

โครงการศึกษาและจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง

1. ความเป็นมาของโครงการ

ภารกิจสำคัญประการหนึ่งของกรมเจ้าท่า ที่ได้ดำเนินการมายาวนานและเป็นประจำทุกปีคือการสำรวจ ออกแบบ และก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งพังในแม่น้ำ และลำคลองสาธารณะ โดยนับวันจะมีเรื่องราวร้องทุกข์ ขอให้ กรมฯ ดำเนินการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนจำนวนมากขึ้นทุกปี โดย งานในส่วนนี้อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักวิศวกรรม ส่วนวิศวกรรม ซึ่งที่ผ่านมาประสบปัญหาการดำเนินงาน ประทศราคาจ้างเหมาก่อสร้างที่ล่าช้า อันเนื่องจากการสำรวจและออกแบบไม่เป็นไปตามแผนงานจัดจ้างเป็น สาเหตุสำคัญ เพราะจำนวนบุคลากรที่รับผิดชอบไม่สอดคล้องกับปริมาณงานที่ต้องสำรวจออกแบบ ประกอบกับ การออกแบบต้องมีการคำนวณและวิเคราะห์โครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ตาม รายละเอียดข้อมูลและกายภาพของพื้นที่นั้นๆ ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานในภาพรวมของกรมฯ และการให้ ความช่วยเหลือประชาชนที่เดือดร้อน

แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวระยะยาว ควรมีการศึกษาและจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกัน ตลิ่งพัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสภาพปัญหาและสาเหตุการวิบัติของเขื่อนป้องกันตลิ่งพังที่กรมฯ ได้ ดำเนินการผ่านมา อีกทั้งศึกษาปัจจัยที่ทำให้เขื่อนป้องกันตลิ่งพังที่กรมฯ ได้ดำเนินการผ่านมา มีเสถียรภาพและคง อยู่ได้อย่างสมดุล และจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง โดยใช้ปัจจัยต่างๆ ในการออกแบบเป็นกรอบ กำหนดการจัดทำ เช่น ความกว้างของแม่น้ำ ความสูงของตลิ่ง คุณสมบัติสภาพชั้นดิน ความเร็วกระแสน้ำ และข้อ กฏหมายที่บังคับ เป็นต้น พร้อมทั้งจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับเรียกใช้แบบมาตรฐานดังกล่าว ทั้งนี้ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินงาน ทำให้กรมฯ ได้มีแบบมาตรฐาน รายการคำนวณ รายการประกอบแบบ ราคากลาง เอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง และโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับเรียกใช้เอกสารต่างๆ ไว้ใช้ในประโยชน์ราชการตามภารกิจของกรมฯ ช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนในการออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง ประหยัดงบประมาณในภาพรวม สามารถประทศราคาจ้างเหมาได้ตามแผนงาน แบบก่อสร้างมีความถูกต้องตาม หลักวิชาการ ลดความเสี่ยงในการวิบัติของโครงสร้างเนื่องจากการออกแบบผิดพลาด สามารถให้ความช่วยเหลือ หน่วยงานท้องถิ่นที่ขอความอนุเคราะห์แบบก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังทำให้กรมฯ เป็นหน่วยงานที่เป็นผู้นำ ในด้านการป้องกันแก้ไขปัญหาตลิ่งพัง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปัจจัย และสาเหตุปัญหาการวิบัติของเขื่อนป้องกันตลิ่งพังที่กรมเจ้าท่าได้ ดำเนินการมาแล้ว

2.2 เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปัจจัย และสาเหตุของการมีเสถียรภาพของเขื่อนป้องกันตลิ่งพังที่กรมเจ้าท่าได้ดำเนินการมาแล้ว

2.3 เพื่อศึกษาวิเคราะห์ และกำหนดปัจจัย (Factors) ในด้านต่างๆ ที่ต้องใช้ในการออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง

2.4 เพื่อเสนอแนวคิด และออกแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง ตลอดจนเอกสารประกอบอื่นๆ

2.5 เพื่อจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บและเรียกใช้แบบมาตรฐาน พร้อมเอกสารประกอบอื่นๆ

2.6 เพื่อจัดประชาสัมพันธ์และฝึกอบรมให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจในหลักการใช้งานแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง

3. แนวความคิดในการดำเนินงาน

สาเหตุการพิบัติของตลิ่งเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะรูปร่างของตลิ่ง ลักษณะการไหลของน้ำ การขึ้นลงของน้ำ สภาพชั้นดิน น้ำใต้ดิน การใช้งานบริเวณลาดตลิ่ง การเปลี่ยนแปลงร่องทางน้ำ หรือเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน ดังนั้นการออกแบบเขื่อนเพื่อป้องกันตลิ่งพังจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ข้างต้น โดยคำนึงถึงข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง วิธีการสำรวจ และการก่อสร้างที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างตรงจุด หรือลดโอกาสการพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นให้มากที่สุด

การจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพังจะเป็นการแสดงหน้าตัดแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยมีรูปแบบที่แตกต่างกันตามปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการพิบัติ ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดตามผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันในแต่ละกรณี

4. ผู้ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานในโครงการศึกษาและจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) การรวบรวมข้อมูล ศึกษาภาวะเปรียบที่เกี่ยวข้อง และศึกษาการจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งที่ทำมาในอดีต

- (2) การออกสนามและวิเคราะห์กรณีศึกษาเขื่อนป้องกันตลิ่งที่กรมเจ้าท่าได้ดำเนินการไปแล้ว
- (3) การศึกษาปัจจัยที่ต้องใช้ในการออกแบบ และการจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง
- (4) การจัดหาอุปกรณ์ และจัดทำโปรแกรมที่ข้องในการดำเนินงาน
- (5) การจัดประชุมสัมมนา รับฟังความคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และจัดการอบรมแก่เจ้าหน้าที่ของกรมเจ้าท่า

ขั้นตอนในการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 1 และมีรายละเอียด ดังนี้

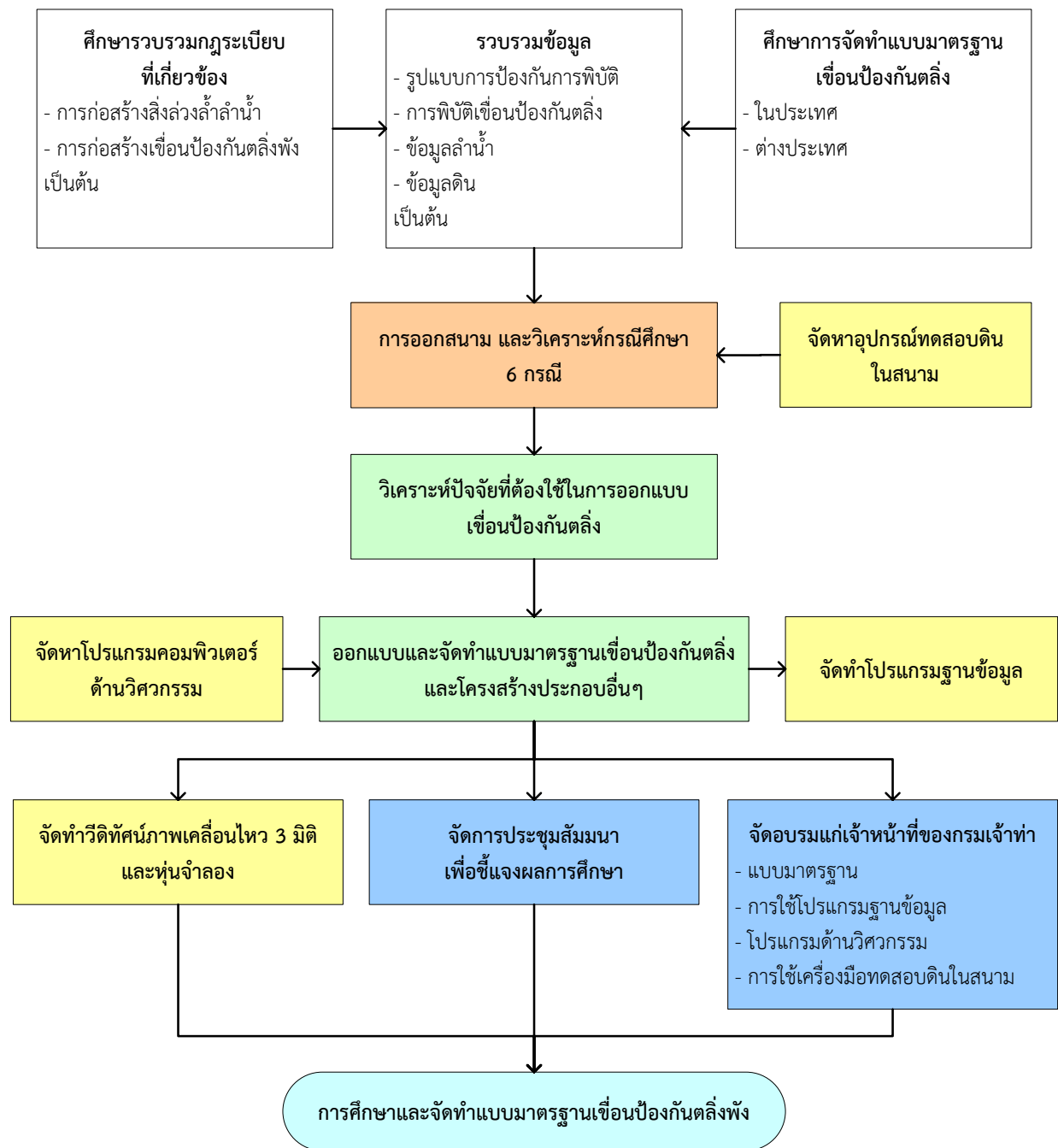
5.1 การศึกษารวบรวมข้อมูล

ในขั้นแรกของการดำเนินงานต้องทำการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาจริงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษา วิเคราะห์ และจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง โดยแบ่งลักษณะของข้อมูลออกเป็น 6 ส่วน คือ ข้อมูลเขื่อนป้องกันตลิ่ง ข้อมูลลำน้ำ ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลชั้นดินบริเวณริมตลิ่ง ข้อมูลทางธรณีวิทยา รูปแบบการป้องกันการพิบัติ มาตรฐานการเดินทางเรือ กฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างสิ่งล่วงล้ำลำน้ำ และแบบมาตรฐานที่ได้มีการดำเนินการมาแล้วทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ

5.2 การดำเนินการในสนามและวิเคราะห์กรณีศึกษาเขื่อนป้องกันตลิ่ง

หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษารวบรวมมาแล้ว จะทำการคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาจำนวน 6 พื้นที่ แบ่งเป็นกรณีที่เกิดการพิบัติและไม่เกิดการพิบัติอย่างละ 3 กรณี เพื่อศึกษาถึงความมั่นคงหรือไม่มั่นคง โดยใช้ข้อมูลดินที่มีอยู่เดิม (ถ้ามี) ร่วมกับการเจาะสำรวจดินเพิ่มเติมจำนวน 2 หลุม/พื้นที่ การทดสอบหาค่าความต้านทานทางไฟฟ้าของดิน (Resistivity Survey) ระยะทางรวม 100 เมตร/พื้นที่ เพื่อหาค่าความชื้นในมวลดินเป็นภาพกว้าง นอกจากนั้นจะได้ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ รวมถึงทำการสำรวจระดับและข้อมูลลำน้ำที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์

การวิเคราะห์เริ่มจากการประมวลผลการทดสอบต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการแบ่งชั้นดิน สรุปคุณสมบัติของดิน รวมถึงการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ในการวิเคราะห์ แล้วจึงทำการวิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนป้องกัน ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้างต้นทั้งหมดดำเนินการเพื่อสรุปปัจจัยที่ส่งผลให้เขื่อนป้องกันตลิ่งมีความไม่มั่นคงหรือมั่นคง เพื่อใช้เป็นแนวคิดประกอบการจัดทำมาตรฐานต่อไป



รูปที่ 1 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

5.3 การศึกษาปัจจัยที่ต้องใช้ในการออกแบบ และการจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง

5.3.1 การศึกษาปัจจัยที่ต้องใช้ในการออกแบบ

ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพังที่จะทำการศึกษา ประกอบด้วย

- ธรณีวิทยาลำน้ำ/อายุลำน้ำ
- ลักษณะการคดโค้ง/ความกว้าง/ความเร็วกระแสน้ำ
- ความสูงของตลิ่ง

- ลักษณะชั้นดิน
- ระดับน้ำ
- แรงที่กระทำกับเขื่อนป้องกันตลิ่ง
- ข้อกำหนดที่ยังค้าง

แต่ละปัจจัยจะมีผลมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะทำให้รูปแบบของเขื่อนป้องกันตลิ่งพังมีความต่างกันตามไปด้วย การศึกษาทำโดยใช้ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้รวมกับการศึกษาตัวแปร (Parametric Study) เพื่อสรุปปัจจัยหลัก-รอง ที่มีผลต่อความมั่นคงของเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง ทั้งนี้จำเป็นต้องสร้างระบบช่วยตัดสินใจเพื่อคัดเลือกรูปแบบของเขื่อนป้องกันตลิ่งที่เหมาะสมกับปัจจัยต่างๆ

5.3.2 จัดทำมาตรฐานการออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่ง

มาตรฐานการออกแบบจัดทำเพื่อเป็นการกำหนดกรอบ เงื่อนไข ขั้นตอน และเกณฑ์การยอมรับ สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่ง ผลการวิเคราะห์จะต้องนำมาพิจารณา ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลในพื้นที่ เพื่อตัดสินใจในการเลือกรูปแบบเขื่อนที่เหมาะสมต่อไป ซึ่งตัวอย่างหัวข้อในมาตรฐาน มีดังนี้

(1) การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

- ข้อมูลชั้นดิน (Soil Data) และการแปลผล (Interpretation)
- ตำแหน่งและลักษณะหน้าตัดที่ใช้ในการวิเคราะห์

(2) การกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์

- ช่วงเวลาสำคัญสำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพ
- ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อเสถียรภาพ

(3) การคำนวณหาค่าความมั่นคง

- การวิเคราะห์เสถียรภาพของเขื่อนป้องกันตลิ่ง (Slope Stability Analysis)
- การวิเคราะห์แรงดันดินด้านข้าง (Lateral Earth Pressure Analysis)

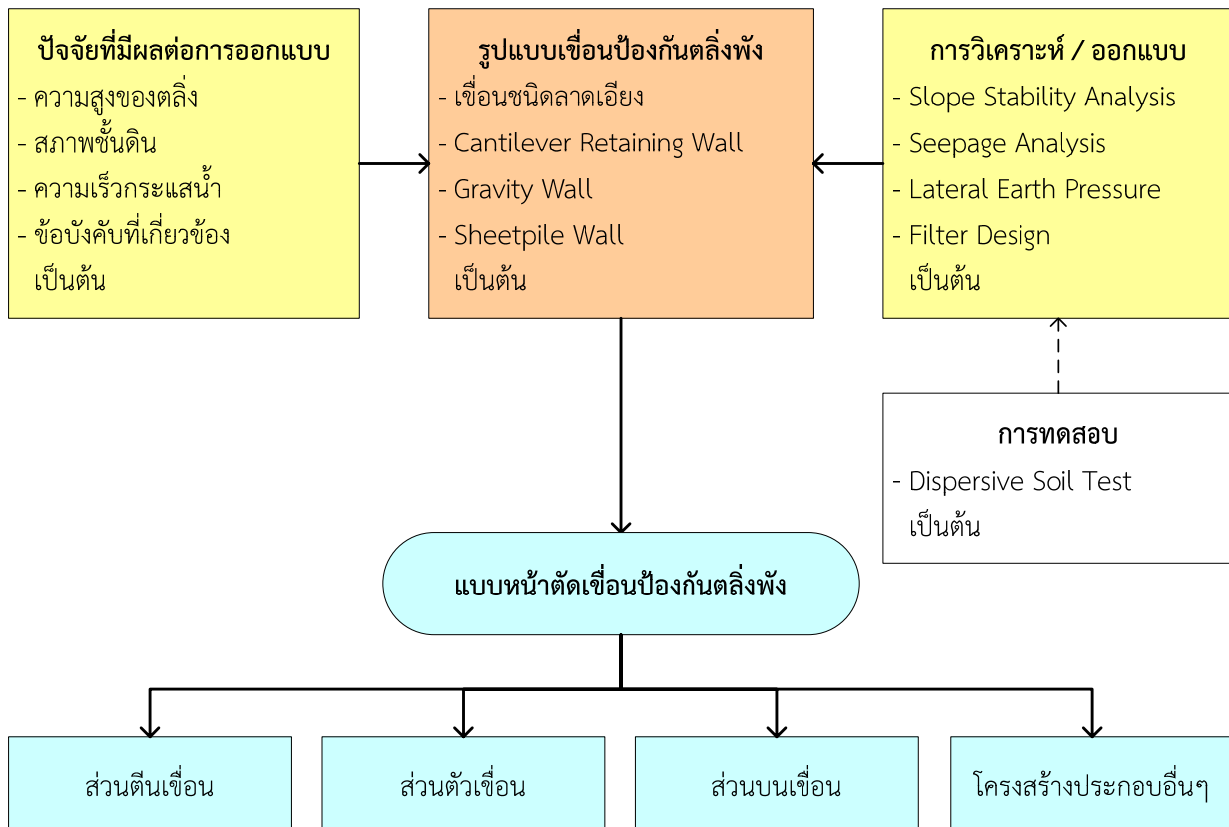
(4) การรายงานผล

- ข้อมูลชั้นดิน
- ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ
- รูปร่างของเขื่อนป้องกันตลิ่ง
- ลักษณะแนวการพิบัติ
- ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย

เป็นต้น

5.3.3 การจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง

(1) จัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งรูปแบบต่างๆ ตามปัจจัยและผลการวิเคราะห์ที่ได้ศึกษาแล้วในข้อ 5.3.1 และ 5.3.2 ผลที่ได้จะแสดงเป็นแบบลักษณะหน้าตัดพร้อมกับขนาดหรือความลึกที่เหมาะสม ทั้งนี้แบบมาตรฐานอาจจำแนกส่วนของเขื่อนป้องกันตลิ่งออกเป็นหลายส่วนเพื่อความสะดวกในการเลือกประกอบใช้ เช่น ส่วนดินเขื่อน ตัวเขื่อน หรือส่วนบนเขื่อน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แนวทางในการจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง

(2) คำนึงถึงผลกระทบด้านสถาปัตยกรรม เขื่อนกันตลิ่งพังอาจมีลักษณะแข็งกระด้าง ขาดความสวยงาม หากมีการออกแบบให้มีความเป็นธรรมชาติโดยใช้วัสดุที่เหมาะสม ผนวกกับการปลูกต้นไม้ปกคลุมห้อยลงมาจะทำให้แลดูไม่กระด้างหรือขัดกับสภาพแวดล้อม และควรพิจารณาบริบทพื้นที่ประกอบในการเลือกวัสดุ ดาดแข็งมาใช้เพื่อให้เข้ากับสภาพเดิมตามธรรมชาติด้วย

ข้อกำหนดหลักในการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม (Landscape Criteria) มีข้อกำหนดดังนี้

- ลักษณะพื้นที่ริมน้ำ ลักษณะทางธรณีสัณฐาน ธรณีวิทยา
- ลักษณะเส้นทางน้ำ กระแสน้ำ ความกว้างลำน้ำ
- ค่าระดับน้ำต่ำสุด ระดับน้ำเฉลี่ย และระดับน้ำสูงสุด
- ความลาดเอียงของพื้นที่ริมน้ำ และรูปตัดลำน้ำ
- ลักษณะพื้นที่ที่เกี่ยวข้องโดยรอบ

- มุมมอง ที่ศนียภาพ
- ทิศทาง แสงแดด
- ต้นไม้เดิม

(3) รูปแบบการจัดทำแบบมาตรฐาน จัดทำโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนแบบตามมาตรฐานการเขียนแบบของกรมเจ้าท่า หรือ วสท. หรือกรมชลประทาน

(4) การจัดทำรายการแสดงปริมาณงาน (BOQ.) ตามรูปแบบการป้องกันต่างๆ หรือแยกเป็นส่วนของตลิ่ง โดยใช้ตามวิธีของกรมบัญชีกลาง

5.4 การจัดทำและจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน

ประกอบด้วยการจัดหาคอมพิวเตอร์แม่ข่าย การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูล จัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านวิศวกรรม การจัดหาอุปกรณ์ทดสอบดินในสนามอย่างง่าย การจัดทำวีดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ และหุ่นจำลอง (Physical Model) ของเชื่อมป้องกันตลิ่งพังในรูปแบบต่างๆ

5.4.1 การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูล

โปรแกรมฐานข้อมูลเป็นระบบที่จะช่วยในการตัดสินใจ โดยทำการจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะเดิม (เท่าที่มีข้อมูล) ตำแหน่งเขื่อน แบบเขื่อน รูปถ่ายเขื่อนที่ก่อสร้างไปแล้ว (ถ้ามี) โดยอ้างอิงตำแหน่งกับแผนที่ฐาน (Base Map) นอกจากนี้ยังใช้สำหรับการจัดเก็บแบบมาตรฐานที่เป็นแบบทั่วไป (Typical Drawing) รายการประกอบแบบ รายการคำนวณ และรายการแสดงปริมาณงาน (แสดงเฉพาะรายการวัสดุ) ที่สอดคล้องกับแบบมาตรฐานนั้นๆ ด้วย

