

# การเติมทรายชายหาดเพื่อป้องกันชายฝั่งทะเล

## Beach Nourishment for Coastal Protection

สมปรรารถนา ฤทธิ์พริ้ง

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### บทคัดย่อ

การพังทลายของชายฝั่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยที่พื้นที่ชายฝั่งจะถูกกัดเซาะหายไปด้วยปัจจัยจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาวิธีการจัดการปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งขึ้นมามากมาย วิธีการที่ประเทศไทยนิยมนำมาใช้คือการสร้างโครงสร้างทางวิศวกรรม เช่น รอดักทราย เขื่อนกันคลื่น และกำแพงกันคลื่น โดยที่โครงสร้างดังกล่าวมักส่งผลให้ชายฝั่งมีรูปร่างผิดไปจากธรรมชาติ เนื่องจากการรบกวนสมดุลตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดการผลกระทบด้านลบกับพื้นที่ชายฝั่ง แม้ว่าจะสามารถรักษาพื้นที่ชายฝั่งที่อยู่ในเขตป้องกันได้ แต่พบว่าโครงสร้างดังกล่าวนั้นมักเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรงในพื้นที่ข้างเคียงเสมอ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาวิธีการที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่แพร่หลายในประเทศที่พัฒนาแล้วโดยเฉพาะแถบตะวันตก คือมาตรการเติมทราย ซึ่งเป็นวิธีการที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการเพิ่มมวลทรายให้กับชายฝั่ง ส่งผลให้ความกว้างชายฝั่งเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับแรงกระทำจากคลื่นได้ ถือเป็นมาตรการป้องกันที่ช่วยรักษาสภาพธรรมชาติของชายฝั่งไว้ได้โดยไม่ส่งผลกระทบด้านลบเหมือนมาตรการใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม

คำสำคัญ : การเติมทรายชายหาด, กัดเซาะชายฝั่ง, การป้องกันชายฝั่งทะเล, มาตรการไม่ใช้โครงสร้าง

### Abstract

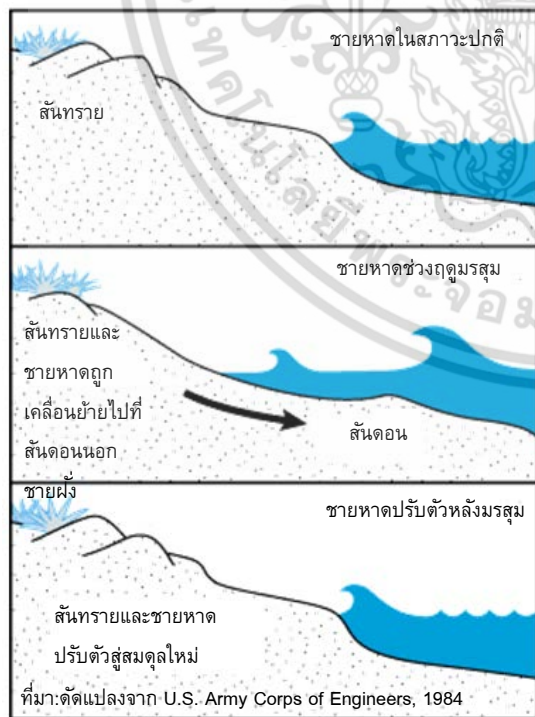
Beach erosion is known as a World's phenomenon in which land is worn away and loss as a result of natural events and human induces. During the last century, many erosion-control techniques were developed to mitigate the undesirable impacts of erosion events. By far probably the most common alternative to manage shoreline retreat in Thailand has been the construction of coastal protection structures. Those structures often look unnatural or unsightly and can have the negative effect on recreational beach experiences. Furthermore, their placement often leads to loss valuable wetlands and natural buffers, and may increase erosion on adjacent shorelines. During the last decade, beach nourishment was recognized as an environmentally friendly approach of shore protection, particularly along the coasts of the western developed countries. It has been highlighted lately as a solution to coastal erosion; proponents of this option sustain that increasing beach width by physically adding sand to a beach buffers wave energy and slows retreat rates. It is a soft protective and remedial measure that leaves a beach in a more natural state than engineering structures and preserves its recreational value

