

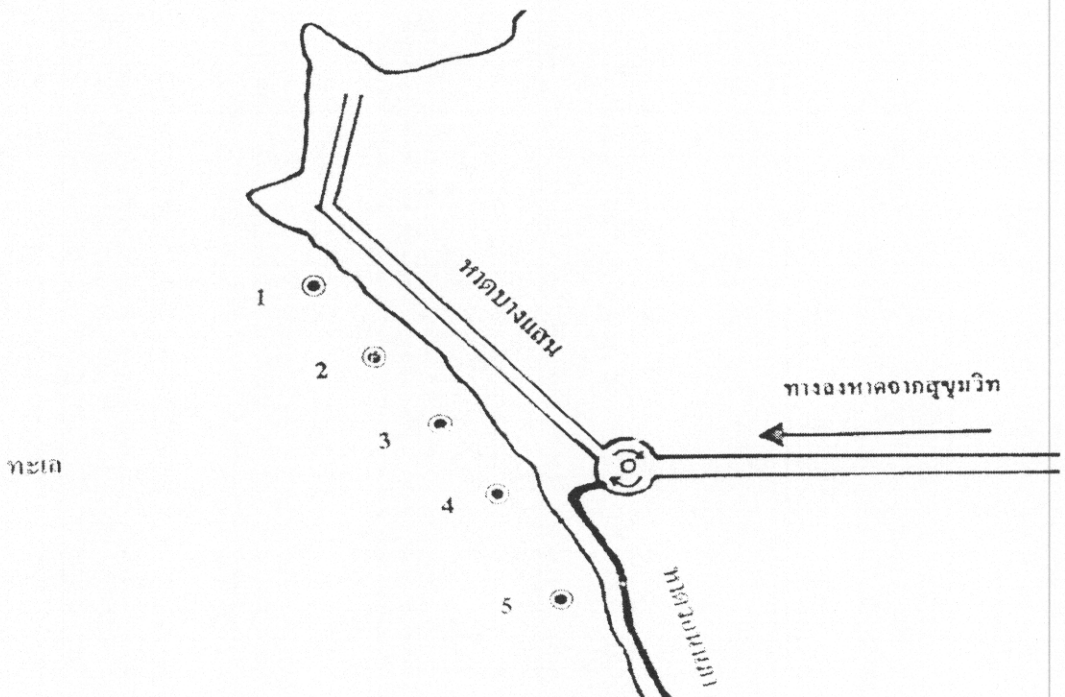
### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### พื้นที่การศึกษา

กำหนดสถานีสำหรับเก็บตัวอย่าง บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา ในเขตน้ำขึ้น-น้ำลง ทั้งหมด 5 สถานี แต่ละสถานีห่างกันประมาณ 0.5 กิโลเมตร ได้แก่

- สถานีที่ 1 หาดบริเวณหน้าร้านอาหารไซเล็ม
- สถานีที่ 2 หาดบริเวณหน้าร้านอาหารชมทะเล
- สถานีที่ 3 หาดบริเวณหน้าสวนน้ำไอเชียนเวิลด์เก่า
- สถานีที่ 4 หาดบริเวณหน้าวงเวียน
- สถานีที่ 5 หาดบริเวณหน้าร้านชอย 8 มินิมาร์ท



ภาพที่ 11 แสดงสถานีเก็บตัวอย่าง บริเวณหาดบางแสน – วอนนภา จังหวัดชลบุรี

## ปัจจัยที่ทำการศึกษา

1. คุณสมบัติของตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่ง ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหาร (ฟอสเฟต ซิลิเกต ไนโตรเจน ไนเตรตและแอมโมเนีย) และคุณสมบัติบางประการ (ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็ม)
2. คุณลักษณะตัวอย่างทรายที่น้ำแทรกอยู่ ได้แก่ ขนาดของอนุภาคทรายและปริมาณอินทรียสารของทราย

## ระยะเวลาทำการศึกษา

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2543 ถึง เดือนสิงหาคม 2544 เป็นระยะเวลา 13 เดือน โดยเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำลงเดือนละครั้ง รวมทั้งสิ้น 13 ครั้ง

