

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุณลักษณะของตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่นในพื้นที่ชายฝั่ง  
ที่มีการกัดเซาะจังหวัดสมุทรสาคร  
Characteristics of Sediment on Breakwater in Coastal Erosion Areas,  
Samutsakorn Province



ร.พ.  
๑๑๒๔ ค  
๑๕๕๑

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 104546  
วันเดือนปี..... - 5 พ.ย. 2552

b. 12159232  
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กรุงเทพมหานคร 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง คุณลักษณะของตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่นในพื้นที่ชายฝั่ง  
ที่มีการกัดเซาะจังหวัดสมุทรสาคร

Characteristics of Sediment on Breakwater in Coastal Erosion Areas,  
Samutsakorn Province

ชื่อนักศึกษา นายวรพล บุรณะสัมฤทธิ์

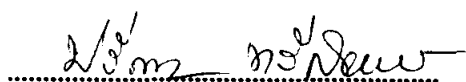
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์)

ภาควิชารับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ ๑๕ เดือน ๓ พ.ศ. ๒๕๖๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

#### คุณลักษณะของตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่นในพื้นที่ชายฝั่ง ที่มีการกัดเซาะจังหวัดสมุทรสาคร

#### Characteristics of Sediment on Breakwater in Coastal Erosion Areas, Samutsakorn Province

การเกิดกัดเซาะชายฝั่งบริเวณอ่าวไทยตอนใน มีสาเหตุจากการเกิดการกัดเซาะจากธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้พื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะเข้ามา ดังนั้นจึงมีการใช้แนวสลายพลังงานคลื่นมาช่วยลดความแรงของคลื่นที่พัดเข้าหาฝั่ง ซึ่งนอกจากจะช่วยสลายพลังงานคลื่นได้แล้วยังทำหน้าที่เสมือนเขื่อนช่วยดักจับตะกอนไม่ให้ไหลไปตามความลาดของท้องน้ำ โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกศึกษาคุณลักษณะของตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น และดูถึงความอุดมสมบูรณ์ของตะกอน โดยทำการเก็บตัวอย่างตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น 2 แบบ คือ แนวไม้ไผ่และแนวไส้กรอกสันทราย นำมาหาเปอร์เซ็นต์ sand silt clay เพื่อทำการบอกถึงลักษณะของตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น และทำการหาค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เพื่อบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของตะกอน จากผลการศึกษาพบว่าลักษณะของตะกอนบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น จะมีอยู่สองแบบคือ sandy clay loam เป็นส่วนใหญ่และ sandy loam 2 จุด คือ กลางแนวไม้ไผ่(B) และหลังแนวไส้กรอก(E) ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น 2 บริเวณ คือ กลางแนวไม้ไผ่(B) และหลังแนวไส้กรอก(E) จะเห็นได้ว่าลักษณะของตะกอนจะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุป	19
เอกสารอ้างอิง	21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตารางผนวก

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ sand silt clay และค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลาย พลังงานคลื่น	25
2	แสดงเปอร์เซ็นต์ sand silt clay และค่าเฉลี่ยบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงาน คลื่น	26
3	แสดงเปอร์เซ็นต์ sand silt clay และค่าเฉลี่ยบริเวณป่าชายเลน	27
4	แสดงค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงาน คลื่น	27
5	แสดงค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลาย พลังงานคลื่น	28
6	แสดงค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณป่าชายเลน	29
7	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงาน คลื่น	29
8	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงาน พลังงานคลื่น	30
9	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณป่าชายเลน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะบริเวณอ่าวไทย	2
2	ลักษณะอ่าวไทยตอนใน	3
3	ชนิดแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton)(ก) ,และแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton)(ข)	8
4	การกัดเซาะโดยกระแสน้ำ	9
5	อัตราการตกตะกอนโดยวัดจากระยะทาง	10
6	แสดงการสะสมของตะกอนในแต่ละฤดู	11
7	แสดงการสะสมของตะกอน	12
8	เปอร์เซ็นต์ของ sand, silt, clay ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่นและป่าชายเลน	16
9	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่นและป่าชายเลน	17
10	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินตะกอน ในแนวสลายพลังงานคลื่นและป่าชายเลน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา มีการกัดเซาะชายฝั่งอ่าวไทยรูปตัว ก. เป็นอย่างมาก ซึ่งสาเหตุของการเกิดการกัดเซาะชายฝั่งอาจเกิดได้หลายสาเหตุ ทั้งสาเหตุที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและสาเหตุที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ อาทิ เช่น ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น แผ่นดินทรุด คลื่นลมตามฤดูกาล คลื่นพายุและการใช้ประโยชน์จากชายฝั่งในทางที่ผิดประเภท ทำให้พื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะเข้ามาเป็นระยะทางหลายกิโลเมตร ทำให้ชุมชนที่อาศัยอยู่ตามบริเวณชายฝั่งได้รับความเดือดร้อน ทำให้ป่าชายเลนซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง เกิดการเสื่อมโทรมและเสียหายจากการกัดเซาะชายฝั่ง ผู้ที่เกี่ยวข้องและมีหน้าที่รับผิดชอบจึงได้หาหนทางในการช่วยลดการกัดเซาะชายฝั่ง โดยใช้แนวสลายพลังงานคลื่น

แนวสลายพลังงานคลื่นมีหลากหลายแบบ เช่น แนวไม้ไผ่ แนวได้กรอกสันทรายและแนวหินทิ้งหน้าที่ของแนวสลายพลังงานคลื่น นอกจากจะช่วยในการลดความแรงของคลื่นที่เข้ามากระทบกับชายฝั่งแล้ว ยังทำหน้าที่เสมือนเขื่อนคอยดักจับตะกอนไม่ให้ไหลไปตามความลาดของท้องน้ำ โดยตะกอนที่ถูกดักจับจะค่อยๆ มีการสะสมและทับถมกันบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น จนเกิดเป็นพื้นดินที่ใช้ในการปลูกป่าชายเลน ซึ่งเป็นแนวสลายพลังงานคลื่นโดยธรรมชาติและมีประสิทธิภาพดีกว่าแนวสลายพลังงานคลื่นทุกแบบ

ดังนั้นการศึกษาคุณลักษณะและความอุดมสมบูรณ์ของตะกอน บริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น จะทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของตะกอนที่จะใช้ในการช่วยเสริมการปลูกป่าชายเลนขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### 1. ลักษณะของอ่าวไทย (Gulf of Thailand)

อ่าวไทย เป็นอ่าวที่อยู่ในทะเลจีนใต้ (มหาสมุทรแปซิฟิก) ล้อมรอบด้วยประเทศไทย มาเลเซีย กัมพูชา และเวียดนาม จุดเหนือสุดของอ่าวไทย ตรงปากแม่น้ำเจ้าพระยา เรียกว่า อ่าวประวัติศาสตร์ รูปตัว ก. (ต่างชาติเรียกว่า อ่าวกรุงเทพฯ) อ่าวไทยมีพื้นที่ 300,858.76 ตารางกิโลเมตร เขตแดนของอ่าวไทยกำหนดด้วยเส้นที่ลากจากแหลมกาเมา (แหลมญวน) ทางตอนใต้ของเวียดนาม ไปยังเมืองโกตาบารูในชายฝั่งมาเลเซีย ซึ่งอยู่ห่างกัน 381 กิโลเมตรชายฝั่งทะเลอ่าวไทยทอดยาว 1,840 กิโลเมตร มีความลึกเฉลี่ย 45 เมตร ซึ่งถือว่าตื้นมาก จุดที่ลึกที่สุดลึกเพียง 80 เมตร จึงทำให้การแลกเปลี่ยนระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็มเป็นไปอย่างเชื่องช้า น้ำจืดจำนวนมากที่ไหลมาจากแม่น้ำต่างๆ ทำให้น้ำทะเลในอ่าวไทยมีระดับความเค็มต่ำ (3.05-3.25%) และมีตะกอนสูง บริเวณที่ลึกกว่า 50 เมตร มีความเค็มสูงกว่านั้น (3.4%) ซึ่งเกิดจากน้ำทะเลที่ไหลเข้ามาจากทะเลจีนใต้ แม่น้ำสายหลักที่นำน้ำในแม่น้ำไหลลงสู่อ่าวไทย คือ แม่น้ำเจ้าพระยา (รวมแม่น้ำท่าจีน ที่แยกสาขาออกมา) แม่น้ำแม่กลองที่ไหลลงสู่อ่าวแม่กลอง จ.สมุทรสงคราม และแม่น้ำตาปีที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน จ.สุราษฎร์ธานี ([www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org))



