บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1.1 อาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria รายละเอียดดังนี้

- Lauryl tryptose broth
- Briliant green lactose bile broth 2%
- EC medium

1.2 สารเคมี ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ความกระด้าง (hardness) คลอไรด์ (Cl) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N) ซัลเฟต (SO_4^{-2}) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) เหล็ก (Fe) โครเมียม (Cr) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) และปรอท (Hg) รายละเอียดตาม APHA, AWWA & WEF (1998)

2.2 อุปกรณ์ ได้แก่

- pH meter ของ WTW รุ่น pH 526
- Spectrophotometer ของ Shimadzu รุ่น UV-1601
- Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer ของ Perkin Elmer รุ่น 2000 DV
- Turbidity meter ของ Lamotte รุ่น 2020
- Balanceของ Mettler-Toledo (Thailand), Ltd รุ่น AB 204
- Suction pump and filter set ของ GAST
- Microquant chlorine test with liquid reagent
- Mercury analyzer ของ Bacharach รุ่น 50D
- Conductivity meter ของ Orient รุ่น 125
- เครื่องแก้วต่าง ๆ

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

2.3.1 การศึกษาประสิทธิภาพของระบบประปา

2.3.1.1 การศึกษาคุณภาพและปริมาณแหล่งน้ำดิบ

ศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำดิบของอ่างเก็บน้ำศรีตรัง ทางด้านกายภาพ และจุลชีววิทยา ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2547 ถึง มีนาคม 2548 โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 19 ครั้ง ส่วนคุณภาพน้ำทางด้านเคมีและโลหะหนัก ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในเดือนพฤศจิกายน 2547 (ฤดูฝน) และมีนาคม 2548 (ฤดูแล้ง) โดยพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 5 ยกเว้น คลอรีนตกค้าง ส่วนการศึกษาด้านปริมาณแหล่งน้ำดิบของอ่างเก็บน้ำศรีตรังทำการบันทึกข้อมูลของกองอาคารสถานที่

2.3.1.2 การศึกษากระบวนการผลิต

การศึกษาระบบการผลิตน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จะศึกษาปริมาณการเติมคลอรีน ปริมาณการเติมสารส้ม การฆ่าเชื้อโรค ประสิทธิภาพการกรอง รวมถึงสภาพการใช้งานของอุปกรณ์ สำหรับการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการผลิตประปาในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน จะใช้ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพคือ ค่าความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และคลอรีนตกค้าง เป็นดัชนีชี้วัดโดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 ถึงมีนาคม 2548 จำนวน 19 ครั้ง รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและพารามิเตอร์ที่ตรวจวัด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์ (APHA, AWWA & WEF, 1998)
คุณภาพน้ำทางกายภาพ	
1. ความขุ่น	Turbidity meter
2. พีเอช	pH-meter
3. อุณหภูมิ	Thermometer
4. ความนำไฟฟ้า	Conductivity meter
5. ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	Conductivity meter

ตารางที่ 5 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์ (APHA, AWWA & WEF, 1998)
คุณภาพน้ำทางเคมี	
6. ความกระด้าง	EDTA titrimetric method
8. คลอไรด์	Argentometric method
9. ไนเตรท-ไนโตรเจน	Cadmium reduction method
7. ซัลเฟต	Turbidimetric method
10. คลอรีนตกค้าง	Microquant chlorine test with liquid reagent
คุณภาพน้ำทางโลหะหนัก	
11. เหล็ก	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
12. แมงกานีส	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
13. ทองแดง	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
14. สังกะสี	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
15. แคดเมียม	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
16. โครเมียม	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
17. ตะกั่ว	Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer
18. ปรอท	Cold vapor technique mercury analyzer
คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย	
19. โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	Multiple-tube fermentation technique
20. ฟีคอลโคลิฟอร์ม	Multiple-tube fermentation technique

ตารางที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในกระบวนการผลิตประปาภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

จุดเก็บตัวอย่าง	พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด						
	pH	Turbidity	TDS	Temperture	Conductivity	Residual chlorine	Total coliform and fecal coliform bacteria
อ่างเก็บน้ำ (1 จุด)	✓	✓	✓	✓	✓		✓
ก่อนถังตกตะกอน (5จุด)	✓	✓	✓	✓	✓		
หลังถังตกตะกอน (1จุด)	✓	✓	✓	✓	✓		
ถังทรายกรอง (5จุด)	✓	✓	✓	✓	✓		
ถังใส่คลอรีน 1,800 ลูกบาศก์เมตร (1จุด)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ถังน้ำใส 5,000 ลูกบาศก์เมตร(1 จุด)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