**Keywords :** Beach nourishment, Coastal erosion, Coastal protection, Non-structural measure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. บทนำ

ชายหาดล้วนมีการเปลี่ยนแปลงไปทุกขณะอย่างต่อเนื่องทุกหนทุกแห่งทั่วโลก ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ และด้วยกิจกรรมของมนุษย์ โดยกระบวนการธรรมชาตินั้น คลื่นที่มีความรุนแรงจะซัดเข้าหาชายฝั่งและนำพาตะกอนดินและทรายออกไปนอกชายฝั่ง ในช่วงเวลานี้เราจะสังเกตเห็นว่าชายฝั่งถูกกัดเซาะ หดหายไป ในขณะที่ช่วงปลอดมรสุมคลื่นขนาดเล็กจะนำพาตะกอนเม็ดดินเม็ดทรายกลับเข้าสู่ชายฝั่ง ส่งผลให้ชายฝั่งมีความกว้างมากขึ้น ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นและวนเวียนเป็นวัฏจักรอย่างต่อเนื่อง แสดงในรูปที่ 1 ดังที่เราจะสังเกตเห็นได้ว่าลักษณะของชายหาดช่วงก่อนฤดูมรสุม มีความกว้างมากกว่าและความชันน้อยกว่าช่วงฤดูมรสุม นอกจากนี้ยังมีสภาพคลื่นลมที่สงบ และน้ำทะเลใสกว่า ในขณะที่ช่วงฤดูมรสุมนั้นทะเลจะแปรปรวน คลื่นลมขนาดใหญ่พัดเข้าสู่ฝั่ง มรสุมเหล่านี้อาจส่งผลเสียหายต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลบ้าง แต่หลังจากหมดฤดูมรสุม ชายหาดก็จะมี การปรับตัวกลับสู่สมดุลเดิมหากปราศจากการรบกวน สมดุลธรรมชาตินี้



รูปที่ 1 สมดุลของชายฝั่งตามฤดูกาล [1]

ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งหรือการพังทลายของชายหาด เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลก สำหรับประเทศไทยนั้น ต้องเผชิญกับปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งตลอดทั้ง 23 จังหวัด ที่ติดชายฝั่งทะเล โดยมีสาเหตุจากทั้งปัจจัยตามธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์ โดยพบว่าส่วนใหญ่ มีสาเหตุหลักมาจากการแทรกแซงสมดุลธรรมชาติด้วยสิ่งก่อสร้างชายฝั่งทะเล [2] โดยที่การแก้ไขปัญหานั้นมีหลายรูปแบบ แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2 ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นสองมาตรการหลักคือ

1. มาตรการใช้โครงสร้างป้องกัน (Structural measure) เช่น เขื่อนกันคลื่น รอดักทราย กำแพงกันคลื่น
2. มาตรการไม่ใช่โครงสร้างป้องกัน (Non-structural measure) เช่น ปลูกป่าชายเลน ป่าชายหาด เดิมทราย ถ้ายาททราย

นอกจากนี้ยังมีมาตรการอื่นเช่น การอพยพ โยกย้ายถิ่น และมาตรการทางกฎหมายและผังเมือง อย่างเช่นการกำหนดระยะถอยร่นและการจัดผังพื้นที่เป็นต้น ทั้งนี้มาตรการใดๆก็ตามล้วนแล้วแต่ต้องปฏิบัติบนพื้นฐานของหลักวิชา โดยปรับให้เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพและการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่