ภาพที่ 1 แผนที่บริเวณของอ่าวไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ที่มา: [www.tonyjaa.org](http://www.tonyjaa.org)  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่าวไทยตอนใน เป็นพื้นที่รองรับน้ำจากแม่น้ำแม่กลอง ท่าจีน เจ้าพระยา และบางปะกง ซึ่งนำพาน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆลงสู่ทะเล ทั้งจากพื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน และอุตสาหกรรม รวมทั้งพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ส่งผลให้คุณภาพน้ำทะเลอ่าวไทยตอนในเสื่อมโทรมลง คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณอ่าวไทยตอนในค่อนข้างเสื่อมโทรมในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 สาย คือ แม่น้ำเจ้าพระยา (รวมแม่น้ำท่าจีน ที่แยกสาขาออกมา) แม่น้ำแม่กลองที่ไหลลงสู่อ่าวแม่กลอง จ.สมุทรสงคราม และแม่น้ำตาปีที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน จ.สุราษฎร์ธานี



ภาพที่ 2 แผนที่บริเวณของอ่าวไทยตอนใน

ที่มา: [www.thaiwaterbirds.com](http://www.thaiwaterbirds.com)

## 2. การกัดเซาะชายฝั่งและการสูญเสียพื้นที่ดิน

หมู่บ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่วิกฤติที่มีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรง ตลอดระยะเวลา 28 ปีที่ผ่านมาโรงเรียนที่ทำการของส่วนราชการ รวมถึงประชาชนต้องอพยพ ถอยร่นเข้าไปในแผ่นดินครั้งแล้วครั้งเล่า ในระยะเวลากว่า 2 ทศวรรษ ครั้งที่ผ่านมาระยะหนึ่งโรงเรียนของชุมชนต้องย้ายสถานที่ตั้งมาแล้วถึง 4 ครั้ง ส่วนผู้ใหญ่บ้านเองก็ย้ายบ้านมาแล้วถึง 4 ครั้งเช่นกัน การเพิ่มขึ้นของการกัดเซาะที่เกิดขึ้นในบ้านขุนสมุทรจีนนี้ เป็นผลจากการสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ตลอดแนวชายฝั่ง เมื่อปราศจากระบบรากของ ป่าชายเลนที่จะคอยอนุรักษ์เสถียรภาพของแนวชายฝั่งและช่วยเพิ่มตะกอนแล้ว แนวชายฝั่งก็ไม่อาจต้านทานเอกลำคลื่นเป็นเอกลำหรือที่ส่งวนเวียนหรือการเข่นเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อน้ำเข้าเห็นาเปซึ่งประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อกระแสลมแรง คลื่นและกระแสน้ำ ที่ถาโถมเข้าใส่อยู่ได้อีกต่อไป ทุกวันนี้ชาวบ้านต่างร่วมแรงร่วมใจกันรักษาวัดขุนสมุทราวาสซึ่งเป็นศูนย์รวมจิตใจของหมู่บ้านเอาไว้ ทั้งที่ในอดีตวัดนี้เคยตั้งอยู่ไกลจากแนวชายฝั่งมาก แต่ปัจจุบันพื้นที่กว่าครึ่งหนึ่งของวัดจมอยู่ใต้น้ำทะเล แม้ว่าชาวบ้านได้ร่วมกันสละทรัพย์สินส่วนตัวเพื่อรักษาไว้ แต่พวกเขาไม่สามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขต้นตอที่ทำให้เกิดการกัดเซาะได้ หากปราศจากการดำเนินงานและความช่วยเหลืออย่างจริงจังจากหน่วยงานภาครัฐบ้านขุนสมุทรวาส รวมถึง หมู่บ้านอื่น ๆ ที่ประสบปัญหาในลักษณะเดียวกัน ก็จะต้องอพยพย้ายไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มีแผ่นดิน และเมื่อئั้นก็จะไม่มีหมู่บ้านเหลืออยู่อีกต่อไป ([www.dmr.go.th](http://www.dmr.go.th))

### 3. สาเหตุการกัดเซาะชายฝั่งทะเล

การกัดเซาะชายฝั่งเป็นปัญหาสำคัญสำหรับหลายพื้นที่ของชายฝั่งทะเลไทย ซึ่งสาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งเกิดได้หลายสาเหตุทั้งที่เป็นสาเหตุตามธรรมชาติและสาเหตุที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เอง ตัวอย่างสาเหตุตามธรรมชาติเช่น ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น แผ่นดินทรุดตัว คลื่นจากลมฤดูกาลและลมพายุ เป็นต้น ตัวอย่างสาเหตุที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เช่น แผ่นดินทรุดจากการสูบน้ำบาดาลไปใช้ ตะกอนจากแม่น้ำลดลง เป็นต้น สำหรับสาเหตุการกัดเซาะชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาครนั้นยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน แต่สาเหตุที่แน่ชัดคือการทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลไปใช้ สาเหตุสำคัญประการถัดมาน่าจะเป็นการกัดเซาะชายฝั่งจากคลื่นและขาดตะกอนแขวนลอยที่จะมาเติมตะกอนที่หายไป การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำและการขุดลอกร่องน้ำเพื่อการเดินเรือบริเวณปากแม่น้ำแล้วนำตะกอนขุดลอกไปทิ้งกลางทะเลก็น่าจะเป็นการดึงตะกอนชายฝั่งออกไปเช่นกัน สาเหตุหลักตามธรรมชาติที่กล่าวถึงกันบ่อยก็คือระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น ในต่างประเทศจะมีข้อมูลระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นชัดเจนจากสถานีวัดระดับน้ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำในความดูแลของกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวีพบว่าในรอบ 100 ปีที่ผ่านมา ระดับน้ำทะเลปานกลางที่สถานีวัดระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น ประมาณ 10 เซนติเมตร แสดงว่าระดับน้ำทะเลสูงขึ้นเฉลี่ยปีละประมาณ 1 มิลลิเมตร เท่านั้นซึ่งน้อยกว่าอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินตามแนวชายฝั่ง (ปราโมทย์และคณะ, 2550)

### 4. การป้องกันกัดเซาะชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร

ปัจจุบันประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามันได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของท้องทะเลก่อให้เกิดความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงทิศทางของกระแสคลื่น ลม เป็นผลให้ชายฝั่งทะเลบริเวณดังกล่าว มีการกัดเซาะอย่างรุนแรง รวมทั้งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเล โดยผิดหลักการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการสร้างสิ่งก่อสร้างเพื่อเอกลำน้ำเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่อยู่อาศัย การเกษตรกรรมโดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณพื้นที่ชายป่าเลน ซึ่งทำให้พื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกทำลายสูญเสียดินที่เป็นจำนวนมาก เป็นปัจจัยเสริมให้มีการกัดเซาะชายฝั่งทะเลมากขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามันมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 2600 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 17 จังหวัด จากการศึกษาพบว่าบริเวณชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะอย่างรุนแรง มีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ยมากกว่า 5 เมตรต่อปี ได้แก่จังหวัดบริเวณอ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เช่น จันทบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ กรุงเทพมหานครบุรี เป็นต้น โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ทะเลชายฝั่งสมุทรสาครมีอัตราการกัดเซาะรุนแรงปานกลางมีระยะทางประมาณ 1 – 5 เมตรต่อปี ก่อให้เกิดปัญหาความเดือดร้อนทางด้านที่อยู่อาศัย และพื้นที่เกษตรกรรมรวมทั้งระบบนิเวศชายฝั่ง (coastal ecosystem) เนื่องจากพื้นที่ดินกรรมสิทธิ์ได้ถูกกัดเซาะเสียหายจมอยู่ในทะเล ดังกล่าวซึ่งได้มีการคิดวางแผนและมาตรการที่จะป้องกันพื้นที่ชายฝั่งไม่ให้ถูกกัดเซาะอีกต่อไป จึงได้ร่วมกันจัดทำโครงการแก้ปัญหา การกัดเซาะและฟื้นฟูที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรสาคร โดยมีส่วนร่วมของประชาชนร่วมกับองค์การภาครัฐโดยเฉพาะกรมทรัพยากรชายฝั่งทะเล