## อุปกรณ์ในการทดลอง

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม
  - 1.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำโพลีเอทิลีน
  - 1.2 ถังซีปขนาดเล็กและใหญ่
  - 1.3 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 12 นิ้ว เจาะรูรอบ ๆ ด้านข้างโดยมีผ้าตาข่ายสวมคลุมท่อไว้
  - 1.4 เครื่องวัดความเค็ม (Salinometer) แบบ hand refractometer ยี่ห้อ ATAGO Model S / Mill – E
  - 1.5 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Consort Model P 501
  - 1.6 เครื่องวัดค่าการละลายออกซิเจน (DO meter) และอุณหภูมิ ยี่ห้อ YSI Model 57
2. อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ
  - 2.1 อุลตราไวโอเลต/สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV/spectrophotometer) ยี่ห้อ Jas.Co Model 7800
  - 2.2 เตาเผา
  - 2.3 ตู้อบ
  - 2.4 เครื่องเขย่าพร้อมตะแกรงร่อนขนาดต่าง ๆ
  - 2.5 ชุดกรองน้ำ
  - 2.6 ครุชีเบิ้ล

## แผนการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2543 ถึง เดือนสิงหาคม 2544 โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือน ในช่วงขณะน้ำลงบริเวณชายหาดบางแสน-วอนนภา ตามที่กำหนดไว้ 5 สถานี (ดังแสดงในภาพที่ 11) ซึ่งแต่ละสถานีแบ่งเป็น 3 เขต ดังนี้

1. เขตน้ำซึมออกจากแผ่นดิน (water line) เป็นแนวที่อยู่ระหว่างเขต retention zone กับเขต resurgence zone ตามการแบ่งเขตหาดทรายของซัลวัต (Salvat, 1964) โดยเมื่อน้ำลงน้ำที่ขังอยู่ในเขต retention zone จะซึมออกมานี้ตามแรงดึงดูดของโลก (วิญญิต มัชชะจิตร, 2543)

2. เขตคลื่นแตกตัวตอนบน (upper surf zone) เป็นส่วนตอนบนของเขต resurgence zone ตามการแบ่งเขตหาดทรายของซัลวัต (Salvat, 1964) ช่วงน้ำขึ้นเต็มทีบริเวณนี้คลื่นมีลักษณะแตกตัว จากการเก็บตัวอย่างจะเป็นบริเวณที่ห่างจากเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดิน 20 เมตร

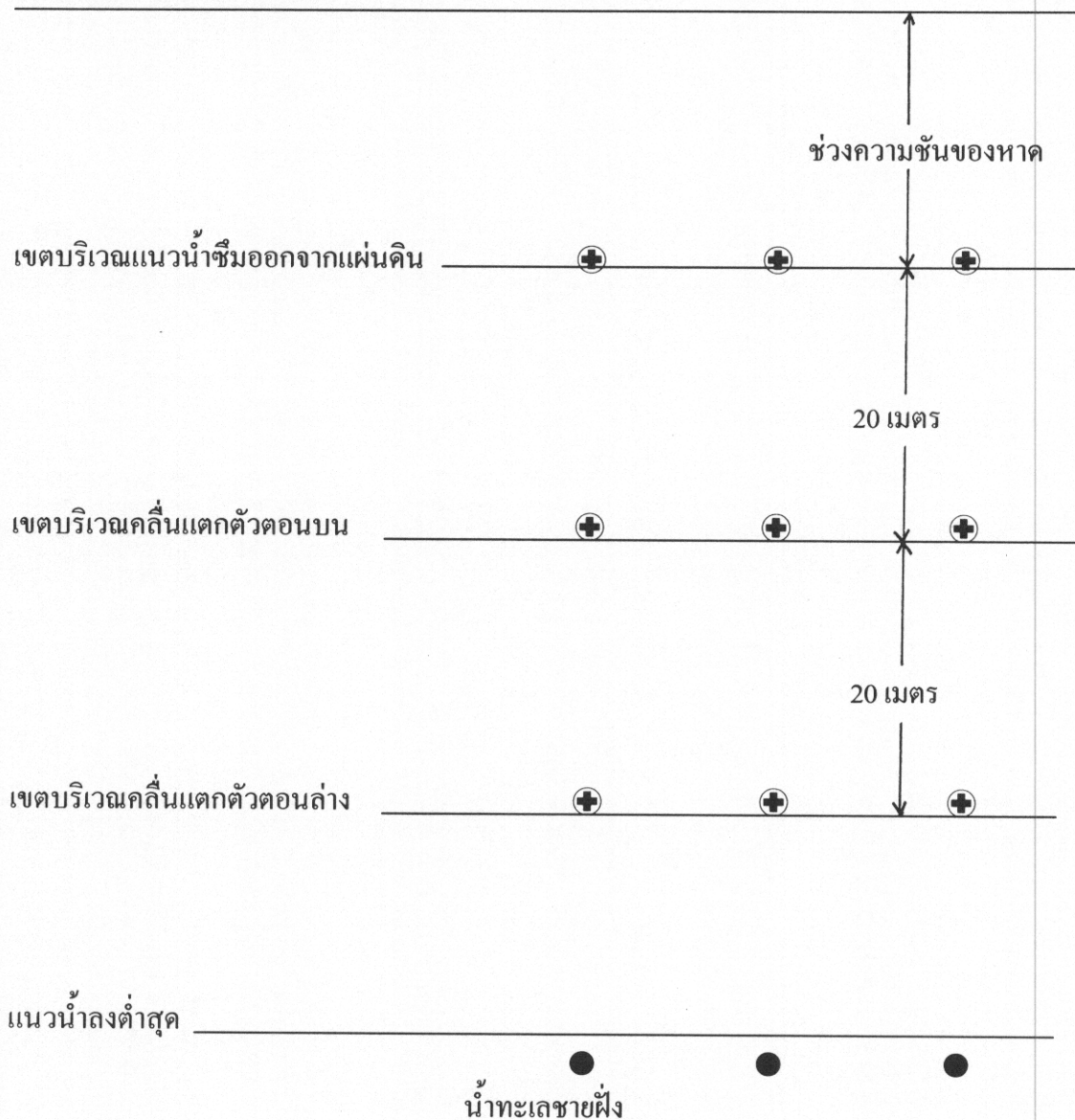
3. เขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง (lower surf zone) เป็นส่วนตอนล่างของเขต resurgence zone ตามการแบ่งเขตหาดทรายของซัลวัต (Salvat, 1964) ช่วงน้ำขึ้นเต็มทีบริเวณนี้คลื่นมีลักษณะแตกตัว จากการเก็บตัวอย่างจะเป็นบริเวณที่ห่างจากเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดิน 40 เมตร

