์ อาธารมาศ และเยาวลักษณ์ จิตรภักดี (2529 : 3) พบพืชน้ำในบริเวณนี้จำนวน 16 ชนิด ซึ่งพืชน้ำเหล่านี้จะมีสภาพที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติที่แตกต่างกัน บางชนิดลอยอิสระอยู่เหนือผิวน้ำ พบ 5 ชนิด ได้แก่ แหนแดง (*Azolla pinnata* R.Br.), *Cladophora* sp., *Enteromorpha* sp., แหนเป็ด (*Lemna purpusilla* Torrey) และจอก (*Pistia stratiotes* L.) บางชนิดมีรากยึดดินและโผล่ส่วนของลำต้นและใบขึ้นมาเหนือน้ำ พบ 4 ชนิด ได้แก่ ผักเป็ดน้ำ (*Alternanthera sesilis* DC.) แห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Henschel) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz) และจาด (*Scirpus litoralis* Schard) บางชนิดมีรากยึดติดกับพื้นดิน มีส่วนใบลอยปริ่มน้ำดอกโผล่ขึ้นมาเหนือผิวน้ำ พบ 1 ชนิด ได้แก่ บัวเผื่อน (*Nymphaea nouchali* Burm.f.) และมีบางชนิดที่จมอยู่ในน้ำทั้งที่มีรากยึดกับดินหรือบางชนิดลอยอิสระอยู่ในน้ำ พบ 6 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) สาหร่ายไฟ (*Chara zeylanica* Willdenow) สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle) สาหร่ายหางวัว (*Najus malesiana* De Willde) สายหนาม (*Najus marina* L.) และดีปลีน้ำ (*Potamogeton malaianus* Miq) สำหรับการศึกษาของสุนันท์ จิรกุลสมโชค (2531 : 16) พบพืชน้ำในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบ (คูขุด) จำนวน 11 วงศ์ จำแนกได้เป็น 12 ชนิด ซึ่งสามารถจำแนกตามรูปแบบการดำรงชีวิตเป็นพวกที่ลอยน้ำอย่างอิสระ จำนวน 1 ชนิด

พวกที่มีรากหยั่งถึงพื้นและส่วนของลำต้นและใบโผล่พ้นน้ำ จำนวน 4 ชนิด พวกที่มีรากหยั่งหรืออวัยวะยึดเกาะกับพื้นแต่ส่วนของใบหรือลำต้นไม่โผล่พ้นผิวน้ำ จำนวน 6 ชนิด และพวกที่มีรากหยั่งถึงพื้นและมีใบลอยอยู่ที่ผิวน้ำ จำนวน 1 ชนิด พืชน้ำในจำนวนนี้พบว่า สาหร่ายหางวัว *(Najus malesiana* De Willde) มีการแพร่กระจายสูงสุด และอ้อลาย *(Phragmites australis* Trin. ex Steud) มีการแพร่กระจายต่ำสุด สำหรับค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพรวมของพืชน้ำในส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน พบว่า จาด *(Scirpus litoralis* Schard) มีค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพรวมสูงสุด และสาหร่ายพุงชะโด *(Ceratophyllum demersum* L.) มีค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพรวมต่ำสุด โดยมีค่าเป็น 49.29 และ 0.01 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร ตามลำดับ สำหรับในจังหวัดนราธิวาสนั้น ถวัลย์ ชูขจร และคณะ (2530 : 629 - 630) ได้ทำการศึกษาชนิดของพืชน้ำ ในบริเวณพรุโต๊ะแดง พบพืชน้ำจำนวน 32 ชนิด ประกอบด้วยพวกที่ลอยน้ำ 3 ชนิด พวกโผล่พ้นน้ำ 14 ชนิด พวกที่จมน้ำตลอดเวลา 6 ชนิด และไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่ขึ้นตามขอบๆ พรุ อีก 9 ชนิด และจากการศึกษาพืชน้ำโดย Junk (1977 : 85 - 90) จากอ่างเก็บน้ำ 4 แห่งในประเทศไทย ได้แก่ บึงบอระเพ็ด อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล บ่อเพาะเลี้ยงของสถานีประมงจังหวัดอุดรธานี ปรากฏผลดังนี้

บึงบอระเพ็ด พืชน้ำที่พบในบึงบอระเพ็ด 34 ชนิด พวกที่โผล่พ้นผิวน้ำ มี 17 ชนิด ได้แก่ *Alocasia* sp., เดือย *(Coix aquatica* Roxb.), เผือก *(Colocasia esculenta* (L.) Schott), *Cyperus articullatus* L., *C. Cephalotes* Vahl, *C. platystylis* R. Br., หญ้าหนวดปลาดุก *(Fimbristylis miliacea* Vahl), หญ้าพองลม *(Hygroryza aristata* Nees), *Isachne globosa* (Thunb.) O.Ktze, หญ้าไซ *(Leersia hexandra* Sw.), ขาเขียด *(Monochoria vaginalis* Presl.), บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaertn.), ลาโพ *(Phragmites karka* trin.), สร้อยทับทิม *(Polygonum barbatum* L.), เอื้องเพ็ดม้า *(P. tomentosum* Willd.), แห้วหมูกระเทียมโป่ง *(Scirpus cirticulatus* L.), กกสามเหลี่ยม *(S. grossus* L.f.) พวกใบลอยน้ำ พบ 1 ชนิด คือ บัวสาย *(Nymphaea lotus* L.) พวกจมใต้น้ำ พบ 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก *(Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle), สันตะวาใบพาย *(Ottelia alismoides* (L.) Pers) พวกที่ลอยน้ำอย่างอิสระ พบ 14 ชนิด ได้แก่ แหนแดง *(Azolla pinnata* R.Br.), สาหร่ายพุงชะโด *(Ceratophyllum demersum* L.), ผักตบชวา *(Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.), ผักบุ้ง *(Ipomoea aquatica* Forsk.), พวกแพงพวยน้ำ *(Jussiaea repens* L.), แหนเป็ด *(Lemna minor* L.), ผักแว่น *(Marsilea crenata* K. B. Presl.), จอก *(Pistia stratiotes* L.) จอกหูหนู *(Salvinia cucullata* Roxb.), แหนเป็ดใหญ่ *(Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.), กระจับเขาหู *(Trapa bicornis* Osbeck.), กระจอม (กระจับสี่เขา) *(T. marimowiezii* Korsh.), สาหร่ายข้าวเหนียว *(Utricularia flexuosa* Vahl), ผำ (ไข่น้ำ) *(Wolffia* sp.)

อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ พืชน้ำที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ 15 ชนิด พวกโผล่พ้นน้ำ พบ 9 ชนิด ได้แก่ *Arundo* sp., *Hymenachne* sp., ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk.), หญ้าไซ (*Leersia hexandra* SW.), ผักแว่น (*Marsilia quadrifalia* L.), ขาเขียด (*Monochoria vaginalis* Presl), ข้าว (*Oryza* sp.), เอื้องเพ็ดม้า (*Polygonum tomentosum* Willd), กกสามเหลี่ยม (*Scirpus grossus* L.) พวกจมใต้น้ำ พบ 1 ชนิด ได้แก่สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle) พวกลอยอิสระอยู่เหนือน้ำ พบ 5 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.), ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms), แหนเป็ด (*Lemna* sp.), จอก (*Pistia* stratiotes L.), จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.)

อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล พบพืชน้ำเพียง 2 ชนิด คือ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) และสาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia faliosa* L.)

บ่อเพาะเลี้ยงที่สถานีประมง จังหวัดอุดรธานี ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงปลา และเป็นที่ทดน้ำให้แก่นาข้าวด้วย อ่างเก็บน้ำแห่งนี้ ลึก 2 - 3 เมตร ผิวน้ำปกคลุมด้วยพืชที่ลอยน้ำ ได้แก่ จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) และผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) ส่วนสาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia faliosa* L.) พบว่ามีปริมาณไม่มาก แต่หญ้าไซ (*Leersia hexandra* SW) พบว่าขึ้นหนาแน่นกว่าพืชน้ำชนิดอื่นๆ

สำหรับการศึกษาพืชน้ำในต่างประเทศนั้น Royle and King (1991 : 281) ได้ทำการศึกษาพืชน้ำพวกที่จมอยู่ใต้น้ำ บางชนิดในทะเลสาบลิดเดลล์ (Lake Liddell) รัฐนิวเซาท์เวลล์ (New South Wales) พบว่ามีค่ามวลชีวภาพโดยรวมเท่ากับ 1,523.6 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร โดยสาหร่ายผมนาง (*Vallisneria spiralis* L.) มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพสูงที่สุดคือ 837.9 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร พวกดีปลีน้ำ 2 ชนิดคือ *Potamogeton perfoliatus* L. และ *P. Pectinatus* L. มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพปานกลาง คือ 351.3 และ 235.7 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนสายหนาม (*Najas marina* L.) มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพน้อยที่สุด คือ 98.7 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร

การใช้พืชน้ำในการบำบัดน้ำเสีย

พืชน้ำพวกที่ลอยน้ำอย่างอิสระ ได้แก่ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms), จอก (*Pistia stratiotes* L.), Pennywort (*Hydrocotyle* sp.), แหนเป็ด (*Lemna purpusilla* Torrey), จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) และแหนแดง (*Azolla pinnata* R.Br.) สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้ (Reddy, 1983 : 137 - 141) และพืชน้ำพวกที่โผล่พ้นน้ำ ที่พบในแหล่งน้ำจืดและใน

พื้นที่ชุ่มน้ำโดยทั่วไป ได้แก่ ธูปฤาษี (*Typha* sp.), อ้อ (*Phragmites* sp.), กก (*Scirpus* sp.), กก (*Juncus* sp.), และหญ้า (*Panicum* sp.) ล้วนเป็นพืชน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้เช่นเดียวกัน (Lakshman, 1979; Gersberg, *et al.*, 1984 : 152 - 156)

จากการศึกษาของ Fisher (1988 : 34) พบว่าการใช้พืชน้ำ 2 ชนิดในการบำบัดน้ำเสีย คือธูปฤาษี (*Typha* spp.) และกก (*Schoenoplectus* spp.) ในคูที่มีกรวดเป็นตัวกรอง และเลี้ยงสาหร่าย (*Myriophyllum* spp.) ในน้ำที่เป็นระบบเปิด ในระยะเวลาที่ศึกษา 2 ปี ปรากฏว่าเมื่อทำการเดินระบบและใช้ระยะเวลาเก็บกัก 2 - 10 วัน สามารถลด BOD ได้ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารแขวนลอย 94 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนรวม 67 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษา เปรียบเทียบการใช้พืชน้ำในการบำบัดน้ำเสีย โดย Sapkota (1987 : 40) ซึ่งใช้พืชน้ำ 3 ชนิดในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) และบัว (*Nymphaea* sp.) หลังจาก 21 วันที่เดินระบบเมื่อใส่พืชทั้ง 3 ชนิดลงไป พบว่า ประสิทธิภาพของจอกหูหนูดีกว่าบัว บ่อที่มีจอกหูหนูสามารถลด TS และ TKN จากน้ำเสียได้มากที่สุด ส่วน SS, COD และ TP บ่อที่มีผักตบชวามีประสิทธิภาพสูงสุด และพบว่าบ่อที่มีบัวมีประสิทธิภาพต่ำสุดในการลดทุกพารามิเตอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับผักตบชวาและจอกหูหนู

จากการศึกษาของ Wolverton (1987 : 143) โดยปลูกพืชน้ำในบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) พบว่าพืชน้ำแต่ละชนิดสามารถลด BOD จากน้ำเสียชุมชนได้ดังนี้ ภายในเวลา 24 ชั่วโมง อ้อ (*Phragmites communis* Trin) สามารถลด BOD จากเริ่มต้น 306.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 36.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ธูปฤาษี (*Typha latifolia* L.) ลดจาก 80.1 เหลือ 8.3 มิลลิกรัมต่อลิตร Arrowhead (*Sagittaria latifolia* Willd.) สามารถลดจาก 75.0 เหลือ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร Arrow Arum (*Peltandra virginica* L.) สามารถลดจาก 53.0 เหลือ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร Canna Lily (*Canna flaccida*) สามารถลดจาก 116.0 เหลือ 12.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะเดียวกัน Wolverton (1987 : 146) ได้ทดลองโดยใช้อ้อ (*Phragmites communis* Trin) เพียงชนิดเดียว ในการลดสารอันตรายพวกโลหะจากน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ในเวลา 24 ชั่วโมง สามารถลดเบนซีน (Benzene) และโทลูอีน (Toluene: Methyl Benzene) ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เริ่มต้น 9.33 เหลือ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และ6.60 เหลือ 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในน้ำเสียชุมชน สามารถลดเบนซีนและโทลูอีน จาก 9.59 เหลือ 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 7.13 เหลือ 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ Wolverton (1987 : 146) ได้ทดลองปลูกอ้อ ในบึงประดิษฐ์ ในการลดพวกคลอริเน็ตเตทไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated Hydrocarbons) ได้แก่คลอโรฟอร์ม (Chloroform) และเตตระคลอโรอีธิลีน (Tetrachloroethylene)

จากน้ำที่มีการปนเปื้อนสารเหล่านี้จากแม่น้ำ ปรากฏผลดังนี้ คลอโรฟอร์ม สามารถลดจาก 837.7 เหลือ 263.2 ไมโครกรัมต่อลิตรในเวลา 24 ชั่วโมงเช่นกัน และเตตระคลอโรอีธิลีน เริ่มต้น 457.3 ไมโครกรัมต่อลิตร ลดเหลือ 112.4 ไมโครกรัมต่อลิตร

จากการศึกษาของ Thares Srisatit, *et al.*, (1996 : 11-14 - 11-15) โดยใช้พืชน้ำ 2 ชนิด คือ กกจันทบุรี (*Cyperus corymbosus* Rottb.) และแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel) ปลูกในบึงประดิษฐ์ ในบ่อบำบัดน้ำเสียของเทศบาลสกลนคร พบว่า กกจันทบุรี มีประสิทธิภาพในการลด BOD ได้ดีในระดับความลึกของน้ำเสีย 0.45 เมตร มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถลดแอมโมเนีย - ไนโตรเจน และปริมาณฟอสเฟต ที่ระดับความลึกของน้ำเสีย 0.30 เมตร ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพในการลด TSS ได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแห้วทรงกระเทียมมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลด BOD และปริมาณฟอสเฟต ในระดับความลึก 0.15 เมตร

ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) สามารถดูดสารพิษและโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท หรือจากยาฆ่าแมลงที่ปะปนลงสู่แหล่งน้ำทั่วไปได้ (เรียม เตชะโสภณมณี, 2531 : 31) Wolverton and McDonald (1978 : 363) กล่าวว่า ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) มีศักยภาพในการกำจัดและบำบัดน้ำเสีย โดยใช้เป็นตัวกรองในระบบชีวภาพ เพราะสามารถดูดซับธาตุโลหะหนัก เช่น ทองแดงและตะกั่วจากน้ำโสโครกตามบ้านเรือน และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ และMuramoto and Oki (1983 : 175) พบว่าผักตบชวาสามารถดูดซับแคดเมี่ยม ตะกั่ว และปรอท จากสารละลายที่มีโลหะปะปนอยู่ นอกจากนี้ผักตบชวา ยังมีประสิทธิภาพในการดูดซับแร่ธาตุอาหารต่างๆ และสารอนินทรีย์จากน้ำเสียได้ด้วย (Rogers and Davis, 1972 : 424; Knipling, *et al.*, 1970 : 54 - 55) สำหรับในประเทศไทยได้มีโครงการการปรับปรุงบึงมะกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งเป็นโครงการการใช้ประโยชน์ของผักตบชวาตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีรับสั่งให้ใช้ผักตบชวาเป็นตัวกรองน้ำเสียด้วยการใช้วิธีธรรมชาติแบบประหยัด ซึ่งเป็นแนวทางในการใช้ระบบชีวภาพในการควบคุมและบำบัดสภาพแวดล้อม โดยการปลูกผักตบชวาในบึงมักกะสัน 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวน้ำในคอกขนาด 5 x 20 เมตร แล้วนำผักตบชวาที่โตเต็มที่แล้ว สูงประมาณ 100 - 120 เซนติเมตร อายุ 4 เดือน มาใช้ประโยชน์ในด้านการทำปุ๋ยหมัก จากผักตบชวา ทำเครื่องจักรสาน ทำเชื้อเพลิงแข็ง ได้อีกต่อไป (สุภาพร จันรุ่งเรือง, 2533 : 38)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด - ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความโปร่งแสง ปริมาณไนเตรท และปริมาณฟอสเฟต ก่อนมีโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่
2. เพื่อศึกษาชนิด ความหลากหลาย มวลชีวภาพของพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ก่อนมีโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่
3. จัดทำบัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ก่อนมีโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่
4. เพื่อศึกษากิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียง
5. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประเมินถึงโอกาสที่จะเกิดผลกระทบจากโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ต่อพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1.1 ขวดโพลีเอธีลีน ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.1.2 กล่องโฟม

1.1.3 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler) แบบ Kemmerer

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในภาคสนาม

1.2.1 เครื่องมือ Check : Mate รุ่น M.90 บริษัท Mettler - Toledo ประเทศอังกฤษ สำหรับวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง และค่าออกซิเจนละลายน้ำ

1.2.2 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) (Fisher, U.S.A.)

1.2.3 เครื่องมือวัดความเค็ม (Hand Refractometer) (Tampo, Japan)

1.2.4 เครื่องมือวัดความโปร่งแสง (Secchi Disc)

1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทางเคมี ในห้องปฏิบัติการ

1.3.1 สารเคมีระดับคุณภาพวิเคราะห์สำหรับใช้วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทและปริมาณฟอสเฟต (ภาคผนวก ข)

1.3.2 เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ กระบอกตวง หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่ เป็นต้น

1.3.3 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (Shimadzu, Japan)

1.3.4 เครื่องกรอง (Suction Pump) (Wheaton, U.S.A.)

1.3.5 เครื่องชั่งแบบละเอียด 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง (Sartories, Germany)

1.3.6 Reduction Column ใช้สำหรับวิเคราะห์ไนเตรท - ไนไตรท์

1.3.7 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH - meter) (Hanna, Singapore)

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างพืชน้ำ

2.1 ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven)

2.2 กะละมัง

2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.4 เชือก

2.5 สายวัด

2.6 ควอแดรท (Quadrat) ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร

2.7 ถุงพลาสติก

2.8 กระดาษกาว

2.9 กรรไกร

2.10 มีด

2.11 กล้องจุลทรรศน์ แบบสเตอริโอ

2.12 ใบมีดโกน

2.13 เข็มเขี่ย

2.14 แผ่นสไลด์

2.15 แผ่นแก้วปิดสไลด์

2.16 ปากคีบ

2.17 ไม้บรรทัด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

1.2 รายละเอียดโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่

1.3 สภาพพื้นที่ แผนที่ ที่ตั้งโครงการ ก่อนการดำเนินการก่อสร้าง

1.4 กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียงในปัจจุบัน

2. กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำและพืชน้ำ

2.1 สภาพทั่วไปของคลองขุด

คลองขุด มีชื่อเดิมว่า คลองบางโหนด ต่อมาในปี พ.ศ. 2525 กรมชลประทานได้ทำการขุดลอกจากบริเวณหมู่ที่ 2 ตำบลน้ำน้อย จนถึงหมู่ที่ 1 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จึงได้เปลี่ยนชื่อเป็นคลองขุด (ขุน จุลนวล, การติดต่อส่วนบุคคล)

คลองขุด รับน้ำจากเขาคอหงส์ และเขาน้ำน้อย ซึ่งอยู่ห่างจากคลองประมาณ 3.5 และ 2.5 กิโลเมตร ตามลำดับ น้ำในคลองขุดจะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา บริเวณหมู่ที่ 1 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีความยาวประมาณ 7 กิโลเมตร (กรมแผนที่ทหาร, 2531) ตลอดลำคลองมีความกว้างเฉลี่ย 10 เมตร ลึกประมาณ 1.5 เมตร

จากรายงานของอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา (2537 : 43) พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่บริเวณตำบลน้ำน้อย ได้แก่ บริษัททรอปิคอลแคนนิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัททรอแยลแคนนิ่ง จำกัด และบริษัททรอปิคอลผลิตภัณฑ์อาหารทะเล จำกัด ได้ปล่อยน้ำทิ้งปริมาณ 500, 600 และ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ลงสู่คลองน้ำน้อย ซึ่งคลองดังกล่าวจะไหลลงสู่คลองขุด ก่อนที่ไหลออกทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้คลองขุดในปัจจุบัน ยังได้รับน้ำทิ้งจากบ้านเรือนบริเวณตำบลน้ำน้อย ได้แก่ หมู่ที่ 2 จำนวน 35 ครัวเรือน หมู่ที่ 4 จำนวน 25 ครัวเรือน หมู่ที่ 10 จำนวน 40 ครัวเรือน (ปิ่น สิธิราม, การติดต่อส่วนบุคคล) และบริเวณหมู่ที่ 1 บ้านบางโหนด ตำบลคูเต่า จำนวน 6 ครัวเรือน และรับน้ำจากตัวเมืองหาดใหญ่ซึ่งไหลลงพื้นที่ชุ่มน้ำในช่วงฤดูฝน