5.4.2 จัดทำหรือจัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านวิศวกรรม

โปรแกรมด้านวิศวกรรมต้องสามารถวิเคราะห์ความมั่นคงโดยใช้หลักการสมดุลย์จำกัดของมวลดิน (Limit Equilibrium Method, LEM) เป็นอย่างน้อย โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินจะจัดหาโปรแกรม KUSlope และ GeoStudio 2007 (Standard) นอกจากนี้จะจัดหาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ออกแบบการรับแรงด้านข้างโดยโปรแกรม Allpile และโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ Sheetpile โดยโปรแกรม SupportIT ทั้งนี้โปรแกรมดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์กรณีศึกษาการพิบัติและไม่พิบัติ รวมถึงใช้ในการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแบบมาตรฐาน เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพและการใช้งานของโปรแกรมต่างๆ ข้างต้น

5.4.3 การจัดหาอุปกรณ์ทดสอบดินในสนามอย่างง่าย

อุปกรณ์ทดสอบดินในสนามอย่างง่ายเพื่อใช้ทดสอบเพื่อประเมินลักษณะดินในเบื้องต้นควรมีคุณสมบัติ คือ สามารถเจาะสำรวจชั้นดินหรือทดสอบความแข็งแรงของดินในสนามได้ลึกมากกว่า 5 เมตร มีน้ำหนักไม่มากนัก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ทั้งนี้ขอเสนอ Kunzelstab และสว่านเจาะดิน

Kunzelstab Penetration Test เป็นวิธีการหยั่งทดสอบชั้นดินในสนาม โดยใช้แรงกระแทกส่งแท่งทดสอบผ่านชั้นดินลงไป ซึ่งแรงต้านการเคลื่อนที่ของแท่งทดสอบสามารถใช้ประมาณค่ากำลัง และความ

หนาของชั้นดิน ผลของการทดสอบที่ได้นี้จะทำให้ทราบสมบัติทางกายภาพของชั้นดินในเบื้องต้น อุปกรณ์ประกอบด้วยก้านตอก ความยาวท่อนละ 1.0 เมตร หัวกรวย (Cone) ปลายแหลมทำมุม 90 องศา และตุ้มตอกหนัก 10 กิโลกรัม

นอกจากนั้นขอเสนออุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบไม่ถูกรบกวน (Undisturbed Sample) โดย KU-Miniature Sampler เป็นชุดอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับเก็บตัวอย่างดินอ่อนถึงดินแข็ง (Soft to Stiff Soil) โดยการใช้กระบอกร PVC บรรจุอยู่ในกระบอกรเหล็ก แล้วใช้ตุ้มน้ำหนักตอกเพื่อเก็บดินเข้าไปใน PVC ตัวอย่างดินที่ได้จะสามารถนำไปทดสอบคุณสมบัติที่ด้านกำลัง (Soil Strength) และด้านอื่นๆ โดยเฉพาะการทดสอบแบบเฉือนตรง (Direct Shear Test) เนื่องจากกระบอกรถูกออกแบบให้มีขนาดเท่ากับกล่องเขื่อนตัวอย่าง (Mold) จึงช่วยลดการกระทบกระเทือน หรือความเสียหายที่เกิดจากการตัดแต่งตัวอย่างดิน

5.4.4 การจัดทำวิดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ และหุ่นจำลอง (Physical Model)

การจัดทำวิดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จำนวน 1 ชุด เพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์ ทำโดยใช้รูปแบบเขื่อนที่ได้จากการศึกษาในขั้นต้น มานำเสนอถึงความแตกต่างของแต่ละรูปแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพังทั้งในด้านกายภาพ ด้านหลักการป้องกันที่แตกต่างกัน ข้อดี-ข้อด้อย รวมถึงแสดงขั้นตอนในการก่อสร้าง โดยใช้โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ เช่น Sketchup เป็นต้น ร่วมกับโปรแกรมตัดต่อวิดิทัศน์ เช่น Premiere Pro, Vegas Movie Studio, Ulead Video Studio เป็นต้น

การจัดทำหุ่นจำลอง (Physical Model) จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง ชนิดแนวตั้ง และชนิดอาศัยธรรมชาติ โดยใช้กระดาษหรือครีติกมาทำหุ่นจำลองเพื่อแสดงรูปร่าง และตกแต่งลวดลาย สีสรร พืชพรรณประกอบตามความเหมาะสม

5.5 การจัดประชุมสัมมนาและอบรม

5.5.1 จัดการประชุมสัมมนาเพื่อชี้แจงผลการศึกษา จำนวน 1 ครั้ง ให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของกรมเจ้าท่า และตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง อาจารย์ บริษัทก่อสร้าง บริษัทที่ปรึกษา หรือวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เป็นต้น แล้วสรุปประเด็นความคิดเห็นที่ได้ ในกรณีมีข้อปัญหาหรือข้อสงสัย จะทำการกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ และ/หรือ การวิจัย เพื่อตอบปัญหาหรือข้อสงสัยนั้นๆ ตามความเหมาะสมในกรอบของเวลา

5.5.2 จัดการอบรมแก่เจ้าหน้าที่ของกรมเจ้าท่าสำหรับการใช้แบบมาตรฐาน การใช้โปรแกรมฐานข้อมูล โปรแกรมด้านวิศวกรรม และการใช้เครื่องมือทดสอบดินในสนาม รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง

5.5.3 จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ อันได้แก่ แผ่นพับ และโปสเตอร์ และเอกสารการบรรยายโดยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เป็นต้น แล้วส่งให้กรมฯ พิจารณาก่อนใช้ในการจัดสัมมนาโครงการ

6. ระยะเวลาดำเนินการ

การดำเนินการศึกษามีระยะเวลารวม 420 วัน เริ่มตั้งแต่วันที่ 9 สิงหาคม 2554

7. ผลผลิตและผลลัพธ์ของโครงการ

7.1 กฎระเบียบและมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งที่เกี่ยวข้อง

เมื่อแบ่งหัวข้อในการพิจารณาออกเป็น 4 เรื่อง คือ สิ่งปลูกสร้างขวางทางน้ำ การขุดลอกลำน้ำ ตลิ่งริมแม่น้ำ และการเดินเรือ จะสามารถจำแนกกฎหมาย หรือข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง ได้ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 ถึง 4

ตารางที่ 1 กฎหมาย หรือข้อกำหนดเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างขวางทางน้ำ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 63 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2556	
ข้อ 4	ลักษณะของอาคารและการล่องลำที่พึงอนุญาต (5) เขื่อนกันน้ำเขาะ ความลาดชันของเขื่อนกันน้ำเขาะไม่เกิน 1:3 โดยแนวสันเขื่อนด้านบนต้องอยู่ที่แนวกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครองที่ดิน สำหรับบริเวณลำน้ำที่แคบหรืออาจเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ เขื่อนต้องมีลักษณะตั้งตรงและไม่มีความลาดชันยื่นออกมา
ข้อ 5	เจ้าท่าอาจอนุญาตให้ปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งอื่นใดล่องลำลำแม่น้ำที่ไม่มีลักษณะตามข้อกำหนดใน ข้อ 4 เป็นการเฉพาะรายได้ และเมื่อเจ้าท่าได้รับอนุญาตแล้ว ให้ประกาศลักษณะของอาคารหรือลักษณะของการล่องลำลำแม่น้ำนั้นในราชกิจจานุเบกษา และให้ถือเป็นหลักเกณฑ์ในการอนุญาตต่อไปได้
ข้อ 7	หลักเกณฑ์ในการพิจารณาอนุญาตให้ปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งอื่นใดล่องลำลำแม่น้ำมีดังต่อไปนี้ (1) ลักษณะหรือสภาพของอาคารหรือสิ่งอื่นใดล่องลำลำน้ำต้องไม่เป็นอันตรายต่อการเดินเรือหรือทำให้ทางน้ำเปลี่ยนแปลงไป หรือก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (2) อาคารหรือสิ่งอื่นใดล่องลำลำแม่น้ำที่จะอนุญาตให้ปลูกสร้างได้ต้องมีลักษณะของอาคารและการล่องลำที่พึงอนุญาตได้ตามข้อ 4 หรือข้อ 5 (3) อาคารหรือสิ่งอื่นใดล่องลำลำแม่น้ำที่อนุญาตให้ปลูกสร้างได้ต้องไม่อยู่ในเขตพื้นที่ที่มีประกาศของกรมเจ้าท่าห้ามปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งอื่นใดล่องลำลำแม่น้ำ ประกาศดังกล่าวต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรีและประกาศในราชกิจจานุเบกษา (4) การอนุญาตให้ใช้พื้นที่ล่องลำลำแม่น้ำ ให้กระทำได้เพียงเท่าที่จำเป็น และสมควรเฉพาะตามวัตถุประสงค์ในการใช้อาคารหรือสิ่งอื่นใดที่ล่องลำลำแม่น้ำนั้น (5) การอนุญาตให้ใช้พื้นที่ล่องลำลำแม่น้ำ ต้องไม่เป็นการขัดต่อกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายว่าด้วยการผังเมือง

ตารางที่ 2 กฎหมาย หรือข้อกำหนดเกี่ยวกับการขุดลอกลำน้ำ

ระเบียบกรมเจ้าท่าว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ขุดลอกร่องน้ำทางเรือเดิน พ.ศ. 2554	
ข้อ 7	<p>หลักเกณฑ์การพิจารณาอนุญาตให้ขุดลอกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำหน่าย</p> <p>(1) พื้นที่ขุดลอกต้องมีขนาดไม่เกิน 5 ไร่ เว้นแต่มีเหตุผลอื่นเพื่อประโยชน์สาธารณะ</p> <p>(2) พื้นที่ขุดลอกต้องอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของสะพาน เขื่อนหรือสิ่งก่อสร้างงานชลประทาน ไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร</p> <p>(3) พื้นที่ขุดลอกต้องมีระยะห่างจากบ้านเรือนราษฎร วัด โรงเรียน ทรัพย์สินของทางราชการและเอกชนไม่น้อยกว่า 500 เมตร</p> <p>(4) ต้องขุดลอกกลางลำน้ำและยาวขนานกับลำน้ำ โดยห่างจากขอบตลิ่งไม่น้อยกว่า 50 เมตร สำหรับลำน้ำที่มีความกว้างตั้งแต่ 120 เมตรขึ้นไป หรือห่างจากขอบตลิ่งไม่น้อยกว่า ๒/๕ สำหรับลำน้ำที่มีความกว้างต่ำกว่า 120 เมตร ทั้งนี้ ให้คำนวณจากระยะที่แคบที่สุดของลำน้ำ บริเวณที่ขุดลอกไปถึงขอบตลิ่ง</p> <p>(5) ระดับความลึกในการขุดลอกต้องไม่เกิน 2 เมตร จากระดับดินเดิม โดยให้พิจารณาจากสภาพของดินขอบตลิ่ง ทั้งนี้ อัตราส่วนความลึกจากระดับขอบตลิ่งถึงพื้นดินใต้ท้องน้ำต่อระยะห่างขอบตลิ่งถึงขอบเขตพื้นที่ขุดลอก (แนวตั้ง : แนวราบ) ให้คำนวณในอัตราส่วนดังนี้</p> <p style="padding-left: 40px;">(ก) กรวดปนทราย ต้องไม่เกิน 1 : 10</p> <p style="padding-left: 40px;">(ข) ทราย ต้องไม่เกิน 1 : 8</p> <p style="padding-left: 40px;">(ค) ดินปนทราย ต้องไม่เกิน 1 : 8</p> <p style="padding-left: 40px;">(ง) ดินเหนียว ต้องไม่เกิน 1 : 2</p> <p>(6) การขุดลอกต้องไม่เป็นอุปสรรคหรือเป็นอันตรายต่อการเดินเรือหรือการพัฒนาทางน้ำหรือทางเรือเดินของกรมเจ้าท่า</p> <p>(7) การขุดลอกต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพตลิ่ง ระบบนิเวศน์และสภาพแวดล้อมทางน้ำ โดยต้องไม่สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนในพื้นที่หรือกระทบต่อเศรษฐกิจในท้องถิ่นนั้น</p> <p>(8) ต้องนำวัสดุที่ได้จากการขุดลอกทั้งหมดขึ้นจากลำน้ำ โดยมีให้นำวัสดุที่ได้จากการขุดลอกที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์เททิ้งกลับลงสู่ลำน้ำอีก</p>

ตารางที่ 3 กฎหมาย หรือข้อกำหนดเกี่ยวกับตลิ่งริมแม่น้ำ

กรณีศึกษาปัญหาข้อกฎหมายเกี่ยวกับอำนาจหน้าที่ในการดูแลรักษาที่ดินริมแหล่งน้ำสาธารณะ (พ.ศ. 2538)	
ข้อ 1	<p>ปัญหา</p> <p>1. กรณีแหล่งน้ำสาธารณะเกิดการตื้นเขินทั้งหมดหรือแต่บางส่วนซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติ เกิดที่ดินริมแหล่งน้ำที่น้ำท่วมไม่ถึงอีกต่อไป นั้น</p> <p>1.1 ที่ดินดังกล่าวยังคงอยู่ในอำนาจหน้าที่ดูแลรักษาของกรมเจ้าท่าหรือไม่ และหากที่ดินดังกล่าวไม่อยู่ในอำนาจหน้าที่ของกรมเจ้าท่าจะอยู่ในอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานใด และการเปลี่ยนแปลงอำนาจหน้าที่จากกรมเจ้าท่าไปยังหน่วยงานอื่นจะต้องดำเนินการทางกฎหมายอย่างไร หรือไม่</p> <p>1.2 เมื่อเอกชนจะปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งอื่นใดลงบนที่ดินดังกล่าวจะต้องได้รับอนุญาตจากกรมเจ้าท่าและต้องเสียค่าตอบแทนการใช้ที่ดินนั้นหรือไม่ ถ้าปลูกสร้างโดยไม่ได้รับอนุญาตจะเป็นความผิดหรือไม่ และหากกรมเจ้าท่าไม่มีอำนาจอนุญาตหน่วยงานใดจะเป็นผู้มีอำนาจอนุญาตแทน</p> <p>1.3 การระวางชี้และรับรองแนวเขตที่ดินเอกชนที่อยู่ติดแหล่งน้ำสาธารณะในกรณีที่ดินริมแหล่งน้ำสาธารณะแห้งลง กรมเจ้าท่ายังมีอำนาจระวางชี้และรับรองแนวเขตหรือไม่ หากมีจะชี้ที่จุดใดระหว่างจุดที่น้ำเคยขึ้นสูงสุดในอดีตกับจุดที่น้ำขึ้นสูงสุดในปัจจุบัน</p> <p>ความเห็นคณะกรรมการกฤษฎีกา</p> <p>1. ข้อหาหรือประการที่หนึ่ง ที่ว่า กรณีที่แหล่งน้ำสาธารณะเกิดการตื้นเขินทั้งหมดหรือแต่บางส่วนตามธรรมชาติ ทำให้เกิดที่ดินริมแหล่งน้ำสาธารณะที่น้ำท่วมไม่ถึงอีกต่อไป นั้น เห็นว่าที่ดินริมแหล่งน้ำสาธารณะที่น้ำท่วมไม่ถึงอีกต่อไป เนื่องจากแหล่งน้ำสาธารณะตื้นเขินตามข้อหาหรือในประการที่หนึ่งนี้ ย่อมพ้นสภาพการเป็น “ที่ชายตลิ่ง” และไม่อยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของกรมเจ้าท่าอีกต่อไป การปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งอื่นใดลงบนที่ดินดังกล่าวจึงไม่อยู่ในบังคับต้องขออนุญาต เสียค่าตอบแทน หรือถือเป็นความผิดตามพระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทยฯ แต่ตราบใดที่ยังไม่ได้มีการถอนสภาพการเป็น “สาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน” ที่ดินนั้นก็ยังคงมีสภาพเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกันอยู่ต่อไป และอยู่ในความดูแลรับผิดชอบของนายอำเภอแห่งท้องที่ตามมาตรา 122 แห่งพระราชบัญญัติลักษณะปกครองท้องที่ พระพุทธศักราช 2457 ประกอบกับมาตรา 8 วรรคหนึ่ง แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน และมาตรา 62 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ.2534 และโดยที่การเปลี่ยนแปลงผู้มีอำนาจหน้าที่ในการดูแลรักษาจากกรมเจ้าท่าไปยังนายอำเภอนั้นเป็นไปตามผลของกฎหมาย จึงไม่ต้องดำเนินการในทางกฎหมายอย่างใดอีก ส่วนการระวางชี้และรับรองแนวเขตที่ดินของเอกชนที่อยู่ติดแหล่งน้ำสาธารณะที่มีระดับน้ำแห้งลงนั้น เมื่อขอบเขตความรับผิดชอบของกรมเจ้าท่าจำกัดอยู่แต่</p>

ตารางที่ 3 (ต่อ) กฎหมาย หรือข้อกำหนดเกี่ยวกับตลิ่งริมแม่น้ำ

<p>กรณีศึกษาปัญหาข้อกฎหมายเกี่ยวกับอำนาจหน้าที่ในการดูแลรักษาที่ดินริมแหล่งน้ำสาธารณะ (พ.ศ. 2538)</p>	
	<p>เฉพาะบริเวณที่ชายตลิ่ง การระวางชี้และรับรองแนวเขตจึงต้องถือตามจุดที่น้ำขึ้นสูงสุดในปัจจุบัน สำหรับการระวางชี้และรับรองแนวเขตในที่ดินส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไป หากปรากฏว่าที่ดินนั้นยังคงมีสภาพเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินสำหรับพลเมืองใช้ร่วมกัน ก็อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของนายอำเภอ</p>
ข้อ 2	<p>ปัญหา</p> <p>2. กรณีแหล่งน้ำสาธารณะเกิดการตื้นเขินเนื่องจากการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ ทำให้เกิดที่ดินริมแหล่งน้ำขึ้น อำนาจในการดูแลรักษา การอนุญาตให้ปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งอื่นใดลงในที่ดินดังกล่าว และการระวางชี้และรับรองแนวเขตที่ดินของเอกชนกับแหล่งน้ำสาธารณะซึ่งเป็นของกรมเจ้าท่าอยู่หรือไม่ อย่างไร</p> <p>ความเห็นคณะกรรมการกฤษฎีกา</p> <p>2. ข้อหาหรือประการที่สอง ที่ว่า ที่ดินริมแหล่งน้ำสาธารณะที่เกิดจากการที่แหล่งน้ำสาธารณะนั้นตื้นเขินเนื่องจากมนุษย์สร้างเขื่อนกักเก็บน้ำขึ้น นั้น ปรากฏข้อเท็จจริงจากคำชี้แจงของผู้แทนกรมเจ้าท่าว่า สำหรับกรณีที่หาหรือมานี้ตามปกติแล้วน้ำจะท่วมไม่ถึงที่ดินดังกล่าว แม้ว่าจะได้มีการปล่อยน้ำจากเขื่อนมากกว่าปกติในกรณีที่น้ำหลากเนื่องจากฝนตกหนักทำให้ต้องระบายน้ำออกจากเขื่อนตลอดเวลาเท่านั้น จึงเห็นว่า กรณีมีผลเป็นเช่นเดียวกับที่ดินตามข้อหาหรือประการที่หนึ่ง</p>

ตารางที่ 4 กฎหมาย หรือข้อกำหนดเกี่ยวกับการเดินเรือ

<p>พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย (ฉบับที่ 1) พ.ศ.2556</p>	
มาตรา 34	<p>เรือโป๊ะ หรือเรือโป๊ะจ้าย เรือลำเลียง เรือสำเภา เรือบรรทุกสินค้าเรือเปิดทะเล และเรืออื่นๆ ต้องจอดทอดสมอกกลางแม่น้ำ และถ้าไม่เป็นการขัดขวาง ก็ให้ทอดจอดค่อนข้างฝั่งตะวันตก แต่ต้องไว้ช่องทางเรือเดินไม่น้อยกว่าร้อยละ ในระหว่างเรือกับฝั่งตะวันตก หรือกับบรรดาเรือที่จอดเทียบฝั่งตะวันตก หรือกับแพคนอยู่ที่ผูกเทียบอยู่กับฝั่งตะวันตก</p>
มาตรา 209 ¹²²	<p>ห้ามมิให้เรือลำใดทอดสมอกภายในระยะข้างละหนึ่งร้อยเมตรนับจากที่ซึ่งสาย ท่อหรือสิ่งก่อสร้างใต้น้ำทอดอยู่ หรือเกาะสมอข้างสาย ท่อหรือสิ่งก่อสร้างที่ทอดใต้น้ำนั้น</p>
มาตรา 34	<p>เรือโป๊ะ หรือเรือโป๊ะจ้าย เรือลำเลียง เรือสำเภา เรือบรรทุกสินค้าเรือเปิดทะเล และเรืออื่นๆ ต้องจอดทอดสมอกกลางแม่น้ำ และถ้าไม่เป็นการขัดขวาง ก็ให้ทอดจอดค่อนข้างฝั่งตะวันตก แต่ต้องไว้ช่องทางเรือเดินไม่น้อยกว่าร้อยละ ในระหว่างเรือกับฝั่งตะวันตก หรือกับบรรดาเรือที่จอดเทียบฝั่งตะวันตก หรือกับแพคนอยู่ที่ผูกเทียบอยู่กับฝั่งตะวันตก</p>