#### 5. ความสำคัญของพื้นที่ป่าชายเลนต่อพื้นที่ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความสำคัญมากแห่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องความอุดมสมบูรณ์ของอินทรีย์สารในพื้นที่ชายฝั่งทะเล เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์รวมถึงสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการปะทะของคลื่นลมซึ่งอาจทำให้เกิดการพังทลายของชายฝั่ง และยังช่วยกรองสิ่งปฏิกูลและสารพิษต่างๆ ที่ลงมาจากพื้นที่ชายฝั่งมิให้ออกสู่ทะเล จากข้อมูลการสำรวจพบว่าป่าชายเลนได้ถูกทำลายและใช้ประโยชน์รวมทั้งการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยมีมนุษย์ เช่น การทำนา การทำเหมืองแร่ หรือใช้เป็นที่อยู่อาศัย เป็นต้น จากการศึกษาในช่วงปี 2522 – 2528 เป็นช่วงที่มีอัตราการทำลายป่าชายเลนสูงสุด

ดังนั้นจึงมีความพยายามของหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องเข้าไปฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชายเลน ด้วยการปลูกป่าชายเลนทดแทนป่าธรรมชาติที่ถูกทำลายไปเพื่อช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ในพื้นที่ชายฝั่งให้กลับสู่สภาพใกล้เคียงในอดีต การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ของป่าชายเลน ไม่ว่าจะเป็นการทำนา การเปิดผิวน้ำดินจะทำให้ตะกอนดินเสื่อมสภาพทั้งกายภาพ และทางเคมี เช่น ตะกอนดินจะเกาะตัวแน่น และแข็ง ตะกอนดินจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากการผสมของทรายในเนื้อดินตะกอน ปริมาณอินทรีย์สารลดน้อยลง นอกจากนี้พื้นดินป่าชายเลนที่มีการเปิดโล่งไว้เป็นเวลานานจะพบจอมหอบมากขึ้น ซึ่งแม่หอบที่อาศัยอยู่ในจอมหอบนี้ จะทำให้ดินเสื่อมสภาพมากขึ้น ผลผลิตของป่าลดน้อยลง (ดร.ณวรรณและคณะ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. คุณลักษณะของตะกอน (Sediment characteristics)

### 6.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristics)

โดยปกติแล้วหากแบ่งตะกอนบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในอ่าวหรือปากแม่น้ำแล้วสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ ตะกอนโคลน(Muddy Sediment) ประกอบด้วยดินร่วนกับดินเหนียว มีขนาดอนุภาคประมาณ <math>< 63 \mu\text{m}</math> และตะกอนทราย(Sandy Sediment)เป็นดินร่วนปนดินทราย มีขนาดอนุภาค >math>> 63 \mu\text{m}</math> (Neilsen et al., 2002) โดยตะกอนทั้งสองมีความแตกต่างกันทั้งทางกายภาพและเคมี ซึ่งส่วนใหญ่ตะกอนที่พบมากบริเวณไหล่ทวีป บริเวณปากแม่น้ำหรืออ่าว รวมทั้งบริเวณชายฝั่งจะเป็นตะกอนโคลน (Berlamont et al., 1993) ซึ่งมีองค์ประกอบที่สลับซับซ้อนมากกว่า ตะกอนทรายและยากแก่การจำแนก ส่วนตะกอนทรายนั้นสามารถจำแนกได้ง่ายโดยใช้ความแตกต่างกันของขนาดตะกอนในการจำแนก ซึ่งองค์ประกอบในตะกอนแต่ละชนิดประกอบไปด้วยแร่ธาตุต่างๆที่มีปริมาณและชนิดที่แตกต่างกัน ปริมาณและชนิดของสารอินทรีย์ซึ่งมีที่มาและระยะเวลาไม่เหมือนกัน ปริมาณส่วนผลสมของตะกอนที่มีไม่เท่ากัน รวมทั้งองค์ประกอบที่ได้จากน้ำที่ตะกอนอยู่ก็ต่างกัน ดังนั้น ด้วยลักษณะขององค์ประกอบที่แตกต่างกันจึงทำให้ตะกอนทั้งสองสามารถเรียกให้เข้าใจยิ่งขึ้นได้ว่า ตะกอนเกาะตัว (Cohesive Sediment or Muddy Sediment) และตะกอนไม่เกาะตัว (Non-cohesive Sediment or Sandy Sediment)

### 6.2 คุณลักษณะทางเคมีของตะกอน (Chemical Characteristics)

ลักษณะทางเคมีเป็นลักษณะภายในของดินตะกอนที่เราไม่สามารถจะมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง และมีคุณสมบัติที่เป็นทางเคมี หรือมีปฏิกิริยาที่เป็นทางเคมีที่สำคัญ เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างของดินตะกอน หรือ พีเอช (pH) ของดินบริเวณชายฝั่ง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตะกอนดิน หรือที่เรียกกันว่า พีเอช จะบอกเป็นค่าตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 14 โดยถ้าดินมีค่าน้อยกว่า 7 ดินนั้นจะเป็นกรด ยิ่งน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก ถ้าดินมี พีเอช มากกว่า 7 จะเป็นดินด่าง แต่ปกติแล้ว พีเอช ของดินทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 5 หรือ 8 ถ้าดินมี พีเอช เท่ากับ 7 พอดี แสดงว่าดินเป็นกลาง ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน มีความสำคัญมาก เพราะเป็นตัวควบคุมการละลายธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลายในดิน ถ้าดินมีค่าพีเอช ไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลายออกมาได้น้อย

#### - ความจุในการดูดยึดประจุบวกของดิน

คุณสมบัติการดูดยึดธาตุประจุบวกของดินเกิดขึ้นจากการที่ดินมีแร่ดินเหนียว ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอนุภาคดินเหนียวของดิน แร่ดินเหนียวมีโครงสร้างเป็นผลึก มีลักษณะแบนบางเหมือนแผ่นกระดาษ ผลึกเหล่านี้เรียงซ้อนทับกันเหมือนกับหน้าหนังสือ แต่มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เนื่องจากผลึกของโครงสร้างของแร่ดินเหนียวมีประจุไฟฟ้าลบ จึงมีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้อนุภาคดินเหนียวมีประจุไฟฟ้าลบบด้วย แต่จะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ดินเหนียวที่เป็นองค์ประกอบ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณจำนวนประจุทั้งหมดของดินได้ ค่าปริมาณของประจุลบต่อหน่วย น้ำหนักของดิน เรียกว่า " ความจุในการดูดยึดประจุบวกของดิน " ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของดิน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการดูดยึดและแลกเปลี่ยนประจุบวก ซึ่งควบคุมระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ความรุนแรงของสภาพความเป็นกรด ความเค็มของดิน และความยุ่งยากในการแก้ไข นอกจากนี้ยังมีส่วนควบคุมหรือต้านทานการเปลี่ยนแปลงของดินต่อสภาพแวดล้อม และสารที่เป็นพิษ หรือเป็นอันตรายต่อสิ่งที่มีชีวิต พืช สัตว์ หรือมนุษย์ คุณสมบัติของดินเนื่องจากมีประจุไฟฟ้าลบบเป็นประโยชน์ในการต้านทาน สารพิษที่เกิดขึ้นในดิน ถ้าเป็นดินเหนียวจะมีความสามารถสูง แต่ถ้าเป็นดินทราย จะมีความสามารถต่ำกว่ามาก เพราะไม่มีแร่ดินเหนียวหรือมีก็น้อย อนุภาคของดินที่เป็นทราย และอนุภาคตะกอนหรือซิลท์จะไม่มีประจุลบ (ยงยุทธและคณะ, 2540)

#### - ความเค็มของดินหรือตะกอน

ความเค็มของดินตามธรรมชาติไม่ได้เกิดขึ้นทั่วไป แต่ถ้าพบว่าเกิดขึ้นกับดิน ณ บริเวณใด บริเวณหนึ่งจะเป็นอุปสรรคอย่างมากต่อการปลูกพืช ความเค็มของดินเกิดจากกรที่มีสารละลายของเกลือสะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก ที่สำคัญ ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกลั่นเอง ดินเค็มที่พบตามชายทะเล ที่มาของเกลือก็คือจากน้ำทะเล ซึ่งครั้งหนึ่งดินบริเวณนั้นได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลมาก่อน เช่น เคยมีน้ำทะเลเล็เข้ามาท่วม หรือเป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่พัดมาทับถมโดยน้ำทะเล (ยงยุทธและคณะ, 2540)

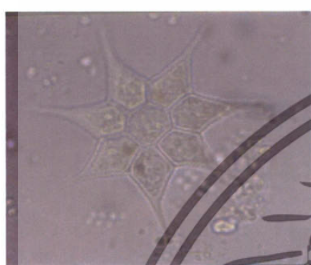
### 6.3 คุณลักษณะทางชีวภาพของตะกอน (Biological Characteristic)