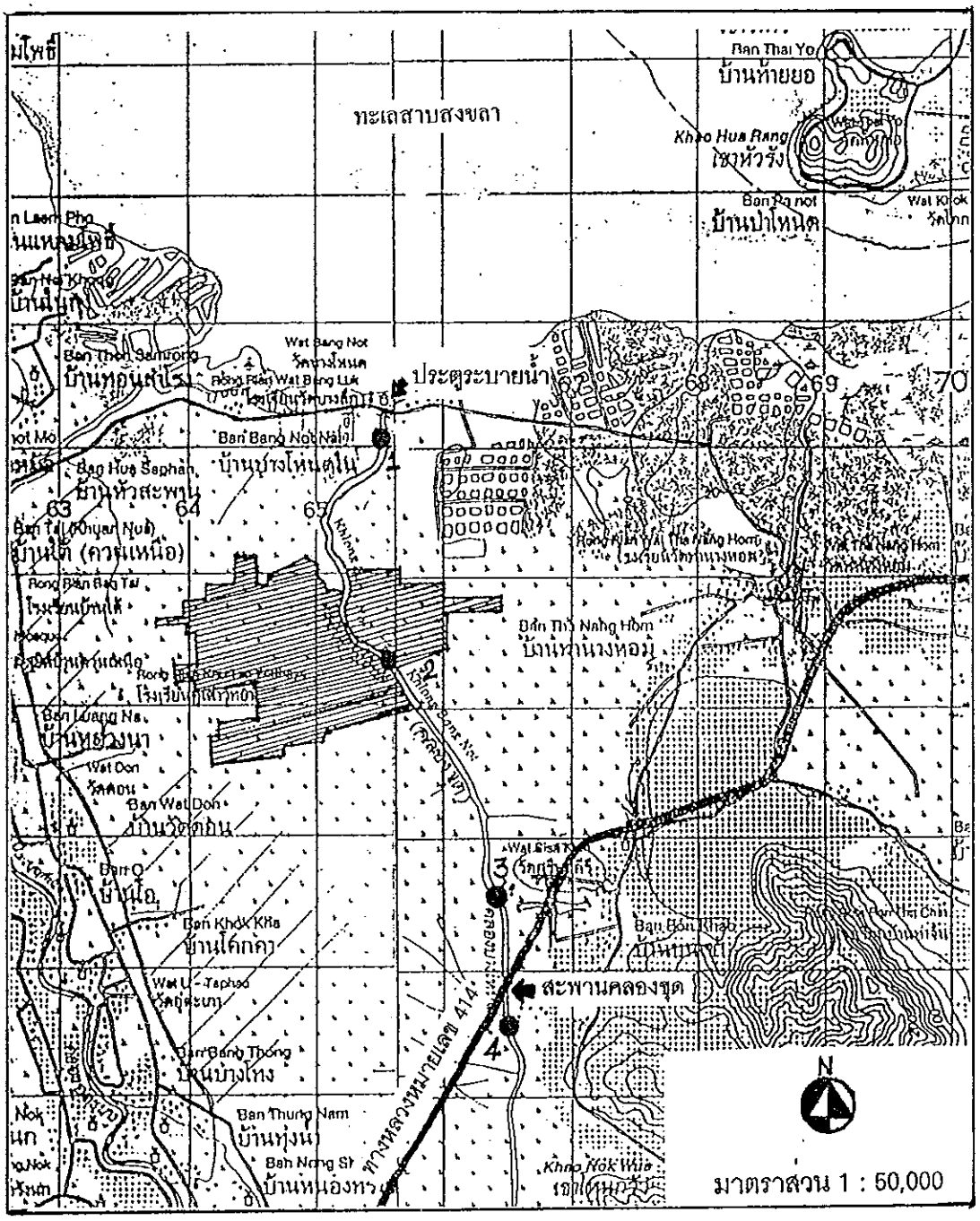
2.2 สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ และพืชน้ำ (ภาพประกอบ 1 - 2)

สถานีที่ 1 ห่างจากประตูระบายน้ำ คลองขุดที่จะออกสู่ทะเลสาบสงขลา ประมาณ 150 เมตร

สถานีที่ 2 ห่างจากสถานีที่ 1 ประมาณ 1.8 กิโลเมตร ตามแนวคลองขุด ซึ่งเป็นจุดที่โรงบำบัดจะปล่อยน้ำทิ้งลงสู่คลองขุด

สถานีที่ 3 ห่างจากสะพานคลองขุดลงมาประมาณ 200 เมตร ริมถนนลพบุรีราเมศวร์

สถานีที่ 4 ห่างจากสะพานคลองขุดขึ้นไปประมาณ 100 เมตร ริมถนนลพบุรีราเมศวร์



ภาพประกอบ 1 สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ และพืชน้ำ

สัญลักษณ์ : ● สถานีเก็บตัวอย่าง

▨ พื้นที่โครงการโรงบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร, 2532

A

B

C

D

ภาพประกอบ 2 สภาพพื้นที่บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ตามแนวคลองขุด

A : สถานีที่ 1

B : สถานีที่ 2

C : สถานีที่ 3

D : สถานีที่ 4

Central Library
Prince of Songkla University

3. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างพืชน้ำและคุณภาพน้ำนั้นจะทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เดือนธันวาคม 2538 ให้เป็นตัวแทนของช่วงฤดูฝน ครั้งที่ 2 เดือนมีนาคม 2539 ให้เป็นตัวแทนของช่วงฤดูคาบเกี่ยว ครั้งที่ 3 เดือนเมษายน 2539 ให้เป็นตัวแทนของช่วงฤดูแล้ง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2534 : 35) และทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง จะเริ่มเก็บจากสถานีที่ 1 เวลา 10.30 น. สถานีที่ 2 เวลา 11.50 น. สถานีที่ 3 เวลา 13.10 น. และสถานีที่ 4 เวลา 14.10 น.

4. ศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ

พารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความเค็ม (Salinity) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ความโปร่งแสง (Transparency) ปริมาณไนเตรท (Nitrate) และปริมาณฟอสเฟต (Phosphate) โดยทำการเก็บตัวอย่างสถานีละ 1 ซ้ำ สำหรับวิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ แสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิ	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บด้วยเทอร์โมมิเตอร์
ความเป็นกรด - ด่าง	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บด้วย pH Sensor จากเครื่อง Check-Mate รุ่น M.90
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บด้วย Dissolved Oxygen Sensor จากเครื่อง Check-Mate รุ่น M.90
ความเค็ม	กึ่งกลางความลึก	วิเคราะห์ที่จุดเก็บโดยใช้ Hand Refractometer
ความโปร่งแสง	-	ใช้ Secchi Disc หย่อนลงไปในน้ำจนมองไม่เห็นแถบสีขาว - ดำ
ปริมาณไนเตรท	กึ่งกลางความลึก เก็บน้ำใส่ขวดโพลีเอธีลีนและเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Cadmium Reduction Methods *
ปริมาณฟอสเฟต	กึ่งกลางความลึก เก็บน้ำใส่ขวดโพลีเอธีลีนและเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่	วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Ascorbic Acid Methods*

หมายเหตุ

*เป็นวิธีวิเคราะห์จาก Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 1992)

5. บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ

จัดทำบัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำในบริเวณคลองขุดทั้ง 4 สถานี โดยใช้เชือกขึงลงในพื้นที่ให้ครอบคลุมพื้นที่ในคลองขุด เนื้อที่ 10 x 10 ตารางเมตร และบนฝั่งของแต่ละสถานี เนื้อที่ 10 x 10 ตารางเมตรเช่นกัน (Whitmore, *et al.*, 1985 : 375) บันทึกชนิดของพืชที่อยู่ในเนื้อที่นั้น สำหรับชนิดที่ไม่รู้จัก นำมาอัดแห้งเพื่อนำไปตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้รูปวิธาน (Key) จากหนังสือต่อไปนี้ Water Plants of the World (Cook, *et al.*, 1974), Aquatic and Wetland Plants of India (Cook, 1996), A Revisea Flora of Malaya (Holtlum, 1964), Grasses in Malayan Plantation (Wycherley and Yosof, 1974), Waterplants of New South Wales (Sainty and Jacobs, 1981) และนำไปตรวจสอบความถูกต้องกับตัวอย่างพืชที่ห้องพิพิธภัณฑ์พืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. ศึกษามวลชีวภาพ และความหลากหลายของพืชน้ำ

6.1 การเก็บตัวอย่างพืชน้ำ

เก็บตัวอย่างพืชน้ำ ทุกสถานี โดยใช้ควอแดรท (Quadrat) ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ทำการสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีสังคมพืชที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 44) เก็บตัวอย่างพืชน้ำสถานีละ 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างพืชน้ำที่มีทั้งหมดภายในควอแดรท ล้างให้สะอาด แล้วรวบรวมใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการต่อไป

6.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างพืชน้ำ

6.2.1 มวลชีวภาพ (Biomass)

นำตัวอย่างพืชที่ทำความสะอาดแล้ว ชั่งน้ำหนักเปียกพืชน้ำแต่ละชนิด แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 46) จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง บันทึกผลที่ได้ และนำไปคำนวณเพื่อหาค่ามวลชีวภาพคิดหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร

6.2.2 ความหลากหลายของชนิด (Species Diversity)

นับจำนวนชนิดของพืชน้ำ จำนวนต้นของพืชแต่ละชนิด และจำนวนต้นของพืชทุกชนิดเพื่อนำไปคำนวณหาค่าดรรชนีความหลากหลายของพืชน้ำ โดยใช้ Shannon - Wiener Diversity Index (Pielou, 1977 : 299; Valiela, 1984 : 349; ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2535 : 137)

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

หรือ $$= -\sum p_i \log p_i$$

เมื่อ H' = ดรรชนีความหลากหลายของ Shannon - Wiener

n_i = จำนวนของพืชแต่ละชนิดที่พบ

N = จำนวนของพืชทั้งหมดทุกชนิดที่พบ

p_i = สัดส่วนของพืชแต่ละชนิดต่อจำนวนพืชทั้งหมด (n_i/N)

โดยทั่วไป ถ้าดรรชนีความหลากหลายมีค่าต่ำ แสดงว่าจำนวนชนิดมีน้อย และในทางตรงกันข้ามถ้าดรรชนีความหลากหลายมีค่าสูง แสดงว่าจำนวนชนิดมีมาก แต่ถ้าหากค่าดังกล่าวไม่สามารถบอกสัดส่วนของพืชน้ำแต่ละชนิดได้ จำเป็นต้องพิจารณาค่าการกระจายของสิ่งมีชีวิต (Evenness; V') ด้วย ถ้าค่าการกระจายมีค่ามากแสดงว่า จำนวนต้นของพืชน้ำแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน แต่ถ้ามีค่าน้อย แสดงว่าจำนวนต้นแต่ละชนิดในสถานีนั้นแตกต่างกันมาก โดยพืชน้ำบางชนิดมีจำนวนต้นมาก แต่บางชนิดกลับมีน้อย (Pielou, 1977 : 292,308) ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$V' = H'/\log S$$

โดยที่ V' = ค่าการกระจายของสิ่งมีชีวิต

H' = ค่าดรรชนีความหลากหลาย

S = จำนวนชนิดของพืชน้ำทั้งหมดในแต่ละสถานี

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ ในแต่ละสถานี ของแต่ละฤดูกาล ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.) (อภิญญา วงศ์กิดาการ, 2531 : 291 - 294) โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT Version 3/93 บริษัท Biometrics Unit, International Rice Research Institute, Phillippines

8. การประเมินผลกระทบของโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ที่อาจมีผลต่อพืชน้ำ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปใช้ในการประเมินถึงโอกาสที่จะเกิดผลกระทบอันเนื่องมาจากโครงการโรงบำบัดน้ำเสีย ต่อพืชน้ำ คุณภาพน้ำ ในคลองขุด และเสนอแนวทางที่จะลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อพื้นที่ดังกล่าว

บทที่ 3

ผล

1. ข้อมูลทุติยภูมิ

1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.1.1 ความเป็นมาของโครงการ

อำเภอหาดใหญ่ เป็นพื้นที่หนึ่งซึ่งพบว่ามีปัญหามลพิษอยู่ในขั้นรุนแรง ซึ่งอาจส่งผลเสียหายต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในท้องที่นั้น และมีแนวโน้มว่าจะร้ายแรงถึงขั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมได้ ดังนั้นจึงมีประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 ออกความตามในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นเขตควบคุมมลพิษ ความว่า ด้วยปรากฏว่าการประกอบกิจการต่างๆ ในท้องที่เขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ไม่ว่าจะเป็นการประกอบกิจการอุตสาหกรรม การประกอบกิจการโรงแรมและสถานที่พักตากอากาศ การประกอบกิจการภัตตาคาร ร้านอาหาร การประกอบกิจการสถานพยาบาล และการประกอบกิจการอื่นๆ ได้ก่อให้เกิดปัญหามลพิษ ซึ่งส่งผลกระทบเสียหายต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ในท้องที่เขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นอย่างมาก และมีแนวโน้มว่าจะร้ายแรงถึงขนาดเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ต่อไปในอนาคตได้ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2537ข : 117) และจากสาระสำคัญของแผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดมลพิษของเขตควบคุมมลพิษ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทางเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งเป็นเขตควบคุมมลพิษที่ได้รับผลกระทบจากการเจริญเติบโตของเมือง จากปัญหาการระบายน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน โรงแรม และโรงงาน (โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง, โรงงานยาง, และแพปลา) ลงสู่ท่อระบายน้ำ ซึ่งไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติสองสายหลัก คือ คลองเตย และคลองอู่ตะเภา แล้วไหลรวมกันลงสู่ทะเลสาบสงขลา (กรมควบคุมมลพิษ, 2536 : 1 - 9) และจากการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำเสียเมืองหาดใหญ่ โดยเทศบาลนครหาดใหญ่ร่วมกับภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ประชุมเห็นพ้องต้องกันว่า ปัญหาน้ำเสียของเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นปัญหาเร่งด่วนที่จะต้อง

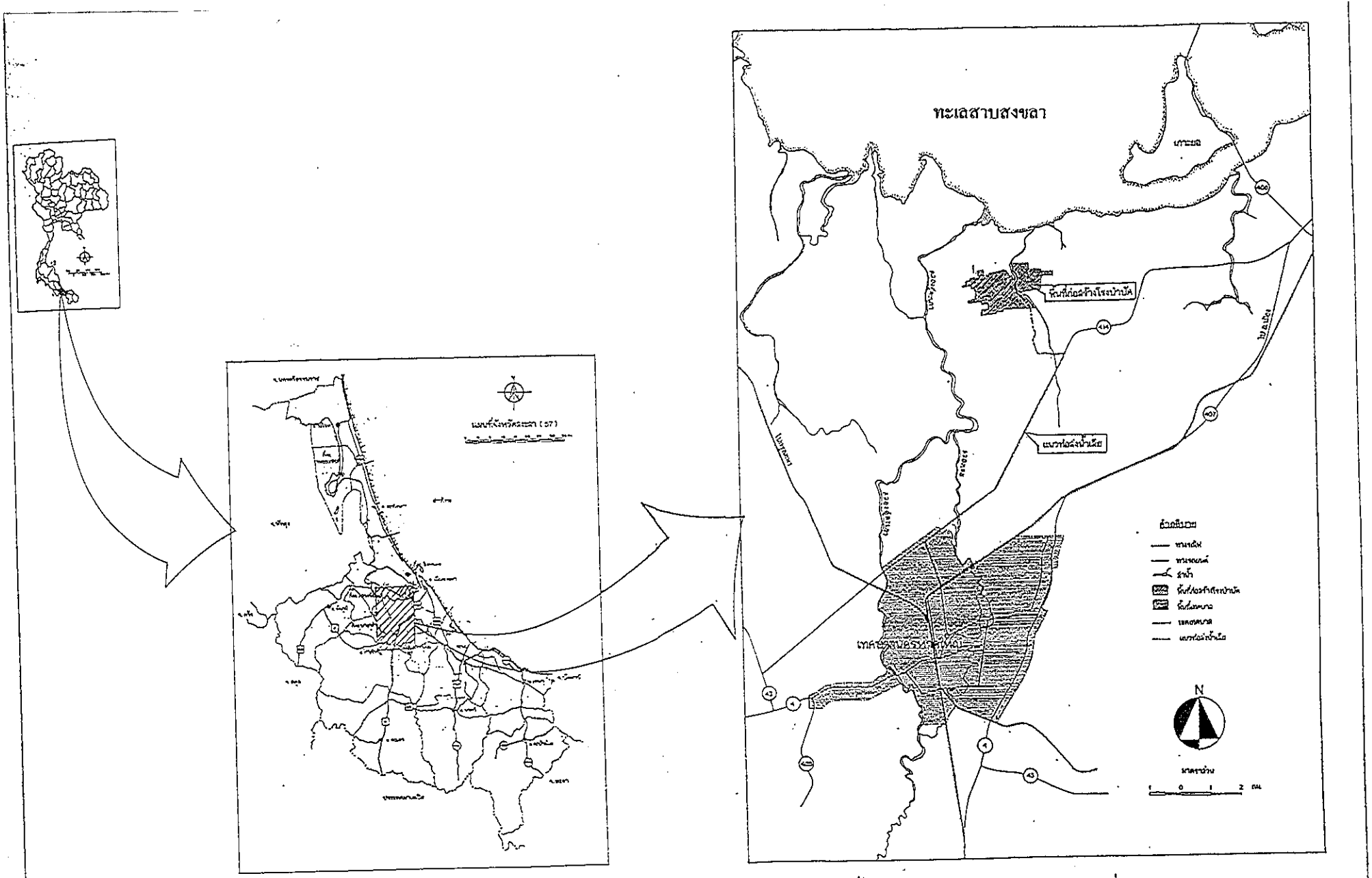
ดำเนินการแก้ไข ประกอบกับปัจจุบันเทศบาลนครหาดใหญ่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมที่สมบูรณ์ และถูกต้องตามสุขลักษณะ (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2539ข : 2) ดังนั้นทางเทศบาลนครหาดใหญ่จึงต้องทำการจัดหาและให้ได้มาซึ่งที่ดิน อุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องใช้ ที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้าง ติดตั้ง ปรับปรุง ดัดแปลง ซ่อมแซม บำรุงรักษา และดำเนินการโครงการระบบบำบัดน้ำเสียรวม ทั้งนี้โดยมีกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ในการเสนอความเห็นเพื่อจัดทำนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติด้านการควบคุมมลพิษ จัดทำแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมและมาตรการในการควบคุมป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากภาวะมลพิษ ดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติด้านการควบคุมมลพิษ และมีอำนาจหน้าที่ด้านอื่นๆ เป็นหน่วยงานในการควบคุมดูแล ให้คำแนะนำทางวิชาการแก่เทศบาลนครหาดใหญ่ และเป็นหน่วยงานในการประสานงานทางด้านงบประมาณกับกองทุนสิ่งแวดล้อมในการดำเนินการดังกล่าว (เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, 2539 : 1 - 4)

1.1.2 รายละเอียดโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, 2539 : 2-2 - 2-4)

ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมของเทศบาลนครหาดใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 30.1 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพื้นที่เทศบาลเดิมประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร และส่วนขยายอีกประมาณ 9.1 ตารางกิโลเมตร สาเหตุสำคัญที่ต้องทำการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวม เพราะว่าเทศบาลนครหาดใหญ่ มีความหนาแน่นของอาคารและผู้อาศัย รวมทั้งเป็นศูนย์การค้าที่มีความหลากหลายระดับประเทศ แม้ว่าจะได้มีการก่อสร้างระบบระบายน้ำและขุดลอกคลองระบายน้ำแล้วก็ตาม ปัญหาการระบายน้ำภายในเขตเทศบาลก็ยังคงมีความรุนแรงในบริเวณที่ลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนที่มีฝนตกหนักมากและระยะการตกสั้นทำให้การระบายน้ำมีปัญหาอย่างมากมักเกิดน้ำท่วม สร้างความเสียหายให้แก่ผู้อาศัยตามมาเสมอ อีกเหตุผลหนึ่งที่สำคัญก็คือ การระบายน้ำเสียในอดีต และปัจจุบันได้ปล่อยลงสู่คลองธรรมชาติสองคลองหลักคือ คลองเตยและคลองอู่ตะเภา สุดท้ายลงสู่ทะเลสาบสงขลา เมื่อเขตเทศบาลนครหาดใหญ่มีประชากรหนาแน่นมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณน้ำเสียลงสู่ทะเลสาบสงขลาเพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ปริมาณความสกปรกก็ย่อมมากขึ้นด้วย ในเมื่อรัฐบาลและหน่วยงานเอกชนมีความต้องการที่จะอนุรักษ์ทะเลสาบสงขลา จึงมีการเสนอแนวคิด และได้รับความสำเร็จในการก่อสร้างโครงการนี้ อย่างไรก็ตาม อีกเหตุผลหนึ่งคือ รัฐบาลได้กำหนดให้เทศบาลนครหาดใหญ่

เป็นเมืองควบคุมมลพิษ จึงจำเป็นที่ต้องมีมาตรการป้องกันมลพิษสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียที่ต้องสร้างระบบบำบัดรวม

ด้วยเหตุผลการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมดังกล่าว ทางเทศบาลนครหาดใหญ่จึงได้มีแผนดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม โดยได้รับการสนับสนุนจากกรมควบคุมมลพิษ สำหรับวิธีการก่อสร้างนั้น จะทำการก่อสร้างท่อระบายน้ำรวมจากตัวเมืองหาดใหญ่ไปยังบ่อบำบัดน้ำเสียรวม ณ บ้านบางโหนด ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดังแสดงในภาพประกอบ 3 ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ทะเลสาบสงขลา ทำการบำบัดน้ำเสีย ณ ที่นี้จนได้คุณภาพน้ำในเกณฑ์มาตรฐานแล้วจึงระบายลงสู่ทะเลสาบสงขลา โดยผ่านคลองขุด อนึ่งในการดำเนินการครั้งนี้ต้องทำการปิดท่อน้ำเดิมในเขตเทศบาลให้หมด เพื่อป้องกันมิให้น้ำเสียระบายลงคลองเตยและคลองอู่ตะเภา นอกจากนี้ยังทำการฝังท่อรวบรวมในพื้นที่ตะวันออกและตะวันตกของเมือง แต่ด้วยเหตุผลที่พื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่อยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบลุ่ม การระบายน้ำในท่อรวบรวมไม่สามารถดำเนินการได้โดยสะดวกจึงต้องทำการสร้างสถานียกระดับน้ำโดยทำการวางท่อรวบรวมให้ปลายท่อต่ำลงเพื่อให้น้ำเสียไหลได้ด้วยแรงโน้มถ่วงลงสู่สถานียกระดับน้ำที่มีลักษณะเป็นอ่างเก็บน้ำ แล้วทำการปั๊มน้ำจากสถานีเพื่อยกระดับน้ำเข้าสู่ท่อในช่วงต่อไปด้วยแรงดัน ท่อระบายน้ำที่ก่อสร้างในแต่ละช่วงของสถานียกระดับจะมีความลาดชันพอที่จะทำให้น้ำเสียไหลไปได้ด้วยแรงดันที่ให้ สุดท้ายน้ำเสียเหล่านี้จะไปรวมกันที่โรงบำบัดน้ำเสียรวมบริเวณคลองขุดและเมื่อน้ำได้รับการบำบัดแล้วจะถูกปล่อยลงคลองขุดและระบายออกสู่ทะเลสาบสงขลาต่อไป รวมระยะของระบบรวบรวมน้ำเสียประมาณ 23 กิโลเมตร ที่จะต้องทำการก่อสร้างและปรับปรุงใหม่ อย่างไรก็ตามระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการออกแบบและก่อสร้างนี้ จะต้องใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่น และอยู่ในขีดความสามารถที่เทศบาลนครหาดใหญ่จะดูแลและบำรุงรักษาระบบได้ ทั้งนี้ระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียที่รวบรวมได้จากพื้นที่โครงการ ตั้งแต่ปัจจุบันจนถึงอนาคตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 20 ปี โดยทำการออกแบบให้เสร็จสมบูรณ์ทั้งโครงการและแบ่งการก่อสร้างเป็นระยะ (Phasing) โดยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดนี้ จะต้องมีคุณสมบัติไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดโดยกระทรวงอุตสาหกรรม และในการระบายน้ำทิ้งดังกล่าวลงสู่แหล่งรองรับน้ำ จะต้องไม่ทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิม จนมีค่าเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งมิใช่น้ำทะเล ประเภทที่ 3 ตลอดจนไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศของบริเวณใกล้เคียง