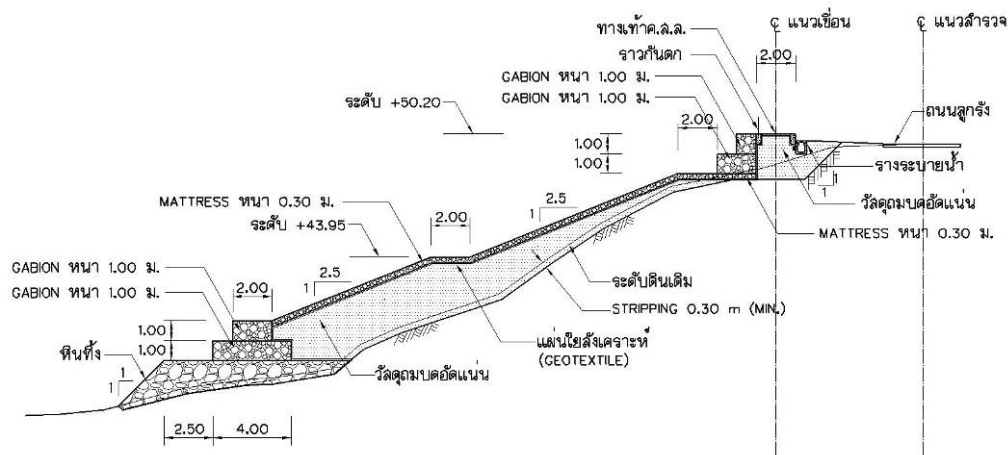
จากการศึกษารูปแบบการป้องกันตลิ่งทั้งในและต่างประเทศสามารถสรุปการจำแนกประเภทเขื่อนป้องกันตลิ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้ดังนี้

1. เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง (Slope Bank Protection)
2. เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง (Vertical Bank Protection)
3. เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดผสม

ทั้งนี้การเลือกรูปแบบของเขื่อนป้องกันตลิ่งต้องอาศัยข้อมูลอื่นๆ ประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ข้อมูลทางด้านชลศาสตร์และปฐพีกลศาสตร์ สภาพของลำน้ำและแหล่งวัสดุ และยังต้องคำนึงถึงความสวยงามทางด้านสถาปัตยกรรมและประโยชน์ใช้สอยอีกด้วย

- เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง (Slope Bank Protection)

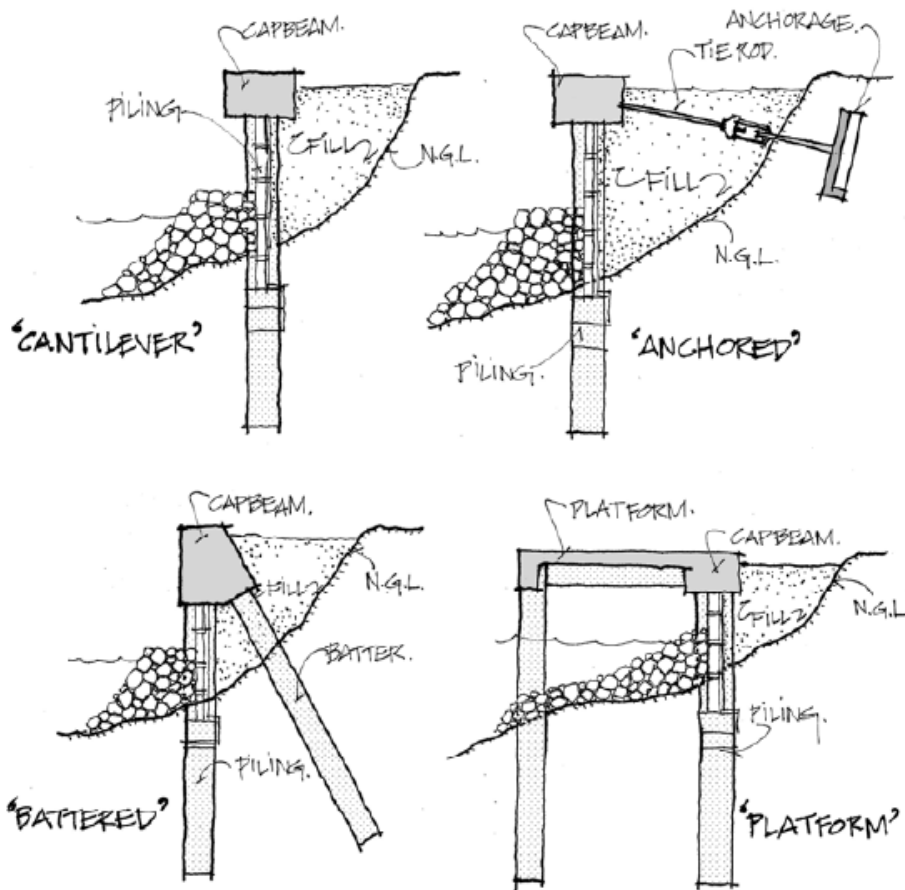
เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียง เป็นการป้องกันตลิ่งโดยการถมด้วยวัสดุที่คัดเลือกตามข้อกำหนด จนกระทั่งมีความลาดเอียงที่พอเหมาะทำให้ตลิ่งมีความมั่นคงแข็งแรง ความลาดเอียงของเขื่อน (อัตราส่วนระยะแนวตั้งต่อระยะแนวราบ) โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 1:2 ถึง 1:3 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินริมตลิ่งและวัสดุถม หลังจากนั้นจึงทำการปูทับด้วยโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่งหรือ Revetment เขื่อนชนิดนี้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยช่างฝีมือและราคาก่อสร้างไม่สูงนัก แต่ถ้าตลิ่งมีความสูงมากจะทำให้ลาดของตัวเขื่อนยื่นล้ำเข้าไปในลำน้ำมาก อันอาจจะเกิดปัญหาในการใช้ลำน้ำได้ ดังแสดงรูปที่ 3



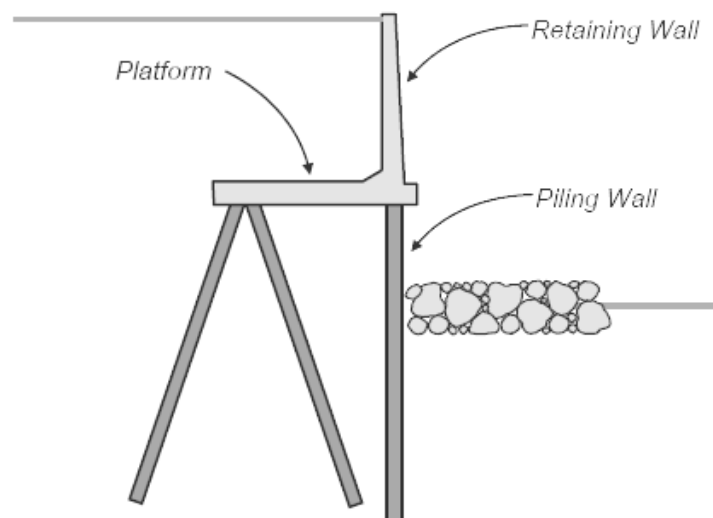
รูปที่ 3 การใช้หินและแผ่นใยสังเคราะห์เป็นโครงสร้างปิดทับหน้าตลิ่ง

- เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง (Vertical Bank Protection)

การก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียงในลำน้ำที่แคบหรือตลิ่งมีความสูงชันมาก อาจไม่เป็นการเหมาะสม เนื่องจากลาดของตัวเขื่อนจะยื่นล้ำเข้าไปในลำน้ำมาก ทำให้เกิดปัญหาในการใช้ลำน้ำได้ วิธีแก้ปัญหาวิธีหนึ่ง คือ เลือกใช้เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้ง ดังรูปที่ 4-5



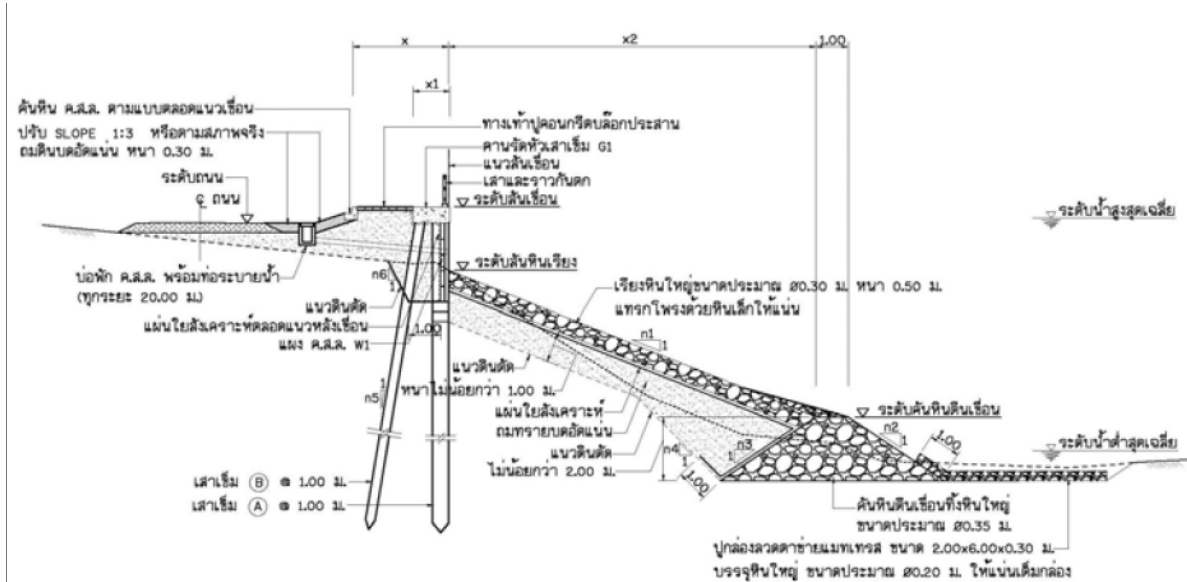
รูปที่ 4 เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Sheet-Piling Wall รูปแบบต่างๆ (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549)



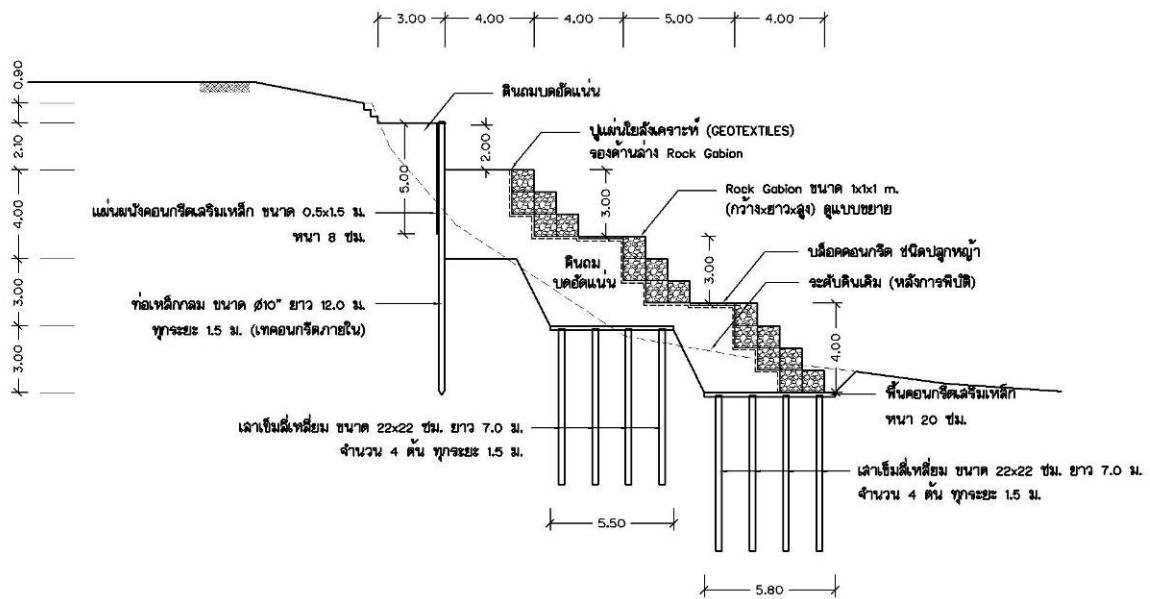
รูปที่ 5 เขื่อนป้องกันตลิ่งแบบ Relieving Platform (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2549)

- เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดผสม

เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดผสมเป็นการผสมผสานระหว่างเขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดลาดเอียงกับเขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดแนวตั้งเข้าด้วยกัน แสดงดังรูป 6 โดยทั้งนี้ การเลือกใช้เขื่อนป้องกันชนิดผสมต้องคำนึงถึงลักษณะความกว้างของลำน้ำเพื่อไม่ให้ความลาดของตัวเขื่อนยื่นล้ำเข้าไปในลำน้ำมาก อันอาจจะเกิดปัญหาในการใช้ลำน้ำได้



ก. แบบเสาเข็มหลักและเข็มสมอ



ข. แบบเสาเข็มเดี่ยว

รูปที่ 6 เขื่อนป้องกันตลิ่งชนิดผสม

7.2 การศึกษาปัจจัยที่ต้องใช้ในการออกแบบ

เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการสำรวจ ออกแบบ รวมถึงการก่อสร้างเขื่อน โดยคำนึงถึงอิทธิพลต่อโครงสร้างเขื่อนในส่วนต่างๆ และลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นจากปัจจัยนั้นๆ แล้ววิเคราะห์หาปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง เพื่อจัดกลุ่มความสำคัญของปัจจัยทั้งหมด

แนวทางการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพิบัติของตัวเขื่อนป้องกันตลิ่ง คือ ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ และปริมาณการไหลของน้ำ ความคดโค้งของลำน้ำ ความลาดของท้องน้ำ ระดับน้ำในแม่น้ำ ประเภทของดินและการวางตัวของชั้นดิน ความลาดชันและความสูงของลาดตลิ่ง ระดับน้ำใต้ดิน และน้ำหนักกระทำภายนอก สำหรับปัจจัยรองที่มีผลต่อการกัดเซาะของวัสดุปิดผิวเขื่อนประกอบด้วย คลื่นเนื่องจากลม และการเดินเรือ โครงสร้างกีดขวางลำน้ำ การระบายน้ำบนผิวดิน และพืชคลุมดิน

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่ง

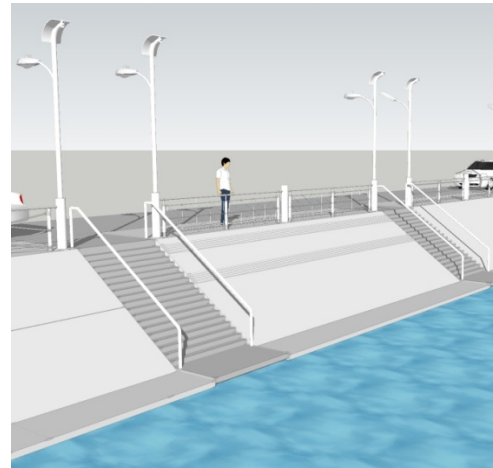
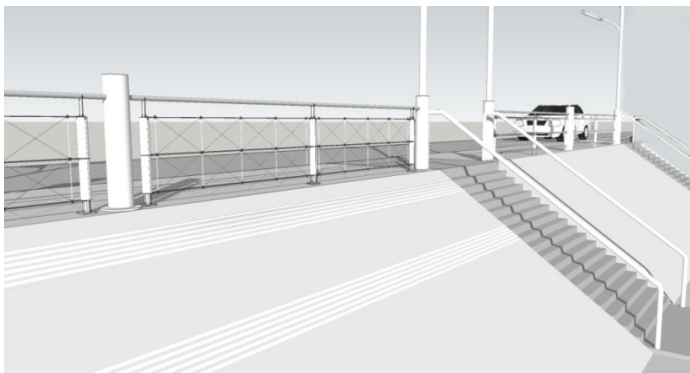
ลำดับ	กลุ่มปัจจัย	ปัจจัย	ผลต่อโครงสร้างเขื่อนกันดิน	ลักษณะความเสียหาย	วิธีสำรวจหรือทดสอบ	ลำดับความสำคัญ
1	ปัจจัยด้านชลศาสตร์	อายุของลำน้ำ	รูปแบบของโครงสร้าง (ภาพรวม)			-
		ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ และ ปริมาณการไหลของน้ำ	รูปแบบของโครงสร้าง, ลักษณะดินเขื่อน (ขนาด และความ ยาว), ระยะขยายโค้ง (Extent of revetment protection)	การกัดเซาะดินเขื่อน แล้วส่งผลให้ตัว เขื่อนพิบัติ	Topographic Survey	3
		ความกว้างแม่น้ำ	รูปแบบของโครงสร้าง (แม่น้ำแคบใช้โครงสร้างแนวตั้ง, แม่น้ำ กว้างใช้โครงสร้างแนวเอียง)	กีดขวางการสัญจรทางน้ำ	Topographic Survey, ข้อมูลจากกรมเจ้าท่า-กรม ชลประทาน	1
		ความคดโค้งของลำน้ำ	ขนาดก้อนหินตัวเขื่อน, ลักษณะดินเขื่อน (ขนาด และความ ยาว), ระยะขยายโค้ง (Extent of revetment protection)	หินเรียงหลุด, กัดเซาะดินเขื่อนแล้ว ส่งผลให้ตัวเขื่อนพิบัติ	Topographic Survey	3
		ความลาดของท้องน้ำ	ขนาดก้อนหินตัวเขื่อน, ลักษณะดินเขื่อน (ขนาด และความ ยาว)	หินเรียงหลุด, กัดเซาะดินเขื่อนแล้ว ส่งผลให้ตัวเขื่อนพิบัติ	Topographic Survey, ข้อมูลจากกรมเจ้าท่า-กรม ชลประทาน	3
		ระดับน้ำในแม่น้ำ	ความลาดเอียงของลาดตลิ่ง	การพิบัติของตัวเขื่อน	ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำ กรมชลประทาน แล้วทำการ วิเคราะห์ทางชลศาสตร์	3
		คลื่นเนื่องจากลม และการเดินเรือ	ขนาดก้อนหินตัวเขื่อน, ลักษณะดินเขื่อน (ขนาด และความ ยาว)	หินเรียงหรือวัสดุปิดผิวเขื่อนเสียหาย	ความเร็วลม-โดยกรมอุตุนิยมวิทยา , ข้อมูลการ เดินเรือ-กรมเจ้าท่า	2
		โครงสร้างกีดขวางลำน้ำ	ตำแหน่งกำแพงกันดิน	การพิบัติของตลิ่งเดิม	Topographic Survey	2
2	ปัจจัยด้านธรณีวิทยา	ประเภทของดินและการวางตัวของชั้นดิน	รูปแบบของโครงสร้าง, ความลาดเอียงของลาดตลิ่ง, การขุดดิน ก่อนก่อสร้าง	การพิบัติของตัวเขื่อน	Soil Boring บนตลิ่ง/ดินเขื่อน	3
		ความลาดชันและความสูงของลาด ตลิ่ง	ความลาดเอียงของลาดตลิ่ง	การพิบัติของตัวเขื่อน	Topographic Survey	3
		ระดับน้ำใต้ดิน	ความลาดเอียงของลาดตลิ่ง, ระบบระบายน้ำใต้ดิน	Piping แล้วตัวเขื่อนพิบัติ	Soil Boring บนตลิ่ง	3
3	ปัจจัยด้านอื่นๆ	น้ำหนักกระทำภายนอก	ความลาดเอียงของลาดตลิ่ง, รูปแบบโครงสร้างส่วนบน, ตำแหน่งทิ้งน้ำ	การพิบัติของตัวเขื่อน, เกิดการกัด เซาะตัวเขื่อนบริเวณทิ้งน้ำ	สำรวจลักษณะการใช้พื้นที่เดิม (ด้วยสายตา)	3
		การระบายน้ำบนผิวดิน	รางระบายน้ำ และระบบระบายน้ำผิวดิน	การกัดเซาะหน้าดิน	สำรวจลักษณะการใช้พื้นที่เดิม (ด้วยสายตา)	2
		พืชคลุมดิน		การกัดเซาะหน้าดิน	การสำรวจด้วยสายตา	2
		รูปแบบสถาปัตยกรรม	องค์ประกอบรองของเขื่อน	ไม่มีผลต่อความเสียหาย	สำรวจภูมิภาที่ตลิ่งเขื่อน สถานที่สำคัญ หรือลักษณะ การใช้งานของพื้นที่นั้นๆ	0
		ขอบเขตที่ดินบนตลิ่ง	รูปแบบของโครงสร้าง	ไม่มีผลต่อความเสียหาย	สอบถามชาวบ้าน, หลักเขตที่ดิน, ข้อมูลกรมที่ดิน	0

เมื่อแบ่งลำดับความสำคัญเป็น 4 ชั้น คือ 0 = ไม่มีผลต่อความเสียหาย, 1 = มีผลกระทบในด้านอื่น, 2 = มีผลกระทบต่อโครงสร้างรองของเขื่อน, 3 = มีผลกระทบต่อโครงสร้างหลักของเขื่อน

7.3 การจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่งพัง

เขื่อนป้องกันตลิ่งพัง ไม่เพียงแต่เป็นการปกป้อง ให้ความแข็งแรงแก่ตลิ่ง พื้นที่ริมน้ำมักเป็นพื้นที่พักผ่อนของเมืองและอาจเป็นแหล่งท่องเที่ยว การออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพังจึงเป็นการส่งเสริมทัศนียภาพ ให้สวยงาม และอาจสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับพื้นที่ได้หากได้รับการออกแบบที่ดี

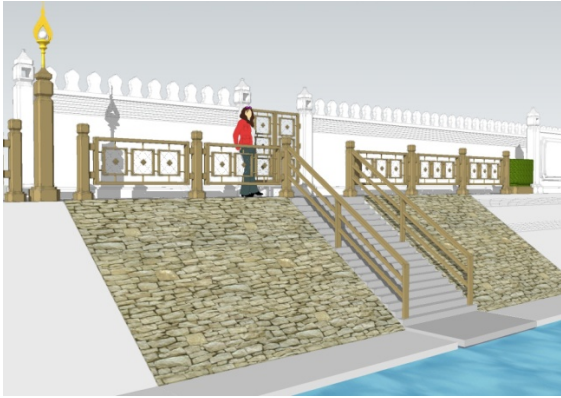
การออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งพังอาจจำแนกรับตามลักษณะท้องถิ่น คือ พื้นที่ในเมือง พื้นที่ใกล้วัด และพื้นที่ในชนบท ดังรูปที่ 7 ถึง 11