เนื่องจากตะกอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งในแหล่งน้ำ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่จะสามารถพบได้ในตะกอน ก็จะเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ซึ่งมีทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำหรือสัตว์หน้าดิน (Benthic fauna or Benthos) และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Benthic planktons)

สัตว์หน้าดิน (Benthic fauna or Benthos) หมายถึง สิ่งมีชีวิตประเภทสัตว์ที่อาศัยอยู่บนหรือฝังตัวตามพื้นท้องน้ำหรือพื้นทะเล และเมื่อร่อนผ่านตะแกรงจะติดค้างอยู่ในตะแกรงขนาดตา 0.5 - 1.0 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์จำพวกที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ไส้เดือนทะเล ครัสตาเซียน หอยฝาเดียว และหอยสองฝา ฯลฯ สัตว์หน้าดินยังรวมถึงปลาต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ตามหน้าดินด้วย (ยงยุทธและคณะ, 2540)

สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Benthic planktons) ประกอบด้วย แพลงก์ตอน (plankton) คือ สิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ขนาดเล็กที่ล่องลอยไปตามกระแสน้ำ ไม่สามารถว่ายน้ำไปยังทิศทางที่ต้องการอย่างอิสระ ใช้ระยะเวลาทั้งหมด หรือบางส่วนในช่วงเวลาของการเติบโต และสืบพันธุ์ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) คือสาหร่ายต่างๆ เช่น ไดอะตอม เป็นต้น แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) คือ โพรทิสต์พวกโปรโตซัว แมงกะพรุน หิววัน ตัวอ่อนของสัตว์หลายชนิด เช่น กุ้ง ปู กิ้ง หอย ปลาบางชนิด เป็นต้น และแบคทีเรีย (bacteria) เมื่อมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีความขุ่นสูงขึ้น แพลงก์ตอนพืชต้องการเกลือแร่, คาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ และแสงแดด ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กินพวกแพลงก์ตอนพืชที่ยังมีชีวิตและตายแล้ว รวมทั้งเศษอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ในน้ำเป็นอาหาร ส่วนแบคทีเรียอาศัยอินทรีย์วัตถุที่เน่าสลายเป็นอาหาร



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ชนิดแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) (ก) และแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) (ข)

ที่มา : [www.google.co.th](http://www.google.co.th)

## 7. การกัดเซาะชายฝั่ง (Coastal Erosion)

การกัดเซาะโดยกระแสน้ำ กระแสน้ำจะเซาะเปลือกโลกให้ลึกกร่อนพังทลายลงมา และพัดพาเอาหินส่วนต่างๆ ที่หลุดออกมาให้เคลื่อนที่ไปในรูปของตะกอน การที่กระแสน้ำกัดเซาะบริเวณริมฝั่งแม่น้ำจนพังทลายไป เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ โดยรูปร่างของแม่น้ำ จะมีผลต่อการไหลของน้ำและการทับถมของตะกอน

การกัดเซาะโดยกระแสนลม ลมเป็นปัจจัยที่มีผลน้อยที่สุดต่อการเกิดการกร่อน แต่อย่างไรก็ดีกระแสนลมจะทำให้เปลือกโลกเกิดการกร่อนได้มาก ถ้าบริเวณนั้นเป็นเขตที่แห้งแล้งผิวดินขาดพืชคลุมดิน เช่น เขตทะเลทราย บริเวณที่ป่าไม้ถูกทำลาย และภูเขาที่โล่งเตียน

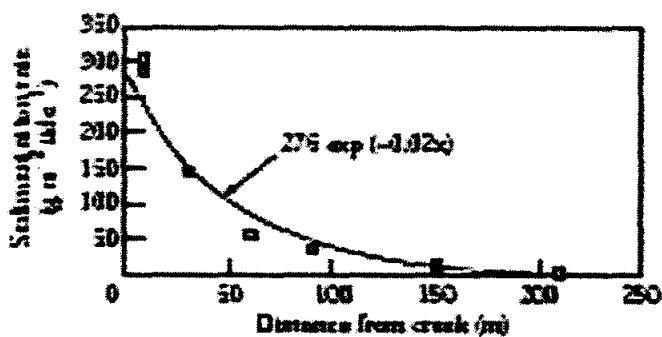
การกัดเซาะโดยคลื่น คลื่นทำให้เกิดการกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง โดยคลื่นจะกัดเซาะพื้นดินและคลื่นขนาดใหญ่จะปะทะกับ หินต่างๆ ที่อยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลด้วยแรงมหาศาล ในที่สุดก็จะทำให้หินแตกออกเป็นชิ้นตะกอนได้ และคลื่นยังทำให้รอยแยกเล็กๆ ของหินมีขนาดใหญ่ขึ้น ในที่สุดก็จะเกิดการพังทลายลงมา (ภาพที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. การพัดพาของตะกอน (Sediment Transportation)

กระบวนการที่แรงธรรมชาตินำเอาหิน ดินที่ฝังลึกกว่าที่หนึ่งไปยังที่หนึ่ง การเคลื่อนที่ของมวลหิน ดิน ทราย โดยกระแสน้ำ กระแสนลม หรือธารน้ำแข็ง ภายใต้แรงดึงดูดของโลก อนุภาคขนาดเล็กจะถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งขนาดของอนุภาคเป็นผลจากการกระทำร่วมกันระหว่าง อนุภาคตะกอน และความเร็วในการพัดพาตะกอน แชนวอลอย (Rouse,1937, Hunt,1969, Smith,1977, McLean,1992) วัตถุที่แม่น้ำพัดพาไป ได้แก่ วัตถุลอยน้ำได้ทั้งขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก วัตถุที่ละลายและแชนวอลอยอยู่ในน้ำ กำลังการพัดพาขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำ ถ้าเร็วมากก็จะพัดพาวัตถุไปได้มาก ถ้าเร็ว น้อยก็พัดพาไปได้น้อย ซึ่งจากการศึกษาของ Topping *et al.*(2000) พบว่าตะกอนละเอียดจะตกตะกอนได้ช้ากว่าตะกอนหยาบ แสดงให้เห็นได้ว่าเมื่อกระแสน้ำมีความเร็วเพิ่มขึ้นตะกอนละเอียดจะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำได้ดีกว่าตะกอนหยาบ และ Furukawa *et al.*(1997) พบว่าตะกอนบริเวณป่าชายเลนซึ่งส่วนใหญ่เกือบ 95% เป็นตะกอนโคลนนั้นจะมีการเคลื่อนตัวไปได้ไม่ไกลมากเนื่องจากตะกอนมีความคงตัวสูง แต่จะเกิดการฟุ้งกระจายได้ดีแต่ตกตะกอนเร็ว Deloffre *et al.* (2005) พบว่าการกระจายตัวและการเคลื่อนที่ของตะกอนจะพบในรูปของสารละลายตะกอนและตะกอนแชนวอลอย ซึ่งการเคลื่อนที่ของตะกอนเกิดขึ้นโดยอิทธิพลของน้ำ ตะกอนแชนวอลอย (Suspended particulate sediment :SPM ) มีอนุภาคขนาด 0.40 – 100  $\mu\text{m}$  การขึ้น - ลงของน้ำมีผลให้ขนาดตะกอนแชนวอลอยเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการขึ้น - ลงของน้ำเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการกร่อนของตะกอน การพัดพาของตะกอนและการทับถมของตะกอน กระแสน้ำจะแยกขนาดของอนุภาค โดยน้ำจากที่สูงจะมีกำลังมากสามารถพัดพาอนุภาคได้ทุกขนาดมาด้วย จากนั้นกระแสนั้นจะพัดพาไปเรื่อย ตะกอนจะตกลงตามลำดับของขนาดเมื่อกระแสน้ำอ่อนกำลังลงตะกอนขนาดใหญ่จะตกลงมาก่อน เพราะน้ำหนักที่มากทำให้กระแสน้ำไม่สามารถพัดพาไปได้ไกล กำลังของน้ำลดลงขนาดของตะกอนที่ตกก็จะมีขนาดลดลงตามลำดับ บริเวณต้นน้ำจะพบตะกอนขนาดใหญ่ และไกลออกไปจะมีขนาดเล็กลง และFurukawa *et al.* (1996)พบว่าระยะทางในการพัดพาตะกอนของน้ำจะแปรผกผันกับอัตราการตกตะกอน คือ เมื่อระยะทางในการพัดพาตะกอนน้อยจะทำให้อัตราการตกตะกอนมาก ในทางเดียวกันเมื่อระยะทางในการพัดพาตะกอนมากจะทำให้อัตราการตกตะกอนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 อัตราการตกตะกอนโดยวัดจากระยะทาง

ที่มา : Furukawa *et al.*, (2006)