ภาพประกอบ 3 พื้นที่โครงการออกแบบรวมก่อสร้างระบบรวบรวม และระบบบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

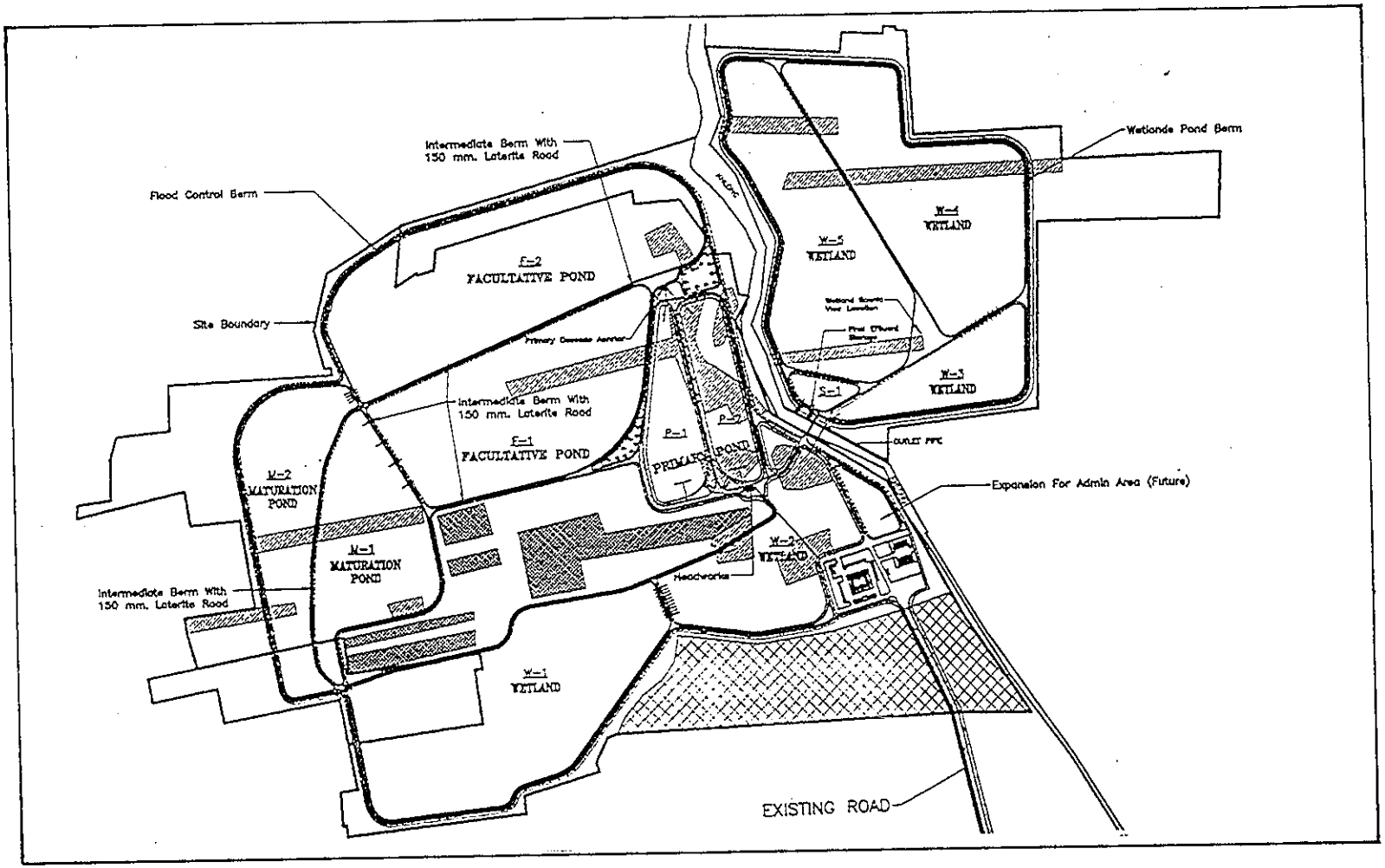
ที่มา : เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, 2539 : 2 - 3

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยท่อระบายน้ำจากอาคาร ท่อระบายน้ำตามถนน ท่อรวบรวมน้ำเสีย และท่อส่งน้ำเสียสู่โรงบำบัดน้ำเสีย โดยท่อรวบรวมน้ำเสียทุกท่อจะมีขนาด 0.60 - 2.00 เมตร ยาวประมาณ 27 กิโลเมตร ในการฝังท่อรวบรวมทั้งหมดนั้นกำหนดให้ท้องท่อรวบรวมลึกประมาณ 7 เมตร จากผิวดินเดิม ณ สถานียกระดับน้ำ ซึ่งสถานียกระดับน้ำแต่ละแห่งจะใช้พื้นที่ประมาณ 7 - 80.8 เมตร สูบน้ำได้ในอัตรา 0.21 - 1.32 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สำหรับโรงบำบัดน้ำเสียนั้น ประกอบด้วย หัวงาน (Head Work), บ่อบำบัดเบื้องต้น (Primary Ponds), บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Ponds), บ่อบ่ม (Maturation Ponds) และบึงประดิษฐ์ ดังภาพประกอบ 4

เมื่อน้ำเสียถูกระบายจากแหล่งเริ่มต้นไหลผ่านท่อระบายน้ำเสียจากบ้านเรือน มารวมกันที่ท่อระบายน้ำตามถนน แล้วจะไหลลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งแต่ละท่อรวบรวมจะมีสถานียกระดับน้ำเสีย เมื่อน้ำเสียเข้าสู่อ่างรวบรวมน้ำเสียของสถานี จะถูกปั๊มเข้าท่อระบายในท่อรวบรวมถัดไปด้วยแรงดัน เมื่อน้ำเสียไหลออกจากท่อรวบรวมน้ำเสีย ก็จะเข้าสู่ท่อส่งน้ำเสียเพื่อเข้าสู่โรงบำบัด และไหลด้วยแรงดันเข้าสู่หัวงาน โดยหัวงาน เป็นส่วนที่รับน้ำเสียจากท่อส่งน้ำเสียด้วยแรงดัน โดยน้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อรับน้ำ แล้วไหลผ่านไปยังตะแกรงหยาบ เพื่อดักสิ่งที่ปนมากับน้ำเสียที่มีขนาด 10 มิลลิเมตรหรือมากกว่า อย่างไรก็ตามโอกาสที่จะมีวัสดุขนาดใหญ่มาติดตะแกรงจะมีน้อย เนื่องจากที่บริเวณสถานีสูบน้ำของระบบรวบรวม ก็จะมีตะแกรงขนาดเดียวกันนี้ติดตั้งอยู่ด้วย โดยตะแกรงนี้จะมีการทำความสะอาดเป็นครั้งคราวเมื่อมีเศษขยะติดมากเกินไป น้ำเสียที่ผ่านตะแกรงแล้ว จะไหลมายังหน่วยวัดอัตราไหล (Parshall Flume) ซึ่งสามารถวัดและบันทึกค่าได้อย่างต่อเนื่อง ภายหลังจากนั้นจะเข้าสู่หน่วยควบคุมอัตราการไหล ก่อนจะไหลลงสู่บ่อบำบัดเบื้องต้น อย่างไรก็ตามน้ำเสียซึ่งไหลมายังหัวงาน ผ่านท่อส่งน้ำด้วยแรงดันนั้น จะใช้เวลาเดินทางในท่อทั้งหมดอยู่ระหว่าง 1 - 4 ชั่วโมง รวมกับระยะเวลาที่เดินทางในระบบรวบรวมน้ำเสียแล้ว ซึ่งระยะเวลายาวนานเช่นนี้สามารถก่อให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น และมีโอกาสเกิดกลิ่นรบกวนบริเวณหัวงานได้ ดังนั้นทางโครงการจึงได้วางแผนก่อสร้างหัวงาน ให้ห่างไกลชุมชนและให้มีการปลูกต้นไม้โตเร็ว เป็นแนวกว้าง 3 เมตร เพื่อป้องกันกลิ่นด้วย ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการลดปัญหา โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมี (เอส เอส กรุ๊ป ร่วมค้า, 2539ก : 48)

บ่อบำบัดเบื้องต้น ที่รับน้ำเสียจากหัวงาน ได้รับการออกแบบให้วางตัวต่อกันแบบคู่ขนาน แต่ละบ่อลึกประมาณ 3.5 เมตร เป็นส่วนที่ช่วยให้มีการตกตะกอนของของแข็งในน้ำเสีย



ภาพประกอบ 4 แผนผังระบบบ่อบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่

ที่มา : เทศบาลนครหาดใหญ่, 2539ค : 40

ซึ่งบ่อบำบัดเบื้องต้น จะสามารถลด BOD และสารแขวนลอยในน้ำ (Total Suspended Solids)ได้ นอกจากนี้ทางโครงการยังได้ก่อสร้างบ่อให้เป็นทางเลือกในการปรับปรุงให้เป็นบ่อเติมอากาศในอนาคตได้ด้วย อย่างไรก็ตาม การที่บ่อเชื่อมต่อกันแบบคู่ขนานจะก่อให้เกิดผลดี ในกรณีที่บ่อใดบ่อหนึ่งหยุดทำงาน เช่น จำเป็นต้องทำการขุดลอกก็สามารถใช้บ่อที่เหลือทดแทนได้

เมื่อน้ำเสียได้รับการบำบัดแล้วจะถูกระบายผ่าน Primary Cascade Aerator เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับน้ำเสีย ก่อนเข้าสู่บ่อแฟคัลเททีฟ ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับถังปฏิกิริยา ชั้นบนของบ่อจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแอโรบิกแบคทีเรีย (Aerobic Bacteria) ส่วนชั้นล่างของบ่อมีการสลายตะกอนด้วยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process) และเพื่อให้ขบวนการเกิดร่วมกัน ได้ออกแบบให้บ่อลึก 1.5 เมตร ถ้าบ่อใดบ่อหนึ่งมีปัญหาหรือเมื่อต้องการลอกตะกอน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าจะมีการลอกน้อยกว่า 1 หน ในระยะเวลา 10 ปี เนื่องจากบ่อแฟคัลเททีฟ เป็นบ่อที่มีขนาดใหญ่มาก และปริมาณของแข็งก็ได้มีการตกตะกอนไปแล้วส่วนหนึ่งที่บ่อบำบัดเบื้องต้น

เมื่อน้ำเสียได้รับการบำบัดจากบ่อแฟคัลเททีฟแล้ว น้ำจะถูกระบายสู่บ่อบ่ม ซึ่งทำหน้าที่เสมือนบ่อขัดแต่ง (Polishing Ponds) บ่อจะมีความลึกประมาณ 1 เมตร เพื่อให้แสงแดดส่องผ่านได้ทั่วถึง ถัดจากบ่อบ่ม น้ำจะถูกส่งผ่านท่อไปยังบึงประดิษฐ์ ที่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 697,400 ตารางเมตร ลึกประมาณ 0.75 เมตร เพื่อทำการลด BOD ที่เหลือบางส่วน และลดปริมาณแร่ธาตุบางอย่าง เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในการดูแลเพื่อให้บึงประดิษฐ์สามารถทำหน้าที่ในการบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องทำการเก็บเกี่ยวพืชออกบ้าง เพื่อไม่ให้มีพืชมากเกินไปจนเป็นสาเหตุของการอุดตัน และน้ำจากบึงประดิษฐ์จะถูกส่งผ่าน Final Effluent Storage เพื่อปรับสภาพน้ำและฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้าสู่สถานีส่งน้ำออก โดยสูบน้ำผ่าน Cascade Areator เพื่อเพิ่มออกซิเจน ก่อนปล่อยลงสู่คลองขุดด้วยอัตรา 0.8 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

การปล่อยน้ำลงสู่คลองขุดในช่วงฤดูแล้งสามารถทำได้ในช่วงน้ำลงเท่านั้น เพื่อลดผลกระทบต่อฟาร์มกุ้งในบริเวณนั้น ใน 1 วัน จะมีช่วงน้ำลงอยู่ 2 ช่วง ฉะนั้นการระบายน้ำออกจะทำ 2 ครั้ง ภายใน 1 วัน การระบายน้ำออกในแต่ละช่วงประมาณ 6 ชั่วโมง รวมแล้วจะมีการปล่อยน้ำทั้งสิ้น 12 ชั่วโมงต่อวัน ช่วงที่ไม่มีการปล่อยน้ำออกนั้น น้ำจะถูกกักอยู่ในบึงประดิษฐ์และบ่อ Final Effluent Storage เป็นผลให้ระดับผิวน้ำทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณ 0.04 เมตร ตามปีออกแบบ 2548 ดีดับพลิวเอฟ (DWF) สำหรับน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้ยังคงอยู่ในระยะ Freeboard 0.5 เมตร ในบ่อ ส่วนการระบายน้ำออกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงมกราคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนไม่จำเป็นต้องมีการเก็บกักใดๆ สามารถระบายน้ำลงสู่คลองขุดได้

1.1.3 เหตุผลในการเลือกที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสีย และระบบบ่อบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ (เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, 2539 : 1-13)

1.1.3.1 เหตุผลในการเลือกที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียรวม

การศึกษาที่ตั้งโรงบำบัดน้ำเสียที่โครงการเมืองหลักเสนอไว้เดิม ที่อยู่ริมคลองอู่ตะเภา ห่างจากเมืองไปทางทิศเหนือ 12 กิโลเมตร เปรียบเทียบกับที่ตั้งแห่งใหม่ซึ่งอยู่ที่ กม. 10 บนทางหลวงสายสงขลา - หาดใหญ่ และพบว่าที่ตั้งใหม่มีความเหมาะสมดี เนื่องจากเหตุผลต่างๆ ดังนี้

ก. ระยะทางไม่ไกลจากเมืองหาดใหญ่นัก คือ ประมาณ 10 กิโลเมตร เปรียบเทียบกับที่ตั้งเดิมประมาณ 12 กิโลเมตร

ข. มีคลองซึ่งเป็นทางระบายน้ำอยู่ติดกับบริเวณโรงบำบัด ทำให้ระบายน้ำได้ง่าย

ค. ระดับผิวดินบริเวณนี้ต่างจากระดับในเมืองหาดใหญ่ไม่มากทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำเสียไปบำบัดไม่สูงนัก

ง. ไม่มีชุมชนขนาดกลางหรือขนาดใหญ่อยู่ใกล้เคียง ทำให้มีปัญหาความเดือดร้อน รำคาญน้อย

จ. มีถนนสภาพดีไปยังที่ตั้งโรงบำบัด ทำให้การเดินทางสะดวก

ฉ. สามารถสร้างท่อส่งน้ำเสียไว้ในเขตทาง ของทางหลวงสายสงขลา - หาดใหญ่ได้

1.1.3.2 เหตุผลในการเลือกระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

หลังจากได้มีการทบทวนระบบบำบัดน้ำเสียที่โครงการเมืองหลักเสนอไว้ แล้วทำการเปรียบเทียบกับระบบบำบัดอื่น พบว่าระบบที่โครงการเมืองหลักเสนอคือ ระบบบ่อแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) มีความเหมาะสมดีแล้ว ในด้านต่างๆ ดังนี้

ก. ค่าลงทุนต่ำที่สุด

ข. ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาดีที่สุด

ค. มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เพราะที่ตั้งระบบบำบัดไม่มีชุมชนอยู่ข้างเคียง

ง. มีที่ดินที่สามารถจัดหาได้ และมีราคาต่ำกว่าไร่ละ 300,000 บาท

1.2 สภาพพื้นที่ที่ตั้งโครงการก่อนการดำเนินการก่อสร้าง (ภาพประกอบ 5)

พื้นที่ก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียรวมมีพื้นที่ 2.4175 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,510.93 ไร่ (เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, 2539 : 7-74) ลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขังทั้งหมดและมีพืชน้ำอยู่อย่างหนาแน่น หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) นั่นเอง และตามที่ น้อย วรรณพงศ์ (การติดต่อส่วนบุคคล) ซึ่งเป็นผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และขุน จุลนวล (การติดต่อส่วนบุคคล) อดีตผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 2 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้บอกว่า พื้นที่ในบริเวณนี้ในสมัยก่อนเมื่อประมาณ 8 ปีมาแล้ว เคยใช้เป็นที่ทำนาข้าว เป็นประเภทนาปี ต่อมาได้เลิกทำเนื่องจากการถูกรบกวนจากหนูนาซึ่งมีจำนวนมาก น้ำเค็มหนุนเข้าไปทำให้ข้าวเสียหาย ปัญหาน้ำท่วม เพราะพื้นที่ในบริเวณนี้เป็นพื้นที่ลุ่มและเป็นพื้นที่รับน้ำจากที่อื่นๆ รอบๆ เมืองหาดใหญ่ และบางครั้งโรงงานที่ตั้งอยู่บริเวณตำบลน้ำน้อยก็ปล่อยน้ำเสียออกมา และไหลลงสู่คลองขุด เป็นผลทำให้ข้าวในนาเสียหาย ต่อมาชาวบ้านที่เคยตั้งบ้านเรือนอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวจึงอพยพมาอยู่ริมทะเลสาบสงขลา และยึดอาชีพประมงเป็นหลัก พื้นที่บริเวณดังกล่าวจึงถูกทิ้งไว้เป็นที่รกร้างว่างเปล่า ปล่อยให้หญ้าและพืชน้ำอื่นๆ ขึ้นอย่างหนาแน่น และกลายเป็นทุ่งหญ้าที่ชาวบ้านแถวนั้นใช้เลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่จะเป็นควายและมีวัวบ้างเล็กน้อย ซึ่งชาวบ้านแถวนั้นจะปล่อยควายและวัวให้กินหญ้าและพืชอื่นๆ ในพื้นที่ดังกล่าว และทำคอกไว้สำหรับให้วัวและควายนอนในบริเวณนั้นด้วย

1.3 กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ และบริเวณใกล้เคียง

ลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา สามารถจำแนกได้ดังนี้ (เกษม จันทร์แก้วและคณะ, 2539 : 4-73) (ภาพประกอบ 6 - 7)

1.3.1 พื้นที่ลุ่มน้ำขัง พื้นที่ที่จะก่อสร้างโรงบำบัดทั้งหมดประมาณ 1,500 ไร่ เป็นพื้นที่ที่จัดอยู่ในประเภทนี้ทั้งหมด ในพื้นที่บริเวณนี้จะมีการปล่อยควายให้กินหญ้าและพืชอื่นๆ

1.3.2 นาข้าว

1.3.3 สวนยางพารา พบอยู่บริเวณบ้านท่านางหอม

1.3.4 ป่าพรุ ส่วนใหญ่จะเป็นพวกป่าเสม็ด

1.3.5 นากุ้ง ซึ่งเป็นกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทหนึ่ง การทำนากุ้งในพื้นที่ศึกษามีเฉพาะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเท่านั้นและมีหนาแน่นอยู่เฉพาะที่บริเวณใกล้ประตูระบายน้ำคลองขุด เพราะการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต้องใช้น้ำทะเล มีเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในบริเวณดังกล่าว ซึ่งเป็นพื้นที่ของตัวเอง มีประมาณ 15 ราย เฉลี่ยพื้นที่เลี้ยงกุ้งประมาณ 10 ไร่ต่อราย นอกจากนี้ยังมี

เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง รายใหญ่ในรูปบริษัท อีก 4 บริษัท ได้แก่ บริษัทติ่งไถ่อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด มีพื้นที่ฟาร์ม 400 - 500 ไร่ บริษัทวารีทอง มีพื้นที่ฟาร์ม 200 - 300 ไร่ บริษัทเฟื่องฟ้า มีพื้นที่ฟาร์ม 200 - 300 ไร่ บริษัทภูเก็ต มีพื้นที่ฟาร์ม 200 - 300 ไร่ การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเกือบทั้งหมดใช้ระบบการเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive Culture) ปล่อยกุ้งในอัตรา 40 - 70 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปกินวันละ 2 - 3 ครั้ง ตลอดช่วงเลี้ยงประมาณ 4 เดือน ได้ผลผลิตในระดับ 800 - 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง

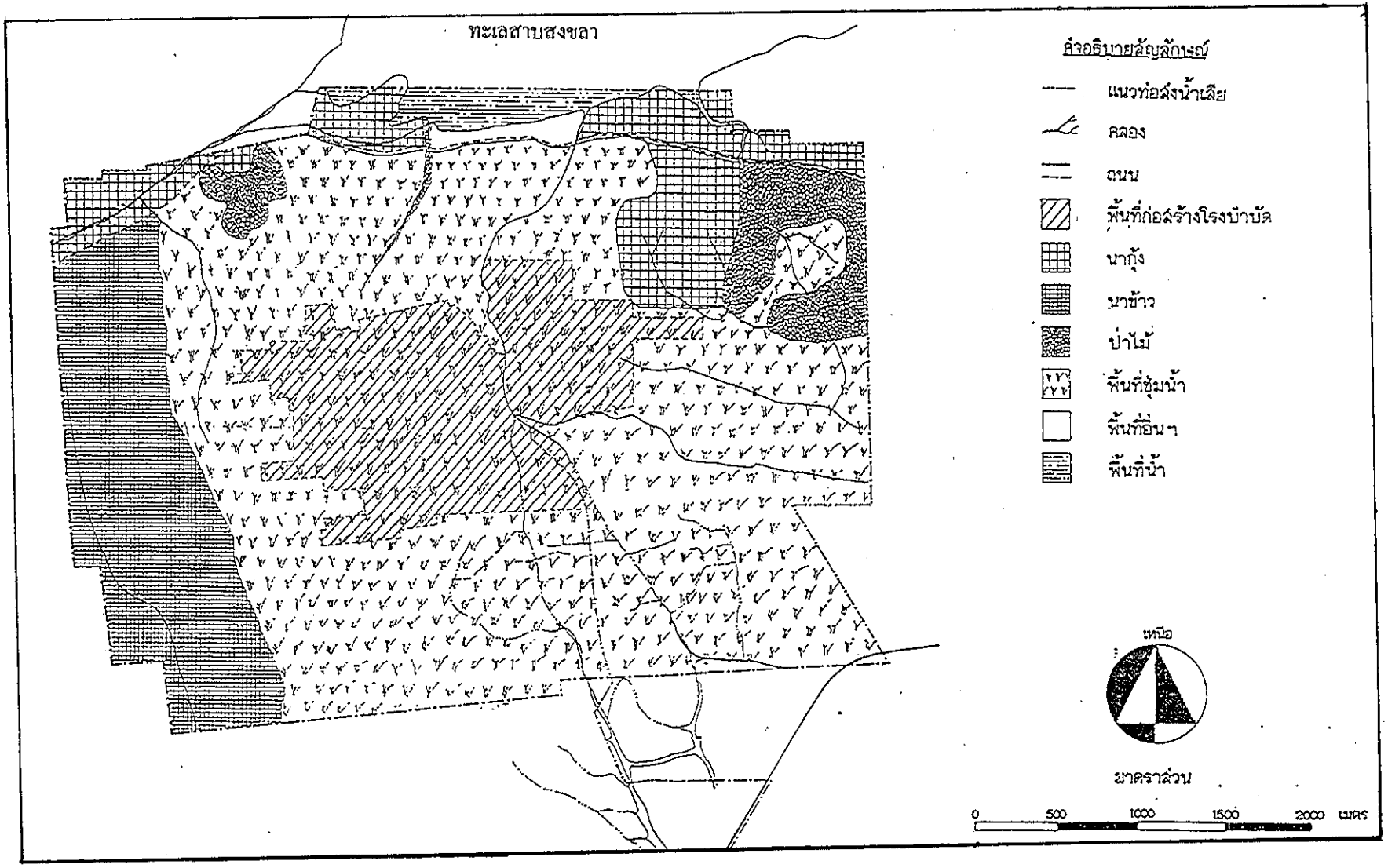
A

B

ภาพประกอบ 5 สภาพพื้นที่โครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม

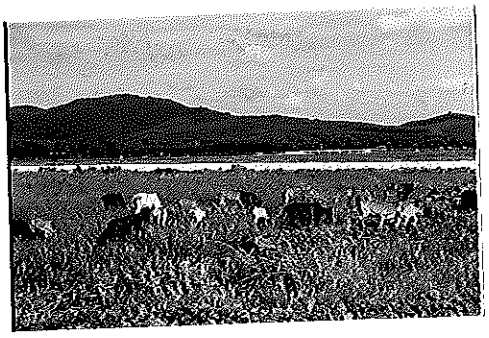
A : ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

B : ขณะดำเนินการก่อสร้าง (ทำคันดินรอบบ่อบำบัด)



ภาพประกอบ 6 การใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา บริเวณโรงบำบัดน้ำเสียรวม และพื้นที่ใกล้เคียง

ที่มา : เกษม จันทร์แก้ว และคณะ, 2539 : 5-49



A

B

C

D

ภาพประกอบ 7 กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียง

A : ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

B : นาข้าว

C : นากุ้ง

D : ป่าพรุ (เสม็ด)

2. คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม ความโปร่งแสง ปริมาณไนเตรท และปริมาณฟอสเฟต ในพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณคลองขุดนั้น ปรากฏผลดังภาพประกอบ 8 และตารางภาคผนวก 1

2.1 อุณหภูมิสูงสุดที่สถานีที่ 2 และต่ำสุดที่สถานีที่ 3 ในช่วงฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 27.80 และ 26.60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว อุณหภูมิสูงสุดที่สถานีที่ 3 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 32.50 และ 30.70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในฤดูแล้ง อุณหภูมิสูงสุดที่สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 33.00 และ 30.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2.2 ค่าความเป็นกรด - ด่าง สูงสุดที่สถานีที่ 2 และต่ำสุดที่สถานีที่ 4 ในช่วงฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 7.85 และ 7.01 ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว ความเป็นกรด - ด่าง สูงสุดที่สถานีที่ 1 และต่ำสุดที่สถานีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 6.03 และ 5.86 ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ความเป็นกรด - ด่างสูงสุดที่สถานีที่ 2 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 6.49 และ 4.01 ตามลำดับ

2.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ สูงสุดที่สถานีที่ 4 และต่ำสุดที่สถานีที่ 2 ในช่วงฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 3.70 และ 2.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงสุดที่สถานีที่ 1 และต่ำสุดที่สถานีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 7.50 และ 2.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูแล้งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงสุดที่สถานีที่ 2 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 10.40 และ 8.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

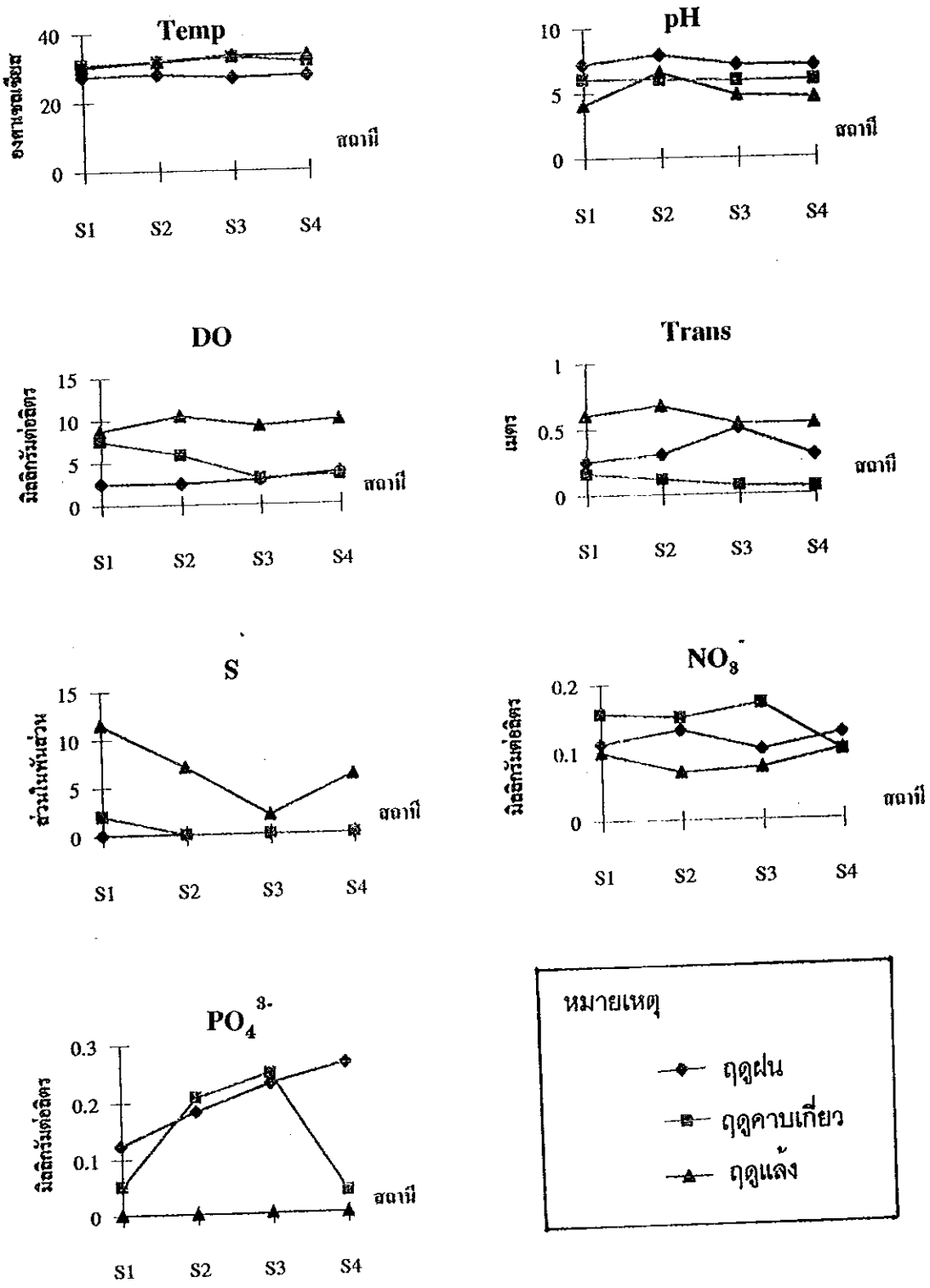
2.4 ความโปร่งแสง สูงสุดที่สถานีที่ 3 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 ในช่วงฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 0.50 และ 0.25 เมตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว ความโปร่งแสงสูงสุดที่สถานีที่ 1 และต่ำสุดที่สถานีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.16 และ 0.05 เมตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ความโปร่งแสงสูงสุดที่สถานีที่ 2 และต่ำสุดที่สถานีที่ 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.67 และ 0.53 เมตร ตามลำดับ

2.5 ความเค็ม ในช่วงฤดูฝนทุกสถานีมีค่าความเค็มเป็น 0 ส่วนในพันส่วน ในฤดูคาบเกี่ยว สถานีที่ 2 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4 มีค่าความเค็มเป็น 0 ส่วนในพันส่วนเช่นกัน แต่ในสถานีที่ 1 นั้นมีค่าความเค็มเป็น 2 ส่วนในพันส่วน ในฤดูแล้ง ความเค็มสูงสุดที่สถานีที่ 1 และต่ำสุดที่สถานีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 11.5 และ 2 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ

2.6 ปริมาณไนเตรท สูงสุดที่สถานีที่ 2 และต่ำสุดที่สถานีที่ 3 ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.131 และ 0.102 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยวปริมาณไนเตรทมีค่าสูงสุดที่สถานีที่ 3 และต่ำสุดที่สถานีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.170 และ 0.099 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง

ปริมาณไนเตรทสูงสุดที่สถานีที่ 4 และต่ำสุดที่สถานีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.102 และ 0.069 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2.7 ปริมาณฟอสเฟต สูงสุดที่สถานีที่ 4 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 ในช่วงฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 0.264 และ 0.123 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว ปริมาณฟอสเฟตสูงสุดที่สถานีที่ 3 และต่ำสุดที่สถานีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.248 และ 0.040 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ปริมาณฟอสเฟตสูงสุดที่สถานีที่ 3 และต่ำสุดที่สถานีที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 0.001 และ 0.0003 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพประกอบ 8 ค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด 4 สถานี (S1 - S4)

3. บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ

จากการสำรวจชนิดของพืชน้ำในแนวคลองขุด จาก 4 สถานี ในเดือนเมษายน 2539 ตุลาคม 2539 และพฤศจิกายน 2539 พบพืชน้ำจำนวน 14 วงศ์ 25 ชนิด ในสถานีที่ 1 พบพืชน้ำ 20 ชนิด สถานีที่ 2 พบ 13 ชนิด สถานีที่ 3 พบ 10 ชนิด และสถานีที่ 4 พบ 12 ชนิด สำหรับพืชน้ำที่พบทุกสถานี ได้แก่ ผักเป็ดน้ำ *(Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.*)*, จอก *(Pistia stratiotes* L.*)*, ผักบุ้ง *(Ipomoea aquatica* Forsk.*)*, แพงพวยน้ำ *(Ludwigia ascendens* (L.) Hara), *Sacciolepis africana C.E.* Hubbard & Snowden และจอกหูหนู *(Salvinia cucullata* Roxb.) ส่วนพืชน้ำที่พบเพียงสถานีเดียว ได้แก่ กะเม็ง *(Eclipta prostrata* L.*)*, แหนแดง *(Azolla pinnata* R.Br.*)*, สาหร่ายพุงชะโด *(Ceratophyllum demersum* L.*)*, *Cyperus diffusus* Vahl, *C. platystylis* R.Br. ผักกูดเขากวาง *(Ceratopteris thalictriodes* (L.) Brongn.*)*, หญ้าสะกาดน้ำเค็ม *(Paspalum distichum* L.*)* และหญ้าแพรกน้ำ *(Pseudoraphis spinescens* (R.Br.) Vickery*)* ซึ่งพบในสถานีที่ 1 ส่วนหญ้าขน *(Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf.*)* พบในสถานีที่ 4 และหญ้าครุน *(Panicum repens* L.*)* พบในสถานีที่ 2 ดังตาราง 2

4. มวลชีวภาพของพืชน้ำ

จากการศึกษาค่ามวลชีวภาพของพืชน้ำในคลองขุด 4 สถานี ได้ผลดังแสดงในตาราง 3 - 6

สถานีที่ 1 ในฤดูฝน จอกหูหนู *(Salvinia cucullata* Roxb.*)* มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และผักตบชวา *(Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 75.89 ± 12.23 และ 0.28 ± 0.28 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว จอกหูหนู *(Salvinia cucullata* Roxb.*)* มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และสาหร่ายข้าวเหนียว *(Utricularia aurea* Lour.*)* มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 64.35 ± 20.96 และ 0.14 ± 0.14 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ผักเป็ดน้ำ *(Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.*)* มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และแพงพวยน้ำ *(Ludwiqia ascendens* (L.) Hara*)* มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 30.03 ± 14.01 และ 0.68 ± 0.68 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

สถานีที่ 2 ในฤดูฝน ผักบุ้ง *(Ipomoea aquatica* Forsk.*)* มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และแหนแดง *(Azolla pinnata* R.Br.*)* มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 95.81 ± 21.55 และ 0.01 ± 0.01 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว *Sacciolepis aficana* C.E. Hubbard & Snowden มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และแหนแดง *(Azolla pinnata* R.Br*)* มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 125.98

± 95.48 และ 0.01 ± 0.01 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง *Sacciolepis aficana* C.E. Hubbard & Snowden มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และผักตบชวา *(Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 29.39 ± 5.57 และ 2.14 ± 2.14 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

สถานีที่ 3 ในฤดูฝน ผักบุ้ง *(Ipomoea aquatica* Forsk.) มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และแหนแดง *(Azolla pinnata* R.Br.) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 46.37 ± 39.30 และ 0.01 ± 0.01 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว จอกหูหนู *(Salvinia cucullata* Roxb.) มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และสาหร่ายข้าวเหนียว *(Utricularia aurea* Lour.) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 57.83 ± 17.41 และ 0.23 ± 0.23 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ผักบุ้ง *(Ipomoea aquatica* Forsk.) มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และจอก *(Pistia stratiotes* L.) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 45.95 ± 19.28 และ 0.54 ± 0.54 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

สถานีที่ 4 ในฤดูฝน หญ้าคมบาง *(Rhynchospora corymbosa* (L.) Britt) มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และสาหร่ายข้าวเหนียว *(Utricularia aurea* Lour.) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 41.98 ± 41.98 และ 0.53 ± 0.53 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูคาบเกี่ยว *Sacciolepis aficana* C.E. Hubbard & Snowden มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และแหนเป็ด *(Lemna purpusilla* Torrey) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด เท่ากับ 21.51 ± 16.42 และ 0.003 ± 0.003 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในฤดูแล้ง เอื้องเพ็ดม้า (*Polygonum tomentosum* Willd.) มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และจอก *(Pistia stratiotes* L.) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 74.23 ± 74.23 และ 0.04 ± 0.04 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

ตาราง 7 แสดงมวลชีวภาพรวมของพืชน้ำประเภทต่างๆ ในแต่ละฤดูกาล พบว่าในฤดูฝน ฤดูคาบเกี่ยว และฤดูแล้ง พืชน้ำพวกที่โผล่พ้นน้ำ มีค่ามวลชีวภาพรวมสูงสุด เท่ากับ 698.86, 558.01 และ 331.3 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนพืชน้ำพวกที่จมใต้น้ำ มีค่ามวลชีวภาพน้อยที่สุด ในทุกฤดูกาลเช่นเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 19.42, 5.74 และ 0 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

พืชน้ำที่พบได้ในทุกสถานี จาก 3 ฤดูกาล มี 8 ชนิด (ตาราง 8) ได้แก่ ผักเป็ดน้ำ (*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.), จอก (*Pistia stratiotes* L.), ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk.), สาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia aurea* Lour.), แพงพวยน้ำ (*Ludwigia ascendens* (L.) Hara), *Sacciolepis africana* C.E.Hubbard & Snowden, ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) และจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.)

ตาราง 2 บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ จาก 4 สถานี (เดือนเมษายน, ตุลาคม และพฤศจิกายน 2539) ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ทำการสำรวจในเนื้อที่ 200 ตารางเมตรต่อ 1 สถานี)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	ชื่อไทย (Thai name)	สถานี			
			1	2	3	4
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart)Griseb.	ผักเป็ดน้ำ	+	+	+	+
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	จอก	+	+	+	+
ASTERACEAE	*Eclipta prostrata* L.	กะเม็ง	+	0	0	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	แหนแดง	+	0	0	0
CERATOPHYLLACEAE	*Ceratophyllum demersum* L.	สาหร่ายพุงชะโด	+	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	ผักบุ้ง	+	+	+	+
CYPERACEAE	*Cyperus diffusus* Vahl	-	+	0	0	0
	C. platystylis R.Br.	-	+	0	0	0
	Eleocharis dulcis (Burm.f.) Henschel	แห้วทรงกระเทียม	+	0	0	+
	Rhynchospora corymbosa (L.) Britt.	หญ้าคมบาง	0	0	0	+
	Scirpus grossus L.f	กกสามเหลี่ยม	+	+	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	สาหร่ายข้าวเหนียว	+	+	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	แพงพวยน้ำ	+	+	+	+

ตาราง 2 (ต่อ)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	ชื่อไทย (Thai name)	สถานี			
			1	2	3	4
PARKERIACEAE	*Ceratopteris thalictriodes* (L) brongn	ผักกูดเขากวาง	+	0	0	0
POACEAE	*Brachiaria mutica* (Forsk) Stapf.	หญ้าชน	0	0	0	+
	Hygroryza aristata (Retz.) Nees	หญ้าพองลม	+	+	0	+
	Oryza rufipogon Griff	ข้าวผี	+	+	+	0
	Panicum repens L.	หญ้าครุน	0	+	0	0
	Paspalum distichum L.	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม	+	0	0	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	หญ้าแพรกน้ำ	+	0	0	0
	Sacciolepis africana C.E. Hubbard & Snowden	-	+	+	+	+
POLYGONACEAE	*Polygonum tomentosum* Willd	เอื้องเพ็ดม้า	0	+	+	+
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	ผักตบชวา	+	+	+	0
	Monochoria hastata (L.) Solms	ผักตบไทย	0	0	+	+
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	จอกหูหนู	+	+	+	+
Total 14 วงศ์	25 ชนิด		20	13	10	12

หมายเหตุ : + = พบ, 0 = ไม่พบ

ตาราง 3 แสดงมวลชีวภาพ (Biomass) ของพืชน้ำ สถานีที่ 1 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร) Mean + SE*		
		ฤดูฝน	ฤดูคาบเกี่ยว	ฤดูแล้ง
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	51.56±51.56	60.73±54.03	30.03±14.01
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0.74±0.74	0.22±0.22	0
CERATOPHYLLACEAE	*Ceratophyllum demersum* L.	0	0.46±0.46	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	23.09±12.65	27.22±9.90	5.28±3.75
CYPERACEAE	*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel	64.81±62.94	0	0
	Scirpus grossus L. f.	0	0	6.33±6.33
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	0.14±0.14	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	28.75±6.17	3.06±3.06	0.68±0.68
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees.	7.24+6.24	49.14±46.64	0
	Paspalum distichum L.	0	0	1.92±1.00
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	22.80+20.18	1.58±1.47	2.41+2.41
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	0	2.72±2.72	14.31±11.69
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0.28+0.28	8.40±8.40	3.59±1.03
	Monochoria hastata (L.) Solms	34.20±34.20	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	75.89±12.23	64.35±20.96	3.01±3.01
รวม 10 วงศ์	15 ชนิด	309.36	218.02	67.56

หมายเหตุ * เก็บข้อมูลสถานีละ 3 ซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตาราง 4 แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 2 ในพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร) Mean + SE* ฤดูฝน	ฤดูคาบเกี่ยว	ฤดูแล้ง
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	29.86±22.97	44.71±28.97	24.58±14.17
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0.16±0.16	1.99±1.99	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0.01±0.01	0.01±0.01	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	95.81±21.55	7.08±5.77	7.49±4.75
CYPERACEAE	*Scirpus grossus* L.f.	14.06±14.06	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	2.65±1.77	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	1.85±1.85	0	0
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees.	0.20±0.20	0	0
	Oryza rufipogon Griff	0	23.25±23.25	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	5.08±2.99	0.30±0.30	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	71.46±24.62	125.98±95.48	29.39±5.57
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	4.67±4.67	0.52±0.52	2.14±2.14
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	63.02±35.76	16.51±10.99	14.76±1.26
รวม 10 วงศ์	13 ชนิด	288.83	220.35	78.36