ในอดีตที่ผ่านมา การแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทั่วโลกมักนิยมวิธีการสร้างโครงสร้างทางวิศวกรรมเพื่อป้องกันการกัดเซาะ แต่ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา มาตรการไม่ใช่โครงสร้างเริ่มเป็นที่นิยมนำมาปรับใช้มากขึ้น โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้ว เนื่องจากการสร้างโครงสร้างชายฝั่งทะเลนอกจากจะเป็นการรบกวนสมดุลของกระบวนการธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงแล้ว ยังเป็นสิ่งแปลกปลอมที่ไม่น่ามอง รบกวนทั้งวิถีชีวิตชุมชนท้องถิ่น และการท่องเที่ยว ดังจะเห็นได้ว่าประเทศที่ได้รับผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวทางทะเลและมีมูลค่าของหาดทรายสูง แม้ต้องเผชิญกับปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งแต่ก็มักหลีกเลี่ยงการใช้โครงสร้างเพื่อป้องกันชายฝั่ง เช่น หาดไวคิกิในฮาวาย หาดไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกา หาดแคนนอนประเทศเม็กซิโก โดยวิธีการหนึ่งที่น่านำมาปรับใช้กับชายหาดเหล่านี้คือมาตรการเดิมทรายชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในประเทศไทยนั้นหาดพัทยา จ.ชลบุรี ก็เผชิญกับปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเช่นกัน โดยในขณะนี้อยู่ระหว่างการดำเนินการศึกษาผลกระทบเพื่อการใช้มาตรการเสริมทรายเช่นเดียวกัน



เขื่อนกันคลื่น หาดแสงจันทร์ จ.ระยอง



กำแพงกันคลื่น หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช



ตึกคาญี่ปูน บางดาวา จ.ปัตตานี

รูปที่ 2 โครงสร้างชายฝั่งทะเล (ภาพ โดย: สมปรรณานา)

## 2. การเติมทรายชายหาด

การลดลงของความกว้างชายหาดหรือสันทรายอันเกิดจากการกัดเซาะทั้งด้วยสาเหตุจากธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์ ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการเป็นปราการธรรมชาติป้องกันชายฝั่งลดน้อยลง แต่ยังนำมาสู่ผลกระทบเชิงลบต่อทัศนียภาพชายหาด ตลอดจนสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อาศัยอยู่บริเวณชายหาดอีกด้วย ดังนั้นการเพิ่มพื้นที่ของชายหาดโดยวิธีการเติมทราย ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3 และรูปที่ 4 ถือเป็นวิธีการที่จะนำชายหาดที่ถูกกัดเซาะไปกลับคืนมาสู่สภาพเดิม เพื่อให้หาดกลับมาทำหน้าที่เป็นปราการธรรมชาติที่ทรงประสิทธิภาพอีกครั้ง รวมถึงเพื่อคงไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ริมชายฝั่งด้วย อย่างไรก็ตามวิธีการนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้เชิงวิชาการมาก รวมถึงการยอมรับจากชุมชนที่เกี่ยวข้องด้วย

การเติมทรายชายหาด มีประโยชน์หลักที่เห็นเด่นชัดคือเพิ่มพื้นที่สาธารณะประโยชน์เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ เสริมสร้างเกราะป้องกันชายฝั่ง นอกจากนี้ยังมีผลประโยชน์แฝงอื่นเช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ เสริมสร้างความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ริมชายหาด ลดการสร้างโครงสร้างทางวิศวกรรมซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ใกล้เคียง เพิ่มศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่ชายหาด เสริมสร้างสุขภาพกายใจ ส่งเสริมการท่องเที่ยว ตลอดจนเป็นวิธีการที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลในอนาคต

กระนั้นก็ตาม วิธีการดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดที่ส่งผลให้ไม่เป็นที่นิยมนัก เนื่องจากเป็นวิธีการที่ประชาชนทั่วไปทำความเข้าใจและยอมรับได้ยาก อาจมีความขัดแย้งกับผู้เสียประโยชน์จากแหล่งทรายที่นำมาเติม อาจเปลี่ยนคุณสมบัติของทรายบริเวณชายหาดเดิม อาจเกิดปัญหาคุณภาพน้ำระหว่างการก่อสร้างหากไม่มีการป้องกัน รวมถึงเป็นวิธีการที่ต้องการการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง หากเลือกที่จะใช้วิธีการนี้ จำเป็นต้องจัดสรรงบประมาณในการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ [3] โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อ 3.5