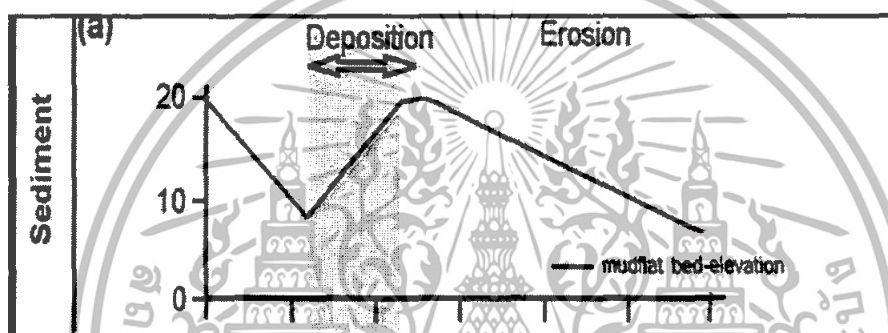
### 9. การตกตะกอน (Sedimentation หรือ Deposition)

กระบวนการที่ตัวกลางซึ่งทำให้เกิดการพัดพา เช่น ทราย น้ำ ทรายโคลน อ่อนกำลังลง ตะกอนที่ถูกพัดพาจะตกตะกอน และ ทับถมกันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางอุทกภูมิ ความกดดัน ปฏิกริยาเคมี และเกิดการตกผลึก หินตะกอนที่อยู่ชั้นล่างจะมีความหนาแน่นสูงและมีเนื้อละเอียดกว่าชั้นบน เนื่องจากแรงกดดันซึ่งเกิดขึ้นจากน้ำหนักตัวทับถมกันเป็นชั้นๆ การทับถมจึงขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำ และความลาดเทของท้องน้ำ ถ้ากระแสน้ำมีความเร็วลดลง เช่น เมื่อแม่น้ำไหลลงสู่ทะเลสาบ ทะเล หรือ มหาสมุทร จะมีการทับถมและตกตะกอนมาก เช่น สันดอนที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา นอกจากนี้พื้นที่ท้องน้ำที่มีความลาดเทน้อย ก็จะมีการทับถมของตะกอนขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งการตกตะกอนในบริเวณแหล่งน้ำต่างๆนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น ลักษณะของตะกอน ขนาดของอนุภาคตะกอน และความเร็วของกระแสน้ำบริเวณนั้น รวมทั้งปัจจัยทางด้านเคมี เช่น ระดับความขุ่นแสงในรอบวัน และปัจจัยทางด้านชีวภาพ เช่น ปริมาณสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ (Berlamont, 1993) จากการศึกษาของ Deloffre *et al.* (2005) ตะกอนทับถมของดินดอนปากแม่น้ำ ตะกอนในบริเวณนี้ส่วนใหญ่จะมาจากแผ่นดินโดยถูกพัดพามากับน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลกรณีพื้นที่รับน้ำมีดินหรือฝุ่นตะกอนเป็นจำนวนมาก ตะกอนเหล่านี้จะมีมากจนน้ำกลายเป็นโคลน ซึ่งการทับถมกันของอนุภาคตะกอนเหล่านี้ได้เกิดทางลาดที่เป็นโคลนเรียกโคลนชายฝั่ง (Mudflat) Deloffre *et al.* (2005) รายงานว่าในช่วงที่อัตราการไหลสูงมีการปล่อยอนุภาคสารแขวนลอย (Suspended particulate sediment : SPM) เมื่ออัตราการไหลลดลงจึงเกิดการสะสมตะกอน ปริมาณสารแขวนลอยที่พบแสดงได้ถึงการเคลื่อนที่ของอนุภาคตะกอนที่ถูกกัดกร่อนและถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำ ที่ช่วงพักตะกอน (น้ำไม่ไหล ไม่มีการพัดพาตะกอน) เป็นผลให้น้ำเกิดความขุ่นและมีการสะสมตะกอน วงรอบของการเกิดตะกอนและการกร่อนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกอน พบว่าในช่วงที่อัตราการไหลสูงมีการสะสมตะกอน 10 – 30 % และในช่วงที่อัตราการไหลต่ำมีการปล่อยอนุภาคตะกอนแขวนลอย (SPM) 30 – 50 % แสดงในภาพที่ 10

ความสัมพันธ์ระหว่างการกัดเซาะของตะกอน การพัดพาของตะกอน และการสะสมตะกอนที่มีการพิจารณาถึงอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำที่ช่วงน้ำหลากกระแสน้ำมีอัตราการเคลื่อนที่สูงมีการกวาดตัวของมวลน้ำทำให้ตะกอนฟุ้งกระจาย เข้าสู่ช่วงน้ำลดอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ลดลง ปริมาณน้ำลดลง เกิดการตกตะกอนและมีการทับถมกันกลายเป็นชั้นที่มีตะกอนสะสม เมื่อปริมาณตะกอนที่สะสมบริเวณพื้นที่ท้องน้ำมากเกินพอ ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอยที่ถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำเมื่ออัตราเร็วลดลงอนุภาคตะกอนสามารถรวมกลุ่มกันและเกิดการสะสมตะกอน เกิดตะกอนแขวนลอยและการพัดพาตะกอนเป็นวัฏจักรการเคลื่อนที่ของตะกอน



ภาพที่ 7 แสดงการสะสมของตะกอน

ที่มา : Deloffre *et al.*, (2005)

เช่น การศึกษาของ Wolanski *et al.* (2006) ที่ปากแม่น้ำDaly พบว่า ตะกอนละเอียดที่เป็นพวกทรายและดินเหนียว จะถูกกระแสน้ำพัดพาไปในรูปของตะกอนแขวนลอย เมื่อมีน้ำจืดไหลลงมา รวมกันจะทำให้ตะกอนแขวนลอยเหล่านั้นรวมตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่แล้วตกลงในบริเวณพื้นล่างของปากแม่น้ำ ซึ่งมีตะกอนประมาณ 5-15 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ซึ่งตะกอนเหล่านี้จะส่งผลให้ปากแม่น้ำตื้นเขินขึ้นและทำให้พื้นที่บริเวณนั้นเพิ่มขึ้นอีก 0.025 เมตร

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. Sediment core
2. ค้อนยาง
3. ไม้บรรทัด
4. ถุงดำ
5. เครื่องบดอนุภาคดิน
6. ถุงพลาสติกใส
7. ช้อนตักสาร
8. เครื่องชั่งสาร
9. กระดาษ label
10. Erlenmeyer flask
11. Volumetric flask
12. แท่งแก้วคนสาร
13. Beaker
14. ขวดสีชา
15. Cylinder
16. pH meter
17. Shaker
18. หลอดทดลอง
19. Rack
20. น้ำกลั่น
21. Pipette
22. ลูกยาง
23. Soil Hydrometer
24. Thermometer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารเคมี

1. Sodium hexameta-phosphate
2. Sodium carbonate
3. Potassium dichromate
4. Ferrous sulfate
5. 1,10-Phenanthroline monohydrate
6. Concentrated sulphuric acid

## วิธีการทดลอง

### 1. พื้นที่ทำการศึกษา

ต.โคกขาม และ ต.พันท้ายนรสิงห์ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการกัดเซาะชายฝั่งและบริเวณดังกล่าวมีการทำแนวสลายพลังงานคลื่นแบบต่างๆ เพื่อลดความรุนแรงของการกัดเซาะ แนวสลายพลังงานคลื่นในพื้นที่ทำการสำรวจ

พื้นที่ ต.โคกขาม มีแนวไม้ไผ่เป็นแนวสลายพลังงานคลื่น

พื้นที่ ต.พันท้ายนรสิงห์ มีแนวไม้ไผ่เป็นแนวสลายพลังงานคลื่น

### 2. การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างตะกอนบริเวณชายฝั่งของจังหวัดสมุทรสาคร ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนในบริเวณแนวป้องกันคลื่นโดย