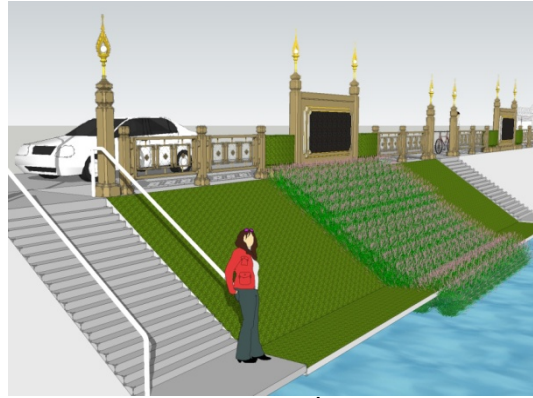
รูปที่ 7 เขื่อนกันตลิ่งริมถนนสาธารณะทั่วไป



รูปที่ 8 เขื่อนกันตลิ่งริมบริเวณพื้นที่สาธารณะที่มีกิจกรรมประเพณีทางน้ำ

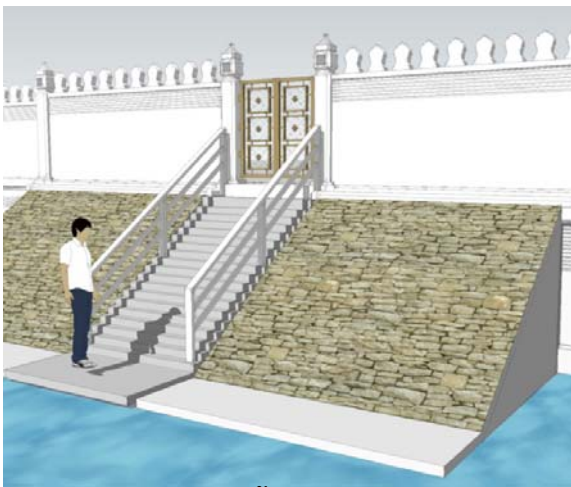


บริเวณด้านข้างวัด



บริเวณป้ายชื่อวัด

รูปที่ 9 เขื่อนป้องกันตลิ่งบริเวณวัด



แบบรั้วชิดเขื่อน



แบบมีทางเดินด้านบนระหว่างรั้วกับเขื่อน

รูปที่ 10 เขื่อนป้องกันตลิ่งบริเวณประตูทำน้ำ



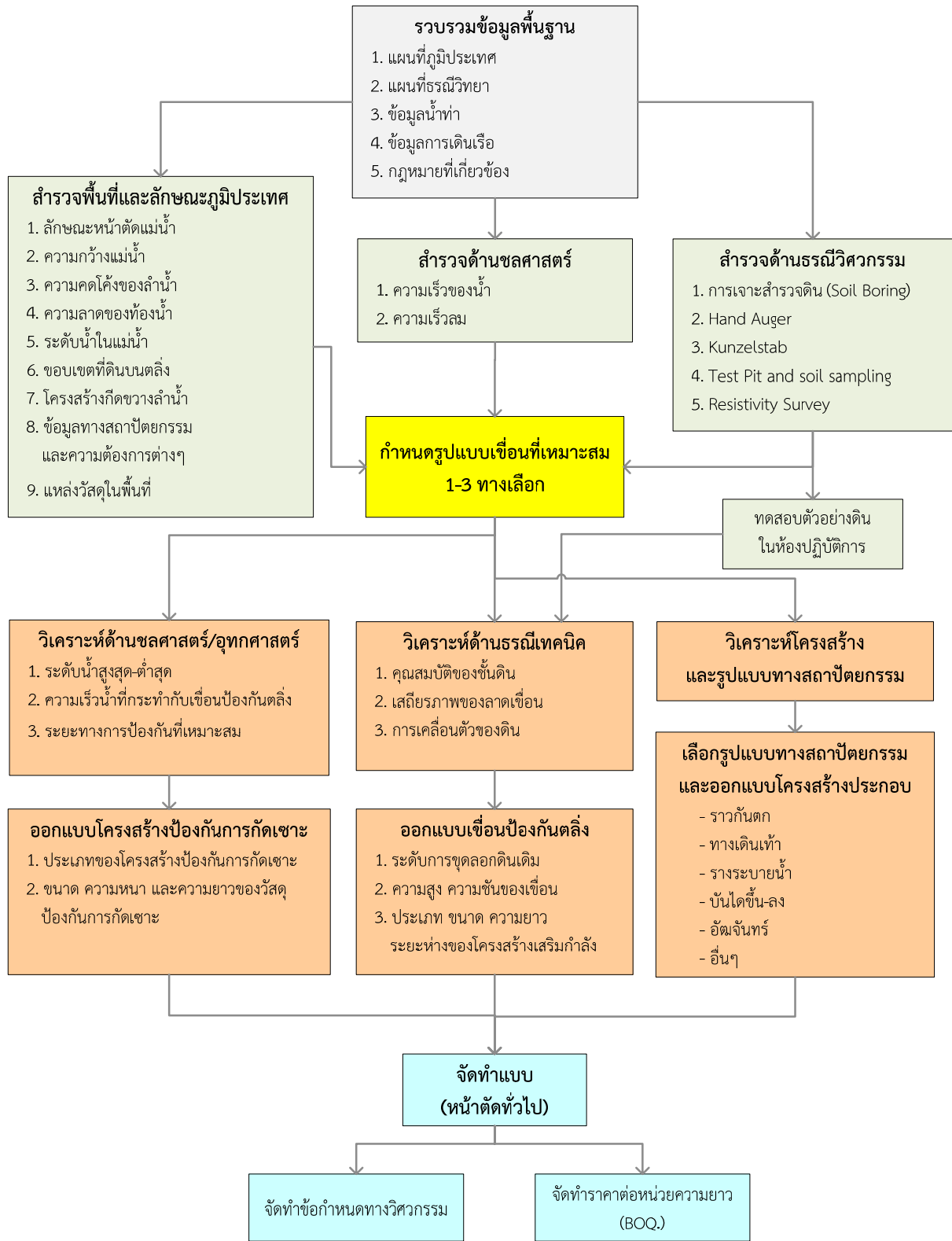
รูปที่ 11 เขื่อนกันตลิ่งริมบริเวณพื้นชนบท

การออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ (1) การรวบรวมข้อมูล การสำรวจ และการทดสอบต่างๆ (2) การคัดเลือกรูปแบบเขื่อนที่เหมาะสม (3) การวิเคราะห์และออกแบบรายละเอียด (4) การจัดทำแบบหน้าตัดทั่วไป ข้อกำหนดทางวิศวกรรม และราคาต่อหน่วยความยาว

จากขั้นตอนทั้ง 4 ส่วน สามารถแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 12 โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่โครงการเพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลน้ำท่า ปริมาณการเดินเรือ ข้อมูลดินในบริเวณข้างเคียง และข้อมูลการใช้พื้นที่ริมตลิ่ง เป็นต้น และใช้วางแผนเตรียมการสำรวจในสนาม รวมถึงกำหนดตำแหน่งทดสอบต่างๆ จากนั้นจึงดำเนินการสำรวจลักษณะภูมิประเทศ (Topographic Survey) เจาะสำรวจดิน และทำการทดสอบในสนาม เพื่อเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดเพื่อนำไปใช้การออกแบบในส่วนต่างๆ ต่อไป

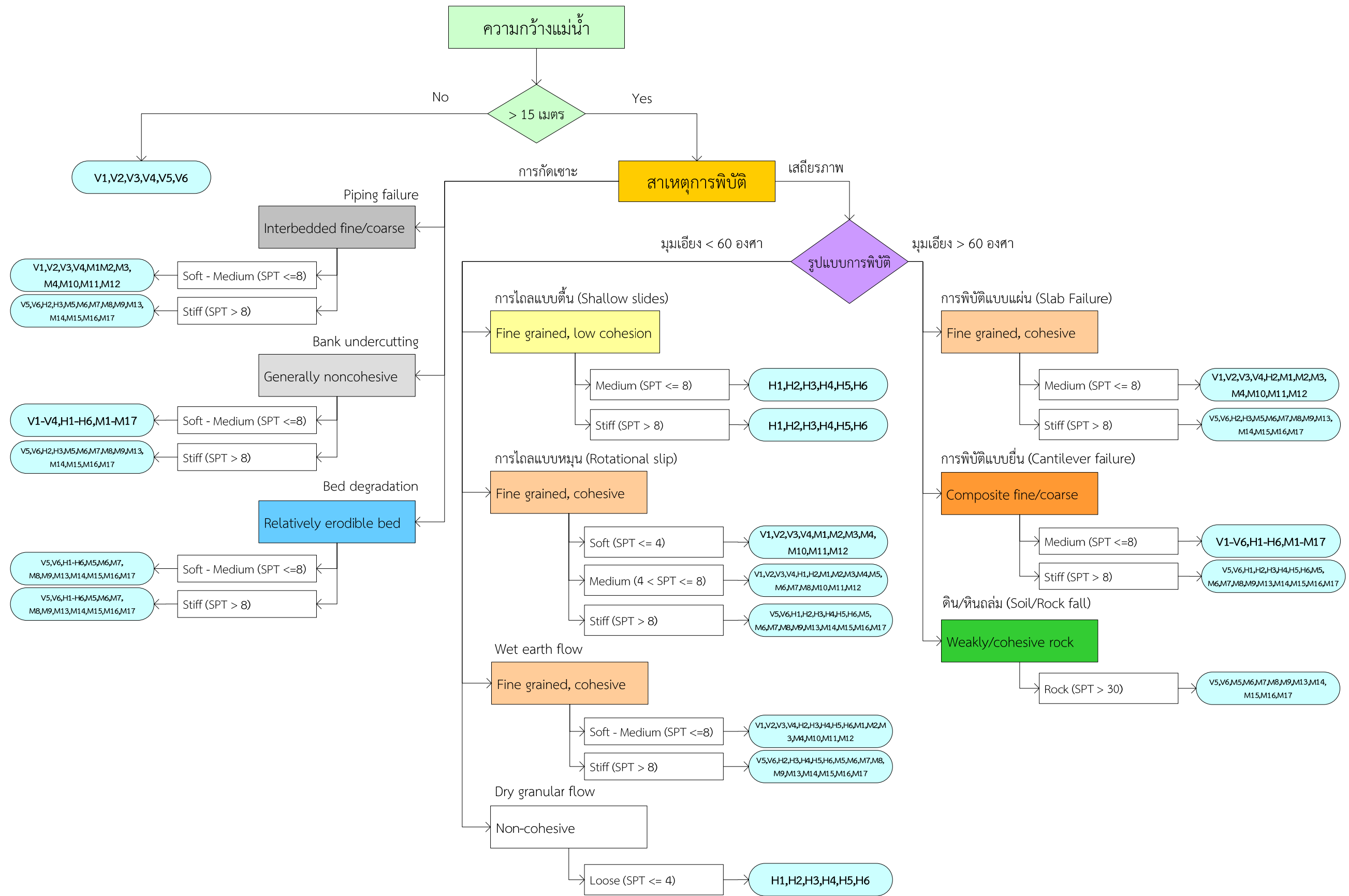
ก่อนการออกแบบรายละเอียด ต้องมีการคัดเลือกรูปแบบเขื่อนที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ความกว้างของแม่น้ำ สาเหตุการพิบัติ มุมเอียงของลาดตลิ่ง ประเภทของดิน และความแข็งแรงของดินริมตลิ่ง เพื่อนำมาประเมินรูปแบบการพิบัติที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ แล้วจึงคัดกรองรูปแบบเขื่อนที่เหมาะสมกับรูปแบบการพิบัตินั้นๆ ซึ่งรูปแบบของเขื่อนป้องกันตลิ่งได้จากการประกอบกันของ 3 ส่วนหลัก คือ สันเขื่อน (Upper Part หรือ Crest) ตัวเขื่อน (Protection Part) และฐานเขื่อน (Lower Part หรือ Toe) แล้วผู้ออกแบบจะเป็นคนตัดสินใจเลือกรูปแบบเขื่อนที่ต้องการ

เมื่อได้รูปแบบเขื่อนแล้วจึงทำการออกแบบรายละเอียดในด้านชลศาสตร์ ด้านธรณีเทคนิค และด้านโครงสร้าง เพื่อกำหนดขนาด มิติต่างๆ ของเขื่อนป้องกันตลิ่ง เช่น ขนาดและความหนาของวัสดุป้องกันการกัดเซาะ ความลาดเอียงของเขื่อน ขนาดและความยาวของเสาเข็ม เป็นต้น ซึ่งผลลัพธ์ของการออกแบบในทุกส่วน จะได้แบบหน้าตัดทั่วไป (Typical Section) ซึ่งสามารถแสดงรายการวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างทั้งหมดเพื่อนำมาจัดเตรียมข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่สอดคล้องกัน และสามารถนำมาใช้คำนวณปริมาณวัสดุและราคาต่อหน่วยความยาวได้ด้วย



รูปที่ 12 ขั้นตอนการออกแบบเขื่อนป้องกันตลิ่ง

การคัดเลือกรูปแบบเขื่อนที่เหมาะสมจะพิจารณาปัจจัยเบื้องต้น เพื่อประเมินรูปแบบการพิบัติที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ แล้วจะสามารถคัดเลือกรูปแบบเขื่อนป้องกันตลิ่งในขั้นต้นว่าสามารถใช้แบบใดได้บ้าง ดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 แนวทางการเลือกรูปแบบเขื่อนที่เหมาะสม

7.4 การจัดหาอุปกรณ์ทดสอบในสนาม

อุปกรณ์ทดสอบดินในสนามอย่างง่ายเพื่อใช้ทดสอบเพื่อประเมินลักษณะดินในเบื้องต้นควรมีคุณสมบัติ คือ สามารถเจาะสำรวจชั้นดินหรือทดสอบความแข็งแรงของดินในสนามได้ลึกมากกว่า 5 เมตร มีน้ำหนักไม่มากนัก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก สรุปลักษณะเด่นชัด ลักษณะตัวอย่าง การทดสอบในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง รวมถึงตัวแปรที่ได้จากอุปกรณ์สนามเพื่อทดสอบคุณสมบัติดินและเก็บตัวอย่างง่าย ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 14 ถึง 16 ในแต่ละอุปกรณ์มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6 วัตถุประสงค์และตัวแปรที่ได้จากอุปกรณ์สนามเพื่อทดสอบคุณสมบัติดินและเก็บตัวอย่างง่าย

ลำดับ	อุปกรณ์	วัตถุประสงค์	ลักษณะตัวอย่าง	การทดสอบที่เกี่ยวข้อง	ตัวแปรที่ได้
1	Kunzelstab	-เพื่อทดสอบหาความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชั้นดินในแต่ละชั้น	-	-	ความแน่นสัมพัทธ์ C, ϕ
2	Power Auger	-เพื่อต้องการดูลักษณะของชั้นดินในแต่ละชั้น -ต้องการเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการทดสอบเบื้องต้น	Disturbed Sample	-Sieve, Hydrometer -Atterberg's Limit -Water Content	Basic property. การวางตัวของชั้นดิน
3	KU-Miniature Sampler	-เก็บตัวอย่างของดินเพื่อมาทำการทดสอบหาค่ากำลังของดินในห้องปฏิบัติการ	Undisturbed Sample	-Direct shear test	C, ϕ, γ



(ก) Kunzelstab Penetration แยกชิ้นส่วน

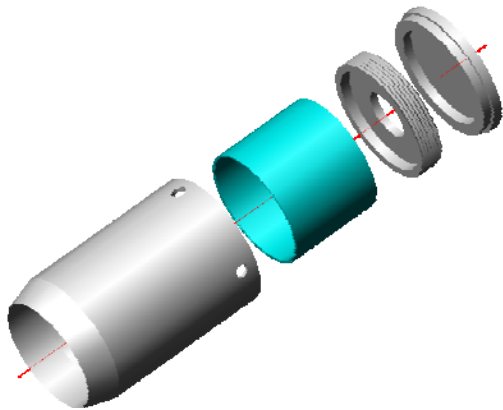


(ข) ประกอบชุด Kunzelstab Penetration

รูปที่ 14 อุปกรณ์ Kunzelstab Penetration



รูปที่ 15 อุปกรณ์เจาะดินด้วยใบสว่านหมุนด้วยเครื่อง (Power Auger)



(ก) กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบคงสภาพ



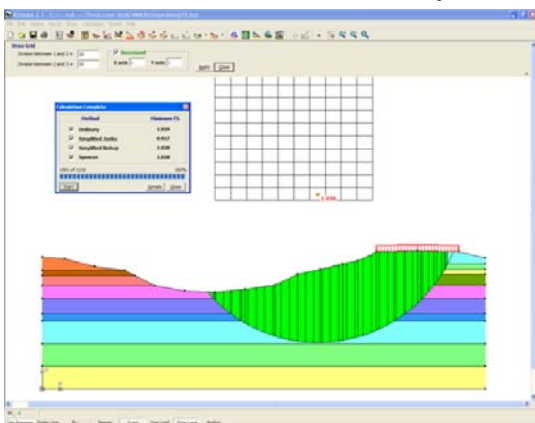
(ข) ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินคงสภาพ

รูปที่ 16 เครื่องมือเก็บตัวอย่าง KU-Miniature Sampler

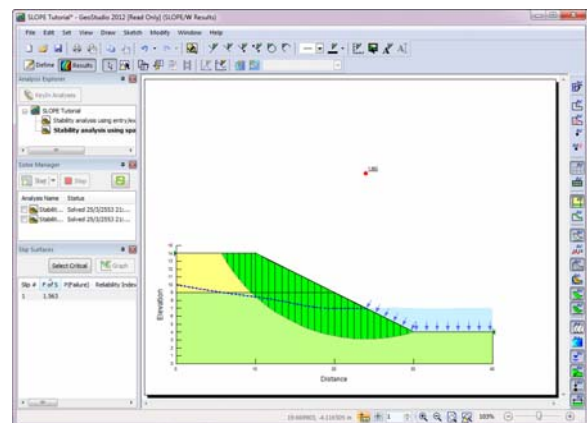
7.5 โปรแกรมด้านวิศวกรรม

โปรแกรมด้านวิศวกรรมต้องสามารถวิเคราะห์ความมั่นคงโดยใช้หลักการสมดุลจำกัดของมวลดิน (Limit Equilibrium Method, LEM) เป็นอย่างน้อย

โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินที่ปรึกษาร่วมกับคณะกรรมการของกรมเจ้าท่า ได้เสนอให้จัดหาโปรแกรม KUslope และ GeoStudio 2012 (Standard) ดังแสดงตัวอย่างโปรแกรมดังรูปที่ 17 สำหรับโปรแกรม GeoStudio 2012 (Standard) นอกจากความสามารถในการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน โดยโปรแกรมย่อย SLOPE/W ยังมีโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์หน่วยแรง (SIGMA/W) และโปรแกรมวิเคราะห์ด้านการไหลซึม (SEEP/W) รวมอยู่ด้วย ตัวอย่างโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 18 นอกจากนั้นกำลังดำเนินการจัดหาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ออกแบบการรับแรงด้านข้าง ตัวอย่างโปรแกรมที่พิจารณาเช่น Allpile, SupportIT หรือ GEO5 โดยตัวอย่างโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 19

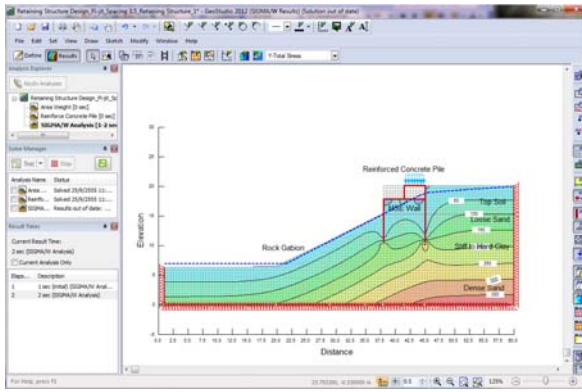


(ก) KUslope

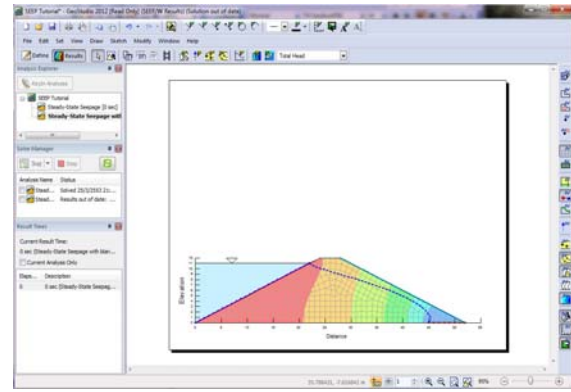


(ข) GeoStudio (SLOPE/W)

รูปที่ 17 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน

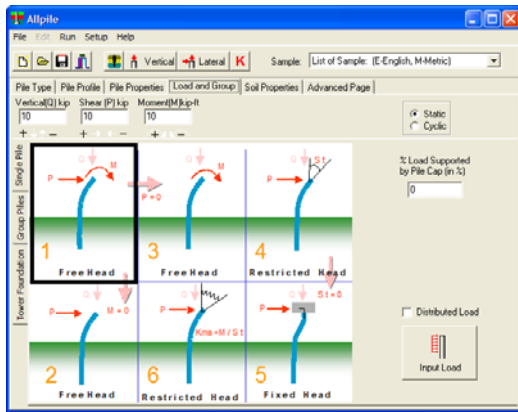


(ก) GeoStudio (SIGMA/W)