โดยแต่ละเขตเป็นแนวเส้นตรงเดียวกันมีทิศลงไปในทะเล โดยเก็บตัวอย่างซ้ำในแต่ละเขตแบบสุ่มห่างประมาณ 1 เมตร ทั้งตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย ตัวอย่างทรายที่น้ำแทรกอยู่ และตัวอย่างน้ำทะเลเก็บตัวอย่างแบบสุ่มเช่นกัน

สถานี

1 ——— 0.5 km. ——— 2...3...4...5

แนวขอบบนความชัน (slope) ของหาด

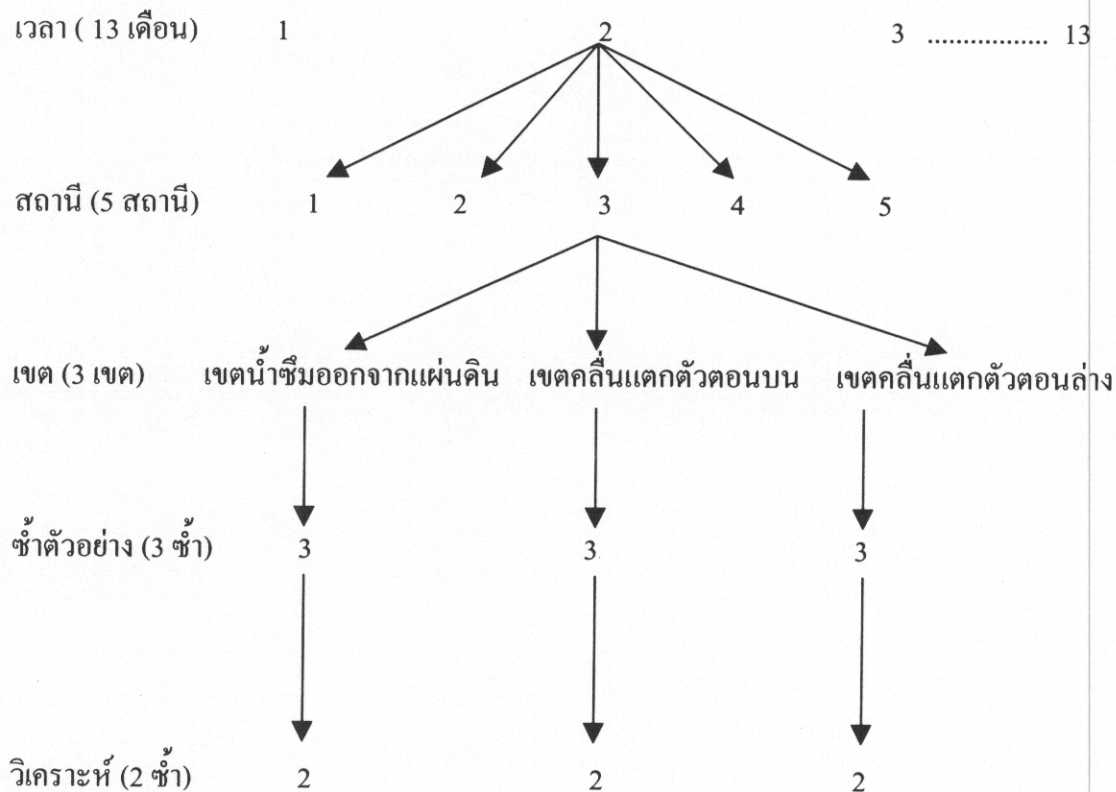


⊕ แทน จุดที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย และตัวอย่างทราย ของแต่ละเขต ในสถานี

● แทน จุดที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่ง

ภาพที่ 12 แสดงจุดการเก็บตัวอย่างของแต่ละเขตใน 1 สถานี

### แผนผังแสดงการเก็บตัวอย่าง

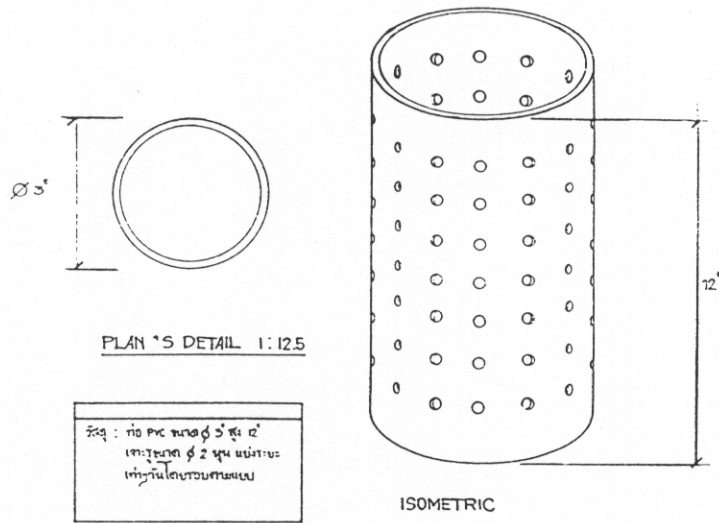


### ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีเริ่มโดยปักสายวัดเพื่อวางแนวโดยเริ่มเก็บจากเขตนํ้าซึมออกจากแผ่นดิน เขตคลื่นแตกตัวตอนบนและเขตคลื่นแตกตัวตอนล่าง ตามลำดับ แต่ละเขตสุ่มเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ และเก็บที่ละสถานีโดยทุกครั้งเก็บเรียงจากสถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 5 ตามลำดับ

#### 1. ตัวอย่างน้ำ

1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย ทำโดยชุดทรายให้มีขนาดพอที่ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 12 นิ้วพอลงปักได้จากนั้นปักท่อพีวีซี (ดังแสดงในภาพที่ 13) โดยมีผ้าตาข่ายสวมคลุมท่อแล้วฝังลงไปทำเช่นนี้ทั้ง 3 เขต แต่ละเขตเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ จากนั้นวัดค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างและความเค็มในภาคสนาม ต่อมาใช้กระบอกสูบน้ำคูดน้ำที่อยู่ในท่อเก็บตัวอย่างน้ำที่อยู่ระหว่างอนุภาคทรายนี้ประมาณ 900 มิลลิลิตร ใส่ขวดโพลีเอทิลีน เพื่อนำมาศึกษาปริมาณธาตุอาหารในน้ำในห้องปฏิบัติการโดยรักษาตัวอย่างในตู้เย็นที่ระดับความเย็นประมาณ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 13 ลักษณะอุปกรณ์ท่อพีวีซีที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย

**หมายเหตุ** สำหรับอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย เป็นอุปกรณ์ที่ประยุกต์ขึ้น และมีการทดลองก่อนนำมาใช้จริง ซึ่งเลือกใช้ท่อพีวีซี เพราะจากการศึกษาของ ฟอลเตอร์ และแซนสัน (Falter & Sansone, 1999) พบว่าท่อทรงกระบอกพลาสติก ประเภท พีวีซีเหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอนตามแนวปะการัง เนื่องจากทำได้ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อยและลดปัญหาการกัดกร่อนของอุปกรณ์จากน้ำทะเล โดยการทดลองจริงของผู้วิจัยพบว่าในแต่ละเขตเก็บตัวอย่างระดับน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายมีความลึกแตกต่างกัน โดยที่ความลึกมากที่สุดประมาณ 8 นิ้วถึงจะพบน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย ดังนั้นจึงเลือกใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 12 นิ้ว และลักษณะของท่อมีความแข็งแรงพอที่จะกันทรายไม่ให้ถล่มขณะเก็บตัวอย่างและได้ตัวอย่างน้ำในปริมาณที่เพียงพอสำหรับนำมาวิเคราะห์ ดังนั้นจึงประยุกต์อุปกรณ์นี้ขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายเฉพาะบนบริเวณหาดทราย

1.2 การเก็บตัวอย่างน้ำทะเลเพื่อใช้เปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำที่อยู่ระหว่างอนุภาคทราย โดยเก็บที่ช่วงกึ่งกลางของระดับความลึก 1 เมตร การเก็บจะเปิดฝาขวดโพลีเอทิลีนได้น้ำ แล้วเก็บตัวอย่างประมาณ 900 มิลลิลิตร และปิดฝาขวดได้น้ำเช่นกัน สุ่มเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำ ทำเช่นนี้ทุกสถานี ดังนั้นจะมีตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลที่นำมาวิเคราะห์ในแต่ละเดือนจำนวน 60 ตัวอย่าง

## 2. ตัวอย่างทรายที่น้ำแทรกอยู่

การเก็บตัวอย่างทรายเพื่อใช้หาปริมาณอินทรีย์สารและขนาดของอนุภาคทราย ทำโดยใช้พลั่วสนามตักดินขึ้นมาประมาณ 300 กรัมใส่ถุงซิปลาสติก ซึ่งในการเก็บตัวอย่างทรายต้องเก็บตรงจุดเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายโดยเก็บควบคู่กันไป ดังนั้นจะมีตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในแต่ละเดือนจำนวน 45 ตัวอย่าง

## วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

### 1. วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1.1 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลชายฝั่งในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยก่อนการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต้องกรองตัวอย่างน้ำก่อน เพื่อกำจัดตะกอนต่าง ๆ ที่แขวนลอยในน้ำโดยผ่านกระดาษกรอง GF/C

ตารางที่ 2 แสดงวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในตัวอย่างน้ำ

ธาตุอาหาร	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิงจาก
ฟอสเฟต	Phosphomolybdate ( Ascorbic Acid )	Strickland and Parsons, 1972
ซิลิเกต	Silicomolybdate	Strickland and Parsons, 1972
ไนโตรเจน		
- ไนเตรต	Cadmium Reduction	Strickland and Parsons, 1972
- ไนไตรต์	Diazotize	Strickland and Parsons, 1972
- แอมโมเนีย	Phenate	Strickland and Parsons, 1972

1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของตัวอย่างน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทรายและน้ำทะเลทรายฝั่งในภาคสนาม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการในน้ำ

คุณสมบัติบางประการในน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	DO meter ยี่ห้อ YSI Model 57
อุณหภูมิ	DO meter ยี่ห้อ YSI Model 57
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter ยี่ห้อ Consort Model P 501
ความเค็ม	Salinometer แบบ hand Refractometer ยี่ห้อ ATAG Model S / Mill – E

## 2. การวิเคราะห์ตัวอย่างทรายที่น้ำแทรกอยู่

การวิเคราะห์คุณลักษณะทราย ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์สารของทรายและขนาดของอนุภาคทราย โดยก่อนการวิเคราะห์ต้องนำทรายไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นในทราย

2.1 ขนาดของอนุภาคทราย ทำโดยนำทรายที่อบแห้งแล้วจำนวน 50 กรัม นำมาร่อนผ่านตะแกรงที่วางบนเครื่องเขย่า (shaker) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูต่าง ๆ กัน คือ 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.063 มิลลิเมตร เรียงเป็นชั้นจากด้านบนลงมาตามลำดับ แล้วนำทรายที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละขนาดมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปคำนวณหาค่ากลางของขนาดอนุภาคทราย (median grain size)