## 3. วิธีการ

ในประเทศยุโรปมักใช้วิธีการเติมทรายเพื่อแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งมาช้านานแล้ว วิธีการปฏิบัตินั้นสามารถปรับเปลี่ยนไปตามลักษณะกายภาพของพื้นที่ สภาพทางสมุทรศาสตร์ รวมถึงอายุของโครงการที่ถูกออกแบบไว้ ในที่นี้ได้ยกตัวอย่างการเติมทรายของประเทศเนเธอร์แลนด์ [6] ซึ่งเป็นประเทศที่มีการใช้มาตรการนี้ อย่างแพร่หลาย ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ดังนี้



รูปที่ 3 การเติมทรายชายหาดในประเทศมาเลเซีย [4]



รูปที่ 4 การเติมทรายหาด Sandbridge, รัฐเวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา [5]

1. วิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณพื้นที่เป้าหมายอย่างน้อย 10 ปี
  2. กำหนดปริมาณทรายที่ถูกกัดเซาะเฉลี่ยต่อปีของข้อมูลอย่างน้อย 10 ปี
  3. เพิ่มปริมาณการสูญหายของทรายในข้อ 2 อีก 40%
  4. คูณปริมาณทรายที่ได้จากการคำนวณในข้อ 3 ด้วยอายุของโครงการ เช่น 5 ปี
  5. กำหนดการเติมทรายในปริมาณที่คำนวณได้จากข้อ 4 และเสริมเพิ่มตามอายุโครงการที่ได้กำหนดไว้
- วิธีการปฏิบัตินี้เป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไปว่ามีประสิทธิภาพ นับเป็นมาตรการได้ผลดีและที่ส่งผลกระทบต่อเล็กน้อยหากปฏิบัติอย่างถูกต้องตามหลักวิชา โดยมีข้อควรพิจารณาที่สำคัญดังต่อไปนี้

**3.1 วัสดุที่นำมาใช้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสำคัญที่สุดสำหรับมาตรการเติมทรายคือวัสดุที่นำมาใช้ จำเป็นที่จะต้องเลือกให้เหมาะสม กล่าวคือควรมีขนาดละเอียดของเม็ดทราย( $D_{50}$ ) ใกล้เคียงกับทรายธรรมชาติบนหาดเดิม หรืออาจมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย เพื่อเพิ่มความมั่นคงให้กับความลาดชายหาด หากเป็นหาดท่องเที่ยวที่มีมูลค่าสูง อาจต้องพิจารณาถึงสีของทรายที่นำมาถมให้สอดคล้องกับหาดเดิมด้วย

สำหรับทรายที่ควรนำมาใช้เพื่อชายหาดทั่วไป มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้ [7][8]

1. ควรมีขนาดละเอียดใกล้เคียงกันหรือมีพิสัยการกระจายตัวต่ำ โดยมีอัตราส่วน  $D_{90}/D_{10}$  น้อยกว่า 2 ( $D_{90}$  และ  $D_{10}$  คือขนาดเม็ดทรายที่ 90% และ 10% โดยน้ำหนักของมวลทรายทั้งหมดนั้น มีขนาดเล็กกว่าตามลำดับ)
2. ควรมีขนาดเฉลี่ย  $D_{50}$  ใกล้เคียงกับทรายเป็นหาดเดิม อาจมีขนาดใหญ่กว่าได้บ้างแต่ไม่ควรเล็กกว่า หากมีขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าหาดเดิมมากจะทำให้เกิดความลาดชันชายหาดสูง แต่หากมีขนาดเฉลี่ยเล็กกว่าหาดเดิมมากจะเกิดหาดที่มีความลาดชันต่ำ เกิดการกัดเซาะได้ง่ายกว่า นอกจากนี้ตะกอนขนาดเล็กยังง่ายต่อการถูกชะต้ออกไปจากฝั่ง โดยที่ตะกอนเหล่านี้จะถูกคลื่นพัดฟุ้งขึ้นมาจากชายหาดและพัดพาออกไปในเวลาอันรวดเร็ว โดยทั่วไปทรายที่นำมาถมควรมีขนาดเฉลี่ย  $D_{50}$  ไม่นเกิน 0.35 มิลลิเมตร
3. มีส่วนประกอบของตะกอน โคลนและดินเหนียวซึ่งขนาดเล็กกว่า 0.0625 มิลลิเมตร ได้ไม่เกิน 10 % ของทรายที่นำมาถมทั้งหมด
4. มีส่วนประกอบที่เป็นเปลือกหอย กรวด ให้น้อยที่สุดไม่ควรมีปริมาณเกิน 3% ของทรายที่นำมาถมทั้งหมด มิเช่นนั้นจะทำให้เกิดการแยกชั้นของวัสดุที่หยาบบนวัสดุที่มีความละเอียดกว่า
5. ไม่ควรมีซากพืชซากสัตว์หรือสิ่งปฏิกูลใดๆปะปน

**3.2 แหล่งวัสดุ**

แหล่งทรายที่นำมาใช้โดยทั่วไปมักนำมาจากนอกชายฝั่ง การขุดลอกร่องน้ำ ทำเทียบเรือ ทรายเป็นฝั่ง และทรายในระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้ [9]

**3.2.1 ทรายนอกชายฝั่ง**

การนำทรายจากนอกชายฝั่งมาใช้ นับเป็นที่นิยม โดยทั่วไปสำหรับงานเติมทรายชายหาด โดยทรายเหล่านั้น จะถูกขุดจากนอกชายฝั่งแล้วนำเข้ามาถมบนหาดส่วนหนึ่ง ที่อยู่เหนือแนวระดับน้ำทะเล ข้อได้เปรียบของวิธีการนี้คือ สามารถถมทรายบนหาดได้ในอัตราสูง และมีผลกระทบต่อพื้นที่ใกล้ฝั่งน้อยหากนำทรายจากนอกฝั่งเข้ามาถมโดยวางผ่านท่อใต้น้ำ ข้อควรคำนึงถึงคือ แหล่งทรายที่นำมาใช้นั้นควรมีคุณสมบัติเหมาะสมดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และอยู่นอกเขตที่คลื่นจะสามารถพัดพาทรายที่ถมกลับไปสู่แหล่งที่มาเดิมได้โดยง่าย กล่าวคือจะต้องอยู่พ้นจาก Active zone ออกไปนอกชายฝั่ง

### 3.2.2 ทรายจากการขุดลอกร่องน้ำ ทำเทียบเรือ

คือทรายจากแหล่งที่ต้องมีการขุดลอกอยู่แล้วเพื่อการอื่นที่ไม่ใช่เพื่อถมหาดโดยตรง เช่น เพื่อดูแลรักษาร่องน้ำไม่ให้ตื้นเขิน แทนที่จะนำทรายที่ขุดได้จากแหล่งนั้น ไปทิ้งซึ่งอาจมีค่าใช้จ่ายก็นำมาถมชายหาด แหล่งทรายลักษณะนี้เรียกว่า “Sand of opportunity” จุดเด่นของวิธีการนี้คือมีค่าใช้จ่ายต่ำ แต่ควรระมัดระวังเรื่องของอนุภาคตะกอนโคลนขนาดเล็กที่มีปะปนมากับตะกอนทรายร่องน้ำที่ขุดได้ รวมถึงสิ่งปนเปื้อนต่างๆด้วย

### 3.2.3 ทรายบนฝั่ง

แหล่งทรายบนฝั่งที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ถมชายหาดอาจเป็น ตะกอนทรายที่ถูกคั่งอยู่ในอ่างเก็บน้ำด้านเหนือเขื่อนทรายจากทะเลทราย เป็นต้น กรณีนำทรายมาจากแหล่งอื่น ควรคำนึงถึงต้นทุนจากการขนส่งและปริมาณทรายที่มีคุณสมบัติที่สอดคล้องเหมาะสมกับการนำมาใช้งานด้วย