หมายเหตุ * เก็บข้อมูลสถานีละ 3 ซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตาราง 5 แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 3 ในพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร) Mean + SE*		
		ฤดูฝน	ฤดูคาบเกี่ยว	ฤดูแล้ง
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	0	0.62±0.62
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	1.02±0.58	0.54±0.54
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0.01±0.01	0.37±0.32	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	46.37±39.30	8.76±2.64	45.95±19.28
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	16.24±8.43	0.23±0.23	0
MARSILEACEAE	*Marsilea crenata* Presl	19.51±19.51	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	0	3.70±2.23	2.42±2.42
POACEAE	*Oryza rufipogon* Griff	0	0	4.68±4.68
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	46.00±46.00	10.21±10.21	7.22±6.52
POLYGONACEAE	*Polygonum tomemtosum* Willd	0	0	6.88±6.88
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	0	17.18±11.65
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	18.99±18.53	57.83±17.41	15.16±1.10
รวม 11 วงศ์	12 ชนิด	147.12	82.12	100.65

หมายเหตุ * เก็บข้อมูลสถานีละ 3 ซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตาราง 6 แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 4 ในพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร) Mean + SE* ฤดูฝน	ฤดูคาบเกี่ยว	ฤดูแล้ง
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	0	0.13±0.13
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	0.04±0.04
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0	0.03±0.02	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	0	0	3.23±3.23
CYPERACEAE	*Rhynchospora corymbosa* (L.) Britt	41.98±41.98	13.69±13.69	0
LEMNACEAE	*Lemna purpusilla* Torrey	0	0.003±0.003	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0.53±0.53	4.91±4.91	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	0.99±0.99	0	10.58±10.58
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz) Nees.	0	0	0.52+0.52
	Leersia hexandra SW	0	2.06±2.06	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	19.20+15.39	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	33.90±32.16	21.51±16.42	27.44±27.44
POLYGONACEAE	*Polygonum tomemtosum* Willd	35.19±35.19	110.01±110.01	74.23±74.23
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	17.09±17.09	2.07±2.07
	Monochoria hastata (L.) Solms	0	16.29±16.29	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	0	0.80±0.56	0.66±0.38
รวม 12 วงศ์	16 ชนิด	131.79	186.39	118.9

หมายเหตุ * เก็บข้อมูลสถานีละ 3 ซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตาราง 7 แสดงมวลชีวภาพรวมของพืชน้ำประเภทต่างๆ ในแต่ละฤดูกาล ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ฤดู	มวลชีวภาพรวม (กรัม/ตารางเมตร)			รวม
	พวกลอยน้ำอย่างอิสระ	พวกจมใต้น้ำ	พวกโผล่พ้นน้ำ	
ฝน	158.82	19.42	698.86	877.1
คาบเกี่ยว	143.13	5.74	558.01	706.88
แล้ง	34.17	0	331.3	365.47
เฉลี่ย	112.04	8.38	529.39	

หมายเหตุ : ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)
ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)
ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพของพืชน้ำแต่ละชนิดที่พบในทุกสถานี ในแต่ละฤดูกาล ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ฤดู	จุดเก็บตัวอย่าง	ชนิดของพืชน้ำ Alt	Pis	Ipo	Utr	Lud	Sac	Eic	Sal
ฝน	สถานีที่ 1	51.57	0.74	23.09	0.00	28.75	0.00	0.28	75.89
	สถานีที่ 2	29.86	0.16	95.81	2.65	1.86	71.46	4.68	63.02
	สถานีที่ 3	0.00	0.00	46.37	16.24	0.00	46.00	0.00	19.00
	สถานีที่ 4	0.00	0.00	0.00	0.53	0.99	33.91	0.00	0.00
คาบเกี่ยว	สถานีที่ 1	60.73	0.22	27.22	0.15	3.06	2.72	8.40	64.35
	สถานีที่ 2	44.72	1.99	7.08	0.00	0.00	125.98	0.52	16.52
	สถานีที่ 3	0.00	1.02	8.76	0.23	3.70	10.21	0.00	57.83
	สถานีที่ 4	0.00	0.00	0.00	4.91	0.00	21.51	17.10	0.80
แล้ง	สถานีที่ 1	30.03	0.00	5.28	0.00	0.68	14.28	3.59	3.02
	สถานีที่ 2	24.59	0.00	7.49	0.00	0.00	29.39	2.14	14.77
	สถานีที่ 3	0.62	0.54	45.95	0.00	2.43	7.22	17.18	15.17
	สถานีที่ 4	0.13	0.04	3.23	0.00	10.58	27.44	2.07	0.66

หมายเหตุ : 0 = ไม่พบ

*Alt = *Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb., Pis = *Pistia stratiotes* L.,

Ipo = *Ipomoea aquatica* Forsk., Utr = *Utricularia aurea* Lour.,

Lud = *Ludwigia ascendens* (L.) Hara, Sac = *Sacciolepis africana* C.E.Hubbard & Snowden,

Eic = *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, Sal = *Salvinia cucullata* Roxb.

5. ความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ

จากการคำนวณหาค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ โดยใช้ Shannon Wiener Diversity Index (H') พบว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายของชนิดต่ำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่ามีความหลากหลายของชนิดน้อย (ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2535 : 128) ในฤดูฝนสถานีที่ 2 มีค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.483 ในฤดูคาบเกี่ยว สถานีที่ 2 มีค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.339 ส่วนในฤดูแล้ง สถานีที่ 1 มีค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำสูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.510 ดังแสดงในตาราง 9

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT.) ในแต่ละสถานีของแต่ละฤดูกาลนั้นพบว่า ค่าดรรชนีความหลากหลาย ในฤดูฝน และฤดูคาบเกี่ยวนั้น ทุกสถานีไม่มีความแตกต่างกัน ในฤดูแล้ง ค่าดรรชนีความหลากหลาย ระหว่างสถานีที่ 1 กับสถานีที่ 4 และระหว่างสถานีที่ 2 กับสถานีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่าดรรชนีความหลากหลายของสถานีที่ 1 และสถานีที่ 4 มีค่าสูงกว่าค่าดรรชนีความหลากหลายของสถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตาราง 10)

ตาราง 9 แสดงจำนวนชนิด (S) ค่าดรรชนีความหลากหลาย (H') และค่าการกระจาย (V') ของชนิดพืชน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ฤดูกาล	สถานี											
	1			2			3			4		
	S	H'	V'	S	H'	V'	S	H'	V'	S	H'	V'
ฝน	10	0.382	0.382	12	0.483	0.448	6	0.368	0.473	6	0.238	0.306
คาบเกี่ยว	11	0.085	0.082	9	0.339	0.355	7	0.204	0.241	10	0.278	0.278
แล้ง	9	0.510	0.534	5	0.133	0.190	9	0.120	0.126	9	0.524	0.549

หมายเหตุ : ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)
ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)
ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยดรรชนีความหลากหลาย (H') ของชนิดพืชน้ำ ในแต่ละสถานี ของแต่ละฤดูกาล ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

สถานี	ฤดูกาล		
	ฝน	คาบเกี่ยว	แล้ง
สถานีที่ 1	0.382a	0.085a	0.510a
สถานีที่ 2	0.483a	0.339a	0.133b
สถานีที่ 3	0.368a	0.204a	0.120b
สถานีที่ 4	0.238a	0.278a	0.524a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการตรวจสอบโดยวิธี DMRT.

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

บทที่ 4

บทวิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

1. คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ประกอบด้วยตัวแปรต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความโปร่งแสง ความเค็ม ปริมาณไนเตรท และปริมาณฟอสเฟต ซึ่งหาในรูปของออโธฟอสเฟต มีรายละเอียดดังนี้

1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำในคลองขุดในฤดูฝน มีค่าเฉลี่ย 27.2 องศาเซลเซียส ฤดูคาบเกี่ยว มีค่าเฉลี่ย 31.38 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ย 31.88 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าในฤดูฝนมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากมีฝนตกตลอดทั้งวัน และไม่มีแดด และในฤดูแล้งอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากอากาศร้อน มีแดดจัด อุณหภูมิของน้ำจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ตามลักษณะอากาศในแต่ละท้องที่และแต่ละฤดูกาล (ลักขณา เนาวรัตน์, 2534 : 7; Ruttner, 1975 : 72)

1.2 ความเป็นกรด - ด่าง

ความเป็นกรด - ด่าง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 7.28 ในฤดูฝน และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้ง มีค่า 4.93 ค่าความเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด - ด่าง ในแหล่งน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย และปริมาณความเค็มของน้ำด้วย (สิริ ทุกข์วินาศ, 2528 : 63) ซึ่งตรงตามที่ กรรณิการ์ สิริสิงห (2525 : 50 - 59) กล่าวไว้ว่าน้ำที่มีความเป็นกรด - ด่างสูงหรือต่ำอาจมีสาเหตุมาจากสารเจือปนในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศแล้ว คาร์บอนไดออกไซด์ในดิน และกรดอินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินของจุลินทรีย์ ก็มีส่วนช่วยให้ระดับค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำลดลงได้เช่นเดียวกัน (Differyes, 1965 : 412 - 426)

นอกจากนี้การสังเคราะห์แสง และการหายใจของพืชสีเขียวในน้ำ ทำให้ระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำสูงขึ้นในตอนกลางวัน และลดต่ำในตอนกลางคืน (ไมตรี ดวงสวัสดิ์, 2522 : 145 - 149;

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2534 : 50; สมใจ กาญจนวงศ์, 2522 : 82) และจากการศึกษาของ Verry (1975 : 1149 - 1157) พบว่าพืชน้ำสามารถนำธาตุอาหารมาใช้ได้ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับระดับของค่าความเป็นกรด - ด่างด้วย

จากมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล (ภาคผนวก ค.) ได้กำหนดค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ระหว่าง 5.0 - 9.0 สำหรับแหล่งน้ำทุกประเภท ค่าความเป็นกรด - ด่าง ในคลองขุดอยู่ระหว่าง 4.01 - 7.85 ในสถานีที่ 1, 3 และ 4 ในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งอาจจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้ น้ำที่มีค่าความเป็นกรด - ด่างสูงและต่ำ นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ความเป็นกรด - ด่างของน้ำ ที่เหมาะสม มีค่าระหว่าง 6 - 8 (สุมาลี พิตรากูล, 2532 : 240) อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด - ด่าง เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนและฟอสเฟตในแหล่งน้ำได้ด้วย (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2534 : 59)

1.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในคลองขุด มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงฤดูฝน เนื่องจากในช่วงฤดูฝนไม่มีแดด ฝนตกตลอดวัน พืชน้ำไม่ได้สังเคราะห์แสงทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำ (สิริ ทุกข์วินาศ, 2528 : 101; กรมอนามัย, 2537 : 137) และมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 9.51 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากมีน้ำไหลเอื่อยๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนเป็นผลทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าฤดูกาลอื่นๆ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณการละลายของออกซิเจนต่ำลง (สุมาลี พิตรากูล, 2532 : 24; เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536 : 41) เห็นได้ชัดในสถานีที่ 2 ในฤดูฝน และสถานีที่ 3 ในฤดูคาบเกี่ยว ในฤดูฝน สถานีที่ 3 และ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงบ่าย เวลาประมาณ 13.10 - 14.20 น. พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากในเวลาบ่าย มีการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ (สมใจ กาญจนวงศ์, 2532 56; เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536 : 44) ในฤดูแล้งสถานีที่ 1 พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำสุด อาจเป็นผลมาจากการตายของพืชน้ำ ทำให้มีการใช้ออกซิเจนปริมาณมากเพื่อการย่อยสลายอินทรีย์สาร (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2532 : 121)

นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด - ด่างอีกด้วย ในเวลากลางวันที่มีแดดจัดทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง (สมใจ กาญจนวงศ์, 2532 : 73) ในฤดูแล้ง สถานีที่ 2 ค่าความเป็นกรด - ด่าง สูงสุด เป็นผลทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงสุดด้วย ในฤดูคาบเกี่ยว สถานีที่ 1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง สูงสุด เป็นผลทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงสุดด้วยเช่นกัน

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดปริมาณออกซิเจนละลายไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล มีค่าไม่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (แหล่งน้ำประเภท 4) (ภาคผนวก ค.) สำหรับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในคลองขุดอยู่ในช่วง 2.40 - 10.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่ายังไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด และศิริพรต ผลสินธ์ (2534 : 173) กล่าวว่าน้ำในภาวะปกติจะมีค่าออกซิเจนละลายเท่ากับ 5 - 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูฝน ทุกสถานี มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูคาบเกี่ยว สถานีที่ 3 และ4 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในสถานีที่ 1 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่า 7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูแล้ง ทุกสถานี มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่า 7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าอยู่ในภาวะที่ไม่ปกติ แต่ยังไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด

1.4 ความโปร่งแสง

ในฤดูคาบเกี่ยว พบว่า มีค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงต่ำสุด 0.09 เมตร เนื่องจากมีความขุ่นมาก ในช่วงนี้มีคนหาปลาเป็นจำนวนมากตลอดแนวคลองขุด และเป็นช่วงที่กำลังก่อสร้างสะพานเชื่อม 2 ฝั่งคลอง และมีการถมดินเพื่อทำคันดินของโรงบำบัด ในฤดูแล้งน้ำใสมากมีค่าความโปร่งแสงสูงที่สุด ค่าเฉลี่ย 0.58 เมตร

ความโปร่งแสงของน้ำ จะแสดงถึงปริมาณแสงอาทิตย์ที่สามารถส่องผ่านตามชั้นต่างๆ ของน้ำ เป็นระดับความลึกจากผิวน้ำ ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีตะกอน (Organic Matter) จุลชีพ (Microorganism) อยู่มากแสงจะส่องผ่านลงไปได้น้อย ฉะนั้นค่าความโปร่งแสงของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนและจุลชีพต่างๆ ในน้ำ (สิริ ทุกข์วินาศ, 2528 : 34)

1.5 ความเค็ม

ในช่วงฤดูฝน ความเค็ม มีค่าเป็น 0 ทุกสถานี ในฤดูคาบเกี่ยว สถานีที่ 1 เริ่มมีการรุกตัวของน้ำเค็ม ทำให้ความเค็มมีค่า 2 ส่วนในพันส่วน อาจเนื่องมาจากน้ำจากทะเลสาบซีมเข้ามา เป็นผลทำให้น้ำในคลองขุดมีความเค็ม ส่วนในฤดูแล้งเห็นได้ชัดเจนว่า มีน้ำเค็มเข้ามาเต็มที่ เมื่อความเค็มสูงขึ้น เป็นผลทำให้พืชน้ำตายเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในสถานีที่ 1 ซึ่งอยู่ใกล้ประตูระบายน้ำมากที่สุด และมีค่าความเค็มสูงสุด 11.5 ส่วนในพันส่วน มีจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) ตายเป็นจำนวนมาก และพบว่าในฤดูแล้ง สถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพรวมต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกสถานีและทุกฤดูกาล และพบว่าผักเป็ดน้ำ (*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb) มีค่ามวลชีวภาพสูงสุด และรองลงมาคือ *Sacciolepis africana* C.E. Hubbard & Snowden สังเกตได้ว่าเมื่อมีความเค็มเข้ามาทำให้ไม่พบพืชน้ำบางชนิด ซึ่งเคยพบในฤดูกาลอื่น เช่น สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) หญ้าพองลม (*Hygroryza aristata*

(Retz.) Nees.) และสาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia aurea* Lour.) แต่ที่น่าสังเกตก็คือ ในสถานีที่ 3 นั้นมีค่าความเค็มน้อยกว่าสถานีที่ 4 อาจเนื่องมาจากสถานีที่ 3 นั้นมีคลองสาขาอยู่ใกล้ๆ บริเวณนั้นด้วย ทำให้น้ำจืดไหลเข้ามาเจือจาง จึงทำให้สถานีที่ 3 มีความเค็มน้อยกว่าสถานีที่ 4

1.6 ปริมาณไนเตรท

ในฤดูแล้งปริมาณไนเตรทมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากแพลงก์ตอนพืช หรือพืชน้ำนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และในฤดูคาบเกี่ยวนั้นปริมาณไนเตรทมีค่าเฉลี่ยสูงสุด อาจเนื่องมาจากคนงานมีการปล่อยน้ำทิ้ง หรือสิ่งปฏิกูลลงสู่คลองขุด เป็นการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในแหล่งน้ำได้ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2531 : 5 - 9) และในวันเก็บตัวอย่างมีคนหาปลาจำนวนมากตลอดแนวคลองขุด

โดยทั่วไปน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ จะมีปริมาณไนเตรทตั้งแต่ 0.01 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือโดยเฉลี่ยประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (สิริ ทุกข์วินาศ, 2528 : 138; เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536 : 59) สารประกอบไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดอย่างหนึ่งของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (Limiting Factor) (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536 : 56) และพืชน้ำสามารถนำไนเตรท (NO_3^-) ไปใช้ในการปรุงอาหารได้ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536 : 59; กรมอนามัย, 2537 : 9)

จากมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล ได้กำหนดค่าไนเตรทในรูปไนโตรเจน (NO_3^- - N) ไว้สำหรับแหล่งน้ำทุกประเภท สูงสุดไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาคผนวก ค.) จากการศึกษาปริมาณไนเตรทในคลองขุด อยู่ในช่วง 0.069 - 0.170 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และสิริ ทุกข์วินาศ (2528 : 138) กล่าวไว้ว่า ปริมาณไนเตรทจะไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำ ถ้ามีปริมาณไม่สูงถึง 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.7 ปริมาณฟอสเฟต

ปริมาณฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในฤดูแล้ง มีค่า 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชน้ำนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และสูงสุดในฤดูฝน มีค่า 0.199 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในฤดูฝนน้ำไหลมาจากที่อื่น เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงงาน ที่ปล่อยลงสู่คลองขุดและบริเวณใกล้เคียง น้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งท่วมขังในช่วงฤดูฝน ไหลลงสู่คลองขุด ทำให้เพิ่มปริมาณฟอสเฟตให้แก่แหล่งน้ำได้

ฟอสเฟตเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของพืชน้ำ (Growth Limiting Nutrient) และส่วนใหญ่จะพบว่าปริมาณฟอสเฟตในน้ำที่พืชนำไปใช้โดยง่ายจะอยู่ในรูปของออโธฟอสเฟต (Orthophosphate) (สิริ ทุกข์วินาศ, 2538 : 115; สมใจ กาญจนวงศ์, 2532 : 93) และวิจิตร บัวขวัญ

(2530 : 79) กล่าวไว้ว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสเฟตมากกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดมลภาวะได้ (Polluted River) และจากการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองขุดพบว่าปริมาณฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.0003 - 0.264 มิลลิกรัมต่อลิตร ยังไม่ถึงขั้นที่จะทำให้แหล่งน้ำเกิดมลภาวะได้

2. พืชน้ำ

2.1 บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ

จากการศึกษาพบพืชน้ำในคลองขุดจำนวน 14 วงศ์ 25 ชนิด สถานีที่ 1 พบชนิดพืชน้ำมากที่สุด อาจเนื่องมาจากในสถานีที่ 1 มีปริมาณธาตุอาหาร หรืออาจมีปัจจัยทางสภาวะแวดล้อม ที่เหมาะสม จึงทำให้พืชน้ำเหล่านั้นมีจำนวนชนิดมากกว่าสถานีอื่นๆ

จากการศึกษาของ Reungchai Tansakul (1982 : 12) พบพืชน้ำในทะเลน้อย จำนวน 10 ชนิด ต่อมา Reungchai Tansakul (1983 : 17 - 19) ได้ศึกษาพืชน้ำในพื้นที่ดังกล่าวอีกครั้งหนึ่ง พบพืชน้ำ 19 ชนิด ส่วน Choathip Artharamas (1984 : 53 - 55) พบพืชน้ำในทะเลน้อยทั้งหมด 47 ชนิด ในปี 2529 ช่อทิพย์ อาธารมาศ และเยาวลักษณ์ จิตรภักดี (2529 : 3) ศึกษาพืชน้ำในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบ (คูขุด) พบจำนวน 16 ชนิด ส่วนสุนันท์ จิรกุลสมโชค (2531 : 16) พบพืชน้ำในบริเวณเดียวกัน จำนวน 11 วงศ์ 12 ชนิด นอกจากนี้ Junk (1977 : 85 - 87) ได้ศึกษาพืชน้ำที่บึงบอระเพ็ด และอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ พบจำนวน 34 และ15 ชนิด ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพืชน้ำดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าแม้จะเป็นสถานที่เดียวกัน แต่วิธีการเก็บตัวอย่าง และจุดเก็บตัวอย่างที่ต่างกัน ทำให้จำนวนชนิดที่พบแตกต่างกัน นอกจากนี้อาจขึ้นอยู่กับ ขนาด ชนิดของแหล่งน้ำ และปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความหลากหลายต่างกัน

2.2 มวลชีวภาพ (Biomass)

ในทุกฤดูกาล มวลชีวภาพของพืชน้ำประเภทโผล่พ้นน้ำ มีค่าสูงสุด และพืชน้ำพวกที่จมใต้น้ำ มีค่าน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก พืชน้ำพวกที่โผล่พ้นน้ำ มีลำต้นขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เช่น เอื้องเพ็ดม้า *(Polygonum tomentosum* Willd) และ *Sacciolepis africana* C.E.Hubbard & Snowden ทำให้มีค่ามวลชีวภาพสูงกว่าพืชน้ำประเภทอื่นๆ

มวลชีวภาพรวมของพืชน้ำประเภทต่างๆ ในแต่ละฤดูกาล พบว่าในฤดูฝน มีค่ามวลชีวภาพรวมสูงสุด และต่ำสุดในฤดูแล้ง มีค่าเท่ากับ 877.10 และ 365.47 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของช่อทิพย์ อาธารมาศ และเยาวลักษณ์ จิตรภักดี (2529 : 3) พบว่าค่ามวลชีวภาพรวมของพืชน้ำบริเวณคูขุด มีค่าสูงสุดในฤดูฝน (ธันวาคม) และต่ำสุดในฤดูแล้ง (มีนาคม) มีค่าเท่ากับ 81 และ 14 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะเดียวกัน สถานีที่ 1 ในฤดูแล้ง พบว่า มีค่าความเค็มสูงสุด (11.5 ส่วนในพันส่วน) ทำให้จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) ตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลทำให้ค่ามวลชีวภาพของพืชน้ำลดลง