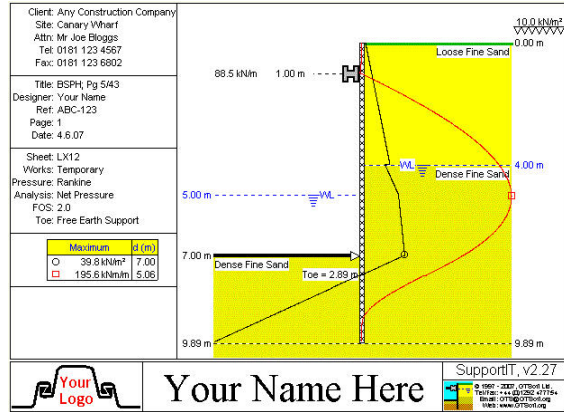


(ข) GeoStudio (SEEP/W)

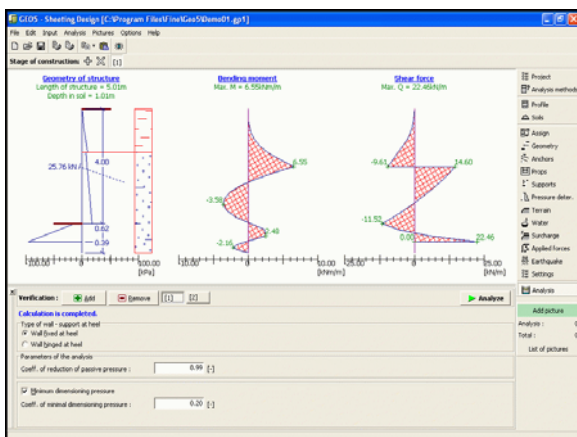
รูปที่ 18 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์หน่วยแรงและการไหลซึม



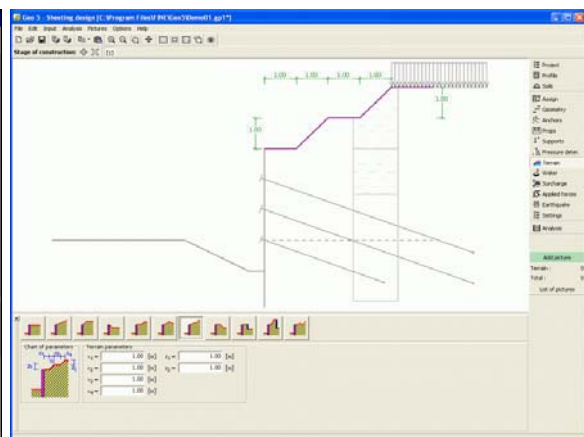
(ก) Allpile



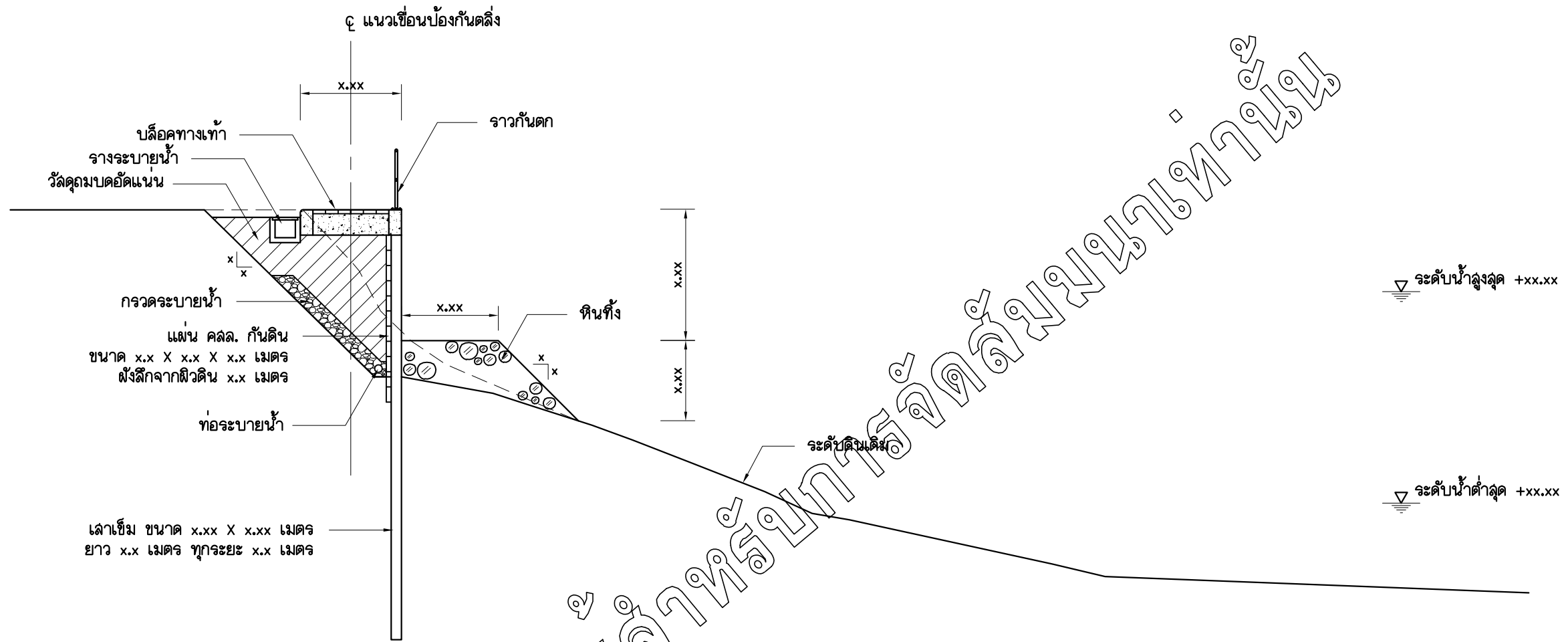
(ข) SupportIT



(ค) GEO5



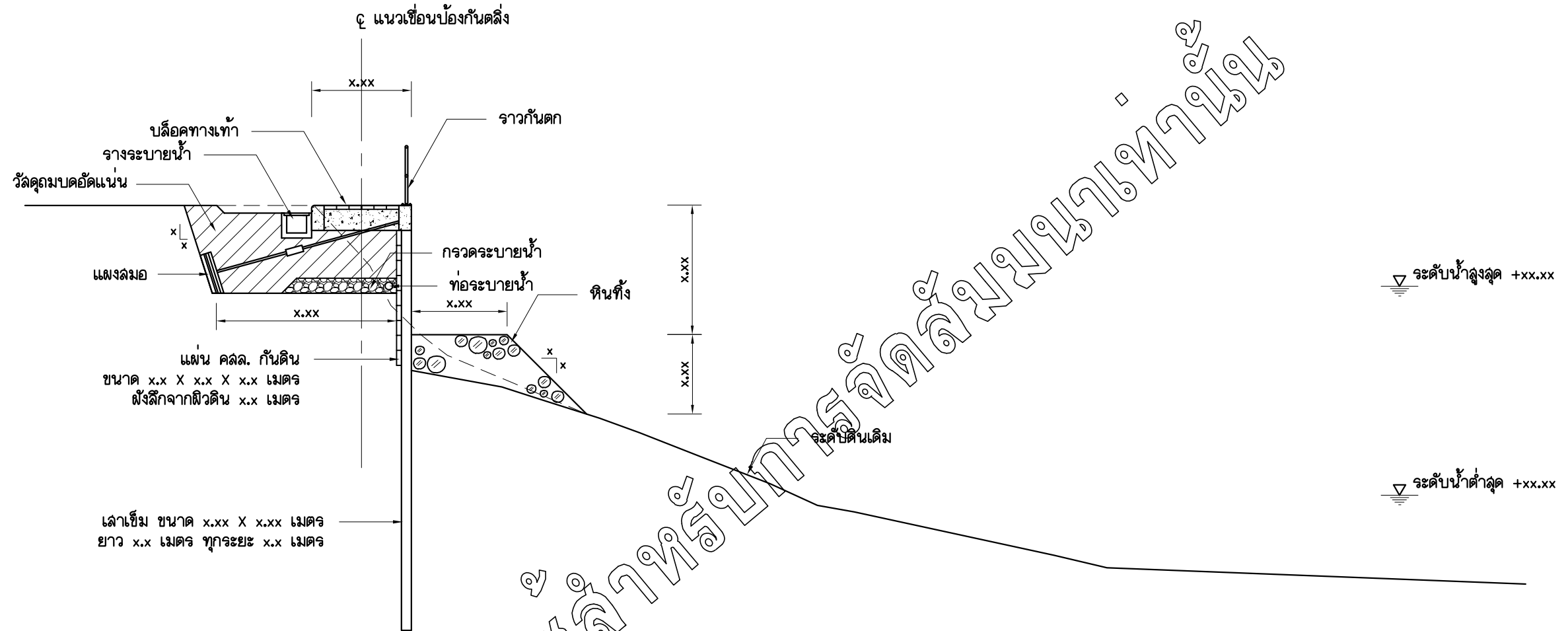
รูปที่ 19 โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์การออกแบบรับแรงด้านข้าง



แบบร่างใช้สำหรับการศึกษาจัดตั้งมณฑลเท่านั้น


รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง V1
 มาตรฐาน 1 : 100

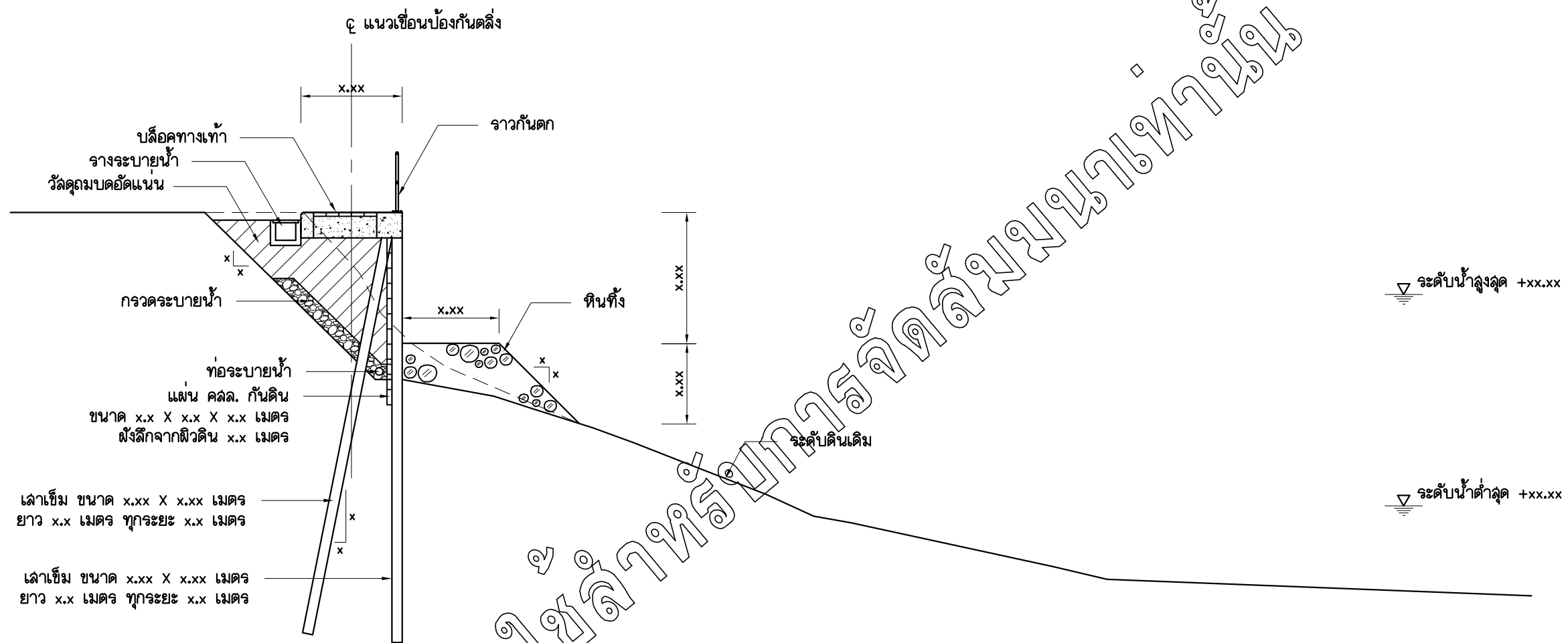
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง V1 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค.	ผลว.	รจท.(คน.)



แบบร่างใช้สำหรับภาคจัดพิมพ์มาตรฐานเท่านั้น

รูปตัดเขื่อนป้องกันคลื่น V2
 มาตรฐาน 1 : 100

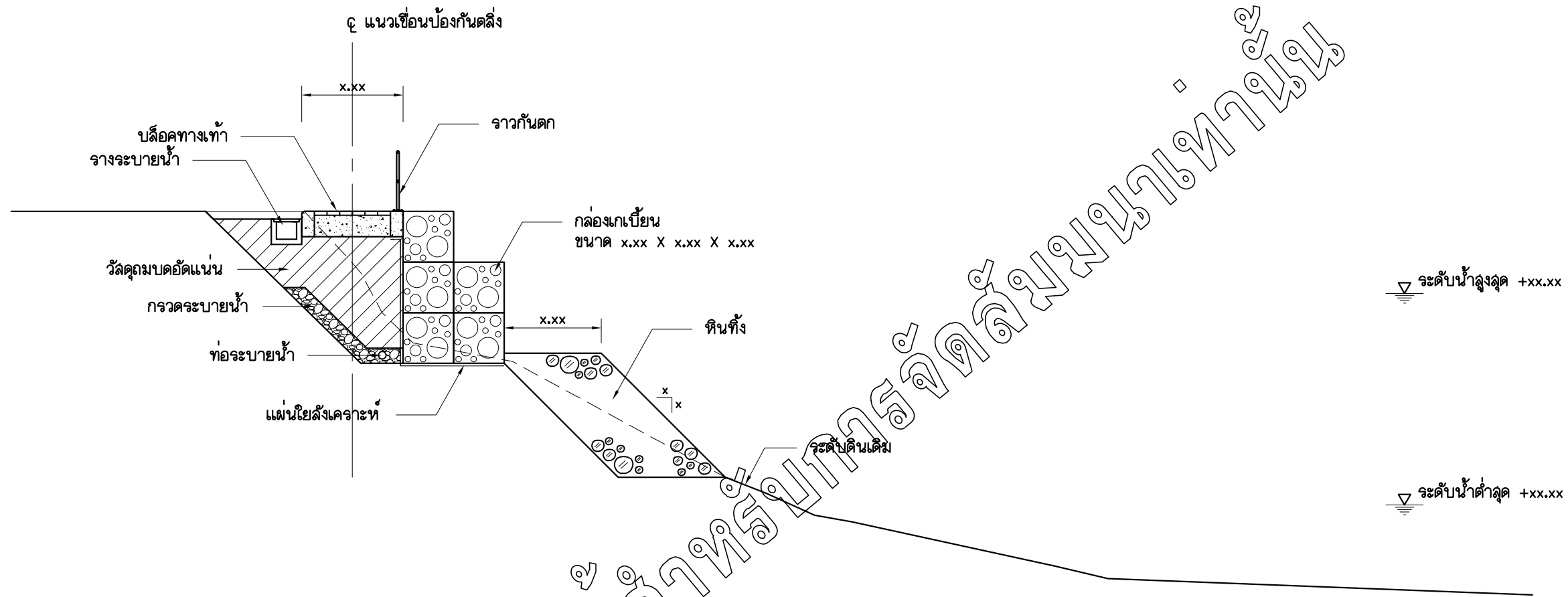
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันคลื่น					รูปตัดเขื่อนป้องกันคลื่น V2 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	ทวค./...../.....	พลว./...../.....



แบบร่างใช้สำหรับเอกสารจัดพิมพ์ขนาดใหญ่

รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง V3
 มาตรฐาน 1 : 100

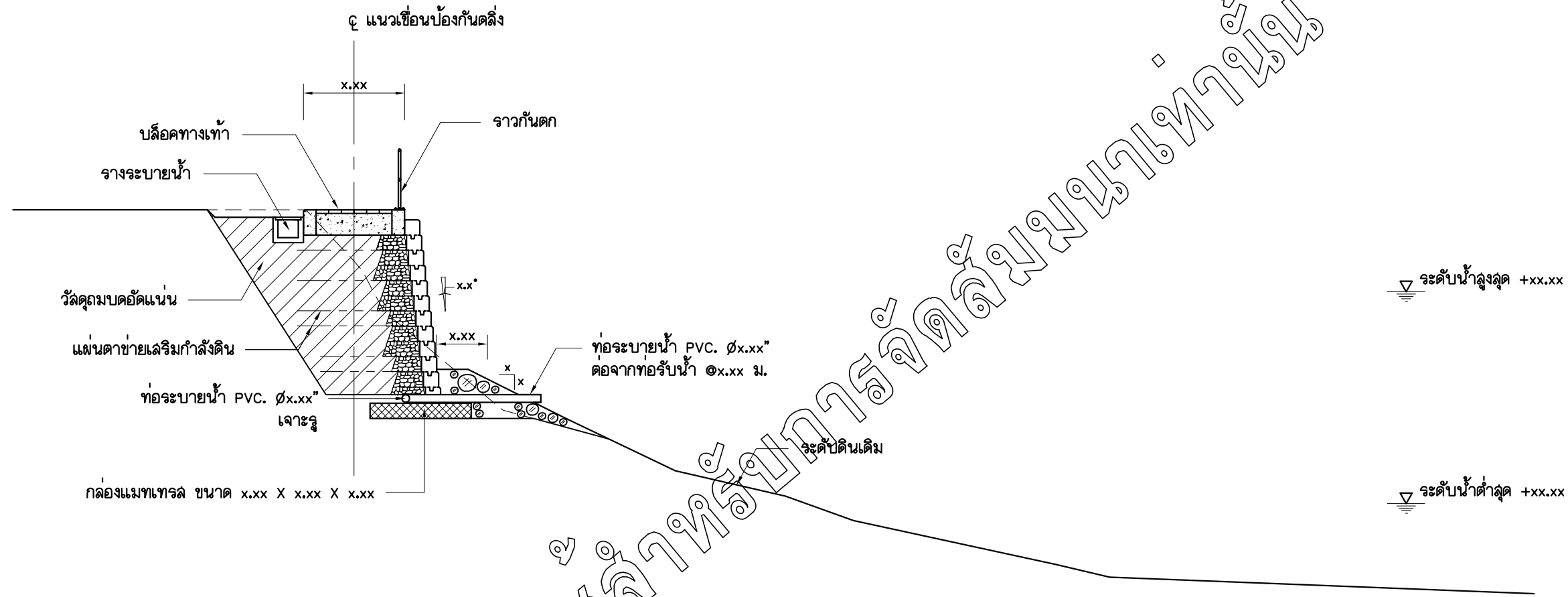
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง V3 มาตรฐาน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค./...../.....	ผลว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....



แบบร่างใช้สำหรับก่อสร้างจัดตั้งมณฑลเท่านั้น


รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง V5
 มาตรฐาน 1 : 100

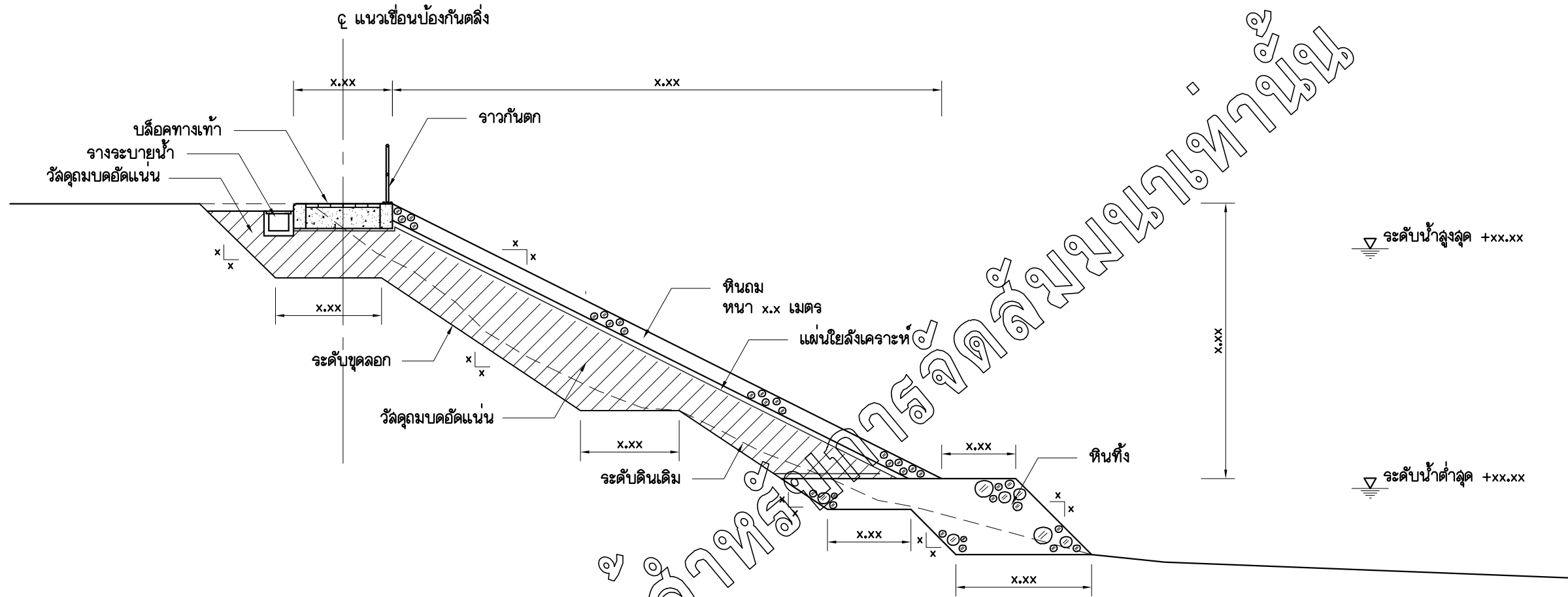
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง V5 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	ทวค./...../.....	ผลว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....