### 3.2.4 ทรายในระบบ

ตามกระบวนการธรรมชาติของชายฝั่งทะเลนั้น ตะกอนทรายจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาทั้งขนานและตั้งฉากกับชายฝั่ง แหล่งทรายในระบบนั้นหมายถึงการนำเอาทรายจากที่หนึ่งไปที่ตะกอนไปทับถมรวมอยู่รวมกันในอีกที่หนึ่งที่ประสบปัญหากัดเซาะชายฝั่ง เราอาจเรียกวิธีการนี้ว่าการถ่ายเททราย (Sand bypassing) การหมุนเวียนทราย (Sand recycling) แสดงดังรูปที่ 5

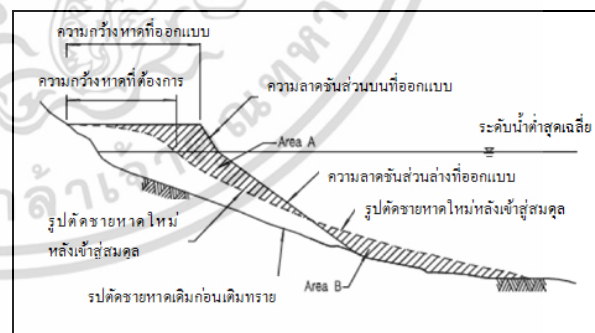
### 3.3 ตำแหน่ง/รูปร่าง ของการเติมทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การถ่ายเททราย

เมื่อทรายถูกเติมลงบนหาด คลื่นและกระแสน้ำจะแผ่หาดให้เข้าสู่สมดุลตามธรรมชาติ โดยมีระยะเวลาไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับลักษณะกายภาพ สภาพสมุทรศาสตร์ บริเวณนั้น การออกแบบหาดทรายถมนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงความกว้างของหาดหลังจากที่หาดนั้นถูกทำให้เข้าสู่สมดุลแล้ว ดังนั้น การเติมทรายจึงต้องเติมให้มีพื้นที่กว้างกว่าที่ออกแบบไว้พอสมควร ซึ่งสามารถคำนวณได้ทางวิศวกรรม การเติมทรายอาจถมบนหาดตามรูปที่ 6 หรือถมลงในทะเลให้มีลักษณะเป็นสันทรายใต้น้ำ (Nearshore bar nourishment) หรือถมเพื่อเสริมสันทรายชายหาด (Dune nourishment) นอกจากนี้ยังสามารถปรับใช้วิธีการเติมทรายร่วมกับโครงสร้างป้องกันชายฝั่งทางวิศวกรรมได้ตามความเหมาะสม

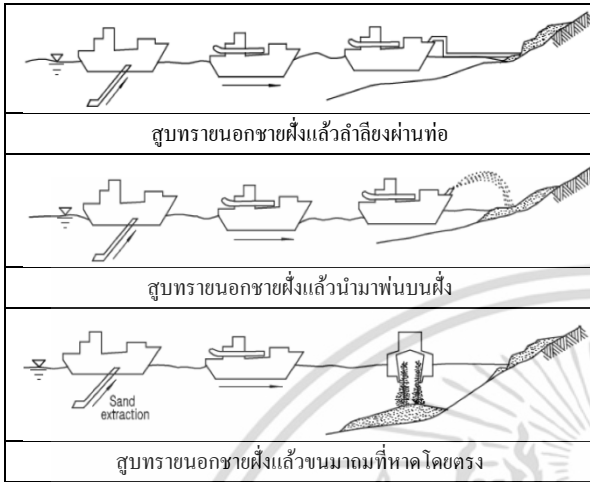


รูปที่ 6 รูปตัดชายหาดที่ออกแบบ (ดัดแปลงจาก [10])

### 3.4 วิธีการถมทราย

หากเลือกใช้แหล่งทรายที่ขนส่งบนบกสามารถนำมาถมแล้วเกลี่ยบนชายหาดได้โดยตรง แต่หากจำเป็นต้องขนส่งทรายมาทางเรือไม่ว่าจะเป็นการสูบน้ำจากนอกชายฝั่ง หรือขุดจากร่องนำมามาถม มีวิธีการที่ถือปฏิบัติโดยทั่วไป 3