- 1.1 บริเวณด้านนอกแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางซ้าย (A 1)
- 1.2 บริเวณด้านนอกแนวไม้ไผ่กันคลื่นตรงกลาง (A 2)
- 1.3 บริเวณด้านนอกแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางขวา (A 3)
- 1.4 บริเวณกลางแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางซ้าย (B 1)
- 1.5 บริเวณกลางแนวไม้ไผ่กันคลื่นตรงกลาง (B 2)
- 1.6 บริเวณกลางแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางขวา (B 3)
- 1.7 บริเวณหลังแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางซ้าย (C 1)
- 1.8 บริเวณหลังแนวไม้ไผ่กันคลื่นตรงกลาง (C 2)
- 1.9 บริเวณหลังแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางขวา (C 3)
- 1.10 บริเวณด้านหน้าแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางซ้าย (D 1)
- 1.11 บริเวณด้านหน้าแนวไม้ไผ่กันคลื่นตรงกลาง (D 2)
- 1.12 บริเวณด้านหน้าแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางขวา (D 3)
- 1.13 บริเวณด้านหลังแนวไม้ไผ่กันคลื่นทางซ้าย (E 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.14 บริเวณด้านหลังแนวไม้กรอกสันทรายกันคลื่นตรงกลาง (E 2)
- 1.15 บริเวณด้านหลังแนวไม้กรอกสันทรายกันคลื่นทางขวา (E 3)
- 1.16 ป่าชายเลนธรรมชาติ (P 1)
- 1.17 ป่าชายเลนปลูก 5 เดือน (P 2)
- 1.18 ป่าชายเลนปลูก 3 ปี (P 3)

### 3. การเตรียมตัวอย่างตะกอน

3.1 นำตะกอนที่เก็บจากบริเวณแนวกันคลื่นและบริเวณป่าชายเลน มาทำการตากลมให้แห้งสนิทโดยไม่ให้โดนแสงแดด

3.2 นำตะกอนที่แห้งสนิทแล้วมาบดทำให้กลายเป็นผงเพื่อเตรียมการวิเคราะห์ต่อไป

### สถานที่ทำการทดลอง

1. บริเวณแนวสลายพลังงานคลื่น จังหวัดสมุทรสาคร
2. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาในการทดลอง

ธันวาคม 2550 ถึง มีนาคม 2551

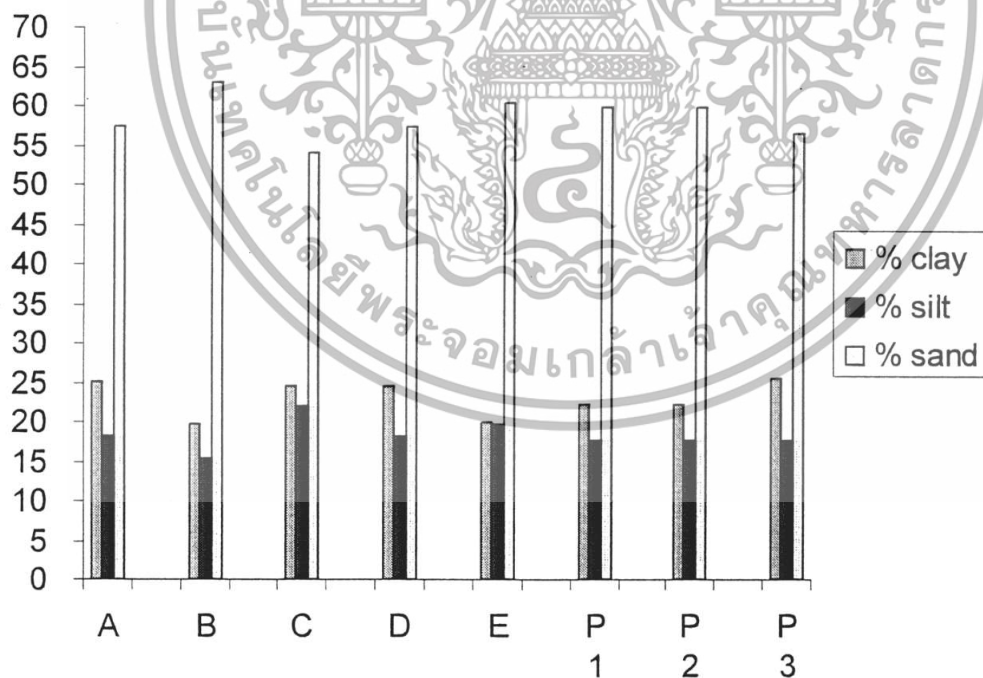
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ลักษณะของตะกอนบริเวณแนวป้องกันคลื่น (sand silt clay)

จากการนำตะกอนบริเวณแนวป้องกันคลื่นและบริเวณป่าชายเลนมาทำการวิเคราะห์หาค่าลักษณะของอนุภาคของตะกอน (sand, silt, clay) จะพบว่าในบริเวณด้านนอกแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นลักษณะของตะกอนดินจะเป็น sandy clay loam เพราะมีปริมาณ sand 57.34 % ,silt 18.09 % และclay 24.57 % ในบริเวณกลางแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นลักษณะของตะกอนดินจะเป็น sandy loam เพราะมีปริมาณ sand 63.06 % ,silt 17.19 % และclay 19.75 % ในบริเวณด้านในแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นลักษณะของตะกอนดินจะเป็น sandy clay loam เพราะมีปริมาณ sand 54.07 % ,silt 21.21 % และclay 24.72 %

ส่วนบริเวณด้านหน้าแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นลักษณะของตะกอนดินจะเป็น sandy clay loam เพราะมีปริมาณ sand 57.40 % ,silt 18.10 % และclay 24.50 % และบริเวณด้านหลังแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นลักษณะของตะกอนดินจะเป็น sandy loam เพราะมีปริมาณ sand 60.28 % ,silt 19.82 % และclay 19.90 % ส่วนในป่าชายเลนทั้งหมดลักษณะของตะกอนดินจะเป็น sandy clay loam

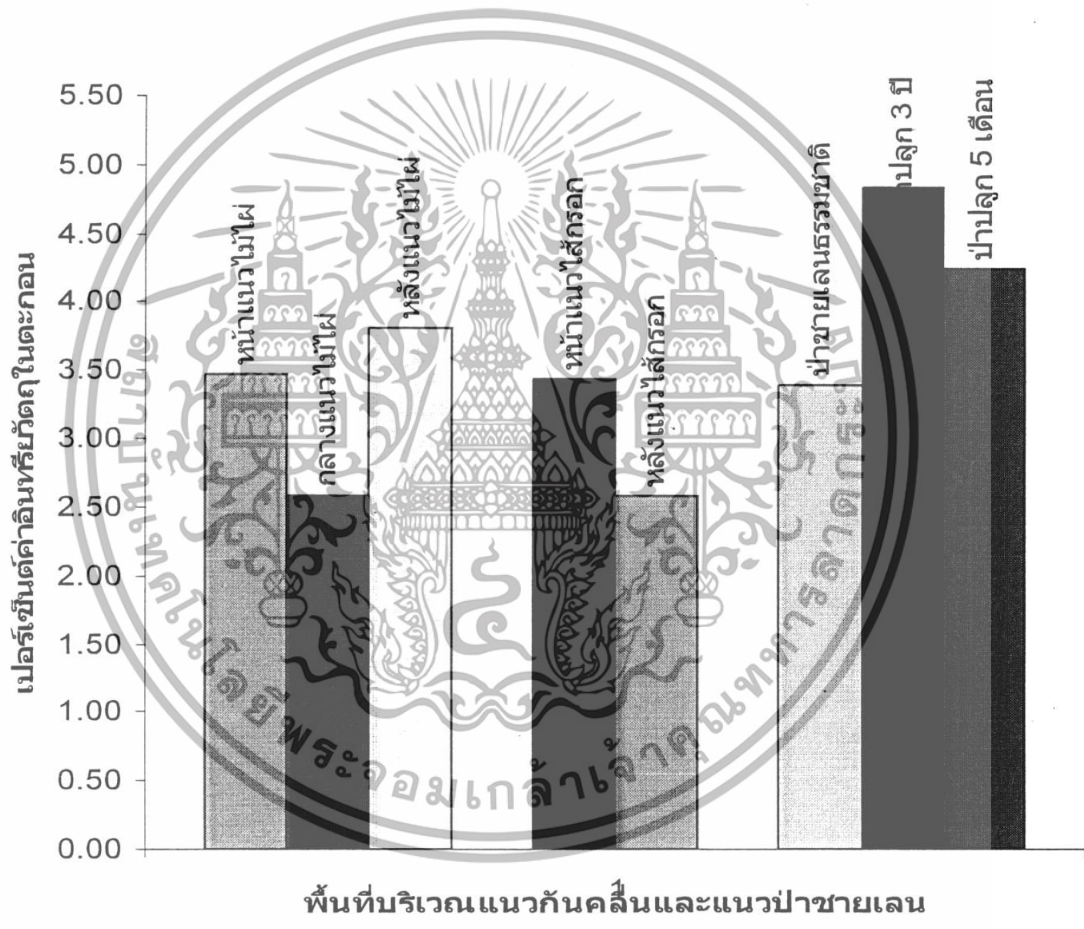


ภาพที่ 8 เปอร์เซนต์ของ sand, silt, clay ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่นและป่าชายเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter)

จากการนำตะกอนที่เก็บมาจากบริเวณแนวไม้ไผ่กันคลื่น แนวไม้ไผ่กรอกกันทรายกันคลื่น และบริเวณป่าชายเลนในแต่ละจุดมาผ่านกระบวนการหาปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน (Organic matter) จะพบว่าค่าปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนบริเวณแนวไม้ไผ่จะมีค่า 2.58 - 3.82 % ซึ่งบริเวณที่มีค่าสารอินทรีย์มากที่สุดคือ หลังแนวไม้ไผ่และน้อยที่สุดคือกลางแนวไม้ไผ่ ส่วนบริเวณแนวไม้ไผ่กรอกกันคลื่นมีค่าสารอินทรีย์ที่ด้านหน้าแนว 3.44 % และด้านหลังแนวมีค่า 2.59 % และเมื่อเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในป่าชายเลนจะเห็นได้ว่าบริเวณแนวกันคลื่นทั้งสองมีค่าน้อยกว่า

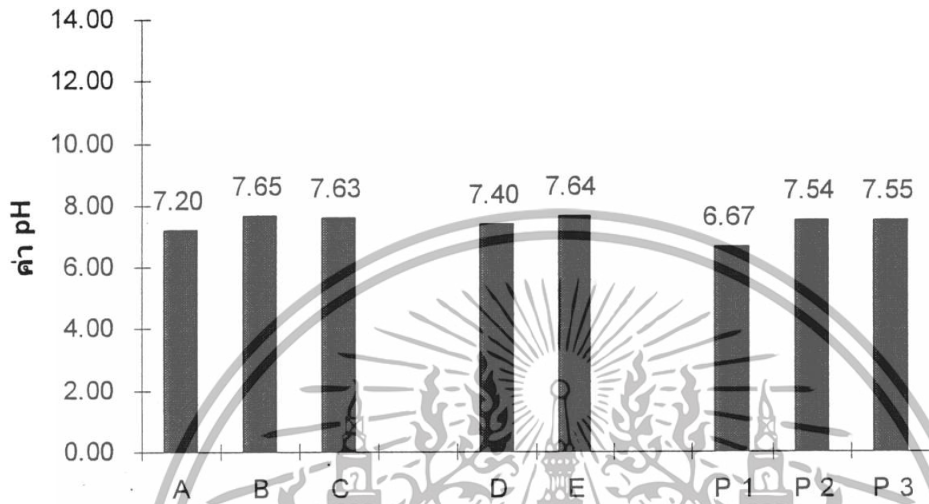


ภาพที่ 9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่นและป่าชายเลน

## 3. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินตะกอนบริเวณแนวป้องกันคลื่น (pH)

จากการนำตะกอนบริเวณแนวป้องกันคลื่นและบริเวณป่าชายเลนมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) จะพบว่าบริเวณแนวไม้ไผ่ด้านนอกมี pH 7.20 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าบริเวณกลางแนวไม้ไผ่และหลังแนวไม้ไผ่ ส่วนบริเวณแนวไม้ไผ่กรอกทรายกันคลื่นบริเวณด้านหน้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวก็มีค่า pH ต่ำกว่าหลังแนว จะเห็นได้ว่าทั้งบริเวณด้านนอกแนวไม้ไผ่และด้านหน้าแนวไม้ไผ่กรอก จะมีค่า pH ต่ำกว่าด้านหลังทั้งสองบริเวณ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทุกบริเวณเพราะปกติค่า pH ของตะกอนดินจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 – 8



ภาพที่ 10 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินตะกอน ในแนวสลายพลังงานคลื่นและป่าชายเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าลักษณะของตะกอนที่พบบริเวณแนวสลายพลังงานคลื่นส่วนใหญ่จะเป็นแบบ sandy clay loam ซึ่งคล้ายกับตะกอนดินที่พบในบริเวณป่าชายเลนสมุทรสาคร และพบตะกอนดินอีกแบบคือ sandy loam จากการศึกษาระกอนบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงานคลื่นพบว่าในด้านนอกแนว (A) และบริเวณแนวในสุด (C) มีตะกอนแบบ sandy clay loam ส่วนบริเวณแนวกลาง (B) จะพบตะกอนแบบ sandy loam เนื่องมาจากการที่บริเวณนี้มีเปลือกหอยมาสะสมอยู่มาก ทำให้เศษเปลือกหอยขนาดเล็กมาปนกับตะกอนดิน ส่วนบริเวณแนวได้กรอกทรายสลายพลังงาน ด้านหน้าของแนวมีตะกอนแบบ sandy clay loam แต่ด้านหลังแนวมีตะกอนแบบ sandy loam ซึ่งอาจเกิดจากการที่ถูกรายรั้วทำให้ทรายเข้ามาปนกับตะกอนบริเวณด้านหลังแนว

ในการหาค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงานคลื่นจะพบว่าในบริเวณด้านนอกแนว (A) และบริเวณแนวในสุด (C) มีค่าเฉลี่ยไม่ต่างกันมาก ซึ่งต่างจากส่วนบริเวณแนวกลาง (B) ที่มีค่าน้อยเนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุจะพบในตะกอนดินเหนียว (clay) ซึ่งถ้ามีค่า clay น้อยก็จะทำให้มีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ส่วนบริเวณแนวได้กรอกทรายสลายพลังงาน ด้านหน้าของแนวมีตะกอนจะมีให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าด้านหลังแนวที่มีการด้านหลังแนวปริมาณทรายอยู่มากในตะกอน

ในการศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีความสำคัญเพราะเป็นตัวควบคุมการละลายของธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลาย ในตะกอนบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงานคลื่นจะพบว่าค่าเฉลี่ยของทุกแนวมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนบริเวณแนวได้กรอกทรายสลายพลังงาน ด้านหน้าของแนวและด้านหลังแนวมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อเสนอแนะ

ควรมีการติดตามลักษณะตะกอนดินในพื้นที่บริเวณแนวสลายพลังงานคลื่นต่อไปในอนาคต เพื่อประเมินถึงการเปลี่ยนแปลงของตะกอนในบริเวณนี้ และควรศึกษาในช่วงเวลาอื่นของปี ดูว่าลักษณะตะกอนเป็นอย่างไรมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ แต่ช่วงของปีลักษณะและการสะสมเป็นเช่นไร มีอิทธิพลอะไรเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์. 2540. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2540. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 37 หน้า.

Berlamont, J., M. Ockenden, E. Toorman, and J. Winterwerp. 1993. The Characterization of cohesive sediment properties. *Coastal Engineering* 21: 105-128.

Furukawa, K., E. Wolanski, and H. Mueller. 1997. Currents and Sediment transport in Mangrove Forests. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 301-310.

Lundkvist, M., M. Grue, P.L. Friend, and M.R. Flindt. 2007. The relative contributions of physical and microbiological factor to cohesive sediment stability.

Nielsen, L. K., J.E. Vermaat, I. Wesseling, J. Borum, and O.G. Hansen. 2002. Sediment properties along gradients of siltation in South-East Asia. *Estuarine, Coastal, and Shelf Sciences* 54: 127-137.

Hunt, J.N., 1969. On the turbulent transport of a heterogeneous sediment. *The Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics* 22, 235-246.

McLean, S.R., 1992. On the calculation of suspended load for non cohesive sediments. *Journal of Geophysical Research* 97, 5759-5770.

Rouse, H., 1937. Modern conceptions of the mechanics of turbulence. *Transactions of the American Society of Civil Engineers* 102, 463-543.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith, J.D., 1977. Modeling of sediment transport on continental shelves. In: Goldberg, E.D., The sea, vol. 6. Wiley, New York, pp. 539-577.