แบบร่างใช้สำหรับอาคารจัดตั้งมณฑลเท่านั้น

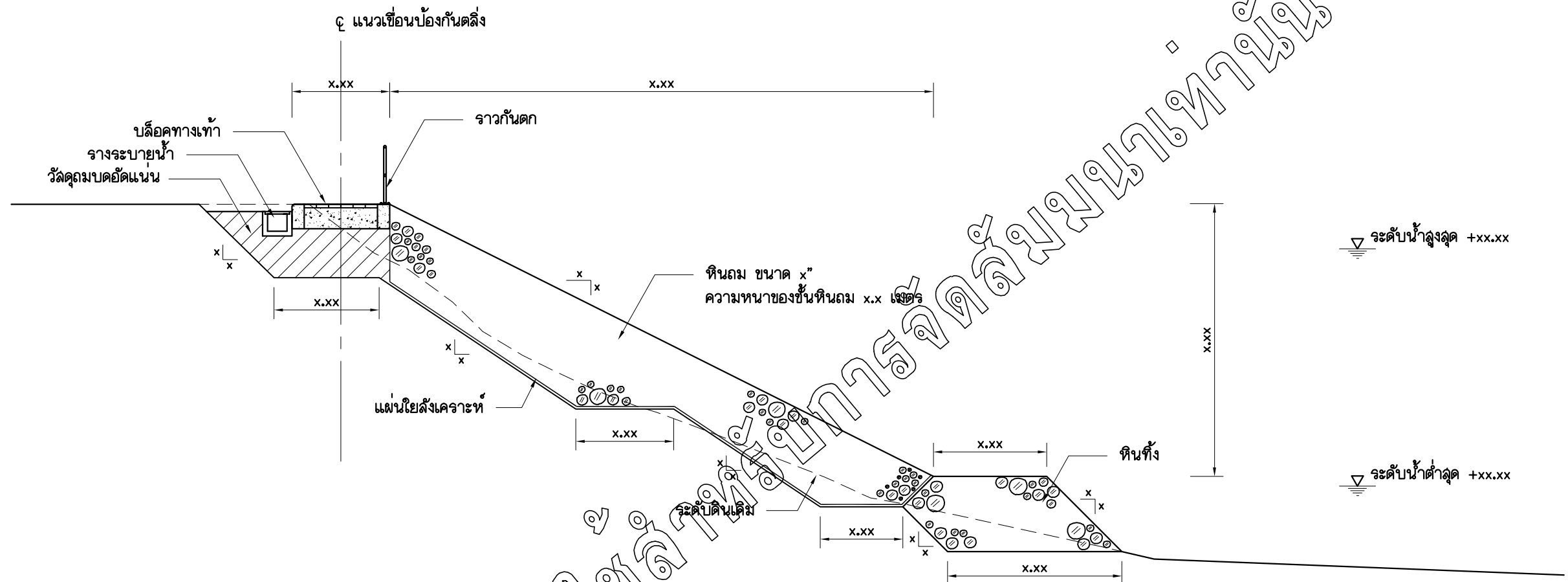
รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง v6
 มาตรฐาน 1 : 100

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง v6 มาตรฐาน 1 : 100	วันที่/...../.....	จำนวนแผ่น/...../.....	ทวค./...../.....	ผนว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H1
 มาตรฐาน 1 : 100

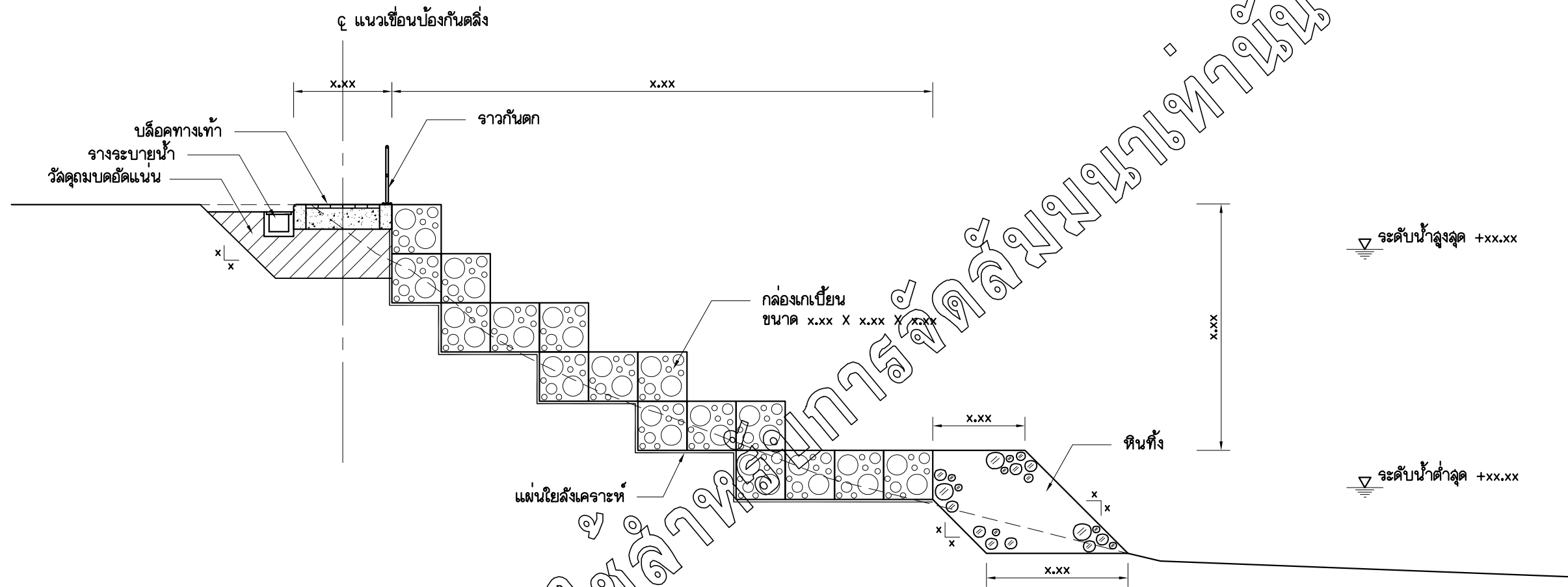
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H1 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	ทวค./...../.....	พลว./...../.....



รูปตัดเขื่อนป้องกันคลื่น H2
 มาตรฐาน 1 : 100


แบบร่างใช้สำหรับการจัดพิมพ์มาตรฐานเท่านั้น

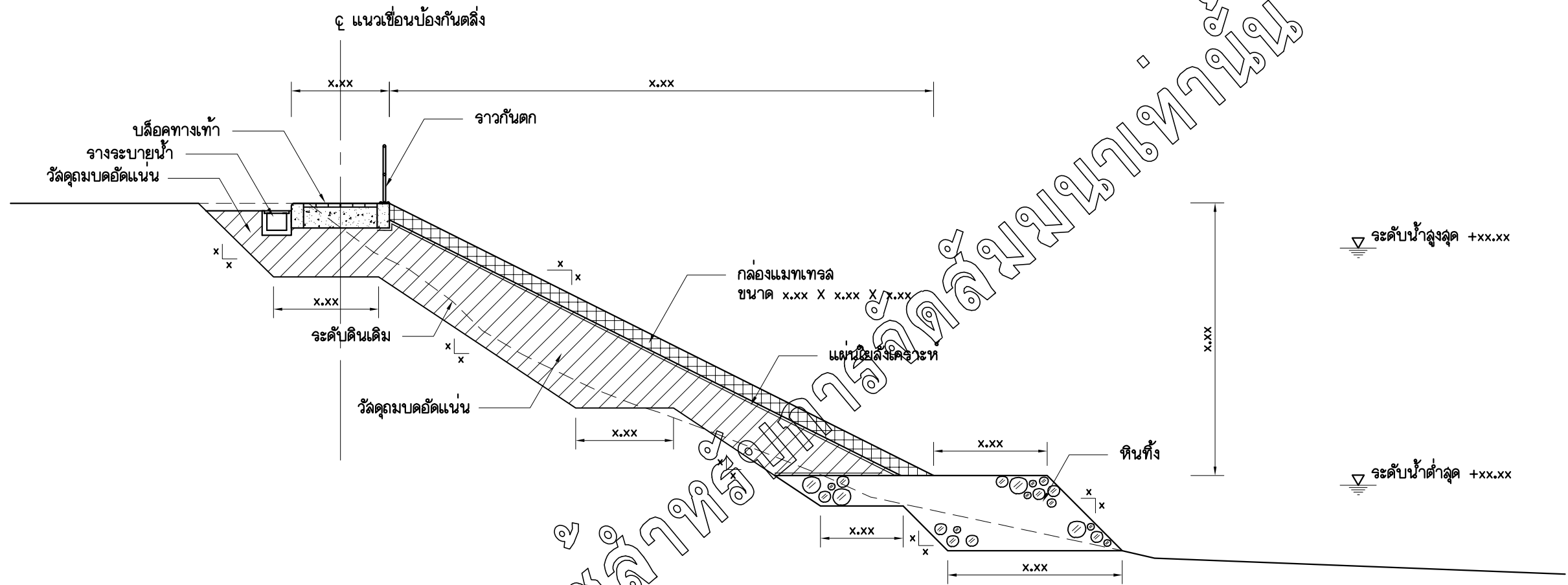
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันคลื่น H2 มาตรฐาน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ ทวค./...../.....	เห็นชอบ พลว./...../.....	อนุมัติ รจท.(คน.)/...../.....
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันคลื่น					แผนที่	จำนวนแผ่น			



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H3
 มาตรการ้วน 1 : 100

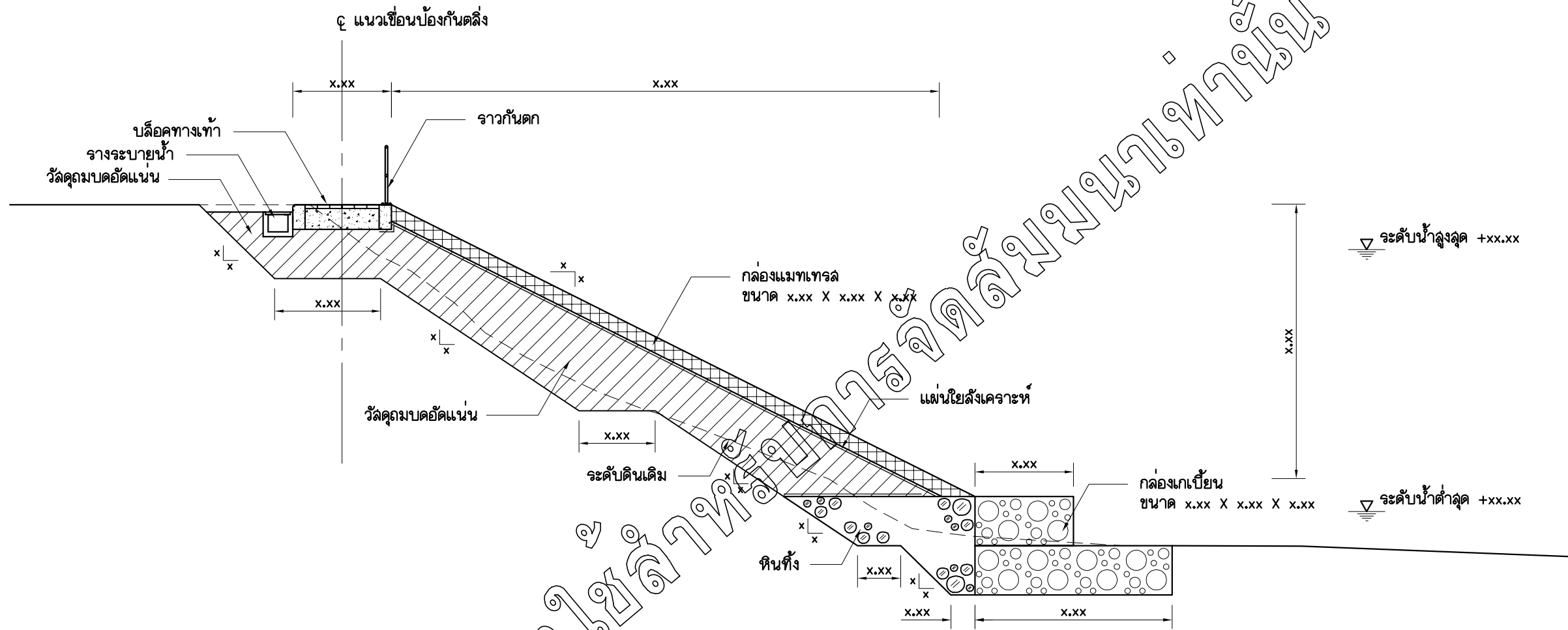
แบบร่างใช้สำหรับโครงการจัดตั้งมณฑลทหารบก

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H3 มาตรการ้วน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	ทวค./...../.....	พลว./...../.....




รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H4
 มาตรฐาน 1 : 100

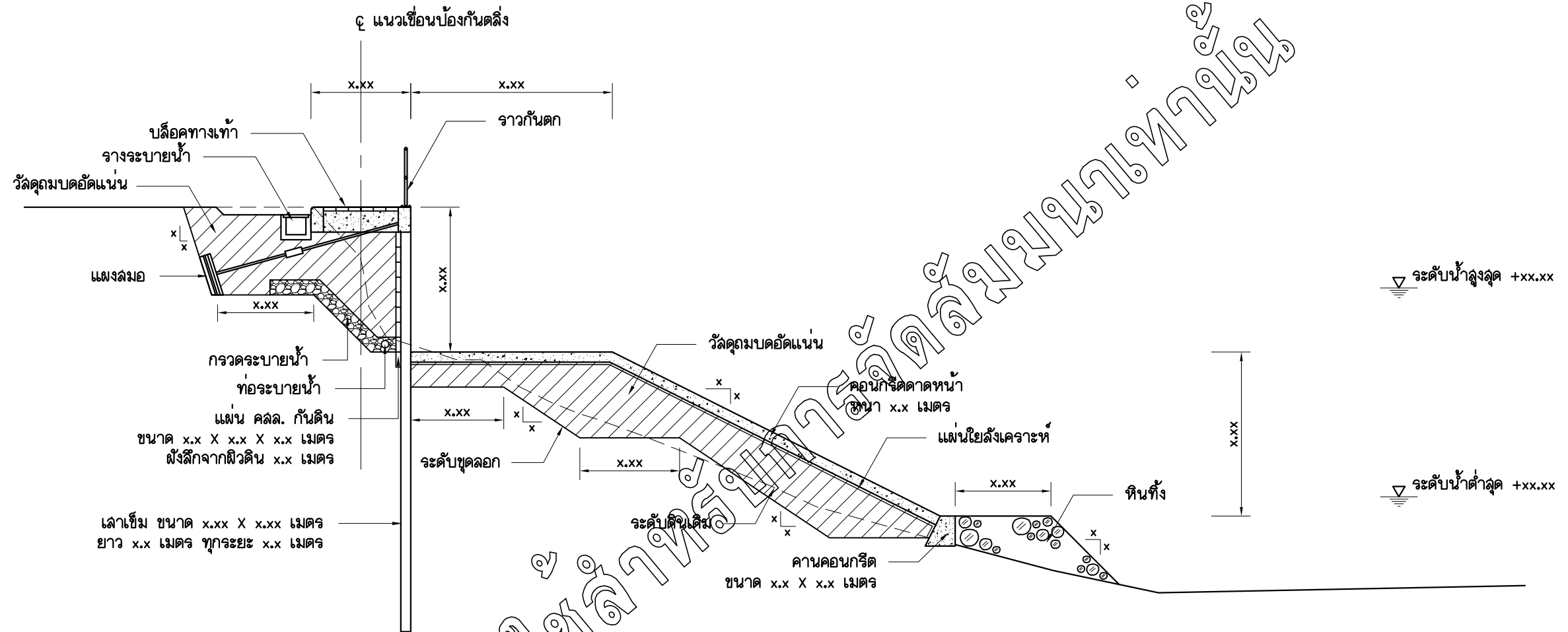
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H4 มาตรฐาน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ ทวค./...../.....	เห็นชอบ พลว./...../.....	อนุมัติ รจท.(คน.)/...../.....
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					แผนที่	จำนวนแผ่น			




รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H5
 มาตรฐาน 1 : 100

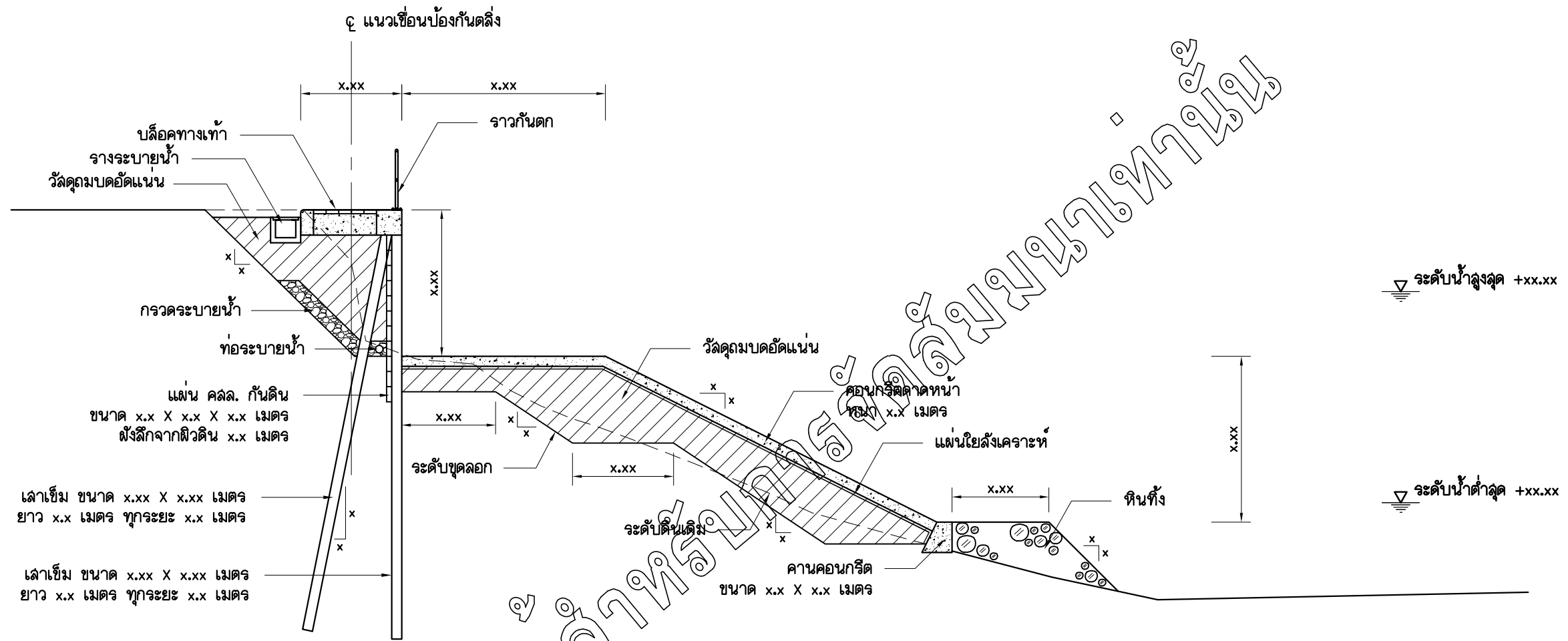
แบบร่างใช้สำหรับจัดทำรายละเอียดขนาดเท่านั้น

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง H5 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่ จำนวนแผ่น	ทวค./...../.....	ผนว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M2
 มาตรฐาน 1 : 100

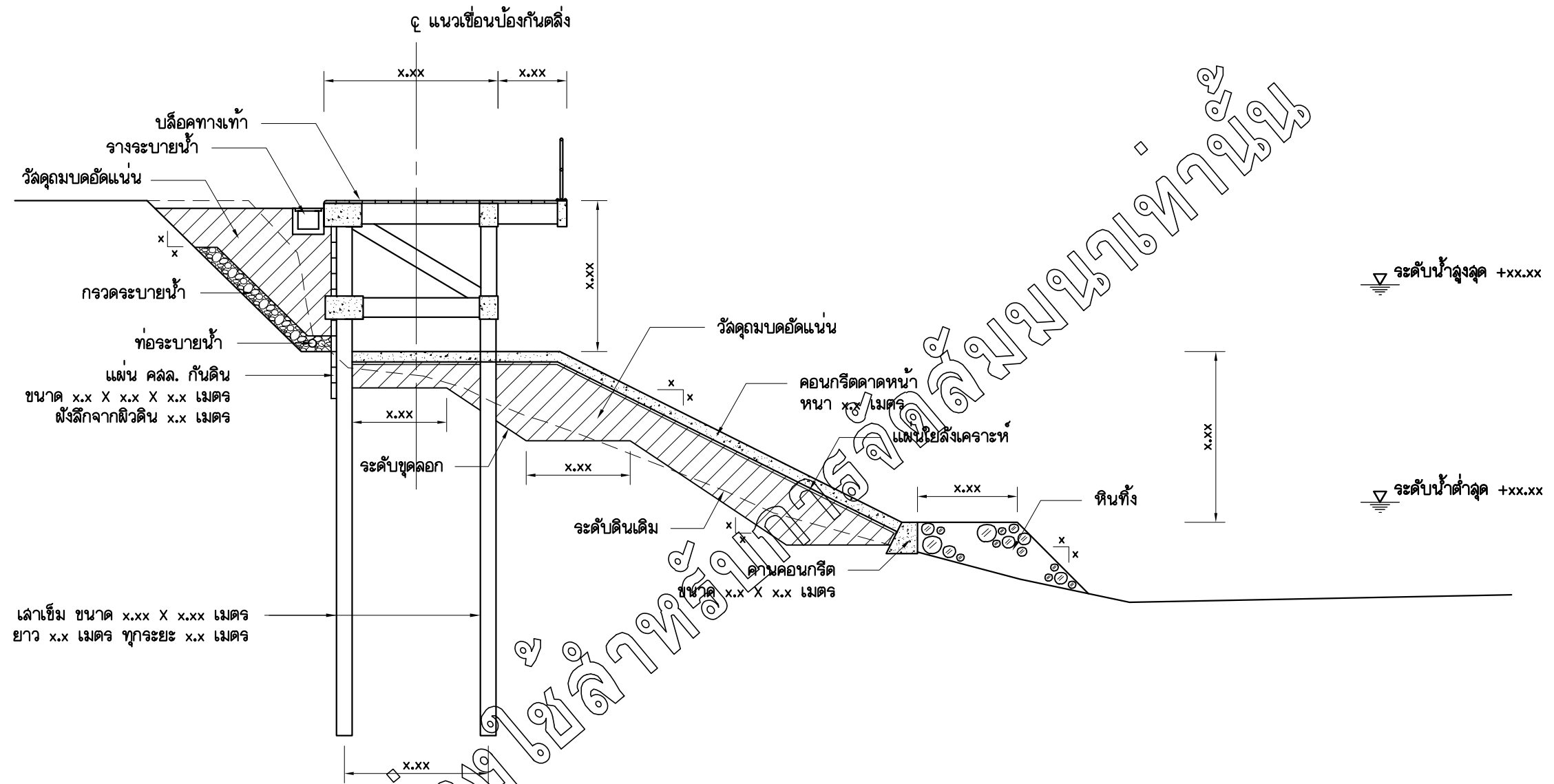
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M2 มาตรฐาน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ หวค./...../.....	เห็นชอบ ผนว./...../.....	อนุมัติ รจท.(คน.)/...../.....
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					แผนที่	จำนวนแผ่น			



แบบราคาใช้สำหรับโครงการ...

รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M3
 มาตรฐาน 1 : 100

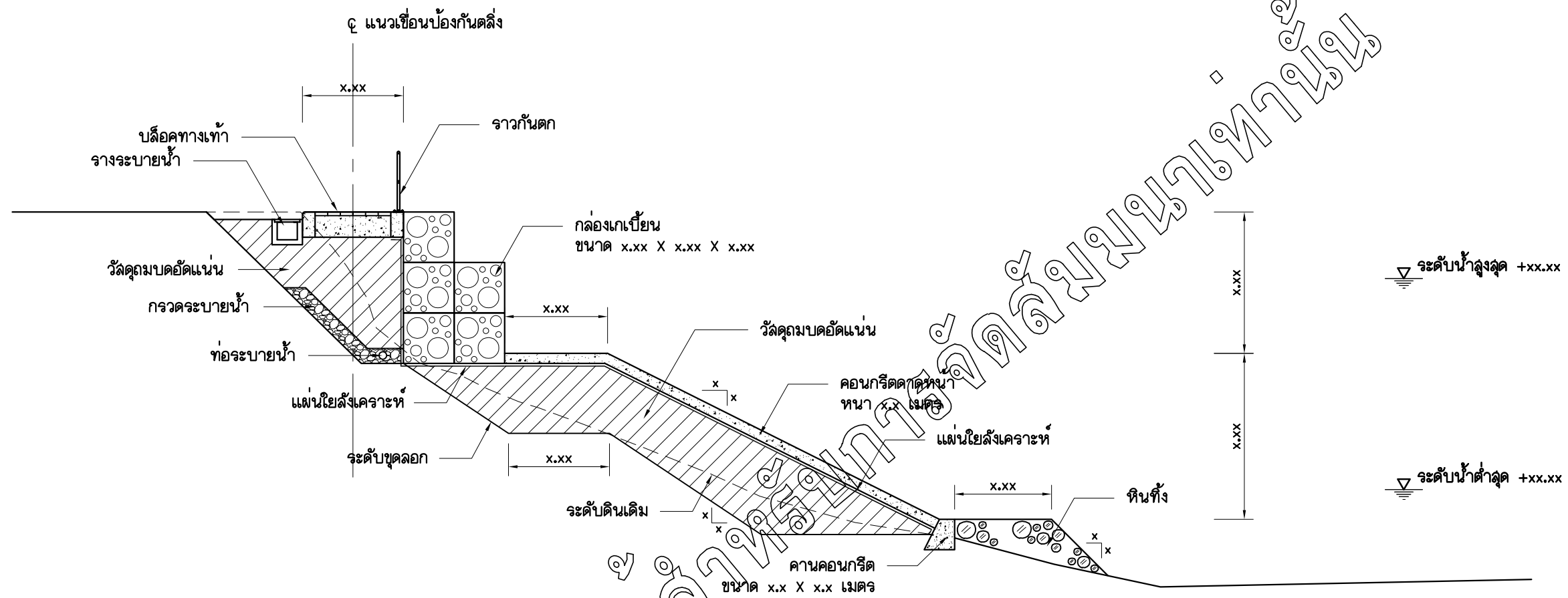
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M3 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค.	ผลว.	รจท.(คน.)



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M4

มาตราส่วน 1 : 100

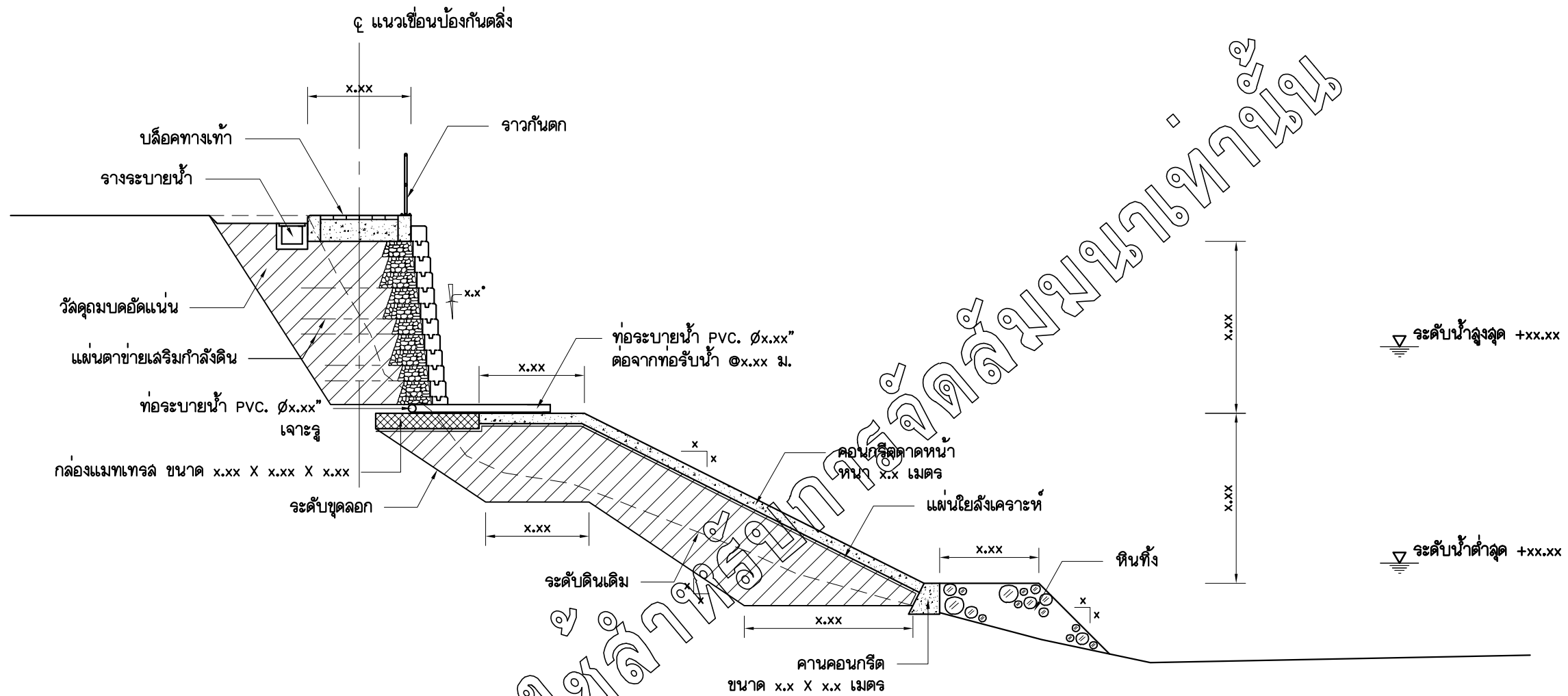
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M4 มาตราส่วน 1 : 100	แผนที่ จำนวนแผ่น	วิศว./...../.....	ผนว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M5
 มาตรการ่วน 1 : 100

แบบราคาใช้ค่าที่ปรึกษาจัดทำมาตรฐาน

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M5 มาตรการ่วน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค.	ผลว.	รจท.(คน.)

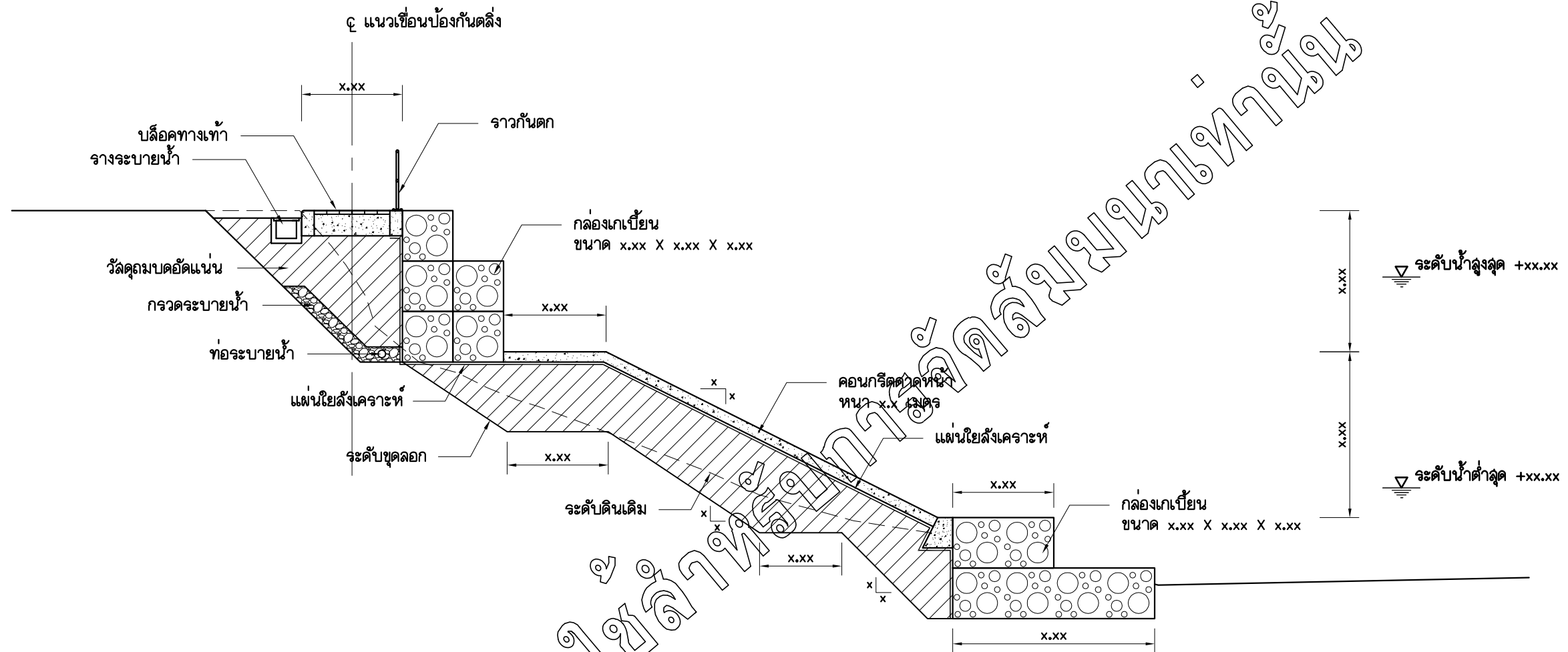


รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M6

มาตราส่วน 1 : 100

แบบร่างใช้สำหรับออกแบบงานเท่านั้น

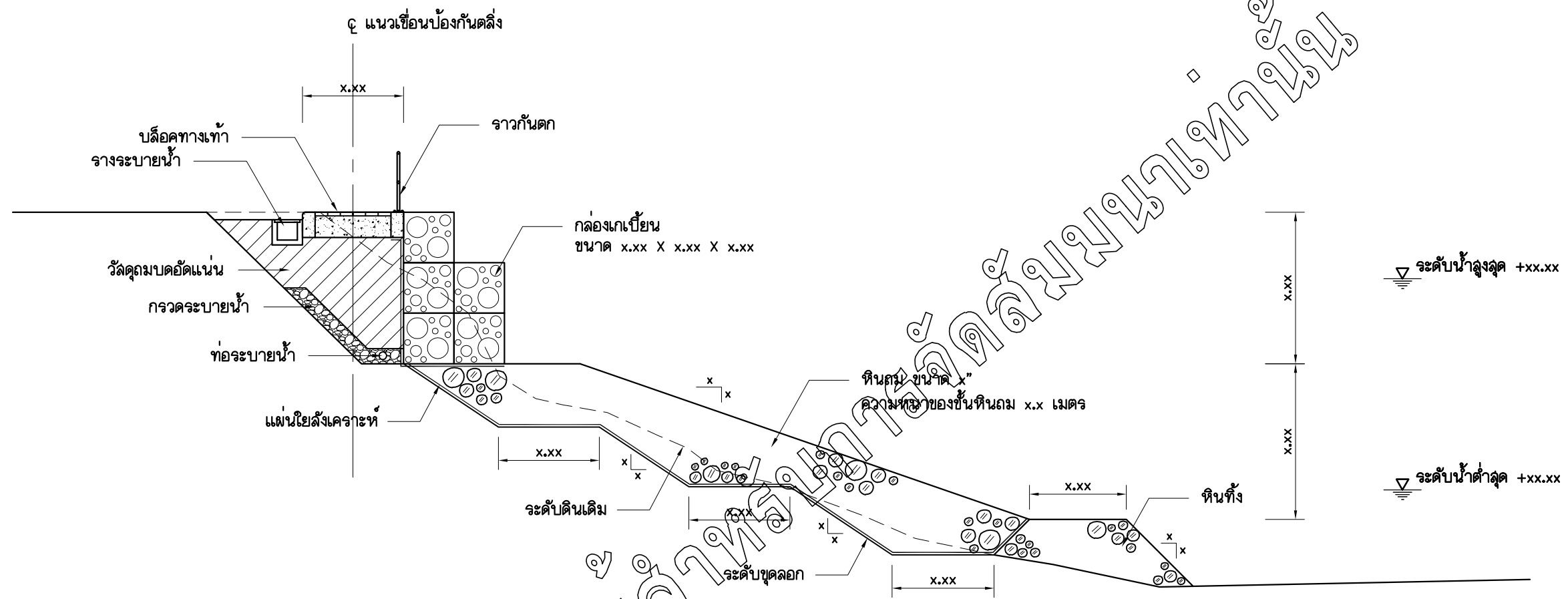
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M6 มาตราส่วน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค.	ผลว.	รจท.(คน.)



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M7
 มาตรฐาน 1 : 100

แบบราคาใช้ค่าที่ปรึกษาผู้จัดทำแบบราคาเท่านั้น

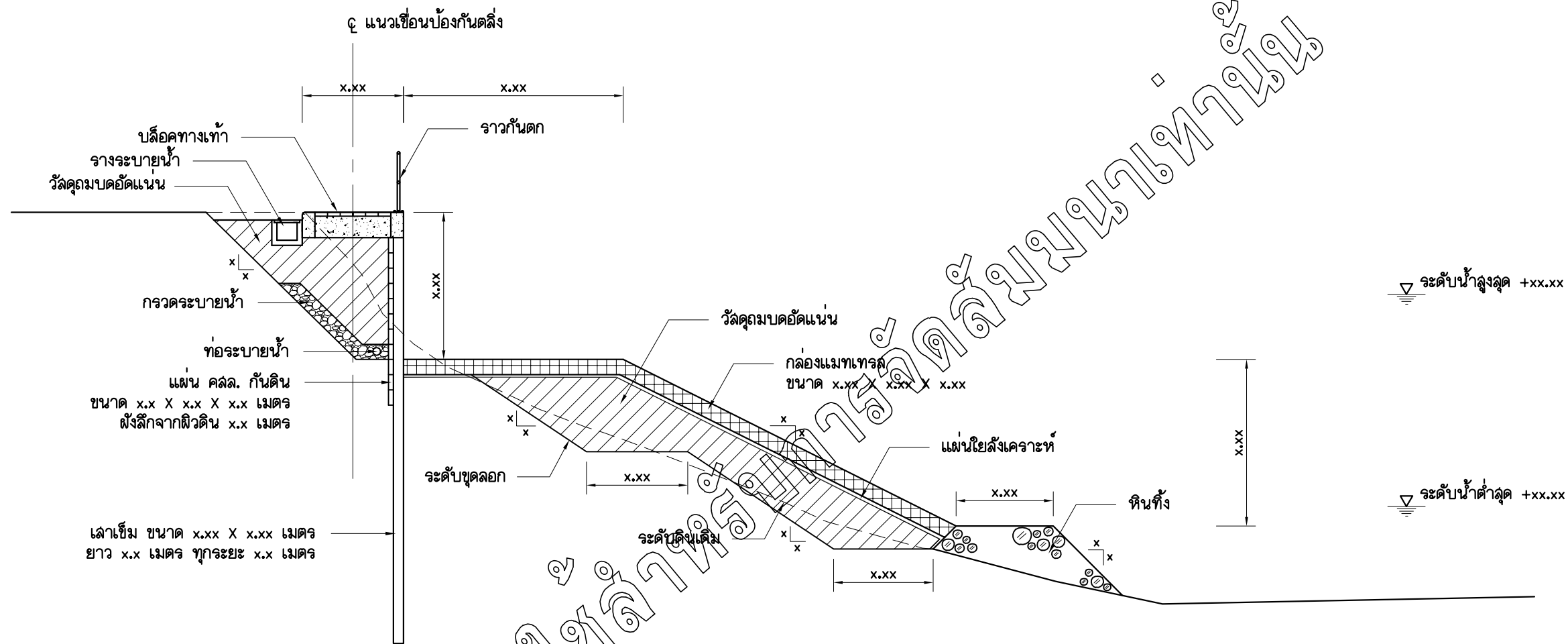
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M7 มาตรฐาน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค./...../.....	ผลว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M๑
 มาตรฐาน 1 : 100

แบบร่างใช้สำหรับก่อสร้าง

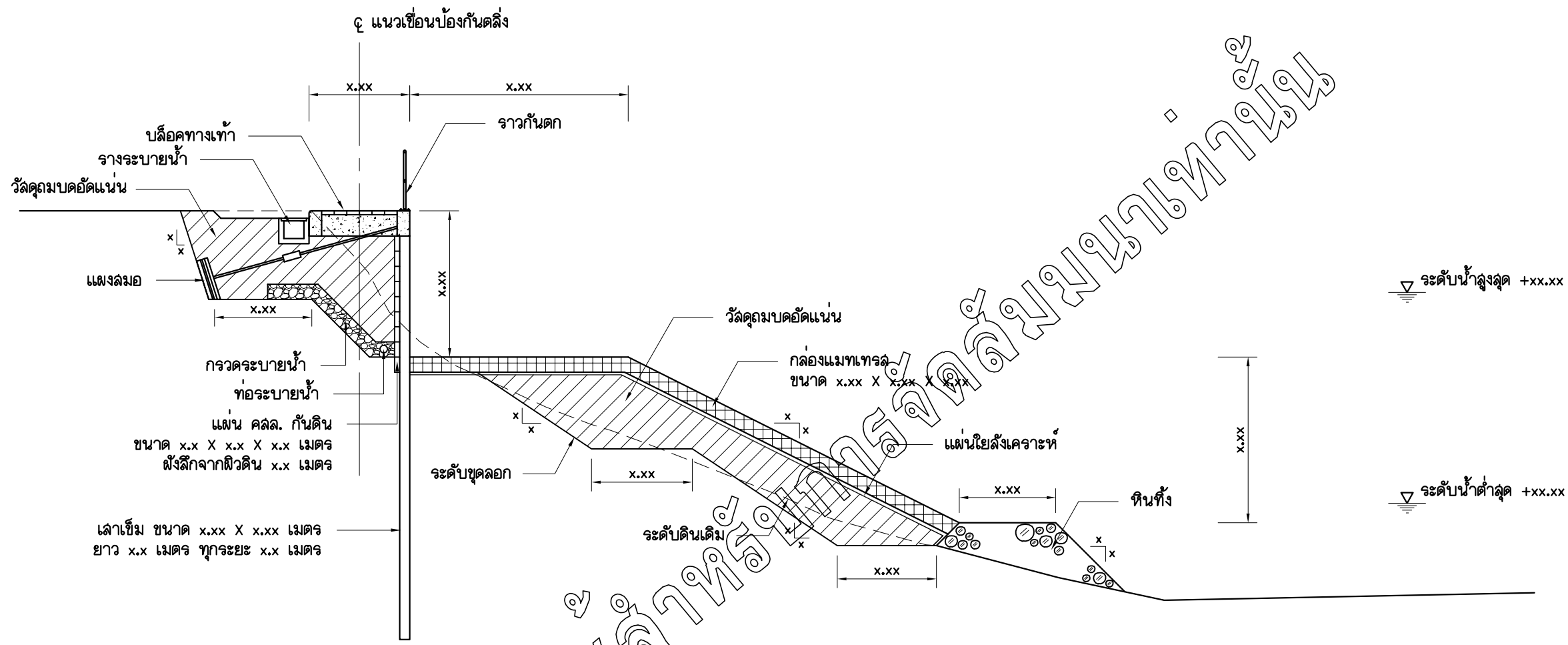
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M๑ มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่ จำนวนแผ่น	วิศว./...../.....	วิศว./...../.....	ธรณ./...../.....	ธรณ./...../.....