วิธีการหลักดังรูปที่ 7 โดยที่หลังจากนำทรายมาถมที่หาดตามปริมาณที่ต้องการตามที่แล้ว ต้องปรับพื้นที่หาดให้เป็นไปตามรูปร่างที่ได้จากการคำนวณในหัวข้อ 3.3



รูปที่ 7 วิธีการถมทรายจากแหล่งวัสดุที่มาทางเรือ [10]

**3.5 การบำรุงรักษา (Maintenance)**

เนื่องจากคลื่นเคลื่อนที่เข้ากระทบชายหาดตลอดเวลา โดยจะปรับเปลี่ยนรูปร่างของชายหาดไปเรื่อยๆ ส่งผลให้ทรายถูกพัดพาออกไปทั้งที่ออกไปด้านนอกฝั่งและเคลื่อนที่เลียบไปกับชายฝั่ง ทรายที่เติมลงไปนั้นอาจมีปริมาณลดลงหรือเพิ่มขึ้นตามฤดูกาล มาตรการเติมทรายจะได้ผลอย่างยั่งยืนนั้นจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ ในที่นี้หมายถึงการเสริมทรายเพิ่มโดยทำในลักษณะประจำเพื่อรักษาความกว้างของหาดให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยทั่วไปมีรอบปีการเสริมทรายเพิ่มอยู่ระหว่าง 2-10 ปี [11] แตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ควรมีการติดตามตรวจสอบสภาพของชายหาดอยู่เสมอเพื่อส่งเสริมให้มาตรการเติมทรายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**4. สรุปและวิจารณ์**

มาตรการแก้ไขปัญหาคัดเซาะชายฝั่งโดยวิธีการเติมทรายนั้น นับเป็นมาตรการเดียวจากที่มีทั้งหมดที่เป็น การเพิ่มมวลทรายให้กับชายหาด เป็นวิธีการที่หากปฏิบัติ ถูกต้องตามหลักวิชาแล้ว จะเป็นการแก้ปัญหาที่ส่งผลกระทบด้านลบน้อย ไม่รบกวนทัศนียภาพของชายหาดโดย

อาจปรับใช้ร่วมกับมาตรการแก้ไขแบบอื่นได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามหน่วยงานที่รับผิดชอบควรเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลง วางแผนบำรุงรักษาโดยการเสริมทรายเพิ่มในลักษณะประจำตามรอบปีที่ได้ออกแบบไว้ รวมถึงทุกฝ่ายควรมีความรู้ถึงสมมูลของชายหาด เพื่อความเข้าใจ กระบวนการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ เพื่อปรับตัวให้สอดคล้องและอยู่ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงนั้น ได้อย่างยั่งยืน

**5. เอกสารอ้างอิง**

[1] United States Army Corps of Engineers, Shore protection manual Vol.1, US Government Printing Office, Washington DC, 1984.  
 [2] S. Ritphring, Shoreline Change in The Lower Gulf of Thailand, Final research report, Thai Universities for Healthy Public Policy, 2011.  
 [3] S. Ritphring, The Monitoring of Chalathat Beach Nourishment, Final research report, Songkhla Municipality, Songkhla Province, 2013.  
 [4] <http://www.water.gov.my>  
 [5] <http://www.nao.usace.army.mil>  
 [6] National Research Council, Beach Nourishment and Protection, National Academy Press, Washington DC, 1995.  
 [7] R.G. Dean and R.A. Dalrymple, Coastal Processes with Engineering Applications, Cambridge University Press, 2002.  
 [8] Danish Hydraulic Institute, Shoreline Management Guidelines, DHI, Denmark, 2001.  
 [9] CIRIA, Report 153 Beach Management Manual, Construction Industry Research and Information Association, United Kingdom, 1996.  
 [10] The government of Hong Kong Special Administrative Region, Port Works Design Manual: Part 5, Hong Kong, 2003.  
 [11] California Department of Boating and Waterways and State Coastal Conservancy, California Beach Restoration Study, Sacramento, California, 2002.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์การเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้