Topping, D.J., Rubin, D.M., Nelson, J.M., Kinzel III, P.J., Corson, I.C., 2000b. Colorado River sediment transport 2. Systematic bed-elevation and grain-size effect of sand supply limitation. Water Resources Research 36, 543-570.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

## สารละลายที่ใช้ในการศึกษา

วิธีการเตรียมสาร 5% Calgon

## การเตรียมสาร 5% Calgon

Sodium hexameta-phosphate	37.5	g
Sodium carbonate	7.49	g
Distilled water	1	L

วิธีการเตรียม 0.01 M Calcium Chloride

## การเตรียม 0.01 M Calcium Chloride

Calcium Chloride	1.47	g
Distilled water	1	L

วิธีการเตรียม Potassium dichromate ( $K_2Cr_2O_7$ )การเตรียม Potassium dichromate ( $K_2Cr_2O_7$ )

Potassium dichromate	49	g
Distilled water	1	L

วิธีการเตรียม Ferrous sulfate  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ การเตรียม Ferrous sulfate  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 

Ferrous sulfate $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	140	g
Distilled water	1	L

วิธีการเตรียม Ferroin indicator

## การเตรียม Ferroin indicator

1,10-Phenanthroline monohydrate	1.485	g
Ferrous sulfate	0.695	g
Distilled water	100	ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

## ข้อมูลดิบ

ตารางภาคผนวกที่ 1: แสดงเปอร์เซ็นต์ sand silt clay และค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลาย พลังงานคลื่น

พื้นที่	cm	Mean %clay	Mean %silt	Mean %sand
A1	5	22.22	22.04	55.73
A1	10	33.33	15.38	51.29
A1	>10	33.33	13.16	53.51
A2	5	24.62	19.82	55.56
A2	10	22.40	22.04	55.56
A2	>10	24.62	19.82	55.56
A3	5	20.18	19.82	60.00
A3	10	20.18	17.60	62.22
A3	>10	20.18	13.16	66.67
B1	5	9.07	10.93	80.00
B1	10	26.84	8.71	64.44
B1	>10	26.84	17.60	55.56
B2	5	17.96	22.04	60.00
B2	10	12.40	17.60	80.00
B2	>10	26.84	17.60	55.56
B3	5	17.78	17.78	64.44
B3	10	13.33	15.56	71.11
B3	>10	26.67	20.00	53.33
C1	5	17.78	20.00	62.22
C1	10	17.78	33.33	48.89
C1	>10	26.67	17.78	55.56
C2	5	20.00	20.00	60.00
C2	10	31.11	22.22	46.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C2	>10	31.11	22.22	46.67
C3	5	20.00	20.00	60.00
C3	10	24.44	22.22	53.33
C3	>10	26.67	20.00	53.33

**ตารางภาคผนวกที่ 2: แสดงเปอร์เซ็นต์ sand silt clay และค่าเฉลี่ยบริเวณแนวได้กรอกสลาย  
พลังงานคลื่น**

พื้นที่	cm	Mean	Mean	Mean
		%clay	%silt	%sand
D1	5	26.67	17.60	55.73
D1	10	22.22	19.82	57.96
D1	>10	24.44	17.60	57.96
D2	5	24.44	17.60	57.96
D2	10	22.22	15.38	62.40
D2	>10	20.00	17.60	62.40
D3	5	29.07	17.60	53.33
D3	10	26.84	19.82	53.33
D3	>10	24.62	19.82	55.56
E1	5	17.96	22.04	60.00
E1	10	15.73	24.27	60.00
E1	>10	17.96	22.04	60.00
E2	5	17.96	22.04	60.00
E2	10	22.40	19.82	57.78
E2	>10	29.07	15.38	55.56
E3	5	17.96	19.82	62.22
E3	10	17.96	17.60	64.44
E3	>10	20.18	15.38	64.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3: แสดงเปอร์เซ็นต์ sand silt clay และค่าเฉลี่ยบริเวณป่าชายเลน

พื้นที่	cm	Mean %clay	Mean %silt	Mean %sand
P1	5	22.4	17.6	60
P1	10	22.4	17.6	60
P2	5	22.4	17.6	60
P2	10	22.4	17.6	60
P3	5	24.62	17.60	57.78
P3	10	26.84	17.60	55.56

ตารางภาคผนวกที่ 4: แสดงค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลาย พลังงานคลื่น

Stations	Depth	%C <sub>org</sub>	%Organic matter	ค่าเฉลี่ย
A1	5	2.15	3.71	3.68
A1	10	1.74	3.01	3.13
A1	>10	1.95	3.36	3.18
A2	5	1.95	3.36	3.32
A2	10	1.98	3.42	3.34
A2	>10	2.60	4.48	4.40
A3	5	2.19	3.77	3.83
A3	10	1.64	2.83	2.91
A3	>10	2.09	3.60	3.44
B1	5	1.44	2.48	2.50
B1	10	2.05	3.54	3.40
B1	>10	2.46	4.25	4.17
B2	5	1.50	2.59	2.52
B2	10	0.75	1.30	1.32
B2	>10	1.23	2.12	2.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B3	5	1.98	3.42	3.34
B3	10	1.03	1.77	1.67
B3	>10	1.30	2.24	2.28
C1	5	2.57	4.42	4.38
C1	10	1.88	3.24	3.13
C1	>10	2.53	4.36	4.34
C2	5	2.77	4.78	4.66
C2	10	2.12	3.66	3.75
C2	>10	2.22	3.83	3.66
C3	5	1.44	2.48	2.46
C3	10	2.19	3.77	3.73
C3	>10	2.53	4.36	4.23

**ตารางภาคผนวกที่ 5: แสดงค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวได้กรอกสลายพลังงานคลื่น**

Stations	Depth	%Organic		ค่าเฉลี่ย
		%C <sub>org</sub>	matter	
D1	5	2.02	3.48	3.68
D1	10	2.29	3.95	3.85
D1	>10	2.29	3.95	3.81
D2	5	2.15	3.71	3.68
D2	10	2.22	3.83	3.79
D2	>10	2.33	4.01	4.03
D3	5	2.05	3.54	3.62
D3	10	2.19	3.77	3.85
D3	>10	1.88	3.24	3.32
E1	5	1.98	3.42	3.34
E1	10	1.85	3.18	3.26
E1	>10	1.74	3.01	3.03
E2	5	1.61	2.77	2.73
E2	10	1.98	3.42	3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E2	>10	1.92	3.30	3.38
E3	5	2.19	3.77	3.62
E3	10	1.13	1.95	2.08
E3	>10	1.50	2.59	2.44

ตารางภาคผนวกที่ 6: แสดงค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณป่าชายเลน

Stations	Depth	%Organic		ค่าเฉลี่ย
		%C <sub>org</sub>	matter	
ธรรมชาติ	5	2.02	3.48	3.46
ธรรมชาติ	10	1.92	3.30	3.34
ปลูก 3 ปี	5	2.84	4.89	5.01
ปลูก 3 ปี	10	2.74	4.72	4.68
ปลูก 5 เดือน	5	2.63	4.54	4.50
ปลูก 5 เดือน	10	2.26	3.89	4.03

ตารางภาคผนวกที่ 7: แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวไม้ไผ่สลายพลังงานคลื่น

Stations	Depth	ค่า pH	ค่าเฉลี่ย
A1	5	5.83	5.87
A1	10	7.41	7.40
A1	>10	7.2	7.23
A2	5	6.68	6.67
A2	10	7.42	7.45
A2	>10	7.52	7.54
A3	5	7.5	7.50
A3	10	7.55	7.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้>10 เพื่อการศึกษานี้ 7.61 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B1	5	7.63	7.63
B1	10	7.84	7.79
B1	>10	7.65	7.65
B2	5	7.7	7.70
B2	10	7.65	7.65
B2	>10	7.65	7.62
B3	5	7.54	7.53
B3	10	7.68	7.65
B3	>10	7.63	7.62
C1	5	7.55	7.55
C1	10	7.6	7.59
C1	>10	7.58	7.58
C2	5	7.55	7.56
C2	10	7.7	7.72
C2	>10	7.67	7.67
C3	5	7.68	7.65
C3	10	7.66	7.67
C3	>10	7.62	7.64

ตารางภาคผนวกที่ 8: แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณแนวได้กรอกสลายพลังงานคลื่น

Stations	Depth	ค่า pH	ค่าเฉลี่ย
D1	5	6.95	6.98
D1	10	7.32	7.32
D1	>10	7.31	7.31
D2	5	7.12	7.12
D2	10	7.36	7.34
D2	>10	7.37	7.40
D3	5	7.14	7.14
D3	10	7.34	7.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น และอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D3	>10	7.41	7.44
E1	5	7.26	7.29
E1	10	7.42	7.44
E1	>10	7.48	7.51
E2	5	7.22	7.25
E2	10	7.36	7.40
E2	>10	7.47	7.47
E3	5	7.23	7.21
E3	10	7.33	7.36
E3	>10	7.42	7.44

**ตารางภาคผนวกที่ 9: แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณป่าชายเลน**

Stations	Depth	ค่า pH	ค่าเฉลี่ย
ธรรมชาติ	5	7.24	7.22
ธรรมชาติ	10	7.27	7.25
ปลูก 3 ปี	5	7.16	7.19
ปลูก 3 ปี	10	7.26	7.27
ปลูก 5 เดือน	5	7.17	7.21
ปลูก 5 เดือน	10	7.31	7.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้