2.3.1.3 การบริหารจัดการระบบประปาและการบำรุงรักษา

ในการศึกษาการบริหารจัดการระบบประปาและการบำรุงรักษาประปาภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์โดยจะศึกษา ความเอาใจใส่ในการปฏิบัติงาน ของผู้ดูแลระบบประปา การปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาอุปกรณ์การใช้งาน

2.3.1.4 การศึกษาคุณภาพน้ำประปา

1) พารามิเตอร์ที่ศึกษาและวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำประปา ได้แสดงดังตารางที่ 5

2) การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยคำนึงถึงลักษณะของท่อส่งน้ำ ซึ่งแบ่งตามลักษณะเส้นท่อได้ 2 ประเภท คือ ท่อผสม (ท่อประปาที่มีท่อเหล็กเชื่อมต่อกับท่อ PVC) และท่อ PVC เลือกบริเวณที่มีอัตราการใช้น้ำสูง เพื่อให้ได้ตัวแทนของน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มาศึกษาคุณภาพน้ำ จึงได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพประกอบที่ 3

ตารางที่ 7 บริเวณจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

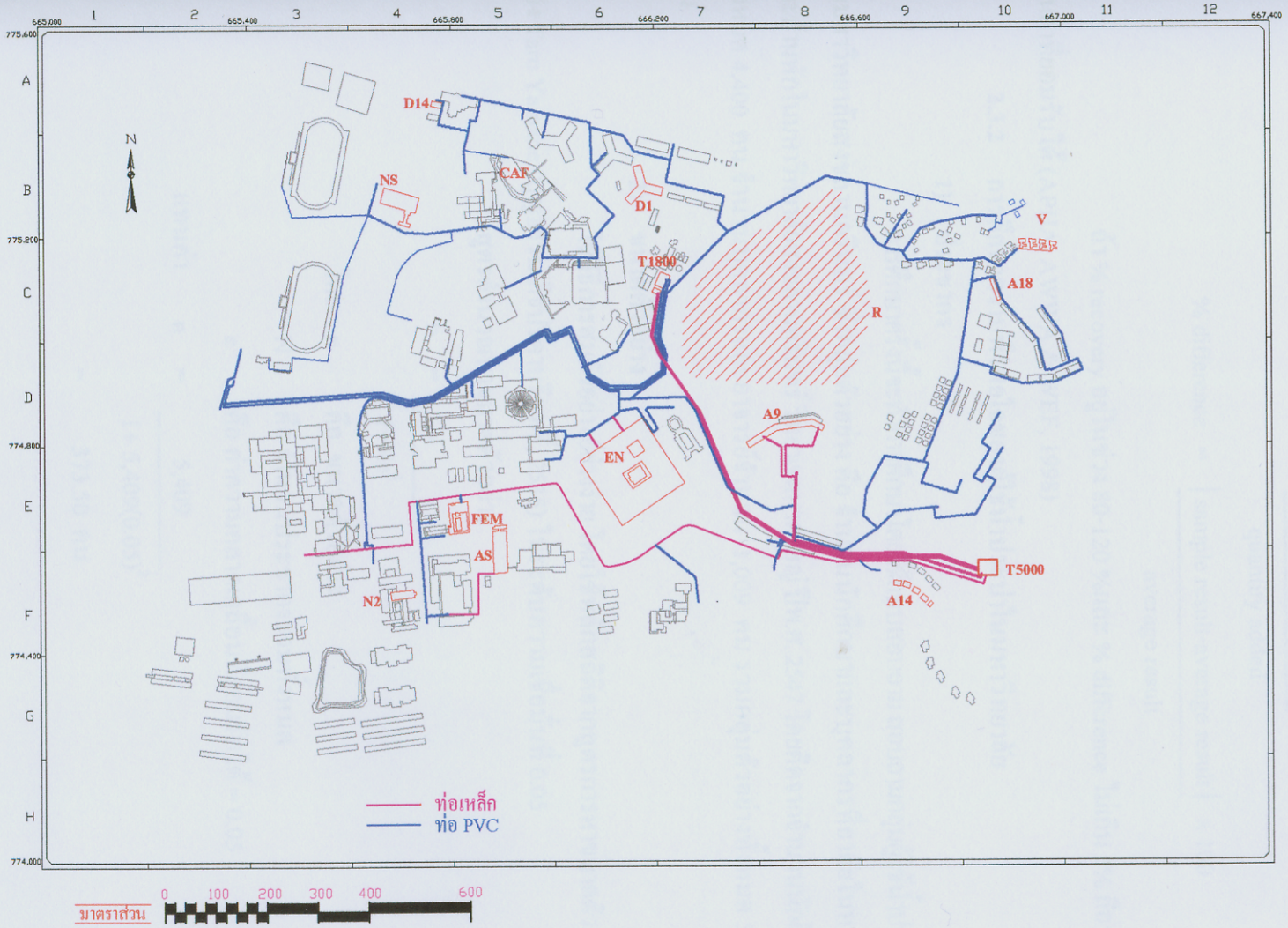
ลำดับที่	ลักษณะท่อ	จุดเก็บตัวอย่าง
1.	ระบบการผลิต	อ่างเก็บน้ำ (R)
2.	ระบบการผลิต	ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800)
3.	ระบบการผลิต	ถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000)
4.	ท่อผสม	อาคารที่พักอาศัย อ.9 (A9)
5.	ท่อผสม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN)
6.	ท่อผสม	หมู่บ้านเก่า (V)
7.	ท่อผสม	ภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS)
8.	ท่อผสม	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM)
9.	ท่อผสม	อาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14)
10.	ท่อ PVC	อาคารพักนักศึกษา 1 (D1)
11.	ท่อ PVC	อาคารที่พักอาศัย อ.18 (A18)
12.	ท่อ PVC	อาคารพักนักศึกษา 14 (D14)
13.	ท่อ PVC	อาคารพักนักศึกษาพยาบาล 2 (N2)
14.	ท่อ PVC	อาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย (NS)
15.	ท่อ PVC	โรงอาหาร โรงช้าง (CAF)

3) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัย

เก็บตัวอย่างน้ำประปาปลายท่อเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ จุลชีววิทยา และคลอรีนตกค้างตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2547 ถึงมีนาคม 2548 จำนวน 19 ครั้ง และเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมีและโลหะหนัก ในเดือนพฤศจิกายน 2547 (ฤดูฝน) และ มีนาคม 2548 (ฤดูแล้ง) จำนวน 2 ครั้ง โดยพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 5

4) สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่าง

วิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่



จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

R	อ่างเก็บน้ำ
T1800	ถัง 1800 ลบ.ม.
T5000	ถัง 5000 ลบ.ม.
A9	อาคารที่พักอาศัย อ.9
EN	คณะวิศวกรรมศาสตร์
V	หมู่บ้านเก่า
AS	ภาควิชาริชศาสตร์
FEM	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
A14	อาคารที่พักอาศัย อ.14
D1	อาคารพักนักศึกษา 1
A18	อาคารที่พักอาศัย อ.18
D14	อาคารพักนักศึกษา 14
N2	อาคารพักนักศึกษาพยาบาล 2
NS	อาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย
CAF	โรงอาหารโรงช้าง

ภาพประกอบที่ 3 แผนผังระบบท่อประปาและจุดเก็บตัวอย่างภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

5) การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

เพื่อยืนยันความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) ของผลการวิเคราะห์ ได้ทำการหา % recovery ของ certified reference material (CRM) และ spiked sample และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ เพื่อหา % difference (%D) โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\% \text{ recovery} = \frac{\left|\text{quantity measured}\right|}{\text{quantity added}} \times 100$$

$$\% \text{ difference} = \frac{\left|\text{sample result-average result}\right|}{\text{average result}} \times 100$$

ถ้า % recovery อยู่ในช่วง 80-120 %และ % difference ไม่เกิน 5% ถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ (APHA, AWWA & WEF, 1998)

2.3.2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัย

1) ประชากร

การศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม สอบถามกลุ่มผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง คือ จำนวนนักศึกษาและบุคลากรที่อาศัยในหอพักและบ้านพักในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีพ.ศ. 2547 โดยคิดจากจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 4,400 คน จำนวนบุคลากรและอาจารย์จำนวน 1,009 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 5,409 คน

2) ขนาดตัวอย่าง

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้หลักสถิติจากสูตรการหาขนาดตัวอย่างของ Taro Yamane (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2535) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

สูตรคำนวณหาขนาดตัวอย่าง

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

โดย n คือ ขนาดตัวอย่าง

N คือ จำนวนประชากรรวมทั้งหมด

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ = 0.05

แทนค่า

$$n = \frac{5,409}{1+ 5,409(0.05)^2}$$

$$= 373.50 \text{ คน}$$

3) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อได้ขนาดตัวอย่างที่ต้องการศึกษา นำมาคิดเป็นจำนวนของแต่ละกลุ่มบุคคล โดยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (stratified random sampling technique) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามสถานภาพของประชากร ได้แก่ นักศึกษา บุคลากรและอาจารย์ ตามสัดส่วนที่ได้จากจำนวนทั้งหมดของนักศึกษา บุคลากรและอาจารย์ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสถานภาพของประชากรในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กลุ่ม	จำนวนทั้งหมดประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
นักศึกษา	4,400	304
บุคลากรและอาจารย์	1,009	70
รวม	5,409	374

4) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำแบบสัมภาษณ์จากแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆให้สอดคล้องกับความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปา โดยแบ่งแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ การศึกษา ประเภทที่พักอาศัย ระยะเวลาที่อาศัยหรือใช้บริการ

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลทางด้านพฤติกรรมการใช้น้ำ ประกอบด้วย การใช้น้ำประปาจากระบบประปาในมหาวิทยาลัย การใช้ประโยชน์จากน้ำประปา การดื่มน้ำประปา การปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาก่อนดื่ม การปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาก่อนนำมาปรุงอาหาร

ส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลทางด้านความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำต่อระบบประปาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประกอบด้วยความพึงพอใจในด้าน คุณภาพน้ำ ความสะอาด ปริมาณ อุปกรณ์ และการบริการ

ส่วนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในแบบสอบถาม ให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความรู้สึกและความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้น้ำประปาที่ผลิตจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้ลักษณะคำถามแบบ Likert scale จัดแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	คะแนน
พึงพอใจมากที่สุด	5
พึงพอใจมาก	4
พึงพอใจน้อย	3
พึงพอใจน้อยที่สุด	2
ไม่พึงพอใจ	1

โดยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต การแปลความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต) จะยึดหลักเกณฑ์ในการจัดความพึงพอใจดังนี้

ค่าเฉลี่ย	จัดอยู่ในระดับความพึงพอใจ
4.50-5.00	พอใจมากที่สุด
3.50-4.49	พอใจมาก
2.50-3.49	พอใจน้อย
1.50-2.49	พอใจน้อยที่สุด
1.00-1.49	ไม่พึงพอใจ

5) การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เมื่อสร้างแบบสอบถามเสร็จแล้วผู้วิจัยนำสอบถามที่ได้ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เป็นผู้ตรวจสอบคำถามที่ตั้งขึ้นในด้านความตรงตามเนื้อหา และความเหมาะสมที่ใช้สำหรับตัวแปรที่ศึกษาแต่ละตัว นำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ดัชนีความตรง (content validity index) แล้วนำแบบสอบถามที่ได้ไปปรับปรุงและแก้ไขให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสม

2. นำแบบสอบถามที่ได้ไปทดลองใช้ (try out) กับนักศึกษา บุคลากรและอาจารย์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจำนวน 30 คนเพื่อทดสอบความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสอบถาม

3. นำแบบสอบถามที่ทดลองใช้แล้วมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาตามวิธีของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) (เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย และคณะ, 2535) เป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ใช้ทดสอบเพียงครั้งเดียว ซึ่งวิธีนี้เหมาะสมสำหรับการหาค่าความเที่ยงที่คะแนนคำตอบในแต่ละ ข้อคำถามไม่เท่ากันและหาค่าความเชื่อมั่นในแต่ละด้าน

6) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเอง โดยนำแบบสอบถามไปสอบถามนักศึกษา บุคลากรและอาจารย์ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในช่วงเดือนธันวาคม 2548

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบ่งได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำประปาภายในมหาวิทยาลัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหา ค่าเฉลี่ย (mean) และร้อยละ (percentage) แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก และใช้ pair sample t-test (The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test) เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำประปาในแต่ละพารามิเตอร์ระหว่าง 2 ฤดูกาล และใช้ Independent sample t-test (Mann-Whiney U test) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำประปาในแต่ละพารามิเตอร์ที่ผ่านเส้นท่อประปาที่แตกต่างกัน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หลังจากรวบรวมข้อมูลได้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำแบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์มาตรวจคะแนนและลงรหัส (code) แล้วทำการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11 for Windows (statistical package for the social sciences) เพื่อหาค่า ร้อยละ (percentage) และแจกแจงความถี่ (frequency)