ในฤดูฝน สถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมมากที่สุด เท่ากับ 309.39 กรัมต่อตารางเมตร สถานีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมน้อยที่สุด 131.81 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากสถานีที่ 1 พบ จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) และแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel) ในปริมาณมาก ในขณะที่สถานีที่ 4 ไม่พบพืชน้ำทั้ง 2 ชนิดนี้

ในฤดูคาบเกี่ยว สถานีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมมากที่สุด 220.39 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากมีพืชน้ำพวก *Sacciolepis africana* C.E.Hubbard & Snowden เป็นจำนวนมาก และมีค่ามวลชีวภาพสูงกว่าพืชน้ำชนิดอื่นๆ สถานีที่ 3 มีค่ามวลชีวภาพรวมน้อยที่สุด 82.14 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากพืชน้ำแต่ละชนิดมีจำนวนต้นน้อย และส่วนใหญ่จะเป็นพืชน้ำที่มีขนาดเล็กมีน้ำหนักน้อย

ในฤดูแล้ง สถานีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวมมากที่สุด เท่ากับ 118.92 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากมีพืชน้ำพวกเอื้องเพ็ดม้า (*Polygonum tomentosum* Willd) และ *Sacciolepis africana* C.E.Hubbard & Snowden ซึ่งมีลำต้นขนาดใหญ่กว่าพืชน้ำชนิดอื่นๆ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าค่ามวลชีวภาพของพืชน้ำขึ้นอยู่กับขนาดลำต้นของพืชน้ำแต่ละชนิด สถานีใดที่พบพืชน้ำที่มีขนาดโต ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าก็ทำให้สถานีนั้นมีค่ามวลชีวภาพมากกว่าสถานีอื่นๆ

จากการศึกษาของ สุนันท์ จิรกุลสมโชค (2531 : 16) พบว่า จาด (*Scirpus litoralis* Schard) มีค่ามวลชีวภาพรวมสูงที่สุด และสาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด และจากการศึกษามวลชีวภาพรวมของพืชน้ำในทะเลสาบลิดเดลล์ของ Royle and King, (1991 : 281) พบว่าสาหร่ายผมนาง (*Vallisneria spiralis* L.) มีค่ามวลชีวภาพสูงที่สุด และสายหนาม (*Najus marina* L.) มีค่ามวลชีวภาพน้อยที่สุด ส่วนในคลองขุดนั้นพบว่า *Sacciolepis africana* C.E. Hubbard & Snowden มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพสูงสุด และแหนเป็ด (*Lemna purpusilla* Torrey) มีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด

พืชน้ำบางชนิด มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ตาราง 8) เนื่องจากมีค่าความเค็มเพิ่มขึ้น เช่น แพงพวยน้ำ (*Ludwigia ascendens* (L.) Hara) และ จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) ในสถานีที่ 1 ในฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพสูงสุด และเริ่มลดลงในฤดูคาบเกี่ยว ซึ่งมีค่าความเค็ม เท่ากับ 2 ส่วนในพันส่วน และมีค่าน้อยที่สุดในฤดูแล้ง ซึ่งมีค่าความเค็มมากที่สุด เท่ากับ 11.5 ส่วนในพันส่วน ส่วนสาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia aurea* Lour.) ซึ่งเป็นพืชน้ำประเภทที่จมอยู่ใต้น้ำ จะไม่พบเลย ในทุกสถานี ในฤดูแล้ง ตามที่ Madsen, *et al.*, (1994 : 94; Vanden-Brink and Vander-Velde, 1993 : 285 - 297; Hammer and Heseltine, 1988 : 101 - 116) กล่าวไว้ว่า พืชน้ำแต่ละชนิดทนต่อระดับความเค็มได้ต่างกัน โดยพืชบางชนิด ไม่พบเลยในระดับความเค็มที่สูงขึ้น

จากการศึกษาของ Pezeshki, *et al.*, (1987 : 195 - 200) พบว่าหญ้า (*Panicum hemitomon* Schultes) จะทนความเค็มได้ในช่วง 10 - 12 ส่วนในพันส่วน ได้ภายใน 5 วัน ส่วน McKee and Mendelssohn, (1989 : 313) ได้ศึกษาพืชน้ำพวกหญ้า 3 ชนิด คือ *Panicum hemitomon* Schultes, *Leersia oryzoides* (L.) Swartz และ *Sagittaria lancifolia* L. พบว่า หญ้าทั้ง 3 ชนิด ไม่สามารถอยู่รอดได้ในระดับความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน สำหรับ *Panicum hemitomon* Schultes และ *Leersia oryzoides* (L.) Swartz การเจริญเติบโตจะเริ่มลดลงเมื่อความเค็มมีค่า 9.4 ส่วนในพันส่วน และ*Sagittaria lancifolia* L. จะทนได้ในระดับความเค็ม 4.8 ส่วนในพันส่วนเท่านั้น และ Haller, *et al.*, (1974 : 891 - 894) พบว่าในระดับความเค็ม 2.5 ส่วนในพันส่วน พืชน้ำที่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ได้แก่ ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) และจอก (*Pistia stratiotes* L.) ส่วนการเจริญเติบโตของแหนเป็ด (*Lemna minor* L.) สามารถทนความเค็มได้ในช่วง 3.33 - 6.66 ส่วนในพันส่วน และสาหร่ายฉัตร (*Myriophyllum brasiliense* Camb.) สามารถทนได้ถึง 13.32 ส่วนในพันส่วน

2.3 ค่าดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ

จากการวิเคราะห์ดรรชนีความหลากหลายแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่ 1 ในฤดูแล้ง มีค่าดรรชนีความหลากหลายสูงสุด เท่ากับ 0.510 แม้จะมีพืชน้ำเพียง 9 ชนิด ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนต้นของพืชน้ำแต่ละชนิด ไม่แตกต่างกัน (พิจารณาจากค่า V' = 0.534) ส่วนสถานีที่ 1 ในฤดูคาบเกี่ยว มีค่าดรรชนีความหลากหลายน้อยที่สุด เนื่องจากจำนวนต้นของพืชน้ำบางชนิด มีค่าแตกต่างกันมาก (V' = 0.082) โดยเฉพาะจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) มีปริมาณมากกว่าชนิดอื่นๆ และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดรรชนีความหลากหลายของชนิดพืชน้ำ พบว่าสถานี

ที่ 1 และสถานีที่ 4 กับสถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เนื่องจากจำนวนต้นของพืชน้ำในแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันมาก

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าดรรชนีความหลากหลายขึ้นอยู่กับจำนวนต้น จำนวนชนิดของพืชน้ำในแต่ละสถานี (พิจารณาได้จากสูตร) และขนาดของต้นพืชน้ำแต่ละชนิดด้วย นอกจากนี้ ปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลาย ยังมีหลายประการ ได้แก่ แหล่งที่อยู่อาศัย ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ การถูกรบกวนจากสิ่งอื่นๆ เช่นภัยธรรมชาติ เป็นต้น (Brewer, 1988 : 377 - 381; Valiela, 1984, 353 - 354)

ในการนับจำนวนต้นไม้นั้นบางครั้งถือว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณที่ง่ายที่สุดที่สามารถเข้าใจได้ แต่เป็นการยากที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เพราะในการนับจำนวนต้นไม้นั้นเป็นการนับจำนวนต้นไม้จริงๆ ที่พบในพื้นที่ศึกษา และมีพืชบางชนิดอาจนับจำนวนต้นได้ยาก เช่นพืชที่มี Stolon หรือ Rhizome และไม้เลื้อยบางชนิด (Meuller - Dombois and Ellenberg, 1974 อ้างถึงใน พัฒนพงษ์ สุขสมอรรถ, 2530 : 10 - 11)

3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และมาตรการลดผลกระทบ

เมื่อโครงการโรงบำบัดน้ำเสียรวม ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จ ทำให้สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียจากเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้ 138,240 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และรองรับปริมาณความสกปรกในรูป BOD ได้ 23,500 กิโลกรัมต่อวัน (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2539ค : 21) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วต้องมีค่าความสกปรกในรูป BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตรตามกฎหมายกระทรวงอุตสาหกรรม ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้นก่อนปล่อยลงคลองขุด และออกสู่ทะเลสาบสงขลาต่อไป ซึ่งเดิมนั้นได้ใช้คลองอู่ตะเภา และคลองเตยเป็นที่ระบายน้ำทิ้งของเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ (เทศบาลนครหาดใหญ่, 2539ก : 2) แต่ในการก่อสร้างโครงการดังกล่าวอาจมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในประเด็นต่างๆ ตามมาได้

3.1 ผลกระทบต่อพื้นที่ก่อสร้างโรงบำบัด

การก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียรวม จำเป็นจะต้องใช้พื้นที่ เพื่อการก่อสร้างระบบบำบัด อันได้แก่ บ่อบำบัดรูปแบบต่างๆ อาคารควบคุม และถนนเข้าสู่โรงบำบัด ซึ่งจะใช้พื้นที่อย่างน้อย 2.4157 ตารางกิโลเมตร หรือ 1510.93 ไร่ (เกษม จันทร์แก้ว, 2539 : 7-74) ทำให้มีผลกระทบต่อกิจกรรมในพื้นที่ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

3.1.1 ทำให้สูญเสียพื้นที่เดิม ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) หรือพื้นที่ลุ่มน้ำขังทั้งหมด ประมาณ 1,500 ไร่ และมีแนวโน้มว่าพื้นที่โดยรอบโรงบำบัดอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ไปเป็นชุมชนที่อยู่อาศัย และสถานที่ก่อสร้างประเภทอื่น เช่น สนามกอล์ฟ

3.1.2 พื้นที่ดังกล่าวเดิมเป็นที่ระบายน้ำได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อมีการก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียรวม อาจทำให้การระบายน้ำลดลงหรือระบายน้ำได้ไม่ดีเท่าที่ควร อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันได้ ในช่วงที่มีฝนตกหนัก

3.1.3 พื้นที่ในบริเวณนี้เดิมชาวบ้านใช้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะ วัว และควาย สำหรับวัวนั้นจะนำมาปล่อยให้กินหญ้าในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากไม่มีน้ำท่วมขัง แต่สำหรับควายนั้นสามารถอาศัยอยู่ได้ทุกฤดูกาล และจะทำคอกไว้สำหรับเป็นที่นอนในบริเวณใกล้เคียงนั้นด้วย แต่เมื่อพื้นที่ดังกล่าวถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นโรงบำบัดน้ำเสียรวม การใช้ประโยชน์สำหรับใช้เป็นที่เลี้ยงสัตว์ก็หมดไปโดยสิ้นเชิง

3.1.4 ผลกระทบต่อสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะปลาน้ำจืด ซึ่งเดิมเคยใช้พื้นที่ในบริเวณนี้เป็นที่ผสมพันธุ์ และวางไข่

3.1.5 ทำให้สูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งหาอาหารของนกบางชนิด

3.1.6 การก่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียรวม ในพื้นที่เดิมซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ อาจทำให้เกิดทัศนอุจาด และมีโอกาสเกิดกลิ่นรบกวนชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงได้

3.2 ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

ขณะนี้สภาพคลองขุดมีคุณภาพน้ำดังรายละเอียดในตารางภาคผนวก 1 เมื่อมีโครงการโรงบำบัดเข้ามา และเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดดำเนินการ เดินระบบและปล่อยน้ำทิ้งลงสู่คลองขุดหลังจากที่ได้พักน้ำไว้ในบึงประดิษฐ์แล้ว ตามกฎหมายมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ว่าน้ำทิ้งจะต้องมีค่าปริมาณความสกปรกในรูป BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534 : 8 - 9) แต่เนื่องจากสภาพคลองขุดตามธรรมชาติ มีค่า BOD อยู่ในช่วง 1.4 - 1.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเดือนธันวาคม 2538 และเพิ่มขึ้นเป็น 9.5 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนมกราคม 2539 (เอส เอส กรุ๊ป ร่วมค้า, 2539ข : 105) ดังนั้นในการปล่อยน้ำทิ้งของโรงบำบัด ก่อนปล่อยควรปรับให้มีค่า BOD และพารามิเตอร์คุณภาพน้ำตัวอื่นๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติของคลองขุดเดิมให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อพืชน้ำและสัตว์น้ำในคลองขุด

3.3 ผลกระทบต่อพืชน้ำแต่ละชนิด

3.3.1 ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นหลังจากที่ได้รับน้ำทิ้งจากโรงบำบัดน้ำเสียรวม

3.3.1.1 ถ้าหากพืชน้ำได้รับน้ำที่มีสารอาหารที่เหมาะสม ในการเจริญเติบโตในปริมาณมาก อาจทำให้พืชน้ำชนิดนั้นเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

3.3.1.2 พืชน้ำบางชนิด ถ้าหากมีมากในแหล่งน้ำ จะทำให้เกิดการคายน้ำ (Evapotranspiration) ที่มีอัตราสูงกว่าอัตราระเหยของน้ำตามปกติถึง 5.8 เท่า ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำไปอย่างมหาศาล (ทรงกรด ประพิตรภา, 2532 : 107) เช่น ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) และจอก (*Pistia stratiotes* L.)

3.3.1.3 ถ้าหากในแหล่งน้ำ มีจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) จำนวนมาก ทำให้ลดปริมาณออกซิเจนในน้ำจนต่ำกว่าระดับที่ปลาจะรอดชีวิตได้ (บรรพต ณ ป้อมเพชร, 2520 : 17)

3.3.2 ชนิดของพืชน้ำ ที่ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย

พืชน้ำบางชนิด สามารถลดปริมาณความสกปรกในรูปของ BOD, ปริมาณสารแขวนลอย, ปริมาณไนเตรท, ปริมาณฟอสเฟต และพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำตัวอื่นๆ ได้ ได้แก่ ธูปฤาษี (*Typha* spp.), กก (*Schenoplectus* spp.) และสาหร่าย (*Myriophyllum* spp.) สามารถลด BOD ได้ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารแขวนลอย 94 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนรวมได้ 67 เปอร์เซ็นต์ (Fisher, 1988 : 34)

ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) และบัว (*Nymphaea* sp.) สามารถลด TS, SS, COD, TP และ TKN จากน้ำเสียได้ และพบว่าจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) ซึ่งพบได้ในทุกฤดูกาล ในพื้นที่ศึกษา สามารถลด TS และ TKN จากน้ำเสียได้มากที่สุด ส่วนผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลด SS, COD และ TP ส่วนบัว (*Nymphaea* sp.) มีประสิทธิภาพต่ำสุด ในการลดทุกพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น (Sapkota, 1987 : 40) และ Reddy and Busk (1985 : 459 - 462) พบว่าผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) สามารถลดปริมาณไนโตรเจนได้มากกว่าจอก (*Pistia stratiotes* L.) Pennywort (*Hydrocotyl* sp.) แหนเป็ด (*Lemna* sp.) จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) แหนเป็ดใหญ่ (*Spirodela polyrhiza* L.) ในช่วงฤดูแล้ง และในการลดปริมาณฟอสฟอรัส พบว่าผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) สามารถลดได้สูงสุดในช่วงฤดูแล้ง แต่ Pennywort และแหนเป็ด สามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสได้สูงในช่วงฤดูหนาว

พืชน้ำจำพวกกก (Cyperaceae) มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้เช่นเดียวกัน เช่น กกจันทบุรี (*Cyperus corymbosus* Rott.) มีประสิทธิภาพในการลด BOD ได้ดีในระดับความลึกของน้ำเสีย 0.45 เมตร มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟต ที่ระดับความลึกของน้ำเสีย 0.30 เมตร มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพในการลด TSS มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลด BOD และปริมาณฟอสเฟต ในระดับความลึก 0.15 เมตร (Thares Srisatit, *et al.*, 1996 : 11-14 - 11-15)

ในคลองขุดนั้นมีพืชน้ำดังกล่าวข้างต้นหลายชนิด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดหรือลดพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำบางตัวได้ ซึ่งจะช่วยให้คุณภาพน้ำในคลองขุดมีคุณภาพดีขึ้นก่อนปล่อยออกสู่ทะเลสาบสงขลา และยังมีพืชน้ำบางตัวที่สามารถลดปริมาณโลหะหนักได้ ได้แก่ แหนเป็ด (*Lemna minor* L.), แหนเป็ดใหญ่ (*Spirodela polyrhiza* L.), ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms), แหนแดง (*Azolla pinnata* R.Br.), ผักแว่น (*Marsilia* sp.) และจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.)

จากการศึกษาของ Jain, *et al.* (1987a : Abstract) โดยใช้พืชน้ำ 2 ชนิด คือ แหนเป็ด (*Lemna minor* L.) และแหนเป็ดใหญ่ (*Spirodela polyrhiza* L.) สามารถดูดซับโลหะหนัก พวก คอปเปอร์ และเหล็กเอาไว้ได้ ส่วนผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) สามารถลดปริมาณโลหะหนักบางตัว ได้แก่ ตะกั่ว คอปเปอร์ และโครเมี่ยม ในน้ำที่มีมลพิษได้ (Hunter, 1987 : Abstract) ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) ผักแว่น (*Marsilia* sp.)และจอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.) เจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสียจากแหล่งที่อยู่อาศัย พืชเหล่านี้สามารถสะสมพวกโลหะหนักได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว อะลูมิเนียม คอปเปอร์ โครเมียม และสังกะสี ในส่วนของใบและรากเอาไว้ได้ ซึ่งเหมาะที่จะใช้เพื่อลดปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรหรือน้ำเสียจากแหล่งที่อยู่อาศัย (Ilangovan and Vivekanandan, 1987 : Abstract) และ Wolverton and McDonald (1978 : 363) กล่าวว่าผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) สามารถดูดซับโลหะหนัก เช่น ทองแดง ตะกั่ว จากน้ำโสโครกตามบ้านเรือน และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ ส่วน Muramoto and Oki (1983 : 175) พบว่าผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) สามารถดูดซับแคดเมี่ยม ตะกั่ว และปรอทได้เช่นกัน และนอกจากนี้ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) ยังมีประสิทธิภาพในการดูดซับแร่ธาตุอาหารต่างๆ และสารอนินทรีย์จากน้ำเสียได้ด้วย (Rogers and Davis, 1972 : 424; Knipling, *et al.*, 1970 : 54 - 55)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับพืชน้ำที่ดูดซับโลหะหนักเอาไว้ได้ กรณีที่โรงบำบัดน้ำเสียรวมปล่อยโลหะหนักพวกนี้ออกมาก็ทำให้พืชน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่ ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวสามารถดูดซับ

โลหะหนักพวกนี้เอาไว้ได้ส่วนหนึ่ง และจะเป็นผลดีที่ทำให้แหล่งน้ำนั้นมีมลพิษน้อยลง น้ำที่จะปล่อยออกสู่ทะเลสาบก็มีคุณภาพดีขึ้น ทำให้เกิดผลดีต่อสัตว์น้ำ

3.4 ผลกระทบต่อปลาน้ำจืด

คลองขุดนี้เดิมชาวบ้านใช้พืชน้ำบางชนิดไปประกอบอาหารและเลี้ยงสัตว์ เช่น ผักบุ้ง และที่สำคัญคนในหมู่บ้านใช้คลองขุดเป็นที่หาปลาน้ำจืด เพื่อนำไปเป็นอาหารและนำไปขายเป็นรายได้ให้กับครอบครัว โดยเฉลี่ยแล้วจะได้ประมาณวันละ 200 บาท แต่บางวันอาจได้สูงถึง 1,000 บาท การจับปลาในคลองขุดจะจับกันมากในช่วงฤดูแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม จนถึงเดือนเมษายนของทุกปี และมิใช่มีเฉพาะคนในหมู่บ้านเท่านั้นที่มาจับปลาในคลองนี้ ยังมีคนจากหมู่บ้านอื่นตำบลอื่นเข้ามาจับปลาในคลองขุดนี้ด้วย เช่น คนจากคลองหอยโข่ง ควนลัง เข้ามาจับปลาเพื่อนำไปประกอบอาหาร และบางคนก็มาหาปลาเพื่อการพักผ่อน ทั้งนี้เนื่องจากในคลองขุดมีปลาน้ำจืดชุกชุมมากโดยเฉพาะ ปลาช่อน ปลาดุก ปลาสลิด และปลาอื่นๆ และจากการศึกษาของ เกษม จันทร์แก้ว และคณะ (2539 : 4-69 - 4-70) พบว่าปลาน้ำจืดในพื้นที่ก่อสร้างโรงบำบัด ในแนวคลองขุด มีปลาไม่น้อยกว่า 22 ชนิด และเป็นที่กล่าวขานกันว่าปลาในลุ่มน้ำคลองขุดและพรุใกล้ๆ บริเวณนี้เป็นปลาที่กินแล้วมีรสชาติอร่อยกว่าปลาที่อื่น (ขุน จุลนวล, การติดต่อส่วนบคคล)

ในหน้าฝนหรือช่วงฝนตกชุกระดับน้ำในคลองต่างๆ รวมทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำจะมีระดับสูงขึ้น ปลาพื้นเมืองทุกชนิดจะเดินทางขึ้นบริเวณเหนือน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งได้เดินทางเข้าไปในพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อผสมพันธุ์ วางไข่ และลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนจะเจริญได้ดีในพื้นที่ดังกล่าวเพราะมีอาหารธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ แต่เมื่อฝนหยุดตก ระดับน้ำจะลดและไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีการจับปลากันอย่างหนาแน่น โดยเฉพาะที่บริเวณประตูระบายน้ำปากคลองขุดก่อนออกสู่ทะเลสาบสงขลา ชาวประมงและประชาชนผู้พบเห็นปรากฏการณ์เป็นประจำทุกปี ให้ข้อมูลว่า ปลาน้ำจืดที่หลุดรอดจากการทำการประมงออกไปสู่ทะเลสาบสงขลา หรือเมื่อมีน้ำเค็มเข้ามาแทนที่ในช่วงแล้ง หรือช่วงที่น้ำจืดไหลลงสู่ทะเลสาบน้อยหรือเกือบจะหยุดไหลเมื่อใด ปลาเหล่านี้จะทยอยตายจนหมด เพราะไม่อาจต้านทานความเค็มที่สูงๆ ได้ ดังนั้นชาวประมงจึงใช้ความพยายามอย่างยิ่งที่จะดักจับปลาในคลองขุดที่ผ่านมากับกระแสน้ำบริเวณประตูระบายน้ำให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ (เกษม จันทร์แก้ว, 2539 : 7-67) ฉะนั้นในการปล่อยน้ำทิ้งของโรงบำบัดน้ำเสียรวม ต้องคำนึงถึงคุณภาพน้ำที่ปล่อยลงสู่คลองขุด เพื่อจะไม่ให้เกิดผลกระทบต่อปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ อาจทำให้รายได้บางส่วนที่ได้จากการจับปลาไปขายหายไป และขาดที่พักผ่อนหย่อนใจสำหรับคนที่มาตกปลาเพื่อความเพลิดเพลิน

4. **มาตรการลดผลกระทบ และข้อเสนอแนะอื่นๆ**

4.1 มาตรการดำเนินการเพื่อลดกลิ่นจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในกระบวนการบำบัด

ปลูกต้นไม้โตเร็วเป็นแถบๆ รอบๆ บ่อบำบัดเบื้องต้น (Primary Pond) ระยะปลูก 1 x 1 เมตร จำนวน 3 แถวปลูก และทำการตัดสางขยายระยะตามหลักวิชาการด้านวนวัฒน์วิทยา (เกษม จันทร์แก้ว, 2539 : 8-3) ถ้าหากต้นไม้ที่ปลูก (ต้นอโศกอินเดีย) ไม่สามารถควบคุมกลิ่นได้ ทางโรงบำบัดจะต้องทำการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากชุมชนบ้านบางโหนดอยู่ห่างจากโรงบำบัดประมาณ 1 กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งคาดว่าอาจจะได้รับผลกระทบในประเด็นนี้

4.2 มาตรการดำเนินการเพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในระยะเปิดดำเนินการ

4.2.1 ควบคุมประสิทธิภาพการทำหน้าที่ของระบบบำบัด ให้สามารถบำบัดน้ำให้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างสม่ำเสมอ และต้องคำนึงถึงคุณภาพน้ำก่อนปล่อยลงสู่คลองขุด ควรให้มีค่าใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติของคลองขุดเดิมให้มากที่สุด

4.2.2 ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัด ณ จุดที่ปล่อยน้ำจากระบบบำบัดและตามแนวคลองขุดเป็นระยะๆ

4.2.3 ให้ทำการพักน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว ในระบบบึงประดิษฐ์ (Wetland) ที่ได้เตรียมไว้ แล้วทำการระบายน้ำจาก บึงประดิษฐ์ ลงสู่คลองขุดในช่วงน้ำทะเลลง เพื่อระบายออกสู่ทะเลสาบ และห้ามระบายน้ำในช่วงน้ำทะเลขึ้น

4.2.4 ในกรณีที่มีสารอันตรายและโลหะหนัก ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ควรมีการนำไปบำบัดก่อนปล่อยลงสู่คลองขุด ซึ่งอาจใช้พืชน้ำบางชนิด ที่ช่วยในการบำบัดได้ ได้แก่การใช้แหนแป๊ด (*Lemna minor* L.) และแหนแป๊ดใหญ่ (*Spirodela polyrhiza L.*) ในการลดปริมาณคอปเปอร์และเหล็ก (Jain, *et al.*, 1987a : Abstract) การลดปริมาณโลหะหนักบางตัวจากน้ำเสีย โดยใช้แหนแดง (*Azolla pinnata* R.Br) (Jain, *et al.*, 1987b : Abstract) การลดปริมาณโลหะหนักบางตัวได้แก่ ตะกั่ว คอปเปอร์ และโครเมี่ยม จากน้ำเสียโดยใช้ผักตบชวา (*Eichhornia Crassipes* (Mart) Solms) (Hunter, 1987 : Abstract)

4.3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ในการเปิด - ปิด ประตูระบายน้ำต้องทำการประสานงานกับผู้นำท้องถิ่นเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเค็มเข้ามาในคลองขุด และต้องคอยตรวจสอบอยู่เสมอว่า ประตูระบายน้ำมีการรั่วซึมหรือไม่ ถ้าหากมีน้ำเค็มเข้ามาในระดับที่สูงขึ้น เป็นเหตุทำให้พืชน้ำตาย ทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจน และเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ประยูรวงศ์.

เกษม จันทร์แก้ว, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, วิทย์ ธารชลานุกิจ, สิทธิชัย ตันธนสฤษดิ์ และ พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก. 2539. รายงานการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น รายงานก่อนการดำเนินงานก่อสร้าง (BC 3) : โครงการออกแบบรวมก่อสร้างระบบรวบรวม และระบบบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. กรุงเทพฯ : โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขุ้น จุลนวล. 2539. การติดต่อส่วนบุคคล

_____. 2540. การติดต่อส่วนบุคคล

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

ควบคุมมลพิษ, กรม. 2536. "แผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดมลพิษในเขตควบคุมมลพิษ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา", ใน เอกสารประกอบการประชุม คณะกรรมการกองทุนสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3/2536 วันศุกร์ ที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2536 เวลา 9.30 น. ณ ห้องประชุมชั้น 7 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

ควบคุมมลพิษ, กรม. และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2536. ศัพท์บัญญัติ และนิยามสิ่งแวดล้อมน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. 2531. พรรณไม้น้ำของไทย. สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

_____. 2536. ตำราตรวจเอกลักษณ์ของวัชพืช. สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. และ เยาวลักษณ์ จิตรภักดี. 2529. พืชน้ำของคูชุด. สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชุมเจตน์ กาญจนเกษร. 2539. อนุสัญญาและกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ. กรุงเทพฯ : กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

ฐิติพันธ์ พุกภักดี. 2537. พื้นที่ชุ่มน้ำ. กรุงเทพฯ : ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพ กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

ณัฏฐา หังสพฤกษ์. 2535. นิเวศวิทยาเชิงปริมาณ เล่มที่ 1. ม.ป.ท. : ม.ป.พ.

ถวัลย์ ชูขจร, สันทนา ดวงสวัสดิ์ และทัศนีย์ ภูมิพัฒน์. 2530. "การสำรวจชนิดของสัตว์น้ำและพืชน้ำในบริเวณจังหวัดนราธิวาส ภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่พรุตามพระราชดำริ", วารสารการประมง. 40 (พฤศจิกายน 2530), 629 - 636.

ทรงกลด ประพิตรภา. 2532. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : ดี ดี บุ๊คสโตร์

เทศบาลนครหาดใหญ่. 2539ก. โครงการจัดการคุณภาพน้ำ เทศบาลนครหาดใหญ่. สงขลา.

_____. 2539ข. โครงการออกแบบรวมก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. สงขลา.

_____. 2539ค. รายงานการออกแบบขั้นรายละเอียด Detail Design ระบบบำบัดน้ำเสีย โครงการออกแบบรวมก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. สงขลา : เอส เอส กรุ๊ปร่วมค้า.

นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, สำนักงาน. 2537. พื้นที่ชุ่มน้ำ. กรุงเทพฯ : ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพ กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

น้อย วรรณพงศ์. 2539. การติดต่อส่วนบุคคล

บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2520. การควบคุมวัชพืชน้ำโดยชีววิธี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิ่น สิธิราม. 2541. การติดต่อส่วนบุคคล

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2534. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2536. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนที่ทหาร, กรม. 2532. แผนที่จังหวัดสงขลา. พิมพ์ครั้งที่ 5-RTSD. หมายเลขระวาง 5123 III. ลำดับชุด L 7017. กรุงเทพฯ.

มนัส สุวรรณ. 2532. นิเวศวิทยากับการพัฒนาเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2522. "คุณสมบัติของน้ำกับการเลี้ยงปลา", วารสารการประมง. 32 (มกราคม 2522), 145 - 149.

เรียม เตชะโสภณมณี. 2531. "ผักตบชวาและประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย", วารสารสภาวะแวดล้อม. 9 (มีนาคม - เมษายน 2531), 23 - 24.

ลักขณา เนาวรัตน์. 2534. "ความสามารถในการรองรับของเสียของคลองอู่ตะเภา (The Waste Loading Capacity of Khlong U-Tapao)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วราพร สุรวดี. 2530. นิเวศวิทยา : ทฤษฎีและปฏิบัติการ. แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ดี ดี บุ๊คสโตร์.

วิจิตร บัวขวัญ. 2530. "ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำชี (Ammonia, Nitrate and Phosphate Concentration in Stream Water of Chi River Basin)", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพรต ผลสินธุ์. 2534. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.

สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย. สำนักวิจัยและพัฒนา. 2531. การติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อมทะเลสาบสงขลา. สงขลา.

_____. 2532. แนวทางการใช้ประโยชน์จากลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. สงขลา.

ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรม. 2537ก. การอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ : สถานการณ์ปัจจุบันและมาตรการที่จำเป็น. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. 2537ข. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พุทธศักราช 2535 และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สมใจ กาญจนวงศ์. 2532. การจัดการคุณภาพน้ำ. เชียงใหม่ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สันทัด สมชีวิตา. 2537. "สถานการณ์พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย", ใน เอกสารบรรยายการประชุม วันอังคารที่ 20 กันยายน 2537 ณ โรงแรมเซ็นทรัล พลาซ่า ลาดพร้าว. กรุงเทพฯ : สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สงขลา : สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

สุนันท์ จิระกุลสมโชค. 2531. "การแพร่กระจายและมวลชีวภาพของพรรณไม้น้ำในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบ (คูขุด)", ปัญหาพิเศษปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภาพร จันรุ่งเรือง. 2533. "การใช้ประโยชน์จากผักตบชวา", วารสารพัฒนาที่ดิน 298 (มี.ค. 33), 37 - 40.

สุมาลี พิตรากูล. 2532. นิเวศวิทยา. กรุงเทพฯ : การศาสนา.

อนามัย, กรม. 2537. คู่มือตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อภิญญา วงศ์กิดาการ. 2531. สถิติสำหรับชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. 2534. สรุปสถิติปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปี (2504 - 2533). กรุงเทพฯ : กรมอุตุนิยมวิทยา.

อุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา. 2537. ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลาที่มีมลภาวะ. สงขลา

เอส เอส กรุ๊ป ร่วมค้า. 2539ก. การสำรวจแหล่งกำเนิดมลพิษ โครงการออกแบบก่อสร้างระบบรวบรวม และระบบบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. กรุงเทพฯ.

เอส เอส กรุ๊ป ร่วมค้า. 2539ข. รายงานสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลผังเมือง การใช้ที่ดิน ประชากร และความต้องการใช้น้ำ ข้อมูลลักษณะคุณสมบัติน้ำเสีย และปริมาณน้ำเสียชุมชน โครงการออกแบบก่อสร้างระบบรวบรวม และระบบบำบัดน้ำเสียรวม เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WEF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. Washington, D.C. : American Public Health Association.

Brewer, R. 1988. The Science of Ecology. U.S.A. : W.B. Saunders.

Bursche, Ex. M. 1971. A Handbook of Waterplants. London : Frederick Warne & Co Ltd.

Choathip Artharamas. 1984. The Survey of Aquatic Macrophytes in Thale-Noi. Songkhla : Department of Biology Faculty of Science, Prince of Songkla University.

Cook, C.D.K. 1996. Aquatic and Wetland Plants of India. Great Britain : The Bath Press.

Cook, C.D.K., Gut, B.J., Scheneller, J. and Seltz, M. 1974. Water Plants of the World : A Manual for the Identification of the Genera of Freshwater Macrophytes. Bath : The Pitman Press.

Differyes, K.S. 1965. "Carbonate Equilibrium", Limnology and Oceanography. 10 (1965), 412 - 426.

Fassett, N.C. 1940. A Manual of Aquatic Plants. Wisconsin : The University of Wiscosin Press.

Fisher, P.J. 1988. Wastewater Treatment Using Aquatic Plants. Sydney, New South Wales : Australia.

Gersberg, R.M., Elkins, B.V and Goldman, C.R. 1984. "Use of Artificial Wetlands to Remove Nitrogen from Wastewater", J. Water Pollution Control Federation. 56 (1984), 152 - 156.

Gross, M.G. 1977. Oceanography : A View of the Earth. 2d ed. New Jersey : Prentice - Hall Inc.

Haller, W.T., Sutton, D.L. and Barlowe, W.C. 1974. "Effects of Salinity on Growth of Several Aquatic Macrophytes", Ecology. 55 (1974), 891 - 894.

Hammer,U.T. and Heseltine, J.M. 1988. "Aquatic Macrophytes in Saline Lakes of the Canadian Prairies", Saline Lakes. 158 (1988), 101 - 116.

Holtlum, R.C. 1964. A Revisea Flora of Malaya vol. 3. Singapore : Grasses Government Printing Office.

Hunter, S.R. 1987. Heavy Metal Removal from Aqueous Solution by Water Hyacinth. Ohio : North Olmsted.

Ilangovan, K. and Vivekanandan, M. 1987. Heavy Metal Tolerance of Certain Aquatic Plants. India : Bharathidasan University.

Jackson, B.D. 1971. A Glossary of Botanic Terms with their Derivation and Accent. 4th ed. London : The Gresham Press.

Jain, S.K., Vasudevan, P. and Jha, N.K. 1987a. Removal of some Heavy Metals from Polluted Water by *Azolla pinnata*. Indian Institute of Technology, India : New Delhi.

_____. 1987b. Uptake of Copper and Iron from Polluted Water by Duckweed (*Lemna minor* and *Spirodela polyrhiza* Species). Indian Institute of Technology, India : New Delhi.

Junk, W.J. 1977. "Note on Aquatic Weeds in some Reservoirs in Thailand", Aquatic Botany. 3 (1977), 85 - 90.

Knipling, E.B., West, S.H. and Haller, W.T. 1970. "Growth Characteristics, Yield Potential and Nutrient Content of Water Hyacinths", Soil and Crop Science Society, Florida, 30 (1970), 51 - 63.

Lakshman, G. 1979. "An Ecosystem Approach to the Treatment of Wastewater", J. Environmental Quality. 8 (1979), 353 - 361.

Madsen, J.D., Sutherland, J.W., Bloomfield, J.A., Eichler, L.W. and Boylen, C.W. 1994. "Salinity and Sediment Effects on the Growth of Six Aquatic Macrophytes for Potential Revegetation of Onandaga Lake, NY", Lake Reservoir Management. 9 (1994), 94.

Maxwell, J.F., Chitapong, P. and Supapol, J. 1987. Weeds of Plantation Crops in Southern Thailand. Songkhla : Department of Plants Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University.

Mckee, K.L. and Mendelssohn, I.A. 1989. "Response of a Freshwater Marsh Plant Community to Increased Salinity and Increased Water Level", Aquatic Botany. 34 (1989), 301 - 316.

Meuller - Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetative Ecology. New York : John Willey & Sons, Inc., อ้างถึงใน พัฒนพงษ์ สุขสมอรรถ. 2530. "การเปลี่ยนแปลงสังคมพืชของป่าดิบเขา บริเวณสถานีต้นน้ำห้วยน้ำดัง จังหวัดเชียงใหม่", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาการจัดการลุ่มน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Muramoto, S. and Oki, Y. 1983. "Removal of some Heavy Metal from Polluted Water by Water Hyacinth *(Eichhornia crassipes)*", Bull. Environm. Contam. Toxical. 30 (1983), 170 - 177.

Pezeshki, S.R., DeLaune, R.D. and Patrick, W.H. 1987. "Response of the Freshwater Marsh Species, *Panicum hemitomon* Schult to Increased Salinity", Freshwater Biological. 17 (1987), 195 - 200.

Pielou, E.C. 1977. Mathematic Ecology. New York : John Wiley & Sons.

Reddy, K.R. 1983. "Fate of Nitrogen and Phosphorus in a Wastewater Retention Reservoir Containing Aquatic Macrophytes", J. Environmental Quality. 12 (1983), 137 - 141.

Reddy, K.R. and Busk, W.F.D. 1985. "Nutrient Removal Potentials of Selected Aquatic Macrophytes", J. Environmental Quality. 4 (1985), 459 - 462.

Reungchai Tansakul. 1982. Aquatic Weed(Thailand) : Utilization of Aquatic Plants in Lake Songkhla. Songkhla : Faculty of Science and Graduate School, Prince of Songkla University.

_____. 1983. Aquatic Weed(Thailand) : Utilization of Aquatic Plants in Lake Songkhla. Songkhla : Faculty of Science and Graduate School, Prince of Songkla University.

Rogers, H.H. and Davis, D.E. 1972. "Nutrient Removal by Water Hyacinth", Weed Science, 20 (1972), 423 - 427.

Royle, R.N. and King, R.J. 1991. "Aquatic Macrophytes in Lake Liddell, New South Wales : Biomass, Nitrogen and Phosphorus Status, and Changing Distribution from 1981 to 1987", Aquatic Botany. 41 (1991), 281 - 298.

Ruttner, F. 1975. Fundamentals of Limnology. 3d ed. Toronto and Buffalo : University of Toronto Press.

Sainty, G.R. and Jacobs, S.W.L. 1981. Waterplants of New South Wales. New South Wales : Australia on Geisha Satin.

Sapkota, D.P. 1987. 'Comparative Study of Aquatic Macrophytes for Wastewater Treatment.', Master Degree of Engineering, Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand.

Thares Srisatit, Atchara Wongsaengchan, Suporn Suttanurak and Sasidhorn Buddhawong. 1996. "Efficiency of *Cyperus corymbosus* and *Eleocharis dulcis* in Constructed Wetlands for Municipal Wastewater Treatment", In the Third International Symposium of Eternet - APR : Conservation of the Hydrospheric Environment Bangkok : Thailand.

Vanden-Brink, F.W.B. and Vander-Velde, G. 1993. "Growth and Morphology of Four Freshwater Macrophytes Under the Impact of the Raised Salinity Level of the Lower Rhine", Aquatic Botany. 45 (1993), 285 - 297.

Valiela, I. 1984. Marine Ecological Process. New York : Springer - Verlag, Inc.

Verry, S.B. 1975. "Stream Flow in Chemistry and Nutrient Glide from Upland Peatland Watershed in Minesota", Ecology. 56 (1975), 1149 - 1157.

Wetzel, R.G. 1975. Limnology. Philadelphia : W.B. Saunders.

Whitmore, T.C., Peralta, R. and Brown, K. 1985. "Total Species Count in a Costa Rican Tropical Rain Forest", Tropical Ecology. 1 (1985), 375 - 378.

Wolverton, B.C. 1987. Artificial Marshes for Wastewater Treatment. In Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery. Orlando, Florida : Magnolia Publishing Inc.

Wolverton, B.C. and McDonald, R.C. 1978. "Nutritional Composition of Water Hyacinth Grow on Domestic Sewage", Economic Botany. 32 (1978), 363 - 370.

Wycherley, P.R. and Yosof, A. 1974. Grasses in Malayan Plantations. Kuala Lumpur, Malaysia : Rajiv Printers.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ข้อมูลดิบ คุณภาพน้ำ และพืชน้ำ

ตารางภาคผนวก 1 แสดงคุณภาพน้ำบางประการ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ฤดู	จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ						
		Temp (°C)	pH	DO (mg/l)	Trans (m)	S (ppt)	*NO_3^- (mg/l)	*PO_4^{3-} (mg/l)
ฝน	สถานีที่ 1	27.30	7.17	2.50	0.25	0	0.111	0.123
	สถานีที่ 2	27.80	7.85	2.40	0.30	0	0.131	0.182
	สถานีที่ 3	26.60	7.10	2.80	0.50	0	0.102	0.230
	สถานีที่ 4	27.10	7.01	3.70	0.29	0	0.126	0.264
คาบเกี่ยว	สถานีที่ 1	30.70	6.03	7.50	0.16	2	0.156	0.051
	สถานีที่ 2	31.20	5.95	5.75	0.11	0	0.150	0.207
	สถานีที่ 3	32.50	5.86	2.95	0.06	0	0.170	0.248
	สถานีที่ 4	31.10	5.88	3.30	0.05	0	0.099	0.040
แล้ง	สถานีที่ 1	30.00	4.01	8.65	0.60	11.5	0.098	0.0003
	สถานีที่ 2	31.50	6.49	10.40	0.67	7	0.069	0.0003
	สถานีที่ 3	33.00	4.72	9.20	0.53	2	0.075	0.0010
	สถานีที่ 4	33.00	4.51	9.80	0.53	6	0.102	0.0008

หมายเหตุ * ข้อมูลเสนอในรูปของค่าเฉลี่ย

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538) ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539) ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 2 แสดงคุณภาพน้ำบางประการ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ฤดู	จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ					
		ปริมาณไนเตรท (NO_3^-)			ปริมาณฟอสเฟต (PO_4^{3-})		
		R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3
ฝน	สถานีที่ 1	0.098	0.125	0.111	0.172	0.085	0.114
	สถานีที่ 2	0.102	0.097	0.194	0.196	0.178	0.172
	สถานีที่ 3	0.126	0.128	0.053	0.232	0.232	0.226
	สถานีที่ 4	0.104	0.147	0.127	0.274	0.244	0.274
คาบเกี่ยว	สถานีที่ 1	0.134	0.171	0.164	0.051	0.052	0.051
	สถานีที่ 2	0.130	0.169	0.153	0.210	0.211	0.202
	สถานีที่ 3	0.164	0.177	0.169	0.247	0.251	0.248
	สถานีที่ 4	0.117	0.083	0.097	0.040	0.040	0.040
แล้ง	สถานีที่ 1	0.087	0.108	0.099	0.0004	0.0003	0.0004
	สถานีที่ 2	0.075	0.061	0.071	0.0003	0.0004	0.0004
	สถานีที่ 3	0.079	0.072	0.076	0.001	0.001	0.002
	สถานีที่ 4	0.100	0.106	0.102	0.0003	0.001	0.0012

หมายเหตุ : R = จำนวนครั้งที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 3 แสดงมวลชีวภาพ (Biomass) ของพืชน้ำ สถานีที่ 1 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	154.70	0	0	168.52	13.61	0.07	3.24	50.57	36.28
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	2.23	0	0.67	0	0	0	0
CERATOPHYLLACEAE	*Ceratophyllum demersum* L.	0	0	0	1.39	0	0	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	0	43.62	25.65	7.41	37.12	37.14	12.55	3.29	0
CYPERACEAE	*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel	0	190.68	3.75	0	0	0	0	0	0
	Scirpus grossus L. f.	0	0	0	0	0	0	19.00	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	0	0	0.44	0	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	32.06	16.79	37.41	0	0	9.19	0	0	2.05
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees.	0	2.05	19.67	4.94	0.09	142.39	0	0	0
	Paspalum distichum L.	0	0	0	0	0	0	2.40	3.37	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	63.05	5.36	0	0.13	0.08	4.53	0	0	7.25
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	0	0	0	0	0	8.16	5.45	0	37.5
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	0.85	0	0	25.21	0	5.34	5.43	0
	Monochoria hastata (L.) Solms	102.62	0	0	0	0	0	0	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	56.21	98.32	73.15	31.30	58.55	103.21	0	9.05	0

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ ฤดูฝน (ธันวาคม 2538) ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539) ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 4 แสดงมวลชีวภาพของพืชน้ำ สถานีที่ 2 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองชุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

(ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	75.03	14.56	10.93	102.39	20.83	11.27	9.57	52.92
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0.48	0	0	0	0	5.99	0	0	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0	0	0.04	0	0	0.05	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	55.32	103.26	128.85	2.71	0	18.53	0	16.32	6.15
CYPERACEAE	*Scirpus grossus* L.f.	0	42.19	0	0	0	0	0	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	1.94	6.01	0	0	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* L.) Hara	5.57	0	0	0	0	0	0	0	0
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees.	0.62	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oryza rufipogon Griff	0	0	0	0	69.77	0	0	0	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	2.36	11.07	1.82	0.92	0	0	0	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	100.27	91.65	22.46	315.73	49.82	12.39	36.63	33.11	18.44
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	14.03	0	0	0	1.56	6.42	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	50.48	8.30	130.29	8.92	2.45	38.18	12.32	16.52	15.46

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ ฤดูฝน (ธันวาคม 2538) ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539) ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 5 แสดงมวลชีวภาพ ของพืชน้ำ สถานีที่ 3 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองชุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

(ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	0	0	0	0	0	0	0	1.86
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	0	0	1.07	2.01	0	1.64	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br	0	0	0.03	0	1.02	0.09	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk	14.59	124.53	0	3.57	10.53	12.20	71.13	58.67	8.07
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	20.43	28.29	0	0	0.69	0	0	0	0
MARSILEACEAE	*Marsilea crenata* Presl	58.55	0	0	0	0	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	0	0	0	0	7.73	3.38	0	0	7.28
POACEAE	*Oryza rufipogon* Griff	0	0	0	0	0	0	14.04	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	138.01	0	0	30.63	0	0	20.25	0	1.41
POLYGONACEAE	*Polygonum tomemtosum* Willd	0	0	0	0	0	0	0	20.64	0
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	0	0	0	0	0	1.44	10.15	39.95
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	0	0.93	56.06	56.42	88.67	28.40	15.83	13.01	16.66

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 6 แสดงมวลชีวภาพของพืชน้ำ สถานีที่ 4 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองชุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

(ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	0	0	0	0	0	0	0.39	0
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0	0	0	0.02	0.07	0	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	0	0	0	0	0	0	9.71	0	0
CYPERACEAE	*Rhynchospora corymbosa* (L.) Britt	0	0	125.95	0	0	41.08	0	0	0
LEMNACEAE	*Lemna purpusilla* Torrey	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	1.60	0	0	14.73	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	2.97	0	0	0	0	0	31.74	0	0
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz) Nees.	0	0	0	0	0	0	0	1.56	0
	Leersia hexandra SW	0	0	0	0	6.20	0	0	0	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	7.97	49.64	0	0	0	0	0	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	3.51	98.21	0	53.77	10.76	0	0	82.32	0
POLYGONACEAE	*Polygonum tomemtosum* Willd	0	0	105.59	0	0	330.04	0	0	222.7

ตารางภาคผนวก 6 (ต่อ)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัม/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	0	0	0	51.29	0	6.22	0	0
	Monochoria hastata (L.) Solms	0	0	0	48.88	0	0	0	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	0	0	0	1.88	0.52	0	1.34	0.64	0

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 7 แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 1 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

(ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	จำนวนต้น (ต้น/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	97	0	0	38	32	1	4	21	16
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	3	0	2	0	0	0	0
CERATOPHYLLACEAE	*Ceratophyllum demersum* L.	0	0	0	3	0	0	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	0	10	6	2	9	3	7	1	0
CYPERACEAE	*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschel	0	540	9	0	0	0	0	0	0
	Scirpus grossus L. f.	0	0	0	0	0	0	6	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	0	0	5	0	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	16	7	20	0	0	2	0	0	2
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees.	0	6	13	9	1	139	0	0	0
	Paspalum distichum L.	0	0	0	0	0	0	11	0	8
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	130	12	0	1	1	3	0	9	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	0	0	0	0	0	2	3	0	20

ตารางภาคผนวก 7 (ต่อ)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	จำนวนต้น (ต้น/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	1	0	0	17	0	5	5	0
	Monochoria hastata (L.) Solms	44	0	0	0	0	0	0	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	423	671	652	1,222	1,839	3,820	0	167	0
รวม 10 วงศ์	15 ชนิด		2,660			7,151			285	

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 8 แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 2 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	จำนวนต้น (ต้น/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	58	17	5	84	17	6	7	26
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	1	0	0	0	0	36	0	0	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0	0	92	0	0	950	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	7	21	37	1	0	5	0	5	2
CYPERACEAE	*Scirpus grossus* L.f.	0	4	0	0	0	0	0	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	9	45	0	0	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* L.) Hara	4	0	0	0	0	0	0	0	0
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees.	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oryza rufipogon Griff	0	0	0	0	18	0	0	0	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	3	15	6	8	0	0	0	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	25	23	7	65	16	3	9	17	6
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	3	0	0	0	2	6	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	257	30	524	547	102	1,785	280	457	432
รวม 10 วงศ์	13 ชนิด		1,190			3,644			1,253	

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ ฤดูฝน (ธันวาคม 2538) ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539) ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 9 แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 3 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

(ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	จำนวนต้น (ต้น/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	0	0	0	0	0	0	0	3
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	0	0	0	4	0	3	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0	0	78	0	2,060	1,270	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	3	22	0	1	5	3	11	10	2
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	43	55	0	0	10	0	0	0	0
MARSILEACEAE	*Marsilea crenata* Presl	35	0	0	0	0	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	0	0	0	0	3	3	0	0	5
POACEAE	*Oryza rufipogon* Griff	0	0	0	0	0	0	13	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	26	0	0	12	11	0	13	0	1
POLYGONACEAE	*Polygonum tomemtosum* Willd	0	0	0	0	0	0	0	2	0
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	0	0	0	0	0	2	4	16
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	0	35	654	3,072	4,057	1,542	447	453	580
รวม 11 วงศ์	12 ชนิด		951			12,053			1,565	

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ ฤดูฝน (ธันวาคม 2538) ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539) ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ตารางภาคผนวก 10 แสดงจำนวนต้นของพืชน้ำ สถานีที่ 4 ในพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณคลองขุด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ธันวาคม 2538, มีนาคม 2539 และเมษายน 2539)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	จำนวนต้น (ต้น/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AMARANTHACEAE	*Alternanthera philoxeroides* (Mart) Griseb.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ARACEAE	*Pistia stratiotes* L.	0	0	0	0	0	0	0	3	0
AZOLLACEAE	*Azolla pinnata* R.Br.	0	0	0	340	1,056	0	0	0	0
CONVOLVULACEAE	*Ipomoea aquatica* Forsk.	0	0	0	0	0	0	4	0	0
CYPERACEAE	*Rhynchospora corymbosa* (L.) Britt	0	0	14	0	0	4	0	0	0
LEMNACEAE	*Lemna purpusilla* Torrey	0	0	0	0	32	0	0	0	0
LENTIBULARIACEAE	*Utricularia aurea* Lour.	0	13	0	0	61	0	0	0	0
ONAGRACEAE	*Ludwigia ascendens* (L.) Hara	27	0	0	0	0	0	13	0	0
POACEAE	*Hygroryza aristata* (Retz) Nees.	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	Leersia hexandra SW	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	Pseudoraphis spinescens (R.Br.) Vickery	425	157	0	0	0	0	0	0	0
	Sacciolepis africana C.E.Hubbard & Snowden	4	35	0	19	6	0	0	19	0
POLYGONACEAE	*Polygonum tomemtosum* Willd	0	0	13	0	0	8	0	0	5

ตารางภาคผนวก 10 (ต่อ)

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	จำนวนต้น (ต้น/ตารางเมตร)								
		ฤดูฝน			ฤดูคาบเกี่ยว			ฤดูแล้ง		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
PONTEDERIACEAE	*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms	0	0	0	0	23	0	9	0	0
	Monochoria hastata (L.) Solms	0	0	0	9	0	0	0	0	0
SALVINIACEAE	*Salvinia cucullata* Roxb.	0	0	0	68	36	0	56	32	0
รวม 12 วงศ์	16 ชนิด		688			1,665			145	

หมายเหตุ : R = จำนวนซ้ำ

ฤดูฝน (ธันวาคม 2538)

ฤดูคาบเกี่ยว (มีนาคม 2539)

ฤดูแล้ง (เมษายน 2539)

ภาคผนวก ข. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน (Nitrate - Nitrogen) โดยวิธี Cadmium Reduction (APHA, AWWA and WEF, 1992)

1. สารละลาย

1.1 Granula cadmium (40 - 60 mesh)

1.2 Hydrochloric acid 6N : เจือจาง Conc.HCl 50 มิลลิลิตรให้เป็น100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

1.3 Copper sulphate solotion : ละลาย 20 กรัม $CuSO_4.5H_2O$ ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรแล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

1.4 EDTA solution 4% : ละลาย disodium ethylenediamine tetraacitic acid 40 กรัมด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร

1.5 Nitric acid (1+40)

1.6 Column activated solution : ผสม 4% EDTA 75 มิลลิลิตร และ Stock nitrate solution 160 มิลลิลิตร เข้าด้วยกันแล้วเจือจางเป็น 4 ลิตร

1.7 สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ EDTA : ละลาย NH_4Cl 13 กรัม และ disodium EDTA 1.7 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 8.5 ด้วย Conc.NH_4OH เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดพลาสติก

1.8 สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง : นำสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ EDTA จากข้างต้น 300 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

1.9 สารละลายซัลฟานิลาไมล์ : ละลาย Salfanilamide ด้วยสารละลายผสมระหว่าง 50 มิลลิลิตร Conc.HCl และน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

1.10 สารละลาย N - (1 - naphthyl) - ethylenediamine dihydrochloride : ละลายสารนี้ 0.1 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล

1.11 สารละลายสต็อกไนเตรท : ละลาย anhydrous KNO_3 0.7218 กรัม อบในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนได้ 1 ลิตร (เก็บไว้ในตู้เย็น) สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

1.12 สารละลายมาตรฐานไนเตรท : นำสารละลายสต็อคไนเตรท 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.010 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

1.13 สารละลายสต๊อคไนไตรท์ : ละลาย $NaNO_2$ 0.4926 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร และ Chloroform 2 มิลลิลิตร สารละลายนี้ มีความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

1.14 สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ : นำสารละลายสต๊อคไนไตรท์ 10 มิลลิกรัมเติมน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.001 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

1.15 Copper cadmium : ล้าง cadmium granular 25 กรัม ด้วย 6NHCl 50 มิลลิลิตร และHNO_3 (1+40) 50 มิลลิลิตร แล้ว rinse ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วล้างด้วย 6NHCl อีก 50 มิลลิลิตร (cadmium จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน) แล้ว Coat cadmium ด้วย 2 % $CuSO_4$ จนกระทั่งเมื่อเติม $CuSO_4$ ลงไปแล้วสีของสารละลายไม่ซีด จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งไม่มีตะกอนของ Copper ออกมาอีก (cadmium จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล) จากนั้นบรรจุลงไปใน column ด้วย column activated solution 4 ลิตร โดยทำการปรับอัตราการไหลผ่าน column 7 - 10 มิลลิลิตรต่อนาที

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

- กรองตัวอย่างน้ำประมาณ 100 มิลลิลิตร ด้วยกระดาษกรอง Cellulose nitrate 0.45 μm แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปทำการวิเคราะห์หา Nitrite อีกส่วนหนึ่งนำไปหาปริมาณ Nitrate - Nitrite

- การกำจัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างกรองโดย Nitrate membrane filter (0.45 μm)

- การปรับพีเอช ถ้าพีเอชสูงกว่า 9 ปรับให้อยู่ระหว่าง 8 - 9 ด้วย HCl เจือจาง

2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหา Nitrate - nitrogen

นำน้ำตัวอย่าง จำนวน 25 มิลลิลิตร ผสมกับ NH_4Cl - EDTA 75 มิลลิลิตร เทลงใน column จนกระทั่งถึงขีดที่บอกว่า 85 มิลลิลิตร แล้วเอากระบอกตวงมารองรับ Effluent 25 มิลลิลิตรทิ้งเสีย แล้วเอาน้ำที่ผ่านการรีดิวซ์ต่อมาจำนวน 10 มิลลิลิตร โดยการถ่ายลงสู่ test tube

2.3 การทำให้เกิดสี และการวัดสี

ภายหลังจากการรีดิวซ์แล้ว เติมสารละลายซัลฟานิลาไมล์ ลงไปใน test tube 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 2-8 นาที เติม 1-naphthyl-ethyenediamine ลงไป 1 มิลลิลิตร ผสมทันทีหลังจากนั้น 10 นาที ถึง 2 ชั่วโมง วัดค่า absorbance ใช้น้ำกลั่นทำ blank เพื่อปรับเครื่องให้ค่า absorbance เป็นศูนย์ที่ 540 นาโนเมตร

2.4 การเตรียม Standard Curve ของไนเตรท

เตรียมสารละลายมารตรฐานไนเตรทโดยปิเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรท (0.010 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มา 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10 มิลลิลิตร ใช้ขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แต่ละขวดปริมาตรมีไนเตรทปริมาณ 0, 0.001, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05 และ 0.10 มิลลิกรัมตามลำดับ แล้วนำไปปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำ แล้วนำค่าที่ได้ไปเขียน Standard Curve

2.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหา Nitrite - Nitrogen

นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองโดยใช้ Nitrate membrane filter (0.45 μm) นำมาใส่ใน test tube จำนวน 10 มิลลิลิตร และปฏิบัติการทำให้เกิดสี และวัดสีเช่นเดียวกับขั้นตอนของการวิเคราะห์การหาปริมาณไนเตรท

2.6 การเตรียม Standard Curve ของไนไตรท์

เตรียมสารละลายมารตรฐานโดยปิเปตสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ (0.0001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มา 0, 0.5, 1.0,1.5, 2, 3, 4, 5, และ 10 มิลลิลิตร ใช้ขวดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แต่ละขวดปริมาตรมีไนไตรท์ปริมาณ 0, 0.0005, 0.001, 0.0015, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005 และ 0.010 มิลลิกรัมตามลำดับ แล้วปิเปต 10 มิลลิลิตรของแต่ละขวดใส่ใน test tube แล้วนำไปปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำ แล้วนำค่าที่ได้ไปเขียน Standard Curve

2.7 การคำนวณ

หาปริมาณของไนเตรทโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน เตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรทโดยใช้กราฟมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันโดยทำวิธีเดียวกันกับตัวอย่าง และนำค่าความเข้มข้น (มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร) ของสารละลายมาตรฐานมา Plot กับ Absorbance ที่วัดได้ โดยค่าไนเตรทที่ได้คือ $mgNO_3$-N/l = ($mgNO_2$ + NO_3-N/l) - $mgNO_2$-N/l

การวิเคราะห์ปริมาณออโธฟอสเฟต ในน้ำ โดยวิธี Ascorbic Acid (APHA, AWWA and WEF,1992)

1. สารละลาย

1.1 สารละลายกรดกำมะถัน 5 นอร์มัล : เติมกรดกำมะถันเข้มข้น (Conc H_2SO_4) 70 มิลลิลิตรลงในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร

1.2 สารละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมทาเทรต : ($K(SbO)C_4H_4O_6.1/2H_2O$) 1.3715 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว

1.3 สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท : ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท ($NH_46MO_7O_{24}.4H_2O$) 20 กรัม ในน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติกที่ 4 องศาเซลเซียส

1.4 สารละลายกรดแอสคอร์บิค 0.01 โมลาร์ : ละลายกรดแอสคอร์บิค 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ซึ่งสารละลายอยู่ตัว 1 อาทิตย์ ถ้าเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส

1.5 น้ำยารวม (Combined reagent) 100 มิลลิลิตร ประกอบด้วย

- 50 มิลลิลิตร 5 นอร์มัล กรดกำมะถัน
- 5 มิลลิลิตร สารละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมทาเตรท
- 15 มิลลิลิตร สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท
- 30 มิลลิลิตร สารละลายกรดแอสคอร์บิค

น้ำยาเหล่านี้ ผสมกันที่อุณหภูมิห้อง ถ้ามีความขุ่นเกิดขึ้นหลังจากเติมแอนติโมนีโพแทสเซียมทาเทรต หรือแอมโมเนียมโมลิบเดท ให้เขย่าแล้วทิ้งไว้ประมาณ 2 - 3 นาที น้ำยารวมจะอยู่ตัว 4 ชั่วโมง

1.6 สารละลายสต็อคฟอสเฟต : ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4 (anhydrous)) 219.5 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร (1.00 มิลลิลิตรของสารละลายเท่ากับ 50.0 ไมโครกรัม PO_4 - P)

1.7 สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต : นำสารละลายสต็อคฟอสเฟต 50.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ 1,000 มิลลิลิตร ซึ่ง 1.00 มิลลิลิตร เท่ากับ 2.50 ไมโครกรัม PO_4 - P

2 วิธีการวิเคราะห์

2.1. นำน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าเกิดสีแดงให้หยด 5 N.H_2SO_4 ลงไปจนกระทั่งสีแดงหายไป

2.2. เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10-30 นาที เพื่อให้เกิดสี

2.3. อ่านค่าแอบสอบแบ็นซ์โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปอ่านค่าจากกราฟมาตรฐาน เพื่อคำนวนหาปริมาณฟอสเฟต

2.4. การเตรียม Calibration Curve : โดยเตรียมความเข้มข้นของฟอสเฟตในช่วง 0.15 - 1.30 มิลลิกรัมฟอสเฟตต่อลิตร โดยปีเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (2.50 ไมโครกรัมฟอสฟอรัสต่อมิลลิลิตร) 0, 2, 6, 10, 16, 24 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดที่กำหนด เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายฟอสเฟตความเข้มข้น 0, 5, 15, 25, 40, 60 ไมโครกรัมฟอสฟอรัส หรือ 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.2 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร

ภาคผนวก ค. มาตรฐานคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ลำดับ	ดรรชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 1/ ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2.	อุณหภูมิ (Water Temp.)		°ซ (°C)	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3.	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		-	"	5.9-9.0	5.9-9.0	5.9-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย(DO)	P20	มก./ล.(mg/l)		≥ 6.0	≥ 4.0	≥ 2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P80	"	"	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 4.0	-
6.	โคลีฟอร์มแบคทีเรีย	P80	MPN 100มล.					
	- โคลิฟอร์มรวม (Total Coliform)		"		≤ 5,000	≤ 20,000	-	-
	- โคลิฟอร์มชนิดฟีคอล (Faecal Coliform)		"		≤ 1,000	≤ 4,000	-	-
7.	ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (NO_3-N)		มก./ล.	"	สูงสุดไม่เกิน		5.0	-
8.	แอมโมเนียมในรูปไนโตรเจน(NH_3 - N)		"	"	"		5.0	-
9.	ฟีนอล (Phenols)		"	"	"		0.005	-
10.	ทองแดง (Cu)		"	"	"		0.1	-
11.	นิคเกิล (Ni)		"	"	"		0.1	-
12.	แมงกานีส (Mn)		"	"	"		1.0	-
13.	สังกะสี (Zn)		"	"	"		1.0	-
14.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	"	"		0.002	-
15.	แคดเมียม (Cd)		"	"	"	0.005*	0.05**	-

ต่อ

ลำดับ	ดรรชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 1/ ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
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. (Bequerel/l)					
	- ความแรงรังสีรวมแอลฟา (α)		"	ธ	สูงสุดไม่เกิน		0.1	-
	- ความแรงรังสีรวมเบตา (β)	"	"	"	"	-	1.0	-
21.	ค่ารวมของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)		มก./ล.	"	"		0.05	-
	- ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล. (μg/l)	"	"		1.0	-
	- แอลฟา-บีเอชซี (α-BHC)		"	"	"		0.02	-
	- ดิลดริน (Dieldrin)		"	"	"		0.1	-
	- อัลดริน (Aldrin)		"	"	"		0.1	-
	- เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		"	"	"		0.2	-
	- เอนดริน (Endrin)		"	"	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่กำหนด			-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 60 ลงวันที่ 15 เมษายน 2529

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภค และบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม
ธ	เป็นไปตามธรรมชาติ
ธ'	เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3 °ซ
2/	กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า
*	ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มก./ลิตร
**	ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มก./ลิตร
-	ไม่ได้กำหนด
°ซ	องศาเซลเซียส
P20	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
P80	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
มก./ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร
MPN	เอ็ม พี เอ็น หมายถึง Most Probable Number
≮	ไม่น้อยกว่า
≯	ไม่เกินกว่า

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวนิติญา สังขนันท์

วันเดือนปีเกิด 22 ธันวาคม 2514

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ครุศาสตรบัณฑิตเกียรตินิยม อันดับ 2	วิทยาลัยครูภูเก็ต	2537

ทุนการศึกษา

ทุนคุรุทายาทอุดมศึกษา ระดับปริญญาโท สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