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M10
 มาตรฐาน 1 : 100


แบบราคาใช้ค่าวัสดุตามราคาเท่านั้น

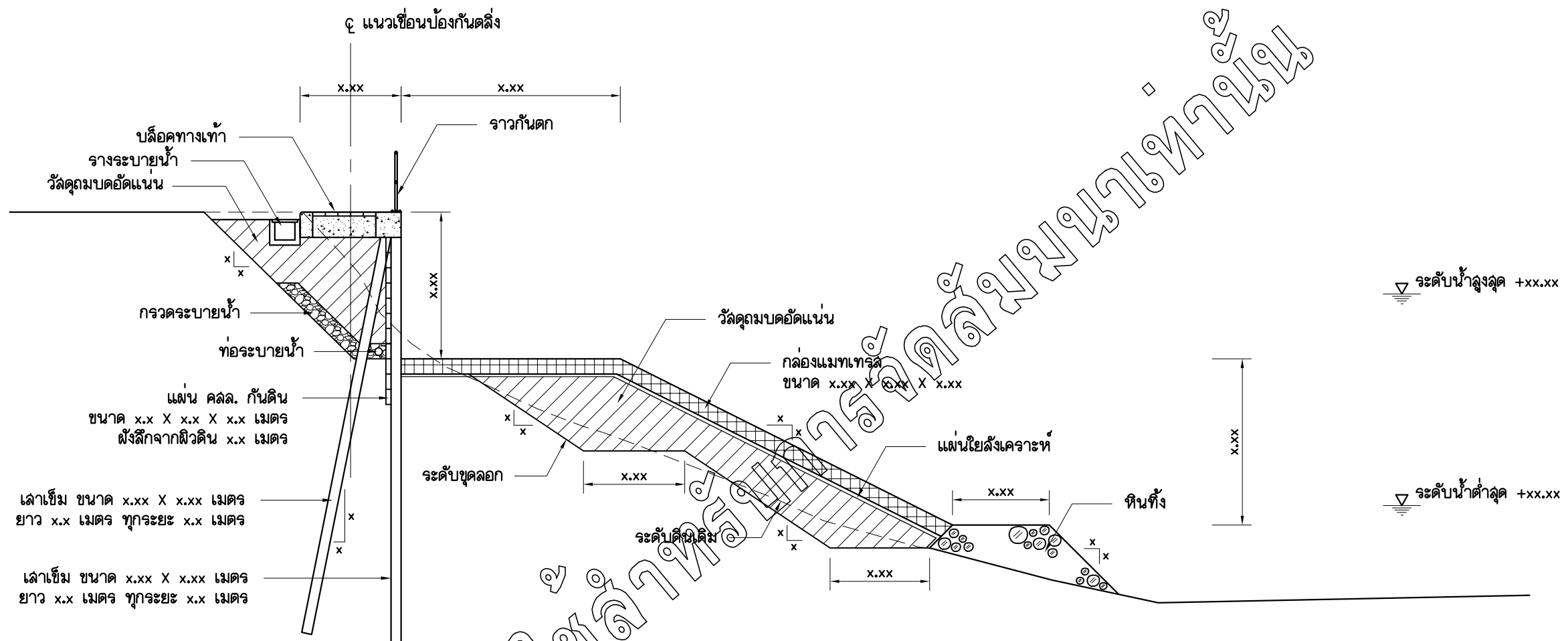
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M10 มาตรฐาน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ ทวค./...../.....	เห็นชอบ พลว./...../.....	อนุมัติ รจท.(คน.)/...../.....
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					แผนที่	จำนวนแผ่น			



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M11
 มาตรฐาน 1 : 100

แบบราคาใช้ค่าก่อสร้างตามราคาเท่านั้น

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M11 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่ จำนวนแผ่น	วิศว./...../.....	ผนว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....

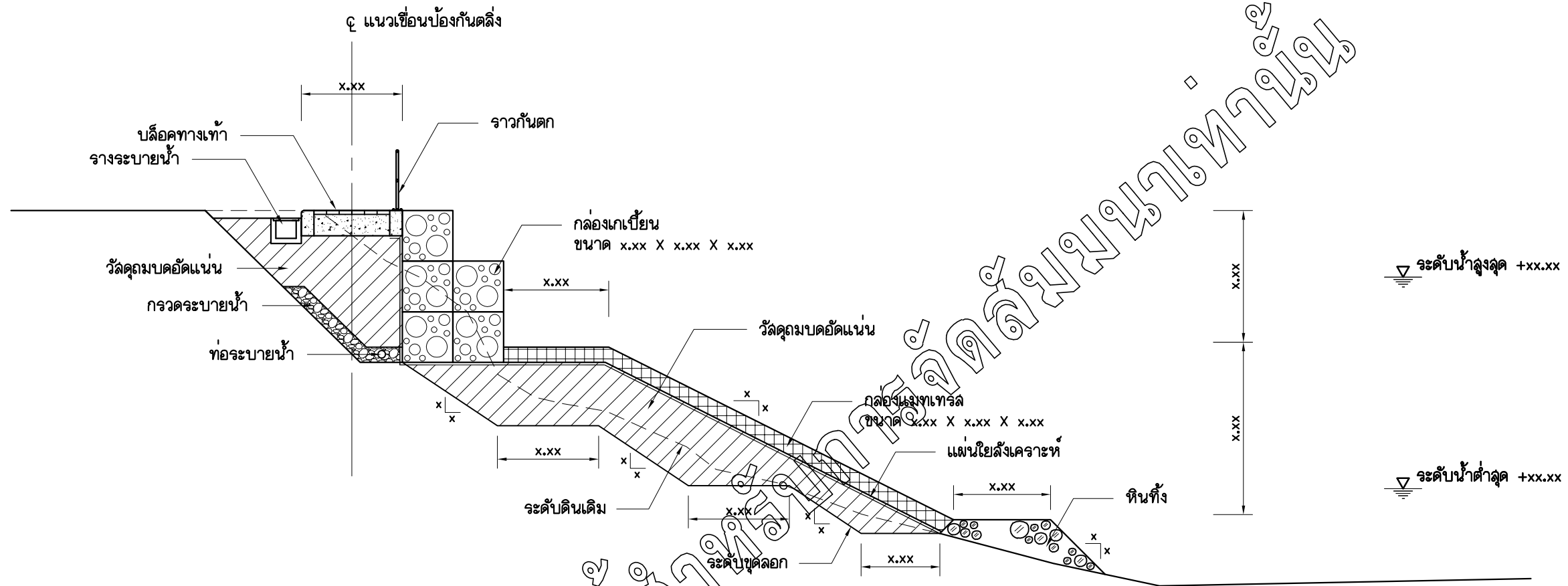


รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M12

มาตราส่วน 1 : 100


แบบร่างใช้สำหรับก่อสร้าง

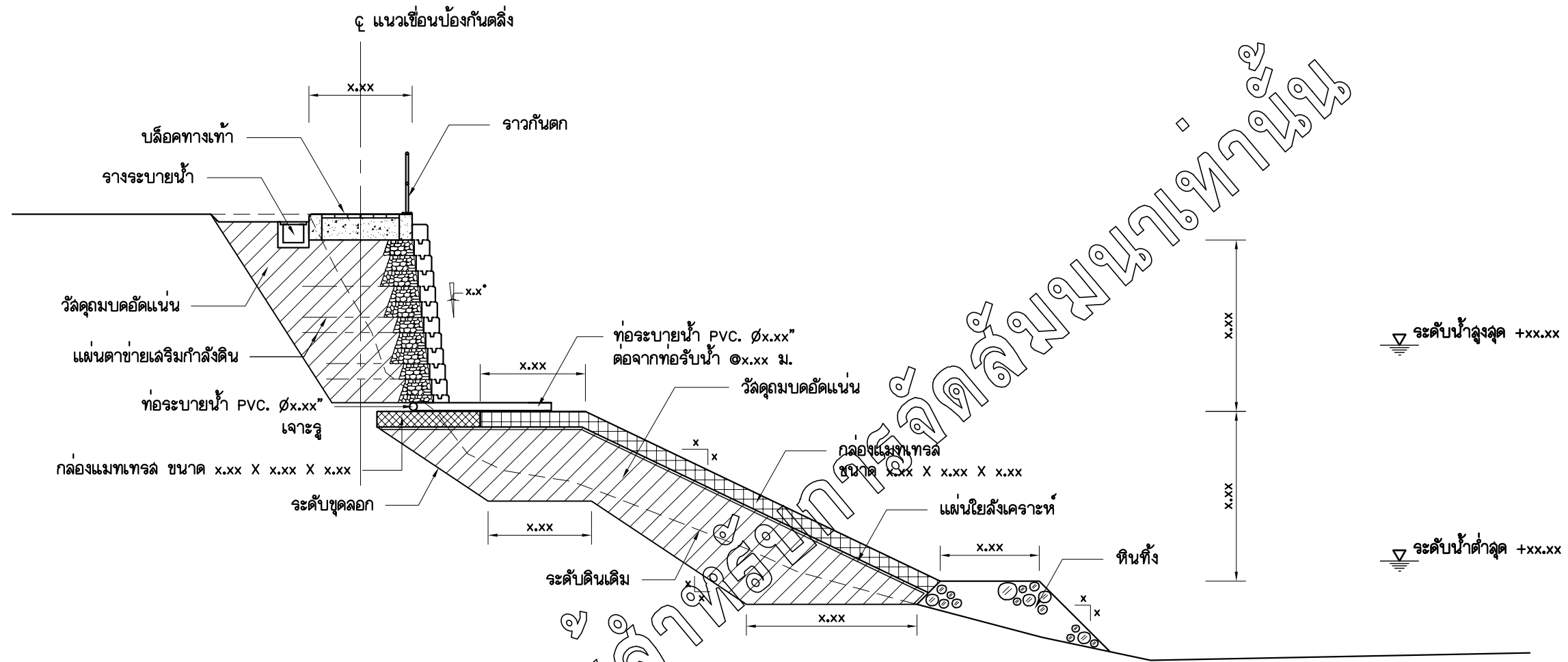
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M12 มาตราส่วน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ ทวค./...../.....	เห็นชอบ พลว./...../.....	อนุมัติ รจท.(คน.)/...../.....
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					หนาที่	จำนวนแผ่น			



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M13
 มาตรฐาน 1 : 100

แบบร่างใช้สำหรับจัดพิมพ์มาตรฐานเท่านั้น

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M13 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค.	ผลว.	รจท.(คน.)

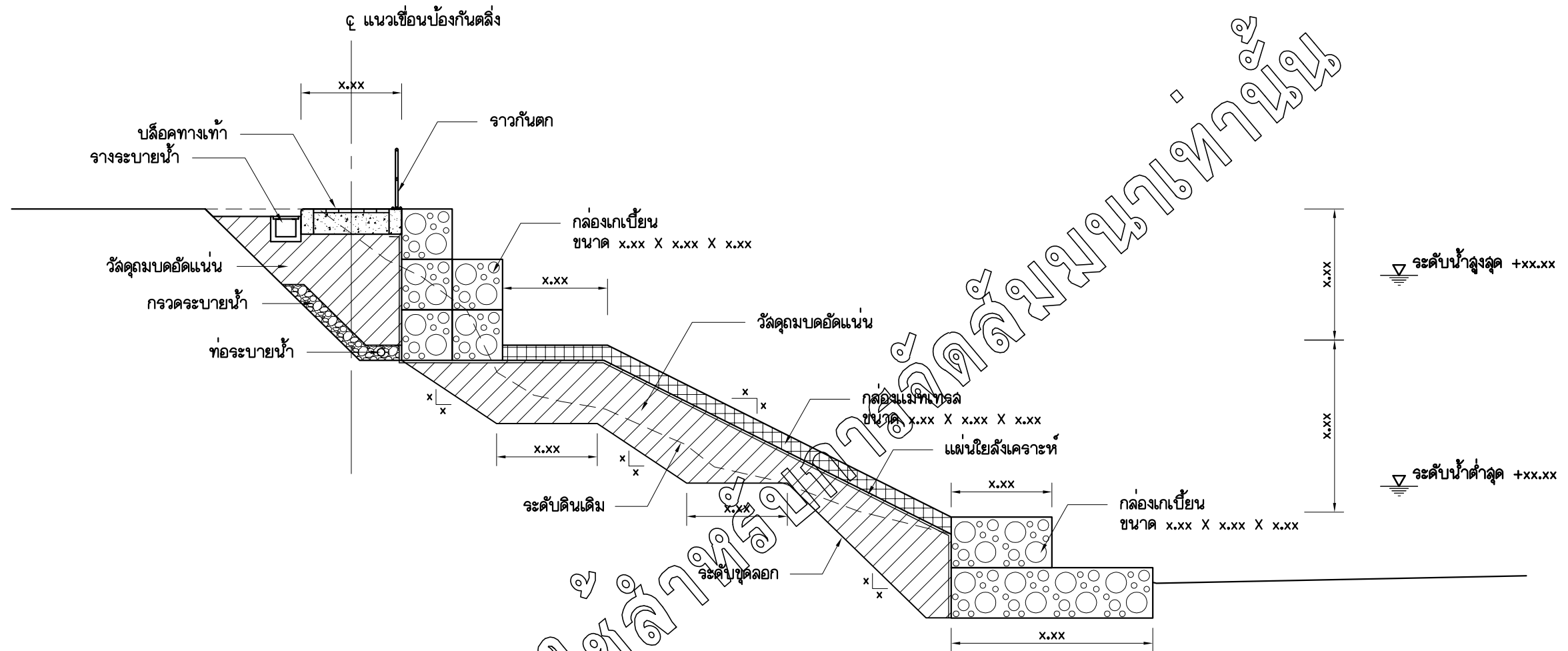


รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M14

มาตราส่วน 1 : 100

แบบราคาใช้ค่าท่อระบายน้ำตามขนาดเท่านั้น

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M14 มาตราส่วน 1 : 100	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					แผนที่	จำนวนแผ่น	หวค./...../.....	ผลว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....

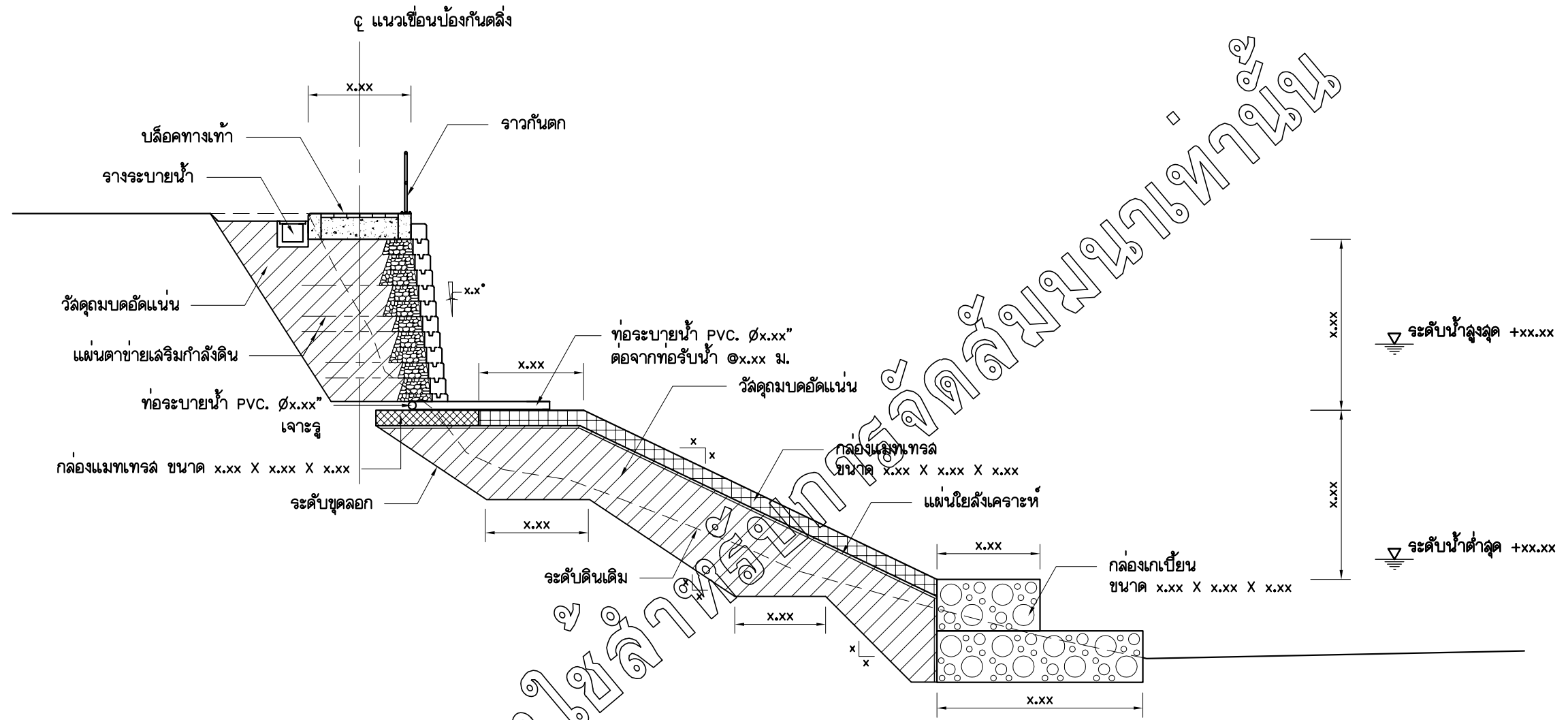


รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M15

มาตราส่วน 1 : 100

แบบร่างใช้สำหรับจัดพิมพ์มาตรฐานเท่านั้น

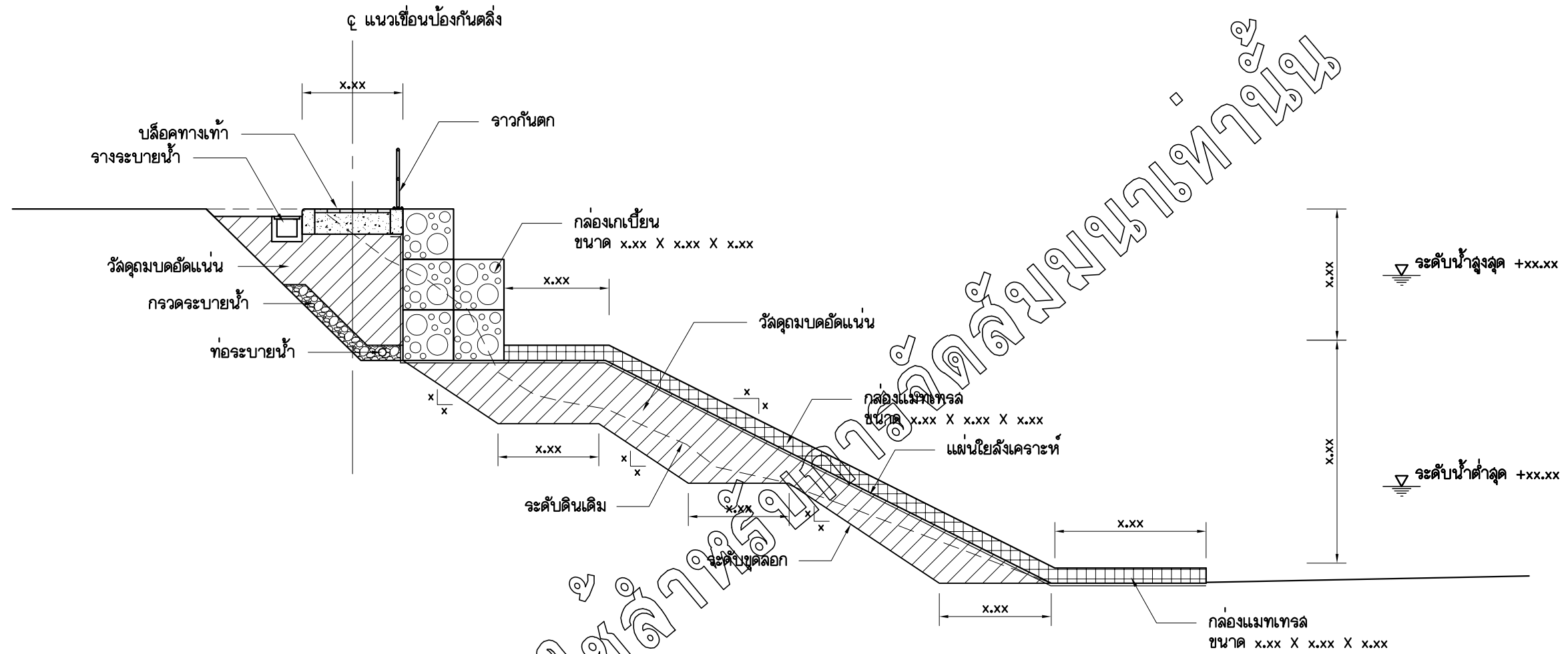
	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแปลน	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง					รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M15 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	ทวค.	ผลว.



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M16
 มาตรฐาน 1 : 100

แบบราคาใช้ค่าวัสดุตามราคาเท่านั้น

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M16 มาตรฐาน 1 : 100	แผนที่	จำนวนแผ่น	ทวค.	ผลว.	รจท.(คน.)



รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M17

มาตราส่วน 1 : 100

แบบร่างใช้สำหรับคำนวณราคาเท่านั้น

	สำนักวิศวกรรม กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	งานสำรวจ	งานเขียนแบบ	ออกแบบ	แบบแสดง	สำรวจเมื่อเดือน		ตรวจ	เห็นชอบ	อนุมัติ
	แบบมาตรฐานเขื่อนป้องกันตลิ่ง				รูปตัดเขื่อนป้องกันตลิ่ง M17 มาตราส่วน 1 : 100	วันที่ จำนวนแผ่น	ทวค./...../.....	พลว./...../.....	รจท.(คน.)/...../.....	