### การคำนวณ ค่ากลางของขนาดอนุภาคทราย

2.1.1 นำทรายที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละขนาดมาชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทรายของแต่ละขนาด

2.1.2 จากข้อ 1. นำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมของน้ำหนักทราย

2.1.3 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าของขนาดทรายในแต่ละชั้นของตะแกรง (2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.063 มิลลิเมตร) กับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของน้ำหนักทราย ถ้าน้ำหนักของอนุภาคใดมีค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของน้ำหนักทรายที่ 50 ถือเป็นขนาดอนุภาคทรายโดยเฉลี่ย (เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร, 2534)



2.2 ปริมาณอินทรีย์สารของทราย เป็นการวิเคราะห์โดยวิธีการเผา (ignition loss) นำทรายที่อบแห้งแล้วจำนวน 5 กรัม ใส่ในครุชีเบิ้ลที่ผ่านการเผาเพื่อไล่ความชื้นแล้ว จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักทรายที่หายไปหลังจากการเผา นั่นคือน้ำหนักสารอินทรีย์ของทราย แล้วนำมาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของสารอินทรีย์รวม (Byer, Mills, & Stewart, 1978)

**การคำนวณ** ปริมาณอินทรีย์สารทั้งหมดของทราย

$$\text{ปริมาณอินทรีย์สารของทราย (\%)} = \frac{(\text{นน.ทรายก่อนเผา} - \text{นน.ทรายหลังเผา}) \times 100}{\text{นน.ทรายก่อนเผา}}$$

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็นแนวทางอธิบายความแตกต่างที่ซับซ้อนของข้อมูลการศึกษาทั้งหมด เพื่อให้ทราบว่าองค์ประกอบของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย น้ำทะเลชายฝั่ง และองค์ประกอบของอนุภาคทรายในแต่ละระดับของปัจจัยมีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งจากแผนการเก็บตัวอย่างมีปัจจัยหลักคือ เวลา (13 ระดับ) สถานี (5 ระดับ) และเขตเก็บตัวอย่าง (3 ระดับ) ทั้งนี้ปัจจัยทั้งสามเป็นปัจจัยคงที่ทั้งหมดใช้ ANOVA แบบ 3-fixed factors แบบหุ่น ANOVA ของการทดสอบเป็นดังนี้

$$X_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + e_{ijkl}$$

เมื่อ  $A$  = เวลา  $i$  = จำนวนเวลา  
 $B$  = สถานี  $j$  = จำนวนสถานี  
 $C$  = เขตเก็บตัวอย่าง  $k$  = จำนวนเขตเก็บตัวอย่าง  
 $e$  = ค่า  $l$  = จำนวนซ้ำ

ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวนต้องทำการทดสอบความเป็นหนึ่งเดียวของความแปรปรวน (homogeneity of variance) ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของความเป็นหนึ่งเดียวของความแปรปรวนจะทำการแปลงข้อมูลด้วย  $\log(X+1)$  เพื่อลดขนาดความแปรปรวนของข้อมูล โดยระดับความมีนัยสำคัญที่ใช้ตลอดการทดสอบคือ  $p < .05$  การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS 10.0 for Windows (Norusis, 1994) มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (multivariate analysis of variance: MANOVA) เพื่อต้องการทราบว่าข้อมูลโดยรวมในแต่ละระดับของปัจจัยมีความแตกต่างกันหรือไม่

ถ้ามีความแตกต่างจะทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนของธาตุอาหาร คุณสมบัติบางประการและคุณลักษณะของทรายในแต่ละตัวแปร

2. วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ของข้อมูลแต่ละตัวแปร เพื่อต้องการทราบว่าตัวแปรนั้น ๆ ในแต่ละระดับของปัจจัยมีความแตกต่างกันหรือไม่ แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis: PCA) โดยใช้โปรแกรม PC-ORD (Mc Cune & Mefford, 1995) เพื่อช่วยเป็นแนวทางอธิบายความแตกต่างที่ซับซ้อนของข้อมูลแต่ละตัวแปรได้ชัดเจนขึ้น

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมบนหาดทรายที่ศึกษาด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient)

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ธาตุอาหาร คุณสมบัติบางประการในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย และคุณลักษณะของทรายกับสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดบางแสน-วอนนภา (รุจิรัตน์ สุวรรณธารา, 2546) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน